

Johann Heinrich Lamberts

royal. Königl. Preuss. Ober-Baurath, und ordentliches Mitglied der Königl. Preuss. Akademie  
der Wissenschaften, auch anderer Akademien und gelehrten  
Gesellschaften

#  
71030

# Pyrometrie

oder

vom Maasse des Feuers und der Wärme.

---

Mit acht Kupfertafeln.

---

Berlin  
bey Haude und Spener.  
1779.

HfW  
16567

## Vorrede.

**W**enn ich vielleicht einigen Antheil daran hätte, daß Herr Lambert noch in den letzten Monaten seines Lebens ein Werk vorsehender hat, wozu er im Jahr 1760 schon Hoffnung gemacht hatte; so müßte es mir noch um so mehr zum vorzüglichen Vergnügen gereichen, auch an der Bekanntmachung desselben nach dem Tode des verdienstvollen Verfassers einigen Antheil zu haben. Der Lamberts Photometrie studirt, und selbst nach eigener Einsicht und Uebersetzung Herrn Klügel's Urtheil davon, wahr befunden hat, daß dieser schwere Theil der Optik durch ihn mit einemmale der Vollkommenheit so nahe gebracht sey, wie wohl nie sonst eine Wissenschaft von einem einzigen Manne, (W. v. Dr. Joseph Priestleys Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik aus dem Englischen übersezt, und mit Anmerkungen und Zusätzen begleitet von Georg Simon Klügel, Leipzig 1776.) der konnte für den fernern Wohlthum der Wissenschaften nichts interessanteres erwarten, als die Erfüllung des Versprechend, womit Hr. Lambert die Vorrede zu seiner Photometrie beschließt. *Denique si quis a novitate materiae et juvenilitate positum et experimentorum quae in hoc Photometriae Tentamine exposita, et a fructu, quem inde, forsitan capiet luminis theoria, animum abstrahat, atque cui bono totum hoc opus sit, ex me quaerat, hoc unum adjungam, Pyrometriae, quam curaticus evolendam, suscepi, scopum hujus libri primarium fuisse. Quamam vero ratione mensura luminis ad mensuram caloris et ignis quicquam faciat, et quis inter utramque sit nexus, hoc in ipso Pyrometriae opere, Deo adjuvante, ab oculo ponetur.* Das ist der Schluß jener erwähnten Vorrede, welcher nichts geringeres, als eine eben so vollständig bearbeitete ganz neue Wissenschaft vom Maas des Feuers und der Wärme hoffen ließ, als

Herr Lambert von Anweisung der Stärke des Lichts geliefert hatte. Im Werk selbst wird eben dasselbe Versprechen, daß die Pyrometrie noch nachfolgen solle, (Parte II, Cap. I. S. 886. pag. 397.) wiederholt, auch an eben dieser Stelle das Verbot eines Versuchs gebietet, woron die Pyrometrie weitere Nachricht geben sollte. Sowohl diese Stelle, als auch einige andre, woselbst von der Erleuchtung des Welttaums luftensideriger Klüften oder sphärischer Hohlspiegel, und verläufig von der in einem solchen Brennraum zuwege gebrachten Erhitzung, die Rede ist, veranlaßten mich im Jahr 1776 und im Anfange des Jahr 1777, als der achte Theil meines Lehrbegriffes der Mathematic zum Druck befristet ward, Herrn Lambert in einem Briefe an die noch nicht geschickene Erfüllung seines wegen der Photometrie gemachten Versprechens zu erinnern. Uebereinstimmend hatte ich von einigen Erleuchtungen über den noch pyrometrischen Geblinden angestelltem Versuch gebeten, der die Schwächung der Dichtigkeit des Sonnenlichts in der Atmosphäre betrifft, worauf an der kurz vorherin and der Pyrometrie angezogenen Stelle Bezug genommen wird, als Hr. Lambert unten am März 1777 mir folgendes antwortete:

„Was den 88sten S. der Photometrie betrifft, so habe ich das Experiment nicht wiederholt, und finde es auch ziemlich nöthig, da die Luft sehr ungleich durchsichtig ist. (W. s. davon der 283sten S. im 2ten Theil. 2ten Hauptstück 1sten Abschnitt dieses Werkes.) Am besten siehet man dieses des Nachts, wo bey übrigens hellen Himmel die kleinen Sterne nicht immer sichtbar sind, wovon gleich weiters Dammern, noch Nordlicht, noch Mondschein hinderlich sind. Die Sternfelder sind auch schon gesehen, bey den Verfinsternungen der Trabanten ameyteligen, ob sie den Jupiter und dessen Streifen deutlich sehen oder nicht. Auch bey Beugungsläusen und Beugungsziegeln findet man bey gleicher Sonnenhöhe ungleiche Wirkungen. So viel ich weiß, siehet man den Mond nicht immer unter Fogen, wenn er gleich von der Sonne weit genug weg ist. Sie haben allerdings Ursache, sich zu verun-

„denn, daß meine Pyrometrie schon 1760 angekündigt worden, und noch dormalen nicht herausgekommen ist. Ein guter Freund machte mir sogar den Schluß, daß es mir wenigstens an Zeit nicht gefehlet habe, da ich inzwischen eine Menge anderer Schriften herausgegeben. Ich antwortete ihm darauf, daß ich mir dabei gute Weile gelassen, und nur gelegentlich bald das eine, bald das andre nachgehohlet habe. Im Ganzen betrachtet, habe ich seit 1756 wenig daran gearbeitet, zu weilen einige Versuche angestellt, besfallende Gedanken hingesehrieben, oder noch gar nichts ins Reine gebracht. Dieses dürfte aber doch nun bald geschehen, und zwar so, daß ich die Sache zur Hauptbeschäftigung mache.“

Aus diese Nachricht ersiehet man, daß Herr Lambert während der Conventmonathe des Jahres 1777 mit der üblichen Ausarbeitung dieser Wissenschaft vom Maße des Feuers und der Wärme sich beschäftigt habe. Noch wenig Tage vor seinem am 23ten September 1777 erfolgten Tode hat er das ganze vollständig ins Reine gedachte Werk dem Herrn Bergier selbst zum Druck übergeben; daher konnte es in dem allgemeinen Frankfurter und Leipziger Bücher-Verzeichniß zur Michaelmesse des Jahres 1777 auf der 381sten Seite unter den zur öffentlichen Bekannmachung durch den Druck schon bestimmten Schriften mit aufgeführt werden. Herr Spener, welcher mir diese Nachricht vor einigen Monaten mittheilte, als ich von ihm schriftlich angefragt hatte, warum das Werk in zweien nachher schon verlassenen Verzeiten noch nicht hätte fertig geliefert werden können, machte mir ein großes Vergnügen dadurch, daß er nicht allein die Versicherung hinzusetzte, das Werk solle gewiß zur Ostermesse dieses Jahres gebracht werden, sondern auch mehr als das erste Althabere schon abgedruckt an mich mit überschickte. Eben das hat die Veranlassung dazu gegeben, daß ich das ganze Werk nach dem Abdruck durchgesehen, und mit dem vom Herrn Spener mir mitgetheilten Original-Handschrift des Herrn Verfassers verglichen habe. Ein Sachkundiger Freund des See-

ligen, von dem man mit Grunde vermuthen konnte, daß er für die Wichtigkeit des Abdrucks die möglichste Sorge tragen würde, hat die Probedrucke geliebt; auch sind mir beyern Durchlesen derselben keine Fehler von Erheblichkeit aufgestoßen. Weil indessen in einem Buch voller Zahlen und Formeln auch der Aufmerksamkeit nur gar zu leicht Kleinigkeiten übersehen kann, und ein so wichtiges Werk dessen wohl werth ist, daß man auch Kleinigkeiten verbessere; so habe ich die von mir noch angemerkten Druckfehler dem Herrn Verleger mitgetheilt, um das Verzeichniß davon dem Werke noch befügen zu lassen. Allein Herr Spener fand die bloße Anzeige davon nicht einmal stehend; er wollte dem Werk die möglichste Vollkommenheit geben, und hat um desswillen mehrere ganze Blätter von neuem drucken lassen.

Was bey Ausmessung des Lichts, wenn es eine Fläche von gegebener Gestalt und Größe erleuchtet, anfallende Lichtmenge, Erleuchtung und Klarheit der erleuchteten Fläche ist, das sind bey Ausmessung der Stärke des Feuers anfallende Feuermenge, Erwidmung, und mitgetheilte Wärme oder Hitze. Eigene oder ursprüngliche Hitze, eigene Wärme, wäre den für sich feurigen Körpern etwas das, was man bey für sich leuchtenden Körpern den eigenen oder ursprünglichen Glanz nennet. Von einem wirklichen Feuer oder anderwärts erhitzten Körper leitet sich Hitze oder Wärme nach allen Seiten nach eben den Gesetzen aus, wie das Licht von für sich leuchtenden oder anderwärts erleuchteten Körpern, nach allen Seiten wieder umherstrahlet. (M. f. des 11<sup>ten</sup> Theils 1<sup>tes</sup> Hauptstück) also schreibet es, die Theorie von der Erwidmung, von der eigenen oder anderwärts empfangenen Hitze oder Wärme, lasse sich auf ganz ähnliche Beuntgleichungen zurück führen; wie die Theorie von der Erleuchtung, dem eigenen oder anderwärts empfangenen Glanz leuchtender Körper. In dem Fall, wenn ein Körper durchaus gleich heiß glühend ist, wird die Dichtigkeit der nach allen Seiten davor ausgehenden Feuertheilchen im Verhältniß vom Sinus des Neigungswinkels, und im umgekehrtem Verhältniß

nist der Quabasse der Entfernungen geringer. Ist es eine feurige Kugel, so nimmt die Dichtigkeit der Feuertheilchen wie das Quadrat vom Sinus des scheinbaren Halbmessers ab: Solchergestalt breitet sich die Sonnenstrahlen nach ähnlichen Gesetzen aus, wie das Sonnenlicht, Nebelregen kommt bey der Erwärmung eines für sich nicht feurigen Körpers auch der Einfallswinkel in Betrachtung, weil eine gegen die Lichtsamme und Feuerstrahlen schief liegende Fläche weniger Feuertheilchen oder Lichtmasse auffängt, als eine solche, worauf die Strahlen senkrecht fallen. Was nun Klarheit der erleuchteten Fläche heist, das hängt ab von der Menge des zurückgehenden und nach allen Seiten wieder umherstrahlenden Lichts: Bey der Erwärmung aber kommt es hauptsächlich auf die Strahlen an, die nicht nur auffallen, sondern auch in die Masse des Körpers hineinbeugen, und eben hiebey tritt ein Umstand ein, welcher es nöthwendig macht, außer den Gründen, welche die Pyrometrie mit der Photometrie gemein hat, noch einige andere der Pyrometrie eigenthümliche Gründe aufzusuchen. Eben darum ist die Uebereinstimmung der Gründe beyder Wissenschaften nicht so vollkommen, als man anfangs vermuthen möchte.

In demselben Augenblick, wenn das Licht auf einen für sich dunkeln Körper fällt, ist der Erfolg ganz da, welchen man unter dem Namen der Erleuchtung und Klarheit der erleuchteten Fläche als eine Wirkung des auffallenden Lichts betrachtet: auch in demselben Augenblick, wenn alles das Licht, was bisher auf die Fläche fiel, ihr wieder entgegen wird, fällt die bisherige Erleuchtung und die dabey abhängende Klarheit der Fläche ganz wieder weg. Der dunkle Körper wird nicht etwa nur nach und nach heller, oder in dem umgekehrten Fall, nachdem ihm das auffallende Licht ist entgegen worden, nach und nach dunkler. Wenngleich der bostonische Stein, der Balduinische und Marggrafische Phosphorus, vielleicht auch noch mehrere andre Massen, das Licht einzuzugeln, und im Dunkeln noch einige Zeit zu leuchten fortfahren, so sind das doch nur wenige Abweichungen von der sonst allgemeinen Regel; in der Photometrie kann man wenigstens zur Zeit dar-

auf noch nicht Rückficht nehmen, und eben darinn hängt in den physischen Grundformeln nichts von der Zeit ab; die während der Erleuchtung verfließet. Dagegen wird die Masse eines für sich nicht feurigen Körpers, wenn derselbe mehrerer Wärme oder Hitze, als er selbst hatte, angegriffen ist, nach und nach wärmer; auch umgekehrt, wenn ihm die äußere Wärme oder Hitze entzogen werden; so erkaltet er nach und nach. Die Erweichung der Masse eines Körpers hängt demnach von der Zeit ab, und auch umgekehrt seine Verhärtung, wenn er sich in einem Raum befindet, der weniger Wärme als er selbst hat. Es bedarf Zeit, bevor die Wärme in die Masse hindringen, und sich in denselben nach allen Seiten durch den von der Masse ausgefüllten Raum vertheilen kann; auch umgekehrt bedarf es Zeit, bevor die Wärme aus der Masse wieder heraustritt; und in andre nicht so warme Massen, die vielleicht jene umgeben, wieder hineinbringen kann. Das alles hängt überdem theils von der Größe des wärmer oder kälter werdenden Körpers, theils von der physischen Beschaffenheit seiner Masse ab; demnach reicht man mit den Grundätzen der Photometrie allein in der Pyrometrie nicht aus.

Ein Körper, der im Feuer liegt, oder sonst mit einer durchgängig gleich warmen Masse von allen Seiten umgeben ist, wird so lange nach und nach wärmer, als die Wärme der ihn umgebenden Masse seine eigene Wärme, die er schon hat, übertrifft. Wenn dagegen der Körper selbst wärmer ist, als die von allen Seiten ihn umgebende Masse, so nimmt die Wärme des Körpers nach und nach so lange ab, bis seine eigene Wärme, der Wärme der ihn umgebenden Masse gleich geworden ist. Liegt also ein Körper nicht selbst im Feuer, aber doch aufrethalt dem Feuer denselben so nahe, daß es ihm noch Wärme mittheilen kann, ohne daß der Masse, welche den Körper umgibt, zugleich eben so viele Wärme mitgetheilt wird; so ist mit der Erweichung des Körpers zugleich eine Erkältung verbunden, weil derselbe, der ihn umgebenden kälteren Masse einen Theil der schon erlangten Wärme

Wärme beständig wieder mittheilet. Ein Körper, der den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist, wird zwar erwärmt, verliert aber zugleich beständig wieder etwas Wärme, die er der ihn umgebenden kältern Luft mittheilet. In dem *Actu Helveticis* (Vol. II. pag. 172 599.) findet sich schon ein hieher gehöriger Aufsatz vom Herrn Lambert unter dem Titel: *Tentamen de vi caloris, qua corpora dilatat, ejusque dimensione*, in dem gegenwärtigen Werke aber ist alles von neuem vorgenommen, und durch Vergleichung mit sehr vielen Erfahrungen weiter ins Licht gesetzt worden. Die Wärme, welche ein erkältender Körper in jeder Minute verliert, ist der Wärme, die er hat, proportional. Er verliert seine Wärme in gleichen Zeithellen in geometrischer Proportion; die Menge der Wärme die der Körper hat, verhält sich wie sein körperlicher Raum, die Menge, welche er in jedem Zeithelle verliert, wie seine Oberfläche. Der Körpern, die aus einerley gleichartigen Masse bestehen, aber ungleich groß sind, ist das Verhältniß der Zeiten, worinn die Wärme in gleichem Verhältniß abnimmt, zusammengesetzt, aus dem Verhältniß der cubischen Räume, und dem umgekehrten Verhältnisse der Oberflächen dieser Körper. Das sind Grundgründe, welche Herr Newton schon annahm, als er in den philosophischen Transactionen vom April des Jahres 1701 eine Stufenleiter verschiedner Grade der Wärme und Kälte bekannt machte. (W. s. davon *Newtoni opuscula collecta a Joh. Casillioneo, Lausanna et Geneva 1744. Tomo II. Opusc. XXI. pag. 422.* Auch vergleiche man *Newtoni Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, Edit. le Sueur et Jacquier Lib. III. Prop. VIII. Cor. IV. Tom. III. Part. I. pag. 51, und Prop. XLI. das beigefügte Exempel Tom. III. Part. II. pag. 640.) Herr Lambert findet diese Sätze mit einigen nöthigen Einschränkungen der Erfahrung gemäß, seine Beobachtungen und Versuche berechtigen ihn, jene Sätze als die vornehmsten Gründe der Theorie von der Erwärmung und Erkältung anzunehmen, und aus dem am Ende der Vorrede beigefügten Verzeichniß vom ganzen Inhalt dieses Werkes kann man vorläufig im allgemeinen übersehen, wie mannigfaltige interessante Anwendungen der Herr Ver-*



fasser von diesen Begehren der Erweichung und Erhärtung gemacht habe.

Eine der bekanntesten Wirkungen der Wärme besteht darin, daß sie feste und flüssige Massen in einen größern Raum ausdehnt, und daß größere Grade der Hitze gewaltsame Veränderungen in der Structur der Massen und der Verbindung ihrer Theile herbeiführen. — Wasser und andere flüssige Massen heizt die Hitze zum Sieden und läßt sie in Dampf auf. Metalle verschmelzen in der Hitze, Holz treibt in eine Flamme aus, die eine Menge der Bestandtheile des Holzes mit weg führt, und den Ueberrest in Asche verwandelt. Dies leitet ganz natürlich auf die Vorstellung, daß die in den Zwischenräumen eines Körpers zerstreuten Feintheilchen ein beständiges Bestreben äußern, die Elementartheilchen der Masse desselben auseinander zu reißen, und daß im Gegentheil das, was wir uns unter dem Namen der Cohäsionskräfte als die Ursache des Zusammenhanges der Festigkeit und Härte der Masse vorstellen, jenen Ausdehnungskräften der Feuertheilchen entgegen wirkt. Wenn feste Massen der Hitze ausgesetzt flüssig werden, so muß wohl die Ausdehnungskraft der Wärme so weit gehen, daß sie die Cohäsionskräfte wenigstens größtentheils aufhebt. Weicht man eiche Massen, die bey mäßiger Wärme für sich schon flüssig, oder bey stärkerer Hitze flüssig geworden sind, unter einander, so ändern sich ihre Dichtigkeit, und die Cohäsionskräfte, mithin auch die Wirkungen der Wärme, in wie weit vergleichen durch die Vermischung zuwege gebrachten Massen hierdurch leichter oder schwerer in Fluss zu bringen sind. Diese Veränderung der Dichtigkeit und Cohäsionskräfte untereinander vermischter Massen geht gewöhnlich gleich bey der Mischung vor, und hat in Absicht auf das Gleichgewicht zwischen der Ausdehnungskraft der Feuertheilchen und den Cohäsionskräften den Erfolg, daß die Mischung wärmer oder kälter wird, als die Massen vor der Vermischung waren. Wenn gleich dasjenige, was Herr Lambert im fünften Theil dieses Werkes zur Aufklärung der hieher gehörigen, oft sonderbar genug schwebenden Erfolge gesagt hat, vielleicht noch nicht alles hin-

Unmöglich genug ins Licht setzen; so geben doch seine Verdienste eine mehrere Anleitung dazu, auf welche Umstände bey fernern darüber anzustellen den Besuchen man deementlich aufmerksam seyn möchte.

Außer den bereits bekannt gewordenen Nachrichten von Herrn Lamberts Leben und Schriften, haben wir in nächststen Bande der *Nouveaux Memoires de l'Academie Royale des Sciences de Prusse* noch eine *Eloge* vom Herrn Formey zu erwarten, also wage ich es für meine Person nicht, Lamberts Biograph zu werden. Mein Wunsch war es wirklich anfangs, allem dies hätte mehr Zeit und Muße erfordert, als mir bis dahin noch übrig war, da dieses Buch fertig geliefert werden mußte. Demnach hätte ich es dabey müssen bewenden lassen, hier etwa noch ein Verzeichniß der sämmtlichen Lambertischen Schriften beizufügen, wenn nicht unser hiesiger Herr Professor Johann August Eberhard mir das große Vergnügen gemacht hätte, einige Bemerkungen über Lamberts Genie und Character aufzusetzen, mit der Erlaubniß, selbige dieser Vorrede beizufügen.

Das Verzeichniß seiner größern Schriften findet man vollständig in Handberger und Meuselchen gelehrten Teutschlande. Dritte Auflage 1776. Seite 609. 610. Ein Verzeichniß der in den Schriften der Königl. Preussischen und Churfürstl. Bayerschen Acad. der Wissenschaften, in den *Actis Helveticis*, den *Actis Eruditorum Lips.* und den astronomischen Jahrbüchern der Academie zu Berlin, auch sonst noch hier und da zerstreut befindlichen kleinern Abhandlungen hätte ich noch gern hinzugesetzt, wenn es mir nicht an Zeit gefehlet hätte, alles nöthige nachzuschreiben. Es ist also nur aus Furcht, daß ich nicht alles vollständig zusammen bringen möchte, entschrieben. Halle, am 6ten April 1779.

Beneditius Johann Gustav Krüger.

Ueber Lamberts Verdienste  
um die theoretische Philosophie

VON

Johann August Eberhard.

**B**ei dem ich mich etwas zu überlich ansehnig gemacht, Ihnen zu einer Nachricht von Lamberts Leben und Schriften einige Bemerkungen zu liefern. Da ich das Glück gehabt habe, persönlich mit diesem großen Manne umzugehen, so glaubte ich mich im Stande, Ihnen einige Bemerkungen über sein Genie und seinen Charakter mitzutheilen, die derjenige nicht machen kann, der ihn nur aus seinen Schriften kennt. Allein, indem ich das, was ich zu sagen hätte, mit dem vergleiche, was bereits an zwei Orten von Männern gesagt ist, die ihn vollkommen gekannt zu haben scheinen: so sehe ich wohl, daß meine Bemerkungen nichts anderes als die Wiederholungen der andern seyn würden. Diese Männer sind: Herr Verucelli in den *Nouvelles littéraires de divers pays, avec des Suppléments pour la liste & le nécrologe des Astronomes. Troisième cahier. S. 73. 74.* und ein Ungenannter im deutschen Merkur vom September 1778. S. 259. 278.

Das, worüber ich Ihnen besonderheit etwas zu schreiben gedacht, das ich aber in dem Aufsätze des deutschen Merkur bereits besser gesagt habe, als ich es zu sagen hoffen kann, ist, was einem jeden sogleich einfallen mußte, der mit der hohen Meinung von Lamberts immern Werthe ihn persönlich kennen lernte, nemlich die vielen Besonderheiten seiner äußern Sitten, die mit seinem großen Verstande und seinem vornehmlichen sätlichen Charakter auf eine ungewöhnliche Art zusammenstießen. Diese Besonderheiten in seinen Sitten läßt sich wohl aus nichts anderem erklären, als aus der unüberwindlichen Gewalt der frühen Gewohnheit, der Unabänderlichkeit mit der Eintracht der äußern Umstände, wenn der Mensch lebt, wenn man stirbt, daß selbst ein Heil davon nicht unangezeigten bleibt, der in allen andern Ausstranngen seiner Kraft, weissen er angehöret hätte sein kann, das Verdrage einer höhern Ordnung von Wesen an sich trägt. Die Spuren dieser ersten Eintracht mögen daher immer so unabweislich seyn, als die Fäden der Hand, sie können aber auch eben so gut, als diese, mit der unfaßenden und fordringenden dem Wirkenszeit der Kraft befehen.

Ich will, mit Iher Erlaubniß, die Stelle selbst aus dem Aufsatze des deutschen Merkurs, worin Lambert's Gemüth und Charakter nach dieser Bemerkung weitläufiger ist entwickelt worden, hieher setzen: „Dies sind die vornehmsten Lebensumstände eines Mannes, den seine Verdienste um die Wissenschaften eben so berühmt, als sein vornehmlicher Charakter verehrungswürdig machen. Zwar hat seine erste Erziehung unmaßsichliche Spuren seines ursprünglichen niedrigen Standes zurückgelassen, die sich in seinem schätzbareren gemüthlichen Wesen, in seiner menschlichen, und bisweilen geistlichen Kapuze, in dem Hausrath seiner Zimmer, in dem laßen, oft platten Schurz und kornischen Bebrüden, auch dem Bischofsstabe an hohen ungetrockneten Füßen, grober Speiser und süßen schlechten Weinen beschränkt äußerten, und ihn bisweilen bewogen, sich \*) des Caffeegetränkchens um der gemeine Vögel zu setzen, in ihre polnischen Kaiserzimmer einzulassen, und ihm herrlichen Einfälle mit vollem Halse zu beladen. Aber unter dieser schwarzen Hülle lagen die schönsten Eigenschaften des Herzens und Verstandes verborgen. Eine wahre jugendliche Einfachheit und Schamhaftigkeit, und die vollkommenste Keuschheit von dem so allgemeinem Kaiser der Lieblichkeit; eine gewisse, gerade, von allen Scheine schiefe Abwege, von allem Schatten einer Hofflichkeit oder Umaßigkeit entfernte Denkmuth; lebhafter Abhor zu allen Arten der Ungerechtigkeit; prompter, freiwilliger Erzh, wenn er durch Unrichtigkeit, oder Handlungen dergleichen begangen zu haben glaubte; Friedfertigkeit in einem so hohen Grade, daß er auch entfernter Gelegenheiten zu jeder Wahrung von Ehrenkränzen sorgfältig vermeid; eine nicht zu erlösende Geduld in d Beschaffenheit; gänzliche Abwesenheit aller Ehrer, aller Lüste; aufrichtige Vermeidung, mit keinem Unterthut dem zu dienen, die ihn ohne Nebenabsicht suchten; das edelste Mitleid, wo er Leid sehe — alles dieses machte ein vornehmliches Charact bey ihm aus. Wahre feurige Andacht, die oft zu einer stillen Verzückung flog; dieses Gefühl der Abhängigkeit von Gott und der Unvollkommenheit unserer Erkenntniß von diesem höchsten Wissen, und ungetrübte Demuth und Ehrfurcht gegen dasselbe, erfüllte ihn von seiner ersten Jugend an, und blieb, ungeschwächt, in dem letzten Jaßern seines Lebens, auch in seinem feiner Religionenbegriffe unverändert vorgegangenen Veränderungen, mit verändert, und die Folge davon, daß, in dem, ungeschwächten Seelen- und Gemüthsruhe, heinerte oft sein Gesicht zu einer Art von himmlischer Schönheit aus. Mit Verachtung sah er Werke an, welche die Religion bedürten, und mit Entzücken las und empfahl er wohlgerathene Uebersetzungen derselben. Er war ohne alle Einschränkung Wohlthäter und Menschenfreund; aber eigentliche Freundschaft hat man an ihm so wenig, als verächtliche Liebe gegen irgend einen Ort, sein Vaterland selbst nicht ausgenommen, oder Epochen des Schwerg

\*) In ähnlichen Orten.

ſelben Nationen ſparamie, beſchafft. Doch wußte er Kaſtell de den Schiffs-  
 ſten bauen, die er ſchiffte. Ein Solger würdich ſtant lag, welche Lambert die  
 einzigen Verdien, die man ihn hat vorzuſetzen ſehen. Nichts machte ihm größer  
 und Verdien, als wenn er jauchern konnte von Genie freyſeyn, und zu ihrer  
 Entdeckung beitragen konnte; und er ſetzte ſich alzeit, wenn er ſah, daß  
 kein anderer nach ſeinen Ideen gearbeitet, oder ſie genutzte, oder der Faſſung der  
 ſelbigen Faß näher gebracht hatte.

Man ſiehet, daß in dieſen ſelbigen Gemälde der ſittlichen Welt der  
 vorerſtenen Lamberts ſein Vorſatz mehr angedeutet iſt. Ich muß mich nicht  
 auf ſeinen literariſchen Charakter einſchreiben, und auch von dieſem könnte man  
 nicht als der philoſophiſche Theil ſchreiben.

Da Lamberts Geiſt ſich bereits mit ſeinem Theile der philoſophiſchen  
 und mathematiſchen Wiſſenſchaften beſchäftigt hat, ehe er dieſen die Ordnung zu  
 weihen; wenigſtens unter ſeinen Händen erſchien und bisher amerikaniſche Anmerkungen  
 bekannte Gemälde gewieſen zu haben, ſo muß es intereſſant ſeyn, ſowohl dieſe  
 Entdeckungen ſelbſt, als auch die Methode kennen zu können, die er dabey be-  
 nutzt hat.

Die Hauptſache, woraus wir beſonders lernen ſollen, ſind ſeine Organe  
 und ſein Architektonik. Das Erſtere umfaßt die Regeln für die Form der phi-  
 loſophiſchen Erkenntniß, das Andere bezieht ſich die allgemeinen Begriffe, die  
 als die Materie verſchieden ſeyen anzuſehen werden. So wie Charleſes Lam-  
 bert, in Anſehung der letztern, bereits erwähnt hat, ſo kann man doch be-  
 haupten, daß ſeine Bemerkungen, in Anſehung der Erſtern glücklicher geweſen  
 ſind, daß ſie die Verwirrungen nicht zu vermeiden hat, als die Metaphyſik.  
 Wenn man bedenkt, daß ſie die mathematiſchen Wiſſenſchaften zu ſeinem philoſo-  
 phiſchen Speculationen geizig haben, ſo wird man ſich das nicht wundern  
 laſſen. Die Regeln der Argumentation ſind in der reinen und angewandten Phi-  
 loſophie vollkommen die ſelbigen als in der ſpekulativen Philoſophie, und  
 die Methode, der auf den Gang der mathematiſchen Unterſuchungen merkt,  
 kann darüber Auskunft zum Beweiſen und Erſehen für alle gewoene Wiſſen-  
 ſchaften ſtellen. In der Verſchönerung der Begriffe ſiehet aber kaum die Phi-  
 loſophie dem Philoſophen bey weitem nicht ſo ganz Durchſicht haben. Die Begriffe,  
 die er braucht, ſeyn nicht dem Gehirne der Mathematiker, ſo die Mathematiker  
 muß ſeyn, wenn er ſeine Reduktion in das Gebiet der ſpekulativen Phi-  
 loſophie ſehen, und die Begriffe in ihrer höchſten Allgemeinheit und Kreislauf  
 beſcheiden muß, die Begriffe zu vergeſſen ſehen, die ſie in der Mathematik nicht  
 ſind waren.

Das alte Lantwerck der Weysshims schloß sich den Untersuchungen über die Gleichheit gewisser, in Hinsicht dem verschiedenen Grade sichtbar, wie wir es bei Veranschlicher und die Nachforschungen beobachtet hat. Man würde es daher schon seinen logischen Operationen, seinen mathematischen Bestimmungen allgemein logischer Begriffe, anzusehen, daß er den verschiedenen Verstand mit ihm in seinen Schriften und wissenschaftlichen Operationen beobachtet hat, wenn er es nicht selbst ausdrücklich sagte. Er giebt uns aber selbst von diesem Verfahren in der Vorrede zu seinen Cosmologischen Reisen Nachricht. *Ich habe mich*, (sagt er, S. 6.) *für vielen Jahren schon damit beschäftigt, daß ich sowohl von selbst eigenem als andern ihren Erfindungen, nicht leicht eine noch so tief, da ich nicht geübt hätte, die Kunstgriffe und Regeln, die dabei vorkommen, zu abstractiren, und mit einer Sammlung davon zu versehen, die ich häufig als Anmerkungen und Zusätze zur Veranschlicher und zu Aristoteles herangezogen gedachte. Sein neues Organon war also mit dem Beobachten des menschlichen Verstandes bei der Erfindung und Beschreibung der Wissenschaften verbunden. Vermittelt dieser Methode erzielte Lambert die Weisheit aller seiner Vorleser in sich, und den Nutzen, den man in einem*

Aristoteles hatte mit einem Theil der Analytik oder der Lehre von den Methoden, nemlich der Syllogistik bezaubert. Diese machte viele Jahrhunderte hindurch den vorzüglichsten Theil der Logik und den einzigen Theil der Aristot. aus. Der Wissenschaft, den diese Nachfolger davon machten, indem sie die Regeln, die das Denken erleichtern sollten, in Schlingen des griechischen Dialects verwickelten; droheten die Syllogistik endlich in die äufferste Verachtung zu bringen. Als um dieselbe Zeit in Deutschland, Italien und England die Scholastiker die alte Methode wieder auflebte, und Boetius, Galili und Walo auf dem Wege der Beobachtung wichtige Wahrheiten entdeckten, die der scholastischen Syllogistik unzugänglich geblieben wären: so verwarf Walo die Syllogistik gar und gar, und empfahl die Induction als den einzigen Weg zur Weisheit; und Locke folgte ihm herein. Wohl war der Erste, der die Syllogistik wieder in Ansehen brachte, nachdem Leibniz ihn durch einige Anrede auf ihren Nutzen aufmerksam gemacht hatte.

Es schien, als wenn sich nach Walo in diesen Theil der Veranschlicher nicht mehr hinzusetzen ließe, und in der That war man ihm schon lange genug gefolgt, ohne zu seinen Regeln etwas Bemerkliches hinzuzusetzen. Dieses war Lambert's Verdienst. Ein erster Verdienst um diese Wissenschaft war die Erfindung einer geschickten Beobachtung, nemlich er die

Verhältnisse der Begriffe, ihre Anordnung und Unterordnung sorgfältig machte, und so die Verbindung der Sätze in Aufhebung ihrer Umkehrung, und den Beweis der gegenseitigen Arten solcher Rückschlüsse einführte. — Wenn Nichts auch vor der Hand aller Nutzen ist, den man sich von dieser Erfindung zu versprechen hat, so kann sie, wie ein gründlicher Philosoph bemerkt, den geschulten Köpfen dennoch nicht ganz gleichgültig sein, da dieses der erste Schritt ist, den man zu thun hat, wenn derselb eine allgemeine Vergleichungskunst erfinden will, um alle philosophische Fragen auf eine Art von Vergleichung reduzieren zu können.

Er blieb indeß bey diesen ersten Versuchen nicht stehen, er verließ die Vergleichungskunst der Quadraten, wozu Leibniz die erste Idee gegeben, wie aus dem Nutzen. In dem Ende beschloß er (in den *Actis Acad. Lips.* vom Jahr 1767, S. 334. und f.) einen Versuch, den *L. Richter* in den *Miscellaneis Taurinensibus* unter der Aufschrift: *Algebrae philosophicae, in usum artis inveniens speciem primum, desumptam genuit* hatte. So unvollständig und fehlerhaft dieser Versuch war, so vielen Beschall arbeitete er dem Eifer des Mannes, der ihn unternommen hatte. Er besaß es, daß der Kaiser, wenn er von einer Seite und das Hofgericht, wenn er von der andern aufgenommen werden, einen gelobten Mann abgefordert, den zweyten und wichtigsten Theil desselben der Welt mitzutheilen. Er glaubte, daß ein jeder auch vernünftiger Mensch, die Wissenschaften durch nützliche Erfindungen zu erweitern, Ehre, so wie der Mann, der ihn gemacht, Hofmann genug, verdient. Er machte bey der Gelegenheit die Bemerkung, die uns von seinem warmen und unerschöpflichen Eifer für das Fortkommen der Wissenschaft ein höchn Begriff machen muß: „Nach das haben alle große Erfindungen mit sich zu bringen, daß sie nach werden verdungen sein, wenn nicht einige, indem sie bey dem Ziele stehen stehen, andere Gelegenheit gegeben hätten, es höher zu das Tage zu nehmen.“

In dem ersten Versuche hatte Richter zwanzig Zeichen für eben so viel abstracte Begriffe angegeben, an denen revidieren wollte, die besondern Begriffe noch größern Begriffe der philosophischen Vergleichungskunst zusammenzusetzen. Allein diese Kunst, welche der zweyte Versuch einführen sollte, sind mit diesem zweyten Versuche unterdrückt worden.

Dieser Versuch kann aus einzigermaßen die Abhandlung ansehen, die Lambert selbst vorher (in den *Actis Ec. Lips.* vom Jahr 1766, S. 441. u. ff.) unter der Aufschrift bekannt gemacht hatte: *L. H. LAMBERTI de universalium Causalium Idea, Dissertatio, una cum auctoris Specimine*. Diefes kleine Schrift giebt nicht nur einen richtigen Begriff von Leibnizens *speciosa generalis*. Der so oft ist versucht werden, indem man sie bald bloß auf die philosophische Verzeich-

ausgesprochen eingestehet, die nur ein Theil davon ist, bald einem Collocat der inneren vom Höchsten, bald gar eine allgemeine Sprache darunter verstanden; sie zeigt die Möglichkeit einer solchen allgemeinen Charakteristik, und ermahlet einen Versuch in denselben an einigen leichten Begriffen.

Die Analogie zwischen dem zusammengesetzten Ganzen bei den Quantitäten, und zwischen dem Besondern bei den Qualitäten auf der einen Seite, so wie der Theile, woraus das Ganze besteht und der Begriffe des Allgemeinen, welche in dem Begriffe des Besondern als Merkmale zusammen kommen, läßt sich nicht verkennen. Und wenn man diese Analogie annehmen, so läßt sich kaum zweifeln, daß man eben so, wie man zusammengesetzte Größen durch derivative Zeichen ausdrückt, die nach gewissen Regeln aus primitiven zusammengesetzt sind, eben so auch besondere Begriffe durch derivative Zeichen ausdrücken könne, die ebenfalls nach gewissen Regeln aus den primitiven Zeichen der allgemeinen Begriffe zusammengesetzt sind. Man müßte man sich die Begriffe in ihrer ersten Wortwahl aufzählte und für die allgemeinen die schließliche primitive Zeichen erfinden haben. Das ist es, was bei dieser nöthigen Erfindung die erste und größte Schwierigkeit macht, von dessen Nothwendigkeit Leibnitz wohl überzeugt war, was aber, wenn es einmal zu Stande gebracht wäre, die Untersuchung und Erforschung der Wahrheit so sehr erleichtern würde. Der Verdacht würde, wenn nicht die Zeichen, die abstrahirten Begriffe von und gegen lassen und in ihrer Verbindung, vermuthlich unendlicher Regeln, folgen zu Werke gehen können.

Ein zweites Verdienst, wodurch Lambert sich unter den ersten logischen Schriftstellern einen Platz verschafft hat, ist die richtigere und genauere Bestimmung der logischen Schlussfiguren. Vorher hatte man nur sehr schwammige Begriffe von dem Nutzen dieses Theils der Logik gehabt. Der Mißbrauch, den man zu dem Zeitalter der Schulphilosophie mit der logischen Figuren getrieben, indem man durch die Schlussreden in der zweiten, dritten und vierten Figur, nur selten seine Regeln verneinen zu wollen, die Wichtigkeit sie alle auf das Unerwartete zu reduzieren, hatte sie auch gründlichen Philosophen verächtlich zu machen, wenigstens waren die billigen unter ihnen geneigt, doch immer der Erkenne eines größern Grad der Falschheit bezuzugeln.

Lambert zeigt, daß eine jede ihre besondere Nutzen habe, daß es Ehre gebe, zu deren Verstand man durch die eine Figur näher gelangt, als durch die übrigen, daß, wenn man sie auch alle auf die Erste zurückbringen könne, dieses doch nicht anders, als durch einen Umweg angehe, der immer ein Umweg ist, die Erkennung der Wahrheit erschwerer und von dem Erfahren wohl nie entfernt ist, auch nicht sogleich beenden werden kann.



Die Bemerkungen über die Natur der identischen Sätze, das ist, über die Erde, die Luft und Präcipit von gleicher Ausdehnung haben, sind ein dritter Beitrag seines Organons vor andern lehrreichen Vorleschern. Die Entdeckung ihrer Eigenschaften zeigt es seltner, wie fruchtbar sie sind, und was man von ihnen in der Erfahrungswelt für Vortheile zu erwarten hat. Da sie sich leichtest anschauen lassen, da sie als Vorbeispiele in Veranschaulichungen wieder die übrigen Eigenschaften geben, die alle Vorzüge ihrer Veranschaulichung haben: so muß ihr Nutzen in der Naturlehre von großem Umfang seyn. Wenn man erst solche Sätze hat, deren Begriffe einander ausschließend zu kommen: so kann man gleich auf den Keim schließen, so bald auch die Natur den Sinn gezeigt hat. Wenn wir einmal wissen, daß nur eine Kugel in jeder Lage gegen die Sonne einen runden Schatten haben kann: so wissen wir, daß die Erde eine Kugel sey, weil sie uns ihren Schatten im Monde noch nie anders als rund gezeigt hat.

Die größten Kluge pflegen gemeinlich die Schranken des menschlichen Verstandes am schmalsten zu fühlen. Daher ist Eriksen auf Aristoteles, das Verfahren des Euklides, des Democritus des Euklides, und das Verfahren des Archimedes zu erwidern. Die dem Eriksen ist es schon ein ganzes Halbsentel, daß man höher ist, man werde in einem Organon, über den man nachdenkt, nicht übersehen. Um nicht durch Beschränkung zu laufen, hat man bereits seit langer Zeit alle möglichen innern und äußern Bestimmungen unter gewisse Klassen gebracht, die man seit dem Aristoteles unter dem Namen der Logik gesammelt hat. Der Wolffsche, den man lange von dieser Artzählung durch gemacht hat, stellt Lehrsätze nach, so als ein ganz Halbsentel des Aristoteles zu schätzen. Und in diesem Werk schien es auch Lamberten sichtbar, Er machte sich einen Vorbehalt von einer Logik unter der Aufschrift: *De Logica Scholastica* (in tom. II. p. Lips. 1766. S. 12. u. ff.) bekannt, der vielleicht noch weiter umfassen sollte, aber auch schon, wie er ist, mit Nutzen kann gebraucht werden.

Wie viel hat also nicht die Veranschaulichung dem schaffensreichen Lambert zu verdanken, wenn man auch nur seine Verdienste um dieselbe nach dem besten Willen will, was nur der Name anzudeuten erlaubt hat! Obgleich auch nicht zu zweifeln ist, daß ihm die Lehre von der Verbindung der Begriffe mehr zu verdanken habe, als die Lehre von der Ausdehnung derselben. Wenn daher sein neues Organon und seine Architectonik, in Verbindung des Euklides, mehr gelehrt, als man Verträge von Eriksen erwarten konnte, so können doch beide in die Bildung der letztern, sehr nützlich seyn. Es läßt sich nicht ohne einige Verlässlichkeit aus einander sehen, daß nur seine Organon und Architectonik, wenn auch er die Begriffe der Philosophie beibringt, den Weg anzuzeigen kann, auf dem er,

wie mir noch seinem eignen Verichte bereits bemerkt haben, zu der speculativen Philosophie gehören.

Was kann es sich dieses erlauben, wie ihm Locke einfache Begriffe gefallen lassen, von dem er sowohl in seiner Metaphysik, als auch in seiner Architectonik ausgeht. Wenn doch dem Mannfunderer als einfache Begriffe gelten können, so kann die speculative Philosophie doch auch nicht haben stehen bleiben; sie findet noch Anwendung in denselben, sie sind ihr noch nicht rein gemagt, und sie endet in denselben eine Ausdehnbarkeit, die reinere Begriffe voraussetzt.

Wichtig ist die Methode die Begriffe zu bestimmen, deren sich Lambert bedient, und die das Studium seiner Architectonik auch einem edelmuthigen und geliebten Freunde der Philosophie oft so schwer und mühsam macht, auch eben der Quelle periphrasem. Diese Methode besteht darin:

**Erstlich:** Sucht er gemeinlich einen Begriff in dem Besondern auf; auch oft dann, wenn bereits nicht bloß die philosophische, sondern sogar oft der gemeine Sprachgebrauch das Wort, das ihn beziehet, veralteter meinet hat. Das ist ein Vorzug, der ohne Nachtheil erhellet.

**Zweitens:** Wo ein transscendentaler Begriff leichter im Ausserweltlichen könnte angeschaut werden, sagt er doch mit der Bestimmung desselben bey dem Sinnlichen an; wenn uns die Beschreibung der Seele näher darauf führen würde, sagt er doch an, ihn erst in den Erscheinungen der Körperwelt aufzusuchen. Dasselbe

**Drittens:** Erleutert er oft die Etymologie eines Wortes, um einen Begriff zu finden, der bereits als transscendental geworden, indes er strenglich in der ursprünglichen Bedeutung des Wortes in dem Besondern und Sinnlichen eingeweiht liegt.

Man kann die Vorzüge, wem sich diese Bemerkungen beweisen lassen, außer seiner Architectonik, auch in einer Abhandlung finden, die unter der Aufschrift: *Observations sur quelques Doutes de la Méthode intellectualiste*, in der *Bibl. de l'Ac. des Sc. de Berlin*, année 1768. steht. Die Begriffe des Erhabenen, Unsterblichen u. s. w. die er dorthin aus der Körperwelt erwecket, sind bereits durch den Sprachgebrauch verallgemeinert, und das, was er auf die-

xx. Ueber Lamberts Verdienste um die theoretische Philosophie.

sein Werk von denselben erblickt, ist bereits leichter aus dem Begriffe selbst hervorgeleitet worden.

Diese wenigen Bemerkungen können vielleicht die Vergleichung des Genies und der Verdienste Lamberts mit der philosophischen Wissenschaften erleichtern. Wie hat er die Spur Limes Weoglagers allem bemerkt, und da, wo er eine bemerkt; hat er sie durchsichtigen gelehrt, die er selbst zuerst entdeckt hat. In dem er Hallenss's Beschreibungsmethode mit neuen Bemerkungen bereicherte, und Locken in der Aufklärung der einfachen Ideen folgte: so vernachlässigte er zugleich die Selbsterkenntnis nicht, die beide verachten hatten, so zeigte er den Nutzen des identischen Satzes, die Locke verwarf hatte; indem er aber die Selbsterkenntnis mit dem Aristoteles und Wolff in ihrem Nutzen erlehrt, so erweiterte er sie zugleich mit Bemerkungen, die ohne Anwendung erleichtereten und ihrem Nutzen in einem höhern Maße zeigen.

...

...

...

...

...

Anzeige des Inhaltes.

|                                                           |                                                             |         |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|
| I. Theil. Von Feuer und Wärme überhaupt.                  |                                                             |         |
| I. Gaszählch.                                             | Verdickte Grundbegriffe                                     | Seite 5 |
| II. Gaszählch.                                            | Das Ausdehnbar bey Feuer und Wärme                          | — 7     |
| II. Theil. Von der Ausdehnung der Körper durch die Wärme. |                                                             |         |
| I. Gaszählch.                                             | Von der Ausdehnung der Luft durch die Wärme                 | — 13    |
| II. Gaszählch.                                            | Von der Ausdehnung anderer Gasarten durch die Wärme         | — 17    |
| III. Gaszählch.                                           | Das Festheitsmaass                                          |         |
| 1. Abzählch.                                              | Vom Zusammenziehen der Luft durch kaltes Metall             | — 21    |
| 2. Abzählch.                                              | Von der Kraft der Wärme in der Luft                         | — 25    |
| 3. Abzählch.                                              | Das Erweichende Thermometer, nebst dessen Anwendung         | — 30    |
| IV. Gaszählch.                                            | Thermometer von andern flüssigen Materien                   |         |
| 1. Abzählch.                                              | Verdickte Thermometer                                       | — 35    |
| 2. Abzählch.                                              | Urmeters Thermometer von Delöl                              | — 36    |
| 3. Abzählch.                                              | Schwebelins Thermometer                                     | — 38    |
| 4. Abzählch.                                              | Das de L'Isle'sche und einige andere Quecksilberthermometer | — 42    |
| 5. Abzählch.                                              | Thermometer von Bergöl                                      | — 43    |
| 6. Abzählch.                                              | Einige bekannte Thermometer von Weinöl                      | — 44    |
| 7. Abzählch.                                              | Von andern bisher gebrachten Weingeistthermometern          | — 45    |
| 8. Abzählch.                                              | Thermometer zu bestimmten Mächten                           | — 45    |
| 9. Abzählch.                                              | Einige Bemerkungen über die Größe der Thermometer-Weisung   | — 47    |
| V. Gaszählch.                                             | Verdickte Thermometer                                       | — 48    |
| VI. Gaszählch.                                            | Von der Ausdehnung sehr Körper durch die Wärme              | — 49    |
| VII. Gaszählch.                                           | Thermometer von flüchtigen Körpern                          | — 51    |
| VIII. Gaszählch.                                          | Notbehaltung der Dämpfe durch die Wärme                     | — 57    |
| III. Theil. Von der Erweichung und Schmelzung der Körper. |                                                             |         |
| I. Gaszählch.                                             | Verdickung der Wärme                                        | — 136   |
| II. Gaszählch.                                            | Erweichung und Schmelzung in geschlossenern Röhren          |         |
| 1. Abzählch.                                              | Erweichung am Feuer und an der Sonne                        | — 138   |
| 2. Abzählch.                                              | Erweichung eines Körpers durch einen andern                 | — 145   |
| 3. Abzählch.                                              | Erweichung und Schmelzung mehrerer Körper unter sich        | — 149   |
| 4. Abzählch.                                              | Erweichung mehrerer Körper am Feuer und unter sich          | — 154   |

|                                                                                                                      |                                                                       |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| IV. Theil. Von der Bewegung der Wärme.                                                                               |                                                                       |           |
| I. Gesetzbuch.                                                                                                       | Die Ausbreitung der Wärme                                             | Seite 194 |
| II. Gesetzbuch.                                                                                                      | Das Durchdringen der Wärme                                            | — 201     |
| III. Gesetzbuch.                                                                                                     | Erweiterung der Ausbreitung mit dem Durchdringen der Wärme            | — 204     |
| IV. Gesetzbuch.                                                                                                      | Die Geschwindigkeit im Fortgange der Wärme                            | — 217     |
| V. Gesetzbuch.                                                                                                       | Bewegung der Wärme mit den Humoren, wovon sie sich behaltet           | — 224     |
| VI. Gesetzbuch.                                                                                                      | Das Verfeuern der Wärme                                               | — 229     |
| V. Theil. Von der Kraft der Wärme.                                                                                   |                                                                       |           |
| I. Gesetzbuch.                                                                                                       | Die Kraft der Wärme mit den Zusammenhangsgrößen der Körper verbunden. |           |
| 1. Abschnitt.                                                                                                        | Veränderliche Verhältnisse                                            | — 234     |
| 2. Abschnitt.                                                                                                        | Anwendung auf die Kraft der Wärme                                     | — 241     |
| II. Gesetzbuch.                                                                                                      | Kraft der Wärme bey Wärmungen                                         |           |
| 1. Abschnitt.                                                                                                        | Schmelzbarkeit verschiedener Materien                                 | — 250     |
| 2. Abschnitt.                                                                                                        | Wärme und Kälte, so bey Wärmungen entsteht                            | — 251     |
| III. Gesetzbuch.                                                                                                     | Die Schmelzkraft der Wärme                                            | — 256     |
| IV. Gesetzbuch.                                                                                                      | Stufen der Wärme                                                      | — 272     |
| VI. Theil. Noch einige allgemeine Betrachtungen über die Ausbreitung der Wärme, der Hitze und Kälte der Feuertheile. |                                                                       |           |
| I. Gesetzbuch.                                                                                                       | Veranschaulichung                                                     | — 280     |
| II. Gesetzbuch.                                                                                                      | Anwendung auf einige Fälle                                            | — 284     |
| VII. Theil. Von der Ausdehnung der Wärme.                                                                            |                                                                       |           |
| I. Gesetzbuch.                                                                                                       | Wärme ausdehnend und thierischer Körper                               | — 292     |
| II. Gesetzbuch.                                                                                                      | Schätzung der Wärme nach der Ausdehnung.                              | — 297     |
| VIII. Theil. Von der Commensur.                                                                                      |                                                                       |           |
| I. Gesetzbuch.                                                                                                       | Einführung                                                            | — 304     |
| II. Gesetzbuch.                                                                                                      | Weg der Commensur                                                     | — 309     |
| III. Gesetzbuch.                                                                                                     | Die gleiche Commensur                                                 | — 322     |
| IV. Gesetzbuch.                                                                                                      | Die ungleiche Commensur überhaupt                                     | — 331     |
| V. Gesetzbuch.                                                                                                       | Einige Anmerkungen                                                    | — 342     |
| VI. Gesetzbuch.                                                                                                      | Anwendung der Theorie auf Beobachtungen.                              | — 349     |
| VII. Gesetzbuch.                                                                                                     | Benutzung der Commensur unter der Erde                                | — 354     |

Nachfolgende Druckfehler wohl der Leser entschuldigen und verbessern.

|          |          |                                                            |
|----------|----------|------------------------------------------------------------|
| Seite 10 | Zeile 24 | schlechte, l. schlech                                      |
| — 14     | — 5      | Jacob H. l. Jacob L.                                       |
| — 15     | — 29     | Schlicht, l. Schlicht                                      |
| — 25     | — 20     | höher, l. höher                                            |
| — 30     | — 22     | ful, l. full                                               |
| — 35     | — 20     | Nicht man das Wort die, vielmals weg                       |
| — 35     | — 21     | Landföhr, l. Landföhrer                                    |
| — 37     | — 31     | Thermometer, l. Thermomet                                  |
| — 38     | — 10     | l. bei N., l. E bei D.                                     |
| — 39     | — 8      | Maas, l. Maas                                              |
| — 47     | — 7      | füßt, l. füßt                                              |
| — 52     | — 8      | von unten, allertingst, l. allertingst                     |
| — 54     | — 4      | von unten, sehr nach, l. sehr nach                         |
| — 71     | — 1      | ignitiver, l. ignitiver                                    |
| — 72     | — 14     | vor eigentlich, l. vor; ein eigentlich                     |
| — 79     | — 10     | fy, l. fy                                                  |
| — 81     | — 10     | — 27, l. — 27.                                             |
| — 100    | — 27     | Instrument, l. Instrument                                  |
| — 111    | — 12     | Wasser, l. Wasser                                          |
| — 110    | — 13     | Instrument sich in, l. Instrument in                       |
| — 125    | — 4      | Thermometer, l. Thermomet                                  |
| — 137    | — 14     | verleire, l. verleihere                                    |
| — 145    | — 7      | von unten, richtig, l. richtig                             |
| — 149    | — 22     | Da man die, l. da man die                                  |
| — 152    | — 20     | von unten § 274. l. §. 273.                                |
| — 153    | — 5      | höher, l. höher                                            |
| — 162    | — 13     | das Zeichen — muß vor dem Druck gegen besten Willen stehen |
| — 170    | — 16     | Externe, daß, l. Externe, daß                              |
| — 181    | — 20     | empfe, l. empfie                                           |
| — 188    | — 25     | u. s., l. u. s.                                            |
| — 205    | — 22     | vertheilteur Gleich, l. vertheilteur Gleich                |
| — 209    | — 19     | nicht viel, l. nicht viel mehr                             |
| — 211    | — 8      | Thermometer, l. Thermomet                                  |
| — 216    | — 2      | von unten, nach M, l. nach P.                              |
| — 227    | — 23     | dem Quädr, l. dem Quädr                                    |
| — 237    | — 0      | 40176, l. 40176                                            |
| — 244    | — 4      | von unten, sehr nach E F der Quädr                         |
| — 247    | — 5      | von unten, sehr man, l. sehr man                           |
| — 260    | — 4      | von unten, §. 472. 473. l. §. 472. 473.                    |
| — 273    | — 11     | von unten, eine bezeichne, l. eine bezeichnen              |
| — 294    | — 0      | §. 27, l. §. 27.                                           |
| — 305    | — 0      | von unten, weiche Quädr, l. weiche Quädr                   |
| — 313    | — 12     | in dem Meridiane, wird ausgeführt                          |
| — 315    | — 10     | von unten, §. 312, l. §. 312.                              |
| — 323    | — 1      | von unten, — K. S. tab. de. l. G. R. tab. de.              |
| — 323    | — 1      | Die in dem, l. Die in dem                                  |
| — 328    | — 10     | den 1 pum, l. von 1 pum                                    |

|           |        |                                                           |  |
|-----------|--------|-----------------------------------------------------------|--|
| Seite 144 | Bild 2 | mit — Bild, 4. mit der Bild                               |  |
| — 145     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| —         | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 147     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |

### Nachricht an den Buchbinder.

In gegenständlichen Werken sind Buchstaben Querschnitte als Fehlerhaft gekennzeichnet, und dagegen richtiger von neuem gedruckt worden; der Buchbinder wolle sich also die Mühe nicht verkneipen lassen, jene durchaus zu vermeiden und an deren Stelle diese einzusetzen.

Des den Kupferstich wird jede an ein Querschnitt weiß Papier gefügt, und dann flüchtig von Tab. I bis VIII am Ende des Buchs, ganz zum Hervoranschlagen, angeheftet.

|           |        |                                                           |  |
|-----------|--------|-----------------------------------------------------------|--|
| Seite 148 | Bild 2 | mit — Bild, 4. mit der Bild                               |  |
| — 149     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 150     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 151     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 152     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 153     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 154     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 155     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 156     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 157     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 158     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 159     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 160     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 161     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 162     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 163     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 164     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 165     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 166     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 167     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 168     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 169     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 170     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 171     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 172     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 173     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 174     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 175     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 176     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 177     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 178     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 179     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 180     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 181     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 182     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 183     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 184     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 185     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 186     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 187     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 188     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 189     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 190     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 191     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 192     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 193     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 194     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 195     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 196     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 197     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |
| — 198     | —      | 4 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar, nichtig geistig |  |
| — 199     | —      | 9 von unten, das hieraus, 1. fruchtbar                    |  |
| — 200     | —      | 1 bei 5. 60p., das hieraus, 1. fruchtbar                  |  |

Pyrometrie  
oder  
vom Maaße des Feuers und der Wärme.

---

Erster Theil.  
Vom Feuer und Wärme überhaupt.



Erstes Hauptstück.  
Vorläufige Grundbegriffe.

## §. 1.

**D**as innere Wesen der Körper habe uns, aller physischen und chemischen Untersuchungen ungeachtet, noch sehr verborgen. Zwar konnten die Vergleichenngsgründe Hoffnung geben, die kleinsten Theile näher kennen zu lernen. Die dadurch gemachte Entdeckung, daß es kleine Kugelnchen sind, die dem Blute seine rothe Farbe geben, schien diese Hoffnung zu vermehren. Allein man fand doch keine sicher, als daß die Natur im Kleinen noch eben so unermesslich ist als im Großen. Wo man Bestandtheilchen zu finden hoffte, erblühte man kleine Thierchen, und war geneigt den Schluß zu machen, daß man von dem, was man suchte, noch unendlich weit entfernt sey. Die Figur der Bestandtheile, die Art ihrer Zusammensetzung, die Größe, wodurch sie in Verbindung erhalten werden, die daher rührenden Umrisschude ihrer äußern Gestalt, ihrer Härte, Zähigkeit, Flüssigkeit u. Alles dieses sind Dinge, die man anfang zu sehen, erachten muß. Die Kunst sicher und richtig zu erachten, ist aber noch nicht so weit gebracht, daß sie sich nicht oft mit dem vermischt, was man im Finstern tappen heißt.

## §. 2.

Diese Betrachtungen machen billig da den Anfang, wo von Feuer und Wärme die Rede ist. Ist das Feuer eine besondere Materie? Ist es vom Lichte verschieden? Diese sind längst schon aufgeworfene Fragen, die man bald beantwortet, bald auch verneint hat. In dieser Absicht ist uns das Feuer so unbekannt, als die Bestandtheilchen jeder andern Körper. Es kommt aber noch der Umstand hinzu, daß das Feuer seine Wirkungen mehrentheils in den Körpern äußert. Und diese Wirkungen sind so sehr verschieden, als es immer die Zusammensetzungsart der Körper seyn mag, und eben so sehr ändern sie sich, wenn die Größe des Feuers verändert werden. Es ist unstrittig, daß wir hierin klar zu sehen, das innere Wesen der Körper, ihre Bestandtheile und Zusammensetzungsart näher bekant seyn müssen. Da wir aber hierin noch weit entfernt sind, so müssen wir eben falls zum Erachten unsrer Zustucht neigen. Und das ist eine etwas neisliche

Sache. Denn ich verführe eigentlich dadurch nicht das Kennen wirklichlicher Bestimmungen, wodurch sich etwa die eine oder die andere Wirkung erklären läßt, und welcher hingegen eine Menge anderer werthlos bleiben, oder welches noch klümmert ist, der angemessenen Messung gerade jenseitig sind.

## §. 3.

Um jedoch einen Versuch zu machen, werde ich den Sprachgebrauch oder die Bestimmungen vornehmen. Das Wort Wärme hat verschiedene Bedeutungen, die nicht ausgeprägt werden müssen. Einmal die Wärme so fern sie empfindbar wird. In dieser Hinsicht geht sie aus sich nahe an. Und da hier eigentlich vom Maasse der Wärme die Rede ist, so kommt mir so gleich die Bemessungen einfallen, wenn die Empfindung der verschiedenen Stufen der Wärme die Sprache bedürftig hat. Die Wärme, wobei wir uns am besten befinden, nennen wir gemächlich oder temperirt. Uebrig Empfindung ist dabei so viel als o. Ist die Wärme um so viel größer, so daß wir in der That Wärme als Wärme empfinden, so sagen wir, es sey warm. Nimmt die Wärme noch zu, so heißt es, sehr warm. Ein noch empfindlicher Grad wird heiß oder auch scharf genannt. Diese Bestimmungen gehen das Wetter oder die Luft an. Bey dem Wasser gebrauchen wir die Bestimmungen, lau, warm, heiß, siedend. Und wenn es über einen gewissen Grad heiß ist, so fällt dessen Hitze außer das Gebiet unserer Empfindung der Wärme. Es kommt noch die Empfindung eines Schmerzens hinzu, und eben dieser macht, daß sich niemand gern die Hand verbleiben läßt. Derselbe Schmerz gebrauchen wir auch in Beziehung anderer Körper. So lange wir so eben Schmerzen beklagen können, nennen wir sie warm, sehr warm, heiß.

## §. 4.

Uebrig Empfindung nach sehen wir der Wärme die Kälte entgegen, und zwar so, daß wir letztere als etwas eben so wirkliches und sicheres ansehen, als die erstere. In der That auch, wenn man bey großer Wärme schwinde, so schwindet man hingegen bey strenger Kälte, und bey noch strengerer Kälte erstarrt er man, so wie man bey noch größerer Hitze gelungert und gelbmerzt wird. Was dieses ist sehr wirklich. Es bezieht sich aber nur auf das was wir empfinden. Daraus aber läßt sich auf die Kälte an sich betrachtet kein Schluß ziehen. Denn nach unserer Empfindung zu schließet, müßten wir auch sagen, daß die Kälte brenne. Die Lämmer sagen es wirklich: Urant montanae ovium. Und dieses ist nicht ein verkümmert Ausdruck. Man darf nur die Hände in Schere halten das sie anfangen roth zu werden, und dann in ein geräthliches Jammern gehen, wenn man das Drinnen noch stärker empfinden will. Man schie aber zu, daß die Haut nicht anstehende. Gewisse Dendroide, die häufig im Schnee

gehen, stellen ihre Hände in kalt Wasser, wenn sie in ein Zimmer kommen, um eben dieses Aufschreien zu verhindern.

## §. 5.

Aus diesen Bemerkungen folgt, daß was wir warm nennen, sich immerlich auf andere Eigenschaften bezieht, und zwischen dem Gemüthigen und Sinnen die Mittelstufen andeutet. Wir eignen die Wärme des Körpers zu, so fern wir sie warm nennen. Und da wir finden, daß die Körper nicht für sich warm, sondern bald wärmer bald kälter sind, so sind wir auch längst schon gewohnt, den Ursprung der Wärme außer ihnen zu suchen. Da finden wir denn zwei kräftig wirkende Ursachen, nemlich das eigentliche Feuer und das Sonnenlicht. Indessen giebt es bey gewoöhnlichen Nachforschern noch einige andere Ursachen, die etwas eigenes haben. Man findet, daß wenn Arzenei gebühnnet oder auch gestillt werden, sie sich erhitzen. Eben so auch kann durch starkes Reiben Holz in Flammen gebracht. Wiederum fand sich, daß bey dem Gähren des Weins und des Dorns Wärme entsteht. Endlich giebt es auch Menschen, die bloß dadurch, daß sie verunreinigt werden, sich erhitzen. Auf diese Art wird Wärme und Feuer herbeigebracht, wo vorher keine war, wenigstens keine zu sein schien. Allerdings ein Nutzen gewoöhnlicher Nachforschern, aber auch ein Nutzen die Kenntnisse noch weiter zu machen. Es klingt außerordentlich, wenn jemand sich des Kunststückes rühmet, daß er auf dem warmen Ofen Wasser in Eis verwandeln könn. Das heißt Kälte finden, wo lauter Wärme ist. Und doch geht die Sache an. Feuer giebt man Schwefelwasser auf Eisen, so bracht es mit Hitze auf. Dinst man eben das Schwefelwasser auf Schnee, so wird er noch merklich kälter. Dem Verstand von dieser Art wird man leicht zu dem Uebersinnlichen gebracht, daß auch Wärme und Kälte noch sehr unbekante Dinge sind.

## §. 6.

Indessen sind diese Dinge nur beziehungsweise unbekant. Die Wärme und Kälte als Eigenschaften betrachtet, ist ein Begriff der in seiner Art eben so klar ist, als immer die Begriffe von Licht und Farben sehr eingen. Das Feuer zeigt sich uns in Gestalt der Flamme oder glühenden Kohlen sehr klar. Das ist nach Waasse seiner Weisheit und Entfernungen klarer oder schwächer wirkt, giebt uns eben falls die ununterschiedliche Eigenschaften an. Ohne gebrannt zu werden dürfen wir kein Feuer zu nahe kommen. Wir folgten richtig daraus, daß es in größerer Nähe noch heiser sein müsse. Daß die Wärme oder auch die Hitze des Feuers sich den Körpern, so in dessen Nähe sind, mittheilt, schließen wir daraus, daß wir sie bey dem Verstoßen wärmer finden, als sie vorher waren. Wir finden eben so, daß sie gleiche Grade von Wärme schneller erhalten, wenn sie vorher keine Feuer sind, oder auch wenn bey gleichem Abstände das Feuer größer ist. Wir:

deraus finden wir, daß die aus Feuer erwehnten Körper die erlangte Wärme verlieren, so bald sie von Feuer weggerückt werden. Lössliche Erzfahrungen geben uns auch das Beweismittel. Endlich lehrt uns die gemeine Erfahrung, daß nicht jedes Holz gleich gut brennt, das will sagen gleiche Hitze giebt, und daß man seine Hitze durch Nachlassen verliert.

## §. 7.

Es besteht man aber die Wirkung des Feuers in den Körpern nicht schlecht hin nur darin, daß es sie wärmer macht. Der geringere Wärme fällt zwar kein anderer Unterschied merklich in die Augen, als eines der, daß wasser Körper auf treiben. Aber bey stärkerer Erhitzung wird die Wirkung desto merklicher. Der feinsten verleiht sich die Lössen oder Festigkeit der Körper siehe dabei. In dem kochenden Wasser wird ein Eis hart, insbesondere Butter, Kalk, Fett u. dergleichen. Ziegelsteine müssen erst im Feuer ihrer Härte erhalten, da hingegen Kalkstein zu Pulver werden, Holz zu Asche brennt, und Metalle schmelzen. Veränderungen von dieser Art haben etwas Gemeinliches. Und eben daher kommt es, daß wir uns in dem Feuer Kerle gedanken, die solchen Veränderungen angeschlossen sind. So stark aber diese Kerle fern mögen, haben sie dennoch ihre Schwächen. Gold und Silber wird zwar im Feuer flüchtig, und die feinsten Theile brennen darunter weg. Aber die Theile, die eigentlich Gold und Silber sind, läßt das Feuer unzerstört, da es hingegen andere Metalle in Kalk und Glas verwandelt. Einige Körper halten unverändert die Hitze des heftigen Feuers aus. Die meisten aber werden so verändert, daß man sie nicht mehr kennt. Alle diese Wirkungen sind nun so wohl des Grades als der Zeit nach sehr verschieden. Das Feuer des Schmelzens etwas ganz eigenes habe, wenn es angezündet wird, ist eine allgütige kommt Sache, als daß ich sie unähnlicher anzeigen sollte.

## §. 8.

In dem, daß die Wärme aus wärmern Körpern in kältere übergeht, kommt noch ein anderer Zustand, nämlich daß sie sich weiter ausbreitet als aus treibend bewegt. Das Ausbreiten der Wärme fällt in die Augen. In fassen dem Wasser steigen wir der Wärme eine Menge Blasen auf. Hält man die Hand in gleicher Entfernung über, unter oder neben einem stark erhitzten Körper, so wird der Unterschied der Wärme leicht empfunden. Ein Eisen, so nur an einem Ende heiß ist, wird es bald auch am andern, wenn dieses gerade über einem auf ruht gehalten wird.

## Zweytes Hauptstück.

### Das Ausmeßbare bey Feuer und Wärme.

#### §. 9.

Das bisher Besagte ist größtentheils aus der gemeinen Erfahrung, und eben viele Umstände angeführt. Man sieht aber schon daraus, daß wenn alles genauer bestimmt werden soll, genug dabey anzunehmen und zu berechnen vorhänget. Verschätzetes ist demus angezeigt. Ich werde nun aber, ohne sonst noch mehr anzugeben, widerum den Sprachgebrauch, und zwar dieses Mal den griechischen mit zu Rathe ziehen. Die Sprachen sollten eigentlich so eingerichtet seyn, daß die Zusammenfassung ihrer Theile oder Wörter allemal richtig zusammengehörige Begriffe angebe, so est jure des Regels der Sprache genutz ist, dazum seht aber viel. Indessen soll es wenigstens daraus nicht fehlen, daß sich nach Art der Zusammenfassung der Begriffe auch Wörter zusammen sehn lassen, und dieses geht nun hier im Griechischen mit einer recht kläglichen Klarze an. Ich habe das Wort Pyrometrie demus zur Aufschrift dieses Wertes gewählt. Man möge noch die Wörter Pyrostatic, Pyraulic und Pyrodynamic erscheinen, und wegen gewisse Unterschiede mag die Thermometrie der Pyrometrie entgegen oder zur Seite gesetzt werden.

#### §. 10.

Diese Namen könnten nun ganz gut Uebersetzungen von eben so vielen Hauptteilen der Pyrometrie abgeben. Und dann ließen sich noch die Pyrobohic und die Pyrotechnic in ihrer allgemeinsten Bedeutung mitnehmen, und etwann auch noch die Pyrophoric, Pyruenic, Pyronomie u. besetzen. Ich gedenke aber der Ordnung des Vortrages, so daher entstehen würde, nicht zu folgen. Sie geht nicht auf Worte als auf Sachen. Indessen wird es nicht unvernünftig seyn, die Bedeutung und den Ursprung dieser Nennungen hier etwas näher zu betrachten. Ob können auch Worte auf Sachen setzen, und von Nichts wegen sollte es unner seyn.

#### §. 11.

Wir haben bereits gesehen, daß sich bey Feuer und Wärme Kräfte geberken lassen. Ob Kräfte kann ein Gleichgewicht vorkommen; und dieses leiht ganz ungenutzungen auf etwas Statisches. In so fern läßt sich also eine Pyrostatic gedenken. Was der Kraft des Feuers oder der Wärme das Gleichgewicht hält, ist eben demweg auch eine Kraft, weil nur gleichartige Dinge einan-

der gleich gezeigt werden können. Eigentlich ist die Sache umgekehrt; denn gerade aus dieser dem Feuer widerstehenden Kraft schüßten wir, daß auch das Feuer eine Kraft habe, und zwar so, daß nicht bloß die Kraft zu erweichen dadurch verstanden werden müßte, vielmehr das Erweichen auch mit dabei vorzukommen. Gemeinlich ist das, was dem Feuer als Kraft entgegen wirkt, die betoms (§. 7.) erwähnte Schärze und Feinheit der Körper, und besonders der festen Körper, die beim Erhitzen weich und flüssig werden, oder in Kalk und Asche zerfallen. Man läßt sich ein Körper ohne angewandte Kraft nicht in Theile zerfallen. Da aber das Feuer die Körper theilt, erst auch zerbricht, so wird demselben allerdings mit Noth die dazu erforderliche Kraft beygelegt.

## §. 12.

Das Feuer oder die Wärme als Kraft betrachtet, kann man auch mit sich selbst im Gleichgewichte setzen, und ist es, so oft ein Körper, indem es sich befindet, in allen Theilen gleich warm oder heiß ist. Man nehme nun den brennt (§. 6.) erwähnten Umstand an, daß die Wärme aus dem Körper wegzgeht, wenn er sich an einem kältern Orte befindet, so folgt auch, daß das Feuer in einem Körper kein dauerhaftes Gleichgewicht hat, dessen nicht der Körper gerade eben so warm ist, als der Ort, wo er sich befindet. Durch den Ort verliere ich hier jeden beliebigen Ort, es mag in der Luft, im Wasser, in andern Körpern, oder selbst auch im leeren Raume sein. Denn die Versuche mit der Luftpumpe haben schon schon dargethan, daß die Wärme keinen Widerstand vor dem leeren Raume hat.

## §. 13.

Dieses Gleichgewicht der Wärme in verschiedenen Körpern und auch derselben hat allem Anschein nach eben die Dichtigkeit, wie das Gleichgewicht flüssiger Materien von schwererer und leichterer Art. In gebogenen Körpern hält eine Säule von Quecksilber einer 14 mal höhern Säule von Wasser das Gleichgewicht, und es ist dabei gleich viel, ob die Säule durchaus aus reinem Quecksilber oder nicht. Eben so ist in einem größern Körper eine größere Menge von Wärme: an sich aber wird dadurch die Wärme nicht stärker. Und so kann auch in Körpern von verschiedener Dichtigkeit bey gleich starker Wärme eine größere oder kleinere Menge von Wärme seyn. Hinwider entscheidet die gemeine Erfahrung nicht viel. Man findet zwar Körper, die bey gleicher Größe, gleiche oder abe von Wärme gleichminder annehmen als andern. Ob aber in gleicher Zeit gleiche Menge von Wärme sich hinwider, das bloße dahin gestellt und muß durch besondere Versuche erörtert werden. Ich führe es hier als eine an sich nicht unwahrscheinliche Sache an, um die Ähnlichkeit zwischen der Pyrometrie und Hydrostatic mehr anzudeuten. Man sehe oben Wisse, daß dieses letztere Wort

das erstere verursacht hat. Der Unterschied ist nur, daß da die Hydrostatic dem Wertenstande nach das Wasser beweist, und nach und nach auf andere flüssige Materien ausgebetet werden, die Pyrostatic ganz sichtlich sich auf Feuer und Wärme anwendet, und folglich bey dem eigentlichen Sinne des Wortes bleiben kann.

## §. 14.

Uebereinstimmend bey dem Werte Pyrostatic ganz ungenutzten die Frage von der Leichtigkeit oder Schwere des Feuers. Ich finde in Schroeters Versuchbuch, daß der feuerfäßliche Versuch, dem er gefolgt ist, ein Mittel das Feuer abzumessen vorgeschlagen, worauf aber Schroeter wenig hält. Man soll nemlich das Holz wägen, ehe man es anzündet, und dann die Asche, nachdem es verbrennt worden. Dadurch wird man allerdings finden, wie viel in Dampf, Rauch und Asch davon gegangen. Dieses aber müßte auch gemessen werden; dann würde erst die Frage seyn, ob das Gewicht des Feuers etwas beträgt, das sich mit der Waage schätzen läßt. Das Feuer ist leichter als die Luft, selbst wenn diese sehr verdünnt ist. Man begreift daher, daß wenn ein glühendes Eisen wiegt mehr solle, als nachdem es wieder erkaltet ist, dasselbe sehr groß seyn müßte, und dann würde die Waage kaum so viel Ausschlag geben, als der Unterschied austrüge. Wie den chemischen Versuchen, wodurch man gefunden, daß Metallstücke schwerer sind, als die Metalle woraus sie gezogen werden, sieht es ebenfalls möglich aus, wenn man dadurch beweisen will, daß das Uebergewicht von dem im Kalte zurückgebliebenen Feuer herrsche.

## §. 15.

Der Zustand und Einfluß des Feuers in den Körpern ist ein Umstand, welcher das Wert Pyrautic an sich schon rechtfertigen. Die Pyrautic ist in so fern die Wissenschaft von der Bewegung und dem Durchflusse des Feuers. Diese erstreckt allemal bey aufgehobenem Gleichgewichte der Kräfte des Feuers in und außer dem Körper oder auch in verschiedenen Theilen desselben. Im engerm Verstande mag die Pyrautic auch die Leitung des Feuers durch Röhren an deuten, und in so fern kommen z. E. die Lamine, Windlöcher, Scherhüne, chemische Zuglöcher, auch wohl die Knechtliche oder Prallstein in Erwägung. Auch auf Feuerherden wird oft die Flamme unter mehreren Töpfen durchgezogen, und in Geschloßbüchsen werden durch solche Züge oft die Wägen ganz genährt. In Wägen giebt es auch Fälle, wo das warme Luftwasser in langen Röhren nach dem Huthause geleitet wird, und da muß mit dem Wasser zugleich auch dessen Wärme fortgeleitet werden. Das will sagen, man müsse eine solche Einrichtung treffen, daß das Wasser unter Weget nicht erlöset,

Die Pyrodynamie bemittelt überhaupt die Kette des Feuers, sofern da-  
 durch Veränderungen in den Körpern herbeigeführt werden. Das durch Luft  
 vermittelte Sonnenfeuer, die Leuchte des Feuers in Schiffsröhren, die Verstärkung  
 feiner Kraft durch Zuschließen und Ablassen, das Auslösen, Erdrücken, Bren-  
 nen, Verkalten der Körper im Feuer, die Dampfmaschinen, die Schweißkraft der  
 Dampfe u. Alles dieses können hierbei auf wechsellöbige Art in Bewegung, Kraft,  
 Raum, Masse und Zeit werden verhältnösmäßig mit einander verglichen,  
 da der Erfolg sehr beträchtliche Unterschiede zeigt. Gleich, Heiß und Scharf heis-  
 sen, wenn sie zu Hund dem Feuer ausgesetzt werden. In andern Fällen, wie  
 z. B. bey Schiffsröhren, und erst auch bey diesen isthen und Zuckerkorn wird eine  
 schnelle Wirkung verlangt, so wie hingegen es auch viele Fälle giebt, wo eine ge-  
 mäßigte aber anhaltende Kraft des Feuers die verlangte Wirkung thut. Die  
 Kochkunst giebt bey den Kochen, Rösten, Brennen u. einer Menge von Dreystellen, und  
 man findet solche in allen Fällen, wo die durch das Feuer herbeigeführte Wirt-  
 schaft nur bis auf einen bestimmten Grad gehen soll.

## §. 17.

So fern das Wort Wärme seine Bedeutung nur auf diejenigen Grade  
 erstreckt, die von uns ohne Schmerzen empfunden werden können, kennen die  
 Thermometrie vor. Im engern Verstande aber kann das Maaß der Wärme  
 nach dem Ueßtheile unserer Empfindung dadurch angedeutet werden. Die  
 gemainen Thermometer sind von ihrer ersten Bestimmung an dazu eingerichtet wor-  
 den. Ihre Stufenleiter gienge von kaltem Winterfroste bis zur stärksten  
 Sommerhitze, und noch darunter werden die Grade stärkster Kälte, sehr  
 kalt, kalt, gemäßigt, warm, sehr warm, große Hitze oder andere gleich-  
 artige bezeichnet. Sie beziehen sich offenbar auf unser Urtheil von dem Zu-  
 stande der Luft; denn was hierbei große Hitze heißt, ist eine Hitze, wovon glüh-  
 endes Eisen sehr stark erkälten kann.

## §. 18.

Die Pyrobelic und Pyrotechnic sind besondere Anwendungen der Py-  
 rometrie, so fern sie zur Geschicklichkeit und Feuerwerkern gehören. Das Feuer  
 an sich wird nicht gewertet, wohl aber brennende und glühende Körper. Denn  
 man findet überhaupt das was eigentlich Feuer ist, nie allein, sondern immer mit  
 Körpern und andern Materien verbunden. Die erste Masse ist doch nur ein  
 brennender Dampf. Im allgemeinen Verstande wird Pyrotechnic so viel als  
 die Kunst bedeuten, wie Feuer umzugehen, und in so fern erstreckt sie sich sehr  
 weit, und eben so weit wird sich auch die Pyroergie erstrecken. Sofern man  
 endlich auf die Gesetze sieht, nach denen das Feuer in seinen Wirkungen sich zeigt



ist, läßt sich die Pyronomie oder Pyronemie getrennt, welche zugleich auch die feigmassen Naturveränderungen in Erden unter sich begreift. Erdlich habe ich auch §. 10.) der Pyrophoric Erweichung gesehn. Diese mag insbesondere die Behalt' nisse des Feuers nebst der Kunst es lange aufzubewahren und zu erhalten anzeigen.

## §. 19.

Da die Sonne eine unerschöpfliche Quelle des Wärmes ist, die sie dem Planeten und Cometensternen um sich herum mittheilt, und besonders auf unserer Erde die Abwechslungen der Jahreszeiten und ihrer Wärmung herfürbringt, so verdient dieselbe in der Pyrometrie eine besondere Untersuchung, die sich durch Pyrometeorologie bezeichnen läßt.

## §. 20.

Wenn es also nur auf Namen ankommt, so haben wir hienit einen guten Vorrath gesammelt, und zwar solche, die einen beträchtlichen Umfang in der Bedeutung haben, und eben so viele einzelne Theile der Pyrometrie abgeben können. Eigentlich aber dienen sie besser zu einer bloßen Pyrologie oder Pyroscopie. Denn die Ordnung des Vortrages würde mehr für das Gedächtnis als für den Verstand eingerichtet werden, und mehr eine Erklärung von Wärmern als von Sachen seyn. Bey diesem Vortrage von Namen denke die Sache selbst noch sehr unbekant. Wir müssen, um diese näher kennen zu lernen, tief ins Innere der Körper eindringen. Denn dort finden wir die Werkstätte, wo das Feuer seine mächtigsten und größten Wirkungen herfürbringt. Wo diesen Eindringen in das Innere der Körper geht es nun nicht so geschwinde zu. Es sehr viele vorläufige Kenntnisse voraus, und insbesondere müssen wir erst aus den äußern, in die Einsicht fallenden Wirkungen schließen, wie es innerlich beschaffen seyn muß, damit solche äußere Wirkungen statt haben können. Diese müssen uns daher im Voraus erst bekant seyn. Man siche eben Wölfe, das hienach die Ordnung des Vortrages bestimmt wird.

Der  
Pyrometrie

oder

vom Maasse des Feuers und der Wärme  
Zweyter Theil.

Von der Ausdehnung der Körper durch die Wärme.

Erstes Hauptstück.

Von der Ausdehnung der Luft durch die Wärme.

§. 21.

**S**ich habe bereits (§. 14.) angedeutet, daß das Feuer niemals allein verlienet, sondern immer mit andern Materien verbunden ist. Die Scheidkünstler, denen es in allernähe daran gelegen ist, das Feuer und dessen Wirkungen genau zu kennen, finden, daß in widerwilligen Körpern ein gewisses brandbares Weis, Phlogiston ist, welches wenn es durch das Zerren aus den Körpern weggeh, nichts als eine feurische Ätze, und in dieser mehrtheils ein feurisches ätzendes schweßende Ätze. Dieses Phlogiston ist wohl nicht das Feuer selbst, aber es scheint mir denselben, um mich des deutschen Ausdruck zu bedienen, die größte Verwandtschaft zu haben. Es befindet sich vorzüglich im Zinn oder ächten Wismuth, und nimmt solcher kann es besonders den edelsten Metallen dergestalt wieder ergehen werden, daß sie wiederum ihre Zähigkeit und metallische Form erhalten.

§. 22.

Die Schwärzheit des Feuers oder auch das Phlogiston rein zu erhalten, und es seiner Menge und Stärke nach unermessbar aufzumessen, verursacht, daß

man auf andere Mittel bedacht seyn muß, diesen Jovis zu erhalten. Dieses geht nun an auf so vielerley Arten man in den Wirkungen des Feuers etwas aus merkbares findet, welches mit der Kraft oder der Menge des Feuers ab und zu nimmt. Es versteht sich, daß man am besten versteht, wenn es sich jurect, daß beydes in gleicher Verhältniß geschehe. Denn in andern Fällen muß die Ue gleichheit erst durch Rechnung und gehörige Einrichtung der Stoffeinstreit gehalten werden.

§. 23.

Der erste, der auf so was verfiel, ist Cornelius Drebbel von Altnar aus Nordholland. Er war, so viel man in der altnarischen Chronik findet, daselbst im Jahr 1572 geboren. Seine in früher Jugend sich aufwendende Wissenschaften veranlaßten seine Eltern ihm eine nicht gemeine Erziehung geben zu lassen. Sein vornehmster Hang gieng auf mechanische und chemische Kenntnisse, und hierin besonders auf das Erforschen neuer Kunststücke und Geheimnisse. Dadurch kam er mit mehreren Velehrten in Bekanntschaft. Die Erfindung der immerwährenden Bewegung gehöret mit unre die Absichten, die er sich verfolgete. Er suchte sie theils in chemischen Vermischungen, theils auch in andern bis dahin unbekanntem Kostern der Natur. Es mag dahin gestellt stehen, ob die längst bekannte Dampfmaschine (Aeoli pilae) oder andere Versuche ihm Anlaß gegeben haben, zu finden, daß die Luft durch die Wärme sehr merklich ausgedehnet wird, und in der Kälte sich wieder zusammen zieht, und bestohet, daß schon die Kraft der Sonnenwärme hinreichend ist, die Luft dergestalt auszudehnen, daß dadurch allerley beliebige Bewegungen hervorgebracht werden. Ich finde in Haroddesfers Beschreibung der Schwenterschen Leuchtstunden S. 399. daß Drebbel im Jahr 1607 zu Altnar ein Buch von der immerwährenden Bewegung herausgegeben. Aus demselben sieht Haroddesfer Drebbels Versuchweise an Kaiser Rudolph II. an. Drebbel war in Prag unerschütterlicher Weise in Besessenheit oft gerathen, und die kaiserlichen Käthe gaben ihm, um seine Verwirrung zu erhalten, ohne die vom Schloßhauptmann her folgenden 100 Thaler erlegen zu lassen, den Anschlag, seine Kunststücke dem Kaiser vorzuzeigen, welches er auch that. Darunter kommt nun ein Glaszindel mit zwey Thierhäuten und mehreren Böden vor. Das Thierhäut, oder wie er sie nennt, Vorhänge und Teppiche sollen sich, so bald die Sonne darauf scheint, von selbst eröffnen und eine liebliche Musik sich hören lassen. Wenn aber die Sonne vorübergeheth oder sich hinter Wolken verbirget, soll die Musik aufhören und die Vorhänge und Teppiche sich schließen. Nach dem Dessein kommt auch Neptun und Pheobas mit ihrem Besäße herein. Ein Springbrunn läßt das Wasser beständig aus zwey Höhern bringen, und wenn die Sonne darauf scheint, bringet das Wasser aus 100 Höhern u. Auch ist noch ein Glas dabei, welches das

Wasser von selbst in Zeit von 24 Stunden und ungefähr 40 Minuten um 1/2000 steigt und fällt, so daß es fast einer Ubr Stunden und Viertel des Tages richtig anzeigt. Diese Bewegungen erfolgen auch, wenn man mit der Hand das Glas berührt. Von allem diesem sagt Drebbel, daß der König von England (Jacob II.) und viele tausend Menschen wirkliche Proben gesehen haben.

## §. 14.

Ich läßt diese Versuche mit Vorbedacht an. Drebbel wird gewöhnlich als ein Natur aus Nordholland beschrieben, und höchstens von ihm gesagt, daß er Naturist gewesen, und die Vergrößerungsgläser und das sonst genannte Drebbelsche Thermometer erfunden. Allerdings sieht man ihn auch als einen wunderlichen und geheimnißvollen Menschen vor, der aus seinen Sachen alle zu viel Weisheit macht, nichts erfährt, und sich umsonst anheißelt, wie man es aus seinem Buch von der Natur und Eigenschaft der Elemente, welches aus Zeit zu Zeit wieder aufgelegt worden, ersehen kann. Ich finde in diesen Beschäftigungen eben nichts besonderes. Die Mathematiker, und zumal die nach verborgenen Dingen, war immer eine große Triebfeder, viele Versuche und aus diesen auch wahre Entdeckungen zu machen. Was ich aus seiner der Naturlehre, so wie sie im Anfang des vorigen Jahrhunderts war. Man verbindet damit die damaligen chemischen, oder eigensüchtigen zu reden, alchemischen Lehrgänge, so wird man ohne Mühe begreifen, daß es in Drebbels Kopfe nicht sehr leicht anzuhaben konnte. Indessen habe er vor manchen damaligen und nachgelassenen Lehrern der Naturkunde des Vortages, daß er seine Erfindungen durch wirkliche Versuche auf die Probe setzte. Daß solche Proben auch zuweilen glücklich ausfielen, erhielt ich aus demnach, daß die Vergrößerungsgläser und sein Thermometer mit demselben gebildet haben. Er ward nicht unbekannt. Vorst der damalige berühmte deutsche Physiker aus englischen und französischen Hofe, vermochte seinen Freund. Von dem König Jacob I. in England war er sehr angezogen. Kaiser Ferdinand II. gab ihm seinen Dringen um Lehrer, und als er 1610 von dem schlesischen Kriege zurück mit andern Professoren des kaiserlichen Hofstaats gefangen war, wurde er auf Verlangen des Königs von England und der Generalstaaten sehr genade und nach London geschickt, wo er 1634 starb.

## §. 15.

Dieses ist es, was ich von Drebbel habe vorfinden können. Die Erfindung seines Thermometers, oder eigensüchtigen zu reden, der durch die Wärme zu zu bewerkenden sehr starken und festigen Ausdehnung der Luft sieht auf den Anfang des vorigen Jahrhunderts. Jacob I. gelangte 1603 zur englischen Krone. Drebbels Buch kam 1607 heraus. Demnach diesen Zeitraum war Drebbel zu leben und zu Prag. Sein Characterist ist auch nicht die Er-

findung, die man in einigen Stunden machen und zu Stunde beizugehen kann. Es gehet Jahr dazu. Und damit liest sich die Epoche ganz wohl vor das Jahr 1602, das wohl sagen vor das 11te lebendige Drebbels sigen. Was scheint die Erfindung des Drebbelschen Thermometers auch einigen Italimern, dem Galilei und selbst auch dem in der Staatsgeschichte berühmten Fra Paolo Sarpi zu; und Sanctorio giebt sich selbst auch für den Erfinder aus. In Uebersetzung des Fra Paolo ist es vermuthlich, daß er durch seinen Verstandesgeist zuerst Nachricht von der Erfindung erhalten, und daß sie durch ihn in Italien bekannt geworden. Dem Galilei wird sie nur von Ottavio seinem Lehrlinge und geistigen Verleger zugesprochen. Welcher mag Galilei Verbesserungen an der Erfindung gemacht haben. Und eben dieses mag auch in Absicht auf den Sanctorius statt stehen. Denn es ist bekannt genug, daß Drebbels Thermometer so ganz nicht das war, was es seyn sollte, ungeachtet Drebbel den Grund davon gut zu gebrauchen wußte. Robert Hudd, welcher unter allen am meisten Weisens daraus machte, und nicht wie Drebbel, mechanische Kunststücke, sondern Geheimsäfte dahinter fand, giebt vor, er habe die Erfindung in einem wenigstens 500 Jahr alten Manuscripte gefunden. Das mag seyn. Nur mußte auch bemerkt werden, ob Drebbel das Manuscript gesehen habe oder nicht. Es sich könnte die Erfindung sehr alt seyn, so wie es die Dampfmaschine ist, die schon Orritur als sie bekannt und zum Anblasen des Feuers gebräuchlich aussieht und beschreibet. Daß Schweins- und anderer Thiere Blasen und so auch die Fischblasen in der Wärme sich ausdehnen, beyen Feuer mit Kugeln geprühet, daß eben dieses auch bey Castanen geschieht, wenn man sie unaufersehen in ein Feuer legt, das sind allen Vermuthen nach eben falls längst bekannte Dinge. Indessen ist von da an bis zum Drebbelschen Thermometer ein Schein zu thun, der nicht so leicht wirklich gethan werden, als man ihn hätte thun können.

## §. 26.

Wie Drebbels Thermometer mag aufgesehen haben, ist mir unbekant. Vermuthlich war es eine gläserne Kugel mit einem langen Halse. Durch die Wärme der Hand dehete sich die Luft in der Kugel aus, und wird zum Theil heraus getrieben. Wird dann die Kugel ins Wasser gesetzt, und die Hand von der Kugel weggezogen, so steigt das Wasser in die Höhe bis auf eine gewisse Höhe, und bleibe so, bis die Wärme der äußern Luft sich ändert. Diese Einrichtung ist die einfachste von allen und vermuthlich die erste. Man fand bald, daß gesärdtes Wasser, rother Wein, Scheidwasser, wenn Kupferplattin gelaget werden, und weiszer dadurch eine grüne Farbe erhalten, gelähdtes Weintraub oder Weingeist schwebel war, und statt des klaren Wassers mit Vertheil gebraucht werden konnte. Man fand eben so, daß es viel auf die Verhältnisse von der Weite der Kugel und der Höhe ankam, wenn das Werkzeu empfindlich seyn sollte. Anstatt

die Röhre in ein Gefäß mit Wasser zu stellen, das man so warm und tief eine eben offene Röhre daran hält, worin das Wasser oder die flüchtige Materie gegeben werden konnte. Dadurch zeigte man, daß das Instrument sich bequemer heraus ziehen ließ. In den *Arithmetischen Mathematiquen*, welche Schweitzer zum Grunde seiner *Erquicktaubden* gebrauchte haben, und die bald nachher von Lipp Dörge und Henryon streng bearbeitet worden, finde ich, daß man schon vor 1696 die Röhre und Röhre dergestalt zusammen zu passen grüßte, daß die flüchtige Materie vom Sommer zum Winter die ganze Länge der Röhre durchließ. Hiemit, daß dieser Raum von dem Weltweiser damals in 2, von dem Herrpeter aber in 4 Theile getheilt werden, und endlich, daß jezt jedes der 2 Theile nochmals in 2 Theile einteilten. Dieser Unterschied in der Eintheilung rührt vermuthlich daher, daß die Röhre sich nach ihrem damals üblichen sogenannten 4 Gradus der Wärme richteten, nach welchen sie gezogen waren, die Kraft der Wärme und der Weigerung zu schätzen, und die, so viel mir bekannt ist, durch die Versammlungen: kalt und trocken, kalt und feucht, warm und feucht, warm und trocken anzuordnen wurden. Die Philosophen hingegen wählten sich 4 Grade von Wärme über dem gewöhnlichen Zustand der Luft und 4 Grade von Kälte unter denselben, wozu sie strenglich auf den astrologischen Gebrauch Rücksicht nahmen, und die Wörter gemäßigt, lau, warm, sehr warm, heiß, so wie auch frostig, kalt, sehr kalt, streng: Kälte zu diesen 8 Abtheilungen verhältnißliche Benennungen anzuhängen.

## §. 27.

Nach blieb ein eben nicht großer Schritt zu thun, um auf dem Schley zu kommen, daß da die Luft sich so leicht durch die Wärme ausdehnt, so wohl auch durch dessen Umrück kleine zusammengepreßte werden. Daß dieses bey Gläsen der Thiere und Fische angehe war schon längst von den ältesten Zeiten her schon bekannt. Allein wie oft sieht man Dinge, daraus wichtige Folgen gezogen werden können, und doch nach langer Zeit erst wirklich gezogen werden. Otto Meric verfiel darauf, und zwar auf eine ganz eigene Art. Er wollte aus einem mit Wasser gefüllten Faße das Wasser herauspressen, damit sich dessen Oberfläche und mit derselben auch die Luft herausziehe. Er gedachte er über der Luft einen leeren Raum zu erhalten. Seine Hoffnung schlug fehl. Er fand aber Umstände, woraus er folgern konnte, daß die Luft unmittelbar ausgedehnt werden kann, und daß sie dessen umachon fortfähre den Raum ganz auszufüllen, in dem sie sich durch eine ihr eigene Kraft ausbreitet und verdichtet. Dessenwegen fand er daß sie sich zusammenpressen ließ, und daß selbst auch die bessere freye Luft immer eben diese Kraft sich auszubreiten laßte, indem sie von Halbkugeln die gut auf einander passen, wenn die Luft aus ihrer Höhlung herausgepreßt werden, sehr stark zusammen drückt. Den Versuch stellte er freylich vor den Beschauern

des Nichterases an, und dieses trug mit dem, daß die Sache viel Aufsehen machte. Uebrigst um eben die Zeit, nemlich 1643 erfand Torricelli das Barometer, und so waren alle Schritte gethan, um die Schwere, den Druck und die Schwerkraft der Luft genauer kennen zu lernen.

## Zweytes Hauptstück.

### Von der Ausdehnung anderer Materien durch die Wärme.

§. 23.

Man fand auch bald, daß erstlich die Gewichtige Kugeln, wenn er das Gewicht der Luft abweg, und welches dabei ein Barometer sein sollte, eigentlich nur die besondere Schwere der Luft angab, und des Torricelli's Köbber viel eher verdiente ein Barometer zu heißen. Eben so fand man hiemit, daß das Torricelli'sche Thermometer nicht so schicklich die Veränderungen der Wärme anzeigt, sondern daß auch die Veränderungen der Schwere der Luft viel dazu beitrage, und daß selbst ihre Veränderungen ein Gewicht von barometrischen und eigentlich thermometrischen Veränderungen hat. Man hätte sich freilich mittel des Barometers und einer ausgetrockneten Kugel diese beiderlei Wirkungen klarer unterscheiden lassen. Dieses wurde aber, und man ist auf andere Versuche, Instrumente zu verfertigen, die tief von der Wärme sich verändern.

§. 24.

Hierin gelang es der Florentinischen Academia del Cimento. Sie lernte, daß man den Köbber Materien, besonders der Weingeist sich noch merklich ausdehnt. Man über das selbe, solche gläserne Kugeln mit langen Nöhren damit an, und schmelz das Ende der Köbber zu. Diese Einrichtung hat sich noch weiter erhalten. Das Jahr dieser Erfindung ist mir nicht bekannt, Sie wird aber in dem Dagpio der Academia, welcher 1657 herausgekommten, noch nach einigen andern thermometrischen Versuchen beschrieben. Die Akademie selbst wurde 1657 von dem Kurfürsten Leopold zu Florenz gestiftet. Und da 1657 diese sogenannte Florentinische Thermometer in vielen Ländern schon bekannt waren, die Akademiker auch anzugeben, daß einige ihre Thermometer die Farbe an das Glas ansetzen, welches eben nicht in wenigen Tagen geschieht, so wird die Zeit der Erfindung näher dem 1657 als 1657 sein.

## §. 30.

Die Mathematiker verfertigten solche Instrumente zu ihrem besondern Gebrauch nach theoretischer Größe, und geben an, wie sie bey jeder die Gradtheilung bestimmen haben. Sie nahmen zum Anfang die Punkte an, den tiefsten bestimmten sie dadurch, daß sie das Thermometer in Schnee und Eis setzten. — Dies ist zu Floring die Winterkälte eben nicht sehr groß, und dieses macht, daß die Schne- und Eis wenig flücht ist, als gerade daß er nicht schmelzet. Dem andern aber höchsten Punkt fanden sie, indem sie das Thermometer an den wärmsten Tagen an die Sonne setzten. Dieser Grad ist etwas unbestimmt. Jedoch sagen Dornell und Malpighi, daß dieser Grad eben derselbe sey, der die Wärme in dem Leibe der Kühe, Hirschen u. angeigt. Man setze voraus, daß die florentiner Akademie so genau bey dem vorigen (§. 26.) einwilligen Verfahren das doch heilige Thermometer einzustellen geblieben sey. Nur nahmen sie anstatt des 3 philosophischen Grade 30, und anstatt der 4 medicinischen 40 an. Im ersten war der 80ste Grad der von der Sonne; Sommerdenn, und den von der Kälte des Schnees setzten sie auf den 20sten, so daß sie noch 10 Grade abwärts zählten, um auf 0 zu kommen. Eben so zählten sie noch 10 Grade über den 50sten hinauf, und damit hatte die ganze Celsius'sche in allem 100 Grade.

## §. 31.

Das andere Thermometer hatte in allem nur 30 Grade. Von diesem ist ebenfalls der 40ste der Grad der Sonne; Sommerdenn. Die gemeine Winterkälte setzten eben fanden sie bey dem 10ten oder 11ten, und diese Grade setzten mit dem 17ten oder 18ten der ersten Eintheilung als überflüssig an.

## §. 32.

Endlich haben sie noch empfindlicher Thermometer gemacht, die sie in 300 Grade, oder wohl auch in 400 eintheilen. Mit diesem können selbst die Versuche an, um zu sehen, wie das Wasser, wenn es in gelährt Eis gefeht wird, sich beyen Friesen erst ausdehnet, dann zusammenziehet und endlich wiederum ausdehnet. Dieses Thermometer stand an der Sonne im Sommer bey dem 400sten Grad, im Eis oder stehenden Wasser bey dem 140sten, und im Eis, welches mit Salzwasser vermischt worden, fiel es bis zum 25sten, auch wohl bis zum 10ten Grade. Das erste Thermometer fiel bis auf den 74 Grad, wenn das Eis mit Salzwasser gemischt war, und auf den 1ten Grad, wenn sie es mit Salzwasser auf einsetzten. Hiervon ergeben sich folgende Überflüssigkeiten Grade,



| Zeigeu.              | 1. Therm. | 2. Therm. | 3. Therm. |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| Common Thermometer   |           |           |           |
| Röhr: Durchmesser :  | 80        | 40        | 400       |
| fließendes Wasser :  | —         | —         | 140       |
| starke Winterkälte : | 17        | 11        |           |
| zu Florenz :         | 18        | 12        |           |
| gefälschtes Eis :    | 7½        | —         | 35        |
|                      | 5         | —         | 15        |

§. 33.

Die Florentinischen Thermometer wurden bald in allen Ländern bekannt. Sie hatten die betrüblichstem Fehler des Dreibeinigen Thermometers nicht, sondern überdies noch die Bequemlichkeit, daß sie sich leicht herumtragen ließen. In dem besten waren sie doch weniger empfindlich, weil sie die Größe der Wärme nicht so schnell anzuzeigen als das Dreibeinige. Anfangs waren es, und auch noch demalen sind es Instrumente, welche sich mit Verfertigung der Barometre und Thermometer beschäftigen, und sie von Stadt zu Stadt zum Verkauf herum tragen. Diese Leute bringen von der Sorgfalt, die die Florentinische Akademie bey der Einholung ihrer Thermometer beobachtet hatten, sehr ab. Und eben daher entstand die Klage überall, daß die Thermometer keine verständliche Sprache haben, und ihre Einheilungen gar nicht mit einander übereinstimmen. Man warf sogar die Schuld auf die Thermometer selbst, und brachte Versuche vor, die mit andern einander gegangenen Thermometern angeheilt worden, und woraus man beweisen wollte, daß ihre Vertheilungen nicht nur nicht gleich, sondern sogar auch nicht proportional seyn. Solche Untersuchungen findet man J. W. in Wolffens ähnlichen Versuchen.

§. 34.

Die Akademiker von Florenz sagen ferner, daß sie auch bey Wasser, Oel, Quecksilber und vielen andern flüssigen Materien gefunden haben, daß sie sich durch die Wärme ausdehnen. Eben dieses fanden sie beyen Glase und bey Metallen. Sie stellten aber keine Versuche an, um zu finden, wie viel die Ausdehnung bey verschiedenen Graden von Wärme ansteige. Galley schreibe der erste gewesen zu seyn, der 1693 beobachtet mit der Luft, dem Weingeiste und dem

Quersüßer einige Versuche anstellte. Er fand, daß das Quecksilber im Sieden des Wassers sich um  $\frac{1}{2}$  Theil ausdehnte, und dieses gab ihm Veranlassung, die Höhe des siedenden Wassers als einen bestimmten Grad anzusehen, und ihn zur Theilnehmung der Thermometer in Vorschlag zu bringen. Indessen ist dieser  $\frac{1}{2}$  Theil jedoch unbestimmt, daß Galley den Grad der Kälte nicht angegeben, von welchem die Ablesung nach angefangen worden. Eben dieses machte auch diese Bestimmung von der Ausdehnung der Luft und des Weingeistes unbrauchbar.

## §. 35.

Der Satz, daß die Körper in der Wärme ausgedehnt werden, und sich in der Kälte zusammenziehen, leidet in einigen Fällen eine beträchtliche Erweiterung, und besonders wenn flüssige Materien anfangen zu fixiren. Das Eis ist je nachdem es schneller oder langsamer fixirt,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ , leichter als das Wasser. Es entstehen aber viele Instanzen darinn, die dazu beitragen, daß sie den Raum vergrößern. Auch legen sich die fixirtesten Wassertheile in eine eigene Form, und sechsseitige Lage, wie man es am Rande der Gefäße sieht, in welchen das Wasser anzufangen zu gefrieren, und eben so sieht man es am Schnee als an gefrorenen Wassertröpfen. Kugelförmige Wasser kommen auch in gefrorenem Eise zum Vorschein, und machen es leichter als das gefrorene, ja weil da bey diesen viele weiche und glasartige Theile in Form von Schläcken abgehen. Das Holz hat immer auch Feuchtigkeit in sich, welche sich, wenn das Holz in der Kälte liegt, so wie das Eis ausdehnen. Man sieht daher kluge, daß solche Urtheile der ausdehnenden Kraft der Wärme Hindernisse in Weg legen, die Kraft selbst nicht aber deswegen nicht weniger wirksam.

## Drittes Hauptstück.

## Das Luftthermometer.

## Erster Abschnitt.

Vom Zusammendrücken der Luft durch äußere Gewalt.

§. 36.

Daß die Luft könne zusammengepreßt werden, und dadurch eine stärkere Kraft erhalten, hätte allen Menschen nach einem Kindespielzeug längst schon bekannt seyn können. Die Kinder werden das Wasser aus dem Schiffe eines Spielzeugschiffes um eine ganz höhle Röhre zu erhalten. Sie schneiden aus Holz einen Cylinder, der darin paßt. Sodann klammern sie aus Papier Kugeln, die mit einiger Gewalt in die Röhre müssen hineingedrückt werden. Sie treiben das erste aber am einen Ende der Röhre nur so weit hinein, daß es gerade nur drinnen ist. Das andere aber umhüllen sie mit Anstreichung ihrer Kraft am andern Ende so weit hinein, bis das erste herausfährt, und wenn desto stärker Knall vertritt, je mehr Kraft angewendet werden mußte. Diese Röhre nennt man in Oberdeutschland eine Schleibüchse, verwichlich weil anstatt der geklammerten Papierkugeln, auch Schieberchen gebraucht werden können. Es kommt alles darauf an, daß sie genau in die Röhre passen. Da mit keiner Geschickte der Kinderhände bekannt ist, so kann ich auch nicht sagen, wie alt das hier erzählte ist. Man sieht aber ohne Mühe, daß es in Einklang mit den sogenannten Windbüchsen auf eines hinausläuft, weil das Kugeln durch die Zusammenpressung der Luft herausgedrückt wird. Das sogenannte Wasserohr gehört ebenfalls hierzu. Es wird noch von Liebhabern des Vogelschießens gebraucht. Sie drehen ein Stücken von Horn, weil es viel darauf ankommt, daß sie leicht seyn. Darn beginn sie in das Rohr, klammern stark hinein, und jagen es mit solcher Geschwindigkeit heraus, daß sie einen Vogel vom Baum herunter schießen können. Hier wird durch das Einblasen die Luft zusammengepreßt.

§. 37.

Dieser Spielzeug umschreibt heißt Otto Gericke den Knaben, daß er die Schwerkraft der Luft, ihre Ausdehnbarkeit und Zusammenpressung zu einer wissenschaftlichen Kenntniß gemacht hat. Indessen dürfte er dabei eben nicht sonderlich auf den mathematischen Theil dieser Kenntniß. Das war Mariotte von

befolmen, welcher sich anzufetzen frey ließ, die zusammendrückende Kraft mit dem Grade der Zusammenziehung, das will sagen, mit dem vorgerichteten Raume zu vergleichen, und das Verhältniß zwischen beiden zu bestimmen. Er fand, daß bey 1, 2, 3, 4facher Vermehrung der Kraft der Raum in umgekehrter Proportion schwindet, d. i. 2, 3, 4mal enger oder kleiner wird; so daß also der Raum in umgekehrter Proportion der Kraft ist. Von Versuch, den er deswegen angestellt und öfters wiederholt hat, ist sehr gut anzusehen. Inwiefern Scheer es aber nur bis auf die vierfache Verdichtung getrieben zu haben. Wagesachtet er die Folgen davon bis auf die zehnfache Zusammenziehung ausdehnt. Andere hingegen zweifeln, ob der Versuch alldenn genau genug richtig kinde. Man sehe D. BARNOVILLII Hydrodyn. p. 102.

S. 38.

Dieses hat Herrn Professor Sulzer bewogen, den Mariottischen Versuch von neuem vorzunehmen, und bis zur 8fachen Verdichtung der Luft fortzusetzen (Mém. de l'Acad. de Berlin 1753. S. 116 — 123.) Die Zusammendrückung geschähe nach Mariottens Art in einer unabhengen gläsernen Röhre, wo die Luft in dem kürzern Theile dem Druck der äufere Luft und nach einer Quecksilberstalt das Gleichgewicht hielt. Der Raum der Luft wird durch die Höhe in der Röhre, worin sie immer mehr zusammengepreßt wurde, vorgestellt. Und eben so wird nach die gesammte drückende Kraft durch die Höhe einer Quecksilberstalt angeteilt. Deydes in verschiednen Höhen und dreyn Versuchszeiten. Der Erfolg war dieser:

| Höhe des<br>Druckes. | Höhe der zusammengepreßten<br>Luftstalt. |                          |
|----------------------|------------------------------------------|--------------------------|
|                      | Nach der<br>Erfahrung                    | Nach Mariottes<br>Regel. |
| "                    | "                                        | "                        |
| 19,0                 | 12                                       | 13,00                    |
| 31,2                 | 11                                       | 11,15                    |
| 34,3                 | 10                                       | 10,14                    |
| 37,8                 | 9                                        | 9,21                     |
| 43,7                 | 8                                        | 8,15                     |
| 49,1                 | 7                                        | 7,23                     |
| 55,1                 | 6                                        | 6,31                     |
| 61,0                 | 5                                        | 5,38                     |
| 81,0                 | 4                                        | 4,27                     |
| 101,3                | 3                                        | 3,30                     |
| 121,6                | 2                                        | 2,26                     |
| 198,2                | 1½                                       | 1,75                     |

Ich habe die Zahlen der letzten Columne so berechnet, daß ich 2 mal 29 = 348 durch die Zahlen der ersten Columne theilte.

§. 39.

Dieses geschieht man der Mariottischen Regel zufolge, weil nach derselben die Zahlen der zweiten Columne in umgekehrtem Verhältniß der Zahlen der ersten Columne seyn sollten. Es sind nun die Zahlen der zweiten Columne kleiner als die nach dieser Regel berechneten Zahlen der dritten Columne. Was daraus folgt, daß die Luft sich um etwas weniger mehr als nach Maaße der drückenden Kraft, zusammendrängt.

§. 40.

Ich habe in MÜLLER'S Collegio Experimentalis einen zwar nicht so weit angeordneten, aber ganz ähnlichen Versuch, welcher in Dreimaltheilen des (vermuthlich Nürnberg'schen) Werckzeuges, folgende Bestimmungen angeht:

| Höhe des<br>Quarzes. | Höhe der Luftstule. |            |
|----------------------|---------------------|------------|
|                      | beobachtet.         | berechnet. |
| 2, 35                | 0, 640              | 0, 640     |
| 2, 47                | 0, 600              | 0, 609     |
| 2, 55                | 0, 580              | 0, 587     |
| 2, 81                | 0, 520              | 0, 532     |
| 3, 21                | 0, 460              | 0, 469     |
| 3, 64                | 0, 400              | 0, 413     |
| 3, 81                | 0, 380              | 0, 395     |
| 4, 14                | 0, 350              | 0, 363     |

Da auch hier die Zahlen der letzten Columne größer sind als die von der zweiten, so zeigt dieses ebenfalls, daß die Luft etwas mehr als nach der Mariottischen Regel zusammendrückt wird.

§. 41.

Um diese Versuche mit den vorhergehenden zu vergleichen, müssen sie vorerst auf einen Maaßstab gebracht werden. Dieses geschieht mit hinreichender Genauigkeit, wenn man in Aufhebung der letztern Tafel alle Zahlen der ersten Columne mit  $\frac{29}{2}$  multipliziert, und alle Zahlen der beiden andern Columnen mit  $\frac{29}{2}$  multipliziert. Auf diese Art entsteht aus beiden Tafeln folgende:

|  | Höhe des<br>Druckes. | Höhe der<br>beobachtet. | Höhe der<br>berechnet. | Unterschied |
|--|----------------------|-------------------------|------------------------|-------------|
|  | 19,00                | 14,00                   | 12,00                  | 0,00        |
|  | 19,65                | 13,35                   | 11,42                  | 0,17        |
|  | 21,20                | 12,00                   | 10,84                  | 0,15        |
|  | 21,99                | 10,88                   | 10,26                  | 0,13        |
|  | 24,20                | 10,00                   | 10,14                  | 0,14        |
|  | 24,92                | 9,75                    | 9,98                   | 0,23        |
|  | 27,80                | 9,00                    | 9,21                   | 0,11        |
|  | 30,61                | 8,53                    | 8,80                   | 0,18        |
|  | 43,70                | 8,00                    | 8,15                   | 0,15        |
|  | 44,22                | 7,10                    | 7,74                   | 0,24        |
|  | 47,01                | 7,13                    | 7,41                   | 0,28        |
|  | 49,10                | 7,00                    | 7,23                   | 0,23        |
|  | 51,09                | 6,56                    | 6,81                   | 0,25        |
|  | 55,10                | 6,00                    | 6,32                   | 0,32        |
|  | 62,00                | 5,00                    | 5,35                   | 0,25        |
|  | 81,00                | 4,00                    | 4,27                   | 0,27        |
|  | 101,30               | 3,00                    | 3,10                   | 0,30        |
|  | 151,60               | 2,00                    | 2,26                   | 0,26        |
|  | 198,20               | 1,10                    | 1,73                   | 0,23        |

S. 43.

Es ist nun fernerlich die Frage: Woher die Unterschiede in der 4ten Columne entstehen. Man sieht, daß sie der Größe nach, ziemlich gleich sind, und es zeigt sich eben dadurch ein Abweichen von bloßer Drucke der Kugelsphäre per se eingetragener Verengung besitzen durch Querschnitte. Der erste tiefe Unterschied ist zwar betragsmäßig = 0, weil ich zur Verengung der dritten Columne die Höhe der Luftstule von 12 Zoll zum Grunde gelegt habe. Wenn nun aber in der That die Luft sich mehr als nach der Mariottischen Regel sollte zusammenzudrücken lassen, so hätte ich ebenfalls mehr als 12 Zoll für die anfängliche Höhe der Luftstule zum Grunde legen sollen, da die Luft an sich schon in einem zusammengepressten Zustande ist, der der Barometerhöhe von 29 Zoll das Gleichgewicht hält. Das will also sagen, daß schon die erste Zahl der 2ten Columne größer als die von der zweiten Columne anzurechnen werden müßte. Ich will demnach ganz unbestimmt dafür 12 + x setzen, so wird der Mariottischen Regel zufolge die zweite Zahl der

der dritten Columne =  $1177 \cdot (12 + x) = 11,42 + 1177x$  seyn, und dieses wird in der 4ten Columne den Unterschied

$$0,17 + 1177 \cdot x.$$

geben. Und auf eben die Art findet sich für jede Zahl  $n$  der ersten Columne der Unterschied

$$j + \frac{12,20}{n} \cdot x.$$

wo  $j$  die in der vierten Columne erhaltene Unterschied vorstelt. Da nun  $n$  sehr langsam größer wird, so bleibt auch der Ausdruck

$$\frac{12,20}{n} \cdot x.$$

für die ersten Unterschiede ziemlich einseitig, und daher bleibt auch der Sprung von  $j = 0$  auf  $j = 0,17$  immer. Wollte man aber  $x$  groß genug annehmen, um ihn auszuheben, so würde es nur mit den folgenden Unterschieden desto möglich-er ausfallen.

§. 43.

Es ist daher ungleich unangenehmer, wenn wir andern Ursachen Raum geben. Das Quecksilber wird in die längere Röhre eingegossen. Dadurch entstehen in der kürzern Röhre Destillationen, und mit diesen setze sich nur allzu leicht etwas Luft zwischen die Röhre und das Quecksilber. Dadurch aber wird die Höhe der luftfülle vermindert. Dieses scheint uns schon bei dem ersten Eingießen statt zu finden, da, wie wir aus der Tafel sehen, die Unterschiede von dem Zwocften an schon sehr merklich sind. Der Umstand, daß die Luft immer dichter wird, und daher die letzten Unterschiede, auch wenn sie den ersten ganz gleich seyn sollten, dennoch an Luft mehr austragen, und folglich zuletzt die Luft, so sich zwischen das Quecksilber und die Röhre gedrängt, sehr merklich und sichtbar seyn müßte; diese Umstand hat hier nichts auf sich, weil diese Luft ebenfalls in einem andern Raum zusammengepreßt ist, und daher zuletzt eben so wenig als Anfangs sichtbar seyn kann. Es kommt hier nicht auf die Masse, sondern auf den Raum an. Und die Unterschiede in der 4ten Columne zeigen, daß dieser Raum sich sehr wenig vergrößert, ja zuletzt eher ab als zunimmt. Auch werden die Destillationen zuletzt noch weniger feiner, und eben dieses macht, daß sich immer weniger Luft zwischen das Quecksilber und die Röhre setze.

§. 44.

Daß dieser hier angegebene Grund etwas auf sich habe, und in der That der wahre sey, das haben die Versuche mit dem Barometer gelehrt, wodurch man sich überzeuge hat, daß uns sie gut und correspondierend zu erhalten, das Quecksil-

ber mülte gelassen werden. Solche über dem Feuer gefüllte Vaccumete Behen  
gewöhnlich um 2 Linien höher, als andere, die nach gemeiner Art gefüllt werden.  
Es hat sich also aus dem Quecksilber, und besonders auch zwischen denselben und  
der Röhre heraus so viel Luft ausströmt in den leeren folgenden Raum gezogen,  
daß sie 2 Linien Quecksilber das Gleichgewicht halten kann. Wenn Zusammen-  
ziehen kann sich also eben so viel wieder hinzusetzen.

## § 45.

Ich finde daher keine Ursache, von der Mariotteschen Regel abzugehen.  
Mariotte führt sie an dem Dreyen an, und zwar in seinem *Essay sur l'air*, in  
dem *Recherches sur le mouvement des eaux* und in dem *Essay de Logique*; und  
jetztmal spricht er davon als von einer Sache, die man bey Anstellung des Ver-  
suches beschreyt haben werde. Die eingeklopfene und zusammengezogene Luft be-  
hält ihre Kraft viele Jahre lang unverändert. Man kann also nicht sagen, daß  
sie durch das Zusammenpressen schwächer werde, und deswegen sich mehr als nach  
der Mariotteschen Regel zusammenziehe. Im Gegentheil läßt man auch der  
Verhaußlichen Hydrodynamic eher Gedanke zu glauben, daß sie sich weniger  
als nach dieser Regel zusammenziehe, weil bey engem Raume das, was in der  
Luft Wärme ist, mehr in Betrachtung kommt, so daß es scheint, die Luft könne  
nicht weiter zusammengezogen werden, als bis ihre Theilchen nicht aneinander zu  
liegen können, in welcher Fall sie aber wohl eben so dicht als Wasser werden  
müßte.

## Zweiter Abschnitt.

## Von der Kraft der Wärme in der Luft.

## § 46.

Mariottes Regel sieht voraus, daß bey seinem Versuche die Wärme der zu-  
sammengezogenen Luft eben so klein bleiben müßte. Dieses folgt schon aus  
Drehens Erhebung, daß nämlich eine größere Wärme die Luft mehr ausdehnt,  
als sie bey gleichem Drucke ausgedehnt sein würde. Man wolle Mariotte so  
genüch zur bestimmen, wie sich die Dichtigkeit der Luft gegen die zusammen-  
gedrückt Luft verhalte. Dabei müßte demnach notwendig der Versuch bey un-  
veränderter Weibender Wärme vorgenommen werden. Auf den Grad der Wärme  
kann es jedoch nicht an. Die Hauptbedingung ist, daß er sich inwendigen nicht



lehren. Und hierauf hat man bey dieser Art von Versuchen immer Acht gehabt, da der Einfluß der Wärme in die Ausdehnung der Luft von Drehbells Zeiten an bekannt war.

## §. 47.

Von solchen Versuchen findet sich man ein doppeltes Gleichgewicht. Nämlich das zwischen der Schwerkraft der Luft und der zusammendrückenden Kraft. So eben das zwischen der ausdehnenden Kraft der Wärme und dem Gegenstande der Luft. Dieses macht nun, daß die Kraft, womit die Wärme die Luft ausdehnt, der Kraft, womit die Luft der zusammendrückenden Kraft das Gleichgewicht hält, gleich ist. Diese letztere Kraft nennt man gewöhnlich das ausliegende Gewicht, und so kommt auch gewöhnlich der Druck der Luft mit in Betrachtung, so wie auch die Fläche, welche den Druck und Gegenstand auszuhalten hat.

## §. 48.

Hieraus hat man nun längst schon folgende zwey Sätze hergeleitet. Der erste ist, daß bey gleicher Wärme die Dichtigkeit, so wie die Schnellkraft der Luft in Verhältniß des ausliegenden Gewichtes ist. Das ist eben der im vorhergehenden Abschnitt betrachtete Mariottesche Satz.

## §. 49.

Der zweyte, daß bey gleicher Dichtigkeit die Kraft der Wärme in Verhältniß der Schnellkraft der Luft oder des ausliegenden Gewichtes ist. Dieser Satz folgt aus dem vorhergehenden. Denn es sey bey einem gewissen Grad der Wärme das ausliegende Gewicht =  $p$ . Es werde nun die Wärme vermehrt, so kann die Dichtigkeit nicht anstatt ein größeres Gewicht  $P$  gleich erhalten werden, und dieses muß in Verhältniß der Dichtigkeit größer seyn (§. 48.) Die Verletzung der Wärme macht demnach, daß sie bey gleicher Dichtigkeit der Luft einen größern Druck das Gleichgewicht hält. Ihre Kraft hat demnach in der Verhältniß von  $p$  zu  $P$  zugenommen.

## §. 50.

Dieser Satz ist nicht immer richtig genug verstanden worden, weil man daraus so gleich einen andern Satz hergeleitet hat, bey welchem die Verbindung der gleichen Dichtigkeit wegließ. Man folgerte nemlich, und zwar ganz richtig, daß bey gleichem Drucke die Kraft der Wärme in Verhältniß der

Ausdehnung oder des vergl. ährtten Raumes zusammen. Denn  $p$  verhält sich zu  $P$ , wie der ausdehnliche Raum  $R$  zu dem durch die Wärme vergrößerten  $r$  (§. 48). Es ist aber die ausdehnliche Wärme zu der vergrößerten eigentlich wie abdann in Verhältnis von  $p$  zu  $P$ , wenn die Luft bey gleicher Dichtigkeit erhalten wird. Und so würde man sich sehr irren, wenn man diese Beziehung weg lassen wollte. Der Beweis des Satzes gründet sich darauf, daher muß sie auch im Satze selbst verstanden werden.

## §. 51.

Die Absicht dieses Satzes geht man eigentlich nur dahin, daß man die Verhältnis der verdichteten Kräfte  $p$ ,  $P$ , welche bey verdichteter Wärme zur Dichtigkeit der Dichtigkeit nötig ist, durch die Verhältnis des Raumes bestimmt sein würde, durch welchen sich bey einwärts Gewichte  $p$  die Luft wegen der verdichteten Wärme ausdehnt. Man hat dadurch nicht nötig die Luft immer mit einem bestimmten Gewichte und das Gewicht  $P$  auseinander zu finden. Der Raum kann leichter gemessen werden, und dann wird  $P$  leicht bestimmt, weil man  $r:R=p:P$  hat.

## §. 52.

Dieses war anzunehmen, um die Zweckmäßigkeit des erst angeführten Satzes (§. 50.) zu haben, und zwar um so mehr da derselbe dem (§. 47.) ein welches doppelten Gleichgewichte zu widerstreben schien, und wirklich widerstreben eben würde, wenn man den Satz so verstehen wollte, als wenn die Wärme auch in der durch sie verdichteten Luft eine nach Ursache der Ausdehnung verminderte Kraft behüte. Das dieses nicht sey, folgt daraus, daß die Wärme bis ins Unendliche fortwirken würde die Luft auszudehnen. Ihre ausdehnende Kraft nimmt aber gerade deswegen ab, weil sie sich ausdehnt. Denn jede Kraft, die sich durch weichen Raum ausbreitet, wird eben dadurch in jedem Theile schwächer. Die Ausdehnung der Luft geht demnach nur so weit, bis die Wärme schwach genug ist, um dem äußeren Druck und der Schwerkraft der Luft das Gleichgewicht zu halten.

## §. 53.

Wenn wir demnach die Ausdehnung der Luft bey gleichem Drucke als das Maas der Wärme oder der Kraft der Wärme in der Luft ansehen, so werden sehen wir, daß von der Kraft der Wärme in gleich dichter Luft die Wärme sey. Ließen auch nur ein gewisser Grad von Dichtigkeit zum Grunde gelegt werden, und diese ist gewissermaßen willkürlich, so lang es nur die Frage ist,

die Grade der Wärme unter sich zu vergleichen. Eigentlich sollte es die größte mögliche Dichtigkeit sein, so die Luft erhalten kann, und welche alsdann stark sinket, wenn sie durch die Kälte zusammenfällt oder durch äußere Gewalt zusammengepreßt wird, bis ihrer Theilchen dichte an einander schürfen. Man kann sich hierbei die mannigfaltige Wiebe gemachte fixe Luft gedanken. Die Leichtigkeit der Luft macht begreiflich, daß sie bey solcher absoleten Dichtigkeit wenig Raum einnehmen werde.

## §. 54.

Wenn der Grad der Wärme, wie  $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \dots$  bis auf  $0$  abnimmt, so muß, um gleiche Dichtigkeit beyzubehalten, das ausliegende Gewicht ebenfalle, wie  $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$  bis auf  $0$  abnehmen. läßt man aber das Gewicht, so nimmt der Raum, wie  $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \dots$  bis auf  $0$  ab. Dieses muß aber nur in so fern verstanden werden, als es so zu sagen die Einströmigkeit der Luft und die Länge des Ausdrucks erfordert. Denn angesehen der Raum nicht ganz  $= 0$  wird, so kann er dennoch dafür angesehen werden, weil gegen  $1$  verglichen wohl schon so klein ist, daß es für so viel als nichts angesehen werden kann (§. 45.)

## §. 55.

Man ist der Grad der Wärme  $= 0$ , eigentlich das, was man eine absolute Kälte nennen kann. Folglich ist bey der absoluten Kälte der Raum der Luft  $= 0$ , oder so viel als  $0$ . Das will also sagen: In der absoluten Kälte fällt die Luft so dicht zusammen, bis sich ihrer Theilchen durchaus berühren, oder bis sie, so zu reden, wasserdicht wird. Die Ausdehnung der Luft richtet also eigentl. von der Wärme her.

## §. 56.

Amontons ist, so viel ich weiß, der erste, der dieses eingesehen, und gleich im Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts der K. Akademie der Wissenschaften zu Paris vortrugenstrich hat. Eine Entdeckung, darauf er sich, meinet Erachtens, recht viel zu Gute halten konnte, und die vielleicht denkwürdig, weil sie so schön und sehr nahe ist, Ungläubige vor sich fand. Amontons machte eine an sich sehr beachtliche Anwendung davon auf das von ihm verbesseerte und zugleich auch wissenschaftlich berichtigte Quecksilber Thermometer. Er konnte aber während seines Lebens (die nur noch einige Jahre dauerte) von *La Hire* nicht erfahren, daß dieser sein lange gebrauchtes Thermometer mit dem Amontonsischen vergliche. Zwar wurde ein Amontonsches auf die Pariser Sternwarte gestellt. Man hängt es aber so gleich in einem andern Coale auf, gerade, als wenn alle Vergleichung vergessen vernachlässigt werden sollte. Diese

Vergleichung gieng erst einige Jahre nach Antonions Tode vor, und zwar se nachlässig als es immer sein konnte. Nämlich Antonions Thermometer führte eine veränderte Sprache. Was das war eben, was *La Hère* dem fröhen nicht geben wollte, oder schon deswegen für überflüssig hielt, weil er es deswegen glaubte zwar sehr genau, nemlich den von der Temperatur im Keller der Sternwarte, und den von der Kälte der Luft in dem offenen Stalle der Sternwarte zur Zeit, wenn es auf dem Felde frorret, bemerkt zu haben. Eine Bemerkung, die er alle Jahre aus dem Munde der Akademie verließ, wenn er von seinen Beobachtungen Bericht erstattete. Das war nun eben nicht das Mittel, die Wissenschaften mit vorzunehmten Rechten zu erheitern.

### Dritter Abschnitt.

#### Das Dreibeckische Thermometer, nebst dessen Abänderungen.

S. 37.

**I**ch werde nun die geschicktesten Arten des Dreibeckischen Thermometers vornehmen. Die einfachste und vernünftigste die älteste Art ist die, so in der Fig. 1. dargestellt wird. Man gießt in ein Gefäßchen B Wasser, Weinöl oder eine andere flüssige Materie. Sodann nimmt man eine gläserne Kugel B C, woran oben eine Kugel gelassen worden. Man erwidert die Kugel mit der Hand oder am Feuer oder irgend auf eine beliebige Art, bis ein Theil Luft durch die Wärme herausgetrieben worden. Nachdem man behende, die in B offene Kugel in die flüssige Materie. Der Erfolg ist, daß, indem die Kugel wieder erkaltet, die Luft in derselben sich zusammenziehet. Da nun durch das Erkalten die ausstehende Kraft geringer wird, so vermag der Druck der Luft zu sinken, daß die flüssige Materie in die Kugel steigt, bis sie eine Höhe C erreicht hat, wo sie schon stehen bleibt, so lange die Luft in der Kugel gleiche Wärme, die äußere Luft oder gleichen Druck erhält. Die Höhe B C wird desto größer sein, je mehr die Kugel erwidert worden. Wird sie zu viel erwidert, so steigt das Wasser oder die flüssige Materie bis in die Kugel hinauf, und diese muß vermieden werden. Im Gegentheile steigt sie nicht hoch genug, wenn die Kugel zu wenig ist erwidert worden. Man sieht auch ohne Mühe, daß es auch viel auf ein beständiges Verhältnis zwischen der Länge und innern Weite der Röhre, wie auch der Größe der Kugel ankommt. Dieses überließ man der Geschicklichkeit der Künstler durch das ganze vorige Jahrhundert durch. Einige misgen es, wie bereits oben (S. 26.) erwähnt worden, jauchlich gut getroffen haben. Allein es war nichts metaphysisches dabei. Die zwei

Das Dreibleibige Thermometer, nebst dessen Abänderungen. 37

ſten aber verfahren nachſiezig und eifrig, und ſiehet dabei nach beſtimfte, daß ſie die Eintheilung trocken heben, und ſie bey allen Thermometern gebrauchten, ſo verſchieden auch erſcheinliche Verhältniſſe ſeyn mögen. Und da ſie in Anſetzung der Thermometriſchen Thermometer eben ſo verfahren, ſo vermuſteten ſich nachrückende die Klagen über die Ungleichheit der Thermometer und ihren Grade.

§. 58.

Was ſand bald, daß, wenn Waſſer hiezu gebraucht wurde, es in der Kälte feiert, und daß ſo weiß Waſſer als Weingeiſt und andere flüchtige Materien in dem Gefäße ſo nach und nach aufſteigen, und daher wieder zergeronnen werden müßte. Was gab uns das Auskunſt ſo viel möglich zu hindern, den Nach auf die Oberfläche etwas Oel zu gießen. Leopold gebrauchte eine Mixture von 1 Schmelzwaffer, 1 Theil Weingeiſt und 2 Theilen Waſſer, wobei das Schmelzwaffer mit Kupfer gelb oder mit Silber blau gefärbt wird. Was verſie auch darauf, ſam ſelcher wäſſerichten Marmen, Queckſilber zu erſetzen, wobei zu ſich, wegen der ſehr geringen Schwere des Queckſilbers der Erfolg merklich verſchieden war. Endlich ſiehet man ohne Mühe, daß ſolche Thermometer nicht wohl ſtehen herumgetragen werden, und daß das beſte war, wenn man ſie an dem Orte, wo ſie einmal waren, ſtehen ließ.

§. 59.

Dieſer Mängel unwaſſerhaft, wird es nicht unbilllich ſeyn, wenn wir Jeſſi und Naaz dabei genauer beſtimmen. Das erſtere war in dieſer Abſicht vorzu nehmen ſie, bezieht die Ausmeſſung der Kugel und der Röhre, und ihre Auswaſl. Die Röhre iſt am beſten, wenn ſie durchaus von gleicher Weite, dennoch genau eckig iſt. Denn eine ungleiche Röhre müßte erſt durch Nachgebung auf eine gleiche reducirt, und die an derſelben anhangende Luftpfeiler in angleiſche Theile getheilt werden. Man läßt daher, um die Röhre zu prüfen, einen Theil Queckſilber in die Röhre, welches mittelſt der Erdlenzung und Wiedererfüllung der Kugel leicht geſchehen kann. Durch die verſchiedene Dignität der Röhre erhalte man ſichern ſie, daß ſich das Queckſilber in der Kugel ſen und her ſiehe, und wo man will, ſtehen bleibe. Dadurch kann man ſich verſichern, ob es in der Röhre in allen Eintheilungen von der Kugel gleiche Länge beſitzt. Dieſes findet nachherdilig ſtatt, wenn die Röhre durchaus gleich weit iſt. Man hat alle hier durch ein leichtes Mittel ſich ſiezen zu verſichern. Iſt man ſich Röhren auf Glasplatten ſehen, ſo ſind gewöhnlich die Wände die gleichſtärkſten. Es iſt auch möglich, daß das Queckſilber in der Röhre, wenigſtens einen Zoll Länge habe, weil, wenn man bey Anſetzung der Länge um etwas ſiehet, der Fehler desto weniger austrifft, je länger das in die Röhre gefüllte Queckſilber iſt.

## §. 60.

Hat man sich von der Höhe der Röhre versichert, so wird sie gezogen, und zwar sehr genau. Man füllt schon die Kugel mit Quecksilber bis an einen Punkt der Röhre D, den man bezeichnen will. Alsdann wird alles wiederum gezogen, jezt man von diesem Gewicht das von dem Glase ab, so erhält man das Gewicht vom Quecksilber. Endlich wird auch die Röhre mit Quecksilber ganz oder bis an einem den dem Ende B gezeichneten Punkt angefüllt. Und alles nochmals gezogen, jezt man von diesem Gewichte ein jedes der beiden vorhergehenden ab, so findet man, wie viel in allem Quecksilber eingegossen worden, und wie viel besonders zwischen den Punkten B, D in der Röhre ist. Derselben müßte man wohl merken, daß sich nicht etwa mit dem Quecksilber Luft hineinzieht. Wer am genauesten verfahren will, läßt das Quecksilber stehen, sowohl wenn die Kugel als auch wenn noch für die Röhre gefüllt wird. Das Füllen geschieht mit glühendem, besonders dazu gemachtem Trichter. Sind diese zu kurz, so kann man die Arbeit erleichtern, wenn man einen feinen eisernen Draht in die Röhre schiebt, weil das Quecksilber zwischen dem Draht und der Röhre herunter läuft, und zugleich der Luft gestatten sich heraus zu ziehen.

## §. 61.

Was ist das gesammte Gewicht des Quecksilbers, dem Raum, den es einnimmt, genau proportional, und man kann, wenn man es zu wissen verlangt, die Größe des Raumes, sowohl in der Kugel als in der Röhre, in Cubic: Zolln und Linien haben, wenn man das Gewicht eines Cubic: Zolles von Quecksilber weiß. Es versteht sich, daß man hierbey auf die Vertheilbarkeit des Gewichtes und Zulässigkeit Rücksicht nehmen muß. Da es aber hierbey nur auf das Gewicht ankommt, so kann man es bey dem Gewichte bemerken lassen.

## §. 62.

Wenn man Wasser oder Weingeist genommen wird, und die Röhre B D ist schiefst etwa einen Fuß lang, so hat man auf die Vertheilbarkeit des Gewichtes der Columnen B C, wenn sie steigt oder fällt, nicht viel zu achten, um die Vertheilung der Röhre zur Kugel zu bestimmen, weil der Druck der letztern fast 33 bis 38mal größer ist. Soll demnach das Thermometer nur zu Winterbeobachtungen dienen, so ist es genug, wenn die Kugel 4mal mehr Raum enthält, als die Röhre. Denn ich habe gefunden, daß wenn in der Kälte des stehenden Wassers der Raum der Luft um 1000 ist, schon oben dieser Raum in der Kälte von Schnee, welcher mit sich über so viel Höhen sich vermischt worden, sich auf 913 vermindert, und hingegen bey dem Grad der Wärme des Lebens sich bis auf 1130 erweitert. Das

für Grad der Wärme erreicht die Luft am Schonen in Europa wohl nie. Und eben so selten geschieht es wenigstens in unsern Gegenden, daß sie die Höhe des geführten Schnees erreichen sollte. Man ist 918 zu 1130 ungewiß wie 4 zu 5. Wenn demnach der Raum der Röhre ein  $\frac{1}{2}$  von dem Raume der Kugel ist, so wird das Wasser oder die flüssige Materie bey der strengsten Winterhitze sehr nahe bis an die Kugel steigen, und hingegen bey der größten Sommerhitze sehr nahe bis an das Obelächgen B herunter sinken. Die Röhre kann noch etwas enger sein, theils wegen des Druckes der Column C B, theils wegen des veränderlichen Druckes der äußern Luft.

§. 63.

Wenn die Kugel erst noch füll gelassen werden, so kann man die Röhre mit Quecksilber füllen, so daß es zwischen zwey an beyden Enden gesetzten Punkten stehe. Aus dem Bereiche des Quecksilbers kann sodann der Raum der Röhre berechnet werden. Dieser Raum einfach genommen, wird den Raum der Kugel angethan, und aus diesem läßt sich dann der innere Diameter der Kugel finden, die man sodann nach dieser Größe lassen läßt, oder unter andern bereits gethanen ansieht und an die Röhre anschließen läßt, oder es selbst that, wenn man damit unzufrieden weiß.

§. 64.

Man gehende sich nun neben der Röhre zwey Linien E G, F H, die die von der Höhe der Oberfläche B an gerade ansetzt gehen. Die Länge der erstern F H soll die von einer gleich weiten Röhre seyn, welche so viel Raum enthalte, als die Röhre B D und die Kugel A zusammengenommen. Die Länge der andern Linie E G soll der Höhe einer Column der flüssigen Materie gleich seyn, welche dem Drucke der äußern Luft, bey einer gegebenen Barometrichen des Umkreises gleich halte. E G wird also dieser Barometrichen gleich seyn, wenn man zu dem Instrumente Quecksilber gebauet. Hingegen wird E G 14 oder 16mal mehr betragen, wenn Wasser oder Weingeist genommen wird, weil diese Materien so vielmal leichter sind als Quecksilber. Indessen ist es gut, wenn man das weiche Quecksilber genau bestimmt. Es versteht sich, daß das E G sich allemal in Verhältniß zu der Barometrichen ändert.

§. 65.

Setzt man die flüssige Materie in der Röhre bey C, und man ziehe M N horizontal, so stellt N H den Raum der Luft in dem Thermometer, M G aber ihre Schnelkraft vor. Denn der Druck der äußern Luft ist E G; diesen wirkt aber die Column C B entgegen, folglich bleibt eigentlich nur noch M G, welches dem

E

34 Das Dreibeinige Thermometer, nebst dessen Abänderungen.

nach das Maß der Kraft ist, wenn die Luft in dem Thermometer gedrückt wird. Diefem Drucke aber ist die Schwerkraft der Luft im Thermometer gleich.

§. 66.

Die Wärme, oder die Kraft derselben in der Luft, ändert sich aber so wohl in Verhältniß von N H, als in Verhältniß von M G. Denn bey gleicher Dichtigkeit ist sie in Verhältniß der drückenden Kraft, (§. 49.) bloße demnach N H umzuändern, so bleibt es auch die Dichtigkeit, folglich ist alsdann die Wärme in Verhältniß von M G. Wie die hanggen M G beständig, und N H ändert sich, so verliert sich bey gleichem äußern Drucke der Raum der Luft im Thermometer, und mit demselben zugleich auch ihre Dichtigkeit. Da nun die Wärme durch ihre Kraft in einer Luft von bestimmter Dichtigkeit ausgedehnt werden muß, (§. 53.) und dann der Ausdehnung proportional gerist werden kann, (§. 50.) so folgt auch, daß die Wärme in Verhältniß von N H ist. Demnach ist sie in Verhältniß des Productes M G. N H.

§. 67.

Es kömmt demnach darauf an, daß dieses Product für einen bestimmten Fall bestimmt werde, wo nemlich sowohl die Schwere der Luft als die Wärme ein von bestimmtem Grad hat. Diefes kann die mittlere Barometrichöhe am Meer, oder die von 23 Pariser Follen oder 336 Linien angenommen werden. Und da man gefunden, daß der Grad der Kälte des stehenden Wassers ein sehr bestimmter Grad ist, so wird es gleichfalls gut seyn, wenn dieser zum Grunde gelegt wird.

§. 68.

Es sey nun, die zu dem Instrument gehörige flüssige Wärme a mal höher als Quecksilber, so wird eine Columna von 336 a Linien der Columna Quecksilber von 336 Linien das Gleichgewicht halten. Und so muß für eine der höchsten Barometrichöhe 336 + b Linien, H G = (336 + b) a Linien gerist werden. Die Länge F H werde durch z Linien angedeutet, und die Höhe H C sey = c, wenn b = 0, und die Kälte des stehenden Wassers in der Luft nicht hat, denn Wasser mit = 1000 seyn mögen. In andern Fällen sey sie = c - r, wo nemlich die Barometrichöhe = 336 + b, und die Wärme c seyn solt. Hier diejenige Voraussetzungen haben wir

$$(336 a - c) (a - c): (336 z + b a - c + c), (a - c + c) = 1000: c$$

$$\text{folglich}$$

$$\frac{c}{1000} = \frac{336 z + b a - c + c}{336 a - c} \cdot \frac{a - c + c}{a - c}$$



oder

$$\frac{c}{1000} = \left(1 + \frac{b \cdot n + r}{336 \cdot n - 4}\right) \cdot \left(1 + \frac{e}{a - 63}\right)$$

Hier sind nun  $b$  und  $e$  veränderliche Größen. Man sieht demnach, daß  $b$  lange  $e$  sich nicht verändert,  $c$  mit  $b$  in arithmetischer Progression ab- und zunimmt, und daß hingegen, wenn  $b$  beständig bleibt,  $c$  sowohl nach  $e$  als nach  $a$   $e$  sich verändert.

## §. 69.

Ich hatte mir bereits 1751 im Julio ein solches Thermometer mit Quecksilber gemacht, um seinen Gang sowohl mit dem Barometer als andern Thermometern zu vergleichen. Demnach habe ich nur noch die Einrichtung, und die damit entliche Jahre fortgesetzten Beobachtungen. Im Februar 1769 versenkte ich ein andres, wovon ich die Maße und Einrichtung ausgeben werde. Der Durchmesser der Kugel beträgt 9½ Linien Pariser Maß, und die Kugel füllte 1238 Oeas Quecksilber Berliner Gewicht. Die Röhre war 115 Linien lang, und füllte 105 Oeas Quecksilber. Die Länge von 9 Zoll entspricht 102 Oeas. Wenn demnach statt der Kugel eine Röhre von gleicher Weite und gleichem Raume wäre, so würde sie 1311 Linien Länge haben. Werden hierzu noch die 115 Linien addirt, so wird die ganze Länge 1426 Linien betragen. Hiervon gehen 4 Linien ab, so tief nämlich die Röhre bey  $B$  im Quecksilber steht, und damit ist  $FH = 1422$  Linien. Da nun ebenfalls  $BD = 115 - 4 = 111$  Linien ist, so findet sich  $FH:FK = 1422:111 = 12,8:1$ . Ich stellte nun die Kugel in kochend Wasser, um die Luft herauszutreiben, und als dieses geschehen, stellte ich behende das Ende der Röhre  $B$  in das Quecksilber, welches sich sodann bey den Wunderröhren der Kugel bis auf die Höhe  $C$  von 5 Zollen hinaufzog. Da nun hier  $n = 1$ ,  $a = 1422$  Linien ist, so verandelt sich die Formel in

$$(336 - e) \cdot (1422 - e) = (336 - b - e + r) \cdot (1422 - a + e) = 1000 : c$$

Dem 24ten Februar 1769 hatte die Luft vor dem Fenster die Kälte des frierenden Wassers. Ich stellte demnach das Instrument hin, und sah durch das Fenster, daß das Quecksilber bey  $63$  Linie stand. Das Barometer aber stand bey 27 Zoll 2 Linien = 332 Linien. Es ist demnach für diesen Fall  $b = -4$ ,  $a - e = 63$ ,  $c = 1000$ . Demnach

$$(336 - e) \cdot (1422 - e) = (336 - 4 - 63) \cdot (1422 - 63)$$

Hieraus findet sich  $e = 68,9$  oder, ein vierde Theil genommen,  $e = 69$  Linien, und  $b$  erhält man

$$\frac{c}{1000} = \left(1 + \frac{b+e}{267}\right) \left(1 + \frac{e}{1352}\right)$$

Wittst diese Formel seynen nun die Größe der Wärme bestimme werden. J. E. 1770, den 24ten August, war einer der wärmsten Tage. Das Barometer stand bey 28", 2''' = 338'', folglich  $b = 2''$ . Und das Instrument gab  $e = 1$  um 44.5 Linte. Darnach fand sich  $c = 1121$ . Wiedern 1772, den 21sten Jun. bey gleich warmm Wetter, war  $b = 1''$ ,  $e = 1 = 43$ . Diefes giebt  $c = 1123$ . Sinesen 1776, den 27ten Jenner in der damaligen sehr gen Klite, die jedoch bereits ein wenig nachgelassen hatte, stand ich  $b = 4''$ ,  $e = 1$  um 85''. Diefes giebt  $c = 942$ . Um mir übrigens die Höhe zu ersparen, eine jede Beobachtung besonders nachzugehen, verpackte ich mir eine besonders sorgfältig dienende Stufenleiter mit schiege laufenden Linte, wodurch sie wohl für  $b = + 12''$  als  $b = - 12''$ , und die Werthe von  $c = 200, 850, 900, \dots, 1200$ , die Werthe von  $e = 1$ , und dann ferner daraus aus diesen je 10, ohne ferneres Rechnen gefunden werden konnten. Uebrigens hat Leopold schon angedeutet, daß das Quecksilber in diesen Thermometern sich etwas wölben konnte, so wie es auch in Barometern geschieht, wenn die Höhe sehr ist. Man kann sich aber durch das Neigen des Instruments oder durch eine geringe Erhöhung leicht nachsehen. Uebrigens stimmt es die Veränderungen der Wärme und Klite sehr genau an.

## §. 70.

Wenn man diese Instrumente neigt, so steigt das Quecksilber in der Röhre. Man nennt  $\varphi$  den Winkel, den die Röhre gegen mit der Verticalen macht, und  $x$  die Länge des Quecksilbers in der Röhre vor der Oberfläch  $D$  angedeutet; so wird bey gleicher Wärme überhaupt

$$(336a + b - x \cos\varphi) \cdot (a - x) = (336a + b - e + x) \cdot (a - e + x)$$

seyen, wo für Quecksilber  $a = x$  gesetzt wird, welches dann

$$(336 + b - x \cos\varphi) \cdot (a - x) = (336 + b - e + x) \cdot (a - e + x)$$

gibt. Wird nun  $x, \varphi, b, e, e$  durch Versuche bestimmt, so kann man sich die Höhe  $a$  gefunden werden. Doch ist dieses Verfahren etwas mühslich weil man, so zu sagen, aus dem Kleinen auf Großes schreibe. Man hat auch den Vorschlag gegeben, die Röhre bey  $D$  schief zu legen oder sie vollends horizontal zu legen. Die Vermehrung des Quecksilbers in der Röhre wird aber dadurch nicht mehr richtig gemacht.

## §. 71.

Weg. 1. Nach dieser ersten und einfachsten Gestalt des Drehbleißen Thermometers hat man denselben verschiedne andere gegeben, wovon wiederum die einfachste

ßen Niren in der 2ten und 3ten Figur vorgestellt werden. Die 2te ist von der ersten nur darin verschieden, daß das Gefäßchen B an der Röhre selbst ist. Es wird demselben oben in D eine kleine Oefnung gelassen, damit nicht an 2ten Orten, nemlich in A und B eingeschlossene Luft sey. Die Berechnung ist von der über die erste Figur angestellten in nichts verschieden.

## §. 72.

Hingegen äußert sich ein Unterschied bey der 3ten Figur. Hier ist die s. Figur. Kugel unten, und die Röhre oben in D offen. Die in A eingeschlossene Luft hält demnach nicht nur den Druck der äußeren Luft, sondern auch den von der köhigen Materie in E C auf. Hier wird, wie vorher (§. 60.) die Verhältniß des Raums der Röhre zum Raume der Kugel bestimmt. Man kann sodann in D ein Trichterchen von Papier befestigen, welches außen vor die Röhre herum dicht an dieselbe sich anschließet. Auch kann es allenfalls mit Wachse oder Siegellack daran befestigt werden. Man stellt sodann die Röhre aufrecht, und gießt Quecksilber in das Trichterchen: so wird dieses vornehmlich von selbst oder durch geringes Erschüttern in die Röhre herunterzulaufen, sozgleich die Luft zusammendrücken, und stößt die Kugel zum Theile anfallen, und zwar desto mehr je höher die Röhre ist. Man bestimmt sodann theils aus dem Verhältniß der Räume, theils aus der Höhe, E D, welches der Grad der Wärme seyn soll, die das Quecksilber bis in D hinauf treiben soll. Ich habe mit 1776, als ich ein solches Instrument machte, die Höhe des siedenden Wassers dazu gewählt. In dieses stellte ich die Kugel, hielt die Röhre gerade aufrecht, und ließ oben so viel Quecksilber anlaufen, als die Höhe des siedenden Wassers unterreiben konnte. Das ausgelaufene Quecksilber sammelte ich mittel einer lichte zu gebenden Vorrichtung. Als nicht mehr anlaufen wollte, hob ich das Glas sachte aus dem Wasser, damit nicht durch Schwandung mehr Quecksilber auslief. Es seufte sich hierauf bald bis an den Ort, wo es mit der erstickenden Luft in der Kugel im Gleichgewichte stand. Ich bemerkte dabei die Barometerhöhe, theils wegen des Druckes der äußeren Luft, theils wegen des eigentlichen Gewichtes der Säule des siedenden Wassers, weil noch den von Jahrweilte vorher angestellten Versuchen, dieser Grad sich nach der Höhe des Barometers richtet. Man kann eben so, statt der Höhe des siedenden Wassers, andere so wohl größere als kleinere Gewichte der Säule wählen. Nur muß der Grad nicht so groß seyn, daß das Quecksilber zu selten anfange. Auch muß mehreres Bedenken der gewählte Grad beständig einer Heiden, damit alle Veränderungen des Quecksilbers vermieden werden. Nach Vollendung der Arbeit, wird das Instrument gezogen, um zu sehen, wie viel zum Quecksilber darin ist. Wie viel davon in der Röhre E C ist, kann durch Abmessung gefunden werden. Und dann ergeht sich auch, wie viel in der Kugel ist, und hieraus streut, weil

den Raum die Luft in der Kugel einnimmt. Da diese Luft vor dem Füllen, so wohl die Kugel, als die Röhre ausfüllt, so ergibt sich heraus, wie viel sie verdrängt werden. Und man kann sehen, ob die Verdrängung mit dem von dem Druck der äußern Luft und in der Quecksilberkugel E C zu dem Druck der äßern Luft allein, gleich ist, wie es eigentlich sein soll, wenn irgendwas weder die Schwere noch die Wärme der äßern Luft sich verändert hat.

## S. 73.

Antononi war der erste, der auf die Höhe (S. 43, 49, 50) verfiel, und dadurch in Stand gesetzt war, ein solches Thermometer auf eine weitestgehende Art zu verfertigen. Er gab der Röhre von E die B eine Länge von ungefähre 48 Zellen, und füllte sie dergestalt mit Quecksilber, daß wenn die Kugel A in siedend Wasser gesetzt wurde, die Luft darin einen Druck von 73 Zell Quecksilbers (den Druck der äßern Luft miteingerechnet) auszuhalten konnte. Da alle seine Thermometer dieser Verbindung Bedenken liefen sollten, so gebrauchte er bey dem Füllen ein besondertes Verfahren, welches man in des Memoires der Pariser Academie 1701, von ihm beschreiben findet. Es ist aber die Verbindung gar nicht unpassend, weil man viel leichter die Stufenlinie nach dem Instrument als dieses nach ihrer Eintheilung, und weil, indem man die Ausdehnung der Luft in verschiedenen bestimmten Graden der Wärme genauer kennen gelernt hat, die Verhältnisse der Kugel zur Röhre, nach Verschiedenheit der Höhen voraus durch Rechnung bestimmt werden kann. Ich finde auch, daß Poleni, Gracquin, und andere, die sich Antononische Thermometer verfertigen, sich an diese Verbindung nicht so genau hielten.

## S. 74.

Bei diesem Thermometer wird zu der Höhe E C, die von dem Barometer allzeit abtritt. Damit erhält man das Maß der Kraft, wenn die Luft in A zusammenbedrückt wird. Die Ausdehnung der Luft wird durch das Steigen und Fallen des Quecksilbers in C bestimmt. Man nimmt hierzu eine etwas große Kugel, damit, wenn das Quecksilber in C steigt und fällt, die Höhe der Oberfläche in B sich nur unmerklich ändert. Die Röhre wird ebenfalls hoch genug angesetzt, damit die Oberfläche B näher gegen den Mercurpunkt komme, und eben dadurch desto deutlicher werde. Dieses vorausgesetzt, kann die Menge Quecksilbers in dem Theil der Röhre F E als beständig angesehen, und die Höhe E C von E an, als von einem bestimmten Punkt gezählt werden. Weidigenfalls ist F E veränderlich, und die in E D angetragende Stufenlinie müßte auf- und

Das Dreibeinige Thermometer, weßl dessen Abänderungen. 39

niedergesetzet werden können, oder über die veränderliche Höhe des Punktes F. Nachtrag gehöret werden.

§. 75.

Man gedente sich nun eine Röhre von gleich. Weite, die eben so viel Raum umhalte als die Kugel. Die Länge dieser Röhre sey  $a$  Linien. Die Länge der Röhre  $FED = b$  Linien. Es versetzt sich, daß sie durchaus gleich weit fern muß, damit die Theil ihres Raumes nach die Länge dieser Theil vertheilt werden könne. Die Länge  $FE$  sey  $c$ ,  $EC = x$ . Das Quecksilber fülle eine Länge  $= q$  aus. Die Barometerhöhe sey  $= B$ , und die Wärme  $= c$ . Dieses vorausgesetzt ist  $B + x$  der Druck, den die Luft in  $A$  ausübt. Ferner ist  $q - c - x$  der Raum des Quecksilbers in der Kugel, folglich  $a - q + c + x$  der Raum der Luft in der Kugel. Man ist die Wärme in Verhältniß, so wohl dieses Raumes als des Druckes. Nimmt man demnach  $m$  als einen Coefficienten an, so ist

$$m c = (B + x) \cdot (a - q + c + x)$$

§. 76.

Aimontons sagt nun, seine Kugel habe einen Durchmesser von 39 Linien. Die Röhre oder sey im höchsten  $\frac{1}{2}$  Linie weit. Der Durchmesser der Kugel war demnach 78mal größer, als der von der Röhre. Die Kugel enthielt folglich  $3 \cdot 78^3 = 316369216$  mehr Raum als eine  $\frac{1}{2}$  Linie lange Röhre. Man sieht leicht, daß wenn auch ein vierthel Theil der Kugel mit Quecksilber angefüllt wäre, der Raum der Luft dennoch so groß bleibt, daß die ganze Höhe  $B + C = x$  dagegen für nichts zu achten, und demnach ohne merklichen Fehler

$$m c = (B + x) \cdot (a - q + c)$$

gehet werden kann, folglich die Wärme der Höhe des Druckes proportional bleibt.

§. 77.

Dieses ist nun der Grund, warum Aimontons die Grade der Wärme durch die Höhe  $B + x$  ausdrückt, und in Zellen angiebt. Da man seine ganze Enttheilung dadurch sehr willkürlich wird, wenn man die Thermometer nicht gerade noch seiner Vertheilung machet, und es ungleich dieselben ist, den Grad der Wärme des frierenden Wassers auf 1000 zu setzen, des Aimontons auf 5  $\frac{1}{2}$  Zell setzt, so werde ich die Abtunien vermahnen, und diejenigen Beobachtungen hier aufzuführen, die er mit seinem Thermometer anstellbar gemacht hat. Was folgt

40 Das Drehfahle Thermometer, nebst dessen Veränderungen.

den ich noch andere Beobachtungen, die er aber, und zwar auf eine sehr wichtige Art, auf Grade eines Thermometers reducirt hatte, und die folglich nicht hätte fehlen. Ich werde hier ein für allemal erinnern, daß, wenn ich von Graden des Luftthermometers spreche, allemal solche verstehe, wo der Grad der Wärme des siedenden Wassers 1000 ist. Dieses habe ich auch bereits schon im vorhergehenden gethan. (§. 62. 58. 69.) Diese Grade sind zugleich auch die absoluten Grade der Wärme, sofern man dadurch die Kraft der Wärme in Luft von bestimmter Dichtigkeit versteht. (§. 49. 53.) Die folgen sind Amontons Beobachtungen:

§. 75.

| Zeile des Amontonschen Thermometers. | Grade des Luftthermometers. |                                                                      |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 51 <sup>o</sup> . 6 <sup>o</sup>     | 1000                        | siedend Wasser.                                                      |
| 54. 0                                | 1049                        | Im Keller der Pariser Sternwarte.                                    |
| 54. 4                                | 1055                        |                                                                      |
| 58. 3                                | 1139                        |                                                                      |
| 58. 9                                | 1141                        |                                                                      |
| 55. 9                                | 1082                        | Wärme der Luft, zur Zeit, da diese Wärme der Erde beobachtet worden. |
| 59. 9                                | 1160                        | schmelzende Butter.                                                  |
| 61. 10                               | 1201                        | schmelzendes Wachs.                                                  |
| 64. 3                                | 1246                        | gerinnend Wachs.                                                     |
| 67. 3                                | 1306                        | ein 10 bis 12 Zeilen schweres Stückchen Wachs ist ganz geschmolzen.  |
| 58. 5                                | 1134                        | temperirt siedendes Wasser.                                          |
| 73. 0                                | 1417                        | siedend Wasser.                                                      |
| 54. 0                                | 1049                        | temperirt Luft.                                                      |

Ueber diese Tafel ist anzunehmen, daß alle Grade des Luftthermometers von dem ersten abzählen, weil dieser zum Grunde gelegt worden. Was Amontons temperirt Luft nennt, ist die vom Keller der Parisischen Sternwarte, die sich von Winter zum Sommer fast gar nicht ändert. Sie steigt im Sommer sehr, im Winter kaum zu sein. Und dieses zeigt an sich schon, daß, was wir noch unferer Empfehlung temperirt oder gemäßigter Wärme nennen, sich wirklich nach

der

der Insektivität leidet. Dieses ist nun auch von dem ja verstanden, was Amontons's temperirter Wasser nennt. Von seinem beyden Angaben des schmelzenden und gerinnenden Wachses ist letztere zuverlässiger. Denn wenn das Wachs einmal geschmolzen ist, so lassen sich die feineren Grade der Wärme durch den bloßen Anblick nicht mehr erkennen. Wenn es hingegen wieder erkaltet, so ist die Wärme, wobei es seine glatte Oberfläche und Durchsichtigkeit verliert, ein sehr bestimmter Grad von Wärme. Hier muß man ein solches Wachs nehmen, das kaum eine Linie groß ist, weil größere Stücke nur noch und nach ihrer Durchsichtigkeit verlieren. Ich habe den Versuch mit weißem und gelbem Wachs sowohl mit Sommer als Winter angestellt, und an gleichem Thermometer immer einerley Grad der Wärme gefunden. Gelb Wachs ist besser zu gebrauchen, weil es erst beim Erhitzen die Farbe wieder zeigt. Der Versuch mit schmelzender Butter und Linseöl ist etwas unrichtig. Das Linseöl verliert seine glatte Oberfläche erst, nachdem es schon zur Zersetzung gekommen und merklich säuer geworden. Es bleibt bey der Bestimmung des wahren Grades der Wärme eine Ungewißheit, und eben so auch in Ansehung der Damer. Was die Grade von der Wärme der Luft betrifft, so hat Amontons den Versuch mit mehreren Personen gemacht, und vertheilt den Grad des Thermometers auch die Anzahl der Pulsschläge in einer Minute angetheilt. Diese fand sich von 56 bis 80, verschied, ohne daß die Luftschicht mit der Wärme anwachse.

| Amontons's<br>Thermome-<br>ter. | Luftschicht<br>mittl. | Pulsschläge |
|---------------------------------|-----------------------|-------------|
| 55°. 3                          | 1, 129                | 68.         |
| 55°. 5                          | 1, 134                | 60, 70.     |
| 55°. 6                          | 1, 136                | 70, 80.     |
| 55°. 7                          | 1, 138                | 56, 74.     |
| 55°. 9                          | 1, 141                | 66.         |

§. 79.

Es sind mir den Amontons'schen Thermometern und überhaupt mir Luftthermometern weniger Beobachtungen angestellt worden als mir andern Thermometern. Cruquius zu Spaardam, hat ein solches in den Jahren 1720—1725 zu Westerbodungen gebraucht, die er in den englischen Philosoph. Transact. No. 187. ausführlich bekannt gemacht hat. Bey seinem Thermometer ist 1070 der Grad des Sinterwassers, und 1210 der Grad des siedenden Wassers. Diese Grade stellen die Ausdehnung der Luft durch die Wärme bey gleichem Drucke, oder die

43 Das Versteckste Thermometer, nebst dessen Abänderungen.

Kraft der Wärme bey gleicher Dichtigkeit vor. Sie sind demnach den Grad den das Luftthermometer, die ich sonsthin bekennt, zuwenden wurde, proportionat, so daß der Grad des fixirten Wassers =  $\frac{1}{3}$  d. 1000 = 14,11 nach Cronqvists giebt die wahre mittlere Grade, (die nemlich nicht das Mittel zwischen den äußersten, sondern das Mittel aus allen Grad) für jeden Monat drei 4 Jahre von 1710 — 1713, an Das Mittel von diesen 4 Jahren ist für jeden Monat, wie folgt.

| Cronqvists. | Lufttherm. | Monat.    | Cronqvists. | Lufttherm. | Monat.      |
|-------------|------------|-----------|-------------|------------|-------------|
| 1083        | 1012       | Januar.   | 137         | 1063       | Heumonat.   |
| 1085        | 1014       | Februar.  | 140         | 1065       | August.     |
| 1090        | 1019       | März.     | 130         | 1016       | Septemnat.  |
| 1108        | 1035       | April.    | 114         | 1041       | Octomnat.   |
| 1122        | 1049       | May.      | 1099        | 1027       | Novemnat.   |
| 1134        | 1050       | Decemnat. | 1050        | 1019       | Christmnat. |

S. 80.

Volmi gebrauchte in seinen 40 Jahre lang fortgesetzten Wetterbeobachtungen ein Amontonsisches Thermometer, bey welchem er den Druck in leuchtigen Zellen und deren Vacuumpolen bestimmte. Es sind derselben die fixirte Wasser für den 47, 50 Zellen; für fixirt Wasser von 62, 10, folglich genau  $\frac{1}{3}$  größer. Diefes kommt aber zu wenig zu sein. Ob das Wasser nicht fast genug hochste, oder Volmi, nur könn halber, die Verhältniß von 3 zu 4 angenommen, was hier dahin gestellt bleiben. Die 47, 50 Zell Druck für die Höhe des fixirten Wassers sind schon hierdurch sein Thermometer auf das 1000theilige Luftthermometer zu reduciren, wenn wirklich die Kugel groß genug war, um die Wärme des Drucke proportional sehen zu können (S. 76, 77.) Seine Beobachtungen werden demalen von Herrn Lealbo zu Patus Dennis gut genügt. Ich begehre mich folgende Grade fortsetzen:

| Volmi. | Luftthermometer. |                                     |
|--------|------------------|-------------------------------------|
| 47, 50 | 1004             | fixirtes Wasser.                    |
| 49, 90 | 1056             | mittlere Nachmittagswärme zu Patus. |
| 57, 54 | 1118             | 1728. den 25ten Beobachtet.         |
| 46, 68 | 987              | 1752. den 27ten Januar.             |



Das Drehfahsche Thermometer, nebst dessen Veränderungen. 43

Diese in 40 Jahren beobachtete größte Hitze und größte Kälte ist sehr richtig. Es hing aber auch das Thermometer in einem Zimmer, und konnte demnach den Zustand der äußern Luft nicht anzeigen.

§. 81.

Ich werde nun noch umständlicher anzeigen, wie ich die Einstellung und s. Fig. 2. des Hertz'schen des bereits vorher (§. 71.) erwähnten Thermometers vorgenommen. Ich benutzte dazu Berliner Gewicht und Pariser Waas, weil ich dieses letztere auch bei dem Barometre gebrauchte. Das Glas hat eine Röhre von 291 Linien Länge, und eine Kugel von 14 Linien Durchmesser. Es wog 364 Gran. Als ich die Kugel und die Röhre bis zu einem bezeichneten Punkt C mit Quecksilber füllte, fand ich das Gewicht 2318 Gran, wovon, das vom Glase abgezogen, 1954 Gran für das Quecksilber blieben. Als ich nun die Röhre bis oben ausfüllte, wog es in allem 2678 Gran; folglich nach Abzug des Gewichtes vom Glase, wog das Quecksilber 2114 Gran; folglich das in der Röhre von C bis D betrag 2314 — 1954 = 360 Gran. Dadurch wird also die Verhältniß der Räume bekannt, und die Räume selbst in solchen Theilen ausgedruckt, wenn ein jedes so groß als 1 Gran schwer Quecksilber ist.

§. 82.

Um ferner zu sehen, ob die Röhre gleich weit war, und um allenfalls die Ungleichheit in Rechnung zu bringen, ließ ich etwas Quecksilber in die Röhre, und fand die Länge desselben nicht aller Orten gleich. Es stand anfangs 21,8 Linien weit von D und erstreckte sich bis 73,9 Linien. Von hieran erstreckte es sich bis 124,2 Linien; sodann von da an bis 173,8 Linien, und dann von da an bis 219,2 Linien, endlich bis 263,6 Linien. Die Längen sind demnach

|       |   |       |   |      |
|-------|---|-------|---|------|
| 73,9  | — | 21,8  | = | 52,1 |
| 124,2 | — | 73,9  | = | 50,3 |
| 173,8 | — | 124,2 | = | 48,6 |
| 219,2 | — | 173,8 | = | 45,4 |
| 263,6 | — | 219,2 | = | 44,4 |

Da diese Längen merklich ungleich sind, so mußte diese Ungleichheit Rechnung getragen werden. Das Gewicht des Quecksilbers war 62,6 Gran.

## §. 83.

Nachdem ich das Inſtrument vorher (§. 72.) erſchüttermaßen in ſiedendem Waſſer geſetzt hatte, welches den 3ten Jenner 1776 bey der Sonnenmerſche von 23°. 5" = 341 Linien, geſchehen, legte ich zur Berechnung die Höhe H II = 11 Zoll zum Grunde, um von da an die Hohe des Queckſilbers in der Röhre der Röhre zu beſtimmen. Dieſen Punkt ſand ich 9 Zoll 3 Linien unter D. Sodann ſetzte ich das Glas mit dem darin befindlichen Queckſilber, und ſand deſſen Gewicht von 1183 Gran. Hiernach das Gewicht des Queckſilbers abgezogen, blieben 919 Gran für das Queckſilber. Man mag ſich, verſetze der eben angeſetzten Ausdehnungen (§. 82.) 148 in dem Theil der Röhre GH 208 Gran Queckſilber waren, ſoſch ich enthält ſodann der Theil HG 919 — 208 = 711 Gran, wenn nemlich das Queckſilber gerade bis an den Punkt H ſtehet. Da man der Raum der Kugel und des Theils F G 1954 Gran enthält, ſo bleiben 1954 — 711 = 1243 Gran für den Raum A B, den die Luft einnimmt in der Kugel einnimmt. Dieſer Raum wird nun größer, wenn das Queckſilber über den Punkt H hinauffteigt, und aus den erſt angeſetzten Ausdehnungen (§. 82.) ſand ich, daß, wenn H C = y Zoll geſetzt wird, der Raum der Luft

$$c = 1243 + \frac{1}{2}y - \frac{1}{2}y^2$$

Gran betrage.

## §. 84.

Man ſey die Barometerhöhe = b Zollen, ſo iſt der gezeichnete Druck =  $b + 11 + y$  Zollen. Folglich wenn wir  $m$  als einem Coefficienten anſehen, und durch  $c$  den Grad des Luftthermometers andeuten, haben wir

$$m \cdot c = (b + 11 + y) \cdot (1243 + \frac{1}{2}y - \frac{1}{2}y^2)$$

Dieſer Ausdruck iſt von dem obigen (§. 75.) hienun verſchieden, daß ich hier den Raum der Luft nicht durch  $h$  angibt, ſondern durch  $c$  Gran Queckſilbers ausdrückt, und ſowohl auch die ungleiche Weite der Röhre mit in Anſetzung bringt. Dieſes ändert aber nur den Werth des Coefficienten  $m$ , welcher durch einen vielfachen Verſuch beſtimmt werden muß.

## §. 85.

Da ich bey dieſem Thermometer auch alle ſtärkere Umſtände in Betrachtung zu nehmen grünnete war, ſo mußte ich beſonders auch auf die Ausdehnung des Queckſilbers Rückſicht nehmen. Dieſe betrage nach des De L'Isle und anderer Verſuche von ſtärkenden zum ſchwächenden Waſſer 3 Theile auf 200. Sie hat auf dieſes Thermometer einen verdoppelten Einfluß. Einmal iſt bey mehreren Male die

das Quecksilber leichter; folglich sein Druck nicht durchaus der Höhe  $EC$  proportional. Eben dieses gilt auch vom Barometer. Dieses macht eine Reduction nöthwendig. Es sey  $C$  die Wärme des stehenden Wassers, in beiden des Luftthermometers. Man lege ferner auch die Ausdehnung, so das Quecksilber in freierem Wasser hat, zum Grunde, so wird dessen Ausdehnung in jedem andern Grad der Wärme  $c$  zu der im freierem Wasser

$$= \left(1 + \frac{c - 1000}{C - 1000} \cdot \frac{3}{100}\right) : 1$$

sey. Die Höhe  $EC$  muß demnach durch

$$1 + \frac{3}{100} \cdot \frac{c - 1000}{C - 1000}$$

getheilt werden, weil das Quecksilber um so viel weniger drückt. Auf eben die Art ist auch die Barometerhöhe zu reduciren. Und da jedes der Instrumente vorsteht, daß sich beyden Instrumente nicht immer in gleicher Wärme sind, so sieht man leicht, daß alldenn der Grad der Wärme  $c$  für jedes besonders bestimmt werden muß. Sehen wir die Wärme des Barometers =  $\gamma$ , so wird in der Formel (§. 84.) der Ausdruck  $b + x + y$ , in folgenden

$$\frac{200 C - 100000}{200 C + 3 \gamma - 203000} \cdot b + \frac{200 C - 208000}{200 C + 3 c - 203000} \cdot (x + y)$$

verwandelt. Dieses ist die erste Reduction.

#### §. 85.

Die andere gehet sich darauf, daß durch die Ausdehnung des Quecksilbers der Raum der Luft nicht mehr so sehr klein durch  $y$  bestimmt werden kann, sondern dessen so viel abgezogen werden muß als die in freier Ausdehnung des Quecksilbers beträgt. Dies ist der ganze Raum des Quecksilbers 919 Gran. Dieser ist aber in einem Zimmer bestimmt worden, dessen Wärme temperirt war, und 2040 Gran des Luftthermometers betrug, um demnach denselben auf den Grad des stehenden Wassers zu bringen, muß er durch

$$1 + \frac{3}{100} \cdot \frac{40}{C - 1000}$$

§ 2

46 Das Dreibeische Thermometer, nebst dessen Abänderungen,

geteilt werden. Und so wird er für jeden Grad der Wärme  $c$ ,

$$= 919. \left[ 1 + \frac{3}{200} \cdot \frac{c - 1000}{C - 1000} \right] : \left[ 1 + \frac{3}{2000} \cdot \frac{40}{C - 1000} \right]$$

sein bezogen, demnach

$$919. \frac{3}{200} \cdot \frac{c - 1040}{C - 1000} : \left[ 1 + \frac{3}{200} \cdot \frac{40}{C - 1000} \right]$$

Man merke als zur Zeit, da die Nachweisung vorgenommen worden. Dieser Ausdruck wird demnach von dem Ausdruck (§. 84.)

$$1243 + \frac{61}{4} y - \frac{1}{16} y y$$

abgezogen, um den eigentlichen Raum der Luft im Thermometer zu erhalten. Noch ist anzuweisen, daß wenn das Thermometer nur bis über die Kugel hinaus in warmes Wasser gestellt wird, obkann auch das Quecksilber in B F und dem Uastro theil der Kugel einen andern Grad der Wärme erhdit, als was über dem Wasser temper steht, und folglich auch hierüber Nachsatz zu tragen ist.

§. 87.

Ich stellte nun den 31sten Junii 1776 diesen Versuch mit diesem Thermometer an. Die damalige strenge Kälte machte, daß ich den Grad des siedenden Wassers genau in einem geschlossnen nicht gerührten Zimmer kam. In diesem stelte ich das Thermometer in Wasser, welches eben anfang eine Kruste von Eis zu haben. Das Quecksilber stieg  $1 \frac{1}{2}$  Linie über den Punkt H, folglich war  $y = \frac{1}{16}$  Zoll. Das Barometer stieg in einer Stunde, wo die Wärme 1040 Grade des Lustthermometers war, und stand auf 28 Zoll 5 Linien, folglich  $b = 28.417$  Zoll. Und  $\gamma = 1040$ ,  $c = 1000$ . Hiernach wird nach dem (§. 85.) der Ausdruck  $b + 11 + y$  in folgenden verwechselt

$$17,1083 + \frac{28.416667}{1 + 31 \cdot 5(C - 1000)}$$

und eben so wird jetzt, des 85sten §. der Raum der Luft

$$= 1244,7 + \frac{110350}{200(C - 1000) + 120}$$

Oran befinden. Werden diese zwey Werthe mit einander multiplicirt, so geben sie

$$10000 = \left[ 1,108 + \frac{28,41667}{1+3,1(C-1000)} \right] \cdot \left[ 1244,7 + \frac{110280}{200(C-1000)+120} \right]$$

Dieses ist demnach die erste Gleichung zwischen  $m$  und  $C$ .

## §. 88.

Gleich darauf brachte ich das Thermometer in die Stube, wo das Barometer war, und setzte es in siedend Wasser. Das Quecksilber stieg  $9,11$  Zoll über den Punkt  $H$ , so daß demnach  $y = 9,7083$  Zoll war. Da man hier  $c = C$ , und  $b = 28,16667$ ,  $\gamma = 1040$ , so findet sich mittelst dieser Werthe die zweite Gleichung

$$mC = \left[ 1377,74 - \frac{2717 \cdot (C-1040)}{200(C-1000)+120} \right] \cdot \left[ 20,402 + \frac{28,41667}{1+3,1(C-1000)} \right]$$

## §. 89.

Aus diesen zwey Gleichungen findet sich nun der Werth

$$C = 1374$$

welches demnach der Grad des siedenden Wassers bey der Barometrichöhe von  $28$  Zoll  $5$  Linien ist. Obzwar auf die von dem Quecksilber herrührende Reductionen zu sehen, finde ich  $C = 1375$ . Da man auch das Glas in siedendem Wasser um etwas evacuirt werden, wodurch theils mehr Quecksilber in die Röhre enthalten war und der Raum der Luft aus beyden Gründen größer wurde, so dürfte der Werth  $1371$  dem wahren näher seyn als der Werth  $1374$ . Ich werde als eine runde Zahl  $C = 1370$  annehmen. Amontons fand  $1417$ , (§. 78.) Celsus  $1411$ , Poletti nur  $1332$ . (§. 90.) Meine Bestimmung hält also ziemlich das Mittel. Man habe überhaupt angenommen, das siedende Wasser dehone die Luft um  $\frac{1}{2}$  Theil aus, aber das war von einer Luft zu verstehen, die nicht die Kälte des siedenden Wassers hatte, sondern ungetrübter temperirt war. Ich habe übrigens dieses Thermometer hier ausführlicher beschrieben, weil ich es noch in andern Beobachtungen gebraucht habe. In gemeinen Beobachtungen habe ich eine demögliche Genauigkeit dabey angebracht, die sich, nachdem es die Umstände bey dem des Barometres erfordern, daran vertheilen läßt.

## §. 90.

Das in der zym Figur dargestellte Glas kann noch auf eine andere Art als ein Thermometer schraubt werden. Am leichtesten wird es dazu ge-

macht, wenn oben an der Kugel in A noch eine kleine Röhre ist. Die Röhre wird schon in D zugeschmolzen, und das Glas gerde so mit Quecksilber gefüllt, wie, wenn es ein Barometer werden sollte. Auch muß die Röhre, die dazu erforderte Höhe haben. Nachdem die Röhre in A zugeschmolzen. Und so hält die Luft in A der Quecksilberflasse E C das Gleichgewicht. Da hiebey der Druck der äußern Luft wegsfällt, weil in C D ein luftleerer Raum ist, so wird in den vorhergehenden Redungen (S. 33, u. f.)  $h = 0$ . Damit können sie auf diese Art von Luftthermometern ebenfalls angewandt werden. Ich habe mit ein solches 1751 verfertigt, um seinen Gang mit dem von andern Thermometern zu vergleichen. Dermalen habe ich nur noch die Construction und die damit angestellten Beobachtungen.

## §. 91.

Wollt in seinen nächsten Versuchen nicht noch eine Art von Luftthermometern an. Sie besteht bloß aus einem Thermometerglas, in dessen Röhre ein wenig Quecksilber gelassen wird. Wenn also in der ersten Figur das Gefäßchen B wegsbleibt, und man läßt in der Röhre nur eine kleine Menge Quecksilbers C c, so hält sie ein solches Thermometer vor. Man kann es leger oder stellen. Wenn es leger, so hält die innere Luft aller dem Druck der äußern das Gleichgewicht; und so ist die Wärme in Vergleichung sowohl dieses Druckes als des Raums mit A C, den die Luft einnimmt. Steht man es aber so, daß die Kugel oben ist, so muß von der Barometerröhre die Höhe der Columna C c abgezogen werden. Hingegen muß sie addirt, wenn die Kugel unten zu stehen kommt. Das Quecksilber bewegt sich dazwischen, so zu sagen, stromwärts, weil allemal eine Hebermacht erfordert wird, um das Quecksilber zu überwinden. Es steigt sich auch das Quecksilber leicht, so daß einzelne Theilchen davon in der Röhre liegen bleiben, oder wenn sie aufsteigen ist, herabsinken.

## §. 92.

Unter den verschiednen Arten die Wärme der Körper, mittel der Luft bezeichnung der Luft zu bestimmen, oder beide mit einander zu vergleichen, gehört auch noch die von Hrn. Robins in seinem Versuchbüch der Artilerie angeführte. Er ließ eine kleine Röhre, die an einem Ende geschlossen war, und am andern eine sehr kleine Oeffnung hatte, im Schmelzfeuer weißglühend machen, und verbandt dadurch die Luft in der Röhre, so viel sie in diesem Grade der Hitze verdrängt werden konnte. Ehe er sie aus dem Feuer nahm, verstopfte er die Oeffnung mit einem kleinen Draht, und ließ sie sodann in Wasser erkalten, ohne daß sich Wasser oder Dampf hineinziehen konnte. Der Draht lag er nachgehends unter

unter

dem Wasser heraus, und das Wasser flücht alles Kautschuk aus, den die noch überige Luft ausfüllen gestattete. Er fand in dem Versuche, daß 610, 105, 600 Gran Wassers hinzugesetzt waren. Die ganze Kugel enthält 796 Gran Wasser. Als war noch so viel Luft darin geblieben, als 116, 201, 196 Gran Wassers an Raum antragen. Demnach war noch ungefähr der 1 Theil; oder wenn aus den drei Versuchen das Mittel genommen wird 194½ Theile von 796. Die Luft hat sich demnach im wassersättigten Eisen in der Verdichtung 194½: 796 = 1: 4,01 ausgedehnt. Robin hat nicht, welches damals die Wärme der Luft war, noch in welcher Jahreszeit in dem Versuch angestellt hat. Da das Wasser nicht gefroren war, so kann es wohl nicht im geringsten Wärme gewesen sein. Nach wohl nicht in der größten Genauigkeit. Wenn wir in dessen des Grad auf 1050 setzen, welches nach des Lavoisiers Beobachtungen, (S. 79.) die zwei Waagen mit sich, so folgt, daß der Grad des wassersättigten Eisens auf 4,01. 1050 = 4210 des Luftthermometers gesetzt werden kann. Hierdurch wird also die größte Hitze des Feuers bestimmt, so daß nicht bloß wassersättigtes, sondern völlig scheidendes und fast fließendes Eisen gar wohl auf 5000 gesetzt werden kann.

Das Dreifache Thermometer, nebst dessen Veränderungen. 49

Das Dreifache Thermometer, nebst dessen Veränderungen. 49

## Viertes Hauptstück.

### Thermometer von andern flüssigen Materien.

#### Erster Abschnitt.

#### Verlässige Betrachtungen.

§. 93-

Wenn man nach dem eigentlichen Sinn des Wortes, durch Thermometer ein Werkzeug versteht, welches die Grade der Wärme anzeiget und gar auszeiget, so konnte das Dreiböhrige schon dadurch diesen Namen nicht bekommen, weil dabey der Druck der äußern Luft mit in Betrachtung kommt. Es zeigt also die Grade der Wärme nicht anzeigbar an, sondern dieser muß erst durch Rechnung gefunden werden. Man hält die Art diese Rechnung vorzunehmen schon von Mariotte's Namen gefunden werden. Er that aber der seinen Sache kein Nachtheil der Genauigkeit der Luft, ohne darauf zu sehen, wie fern derselbe durch die Verleibung der Wärme vermindert werden muß. Dieses hat Amontons und fand wenig Fehler. Das Dreiböhrige Thermometer war einmal schon zu sehr verwerfen, als daß es so leicht wieder hervorgezogen werden konnte. Amontons gab endlich auch selbst den Rathschlag, sein Luftthermometer nur in so fern beyzubehalten, als es dienen konnte, die Fiersteinischen Thermometer damit zu vergleichen, und mit denselben übereinstimmend zu machen.

§. 94-

Dieses war nun freilich ein Vorzug, den man nicht betreten wollte. Man hatte auch schon im vorigen Jahrhundert einige Rücksicht auf gewisse Grade der Wärme genommen, die man zum Grunde legen, und die Thermometer denselben gemäß einstellen konnte. Anfangs begnügte man sich die freilich zu unbestimmten Grade der Sonnenwärme und Wasserkälte, als die äußersten der zu Wetterbeobachtungen eingerichteten Thermometer zum Grunde zu legen und beyden noch etwas zuzusetzen, damit je die Einfrierkälte und die Reize nicht zu kurz ausfielen. (S. 26. 32.) Die Fiersteinische Methode gieng hierin nicht weiter. Ich habe auch die ersten Spuren einer bestimmten Eintheilungsort in des Diderot's Traité des Barometres, Thermometres & Notiomètres. Er sagt dazumal: „daß man alle Thermometer übereinstimmend machen sollte, wenn man folgendes Den-



„sahen dabey getrunken wolle.“ Dieses Verfahren ist zwecklich. Bey dem ersten legt er die Kälte der Luft, wenn es anfangt zu frieren, und den Grad der Wärme, wobey Butter zu Klumpen anfängt zum Grunde. Diese Grade set man auf dem Thermometer bezeichens, und den Zwischenraum in 20 Theile theilen, wovon 10 von der Mitte auswärts, und die 10 andere heranzuwärts gezehlet werden. Die Mitte heißt *Dalziel* als den Grad der gemäßigtesten Wärme an. In diesen 20 Graden, nimmt er nach oben und unten 5 hinzu, um die Sommerwärme und Winterkälte zu bezeichnen. Hier ist der Grad der schwächsten Winter etwas unbestimmt. Nach Amontons müßte es der 116<sup>ste</sup> des luftthermometers seyn. (S. 78.) Dieses ist ja nicht. Amontons scheint es um Grad angemerket zu haben, wo die Butter schon erstarrt. Und die für 18 weit über die Sommerwärme hinaus, weil sich nach Amontons die größte von ihm beobachtete Wärme der Hand nur auf 114<sup>ten</sup> Grade geht. Ich habe, daß geschwächte Winter bey 106 Grad anfangt zu froren. Und *Dalziel* heißt so, daß sich im Sommer ein auf das Thermometer gesetzte Schmelzthermometer frieren könnte, ohne eben an der Hitze zu liegen. Er verliert demnach ansehnlich den geringsten Grad der Wärme, wobey Butter erstehen kann. Seiner Eintheilung kann demnach folgendermaßen mit dem luftthermometer verglichen werden.

| <i>Dalziel.</i> | luftthermo-<br>meter. |                    |
|-----------------|-----------------------|--------------------|
| + 15            | 1112, 5               | Sommerwärme.       |
| + 10            | 1106                  | schwächste Winter. |
| + 5             | 1079, 5               | warm.              |
| 0               | 1051                  | gemäßigste Wärme.  |
| - 5             | 1025, 5               | kalt.              |
| - 10            | 1000                  | Kälte zum frieren. |
| - 15            | 973, 5                | Winterkälte.       |

Die gemäßigste Wärme fiel demnach auf den 105<sup>sten</sup> Grad. Daran steht eben nicht viel. Man sieht aus den Beobachtungen des Lemaitre, (S. 79.) daß dieser Grad sehr nahe, der mittlere Grad der Wärme im Meer und im Herbstmonat ist.

## §. 95.

Die andere Art zu verfahren, die *Dalziel* angiebt, und die er selbst als von der ersten verschieden anzuseh, gründet sich 1<sup>o</sup>. auf den Grad der Tempera-

tur in dieser verschlossenen Kellern. 2°. Auf den Grad der Kälte des atmosphärischen und mit Kohlenöl vermischten Lins. Der diesen letztern Grad hätte angegeben werden müssen, wie viel Salz zu nehmen sey. Ich finde, daß, wenn Schnee und Salz zu gleichen Theilen gemischt worden, der 918 Grad des Luftthermometers in der Mischung statt findet, der Schnee mag zum diese Kälte schon gekalt haben oder nicht. Der Umriss ist nur, daß, wenn die Schnee so dick schon seicht ist, wie er es den 27ten Juner 1776 war, derselbe bey der Vermischung mit eben so kaltem Salz nicht schmelzt. Dieses geschieht hingegen, und zwar desto geschwinder, je geringer die Kälte des Schnees ist. *Dalton* hat nun aber einem so kaltes Grad der Kälte nicht im Sinne gehabt. Die Temperatur diese Kelle ist auf den 1074ten Grad. Nun ist 1054 — 918 = 136. Und *Dalton* will, daß man ebenjohle 136 Grade über den 1054 hinaus zähle. Dar- verhält man auf den 1190sten Grad. Dieser geht weit über die Sommerhitze nicht an der Sonne hinaus. *Dalton* sagt übrigens nicht, was er durch diesen Grad will verstanden wissen. Und so scheint es, er habe nur wollen eine Eintheilung anzeigen, die genau nicht zu sein sey. Auch begreife er sich zu sagen, man könne den Grad des Frostes durch Beobachtung bestimmen und auch der Skala festsetzen anzuzeigen.

## §. 56.

Ich finde die Messung von 1688, die vermuthlich die erste von dem *Dalton* Tractor ist. Fünf Jahr nachher stellte *Halley* seine Versuche zur Bestimmung des schmelzigen Grades der Wärme und der Ausdehnung der Luft, des Weingestalt und des Quecksilbers an. (S. 34.) Er that es aber auch bey der kleinen Regale beweisen. Man fand immer noch zu viele Mängel an den Thermometern, und noch im gegenwärtigen Jahrhundert war es ein Lehrfach in der Anatomie, daß man das für thun würde, die Thermometre von Thermoscope zu nennen, gerade als wenn wir einem andern Namen der Sache gehalten wäre. Man stand an, ob die eigentliche Grade der Wärme des Bodens der Ausdehnung wirklich proportional sey. Und wenn auch dieses statt finden sollte, so war noch ebenjohle die Frage, bey welchem Grade man anfangen müsse zu zählen. Diese Frage ist bey *Thermometern* von Weingestalt, an die man schon sehr gewohnt war, allerdings sehr wichtig. *CARLO RANALDINI* hing zu diesem Ende vor, kaltes und heisses Wasser nach bestimmten ferngehenden Verhältnissen zu mischen, um ebenjohle Flüssigkeiten ferngehende Grade der Wärme zu erhalten, die auf dem in die Mischung gesetzten Thermometer angezeigt werden könnten. *Ranaldini* that es sich nicht, und fand ganz im Gegentheil an *Volcani* eines Oeyers, der in seinem Weingestalt Trugfähigkeit fand, die doch in der That nicht davor sah. *Ranaldini* sagt, man soll 1, 2, 3 . . . . 11 Theile kaltes Wasser mit 17, 10, 9 . . . .

1 Theil kaltes wässres, so werde man zwölf gleiche Theile von Wärme erhalten. Wolf sagt hingegen, diese Theile werden nicht gleich groß, sondern  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$  von. Dieses würde statt finden, wenn man 1. E. aus 1 Theil warmen Wasser den Ueberschuß seiner Wärme herausziehen, und in die 11 Theil kaltes Wasser bringen könnte. Dieses geht nicht an. Dabei mischt *Renaudin* den 1 Theil warmen Wassers mit den 11 Theilen kaltes. Die Mischung besteht offenbar aus 12 Theilen, und auf diese wird die Wärme vertheilt. Sie ist demnach in jedem Theil  $\frac{1}{12}$  und nicht  $\frac{1}{11}$ , wie Wolf verzagt. Ich finde auch, daß *Boerhaave*, *Marini*, *Nichmann*, *Le Sage, de Luc*, und andere sich an Wolfens Urtheil nicht gehalten, sondern die Versuche selbst angestellt haben. Es zeigte sich daraus, daß des *Renaudin* Vorschlag besser aufgenommen zu werden verdient hätte, wenn auch gleich weder eine geometrische Genauigkeit dabei war, noch der Grad der absoluten Kälte dadurch bestimmt werden kann.

## §. 97.

Mit dem Anfange des sechzehnten Jahrhunderts fingen die Thermometer an, ein besseres Schicksal zu erhalten. *Amontons* Verdienste daran, habe ich bereits im vorhergehenden Hauptstück angeführt. Um gleiche Zeit gab auch *Newton* seine Beobachtungen über verschiedne bestimmte Grade der Wärme in den Philosoph. Transact. jedoch nicht unter seinem Namen heraus. In *Danzig* war damals auch schon *Jahrenheit* mit Thermometern beschäftigt. Er hatte, wie *Sanov* in seinen *Natürlichkeiten* der Natur und Kunst berichtet, eines vor dem *Festst* hängen. *Sanov* fand noch das Verzeichniß, der von *Jahrenheit* während des kalten Winters 1709 beobachteten Grade des Thermometers. *Jahrenheit* zog 1713 von *Danzig* weg, und vertheilte Wölfen 1709 seiner Thermometer, die zu Wolfens Verwandern immer mit einander übereinstimmten. *Jahrenheit* fand in *Holland* und *England* bessere Aufseher, und besonders an *Boerhaave* einen guten Rathgeber. Nach lang er an, seine Thermometer mit Quecksilber zu füllen, und des Grad des siedenden Wassers zum Grunde zu legen, wobei er aber jedoch fand, daß dieser Grad sich nach dem Stande des Barometers ausricht.

## §. 98.

Die Frage: Ob die Grade der Ausdehnung des Grades der Wärme proportional sein? veranlaßt ganz ungewissen eine andere: nemlich, ob bey einseitigen Grades der Wärme die Grade der Ausdehnung bey verschiednen *Matrimis* einander proportional blieben. Diese Frage war nun unstreitig leichter durch Versuche zu bestimmen. *Jahrenheit* hatte demit zu Stande zu kommen, daß er

Ätherisirende Thermoeter von Weingeist und Quecksilber würde machen können. Der Versuch schlug fehl. Johnson glaubt, daß die Säule aus dem Umrösche des Wäters liege. Doch kann man sich nach einem andern Versuch anzeigen. Der wahre Grund sollte aber eigentlich dieser sein, daß wenn flüchtige Materien, sowohl dem Boden als dem Hitzten nahe sind, ihre Ausdehnung auslöset, ungleichmäßig zu werden, und daß wenn sie eingeklopft sind, ihre Ausdehnung ebenfalls nach andern Ursachen forgesetzt, als wenn sie sich ganz frei ausdehnen können.

§. 95.

Kaasner ist, so viel ich weiß, der erste, der hierauf Achtung gegeben. Indessen gab er dem Weingeist vor dem Quecksilber den Vorzug deswegen, daß er die genauere Vergleichung was nicht ganz unrichtig, doch wenigstens gar nicht bekannt machte. Dieses nahm endlich MICHAEL DE CROFT vor. Er versetzte einige Thermoeter von Weingeist, Quecksilber und Quecksilber, um den Gang derselben mit einander zu vergleichen. Er fand Umrösche dabei, die gar nicht unrichtig sind. Eben dieses fanden auch ihn auch BRANDER, de LUC, BERCHMAYER und andre. Diese Ungleichheiten verzeihen nun den Zweifel, den man schon hatte, ob nämlich die Größe der Wärme aus der Ausdehnung der Körper zu gleichen Schritten gehen oder nicht. Denn da die Ausdehnung verschiedener Materien einander nicht proportional bleibt, so kann dieselbe nicht so gleichmäßig als das Maß der Wärme angesehen werden. Dabey ist nun die Frage: welche Materie dem Wätern am nächsten kommt, oder wie man sich der Ausdehnung der Gräde der Wärme bestimmen werden könnte, sehr natürlich. Diese Frage war nun eben der Inhalt, woraus *de LUC*, und nach ihm *de LUC* des *RANALDI* Vorschlag (S. 96.) wieder hervorgeht, und besonders letzterer sehr ausführliche Versuche darüber anstellte.

§. 100.

Bei allen diesen Hien man zu verstehen, oder wenigstens gar nicht daran zu denken, daß man das, so man sucht, an dem Aristotelischen Thermoeter beizulegen kann. Man weilt bey den Thermoetern solche Strafkriterien andringen, die nicht bloß den Grad der Ausdehnung, sondern die eigentlichen Gräde der Wärme anzeigen sollten. Man hätte nur genauere nachsehen sollen, was man durch Gräde der Wärme zu verstehen habe. Denn das unbestimmte in diesen Reden machte eben, daß man weiter wußte, was man schon hatte noch was weiter zu suchen blieb. Bey der Wärme kommt 1. die Menge, 2. die Dichtigkeit, 3. die Kraft der Brandstoffe vor. Und diese drey Stücke hat in verschiedenen Körpern so sehr verschieden, daß man auf jedem besonders Rücksicht nehmen muß.

## §. 101.

Man war man schon gezeiget zu verhoffen, daß j. E. verschiedene Materien einerley Grad der Wärme haben, wenn ein und eben das Thermometer in denselben einerley Grad der Ausdehnung anzeigt. Des dieses Urtheils konnte man aber durch Grad der Wärme nichts anders als Kraft der Wärme verstehen, und zwar diejenige Kraft, welche in wärmeren Körpern größer, in kältern Körpern geringer ist, und welche eben daher machet, daß die Wärme sich aus ihnen in diese hinüber zieht, bis ein völliges Gleichgewicht statt hat, das will sagen, bis die Körper gleich warm sind. Es ist nun aber das Maas dieser Kraft in der Luft durch den Amontonschen Lehrsat (S. 49.) sehr gut und richtig bestimmt, und so hatte man wirklich schon, was man erst noch suchen wollte, nemlich das wahre Maas von dem Grad der Wärme.

## §. 102.

Ich habe aber weilen (S. 100.) außer der Kraft der Franckenschen noch ihre Menge und Dichtigkeit Ermessung gethan, und setze auch im vorhergehenden Hauptstücke mich auf den Begriff der Kraft der Wärme in gleich dichter Luft eingeschrieben (S. 73.) weil in der That der Amontonsche Satz unmittelbar nur von dieser Kraft das wahre Maas anzeigt. Da sich demnach die Kraft der Wärme selbst in der Luft nach ihrer Dichtigkeit richtet, so ist einerley Wärme in dichter Luft mehr Kraft hat als in dünnerer; so ist kein Zweifel, daß nicht auch in andern Körpern einerley Wärme ganz verschiedne Kräfte haben werde. Man sieht aber ohne Mühe, daß diese Verhältnisse derseits von den Körpern selbst herrührt, und daß sie ohne Nachtheil des vorhergehenden (S. 101.) erwähnten Gleichgewichts statt haben kann. Die Kraft der Wärme in den Körpern selbst kann von der Kraft, die sie gegen die umliegenden und berührenden Körpern äußert, sehr verschiedne seyn. Es seindt aber eben dieses Gleichgewicht, daß beide auf eine proportionale Art zu und abnehmen, wenn sie sich verändern.

## Zweiter Abschnitt.

## Newton's Thermometer von Fahrenheit.

## §. 103.

Man findet in *Newtons Principiis*, daß derselbe schon vor dem Jahr 1684 auf die Bestimmung der Grade der Wärme gethan habe. Er sagt des Belegens der Celsius von 1680, daß er durch Erfahrung gefunden, die Hitze des siedenden Wassers sey drey-mal größer als die Sommerhitze, und er macht hinzu, daß die Hitze eines stehenden Eises 2 bis 4-mal größer sey als die vom siedenden Wasser. Es erhellt hieraus, daß Newton die Hitze des siedenden Wassers als einen gewissen Grad angesehen habe. Ich finde auch nicht, wann er ardens flamm deuten sollen. Man weiß von alten Zeiten her, daß siedendes Wasser die von Schmelzen des Juncus und Pines erforderliche Hitze nicht hat, und folglich das Wasser nicht über einen gewissen Grad erwehmet werden könne. Newton sagt dieses als bekannt voraus, ist aber zugleich darauf bedacht, den Grad nicht zu bestimmen. Hingegen machte Galley 1692 und Airy 1701 viel Weitres darauf, daß siedendes Wasser nur bis auf einen gewissen Grad warm werde, und daher zur Eintheilung der Thermometer gebraucht werden könne. Und doch fand nachher das Jährbuch, daß diese Grad nicht so ganz unerschütterlich ist, sondern sich mit der Schwere der Luft ändert. Die Änderung ist übrigens geringe.

## §. 104.

Newton sagt an erwähnten Orte weiter nicht, wann man urtheilen sollte, wie er seine Grade will verstanden wissen. Es ist aber aus den Vorläuften dieser Grade nicht zu vermuthen, daß er den 0 Grad der Wärme da hin gesetzt habe, wo wir unserer Erfahrung nach sagen, daß es anfangs kalt zu werden. Wenn wir also nach *Pascal* (§. 80.) die Sommerhitze auf 1120, und nach (§. 89.) den Grad des siedenden Wassers auf 1370 setzen, so ist der Unterschied 1370 - 1120 = 250, und die Hälfte dieses Unterschiedes = 125. Diese von 1120 abgezogen, giebt den 995ten Grad als denjenigen an, welchen Newton = 0 gesetzt haben mag. Da dieser Grad nur wenig geringer als der von siedendem Wasser ist, so läßt sich vermuthen, daß Newton eigentlich diesen Grad zum Grunde gelegt habe. Auf diese Art entsteht folgende Vergleichung:

Newton

| Newton | Luftthermo-<br>metr. |                  |
|--------|----------------------|------------------|
| 0      | 1000                 | stirrend Wasser. |
| 1      | 1121                 | Sommerswärme.    |
| 3      | 1370                 | stirrend Wasser. |
| 9      | 2110                 | glühend Eisen.   |
| 13     | 2480                 |                  |

Dieser Grad des glühenden Eisens ist zu gering (§. 93.) Newton giebt ihn auch nur unter der Bedingung an, wenn er richtig muthmaße. Nach und er ist nachher merklich größer.

## §. 105.

Im Aprilmonat der Philosoph. Transact. 1701. gab Newton, ohne sich zu nennen, eine Stufenleiter verschiedener Grade der Wärme und Kälte an, wobei sein Verfahren unvollständig beschrieben ist. In den Graden, die geringst als die von der Hitze des schmelzenden Zinnes sind, gebraucht er ein Theilmetr von Quecksilber. Er legte die Kälte des schmelzenden Schwefels zum Grunde, und fing von denselben an die Grade der Wärme zu zählen, indem er des Raums des Quecksilbers in 10000 Theile theilte. In stark siedendem Wasser dehnte sich das Quecksilber auf 10725 Theile aus, und in größtmögtem Zinn, wenn es anfangt seine Flüssigkeit zu verlieren, ging die Ausdehnung bis auf 11516 Theile. Diese Art ein Thermometer zu verfertigen und einzurichten, hätte keinen bezweckten werden. Newton ging aber selbst davon ab. Er nahm das Wort Wärme in dem eben (§. 17.) erwähnten eignen Verstande. Und da er vermuthlich die schwärmere oder geringere Wärme zu unbestimmt fand, setzte er die Kälte des stirkenden Wassers, als den ersten Grad oder den Anfang der Kälte, und zugleich auch als den Anfang der Wärme an. Sodann gebrauchte er die äufferste Wärme des menschlichen Leibes als den eigentlich positiven Grad der Wärme, und theilte denselben in zwölf gleiche Theile, und so theilte er sein Thermometer ein. Den Grad des siedenden Wassers fand er nach dieser Eintheilung 34. Einige mit diesem Thermometer angestellte Beobachtungen sind folgende:

| Newton           | Fahrenheit |                                                                                                                                                                                                    |
|------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                | 1000       | frisches Wasser, gleichender Schmelz.                                                                                                                                                              |
| 4                | 1044       | Frühling und Herbstdruck.                                                                                                                                                                          |
| 6                | 1065       | Sommerdruck.                                                                                                                                                                                       |
| 11               | 1130       | Wärme des Leibes, auch zum Erweicheln.                                                                                                                                                             |
| 14 $\frac{1}{2}$ | 1155       | Wasser, worin man die Hand lange halten kann.                                                                                                                                                      |
| 17               | 1185       | Wasser, zu warm für die Hand.                                                                                                                                                                      |
| 20 $\frac{1}{2}$ | 1224       | Wasser, worin frühzeitigem Wachs ansetzt undurchsichtig zu werden.                                                                                                                                 |
| 24               | 1261       | Wasser, worin Wachs noch nicht aufbeißt.                                                                                                                                                           |
| 34               | 1270       | stark lebend Wasser.<br>Schwefel von 3 Theilen Distanz, 3 Theilen Zinn, 3 Theilen Ölz erhalte sich darin demnach schön.                                                                            |
| 40 $\frac{1}{2}$ | 1447       | Wasser, worin ein Schwefel von 5 Theilen Distanz, 4 Theilen Zinn, 1 Theil Honig schön.                                                                                                             |
| 48               | 1512       | gleichendes Schwefel von gleich viel Zinn und Wasser.                                                                                                                                              |
| 57               | 1610       | Schwefel loch von 2 Theilen Zinn, 1 Theil Distanz, ungleiches von 3 Theilen Zinn, 2 Theilen Ölz, flüchtig loch von 5 Theilen Zinn, 2 Theilen Distanz, ungleiches von gleich viel Zinn und Distanz. |
| 68               | 1740       | gleichend loch von 1 Theil Distanz und 8 Theilen Zinn.                                                                                                                                             |
| 70               | 1763       | flüchtig Zinn.                                                                                                                                                                                     |
| 72               | 1785       | gleichend Zinn.                                                                                                                                                                                    |

## §. 106.

Die für die Frühling und Sommerdruck angelegte Grade sind an sich merklich unbestimmt. Und eben so richten sich auch die der Hand erträgliche Wärme des Wassers sehr merklich nach der Verschiedenheit und besonders auch nach der Jahreszeit. Die zum Erweicheln nöthige Wärme mag bey verschiedenen Gelegenheiten ein etwas verschiedenes seyn. Ueberhaupt aber wird sie um etwas größer als die Wärme der Hand angesetzt. Newton giebt hierzu hier zwey Grade für das warme und flüchtigste Wachs an. Amontons fand beede etwas größer, so doch wird der Unterschied vermindert, wenn wir Amontons Grad der Hitze des flüchtigen Wassers, den er gerade bey auf 73 Zoll zeigt und 1417 Grad des Leibes thermometers ansetzt, nur so viel vermindern, daß er nur 1370 Grade betrage (S. 78. 89.)



## §. 107.

Allen Kältefen nach hat der Zustand, daß Newton diese Grade der Wärme nicht unter seinem Namen bekannt gemacht, denn Amontons's Anlaß gegeben, diesen ungenannten besten Keisler anzugreifen, und an des Verdachtens zu so viel möglich und mehr als es seyn sollte, zu tadeln, und Erklärungen gegen Erklärungen zu seyn. Newton hatte es mit Cartesen zu arg gemacht, und Cartes war damals in Paris, was Keisler's bey des Scholastikern war. Dagegen kam man noch, daß der beständige Grad der Wärme des siedenden Wassers, den Amontons im Jahr 1702 als seine Erfindung und als ganz neu ausgab, in England nicht mehr neu war. (S. 105. 105. 32.) Amontons's konnte übrigens gar wohl von diesen Bemerkungen nichts gewußt haben. Und sein Thermometer war ein solcher Anlaß zu Versuchen, den Amontons nicht wohl umgehen konnte hingehen lassen. Er konnte demnach allerdings mit seinem Thermometer den Versuch von der Wärme des siedenden Wassers vornehmen, von dem man damals glaubte, daß er mit dem Florentinischen Thermometer von Weingeist nicht verglichen werden konnte, weil der Weingeist eher siedet, als Wasser.

## §. 108.

Newton wurde also endlich gezwungen, daß er den 0 Grad der Wärme bey dem stehenden Wasser zu finden glaubte, und von da an, die übrige Grade schätzte. Dieser Tabel weilt aber eigentlich nichts mehr sagen, als daß Newton den Grad der absoluten Kälte nicht bestimmt hat. Denn übrigens spricht Newton allerdings von Graden der Kälte so, daß er diese von dem 0 Grad seines Thermometers unterschiedet. In dieser Absicht läuft demnach der Tabel auf einem Widersinn hinaus. Newton nennt nur das warm, was wir als warm empfinden. Amontons's hingegen nennt warm alles, was noch Kälte werden konnte. Hiemit ging demnach Amontons's weiter, und mit gutem Erfolge.

## §. 109.

Amontons's hält sich ferner sehr dabei auf, daß seine Versuche und Beobachtungen über die Frühling- und Sommerwärme und über die Wärme des Lufes von den Newton'schen abhingen. Er konnte sich immer begnügen zu sagen, daß diese Grade nicht immer gleich sind: Newton's hält nicht in'stand an; Er setzt Winterwärme auf 0, 1, 2, Frühling- und Herbstwärme auf 3, 4. Sommerwärme auf 4, 5, 6. Und da er von stehendem zum siedenden Wasser nur 34 Grade schätzte, so sieht man, daß seine Grade sehr groß sind, und daß Newton's nur überhaupt anzieht. Newton begnügte sich ferner, nicht nur den

Grad anzeigen, welchen das Thermometer anzeigt, wenn man es in der Hand oder an den Leib hält. Er wollte auch wissen, wie es sich verhalte, wenn die Hand in warmes Wasser gehalten wird. Hier fand er größere Grade. Amontons hingegen machte den Versuch nicht mit heißen oder warmen, sondern mit lauem Wasser, welches ihm ziemlich weder warm noch kalt vorkam. Und da sein Thermometer nicht weiter als bis zum Grade des siedenden Wassers stiehe, ungeachtet es ganz wohl mitten hinein trichen können, so machte Amontons auf andere Versuche, um auch die größern Grade von Hitze, die Newton angegeben hatte, prüfen zu können. Hierin aber blieb Amontons sehr hinter Newton zurück. Er wollte Newtonen, wo er ihm hätte folgen können.

### Dritter Abschnitt.

#### Fahrenheit's Thermometer.

§. 110.

Fahrenheit war ungefähr zu gleicher Zeit mit Amontons und Newton auf, inwiefern sein Name erst nach 1713 bekannter wurde. Dieser Umstand, und besonders auch, daß er seine Kunstgriffe Anfangs nicht bekannt machen wollte, hindert über den Ursprung der Geschichte seiner Thermometer einige Dunkelheit aus. Wolf erzählt in den Actis Erudit. 1714. kaum etwas mehr, als daß die zwei Thermometer, so er von Fahrenheit erhalten, gut mit einander übereinstimmten. Dieses war damals beste menschliches, weil sie an einem Vierteln neben einander gehalten waren, und eine gemeinsame Stufenleiter hatten. Und dieses war zwar an sich nicht richtig, weil größere Ausdehnungen durch größere Grade angezeigt werden konnten. Es trug aber, zumal bey kleinen Veränderungen der Wärme, zur Gleichheit des Ganges beider Thermometer mit bey, jagte mehrere Kunst an, und damit zugleich sie veränderter zu halten. Wolf erwieh auch das Kunststück nicht, weil er es in den Sulzen suchte, womit der Gang des sich flücht ausdehnenden Weingestes, seiner Vermengung nach, manich gestrichelt werden. Wolf beschrieb übrigens die beiden Thermometer und ihrer gemeinsamen Stufenleiter sehr genau. Inwiefern nun diese Stufenleiter mehr die erste noch die letzte, die Fahrenheit gebraucht hatte, inwiefern er übrigens die zum Grunde gelegte Grade bey diesen Veränderungen beschrieb.

§. 111.

Diese Grade sind 1°. der von Schmelz oder geschmolzen Eise, welches mit Selenmetalle vermischt werden. 2°. Der von der Wärme des menschlichen Leib

des. Den Zinnbercan theilte er Anfangs in 120 gleiche Theile, von denen er 90 aufwärts, und eben so viele unterwärts zählte, wiewohl auch noch oben und unten zu etwa 10 Graden Raum ließ, um 100 Grade der Wärme, und eben so viele Grade der Kälte zu haben. Dieses ist die Eintheilung des wahren (S. 97) erwähnten Thermometers zu Danzig. Solche verfertigte Fahrenheit noch im Jahr 1722, da er in Berlin war, und er theilte eines der damaligen Königl. Societät der Wissenschaften mit, welches schon lange nicht mehr vorläufig ist. Nach dem, was Herrschow in dem Bande der Miscell. Berlin. erzählt, hat damals ein junger Mathematiker Darnsdorf etwas von Fahrenheit's Eintheilungserfahren. Fahrenheit arbeitete hierauf seine Stufenleiter, und gab seinen Thermometern eine geschweidigere Folge.

## §. 112.

Diese gelobene Stufenleiter ist nun die, welche Wolf an seinen Thermometern vorschau. Anstatt der 120 Grad zählte nun Fahrenheit nur 24, und zwar in einem Fort von unten herauf. Und da diese Theile noch mercklich groß waren, so bewachte er bey jedem noch die Viertelsheile. Endlich mag ihn Boerhave angerathen haben, diese Theile als ganze anzusehen, und damit 96 Grade zwischen dem Froste des gefahrenen Eises und der Wärme des lebtes anzusetzen, zu gleich aber auch anstatt des Weingeistes Quecksilber zu gebrauchen und sie dessen drei spanische Versuche die Stufenleiter bis zur Hitze des siedenden Quecksilbers zu erweitern, welches ungefähr beyen 6000en dieser Grade eintraf.

## §. 113.

Der dieser letzten Eintheilung ist nun Fahrenheit geblieben, und sie ist noch dormalen lange nach seinem Tode üblich. Boerhave und Musschenbroek gebrauchten sie durchaus, und überdies hat man eine Menge von Beobachtungen, die in Fahrenheit'schen Graden angegeben sind. Man versetzte auch gewöhnlich, daß diese Thermometer mit Quecksilber gefüllt seyn. Dem Fahrenheit hat die Hoffnung, sie mit denen von Weingeiste gefüllten gleichstimmend zu machen, ganz aufgegeben, (S. 98.) und nach ihm blieben Prinz zu Amsterdam und andere Künstler dabei, daß sie Quecksilber gebrauchten. Uebrigens fanden schon Boerhave und Fahrenheit dinstlicher, den Grad des siedenden und des stehenden Wassers zum Grunde zu legen. Sie bestritten aber, um die Sprache nicht zu verwirren, die Eintheilung bey, und so setzten sie den Punkt des siedenden Wassers erst auf den 212ten, und den vom stehenden auf den 32stem, jedoch diesen letzten dergestalt, daß sie bey verkehrtem Barometerstände etwas vor- und nachgaben. Martine fand den Grad des zu schmelzen anfängenden oder stehenden Wachs

bey dem 142ten Grad, und die Temperatur des Kaltes der Pariser Sternwarte wurde bey 53. oder 54ten Grade befallen. Seine Weisung seyden bey 170ten Grad, Schickener oder bey 185ten. Diese Grade volgen zu einer vorläufigen Vergleichung mit dem Luftthermometer hundertgrad sein, wenn wir sie nur so verstehen, daß 180 Zehrentsche Grade mit 370 vom Luftthermometer übereinstimmen.

| Zehrents-<br>Grad | Luftthermo-<br>meter. |                        |
|-------------------|-----------------------|------------------------|
| 0                 | 934                   | gehlyes Eis.           |
| 33                | 1000                  | stehendes Wasser.      |
| 54                | 1041                  | tiefer Rother Wein.    |
| 95                | 1132                  | Wärme des Blutes.      |
| 143               | 1225                  | bedehendes Wasser.     |
| 175               | 1294                  | stehendes Weingeist.   |
| 185               | 1312                  | von Schickener Art.    |
| 212               | 1370                  | stehendes Wasser.      |
| 600               | 2158                  | stehendes Quecksilber. |

#### Vierter Abschnitt.

Das de Nölsche und einige andere Quecksilber-Thermometer.

§. 114.

**B**ald nach Keisersut (S. 99.) sah auch de l'Isle zu Peitersburg auf die Be-  
dauern, den Thermometern eine vortheilhaftere Einrichtung zu geben,  
und sah besonders dahin, daß man mit einem einzigen zum Grunde gelegten Grade  
ausreichen konnte. Er wählte Quecksilber dazu, und fand, daß wenn dessen  
Korn dem Grade des stehenden Wassers in 10000 Theile getheilt wird, der-  
selbe bey dem stehenden Wasser nur 9330, demnach 150 weniger betragen würde,  
Daß 150 Grade mehr er von oben hermit.

§. 115.

Dieses Thermometer wurde in Moskau sehr üblich. Der beschriebte  
Grad sollte dabey der vom stehenden Wasser seyn. Da aber Zehrentsart und  
nach ihm mehrere andere gefunden, daß stehendes Wasser bey niedrigem Baro-

metallische, und daher auch auf Dergleichen weniger warm wird, als wenn oder wo das Barometre höher steht, so fällt das beschriebte in dem de L'Isle'schen Grade in so fern weg, daß eine Reduction damit vorgenommen, und so wie bey andern Thermometren eine bestimmte Barometrichöhe fest gesetzt werden muß. Uebrigens ist es unthunlich, daß ich noch bey dem de L'Isle'schen Thermometre noch länger aufhalte. Es ist von Quecksilber wie das Fahrenheit'sche, und unterscheidet sich von demselben nur in Ansehung der Eintheilung und der Art zu zählen. Da auch die von Celsiusus eingeführten schwedischen Thermometre von Quecksilber sind, so ist es hier ebenfalls genug, wenn ich anmerke, daß Celsiusus vom Punkte des frierenden punct des siedenden Wassers 100 Grade ansetzt zu zählt. Christianus ja 1000 soll eben diese Eintheilung auch gemacht haben. Endlich seitdem einige angefangen haben, Kolumbus'sche Thermometre von Quecksilber zu machen, so geht eben auch dies her. Man zählt darauf zwischen erstbenanntem zweem Punkten 80 Grade. Dergleichen folgende Vergleichung:

Quecksilberthermometre.

| Jahren-<br>zeit. | de L'Isle. | Schweden, nach<br>Celsius. | nach New-<br>ton. |                                                |
|------------------|------------|----------------------------|-------------------|------------------------------------------------|
| 32               | 150        | 0                          | 0                 | frierend Wasser.                               |
| 212              | 0          | 100                        | 80                | siedend Wasser.                                |
| 180              | 150        | 100                        | 80                | Unterschied, oder Theile des<br>Zwischenraums. |

### Fünfter Abschnitt.

#### Thermometer von Weingeist.

S. 116.

By den bisher angezeigten Vergleichungen habe ich die Ausdehnung der Materien durch die Wärme einander proportional gezeigt. Die Materien war von Luft, Leinöl und Quecksilber, und sie gehen auch in der That wenig von einander ab. Ich habe auch bereits schon (S. 98.) anmerkt, daß der Weingeist, zumal wenn er eingedicktest ist, hieran eine Ausnahme mache, die man auch überhaupte bey allen wässrigen Materien findet. Namentlich wachte es, und dennoch gab er den Thermometren von Weingeist den Vorzug. Er ließ an seinem Thermometre große Röhren von zweem bis drey Zoll Durchmesser, und machte sie ge-

eide dadurch desto unempfindlicher und langsamer in ihrem Gange. Er wählte den Grad des siedenden Wassers oder kochenden Eises, und den vom siedenden Wasser zum Grunde der Quecksilberung, und da er fand, daß sein Weingeist sich mit 1000 ja 1080 ausdehnte, so theilte er auch den Zwischerraum in 80 Theile,

## §. 117.

Dieses schien alles ganz gut ausgedacht zu seyn, und viele, die lieber dem Herrn von REAUMUR eine Höflichkeit erweisen als die Sache selbst untersuchen wollten, fanden seine 1000 Abtheilungen darüber vorzuziehlich. Indessen waren nicht alle so leichtgläubig. Ein auf die Pariser Sternwarte, neben das alte ja Heilige geistliche Thermometer, wurde nach einigen Jahren gegen ein anderes, das besser gemacht seyn sollte, umgewechselt. Man hielt nach und nach von ganz ungläublichen Graden der Wärme sprechen, die in verschiedenen Welttheilen mit dem REAUMUR'SCHEN Thermometer beobachtet worden. Die Vergleichung desselben mit Quecksilber-Thermometern wollte auch nicht von statten gehen. Ueberdies ist auch das MICHELI *de CASSE* auf, und beschuldigte das REAUMUR'SCHE Thermometer, daß daran die zum Grunde gelegte Grade gar nicht getroffen worden, und besonders, daß sein Grad des siedenden Wassers nicht wenigstens als der, sondern nur der Grad des siedenden wasserhaltigen Weingeistes sey. MARTINI in seinen Abhandlungen über die Thermometer und Grade der Wärme führte ähnliche Klagen, und erhielt den Beyfall des Herrn von MARIAN. Endlich hat auch ganz neulich Herr *de LUC* sich in seiner *Modification de l'Aeromètre* über dem REAUMUR'SCHEN Thermometer sehr lange aufgehalten, und die Wärme genommen, ein Thermometer zu verfertigen, welches nach REAUMUR'S Worschrift eingerichtet war, um dessen Fehler noch mehr aufzudecken. Aus allem ergab sich, daß was REAUMUR für 80 Grade ausgab, an seinem Thermometer in der That 90, 100 bis 110 Grade austrug, und daß sie nicht weniger als übereinstimmend waren.

## §. 118.

MICHELI *de CASSE* erhielt endlich den Grad des siedenden Wassers bey dem Weingeistthermometern dadurch, daß er die Röhre oben zugeschloß, ehe er sie ins siedende Wasser setzte. Wohlriecht mußte er nach Anleitung des PAPIER'SCHEN Siedetropfens, das eingeschlossen Wasser stark größern Wärme und Ausdehnung abgibt, und so konnte er schließen, daß auch der Weingeist im Thermometer ganz eingeschlossen werden müsse, wenn er die Höhe des siedenden Wassers ausstellen sol. Der Erfolg bekräftigte seine Vermuthung, und so war er nun darauf bedacht, den Gang seines Thermometers mit dem von LINNÉ und QUOD.

Quecksilber zu vergleichen. Es fand, daß beide lehrte Materien wenig von einander, desto mehr aber vom Weingeist abgehen. Eben dieses fanden nachgehends auch andere, und unter diesen haben besonders de Lvc und Strohmeyer ihre Versuche bekannt gemacht. Die Versuche gehen von 10 zu 10 Graden, und sind weisheitsig und mühsam. Es ist auch sehr zu bedauern, daß wenn der eingeschlossene Weingeist mehr erwidert wird, als er in offenen Gefäßen erwidern werden kann, er sich, so zu sagen, in einem gewohnenem Zustande befindet, und eben daher auch die Grade seiner Ausdehnung einem ganz andern Gehege folgen müssen.

## §. 119.

Im Jahr 1765 machte ich mir zwei Thermometer von Quecksilber, und theilte daran den Raum vom stehenden zum stehenden Wasser in 50 gleiche Theile, Neben diese hing ich einige Thermometer von Weingeist, und durch Vergleichung ihres Ganges mit jenem, theilte ich diese so ein, daß sie bey den gewöhnlichen Graden der Lufttemper mit einander übereinstimmten. Die von Quecksilber werden durch Zusätzen und Versuche bald verunglückt, und so überließ mir noch die von Weingeist, mit denen ich auch versuche, Beobachtungen und Versuche anstellte. Ich suchte auch immer einen Verriath davon zu erhalten, daß wenn auch einige verdröhen sollten, ich noch immer andere übrig behielte, nach welchen ich neue einstellten konnte. Denn ich hatte schon 1751 durch Versuche gefunden, daß man Thermometer aus sehr selten gleichstimmend macht, wenn man sie neben einander hängt, und auf diese Art gleiche Grade der Wärme und Kälte darauf zeichnet.

## §. 120.

Auf diesen Thermometern fand ich nun den Grad des Siedens und zu schmelzen anfangenden Wachses zwischen 37 bis 58, und zwar Winters und Sommers, mit rothem und gelbem Wachs ohne Unterschied. Die Wärme des letztern nach dem Unterschied der Tages- und Jahreszeiten, zwischen 30 und 32 Graden. Das stehende Wasser hatte ich an sich schon auf 0 gesetzt. Und in Schweden, der mir gleich viel Bekantheit war, fand sich der 15 bis 16te Grad unter 0. Hiervon sah ich folgende Vergleichung:

| Säthem-<br>heit, von<br>Quecksilber | Weingeist. |                                       |
|-------------------------------------|------------|---------------------------------------|
| 32                                  | 0          | Strecke Wasser.                       |
| 97                                  | 32         | Wärme des kochend.                    |
| 143                                 | 58         | Strecke Wachs.                        |
| 65                                  | 32         | Unterschied der zweiten ersten Grade. |
| 45                                  | 26         | Unterschied der zweiten letzten.      |

Es zeigt sich hernach ohne Mühe, daß die Unterschiede einander nicht proportional sind, und daß ich für das stehende Wasser oder für den 212ten Säthem-  
heitlichen Grad zum ganz verschiedenen Grade für die Ausdehnung des Weingei-  
stes herausbringen würde.

## §. 121.

Ich fand auch ohne Mühe, daß die Säthemheit vom stehenden zum se-  
henden Wasser 120 Grade zeigt, der erste Unterschied  
die Analogie

$$65: 32 = 180: 89.$$

der andere aber

$$45: 26 = 180: 104.$$

angeht. Man ist 89 von 104 allzusehr verschieden, als daß der Unterschied  
hies von der Unbestimmtheit der beobachteten Grade hätte herrühren können. Die  
Thermometer von Weingeist habe ich, wie bereits erwähnt worden, so gerichtet,  
daß sie in den gewöhnlichen Graden der Wärmung mit denen von Quecksilber zu-  
sammen stimmen. Und so hätte auch der Grad des stehenden Wassers der Höhe  
sein sollen. Es zeigt sich aber hier, daß die Proportion nicht gleichförmig fort-  
geht, sondern die Ausdehnung des Weingeistes mit zunehmender Wärme stärker  
zunimmt als die von Quecksilber.

## §. 122.

Endlich ließ ich es 1776 im Zimmer auf einem Versuch aufkommen, sich  
eines der Weingeistthermometer über den Dampf des siedenden Wassers, und  
nachdem es schon ziemlich warm geworden, stellte ich es ganz hinein. Es stieg  
darin bis auf 102½ Grad. Ich hatte mir inzwischen wiederum ein Thermome-  
ter von Quecksilber anfertigt, und dieses setz ich oben (§. 81 — 89.) beschrie-  
benen Luftthermometer, verglich ich sowohl in stehendem Wasser als in geringem



Graden der Wärme, und selbst auch in der damaligen strengen Kälte mit einem Grad, um je sechs, wiefern Weingeist, Quecksilber und Luft in ihrem Gange unterschieden oder übereinstimmend sind. Luft und Quecksilber gingen ziemlich genau in gleichen Schritten. Aber beym Weingeiste fand sich ein sehr merklicher Unterschied.

S. 123.

Die Vergleichung des Quecksilbers und Weingeistes war folgende:

| Quecksilber | Weingeist. |                            |
|-------------|------------|----------------------------|
| 15,0        | 14,5       | vor dem Festen.            |
| 0,0         | 0          | frisches Wasser.           |
| 20,7        | 22,0       | Wasser des selbes im Damp. |
| 50,0        | 57,0       | schmelzendes Wasser.       |
| 80,0        | 102,6      | frisches Wasser.           |

Diese Vergleichung war hinreichend, um vermuthlich der bekanneten Eigenschaften wegen eine Gleichung zu finden, welche alle Grade, so zwischen die beobachteten Grenzen laufen sollen, mit hinreichender Genauigkeit angiebt. Und die Gleichung ließ sich desto leichter finden, da beide Thermometer bey dem Fixpunkt gleich große Grade haben. Wenn demnach, von diesem Punkt an anfolendes geschieht, die Grade des Quecksilbers durch  $q$ , die vom Weingeiste durch  $w$  angedeutet werden, so gab die Beobachtung ein solches folgende Gleichung:

$$w = q + \frac{102,6 - 80}{80,80} q^2$$

Statt dieser Gleichung hätte eigentlich eine ganz andre angewiesen werden. Da ich es aber den zwey Gliedern weilen bezeichnen lassen, so entstand die Frage: Ob nicht besser die Gleichung

$$q = w - \frac{102,6 - 80}{102,6 \cdot 102,6} w w = w - \frac{w w}{465,8}$$

angewiesen sey. Denn beyde sind auf einedes Beobachtungen gegründet und geben für  $q = 0$ , und  $q = 80$ , die Werthe  $w = 0$ , und  $w = 102,6$ . Die Frage war also: welche von beyden die übrigen Grade näher angiebt werde? In diesem Ende sey ich in der ersten Gleichung  $q = 50$ , und erhielt  $w = 53,33$ . Die Erfahrung gab  $w = 57,00$ , und demnach merklich weniger. Dies sey ich in der andern Gleichung  $w = 57$ , und erhielt  $q = 50,03$ . Die

lesung gab  $q = 50$ , welches so viel als nicht unterschieden ist. Ich habe bemerkt, daß die zweite Mischung zum Einwickeln gebraucht werden magte. Und da ich eigentlich  $w$  durch  $q$  finden wollte, so magte ich sie in folgende

$$w = 231,88 - \sqrt{231,88^2 - 463,76 q}$$

aussähen.

## §. 124.

Hierauf nahm ich  $q$  von 10 zu 10 Graden an, und fand die Werte von  $w$ , welche in der zweiten Columne selbiger Tafel vorkommen. Diese vermehrte ich in der Vorlesung von 102,6 zu 80, um den Einigungspunkt auf den 10ten Grad zu sehen. Diese vermehrte Grade kommen in der 3ten Columne vor. Die drei folgenden Columnen geben eben diese Grade nach den *de CREST*, *de LUC* und *Strohmayer's* Beobachtungen an, so daß sie also hiermit verglichen werden können.

| Quersilber | Weingeiß.            |                   |                 |             |       |
|------------|----------------------|-------------------|-----------------|-------------|-------|
|            | Nach meiner Versuche | <i>de CREST</i> . | <i>de LUC</i> . | Strohmayer. |       |
| 0          | 0,00                 | 0,00              | 0,00            | 0,00        | 0,00  |
| 10         | 10,33                | 7,58              | 7,94            | 7,90        | 8,03  |
| 20         | 20,94                | 16,33             | 16,37           | 16,10       | 16,45 |
| 30         | 32,53                | 25,13             | 25,05           | 25,60       | 25,30 |
| 40         | 44,19                | 34,46             | 34,36           | 31,10       | 34,66 |
| 50         | 56,97                | 44,41             | 44,31           | 45,30       | 44,63 |
| 60         | 70,78                | 55,16             | 55,06           | 57,10       | 55,36 |
| 70         | 85,31                | 66,91             | 66,83           | 67,30       | 67,05 |
| 80         | 102,60               | 80,00             | 80,00           | 80,00       | 80,00 |

## §. 125.

*MICHELLE de CREST* hat eigentlich seine Vergleichung in solchen Grad den vorgenommen, denn er von der Kolennlinie der Parole *Stromayer's* bis zum siedenden Wasser 100 theilt. Er legte die Grade des Weingeißthermometers erst von 10 zu 10 zum Grunde, und bestimmte durch Versuche die entsprechenden Grade von Quersilber und Insekt. Die Versuche selbst giebt er nicht an, sondern eine Tafel, welche er durch Einwickeln berechnet hat, und wobei die zweiten Differenzen beständig sind. Wenn ich seine Grade aufwärts gerechnet für Weingeiß, Quersilber und Insekt durch  $V$ ,  $Q$ ,  $I$  ausdrückte, so können jetzt seine Tafel folgende zwei Formeln dienen:

$$Q = \frac{1500 V - 4 W}{1500}$$

$$O = \frac{1100 V - 2 VV}{900}$$

welche alle seine Zahlen genau anzeigen. Die Grade V, Q, O, werden hier von Punkt der Reiterlinie gezählt. Da CAEST sich auf seinem Thermometer den Eispunkt des dem Grad — 10,4, wieviel er Anfangs viel Schwirrigkeiten machte, um vorläufig sein *Tempéré de la terre*, als den Punkt angeben zu können, von welchem die Zählung anzufangen müßte. Mittelft dieses Grades 10,4, lassen sich von die Focusten in andere verwandeln, wo beyen Eispunkt 0, und beyen siedenden Wasser 80 gesetzt wird. Eine solche Rechnung hat de LUC vorgenommen. Nach da ich es unentschieden erachtete, ihm nachzurechnen, so habe ich in vorstehender Tafel die Zahlen angeführt, die ich in dem ersten Bande des de LUCschen Werkes (S. 425 i. S. 323) vorgefunden.

## §. 126.

Strohmayer giebt ebenfalls seine Versuche selbst nicht an, sondern eine Tafel, welche er als mit den Versuchen genau übereinstimmend ansetzt. Inwiefern dem Feine und Siedepunkt sehr er 80 Grade. Er stimmt so mit de CAEST den Gang des Weingeistes als gleichförmig an, und setzt für Quecksilber die zweyten Differenzen beständig. In seiner Anleitung übereinstimmende Thermometer zu verfertigen, kenne S. 42. seine Tafel vor. Sie ist nach der Formel

$$q = 1,272 w' + 0,0034. w'w',$$

berechnet, woraus hervorkommt

$$w' = 187,06 - \sqrt{(34991,44 - 254,12.4)}$$

folgt. Nach mittelst dieser Formel sind die Zahlen der letzten Columne berechnet worden.

## §. 127.

Man sieht aus der Tafel, daß die 4 letzten Columnen nur in Kleinigkeiten von einander abgehen, daß der Unterschied bey de LUC am größten ist, und daß seine Bestimmung zwischen denen von de CAEST und Strohmayer so ziemlich das Mittel hält. Ich finde also nicht Ursache von meiner Bestimmung abzugehen. De LUC war unfernung sehr ernst, und nicht in seinen Worten ungewissen Erge, daß seinen Irrthum auch nicht das geringste von seiner Vermuthung unbekannt bleibe, damit sie ihm sein Dank dafür wissen mögen. Womem Eradyent wird die Sache selbst dadurch nicht gut gemacht. Sie hilft was sie ist, und

noch immer an und für sich betrachtet werden. Und so hätte de Lave in einem andern andern Werke wohl noch sagen können als er wirklich gesagt hat. Ich ver-  
 stehe, daß das Gefüge nicht nach dem Womer, sondern nach dem Urbau des  
 gewesenen worden.

## §. 128.

Der Umstand, daß man entweder  $q$  oder  $w$  nach gleichen Umständen  
 ausdehnt, so kann nicht die potiori Dehneren von  $w$ , sondern die von  $q$  bestän-  
 dig bleiben, und nicht die erste, sondern die zweite Formel des 123. §. gebraucht  
 werden muß, dieser Umstand, sage ich, scheint etwas auf sich zu haben. *M.*  
*CHELL de CASSE* und *Strochmayer* geben dem Weingeist, in Ab-  
 sicht auf die Gleichförmigkeit des Ganges, den Vorrug, und theilen eben daher die Weingeist-  
 thermometer in gleiche, hingegen die Quecksilberthermometer in ungleiche Theile,  
 weil sie glauben, daß sie auf diese Art die Größe der Wärme selbst besser auszu-  
 drücken. Ich habe aber bereits (§. 98. 103.) angedeutet, daß der gewöhnliche  
 Zustand des eingeschlossenen Weingeistes dieses nicht gestattet. *De CASSE*  
 selbst sahe, daß der Gang des trübsten fast eben so viel als der Gang des Queck-  
 silbers von dem Gange des Weingeistes abweicht. Wie möglich der Weingeist,  
 der doch so leicht anhang zu sehen, das will sagen, in einem gemächlichen Zustand  
 zu kommen, etwas ganz eigenes haben, wenn er eingeschlossen, seine Ausdehnung  
 genau nach den Graden der Wärme proportional sein.

## §. 129.

Die Zahlen der zweiten Columna sind die eigentliche Grade von reinem  
 Weingeistthermometern. Ich sehe sie gewissermaßen als Reaumursche Grade  
 an, und sie sind es, in so fern sie in der Nähe des Fixpunktes mit einem reinen  
 weissen Quecksilberthermometer (§. 115.) übereinstimmen. Indessen möchte  
 ich doch zu wissen, was allenfalls Reaumur selbst dazu sagen würde, wenn er  
 noch lebte und noch eben so klug, wie Anfangs. Man hätte Reaumur den  
 Hrn. Toller in seiner Kunst Thermometer zu machen, unterrichtet. Er wußte auch  
 von Wasserbrech ähnlich thermometerische Beobachtungen, die aber mit einem  
 fehrbarischen Quecksilberthermometer angestellt werden. Dieses veranlaßte  
 ihn, den Gang des fehrbarischen mit dem Gang des feinen durch den Hrn.  
 Toller vergleichen zu lassen. (*Mém. de l'Acad. de Paris 1739.*) Dieser fand:  
 daß in der Gegend des Fixpunktes 10 Reaumursche Grade von Weingeist  
 gleich 201 Graden des fehrbarischen Thermometers von Quecksilber  
 gleich sind. Es wird übrigens nicht angegeben, wie diese Vergleichung ange-  
 stellt worden, ob Toller ein fehrbarisches Thermometer aus Holland habe  
 kommen lassen, oder ob er selbst eines verfertigt habe. Reaumur betruer sich

inzwischen dieses Verhältnisses und die Nuthwendigkeith Verabtragung, oder eigentlich nur die größten und kleinsten Grade eines jeden Wärmes in Graden des Neaumwischen Thermometers vorzustellen.

## §. 130.

Es folgt nun hieraus, daß wenn die Ausdehnungen des Weingeistes und Quecksilbers einander proportional blieden, der Weingeist sich in siedendem Wasser bis auf den 87ten Neaumwischen Grad ausdehnen würde. Toller sieht auch wirklich dieses Grad in seinen *Leçons de Physique* an, wo er erzählt, daß in einem seiner Versuche vom siedenden zum siedendem Wasser das Quecksilber sich in 10 Minuten in Zeit von 15 Sekunden um  $\frac{1}{10}$ , das Wasser in einer halben Minute und einigen Sekunden um  $\frac{1}{10}$ , der Weingeist in Zeit von 22 Sekunden um  $\frac{1}{10}$ , und das Leinöl in Zeit von 3 Minuten um  $\frac{1}{10}$  seines Volumens ausgedehnt habe. Hier ist die Angabe vom Leinöl mit Newtons Versuche (S. 105.) ziemlich überein. Hingegen bleibe das Quecksilber um  $\frac{1}{10}$  Theil zurück, weil es nach de Lisle und andere Versuchen sich um  $\frac{1}{10}$  Theil ausdehnen sollen. (S. 114.) Wohlriecht manne Toller der Zeit der völligen Ausdehnung nicht ganz ab; und so möchte wohl auch die 87 Grade des Weingeistes um etwas vermehrt werden können, zumal, da Toller die Röhren nicht ganz in das Wasser gehalten hat. Indessen ist mir längst schon ein Vergleich von Neaumwischen Graden der Wärme vorgekommen, wo der Grad des siedenden Wassers auf 87 angezeht war.

## §. 131.

Da man Jahrenheit vom siedenden zu siedendem Wasser 180 Grade setzt, so konnte Toller hören, daß an 87 Grade 180 geben, 10 Grade so viel als 20 $\frac{1}{2}$  austragen werden. Dabei, würde aber freilich vergeren werden seyn, daß Quecksilber und Weingeist in ihren Ausdehnungen nicht in gleichen Schritten gehn. Dieses alles macht mir das von Neaumw angelegene Verhältniß der Grade seines Thermometers zum Fahrenheitischen so viel als unbrauchbar. Hingegen, da er den Grad der Wärme des Leinöls auf 31 Grade setz, und ich ihn an meinen Weingeistthermometern eben so finde, so habe ich mehr Ursache hieraus zu schließen, daß meine Thermometer von dem heutigen der den ersten 30 Graden wenig oder nicht verhalten seyn werden. Und daraus folgt, daß man durch das im 119 §. erwähnte Verfahren die Neaumwische Scala seiner ziemlich gut wissen könne. Man sieht aber zugleich auch, daß ich, so zu sagen, ganz selbständigweise auf ein Verfahren gekommen bin, welches man kaum der Neaumwischen viel willkürlichen Verfahrens gebrauchen kann. Dieser Zufall hat ferner noch das Besondere auf sich, daß ungeachtet Neaumw den Grad des siedenden

Wasser verliert, und hat diesen den Grad des stehenden Weingeistes genommen hat, er eher sein Wasser dadurch eine Expansionsenergie erhalten hat, welche in der Gegend des Fixpunktes seiner Weingeistthermometer nur den nach ihm gemessenen Quecksilberthermometer überwiegen zu machen. Dieses will ich indessen nicht von allen seinen Thermometern verstanden wissen. (§. 117.) Es gilt aber gerade von demjenigen, auf welche Nocturno eigene Beobachtungen und Regeln, kurz, sein ganze Sprache sich bezieht, und welches demnach das wahre Naturliche Weingeistthermometer ist. Von diesem gilt es demnach, daß in der Gegend vom Fixpunkt 3 Grade so viel als 15 *de l'Échelle*, oder 15 Fahrenheit'sche Quecksilbergrade austragen, weil sie 3 Naturlichen Quecksilbergraden gleich sind.

## §. 122.

Herr *de Linc* hat sich viele Mühe gegeben, das was ich vollständigere gefunden, auf eine sehr unvollständige Art zu setzen. Er sieht sich nämlich vor eigentlich Naturliches Thermometer zu machen. Er wählte den dazu noch weitigen unvollständigen Weingeist nach Nocturno Verfahrart, und theilte das Thermometer ebenfalls nach Nocturno Verfahrart und Beobachtungen etc. und beschrieb es gleich auch, wo er den Verfahrart oder den Beobachtungen zu folgen habe. Dieses war erforderlich, weil Nocturno selbst seinen Verfahrart nicht immer in der Ausführung genau nachgekommen, und daher auch die Beobachtungen nicht immer der Verfahrart, sondern der Ausführung gemäß waren. Herr *de Linc* war gleich nur sein eigentlich Naturliches Weingeistthermometer mit seinem Naturlichen Quecksilber-Thermometer, und fand folgende übereinstimmende Grade:

| Quecksilber | Weingeist. |                                  |
|-------------|------------|----------------------------------|
| 80,0        | 100,40     | stehend Wasser.                  |
| 66,6        | 80,00      | Weingeist der aufsteht zu sehen. |
| 29,9        | 32,50      | Wärme des Leibes.                |
| 9,5         | 10,15      | Keller der Pariser Sternwarte.   |
| — 0,8       | 0,00       | stehend Wasser.                  |
| — 17,0      | — 15,00    | gefahen Eis.                     |

Es ist sehr wichtig, diese vollständige Vergleichung und Theilung des Herrn *de Linc* hier auch zu beschreiben. Der Unterschied der 4 letzten Columnen des Tausel (§. 124.) würde mit in Erwägung kommen. Denn, daß *de Linc* das wahre Naturliche Thermometer ziemlich gut getroffen, und daß ich eben nicht Ursache habe, von seiner Theilung abzusehen, so sieht sie auch nur vollständigere noch getroffen. Nocturno's schlechteste Thermometer werden dadurch nicht gut

gut gemacht, und bey den jährlichen damit angestellten Beobachtungen muß immer, so fern es sich thun läßt, aus andern Beobachtungen entschieden werden, auf welchen Grad man das stehende Wasser setzen soll. Denn nach Reaumur wäre es der 50ste seyn. Des Höllet war er 87 und misse. *De Linc* setzt den 100ten, und es hat auch solche gegeben, wo *de CARET* den 112ten setzt. Wenn manlich noch es auch solche, die einen noch größern Grad voraus setzen. Die Wärme in Syrien soll bis auf den 70sten Reaumurischen Grad, die in Senegal bis auf den 39ten Grad gestiegen seyn u.

## §. 133.

Auf diese Art mußten die Reaumurischen Thermometer, wozumehr ganz gleich nach viele nachgemachte waren, nach und nach alle die Ableser über sich ergötzen lassen, die man über die Florentinische überhaupt setzen. (S. 123.) Des *de CARET* und *Martini* Erinnerungen über die wesentliche Fehler, erwähnen zwar bald genug in künftigen Drucke. Ueberdies erinnere Reaumur selbst, daß man den Gang des Quecksilbers, dem von Weingeist nicht proportional seyn müsse. Dessen unradet sehr man getrost fort, die mit Italienischen, *de F. Löhken* und Schwedischen Quecksilberthermometern angestellten Beobachtungen auf Reaumurische, und doch auf ihm nach den in §. 115. angegebenen Verhältnissen zu reduciren, als wenn jenen Weingeist und Quecksilber gar kein Unterschied wäre. *Martini* verläßt durchaus in diesem Fehler, und macht eben daher sein Vergleichungstafel von 15 verschiedenen Thermometern sehr unrichtig. Daraus in den *Nov. Comment. Acad. Petrop.* T. VII. stimmt zwar in seiner Vergleichungstafel mehrere Thermometer auf den Unterschied zwischen Weingeist und Quecksilber Rücksicht, so daß er für stehend Wasser dem Reaumurischen Quecksilberthermometer 50, dem von Weingeist aber 92 Grade giebt, und eben daher den wahren Reaumurischen Weingeistthermometer nicht mehr, weil dieser wenigstens 100 Grade höher maß. Ueberdies magt Daraus der Ungleichheit des Wanges dreier Thermometer gar nicht Rechnung. Neben Fehler in seiner Tafel zu berühren, wird demnach ganz wandelbar seyn.

## §. 134.

Das bisher gesagte betrifft die Vergleichung des Quecksilbers und des Weingeistes, in Absicht auf die ungleiche Ausdehnung, so weit sie durch wirkliche Versuche hat können bestimmt werden. Ich werde nun zur Vergleichung des Weingeistes und der Luft fortsetzen. *Montonono* glaubt bemerkt zu haben, das sein Luftpthermometer mit dem von Weingeist zu gleichen Schritten gehet. Hierin mußte er sich allerdings voraus verschern, weil er letztern nach erstern einzeln

wollte. Er giebt aber keine ausführliche Versuche an. Und es ist sehr vorzuziehlich, daß seine Vergleichung sich nur auf die gewöhnlichen Grade der Wärmegrad bezogen habe, die sich eben nicht sehr weit erstrecken. Aus diesen Grunde hätte die Luce wohl eher sich bemühen, und gar nicht nöthig gehabt, an dem Amontons'schen Thermometer als nur wesentliche Umstellungen anzustellen, damit es in nicht seinem Quecksilberthermometer den Rang streng wache. Dieses wird durch den Tadel von jeinem aus nichts besser. Es bleibt nur wie noch was es ist. Amontons giebt seine Beobachtungen zwar in zu jungen und kalten Stellen an, und scheint eben daher sich bemüht zu haben, daß seine Schlässe, im Ganzen betrachtet, mit der Erfahrung übereinstimmen. Dieses wollte er eigentlich wissen. Bey klägern Leben würde er sich wohl auch von die genauere Bestimmungen gar nicht wegsetzen haben. So war die erste Waage wohl nicht die kleinste Goldwaage. Obzuvor, daß die Erfahrung einmal da war. Aus Versehen läßt sich dem schon auch denken.

## §. 125.

Um nun eigentlich zu sehen, was es mit der Ausdehnung der Luft und des Weingeißes für eine Bewandnis habe, zog ich wohl schon die mit den eben (S. 69. 70.) erwähnten Luftthermometern 1751 gemacht Beobachtungen her vor, weil ich sie Jahre lang zugleich mit dem Weingeißthermometer und Barometer aufgeschrieben hatte. Es waren diese Weingeißbeobachtungen, und hießen eben daher in andern Schauspielen. Da ich aber aus Beobachtungen von andern Tagen das Mittel setzen konnte, wodurch die kleinen Ungleichheiten getilgt werden, so fand ich in der That, daß die Ausdehnung der Luft mit der von dem Weingeiß nicht zu gleichen Schritten geht. Denn nach dem Mittel aus allen Beobachtungen waren folgende Grade zusammen:

| Weingeiß | Luftthermo- |
|----------|-------------|
| thermo-  | meter.      |
| III.     |             |
| 0        | 1000        |
| 15       | 1019        |
| 30       | 1110        |



Das Thermometer von Weingeist war Neaumirisch; und traf, so viel ich aus mehreren Vergleichungen schließen kann, mit meinem damaligen so ziemlich zusammen. Hinsichtlich in Ansehung des Luftthermometers kann ich nicht sagen, daß die Eintheilung vollkommen richtig hätte getroffen seyn. So viel ich mich erinnere, habe ich die Größe der Grade nur mittel der Neigung der Nadel bestimmt. Doch Art ist aber etwas möglich. Es mögen nun aber die Grade etwas zu groß oder zu klein seyn, so ist ihr wahrer Umfang bey 1000 richtig, und die Grade sind des wahren wenigstens genau proportional. Dieses ist schon genug, um sicher schließen zu können, daß der Gang beider Instrumente möglich ist. Denn für die ersten 15 Grade des Weingeistes sind 59 Grade des Luftthermometers, und für die folgenden 15 Grade nur 31.

## §. 136.

Die strenge Kälte im Januar 1776 gab mir einen neuen Anlaß, die Vergleichung nicht nur zu wiederholen, sondern von dem 17ten unter dem Zierpark bis zum Grade des stehenden Wassers; folglich auf 117 Neaumirische Grade auszu dehnen und auf alle Umstände Rücksicht zu nehmen. Das dazu gebrauchte Luftthermometer habe ich oben (§. 72. 81 — 88.) ausführlich beschrieben, und eben so auch das von Weingeist. (§. 119. u. f.)

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| 900  | 900  | 900  | 900  | 900  | 900  |
| 800  | 800  | 800  | 800  | 800  | 800  |
| 700  | 700  | 700  | 700  | 700  | 700  |
| 600  | 600  | 600  | 600  | 600  | 600  |
| 500  | 500  | 500  | 500  | 500  | 500  |
| 400  | 400  | 400  | 400  | 400  | 400  |
| 300  | 300  | 300  | 300  | 300  | 300  |
| 200  | 200  | 200  | 200  | 200  | 200  |
| 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 200  | 200  | 200  | 200  | 200  | 200  |
| 300  | 300  | 300  | 300  | 300  | 300  |
| 400  | 400  | 400  | 400  | 400  | 400  |
| 500  | 500  | 500  | 500  | 500  | 500  |
| 600  | 600  | 600  | 600  | 600  | 600  |
| 700  | 700  | 700  | 700  | 700  | 700  |
| 800  | 800  | 800  | 800  | 800  | 800  |
| 900  | 900  | 900  | 900  | 900  | 900  |
| 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

gemeinlich unter dem 1. Januar, richtig und ist nicht abzuweifen. Das  
 1776, und die zu demselben Jahre gehörigen Beobachtungen sind in dem  
 1776, und die zu demselben Jahre gehörigen Beobachtungen sind in dem  
 1776, und die zu demselben Jahre gehörigen Beobachtungen sind in dem  
 1776, und die zu demselben Jahre gehörigen Beobachtungen sind in dem

Die Versuche, nebst der Berechnung, enthält folgende Tafel:

| Weingärtl.<br>Thermome-<br>ter. | Luftthermo-<br>meter. |         | Baromet. |         | Temper. Neun der<br>Luft. | Pondus<br>durch 100<br>getheilt. | Wasser. |
|---------------------------------|-----------------------|---------|----------|---------|---------------------------|----------------------------------|---------|
|                                 | höher.                | nieder. | höher.   | nieder. |                           |                                  |         |
| — 15, 1                         | 110, 5                | 340, 3  | 450, 8   | 1215, 7 | 5430                      | 974                              |         |
| — 11, 3                         | 115, 3                | 341, 0  | 456, 3   | 1221, 8 | 5574                      | 939                              |         |
| — 9, 5                          | 120, 3                | 338, 0  | 458, 3   | 1228, 1 | 5628                      | 949                              |         |
| — 7, 8                          | 120, 0                | 340, 7  | 470, 7   | 1240, 3 | 5828                      | 984                              |         |
| — 1, 0                          | 122, 0                | 341, 0  | 473, 0   | 1243, 3 | 5850                      | 991                              |         |
| — 0, 3                          | 123, 0                | 341, 0  | 474, 0   | 1244, 3 | 5898                      | 993                              |         |
| 0, 0                            | —                     | —       | —        | —       | 5933                      | 1000                             |         |
| + 5, 4                          | 143, 2                | 340, 3  | 485, 5   | 1257, 2 | 6678                      | 1024                             |         |
| + 6, 8                          | 147, 0                | 338, 0  | 485, 0   | 1261, 7 | 6119                      | 8031                             |         |
| + 10, 3                         | 151, 3                | 335, 5  | 490, 8   | 1267, 8 | 6119                      | 1048                             |         |
| + 10, 8                         | 150, 0                | 341, 0  | 491, 0   | 1265, 6 | 6314                      | 1047                             |         |
| + 11, 8                         | 151, 0                | 340, 7  | 491, 7   | 1266, 8 | 6339                      | 1050                             |         |
| + 14, 1                         | 153, 5                | 340, 7  | 494, 2   | 1270, 1 | 6377                      | 1058                             |         |
| + 14, 6                         | 154, 5                | 340, 7  | 495, 2   | 1271, 4 | 6396                      | 1061                             |         |
| + 13, 4                         | 157, 0                | 340, 0  | 507, 0   | 1287, 3 | 6527                      | 1100                             |         |
| + 13, 9                         | 158, 0                | 340, 0  | 508, 0   | 1288, 4 | 6546                      | 1103                             |         |
| + 15, 4                         | 169, 5                | 340, 0  | 509, 5   | 1290, 0 | 6573                      | 1108                             |         |
| + 16, 0                         | 170, 0                | 340, 0  | 510, 0   | 1290, 9 | 6584                      | 1110                             |         |
| + 16, 4                         | 171, 0                | 340, 7  | 511, 7   | 1292, 0 | 6611                      | 1114                             |         |
| + 13, 9                         | 180, 0                | 340, 5  | 510, 5   | 1303, 1 | 6783                      | 1143                             |         |
| + 14, 4                         | 181, 0                | 340, 0  | 511, 0   | 1304, 3 | 6795                      | 1145                             |         |
| + 16, 4                         | 183, 0                | 339, 9  | 512, 9   | 1306, 8 | 6833                      | 1153                             |         |
| + 16, 4                         | 188, 0                | 340, 7  | 518, 7   | 1313, 2 | 6943                      | 1170                             |         |
| + 13, 4                         | 302, 6                | 341, 0  | 547, 6   | 1330, 3 | 7285                      | 1218                             |         |
| + 102, 6                        | 348, 5                | 341, 0  | 539, 5   | 1354, 9 | 8144                      | 1376                             |         |

6. 137.

Diese Versuche habe ich den 31sten Junii, 1. und 2ten Junii 1776. angestellt. Die verschiedne Grade der Wärme fand ich vor dem Fenster, in zwey nicht grossen Zimmern, in zwey grossen Stuben, in Wasser, welches auf dem Ofen gekocht wurde, und endlich in siedendem Wasser. Die Ke- gel beyder Thermometer wurden jedesmal genau neben einander gestellt, denn

der Unterschied des Ortes nicht daran ändern konnte. Sie hingen tief von dem Vorrath herunter, an welchen die Stufenlinien angebracht waren. In dem Luftthermometer plügte ich die Linien, um so viel das Quecksilber in C (3. Figur) höher stand als in B, nicht über Decimalschritten. Diese Höhen E C enthält die zweite Columne vorstehender Tafel. In der dritten kommen die zu gleicher Zeit beobachteten Barometerhöhen vor. Die vierte giebt die Summen von beiden, und folglich den Druck an, den die Luft in der Kugel enthalten kann. In der fünften wird der Raum der Luft durch das Gewicht eines gleich großen Raumes von Quecksilber vorgefetzt. Dieses sind demnach die beobachteten Waage.

## §. 138.

Da nun die Kraft der Wärme in zusammengesetzter Weichtrauf des Dewkes und des Raumes ist, (§. 66.) so habe ich auch eine jede Zahl der 4ten Colonne mit der 10gehörigen Zahl der fünften multiplicirt, oder Kürze halber von dem Productum nur die 4 ersten Zahlen in der 6ten Columne angefetzt. Diese sind demnach der Kraft der Wärme in gleich dichter Luft (§. 49. 50.) proportional.

## §. 139.

Hierauf suchte ich dieß Zahlen oder eigentlich nur ihren Weichtrauf über 5000 als Ordinaten zu den Zahlen der ersten Columne als Abscissen betrachten, theils um zu sehen, wiefern die Punkte in einer eifernig fortgehenden Linie liegen würden, theils um diese Linie durch die Punkte oder wenigstens so zwischen denselben durchzugehen, daß sie am wenigsten davon abweiche, und demnach eine so viel möglich eifernige Kurvenlinie erhalte. Die Construction zeigte, daß die Abscisse  $\sigma$  mit der Ordinate 5933 zusammen traf. Ich theilte demnach durch 5.933 alle Zahlen der fünften Columne, und schrieb die Quotienten in die 6te Reihe. Diese stellen demnach die Grade der Wärme oder des Luftthermometers vor.

## §. 140.

Eben diese Zeichnung diente mir auch ferner statt einer Formel zum Einschalten. Ich theilte die letzte Ordinate, so weit sie über die vom stierenden Wasser hinausgeht in 8 gleiche Theile, und zog durch die Theilungspunkte gerade Linien mit der Abscissentaxe parallel. Wie diese die horizontale Linie durchschneiden, so marcke ich die Punkte an, und read die dazu gehörigen Abscissen. Auf diese Art erhielt ich folgende Tafel:

| Grade des<br>Luftthermo-<br>meters. | Ueben diesel-<br>be nach ach-<br>ziger Theilen | Grade des<br>Weingeist-<br>thermoms. |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1000                                | 0                                              | 0,0                                  |
| 1047                                | 10                                             | 10,0                                 |
| 1094                                | 20                                             | 20,9                                 |
| 1141                                | 30                                             | 31,8                                 |
| 1188                                | 40                                             | 42,9                                 |
| 1231                                | 50                                             | 53,3                                 |
| 1281                                | 60                                             | 63,9                                 |
| 1329                                | 70                                             | 74,4                                 |
| 1376                                | 80                                             | 84,9                                 |

## §. 141.

Hier kann man die 3te Columne mit der 2ten der oben (§. 124.) gezeigten Tafel vergleichen werden. Man sieht deutlich hier, daß wenn die Grade des Luftthermometers von feinstem zum feinsten Wasser in 30 Theile getheilt, und diese von 10 zu 10 arithmetisch fortgehend genommen werden, die Ausdehnung des Weingeistes nicht in gleichen Theilen forschreitet, sondern immer schneller zu wächst. Uebn diese zeigt sich in 12-fach §. in Ausdehnung des Quecksilbers. Es wurden sowohl die Grade des Quecksilberthermometers von 10 zu 10 fortgeschrit, und es fand sich, daß die Grade nicht gleich, sondern immer schneller zunehmen. Soll demnach kein und Quecksilber in gleichen Schritten gehen, so muß die dritte Columne der gegenwärtigen Tafel mit der zweiten Columne der obigen (§. 124.) durchaus einendes Zahlen enthalten. Der Unterschied ist sehr geringe, und kann vielleicht ganz auf die bey solchen Versuchen unmerkliche kleine Fehler zurückgeführt werden. Es folgt also hieraus, daß, so weit sich diese Versuche erstrecken, das Quecksilberthermometer mit dem Luftthermometer, wo nicht ganz, doch eher merklichen Unterschied in gleichen Schritten geht. Da nun das Luftthermometer die eigentliche Grade der Wärme anzeigt, so folgt, daß auch bey dem Quecksilberthermometer gleiche Grade der Ausdehnung gleich große Unterschiede der Wärme anzeigen, wenigstens so weit diese Versuche gehen. Dem weiter folgt der Schluß hier nicht. Wohl aber folgt hieraus, daß die Grade des Weingeistthermometers mit den Graden der Wärme nicht in gleichen Schritten gehen, sondern schon von 20ten Neumannischen Grade anfangen merklich schneller zu wachsen. Da nun die gemachten Beobachtungen selbst über den 84. oder 26ten Grad der Centesimaltheile hinausgehen, so mag immerhin das Weingeistthermometer dieser Beobachtungen gewidmet stehen. Sein Gebrauch ist eben

hin sehr eingeschränkt. Es ist daher anzurathen, daß die Weingeistthermometer nach dem Quacksilberthermometer eingegriffelt werden, so wie ich es oben (§. 119.) beschrieben und selbst gezeiget habe. Beide treffen soeben, so weit die Querschnitte beobachtet werden können, zusammen, und bey größern Weiden kann die Nebenlinie leicht vorgezeichnet werden.

## §. 142.

Die Zahlen der dritten Columne in der Tafel stehen gegen das Ende  $\beta$  hin, daß sie durch eine Gleichung von der Form  $a + b x^2$  nicht durchaus vorgefelt werden können. Diefes zeigt den schon eingewöhnten gewöhnlichen Zustand des eingeschliffenen Weingeistes in harter Wärme genugsam an. Es ist übrigens nicht möglich eine Formel zu suchen, die weiter als bis auf den 50sten oder 60sten Grad genau sey, weil die Weingeistthermometer in größern Graden der Wärme sehr gebraucht werden hab, und so viel ich weiß, nie anders, als in eben der Absicht, in der ich ihn hier gebraucht habe, nemlich den Grad seiner Ausdehnung zu bestimmen. Für geringere Grade mag folgende Formel hinreichend seyn,

$$w = x + \frac{1}{100} x^2,$$

welch  $x$  die Grade der zweiten,  $w$  aber die von der dritten Columne verhält. Sie giebt folgende Werthe:

| $x$ | $w$  |
|-----|------|
| 10  | 10,3 |
| 20  | 21,0 |
| 30  | 32,3 |
| 40  | 44,0 |
| 50  | 56,3 |
| 60  | 69,0 |

welche von denen in der Tafel wenig verschiedenes hab. Der größte Unterschied ist bey  $x = 10$ . Er kann vielleicht zur Theil von der Erfahrung selbst herrühren. Ich habe wegen der Wärme, das Wasser in einem Grad der Wärme zu erhalten, der zwischen die Wärme der Luft und die vom siedenden Wasser fällt, den Versuch nur einmal angestellt. Und so kann ein geringer Mangel eines Unterschiedes verursacht haben. Uebrigens dient die Formel eben nicht zum Probenstein, weil sie eigentlich nur geschätzt ist, die Werthe von  $x$ , auf eine leichte und richtig genaug Art in der sich zu vergleichen, und zwar, eben daß ihre Gebrauch weiter ausdehnet werde, als die Weingeistthermometer gemeinlich geben. In dieser Absicht wird es nun dienlicher seyn, anstatt der Zahlen der zweiten Columne, die von der ersten zu nehmen. Diese seyn  $= 1000 + h$ , so wird die Formel in folgende verandert:

$$w = \frac{\lambda}{4.7} + \frac{\lambda \lambda}{8336}$$

weil

$$x = \frac{80}{376} \lambda = \frac{1}{4.7} \lambda$$

§1. Daraus folgt man hiermiterinnen

$$1000 + \lambda = 1000 + 940 \left[ -1 + \sqrt{1 + \frac{w}{100}} \right]$$

eine Gleichung, mittelst welcher die Grade des Weingeistthermometers in Grade des Luftthermometers verwandelt werden können, jedoch unter erschröcklicher Einschränkung, daß man den Gebrauch nicht bis zum Grad des siedenden Wassers ausdehnt.

## Sechster Abschnitt.

## Einige besondre Thermometer von Weingeist.

§. 142.

So heilig auch die Weingeistthermometer Anfangs aufgenommen worden, so viel haben sie auch Verwirrung verursacht, und Mißgefahr gemacht, bis man endlich ihrer Sprache näher hat kennen lernen. Der vorhergehenden langen Abschnitts anwachsend, sind wir noch nicht zu Ende. Man hat von Weingeistthermometern eine ungemessene Menge von Versuchen angestellt, die so viel als unnußig worden, wenn man die Sprache derselben nicht kennt, das will sagen, wenn man ihrer Construction nicht versteht. Martini und Deenan machten seltner Hülfsversuche (S. 133.) Auch da CAESIUS schon wenig an, einige Thermometer mit dem heutigen zu vergleichen. De LOC giebt auch einige Vergleichungen, und man findet dergleichen hin und wieder. Sie gehen aber auch von einander ab, und machen eine nochmalige Untersuchung nicht überflüssig. Ich go dachte auch dabei nicht, schlechtlich nur Quecksilber und Weingeistthermometer auf einander zu reduzieren, sondern vielmehr auf die wahren Grade der Wärme Rücksicht zu nehmen. Die Grade sind zwar freilich in allem, was das Weingeistthermometer betrifft, so wenig von einander verschieden, daß man sie in verschiedenen Theilen rechnen muß, um die Unterschiede bestimmt genug anzugeben. Man kann nicht mit Linnæus sagen: die Hitze des siedenden Wasser sey zum größern

als die Sonnenhöhe, die vom glühenden Eisen sey 3 bis 4mal größer als die vom siedenden Wasser ist. Die Thermometer müssen ganz anders aussehen, wenn die Größe der Wärme nach einem solchen Maßstabe fortgehen sollten. Es aber lautet es sehr unvorsätzlich, wenn man sagen mag, die Höhe des siedenden Wassers sey etwa um 1 größer als die Sonnenwärme, oder siedend Wasser sey nicht um über 1 wärmer als fremdes. Und doch ist diese Sprache richtig, wenn man nicht will 1 wärmer wesen, was auch fälsch werden kann. Das alles aber beweist nicht, daß es nicht ganz gut seyn sollte, wenn wir uns die wahre Größe ansehen. Dieses kann man klärer halber so gehalten, daß da ich das wahre Römische Weingestthermometer bereits mit dem Luftpneumometer verglichen (§. 124—125) es 10000 seyn ward, andere Weingestthermometer auf das Römische zu reduciren.

## L. De la Hira.

## §. 144.

Das erste Thermometer von Weingest, so hier in Erwähnung kommt, ist das von *la Hira*, dessen ich schon oben (§. 56.) Erwähnung gethan. Es ist von ihm seit 1670 und auch nach seinem Tode in die 80 Jahre gebraucht worden, um jedes Jahr die größte Sonnenwärme und größte Winterkälte anzugeben. Und dieses wurde jährlich in den *Mém. de l'Acad. des Sciences de Paris* bekannt gemacht. Was sehr et lange Zeit als das einzige an, womit die stromg. Winterkälte 1709 beobachtet und angezeiget worden. Und nun, da es schon lange gebraucht ist, mag man erst sehen, ob man seine Sprache errathen kann.

## §. 145.

*La Hira* selbst gab hier zum Viermale an: 1°. Im Keller der Sternwarte stand es immer bey 48 Grade. Dieses immer ist nicht ganz richtig. *Mariotte* hatte lange vor *la Hira* gesagt, daß die Wärme in diesem Keller nicht ganz unveränderlich ist. 2°. Daß es auf dem Felde stier, wenn das Thermometer im offnen Saal bey 31sten Grad steht. Dabey wird der Grad des Fensers nicht bestimmt. Man hätte Anomone durch die Vergleichung mit einem Thermometer hier klar schaffen können. Doch sah ich aber *la Hira* erst nach dessen Tod vor. Er beobachtete 1000 Grade, wemlich:

|                  |         |
|------------------|---------|
| <i>La Hira</i> . | Anomone |
| 28               | 114     |
| 63               | 553     |

Dieses ist Anomonses Fixpunkt (§. 78.)

Und diese liest er an, um sie mit seinem 48ten Grade und mit dem 54ten des Amontons zu vergleichen, und endlich den Schluß zu machen, Amontons'se Wärme sey vermuthlich mehr ungleich als die an seinem Thermometer, gerade als wenn bey Amontons'sen Thermometer die Ungleichheit der Wärme etwas auf sich hätte. Endlich sagt *de Haas* dem Kaiserlich bey, er glaube, es werde nie möglich seyn, gleichstimmende Thermometer zu machen. Hiervon folgt nun so viel, daß *de Haas* bey der Vergleichung gerath nicht die Wärme hatte, übereinstimmende Grade aufzufinden und dann die Uebereinstimmung auszusuchen. Dieses Verdacht fällt nicht auf ihn. Aber dadurch kann der gegenseitige Verdacht noch immer gesetzt werden. Eigentlich müßten in solchen Vergleichungen sie mehrere Grade genommen werden. *de Haas* machte sie im Jahr 1709. Er wußt also wenig, wenigstens gemessen seyn, zu sehen, wie viel damals in der so strengen Kälte das Amontons'sche Thermometer fallen würde, da *de Haas* das heutige auf dem 3ten Grad stand.

## §. 145.

Reaumur nahm sich nachgehends der Sache mehr an. Zuerst erst nach des *de Haas* Tod. Denn dieser wußte wohl durch des Reaumur's Thermometer von seiner Ungleichheit nicht berichtet worden seyn, weil sie ja sehr verschieden ausfielen. Reaumur ließ eines von seinen Thermometern, und nachgehends ein anderes neben das *de Haas*'sche hängen, um alle *de Haas*'sche Beobachtungen in die Sprache seines eignen Thermometers übersetzen, und besonders auch die Kälte von 1709 darauf anzutragen zu können, denn diese Kälte mit dem von Reaumur's sehr strengen Winter 1709 verglichen werden. In diesem Jahre legte er beide Thermometer in künstlich gemachtes Eis, und als das *de Haas*'sche bey dem vorbestimmten 5ten Grad stand, zeigte er den Grad, wo das heutige stand, und dieses war der 3te Reaumur'sche Grad unter dem Nullpunkt. Man mußte hierbey wissen, ob die Kugeln an beiden Thermometern gleich groß waren. Denn kleinere Kugeln zeigen Kälte und Wärme schneller an als größere.

## §. 147.

Das neben dem *de Haas*'schen aufgehängte andere Reaumur'sche Thermometer wurde von 1711 bis 1728 häufig mit demselben beobachtet. Und davon sind folgende Grade in den Pariser Memoires aufgeschrieben.



| <i>La Hire.</i> | <i>Reaumur.</i> | <i>Im Sommer.</i>     | <i>La Hire.</i> | <i>Reaumur.</i> | <i>Im Winter.</i>     |
|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| 74              | +12             | 6. Jul. 1731.         | 19½             | -6              | 26. Jan. 1731.        |
| 81              | +29½            | — — —                 | 21              | -5              | 27 — — —              |
| 66              | +19½            | 30 Jul. 2. Aug. 1731. | 26½             | -14             | 11 Jan. 1. Febr. 1732 |
| 74              | +24½            | — — —                 | 23½             | -4              | 23. 24. Jan. 1734.    |
| 71              | +21             | 7. 8. 9. Jul. 1731.   | 24½             | -3½             | 25 — — —              |
| 77              | +26             | — — —                 | 28              | -1              | 28 — — —              |
| 76              | +25½            | 6. Sept. — — —        | 21½             | -5½             | 10 Nov. — — —         |
| 72              | +24             | 7 — — —               | 27              | -1½             | 5. Febr. 1735.        |
| 75              | +25½            | 8 — — —               | 24              | +2½             | 6 — — —               |
| 72½             | +24             | 15. Jul. 1735.        | 26½             | -1½             | 23 Dec. — — —         |
| 70½             | +23½            | 16 — — —              | 25½             | -3              | 2. Jan. 1736.         |
| 68              | +21             | 19. 20. August.       | 25              | -3½             | 24. 25. Febr. —       |
| 80½             | +28½            | 20. Jul. 4. Aug. 1736 | 25              | -3              | 26. Decemb. 1737.     |
| 75              | +25½            | 18. 17. 21. Jul. 1737 | 21½             | -5½             | 8. Jan. 1738.         |
| 82½             | +29½            | 1. August 1738.       |                 |                 |                       |

Ich habe nun die Grade in jeder Column zusammen addirt, und ihrer Summe durch ihrer Anzahl getheilt, um das wärsche Mittel zu haben. Diefesnach triff ich zusammen:

| <i>La Hire.</i> | <i>Reaumur.</i> |                             |
|-----------------|-----------------|-----------------------------|
| 74, 27          | +24, 70         | das Mittel der Sommergrade. |
| 25, 02          | - 3, 06         | das Mittel der Wintergrade. |
| 49, 25          | 27, 76          | Wärschide.                  |

Das will also sagen, daß 49½ *La Hiresche* Grade so viel austragen als 27½ *Reaumurische*. Die Verhältniß ist wie 197 zu 111.

§. 143.

Diese Vergleichung kann man dienen zu finden, mit welchem Reaumurischen Grade der 512 *La Hiresche*, als der von der Winterfülle 1709. übereinstreift. Denn 25,02 - 3 = 20,02. Und

$$\frac{111}{197} \cdot 20,02 = 11,38$$

$$\frac{3,06}{11,38} = 3,06$$

$$14,34$$

also ist es der 143 Gr. unter 0. Reaumur fand nicht diese Beobachtung 15 Grad (S. 146). Vielleicht ist dieses nur eine runde Zahl. Ferner folgt aus dieser Rechnung, daß Reaumur 0 oder Fixpunkt auf den 30½ *de HERN*-schen Grad ist. Denn

$$\begin{array}{r} 197 \\ 111 \end{array} \cdot 3,06 = 5,31$$

$$\begin{array}{r} 35,02 \\ 30,33 \end{array}$$

Dieses kann das vorhergesagte (S. 145) bestätigen. Endlich, da Reaumur die Reaumurtemperatur der 101 oder auch 102 Grad seines Thermometers ansetzt, so giebt eben die Rechnung, daß diese Grad auf den 48½ oder 49½ der *de HERN*-schen Thermometer ist. *de HERN* giebt 48 an. Wenn es demnach auf Reaumur nicht ankommt, so ist hiermit die Vergleichung beider Thermometer gefunden.

§. 149.

Da *CRESS* hat 1741 das *de HERN*-sche Thermometer mit dem seinigen (S. 127) verglichen. Erst fand er jenes im Keller der Pariser Observatorien bey dem 47ten Grade den 28ten Jenner. Im Sommer hätte es wohl einen Grad höher stehen können. Dieses merkte ich hier an, weil *de CRESS* dieses nicht acht gehabt, sondern vielmehr des Schmelz punktes, als hätte der Weingeist an Ausdehnung abgenommen. Dieser Schmelz folgt nicht, weil *de HERN* von der Jahreszeit, da er 48 Grade gefunden, keine Erwähnung that. Da *CRESS* bloße sechs beyde Thermometer eine Nacht über an freyer Luft neben einander, und fand den 10ten Jenner Morgens um 6 Uhr das *de HERN*-sche auf 9½ Grad, das seinige auf 23 Grad unter seinem 0, welches eben die Reaumurtemperatur der Sommer ist. Also sind 48 — 9½ = 38½ *de HERN*-sche Grade so viel als 23 *de CRESS*-sche. Da nun beyde von Weingeist sind, und *de CRESS* von ihm werden zum stehendem Wasser 100 + 16,4 = 116,4 Grade ist, (S. 125.) so kommen auf eben dieses Zwischenraum 191½ *de HERN*-sche Grade. Denn

$$23 : 38\frac{1}{2} = 116,4 : 191,5$$

Jener ist

$$22 : 38\frac{1}{2} = 116,4 : 18,1$$

folglich ist ein *de HERN*-schen Thermometer der Fixpunkt 18,1 Grad unter der Reaumurtemperatur, demnach kann 15,9ten Grade. Die Vergleichung mit Reaumur's Thermometer gab 30½ Grade. (S. 145.) Es kann also bey dem *de HERN*-schen Thermometer der Fixpunkt auf den 30ten Grad gesetzt werden. Und so ist der Fixpunkt auf den 121½ Grad. Endlich da 197 *de HERN*-sche Grade

111 Neumannschen gleich sein, (§. 148.) so finden sich für 191,5 *de* HRAASche, 107,9 Neumannsche. Demnach wählte das zu der Vergleichung gebrauchte Neumannsche Thermometer vom Fixpunkt bis zum Siedepunkt 107,9 oder 108 Grade. Dieses Neumannsche Thermometer ging demnach von dem wahren Neumannschen (§. 121.) um mehrere Grade ab.

§. 150.

Mit meinem Neumannschen Weingeistthermometer konnte ich aus das *de* HRAASche eben Wäße vergleichen, da ich vom fixirten zum schweben Wasser 102,6 Gradeählte. Diese sind demnach 191½ *de* HRAASchen gleich. Ich habe hieraus mittelst des auf den 30sten *de* HRAASchen Grad gesetzten Fixpunktes, daß des *de* HRAAS 0 auf

$$30. \frac{191\frac{1}{2}}{102,6} = 16,1$$

Grad unter 0 meiner Thermometre sich, folglich so ziemlich auf den Grad von größtem Schnee, den ich mehrmals zwischen 15 und 16 Graden gefunden. Der Anfang der *de* HRAASchen Eisfestigkeit scheint demnach nicht willkürlich, sondern nach den damaligen Grundätzen bestimmt gewesen zu sein. Dieses veranlaßt mich nachzufragen, ob etwa der 100ste *de* HRAASche Grad ebenfalls nach Gründen bestimmt sey möchte. Die Rechnung gab

$$197\frac{1}{2}. (100 - 30) = 37\frac{1}{2}$$

Grad meiner Weingeistthermometre. Ich habe auf diesen gefunden, daß geschwemmtes Weisßes zwischen dem 37. und 38ten Grade fließet oder gerinnt. Als ich die *de* HRAASche Eisfestigkeit von 100 Grades zwischen geschwemmtem Schnee und gerinnendem Weisßes sey gemacht. Da so fern war es in der That eines der besten, die um das 1670ste Jahr verfertigt wurden.

§. 151.

Es sind nun mit diesem *de* HRAASchen Thermometer feine andere Beobachtungen angestellt worden als meteorologische. Und von diesen werden nur die größten und kleinste Abtheilung beobachtete Grade in den *Mém. de l'Acad. des Sc. de Paris* bekannt gemacht. Die von 1721 bis 1728 habe ich bereits (§. 147.) angeführt. Ich werde demnach die vorhergehenden hier noch beschreiben.

Größe Wärme und Kälte der Luft mit dem la Hansischen Thermometer  
in einem offenen Saale der Kaiser Sternwarte beobachtet.

| Größe. | Im Sommer.             | Grade. | Im Winter.          |
|--------|------------------------|--------|---------------------|
| 63     | 15 Jul. 1699.          | 7      | 7 Februar 1703.     |
| 61     | 21 Jul. 1700.          | 25     | 11 Decemb. 1699.    |
| 38     | 1 Sept. 1701.          | 28     | 9 Februar 1704.     |
| 27     | 17 August 1701.        | 28     | 1701.               |
| 71     | 5 August 1702.         | 14     | 1 Januar 1702.      |
| 76     | 12 August 1703.        | 26     | Januar 1703.        |
| 66     | 28 Jul. 1704. frühe.   | 14     | 23 Januar 1704.     |
| 80     | 6 August 1704.         | 25     | 2 Februar 1704.     |
| 82     | 8 August 1705.         | 20     | 21 Januar 1706.     |
| 82     | 20 August 1707.        | 27     | 1 Februar 1707.     |
| 76     | 15 August 1708.        | 25     | 12 Decemb. 1708.    |
| 78     | 11 August 1709.        | 5      | 12. 14 Januar 1709. |
| 71     | 3 August 1710.         | 14     | 11 Januar 1710.     |
| 77     | 16 Jul. 1711.          | 20     | 15 Februar 1711.    |
| 76     | 16 August 1712.        | 24     | 31 Decemb. 1712.    |
| 58     | 30 August 1713. frühe. | 18     | 15 Januar 1713.     |
| 74     | 10 Jul. 1714.          | 20     | 5 Februar 1714.     |
| 62     | 2 Jul. 1715. frühe.    | 18     | 18 Januar 1715.     |
| 63     | 23 August 1716. frühe. | 4      | 22 Januar 1716.     |
| 62     | 1 August 1717. frühe.  | 24     | 13 Februar 1717.    |
| 82     | 22 August 1718.        | 21     | 10 Februar 1718.    |
| 82     | 16 Jul. 1719.          | 26     | 29 Februar 1719.    |
| 77     | 20 Jul. 1720.          | 30     | 5 Januar 1720.      |
| 72     | 7 August 1721.         | 19     | 22 Februar 1721.    |
| 72     | 11 Jul. 1722.          | 25     | 24 Januar 1722.     |
| 78     | 20 August 1723.        | 22     | 15. 18 Januar 1723. |
| 82     | 1 Sept. 1724.          | 28     | 26 Decemb. 1724.    |
| 76     | 12 Jul. 1725.          | 26     | 25 Februar 1725.    |
| 77     | 28 August 1726.        | 20     | 19 Januar 1726.     |
| 80     | 7 August 1727.         | 28     | 7 Februar 1727.     |
| 75     | 17 Jul. 1728.          | 21     | 31 Decemb. 1728.    |
| 78     | 18 Jul. 1729.          | 9      | 19 Januar 1729.     |
| 76     | 5 August 1730.         | 23     | 17 Januar 1730.     |
|        |                        | 21     | 25 Januar 1731.     |

## H. Mariotte.

§. 132.

Auf die Heise mög man Mariotte folgen. Dieser war der erste, der sich dem ehemaligen Nocturne, als wären die Keller im Winter warmer als im Sommer durch vielfache Beobachtungen mit Thermometern widerseht, und zeigte dar, daß unsere Empfindung der Wärme ihrer Grade nur beziehungsweise angiebt. Er gab sich einige Jahre lang Mühe, seine Thermometre in Keller von verschiedener nem Tiefen zu setzen und häufig zu beobachten. Er fand bei allem, daß sie im Winter tiefer stehen als im Sommer, daß sie sich aber desto weniger veränderten, je tiefer die Keller und je mehr sie vor dem Zugange der Luft und dem Sonnenlichte verwahrt sind. Hiernach suchte er in ganz Paris Keller auf. Auch giebt er alle Beobachtungen ausführlich an. Was findet sie in seinen damals mit altem Kupfer und Aufhängen versehenen Käse da chaud et da froid. Mariotte wurde dadurch seine Ansicht. Und in so fern würde es demselben an seinem Beobachtungen wenig mehr zusetzen sein. Es giebt aber andere Gründe, aus denen es gut ist, wenn man die Veränderlichkeit der Wärme und Kälte in den Kellern näher kennt. Und da eben nicht ein jeder sich die Mühe giebt, mehrere Jahre durch solche Beobachtungen anzustellen, so können Mariottes Beobachtungen immer nützlich sein. Hier aus eben dem Grunde ist es gut, wenn die Sprache der Thermometre vollständig gemacht wird.

§. 133.

Sein erstes Thermometer bezeichet er, so gut er nach den damaligen Kenntnissen konnte. Es war ein Differentialthermometer oder Weingrößthermometer. Er sagt, daß der Weingröß im Winter bis nahe zur Regel warmer, im Sommer aber über denselben in die Höhe steigt. Die Länge der Röhre betrage ungefähr 43 Zoll. Das Quecksilber habe Gewicht, deren jeder 4 Lines austrage. Dieses würde demnach auf 42 Zoll, 126 Grade gehen. Da aber unrichtig die Eintheilung nicht so lang als die Röhre gewesen, so mag es auch sein, daß sie gerade 100 Grade enthalten habe. Die Grade wurden von unten herauf gezählt. Die Sommerwärme am Äquator fand Mariotte beim 80sten Grade, und im Keller der Sommerzeit stand der Weingröß zwischen dem 52. und 53sten Grade. Der 100te Grad mag demnach als der temperate angesehen werden. Aus allen diesen Umständen läßt sich der 80ste Grad für nicht mehr als der 20ste von Neumann ansehen. Und da der 53ste mit 100 von Neumann eintritt, so folgt, daß 80 — 53 = 27 Mariottesche Grade, so viel als 20 — 100 = 80 Neumannsche betragen, demnach jene 27mal kleiner als diese gewesen sind. Diese Genauigkeit in der Vergleichung ist nöthig, wenn wir nur auf die Ver-

Ablesung der Wärme in dem Keller der Stremmoire, so 2; Fuß auf 16. Wächstige nehmen. Hiervon giebt Mariotte folgende Beobachtungen an:

|                 |       |                     |
|-----------------|-------|---------------------|
| 1670. 6. Dec.   | — — — | 51 Grad.            |
| 18.             | — — — | 52½                 |
| 1671. 15. Aug.  | — — — | 52½                 |
| 15. Sept.       | — — — | 52½ und etwas mehr. |
| 13. Dec.        | — — — | 52½                 |
| 1671. 15. Febr. | — — — | 52½                 |
| Sept.           | — — — | 53½                 |

Die größte Wärme traf im September und die größte Kälte im November. Die ganze Veränderung trägt 1 Mariottische oder ½ Neumannsche Grad aus.

## §. 154.

Oben dieses Thermometer besah Mariotte hiernach in einem 30 Fuß tiefen Keller, welcher in einer Gasse lag, wo die Sonne nur eine Stunde des Tages schien. Er fand dazwischen folgende Grade:

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1671. Nov. — 49 Gr. | 1673. 29. May — 48½ |
| 1673. Jan. — 44     | 5. Jun. — 48½       |
| Febr. — 42½         | 19. Jun. — 48½      |
| 30. Mart. — 47      | 1. Jul. — 49        |
| 4. April — 47       | 17. — — 49½         |
| 14. April — 46½     | 31. — — 50½         |
| 24. April — 47½     | 14. Aug. — 50½      |
| 1. May — 47½        | 28. — — 51          |
| 16. May — 48½       | 13. Sept. — 51½     |

Hiernach war das Thermometer gebrochen, so daß die Beobachtungen nicht ein volles Jahr kannten fertigsteht würden. Da es aber den höchsten Grad im September an der so ziemlich erreicht hatte, so verheißt Mariotte, daß, da er unter 53 90 blühen, dieser Keller kälter als der von der Stremmoire sey. Man sieht, daß die ganze Veränderung 9 Mariottische, folglich 3 Neumannsche Grade, demnach beynahe mehr als die im Keller der Stremmoire betrug.

## §. 155.

Mariotte ließ sich durch diesen verzeihslichen Zustand nicht aufhalten. Er nahm noch andere Thermometer, von denen er sagt, daß sie von gleicher Größe waren. Ob dieses sagen will, daß sie so wohl unter sich als mit dem gebrochenen  
gma

groß überfließen, ließ ich abfließen. Mariotte hatte Gelegenheit zu sagen, um sich mit eben in gemachten Vergleichen zu begreifen. Und so magen wir gleich die zwei Thermometer in der That wenig von einander unterscheiden zu können sehn. Er wendete sie hierauf an, um den eisen in einem so hoch stehet Keller, den andern in ein Zimmer zu stellen, welches im westen Ende mehr oder zwei Treppen hoch in gleichen Haubt war und nahe von der Seite der Kammern war. Die Grads waren kleiner als am gebühret, und nur von 24 Linien. Mariotte sagt, er habe sie den 27ten Jul. 1574 in dem Zimmer gehabt und gelasset, tag sie bey 89 Grad standes. Sie stammett darnach zu nichtes bey diesem Grad überein. Die Beobachtungen sind nun folgende:

| Thermometer. |        | Zeit der Beobachtung. | Thermometer. |        | Zeit d. Beobachtung. |
|--------------|--------|-----------------------|--------------|--------|----------------------|
| Kammer       | Keller |                       | Kammer       | Keller |                      |
| —            | 51½    | 1574. 26. Jul.        | 49           | 34     | 1574. 6. April.      |
| —            | 53     | 3. Aug.               | 44           | 37     | 22. —                |
| 64           | 54     | 15. —                 | 60           | 37½    | 26. —                |
| 57           | —      | 21. —                 | 60           | 37½    | 9. May.              |
| 60           | 51½    | 22. —                 | 62           | 44     | 4. Jun.              |
| 63           | 54     | 2. Sept.              | 70           | 50     | 16. Aug.             |
| 63           | 14½    | 8. —                  | 73           | 53     | 20. —                |
| 42           | 46     | 16. Nov.              | 68           | 53     | 4. Sept.             |
| 30½          | 36     | 9. Dec. Frost.        | 65           | 53½    | 8. —                 |
| 30           | 33     | 15. —                 | 41           | 43     | 1676. 8. Jan.        |
| 28           | 35     | 17. aufschauend       | 36           | 36     | 27. —                |
| 32           | 38½    | 20. —                 | 40           | 38     | 13 Febr.             |
| 40           | 36     | 22. —                 | 33           | 37½    | 27. —                |
| 44           | 38     | 1675. 1. Jan.         | 30           | 37     | 1 Mart. Frost        |
| 22           | 30     | 22. — Frost.          | 83           | 45     | 5 Jun.               |
| 24           | 31     | 24. —                 | 91           | 49     | 1 Jul.               |
| 33           | 32     | 1. Febr.              | 73           | 52     | 15 —                 |
| 29           | 31½    | 18. —                 | 89           | 54     | 18 Aug.              |
| 27           | 31½    | 22. —                 | 63           | 56     | 24. —                |
| 28           | 31½    | 28. —                 | 21           | 33     | 25. Dec.             |
| 29           | 31     | 6 Mart.               | 20           | 38     | 11. —                |
| 38           | 31½    | 9. —                  | 20           | 26½    | 1677. 4. Jan.        |
| 41           | 32½    | 15. —                 | 5            | 26     | 5. —                 |
| 36           | 32½    | 16. —                 | —            | 3      | 7. —                 |
| 32           | 32½    | 31. —                 | + 4          | 21     | 12. —                |
|              |        |                       | 25           | 44     | 25. —                |

§. 155.

Mariotte sagt, er habe diese Beobachtungen mit die vorfolgenden nur  
 er wecheln ausgesetzt. Damit wird also der 9ste Grad als die größte Sonnen-  
 wärme von des 1. Jahres angesehen, und so ziemlich mit dem 24ten Reaumur-  
 sthen übereinstimmen. Freier wird, da der Keller nicht tief war, der 24ste Grad,  
 welcher die größte Kälte im Keller zeigte, wenig über dem Gefrierpunkt gemessen  
 sein. Wenn wir ihn dem 1sten Reaumurischen Grade gleich setzen, so wird  
 folgen, daß 92 — 24 = 68 Mariottische Grade so viel als 24 — 1 = 23  
 Reaumurische austragen, und damit wird der 107 Reaumurische Grad über die  
 Temperatur des Kellers der Sommerzeit auf den

$$68 \cdot \frac{5}{4} + 24 = 128\frac{1}{4}$$

Mariottischen Grad messen. Die beiden Thermometer stimmen demnach mit  
 dem ersten übereinstimmend sehr übereinstimmend überein. Und ihre Sprache ist somit  
 vollständig gemacht. Der 100ste Grad trifft auf den 27ten von Reaumur, und  
 giebt folglich die größte Sommerwärme an. Der 21ste Grad ist der Gefrierpunkt,  
 und der 0 Grad mehr etwa 7 Reaumurische Grade unter demselben, welches eine  
 mäßige Winterkälte ist, bey welcher der Schnee nicht flirret und noch viel we-  
 niger fliehet.

## III. HAWKES.

§. 157.

HAWKES in London verfertigte Thermometer von Weingeist, wie nach-  
 stehendes hin und wieder Beobachtungen angestellt werden sah. Martine erwiehlt  
 die Thermometer der Londonischen Gesellschaft der Wissenschaften, und sagt,  
 daß bey denselben eines davon zur Beobachtung aufbehalten werde. Inzwischen will  
 ich sie nicht sehr sorgfältig nach dem Maaße gemacht werden sein, weil Kälten  
 dagegen geföhrt wurden. Martine sagt auch, er habe mehrere gefunden, die  
 nicht übereinstimmen. Die Grade werden davon von oben nach unten gezöhlt,  
 und ihrer Richtigkeit zeiget sich der

|        |   |           |
|--------|---|-----------|
| 0 Grad | — | sehr warm |
| 25     | — | warm      |
| 45     | — | gemäßig   |
| 65     | — | Kalt      |

anzunehmen. So stimmt es auch Celsius, der sich auf Dinsten des Junii in  
 seiner Beobachtung gemächliche Winterbeobachtungen angestrichen, eines harten  
 Sommers lassen. Martine sieht sich um solche um, die mit dem bey der Societät  
 aufbehaltenen Maaße übereinstimmen. Er vergleiche sie auch mit seiner Beob-  
 achtung mit seinem Jahrbuchlichen Quecksilberthermometer. Da er aber nicht



wußte, daß eine solche Vergleichung eine Reduction erfordert, so will ich diese Beobachtungen mit der Reduction auf reine Weingeistthermometer versehen, da ich diese als wahre Reaumursche ansehen kann. (S. 131.)

| H. <i>waarsche</i> .<br>Weingeist. | Sahrenbeit<br>Quadsüber. | Reaumur<br>Weingeist. |
|------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 78½                                | 32                       | 0                     |
| 34½                                | 64                       | 14,9                  |
| 44                                 |                          | 14,9                  |

Es betragen demnach 44 *Hauksbische* Grade so viel als 14,9 Reaumursche. Es folgt ferner, daß der obere Punkt oder 0 Grad der *Hauksbischen* Skalen liegt auf den 26,666 Reaumurschen Grad nicht, welches eine starke *Contraction* zeigt, wo *Water* steht, ohne eben an der *Seite* zu liegen. Das *Water* der *Hauksbischen* Thermometer mag demnach in Abseht auf den Punkt 0 oder 32ste *Grade* ganz gut gewesen seyn. Wenn hingegen die *Kälte* auf den 63sten Grad *Wasser* ansieht, so kann dadurch nicht der *Feierpunkt* verstanden werden, weil dieser auf den 78½ Grad fällt. Dieses betrifft nun das *Water* und die mit denselben gleichstimmenden *Hauksbischen* Thermometer. Von dem nicht gleichstimmenden mag demnach jeder sich untersehe werden.

## §. 138.

Unter diesen Skalen des *Celsius* steht vor. Wegen der Menge damit angefertigter Beobachtungen verliere er eine Untersuchung. Und diese hat *Celsius* selbst selbst vorgenommen, theils überliche dazu angeden. Er fand im *Jahre* 1740, daß von seinen Thermometern das *Hauksbische* 126, das Reaumursche — 19, das *de Lisle'sche* 120 Grade zeigt. Wie dem *de Lisle'schen* verglich den, zeigt das Reaumursche 32 wenig. Die 192ste Grad von dem *de Lisle'schen* Quadsüberthermometer ist auf — 12,4 des Reaumurschen Quadsüberthermometers, und auf — 21 des wahren Reaumurschen Weingeistthermometers. Dieser — 21ste Grad mag zur Vergleichung genommen werden. Er ist also mit dem 126sten *Hauksbischen* überein. Nach *Martini* müßte es aber nicht der 126ste, sondern der

$$126,21 + 78,5 = 204\frac{1}{2}$$

Grad se. Des *Celsius* Thermometer hätte also bei diesem Punkt um 14½ Grade zu hoch. Ferner sieht *Celsius* den 63sten als den wahren *Feierpunkt* an, *Wasser* ihn wirklich so befindet, so liegt derselbe 12½ Grad höher als an des *Martini* Skalen, weil *Martini* 78½ Grad findet. Man kann also vermuthen, daß die *Skalen* selbst zwar gleich sind, aber nicht ungleichen Anfang haben. Es

ist aber nicht bezweifen, daß der 65te Grad wirklich der Frühlingszeit sey. Ich finde im 5ten Bande der *Alphab. Aerol.*, daß Celsius kein daführl verkommene sehr unvollständige Wetterbeobachtungen nach Junius Westphal angestelt, und füglich das Thermometer in einem nicht geschützten Zimmer gesetzt hat. Da konnte es nun freylich den 65ten Grad anzeigen, wenn es in freyer Luft schon fast fror. Aber deswegen ist der 65te Grad nicht der Grad des freyestem Wassers, weil die Zimmer nicht so geschwinde als die äußere Luft erkälten. Inwar findet Celsius im Jahr 1731. die größte Sonnenwärme bey seinen ersten Grad, und sagt, die gewöhnliche Sonnenwärme sey der 10te Grad. Sollte nun Celsius 65 Grad haben, wo Martini 78½ setzt, so würde des Celsius 10ster Grad auf Martini's 43½ fallen, und füglich mit der Kältemessung übereinstimmen, und dieses würde selbst in Schweden keine Sonnenwärme heißen können. Nach sehe ich aus der Beschreibung der *Hawke'schen* Stunden in Schwedische, die Wärmemessung im 19ten Bande der schwedischen Abhandlungen vorgezeichnet hat, daß des Celsius Thermometer von dem Martini'schen wenig oder nichts unterschieden sey kann.

## §. 159.

Es wird also richtig seyn, wenn wir sehen, die Ausschläge des *Hawke'schen* Thermometers zeigen den Zustand der äußern Wärme und Kälte an, wenn das Thermometer nicht vor dem Frost, sondern in einem ungeheizten Zimmer beobachtet wird. Diefes ist der Fall bey meinen ehemaligen Wetterbeobachtungen. Man kann jedoch erkälten, weher es komme, daß aus 1731, 1732. zu Wapfel das *Hawke'sche* Thermometer bey 105ten Grad gefunden, als es auf den Straßen sey. Man darf sich nur gedenten, daß das Thermometer im Zimmer hing, und daß der Frost zu Wapfel nicht so lange dauere, daß die Zimmer auch nur bis zum 65sten, geschwinde kann bis zum 78½ Grad erkälten können.

## IV. Galeo.

## §. 160.

Galeo hat sich, wie er in seiner *Statist. der Gemächts* erzählt, ein sehr wissenschaftliches Gartenthermometer, und zwar im Jahr 1724. zu einer Zeit verfertigt, wo wissenschaftliche Thermometer noch sehr selten waren. Er wollte ein Instrument haben, welches die Grade der Wärme so weit anzeige, als sie bey der Pflanze vom Wachsthum der Pflanze erforderlich seyn kann. Er wählte dazu den Grad des grünen Wachsens. Auf der andern Seite sieht er die Kälte des starrenden Wassers als den Grad an, den welches das Wachsthum der Pflanze aufhört. Diefes zwey Punkte bemerkt er auf seinem Thermometer aus

Wärde des Zeichensraums in 100 Theile, die er vom Fixpunkt an auswärts geht. Nach manchen Neumannschen Thermometern geriet: Waßer deren 75sten Grade. Die Galileische Stufenleiter hat also nicht die geringste Schwermigkeit.

## §. 161.

In ein erwärmtes Waßer setzt Galen viele Beobachtungen an, die er mit seinen Thermometern angestellt hat. Die vornehmsten davon sind folgende:

0. Fixpunkt.
100. gerinnend Waßer.
64. Blut in lebenden Thieren.
54. Wärme unter dem Arm.
55. Köpfehitze.
58. Urinwärme.
58. Wärme zum Erythrines.
50. Sauerwärme.
85. Wärme des Willkürs.
88. größte Sonnenhitze.

## §. 162.

Es war seiner Galen nicht nur die Kiste und Wässer, sondern auch um die Wurzeln der Pflanzen besorgt. In diesen Ende setzte er im Garten Thermometer 2, 4, 8, 16, 24 Zoll tief in die Erde, und ließ nach einem oben auf stehen, dessen Kugel nur die Erde berühren. Von den 4 und 8 Zoll tiefen gibt er die Beobachtungen nicht an. Von den andern sind die merkwürdigsten Beobachtungen folgende:

| 0   | 2  | 16 | 24 | Zoll unter der Erde.  |
|-----|----|----|----|-----------------------|
| +8  | 45 | 33 | 31 | im August 1724.       |
| 3   | 10 | 14 | 16 | zu Ende des Octobers. |
| -4  | —  | —  | 6  | im Winter.            |
| +14 | 20 | 24 | 23 | 1725. im Sommer.      |

## §. 163.

Von diesen Thermometern konnte Martini sich nicht pücker finden, als er es mit dem Fahrenheitischen vergleichen wollte. Anfangs schien ihm die Sache leicht. Galen hatte ja eben seine deutsche Waßer, nämlich den Fixpunkt und die Wärme des gerinnenden Waßers zum Grunde gelegt. Martini nahm also

ein Sobrenbeilisches Quecksilberthermometer, und fast für getrennter Waage den 147ten Grad. Da nun der Fixpunkt auf den 32ten fällt, so beträgt der Unterschied 110 Sobrenbeilische Grade. Und doch sind demnach so viel als die 100 Grad des Galiläischen Thermometers. Nun war noch zu sehen, wie es um die übrigen von Galen beobachteten Grade stehe. Martini bezeugt sich aber zu sagen, daß Galen im Anfang des Frühjahrs sein Thermometer kaum 12ten Grad befanden habe, als das Sobrenbeilische dem 48ten stand. Damit würde 13 Galiläische Grade so viel als 16 Sobrenbeilische sein. In der Kupferplatte steht Martini 60 Galiläische Grade 74 Sobrenbeilische gleich. Damit kommt dem vorstehenden Verhältnisse heraus, nemlich 100: 111, 13: 16, 60: 74. Dieser Unterschied fällt ganz weg, wenn wir den ursprünglichen Gang des Quecksilbers und des Weingeistes mit in die Rechnung setzen, oder am klaren zu verfahren, das Galiläische Thermometer mit dem Neaumarische Weingeistthermometer vergleichen. Denn da 100 Galiläische Grade so viel als 56 Neaumarische sind, so ergibt sich ohne Mühe folgende Vergleichung:

| Gal. Neaumar. | Wärme unter dem Arm. |
|---------------|----------------------|
| 54            | 10½                  |
| 58            | 11½                  |
|               | Umwärme.             |

welche sehr richtig ist. Und es bleibt dessen unachtet auch richtig, daß der 120 Galiläische Grad mit dem 13ten Sobrenbeilischen oder eigentlich mit 48 übereinstimmt. Denn 13 Galiläische Grade geben 13, 0, 56 = 7, 18 Neaumarische von Weingeist, folglich (nach der zweiten Formel des 123. §) = 7, 17 Neaumarische von Quecksilber. Und dies geben 13, 7, 17 = 16, 13 oder 16½ Sobrenbeilische. Diese zum Grad des Fixpunkts 32 addirt geben 48½ Grad.

## V. Fowler.

§. 164.

Hier ist noch ein Weingeistthermometer, das Martini mit dem Sobrenbeilischen Quecksilberthermometer nicht richtig vergleichen konnte. Fowler hat dasselbe zum Verkauf der Bewaldschäfer erworben. Er schrieb den im Wesen desselben die Namen der Gewächse, welche die höchsten Grade der Wärme am besten fortkommen. Es sind folgende, so wie sie Galen ebenfalls nach seinem Thermometer angibt.

| Fowler. | Gal. Neaumar. | Bewaldsch.  |
|---------|---------------|-------------|
| + 30    | 31            | Melocactus. |
| + 25    | 29            | Amara.      |
| + 20    | 26            | Piment.     |

| Sowter. | Salz. | Gewichte.     |
|---------|-------|---------------|
| + 15    | 24    | Euphorbia.    |
| + 10    | 21½   | Cereus.       |
| + 5     | 19    | Aloe.         |
| 0       | 16½   | Ficus indica. |
| - 5     | 14    | Ficoides.     |
| - 10    | 12    | Orange.       |
| - 15    | 9     | Myrtus.       |

Martini sagt nun, Sowter habe auf sein Verlangen den Grad des fließenden Wassers untersucht, und ihn bei — 34 gefunden. Dieses giebt auch die Vergleichung mit den Galiläischen Graden an sich schon an. Wenn nun Martini weiter sagt, er habe aus verschiedenen Vergleichungen, daß der 1ste Sowter'sche Grad mit dem 64ten Schrenbörcher'schen eintriffe, so giebt er 5 Grade zu viel an. Denn es soll aus der 61ste sein.

## VI. Denart.

S. 165.

Dieses Thermometer ist mir aus *L. GESSNERI Thermometro botanico* bekannt geworden. Es ist ebenfalls botanisch, und zeigt von 2 zu 2 Graden fort, und Sowter von 5 zu 5 Graden zählt. Die Vergleichung ist indeß ungenau, und giebt folgendes an:

| Sowter. | Denart. | Gewichte.            |
|---------|---------|----------------------|
| - 35    | 0       | —                    |
| - 15    | 8       | Myrtus.              |
| - 10    | 10      | Amarillus Sarnintha. |
|         | 11      | Olea.                |
| - 5     | 12      | Ficoides.            |
|         | 13      | Capparis.            |
| 0       | 14      | Ficus indica.        |
|         | 15      | — Panic.             |
| + 5     | 16      | Aloe.                |
|         | 17      | Coffea.              |
| + 10    | 18      | Cereus.              |
|         | 19      | Zingiber.            |
| + 15    | 20      | Euphorbia.           |
|         | 21      | Tamarindus.          |
|         | 22      | Coffea.              |

| Fomler. | Denart. | Gewicht.                  |
|---------|---------|---------------------------|
| + 25    | 24      | <i>Picus caucasia.</i>    |
| + 30    | 26      | <i>Rhizon persicum.</i>   |
|         | 27      | <i>Laurus Cassiniana.</i> |

## Siebenter Abschnitt.

Von andern bisher gebrachten Weingeistthermometern.

§. 166.

Es sind sehr viele Beobachtungen nöthig, die wir allein oder gemeinschaftlich oder Florentinischen Thermometern angeführt, und erst viele Jahre nach fortgesetzt werden sah. Man findet davon in des Breslauer Sammlungen, in Büchners Fortsetzung derselben, in dem *Caesareo epistolico*, und mehreren andern Jahrbüchern einen großen Vorrath. Die Vorhaben solcher Beobachtungen scheinen sich gewöhnlich Thermometern an, die schon ganz fertig und an Grenzen geheset waren. Daß man sie von Deutschen wegnehmen, die Kugel mit der Hand umschließen oder unter die Achsel bringen, oder in frischen kaltem Blut, Wein, Milch, Schweiß, frischem Wasser u. dergleichen, um diese Grade von Wärme anzunehmen, das kann weniger oder keinen in Sinn, und so mangelt man gerade die Angaben, nämlich weicher man am sichersten sehen kann, wie die Einheilung beschaffen gewesen.

§. 167.

Einige dieser Beobachter gebrauchen zwar die Vorsichtigkeit von ihrem Thermometern das Maß anzugeben. Sie maßen aber gewöhnlich nur die Länge der Röhre in Zollen. Nur wenige geben den Diameter der Kugel an. Und wenn etwa auch der Diameter der Röhre gebacht wurde, so war es der doppelte des Glases. Indessen kann der inner und sehr genau gemessen werden müssen. Dieser Punkt aus diegründlichen Bedenken um die Größe größer zu sein als er wirklich ist, weil die Strahlverbreitung aus Luft in Glas das Verhältnis 3:2 angiebt. Da aber die Diameter sehr klein sind, so können sie auf diese Art nicht mit doppelter Genauigkeit gemessen werden. Ich übergehe daher Röhre halber, den Beweis dieses diegründlichen Satzes um so mehr, da er ohne Mühe zu finden ist. Es wird dabei weiter nichts voranzusetzen als daß die Strahlen parallel nach dem Auge gehen, welches, wenn man die Röhre 8 und mehr Zoll weit vom Auge hält, wegen ihres geringen Diameter, ohne merklichen Fehler angenommen werden kann.

§. 168.

## §. 168.

Es steht also kaum etwas mehr, als die Beobachtung selbst. Und die ist die Frage: wiefern man aus den täglich beobachteten Graden eines Thermometers die Zustandleiter desselben kenntlich mache und mit bekannten Thermometern vergleichen könne. Diefes ist man schwerer oder leichter, je nach den Umständen angelegen hat. Ich sehe demnach, daß der Ort der Beobachtung bekannt sey, weil nicht alle Länder gleichen Wohlth von Wärme und Kälte haben. Sodann sieht man, ob der Beobachter die Lage seines Thermometers angegeben, nämlich, ob vor den Fenster oder in einem offenen Gange, oder geschlossnen Zimmer, gegen Mittag oder Mittnacht gehalten, ob die Beobcht um das Haus herum frey oder mit Schalen angebauet ist. Ferner, ob Regen, Schnee oder Nebel beobachtet worden, oder ob die Tagesstunden dazu nicht regulär angefaßt waren.

## §. 169.

Man sieht ohne Mühe, daß man aus solchen Umständen, auch wenn sie alle bekannt sind, keine sehr große Genauigkeit erwarten kann. Es wird dieses aber auch nicht immer erfordert. Was folgt demnach an, die Grade der größten Wärme aufzufuchen. Diese erstrecken sich in unserm Beyden vom 12sten bis zum 16ten Reaumur'schen Grad. Wenn man demnach ebenhin oder aus andern Beobachtungen weiß, ob der Sommer kalt oder mäßig oder sehr heiß gewesen, so kann man zwischen diesen 6 Reaumur'schen Graden so ziemlich eine Waßl treffen. Wenn die Wärme einmal in die Mauern und Wände eingedrungen, so macht die Lage des Zimmers dieses merklichen Unterschied mehr, es wäre denn, daß es dem Tageslicht verschlossen bliebe, wie es geschieht, wenn man ein Zimmer nicht erhalten will.

## §. 170.

In Aufhebung der Winterkälte giebt es viele Schwierigkeiten, weil sie von einem Jahr zum andern viel stärker abwechseln. In diesem Beyden sind die Grenzen zwischen 6 und 14 Reaumur'schen Graden unter dem Feiertage. In demjüngern Beyden sind sie tiefer. Wenn man aber das Thermometer in freyer Luft gehalten, und der Beobachter hat angefaßt, an welchen Tagen es angefaßt gen hat ja freyen oder aufzuhauen, so wird man auf seinem Thermometer den Feiertage wenig oder gar nicht verschien, wenn man aus allen an solchen Tagen beobachteten Graden das Mittel nimmt. Auch werden diese Grade selbst unter sich wenig verschieden seyn. Hingegen sind sie es mehr, wenn das Thermometer nicht an der freyen Luft, sondern in Zimmern beobachtet wird, die nicht gefehrt werden, und wo die äuffere Luft keinen freyen Zugang hat. Wenn man in solchen Zimmern Waßer hat, und findet es gefreter, wie es nach einer langen und

hohen Kälte leicht geschieht, so wird das Thermometer ebenfalls mehr am Frierpunkt stehen. Ich habe aber diesen Vorwand schon bei Weithermometern angesetzt gefunden.

S. 171.

In solchen Jahren steigt das Thermometer beyn Anfang und Ende des Frostes sehr verschiedene Grade, je nachdem das Thermometer ruhender oder der Frost stärker und anhaltender war. Da ich das Thermometer mehrere Jahre in der Stadt, in zwei nicht geschützten Zimmern und vor dem Fenster gegen Ober den, südentlich des Berges, beobachtet habe, so finde ich folgendes:

1. Wenn ersten Frost im October stand das Kammerliche Thermometer vor dem Fenster auf 0, in den Kammern bey 2 Grad über 0.
2. Bey Anfang des Frostes im November stand es in den Kammern bey 6 Grad. Hingegen bey 4 oder 5 Grad, wenn es wieder aufthaut.
3. Im December bey Anfang des Frostes auf 3 Grad, beyn Aufthauen auf 2 bis 4 Grad.  
In diesen Monaten dauert der Frost nicht lange.
4. Im Januar war das Thermometer in den Kammern, wenn es anfing zu frieren, bey 4 Grad, wenn es aufhörte bey 2, auch wohl bey 1 Grad, und wenn der Frost nicht lange dauerte bey 1 Grade.
5. Im Februar, wo es zuweilen mehrere rechte Frühjahrsgrade giebt, steigt das Thermometer alsdann in den Kammern bis auf 6, 7 Grade. Ob nämlich aber steigt es bey nichtverschendenen Frosten auf 4 oder 5 Grad, beyn Thaumet auf 3 Grad.
6. Eben dieses findet sich auch im März, beyn Frieren und Aufthauen.
7. Im April thaut es gewöhnlich ganz auf, und da hält sich das Thermometer in der Kammer bey 3, 4, 5ten Grade.

S. 172.

Nach diesen Sätzen habe ich nun die eben (S. 171.) erwähnte Beobachtung des Liffen in der *Miserik. Carol. Tom. V.* vergewissert, und finde, daß sein *Handels-Haus* Thermometer im October, wenn es anfing zu frieren, bey 56, 57, 58ten Grad stand. Im November bey 60sten bis 62sten, und als es aufthaut, bey 60sten. Im December ebenfalls. Im Januar und Anfang bey 65ten oder 70sten. Im März bey 60sten bis 70ten, und wenn es wieder frost bey 54ten. Diese Grade sind ja sehr verschieden, als daß man nicht schließen sollte, das Thermometer habe in einem Zimmer gestanden. Es folgt also



1. daß der 24ste oder 25te Grad des Celsius mit dem 3 Reaumurischen, und
2. der 69ste oder 70ste mit dem 100 Reaumurischen sehr nahe übereinstimmen werde. Ihm daraus folgt ferner, daß beim Celsius der wahre Fixpunkt auf 73 oder 79 fallen müsse. Dieses stimmt nun mit des Hartnre Versuch (S. 157.) sehr gut überein.

§. 173.

Wagachtet man diese Betrachtungen durchs Hin- und Herpendeln zu finden, und zugleich die Sprache des Thermometers verstehen zu lernen, so lassen wir dieses durch den Zustand der Wärme und Kälte in dem Zimmer beobachten, wo das Thermometer beständig war. Der Zustand der Luft läßt sich daraus erst durch Schätzungen finden werden. Dieses kann man sich aber nicht sehr sicher Gewisheit versprechen. Inwiefern ist die Wärme, so man sich deswegen gibt, doch auch nicht vergebens. Aus meinen Versuchen (S. 171.) ersehen man Beobachtungen finde ich folgendes:

1. Im September zeigt das Thermometer in der Kammer mit dem vor dem Fenster überhaupt bewacht zu gleichen Schritten.
2. Im October zeigt der Unterschied, überhaupt bewacht, 3 bis 3 Reaumurische Grade aus.
3. Im November ist derselbe 3 bis 7 Grade.
4. Im December 3 bis 8 Grade.
5. Im Januar 8, 10, auch wohl 12 Grade.
6. Im Februar nimmt er wieder ab, so daß er 4 bis 8 Grade beträgt.
7. Im März kommt er wieder der Gleichheit näher, die im April fast ganz wieder hergestellt wird.

§. 174.

Dieses betrifft den Gang des Thermometers überhaupt bewacht, so fern nemlich das Thermometer der kleinen täglichen Veränderungen unterworfen, von October bis im Jenner tiefer fällt, und von da an wieder steigt. Es zeigt aber nicht so einseitig zu. Denn außer den täglichen Veränderungen giebt es noch solche, wo die Kälte mehrere Tage lang zu, und dann wieder abnimmt. Diese zeigt das Thermometer in der Kammer wenig, tres bis viermal geringer an, als das in der äußern Luft, je nachdem sie stärker oder schwächer sind. Ueberdies zeigt das Thermometer von dem Fenster diese Veränderungen, jauch wenn sie an sich gleich sind, nicht früher an, weil es Zeit dazu gebraucht, bis die äußere Wärme und Kälte durch die Mauern und Wände durchdringt.

So 3. C. Leflus spricht Wendert davon, daß es für eine Kälte war, als sie *Hawke'sches* Thermometer den 1sten Junius 1752 auf des 124ten Grad fiel. Und doch ist es nur der 13te oder 16te *Roumische* Grad unter 0. Eine solche Kälte will ja Uppäl noch nicht viel sagen. Die Kälte aber wenigstens noch 10 Grade mehr und damit des 25ten oder 26ten *Roumischen* Grad unter 0 annehmen, wenn wir auf die Kälte der Luft einen Schatz machen wollen. (S. 173. Nr. 5.) Das ist schon eine Kälte, die in Schweden außerordentlich selten kam.

Die ganz Menschliche Veränderung des Thermometres in der Kammer ist überhaupt bemerkt um 1/2 Zeile als die in freier Luft. In der größten Wärme machete sich je Kälte um einen Grad von einander verschieden, so daß erstere beyen 24ten oder 25ten Grad stehet, wenn letztere 26 Grade verliert. hingegen wird der Unterschied gegen den Winter ja größer, so daß wenn das Thermometer in freier Luft schon 10 Grade unter dem Fixpunkt stehet, das in der Kammer kaum noch den Fixpunkt erreicht. Man siehe hieraus, wie man, wo nicht die Temperatur, doch wenigstens die Messungen vermeiden muß, wenn sie, ungeachtet das Thermometer in der Kammer stehet, den Zustand der Luft zu bestimmen sollen. An dem *Roumischen* Thermometre kann man bey

|            |   |              |
|------------|---|--------------|
| + 24 Grade | — | größte Hitze |
| + 13 —     | — | gerühigt     |
| + 7 —      | — | Reif         |
| 0 —        | — | große Kälte  |

schreiben. Ich habe bereits (S. 159.) gesagt, daß das *Hawke'sche* Thermometer diese Einrichtung hatte. Man findet auch

| <i>Roum.</i> | <i>Hawke'sche</i> |                |
|--------------|-------------------|----------------|
| + 37         | 0                 | größte Hitze.  |
| + 18         | 25                | warm.          |
| + 11 1/2     | 45                | gerühigt.      |
| + 7 1/2      | 56                | Reif ja Thau.  |
| + 4 1/2      | 65                | stärker Frost. |

Daß *Hawke'sche* die größte Hitze höher ansetzt, läßt sich erkennen, wenn man an einem, er habe auf Zinnre Kältsicht genommen, welche die Wirtagslöcher haben, und des Grad über ja groß als ja klein ansetzen wollen. Eben so sehr es

seinem Frostpunkt etwas tiefer, weil ein geringer Frost erst aus den Bergesflüssen des einfließt. Ein solches war aber der zu Basel.

## §. 177.

Ich habe von der strengsten Winterhitze der Jahre 1709 und 1712 mehrere Beobachtungen gehalten, wo die Sprache des Thermometers durch Verwundungen von dieser Art muß aufgestellt werden, theils weil die Einwirkung unbekannt ist, theils weil die Thermometere nicht an der freien Luft, sondern in Jura terra standes. Unter diese Beobachtungen gehört Wolfens Dillert, de Hieme 1709. Er giebt aber die Grade seines Thermometers und die Veränderungen des Wetters nicht Tag für Tag, sondern sehr zusammen an. Und von dem Grade des Sommers sagt er nichts. Den 19ten October 1708 fand er sein Thermometer im Winter den — 36 Grad, und als er es an das Fenster legte, fiel es auf — 65. Dieses war bey dem ersten Anfange des Frostes. Den 25ten Jan. 1709, als nach der strengsten Kälte Thaumeter einfiel, zeigte sein Thermometer im Winter — 72 Grade. Dieser Grad mag man von eigenlichem Winterpunkt wenig verschieden gesetzt seyn. Wenn man auch der Grad für die Sommerhitze angegeben wäre, so würde sich noch eine ziemlich genaue Vergleichung anstellen lassen. Im April 1709 zeigt Wolfens Thermometer bei 300 Grad, als dem Grad der Keilendrose hinaus. Und daraus folgt, daß ungefähr 7 Wolfische Grade so viel als 1 Reaumurischer betragen. Und nach dieser Verhältniß würde ein Wolfisches Thermometer bei 1000 Grad der Wärme dem 25ten oder 26ten Reaumurischen gleich seyn. Ich habe hiemit in Wolfens nachgelassenen Nachrichten nachgesehen, ob dazus einige Nachricht von diesen 1709. gebräuchter Thermometer vorhanden. Und im 1ten Bande S. 65, 66, 67. finde ich, daß er nicht großes altes Thermometers Erwähnung thut, welches er sich 1708 angeschafft. Er sagt dazus, daß es 1722 nicht mehr recht zu den obem Graden der Wärme hinaus wolle. Das will man aber wohl nicht mehr sagen, als daß damals der Frühling und Sommer nicht sonderlich warm gewesen. Indessen folgt dazus, daß Wolfens Thermometer in einigen nachhergehenden Sommern wirklich bis zu den höhern Graden gestiegen, und folglich die Stufenlinie verliessen, die 100 Grad Wärme und 100 Grad Kälte enthält, wirklich gar angegriffen war. Dieses war deswegen anzunehmen, weil es Thermometer gegeben hat, die eine und eben dieselbe gleiche Stufenlinie hatten, deren Gang aber ganz verschiednen war.

## §. 178.

Und diesen Betrachtungen wider demnach Wolfens Thermometer ziemlich genau gemacht. Und wir würden wenig fehlen, wenn wir seinen 100ten Grad

der Wärme auf Neaumars 20tes, und den Fixpunkt auf Wolfens — 72 oder — 73 setzen. Ich habe nun in Wolfens mögliches Versehen, daß er sein Thermometer mit seinen zwei Fahrenheit'schem verglichen, von welchem ich bereits im vorhergehenden die Eigenschaften beschreiben habe. (S. 110 — 112.) Was aber bei dieser Vergleichung das Schwierigste ist, so hat Wolf dazu nicht nur nicht die Vorsicht, sondern wenig unterschiedene Grade genommen, und überdies die Vergleichung gerade nur deswegen angegriff, damit man sehen könne, daß die beiden Fahrenheit'scheit zwar unter sich, aber nicht mit seinem alten großen See-temperatur überzustimmen, sondern bald mehr, bald minder zeigen. Dies ist richtig aber schädlich nur daher, daß solcher Thermometerzug die Verdachtsursachen der Wärme und Kälte langsamer annehmen. Wolfs Beobachtungen sind nun in folgender Tafel in Ordnung gebracht:

| Sehrenbr.  | Wolf.                            | Das Rind. |
|------------|----------------------------------|-----------|
| (S. 112)   |                                  |           |
| 8. 2 = 34  | — 64                             | — 64      |
| 3 = 35     | — 61 viermal, 62, 61             | — 64      |
| 9. 0 = 36  | — 65, 64, 62, 61                 | — 61      |
| 1 = 37     | — 65, 64, 63, 62, 61, 61, 60, 60 | — 61      |
|            | 59, 59, 57                       |           |
| 2 = 38     | — 60 viermal, 19 viermal         | — 59½     |
| 3 = 39     | — 55                             | — 55      |
| 10. 0 = 40 | — 57, 52, 51, 51, 50             | — 52      |
| 1 = 41     | — 49, 45                         | — 47      |
| 3 = 43     | — 45                             | — 45      |
| 3 = 40     | — 40                             | — 40      |

Die dritte Column habe ich hinzugefügt, um zu sehen, wie weit, wenn man aus den von Wolf beobachteten Graden des Rindens etwas, dieses den Graden der Fahrenheit'schen Thermometer angenommen sein würde. Ich sehe hierauf die als Abwieser, und die Zahlen der dritten Column als Ordinateen an, und nehme die Zeichnung vor. Die Punkte der Ordinateen liegen zwar nicht völlig in gerader Linie, doch so, daß die Linie ziemlich genau gerade zwischen den Punkten durch gezogen werden. Und so weit ich genau, daß

| Sehrenbr.  | Wolf. |
|------------|-------|
| 8. 3 = 35  | — 71½ |
| 10. 3 = 43 | — 41½ |

zusammensetzen. Demnach zeigen 3 Grade bei Wolfens 1 Grad bei Sehrenbr. an. Und daraus folgt, daß ein Wolf'sches Thermometer — 74½ der

Triempfer 01, und Wolfens 0 auf den 27ten Schwedischen oder 25.4: 9  
 = 11ten Neaumarschen Grad mit. Damit ist der 2000 Wolfische Grad  
 der Wärme eben das, was der 26ste Grad der Neaumars. Diese Vergleichung  
 zeigt demnach, daß die vorerwähnte wenig oder nichts fehle. Wolf hat 1721  
 gewiß nicht geglaubt, daß man, was er damals als Beweis wider die Ueberein-  
 stimmung der Thermometer vortrag, nicht nur zum Beweise für dieselbe, sondern  
 sogar zur Bestimmung des Verhältnisses gebrauchen würde. Er rief förmlich auf  
 die Methode an, Vergleichen anzustellen. Es ist nun schade, daß 1703 des  
 11ten und 12ten Junii, da eben die strengste Kälte war, der Weingeist bis in  
 die Regel herunter fiel. Wir können also nichts mehr davon sagen, als daß sein  
 Thermometer unter dem 114ten Grad der Kälte gefanden habe, welches auf  
 — 6 Grad unter Neaumars 0 ist. Man hatte zwar Wolf einige Kupferfäden  
 des Hermetischen Instit, damit die Luft im Zimmer die Kälte der äußern Luft  
 nicht annehme. Das hilft aber nicht viel. Und so können wir die Kälte der äußern  
 Luft nicht gleich noch 10 bis 11 Grad höher annehmen; so daß sie eher bey — 13  
 als bey — 16 Neaumarschen Graden mag gewesen seyn.

§. 179.

Ich habe alle bisher angeführte Weingeistthermometer mit dem Neaumarschen  
 Weingeistthermometer verglichen, und dieses dadurch zum allgemeinen  
 Maßstab von ihnen gemacht. Ich weißte auch nicht, warum ich ein anderes hätte  
 wählen sollen. Schon für einiger Zeit haben Salzweiden, de l'Isle und Neaumars  
 die Oberhand gewonnen. Von ist auch schon gezeiget, die Salzweiden und  
 de l'Isles Thermometer als solche anzusehen, die von Quecksilber gemacht wor-  
 den; da hingegen die Neaumarschen mehrertheils von Weingeist waren, und  
 selbst ihre Eintheilung sich darauf gründet. Endlich hat Neaumars selbst, ohne  
 es zu wissen, und durch einen glücklichen Irrthum die Eintheilung so getroffen, daß  
 seine Weingeistthermometer mit seinen Quecksilberthermometern in der Größe des  
 Jahresraums einen Grad zeigen. (S. 121.) Ungeachtet man auch schon in  
 Schweden, 1700 und England angeschauet hat, zwischen hiesigem und hiesigen  
 dem Wasser 100 Grade anzunehmen, weil man überhaupt in solchen etwas will-  
 kührlichen Dingen gern die Deconvolution anfählet; so geht doch dieses von  
 Neaumars nur in so fern ab, als man sieht, daß seine Thermometer von Queck-  
 silber gemacht werden. Denn nimmt man Weingeist, so werden zwischen hie-  
 sem 100 Neaumarsche Grade heranzustimmen. Es passen übrigens die Neaumars-  
 merische Grade sehr gut in des Wetterbeobachtungen, und sind daher nicht ver-  
 änderlich. Denn man hat bey

- 30 die feinste Wasserlinie.
- 15 Rüte von gefästem Schnee.
- 10 starke Wasserlinie.
- 5 geringe Wasserlinie.
- 0 stierend Wasser.
- + 10 gemessige Wärme.
- + 20 gemessige Sommerwärme.
- + 25 große Sommerwärme.
- + 30 Wärme der Haut.

## §. 120.

Die Genauigkeit hat übrigens bey dem Gebrauche der Thermometern, in Absehe auf ihre verschiedne Stoffezeiten, sehr viel. Es wird demnach das beste seyn, wenn ich die flüsslichen Stoffezeiten, die von einigen Beträge seyn mögen, auf einem Blatt gestrichet darstelle, und dabey auf den Unterschied, ob sie von Luft, Quecksilber, Weingeist oder teinil sind, Rücksicht nehme. Da die meisten von Weingeist sind, so habe ich bey denselben die Grade gleich groß gemacht. Damit man sie die von Luft, Quecksilber und teinil ungleiche Grade erhalten, damit durchaus Grade so eintricy Wärme zusammen in eintricy Pa- rallellinem liegen. Ich habe ferner, so weit es der Raum zugelassen, bey jedem Thermometer, die mit denselben gemachten Beobachtungen angezeichnet. Unter diesen habe ich besonders auf folgende gezeig:

1. siedend Wasser.
2. gerührend Wasser.
3. Wärme des Leibes.
4. Kellerwärme.
5. stierend Wasser.
6. gefästem Eis oder Schnee.

und durch diese Grade Parallellinem gezogen, damit sie auf dem Thermometern, mit welchen sie beobachtet worden, ohne alle Mühe unter einander verglichen werden können. Ueber jeder Stoffezeitung steht angegeben, von welcher Materie das Thermometer gemacht oder seyn muß, wenn die letztere gelteu soll. Unten bey jeder ist der Name, unter dem §. 5, die man nachschlagen kann, um mehr Auf- klärung zu finden.

## §. 121.

In dieser Test steht das Neumannsche Thermometer verschied. 1°. Von Quecksilber, und dieses läßt vom stierenden zum sechenden Wasser so  
Coact.

Grade. 1°. Von Weingeist. Dieses ist ebenfalls 90 Grade. Es ist dasselbe, was Neumann glaubt gemacht zu haben, das er aber nicht gemacht hat. Herr de Luc hat es aber gemacht, und zwar in der Absicht, um dessen Grade mit dem von Quecksilber zu vergleichen und dem sehr menschlichen Mangel des Ganges zu zeigen. Dazu mag es dienen. Weiter wollte ich es nicht ausstellen, weil man schon sehr genaue verschiedene Einstellungen hat. 2°. Ebenfalls von Weingeist. Es ist das wahre Neumannsche, und trifft in der Nähe des Fixpunkts mit dem von Quecksilber zusammen. Diese drei Thermometer sind die, welche in der 1. 2 und 2ten Colonne der oben (S. 114.) gegebenen Verzeichnisse verzeichnet sind.

S. 132.

Die besterhomerter des Amontons, Cuvierius und Volm habe ich nach ihren Angaben geprüft, eher mich daran aufzuhalten, daß sie für die Messung der Luft in feuchten und lebenden Wasser verschiedene Verschiedenheiten bezeichnen. (S. 89.) Die beiden letztern haben ihre Thermometer nur zu Wetterbeobachtungen gebraucht, und so können die höhern Grade bey ihnen gar nicht vor. Amontons behat hingegen seine Erweiterer bis zur Höhe des feuchten Wassers aus. Sein Versäher ist aber so sehr unvollkommen, daß nicht einige Mängeligkeiten mit mehr lauten können. Und eben daher kam es, daß seine Thermometer nicht alle gleich gut ausfielen.

## Ächter Abschnitt.

### Thermometer zu bestimmten Absichten.

S. 133.

Unter die Thermometer, welche zu bestimmten Absichten eingerichtet werden, gehört das Amontonsche eben an, weil Amontons eigentlich darauf gesehen hat, daß er die wahren Grade der Wärme oder ihre Kraft in gleich dicker Luft bestimmen konnte. Diese Absicht war wesentlich sehr wesentlich. Amontons Schlässe sind auch sehr richtig. Wollt man sie bereits 1702 in seine Notizen aus, und auch nachher sind sie immer gebraucht worden. Nur wollte man das Schicksal von Graden der Wärme in der Luft auf Grade der Wärme überhaupt nicht so unbedingt setzen lassen. Man hatte auch wegen der Verschiedenheit des Werts Wärme nicht so ganz unrecht.

## §. 184.

Weser diese instrumenten Hauptabsicht gleich es sein noch andere, zu welchen Thermometer eingerichtet werden können. Dazzu gehört nun das von Galeo ganz zum Behuf des Beobachtens eingerichtetes Thermometer, (§. 160.) so wie auch die von Soteler und Demart. Inzwischen kommen bey diesen eigentlich nur die Aufschriften in Betrachtung, weil die Constructionen dabey ganz willkürlich sind, (§. 164. 165.) Auch würde es ungleich besser seyn, wenn sich der Name der Pflanzen die Sommerzeile und Winterzeile der Länder angebracht wären, wo die Pflanzen eintrifft, und in freyer Felle fortzusetzen.

## §. 185.

Herr de Luc ist, so viel ich weiß, der erste, welcher die Construction zu besondern Absichten eingerichtet hat. Man weis schon seit Antonons, daß, weil die Wärme das Quecksilber im Barometrum ausdehnt, eine gleiche Barometrische Höhe immer eine gleiche Schwere der Luft anzeigt. Es läßt sich daher ein Thermometer gestalten, welches das Verhältniß anzeigt, in welchem jedesmal die Barometrische größer oder kleiner ist, als sie bey einem bestimmten Grad der Wärme seyn würde. Herr de Luc stellte die Versuche mit dem Barometrum selbst an, und findet 6 Linien Unterschied für die Grade des zur höchsten Höhe und sinkenden Wassers. Jedem dieser 6 Linien theilt er in 16 Theile, und erhält demnach 96 Theile, deren jeder  $\frac{1}{16}$  Linie ausmacht, damit man an diesem Thermometer so gleich sehen könne, wie viele  $\frac{1}{16}$  Linien in der Barometrischen weizen des Wassers sich der Wärme müssen addirt oder davon abgezogen werden. Die Barometrischen Höhen, die wirklich verschiedenes sind, muß hierbey noch eine Reduction vorgenommen werden, die sich leicht geschehen läßt, und woraus auch schon andere Rücksicht genommen haben. Ich führe dieses zur Empfehlung an. Die erhaltene 6 Linien sind mehr als man nach des de Luc und anderer Versuchen findet, wo nämlich für das Quecksilber die Ausdehnung vom sinkenden zum sinkenden Wasser nur  $\frac{1}{17}$  und demnach auf 336 Linien Barometrische nur 5,04 Linien ausmachte.

## §. 186.

Das andere Thermometer, so Herr de Luc zu besondern Absichten eingerichtet hat, betrifft die von der Wärme herrührende Verdünnung in der Dichtigkeit der Luft, bey gleichem Drucke. Hiervon weiß man allerdings Rücksicht nehmen, wenn man die Höhen der Berge, mittelst der Barometrischen bestimmen will. Herr de Luc gebraucht hierzu alle seine Beobachtungen, und arbeitet sich mit vieler Mühe und Weitläufigkeit durch dieselben durch. Endlich findet er, daß die Luft bey gleichem Drucke sich um  $\frac{1}{17}$  Theil ihres Raumes ausdehnt,



wenn das Neuenmische Quecksilberthermometer um einen Grad steigt. Dieses geht für den Unterschied des freiernden und siedenden Wassers  $\frac{1}{2} = 14$  Theile. Und damit setze ich die Luft bey gleichem Druck von freiernden zum siedendem Wasser, wie 41 zu 59, folglich wie 1000 zu 1379 aus. Ich habe daher 1379 als eine neue Zahl angesetzt. (S. 99.) Herr de Lvc theilt also sein Thermometer, um etwas größere Grade zu erhalten, zwischen freiernd und siedendem Wasser in 4. 379 = 195 Theile. Er gebraucht dabei Anthonow's theilliche, und nimmt an, daß die Ausdehnungen der Luft und des Quecksilbers einander proportional sind. Da er man aus andern Versuchen findet, daß die Ausdehnungen des Quecksilbers mit den Graden der Wärme, wo nicht vollkommen, doch sehr nahe, in gleichen Schritten gehen, so wird dieses ebenfalls von den Ausdehnungen der Luft gelten. Und dann wird mit richtiger Anwendung der Arithmetischen Mittelreihe doch folgen, daß das Luftthermometer nicht bloß arithmetische Wärmesgrade der Wärme, sondern absolute Verhältnisse ihrer Grade anzeigt. Dieses wollte uns Herr de Lvc dem Herrn *ANAC* nicht geüen lassen.

## §. 187.

Herr de Lvc nimmt ferner auf die astronomische Strahlenbrechung Rücksicht, welche bey verschiedenen Stunden des Barometres und des Thermometres verchieden ist. Man hat bereits Tafeln, welche die Verbreitungen anzeigen. Und so läßt sich allerdings so wohl am Barometre als am Thermometre eine Stufe feinerer andeignen, welche die aus der Strahlenbrechung verurschende Reflexion unmittelbar anzeigt. Es müßte aber die Theorie noch erst sehr verbessert werden, weil außer der Schwere und Dichtigkeit noch auf die Dichte aus gesehen werden muß.

## Neunter Abschnitt.

Einige Anmerkungen über die Gründe der Thermometertheilung.

## §. 128.

Man ist man hinsichtlich darin übereingekommen, die Grade des freiernden und siedenden Wassers bey der Eintheilung der Thermometer zum Grunde zu legen. Und so läßt sich die Frage, diese Grade selbst genau zu untersuchen. In Aufhebung des ersten Grades, war man nicht ganz einig, ob man freierndes Wasser, Wasser unter dem Lufte, schmelzendes Eis, schmelzendes Schmelz u.

als des unvollständigen Grad anzusehen habe. Ich finde nicht, daß der letztere merklich ist, dessen man ihn nicht mit Verstand groß machen. Man kann ihn aber groß machen, weil das Wasser nicht augenblicklich friert, noch das Eis und der Schnee augenblicklich schmelzen, und weil überdies auch das Thermometer den Grad, den es anzeigen soll, nicht augenblicklich anzeigt. Man nehme z. E. in der größten Kälte Wasser, welches schon bis zum Frieren erkaltet ist. Man nehme zerstücktes Eis oder Schnee hinein, der 10, 12 und mehr Reaumur'sche Grade kälter ist, so wird das Wasser eben nicht so gleich ganz frieren, und doch viel kälter seyn als es für den verlangten Frierpunkt des Thermometers seyn sollte. Wiederum sehe man in ein Gefäßchen voll Wasser, welches eben frieren will, ein Thermometer, das unmittelbar aus einer warmen Stube kommt, so wird man bey starker Kälte das Frieren an der Oberfläche des Wassers anfangen sehen, da das Thermometer erst nach dem innern Wasser seinen Ueberschuß von Wärme mit theilt. Ist das Gefäß groß, und man bringt es voll Wasser aus der warmen Stube, so wird bey starker Kälte dessen Oberfläche gefrieren, während dem die innere Theile noch merklich mehr Wärme haben.

## §. 189.

Will man dennoch solche Ungewißheiten vermeiden, so thut man am besten, wenn man zu dem Versuchen die Kälte wählet, die gerade nur zum Frieren hinreicht ist. Man nehme Wasser, welches schon bis zum Frieren eiserne Kälte hat. Man laßt ebenfalls das Thermometer auf diesen Grad stehen, damit es nicht in das Wasser eine Wärme oder Kälte hineinbringe, die es nicht haben soll. Es wird also gut seyn, wenn das Thermometer warmes schon unter Wasser gehalten, dessen Oberfläche gefroren ist. Je langsamer das Wasser friert, desto schmerzlicher geht der Versuch von statten. Daß man nicht viel Wasser nehmen muß, versteht sich von selbst, und eben so auch, daß das Wasser nicht gefrieren schon muß, weil gefrorenes Wasser mehr Kälte zum Frieren erfordert als warmes Wasser.

## §. 190.

In Verhång des andern Grades, nemlich des hohen: Wasser, hat Schreber ein Verändersichere bemerkt, die von der Barometerhöhe abhängt. Man sieht, daß, wenn das Barometer um 1 Zoll tiefer steht, das siedende Wasser um etwa 2 Fahrenheit'sche Grade weniger Wärme hat. Was aber diesen an sich geringen Unterschied genauer zu bestimmen, werden Barometer und Thermometer auf hohe Berge gebracht, wo das Barometer um viele Zeile tiefer steht. In des Memoires de l'Acad. de Paris 1740. habe ich, daß Herr le Monnier, zu Perpignan bey der Barometerhöhe von 18'. 2". und auf dem

Einige Anmerkungen über die Gründe der Thermometerabtheilung. 109

Centigr. des der Barometerhöhe von 30", 0", den Versuch anstellt, und auf dem Wege das siedende Wasser um 15 de l'höhe Grade weniger warm gefund den. Der Unterschied der Barometerhöhe beträgt 8 Pariser Zoll, und die 15 de l'höhe Grade sind so viel als 18 Fahrenheitische oder 8 Reaumurische Quadsilber-Grade.

§. 191.

Im Jahr 1769 und 1770 fand der Hr. FAUGER die Höhe des hier besunden Wassers, wie folgt:

|                     |     |            |         |        |
|---------------------|-----|------------|---------|--------|
| Zu Bourdeaux        | 80  | Gr. Reaum. | 18". 0" | Barom. |
| Barrages            | 77½ | —          | 14. 3   | —      |
| auf dem Pic du midi | 72  | —          | 20. 7   | —      |

§. 192.

Es hat sich aber in dieser Untersuchung niemand mehr Mülhe gegeben als Herr de Lvc. Sein Reaumurisches Thermometer zeigt 20 Grad für siedendes Wasser, wenn das Barometer bei 27 Pariser Zollen steht. Von seinen jährlichen Beobachtungen wird es genug sein, folgende anzuführen:

|                           |          |        |       |        |
|---------------------------|----------|--------|-------|--------|
| 1770. 2 Jul. zu Bourdeaux | 25". 5"  | Barom. | 81,09 | Therm. |
| 2 Aug. zu Auzat           | 27. 11   | —      | 80,73 | —      |
| 20 Nov. zu Geneva         | 25. 11,4 | —      | 79,19 | —      |
| 16 Sept. Grange des arbes | 24. 10,6 | —      | 78,10 | —      |
| 21 — Grange des fonds     | 24. 2,1  | —      | 77,45 | —      |
| 22 — Grange ebvre         | 22. 11,9 | —      | 76,54 | —      |
| 15 Aug. Grenatons         | 20. 4,9  | —      | 73,97 | —      |
| 15 Sept. Glacier du Boer  | 19. 7,9  | —      | 73,21 | —      |

§. 193.

Ich habe die Barometerhöhen als Maßstabe und die Thermometergrade als Ordinate genommen, und gefunden, daß die dadurch bestimmten Punkte von einer geraden Linie sehr wenig abweichen, und daß man eben daher für jeden Zoll Barometerhöhe 0,9 Grad des Reaumurischen Quadsilberthermometers rechnen kann. Dieses ist zum genaueren Gebrauch mehr als hinreichend. Die gerade Linie, so ich zwischen alle Punkte durchgezogen habe, geht

110 Einige Anmerkungen über die Gründe der Thermometerabtheilung.

| Baromet. | Thermomet. |
|----------|------------|
| 29       | 81,3       |
| 28       | 80,9       |
| 27       | 80,0       |
| 26       | 79,1       |
| 19       | 73,3       |

Herr de Lavo glaubt freier, er habe über siedendem Wasser einen luftleeren Raum erhalten können, und sagt, das Wasser habe nur 65 Grad Wärme angenommen; es sey aber, als wiederum Luft hinzugesetzt, bis auf 89, 8 Grade erhöht worden, nachdem aber mehr Luft sich hinzugesetzt, sey die Höhe desselben des 27 Zoll Barometerhöhe wiederum auf 80 herabgesetzt worden. Dieses sind drei verschiedene Grade, von welchen sich nur die ersten beiden mit einander vergleichen lassen. Sie geben  $89,8 - 65 = 24,8$  Grade Unterschied. Und wenn in der That das Wasser so viel als luftleer gewesen, so sind diese 24, 8 Grade für 27 Zoll Barometerhöhe. Dieses gäbe für jeden Zoll 0,91 Grad, und wirt mit dem, was meine gerade Linie giebt, sehr nahe überein. Es wird demnach aus beiden Betrachtungen folgen, daß der Druck der Luft, wenn das Barometre 27 Frenche Zoll Höhe hat, die Höhe des siedenden Wassers um 24 bis 25 Grade des Reaumur'schen Quecksilberthermometers vermehrt. An des Herrn de Lavo Theorie über diese Sache, finde ich nicht nichts, mich hier anzuhalten. Er sagt sie dem nur an, daß er dem Druck der Luft alle Kraft abstriche, das Wasser so zusammengehalten, daß, um es zum Sieden zu bringen, ein größerer Grad von Hitze erforsdet wird. So würde ich die Theorie nicht anfangen.

## Fünftes Hauptstück. Hydrostatische Thermometer.

S. 194.

Der Umstand, daß die Wärme die Körper ausdehnet, ist die Folge nach sich, daß die Körper durch die Wärme von leichter Art werden; so daß z. E. ein Cubik Zoll des größern Wärme weniger wiegt als des geringeren. Wäre nun der Unterschied merklicher, als er bey dem meisten Körpern ist, so würde man wohl schon darauf verlassen seyn, die Grade der Wärme nach der veränderten Schwere zu schätzen. Insbesondere der geringe Unterschied nicht, auf denselben Rücksicht zu nehmen. Es wird nur erfordert, daß man ihn mit anderer Genauigkeit bestimmen. Man setz die Mittel, die heftigste Schwere der Körper zu erfordern schon so bestimt, daß ich es bey der Anzeige derjenigen, die zur gegenwärtigen Abtheilung am dienlichsten sind, kann besondern lassen. Ich werde sie auch nur in so fern anführen, als es nöthig ist, auf die dabei zu gebrauchenden Verfahrnisse keinen Miß zu haben. In diesen Ende werde ich bey folgenden Materien ansetzen. Um die Veränderungen ihrer Schwere zu bestimmen, kann man sich eine gläserne Kugel oder ein andres Glas von einem engen Halse wählen, und dieselbe mit der zu untersuchenden flüssigen Materie anfüllen und abwiegen. Der Hals muß enge seyn, damit man desto genauer sehen könne, wie hoch die flüssige Materie darinnen steht, und damit der Fehler, so man in Verlesung dieser Höhe begreiffen kann, einen geringen Unterschied in dem Gewicht hervorbringt. Will man nun mit einerlei Wass erhalten, so muß an dem Halse ein Zeichen gemacht werden, damit das Glas immer bis an das Zeichen gefüllt werden kann.

S. 195.

Das Glas ist in solchen Verfassungen aus mehreren Ursachen das beste. Denn wegen seiner Durchsichtigkeit läßt sich ohne Mühe sehen, ob die flüssige Materie genau bis an das am Halse gemachte Zeichen steht. Ferner wird es von schweren flüssigen Materien, ja selbst wenn es hartes Glas ist, am wenigsten angegriffen. Und endlich dehnet es sich durch die Wärme sehr wenig aus. Die Beschreibung, die es vom stromenden quillenden Wasser leidet, beträgt nach Lerdorffs Versuchen (Dissert. de Ignis p. 15.) nur  $\frac{1}{1177}$  Theil der Länge, weßhalb dem stromenden Wasser noch einen  $\frac{1}{1177}$ sten Theil austrägt. Man kann sich beschreiben, ob oder in welchen Fällen es nöthig ist, darüber Nachsicht zu nehmen.

S. 196.

Das 19ten Jul. 1767. füllte ich ein solches Glas mit siedendem Wasser in dem siedenden Wasser selbst. Es verhielt sich, daß ich es vorerst über den Dampf des Wassers halten mußte, damit es die Hitze nach und nach annehmen konnte, weil es sonst leicht würde zerbrechen seyn. Nach verliete es sich, daß ich es nicht mit der Hand in das siedende Wasser brachte, sondern ein Zanglein dazu gebrauchte, oder auch einen Deut daraus wickelte. Da es nun voll siedend Wasser war, ließ ich es mit aufgehängtem Hahne heraus, trocknete es außen herum mit einem feuchten Schwamm ab, und stellte es ohne allen Druck auf eine Waage, damit es so wenig als möglich ausdünstete, bis ich es gewogen hatte. In diesem Zustande hatte ich schon voraus auf die Waage so viel Gewicht gesetzt, daß nur noch einige Grane und deren Decimalthelle anzufügen waren. Das Wasser wog 169.4 Gran. Ich ließ es hierauf erkalten, bis es die Wärme der Luft angenommen hatte. Das Wasser fiel in dem Hahne des Glases, theils weil es sich zusammenzog, theils weil etwas weniges ausdünstete. Hierauf füllte ich das Glas mit andern Wasser, welches ebenfalls die Wärme der Luft angenommen hatte, und fand nun, daß es 174.8 Gran wog. Das Kennersche Thermometer stand beim 19ten Grad. Derselbe ist demnach der Grad der Wärme des erkalten Wassers. Da nun die Ausdehnung im ungefüllten Zustande des Glases bei gleichem Räume ist, so ist sie, wie 169.4 zu 174.8, folglich, wie 31 zu 32. Die Ausdehnung des Glases demnach haben kaum 2/30 Theil, und ist daher viel zu geringe, als daß sie in Betrachtung kommen sollte.

S. 197.

Ich habe übrigens diesen Versuch nur angeführt, um das Verfahren zu beschreiben. Man sehe ohne Noth, daß wenn man ein eigentlich dazu geschmitten Glas hat, man ohne alle Noth dasselbe zu verschiedenen Zeiten mit verschiedenen flüssigen Matrien erfüllen und sie abwägen kann, um aus dem Gewichte ihrer Ausdehnung zu bestimmen. Denn wenn die Matrien an sich schon die Wärme der Luft angenommen haben, so zerbricht es dazu keiner andern Vorrichtung. Es versteht sich auch, daß man ein Thermometer dabei haben muß, um nach den Veränderungen der Ausdehnung auch feinstellige Grade der Wärme angeben zu können. Und da gewisse Matrien, wie z. E. Weingeist, Weintrauben u. nicht immer von gleicher Dichte sind, so ist ebenfalls klar, daß man auf diese unterschiedne Rücksicht nehmen sollte.

S. 198.

Ich kann nicht sagen, ob Linné sich dieser Art zu versehen bedienen habe, um die besondere Schwere vieler flüssigen Matrien zu messen und

Eben

Seemannzeit zu bestimmen. Er giebt in seinen Buche: de ponderibus et mensuris, das Gewicht eines Cubic-Folles an, ohne zu bezeichnen, wie er es bestimmt hat. Das Gewicht bezieht er sich in ganzen Graden zu bestimmen. Daß es nicht mag es demnach richtig angegeben seyn. Hingegen ließen die Grade der Wärme unbestimmt. Linné's Handt spricht nur von Sommer und Winter. Das kam aber, weil Linné's Handt überhaupt viele Unanigkeit hatte, nur Grade zu nennen, daß er die Ursache der gleichen Sommerwärme und gleicher Winterkälte angeführt hat. Wie groß nun diese letztere mag gewesen seyn, das läßt sich aus seiner Tafel noch ziemlich genau bestimmen. Unter den Maximen, die er zu Seemannzeit gezogen hatte, nur auch Olivenöl, und flüßes Mandelöl. Diese beiden Oele waren zur Zeit als er des Winters das Beobachtungen gemacht. Hingegen war Drummwasser und Flußwasser nicht gefroren.

## §. 199.

Ich hatte nun den oben erwähnten 1769. Versuch vor das Fenster gestellt, wo es her. Das Thermometer in demselben stand 3 Reaumur'sche Grade über dem Fixpunkt. Ich brachte es heraus in die Stube. Das barometrische Thermometer stieg einige Grade, ohne daß das Oel Anfang sichtbar zu schmelzen. Das Altherm war vor dem Fenster die Kälte 3 Grad über 0. Ich stellte das Barometrische hin, und es wollte nicht gefrieren. Dieses ist, was ich unter einem Beobachtungen zuversichtlich habe. Es folgt daraus, daß zur Zeit, da Linné's Handt seine Ursache im Winter angeführt, die Kälte kaum etwas über dem Fixpunkt gewesen ist.

## §. 200.

Was nun seine den Grad der Sommerwärme betrifft, so giebt Linné's Handt Tafel ebenfalls Anhalt an, wozu sie kein Vergleichmachen bestimmen werden. Er gebraucht Waagsgewichte, von 16 Unzen, jede Unze zu 8 Quingen und 2 Quingen zu 72 Ozen gerechnet, so daß 9216 Ozen 1 Pfund enthalten. In solchen Massen wog ein Pariser Cubic Zoll Quecksilber des Sommers 4170, des Winters 4190. Hierin dient man das 1/1000 Thermometer. Die Kälte des Winters können wir auf den 1/1000ten Grad setzen. Dieses giebt für den Raum des Quecksilbers an die 1/1000ten Thermometer 10000 — 146 = 9854 Grade. Man ist

$$4170: 4190 = 9854: 9879.$$

Mit 10000 — 9879 = 121, folglich muß die Sommerwärme auf den 101 de 1/1000ten oder 9/1000ten Schwerehöhen Grad. Dieses zeigt die größte Sommerwärme in einem gegen Mittag liegenden Zimmer an.

S. 201.

Ich habe mich hiebei aufgehoben, weil Linnische'sche Taftel hier eine Stelle verliert, und weil es sich immer der Mühe lohnt zu wissen, daß die bey diesen Versuchen gewesne Wasserflöhe und Sonnenwürmer um 47 *de l'Inchse* oder 57 *Linienparische* oder 25 *Neumannsche* Quersflöhegrade von einander verschieden gewesen. Die Taftel selbst ist folgende, jedoch so abgeändert, daß die Gewichte in Sonnen angetrachtet sind, und noch eine Columne beygefügt ist, welche zeigt, in welchem Verhältnis jede der Matrien angedecket worden.

| Ein Pariser Cubic Zoll von        | Gewicht im |         | Verhältnis |
|-----------------------------------|------------|---------|------------|
|                                   | Sommer.    | Winter. |            |
| Quersflöhe                        | 4170       | 4190    | 1,0048     |
| Wasserflöhe                       | 565        | 575     | 1,0213     |
| Paricotzist                       | 393        | 398     | 1,0127     |
| Saltperazist                      | 456        | 476     | 1,0438     |
| Saltzist                          | 409        | 415     | 1,0147     |
| Schwefelwasser                    | 455        | 467     | 1,0346     |
| Schwefelzist                      | 394        | 399     | 1,0127     |
| Esig                              | 375        | 381     | 1,0160     |
| besülter Esig                     | 371        | 375     | 1,0108     |
| Champagner-Wein                   | 354        | 358     | 1,0101     |
| Burgunder-Wein                    | 326        | 343     | 1,0518     |
| Wengzist                          | 320        | 320     | 1,0112     |
| weißes Bier                       | 361        | 369     | 1,0222     |
| braunes Bier                      | 362        | 367     | 1,0138     |
| Eider                             | 360        | 366     | 1,0167     |
| Käsemilch                         | 380        | 385     | 1,0133     |
| Dogemilch                         | 384        | 388     | 1,0104     |
| Eilmilch                          | 377        | 381     | 1,0106     |
| Walden                            | 374        | 379     | 1,0134     |
| Mein                              | 374        | 379     | 1,0134     |
| Uringzist                         | 405        | 413     | 1,0308     |
| Weisstein                         | 531        | 547     | 1,0300     |
| Sonnmil (war im Winter gefroren.) | 341        | —       | —          |
| festes Wasserteil (gefroren.)     | 342        | —       | —          |
| Therbenzist                       | 327        | 334     | 1,0214     |
| Sennzist                          | 444        | 450     | 1,0135     |
| Fluorzist                         | 370        | 373     | 1,0081     |
| Phosphorzist                      | 371        | 374     | 1,0081     |
| besülter Wasser                   | 368        | 371     | 1,0081     |



## §. 102.

Hornberg führt in den Mem. de l'Acad. de Paris 1699. einige ähnliche Versuche an. Nach denselben mag ein gleiches Maas von

|                            |                |        |
|----------------------------|----------------|--------|
| Quecksilber im Sommer 5387 | im Winter 5313 | 1,0047 |
| Weinwein 2 660             | 2 691          | 1,0458 |
| Wasser 718                 | 723            | 1,0070 |

Diese Versuche stimmen mit denen von Lissabon wenig überein. Ob Druckfehler die Zahlen verfehlet machen, oder ob Hornberg die Waage nicht genau genommen, das mag dahin gestellt bleiben.

## §. 103.

Die Schwere der flüssigen Körper wird ferner gefanden, wenn man durch Versuche bestimmt, wie viel ein schwerer Körper in denselben von seinem Gewicht verliert. Man kann hierzu eine gläserne Kugel gebrauchen, in welche man so viel Quecksilber, Oel, Sand u. dergl. thut, daß sie in den flüssigen Materien versinkt, dabey aber den größten Theil ihres Gewichtes verliert. Man würde sie ohne alle Nothwendigkeit schwerer machen, wenn man dabey nur vermischen würde, daß die Waage einem unmerklichem Ausschlag geht. In der Kugel wird eine kurze Röhre gelassen, die man, wenn die Kugel schwer genug ist, zuschmelzt. Sie mag an einem feinen metallnem Draht an die Waage gehängt und in die flüssigen Materien hinunter gelassen werden, in welchen man sie wägen wil. Auch mag man sehen, daß nicht etwas Luftbläschen daran hängen bleiben.

## §. 104.

Da das Wägen hierbey etwas beschwerlich fällt, so wil man auch Nachsehen darauf verfallen, dasselbe einfacher zu machen. Man fand, daß Körper, die leichter sind als die flüssigen Materien, sich in denselben nicht ganz einsinken. Die Tiefe des Einsetzens konnte demnach ein Mittel abgeben, die Schwere der Materien zu bestimmen. Man magte nur darauf bedacht seyn, daß man nur durch sehr geringe Unterschiede und demnach genau bemerken konnte. Diefes erzielet man dadurch, daß man den hervorsteckenden Theil sehr dünn macht. Sie werden von denen, welche sich von Glaschleifen, Barometer und Thermometern machen u. dergleichen, ebenfalls von Glas gemacht und unter dem Namen von Waageböden oder Waageproben verkauft.

§. 205.

Ich hatte mir ein solches 1750 angefertigt. Da ich nun wissen wollte, was es eigentlich für eine Sprache sey, so stellte ich folgende Untersuchung an:  
 Figur 4 Die alte Figur stellt dasselbe in seiner wahren Größe vor. Die untere Kugel C ist nicht ganz bis zur Hälfte mit bleichem Scherere angefüllt. Da der Nöhler sich von E bis D 25 Linien von braunrothem Bleie angeschmolzen, doch so, daß von E zu O eines von milchweißen Bleie ist, damit man leichter sehen konnte. Ehe man das Instrument in Wasser oder eine andere flüssige Materie setzt, wird es aufrecht erhalten und gerührt, damit die Schrote ganz unten in C zu liegen kommen.

§. 206.

Ich fand nun, daß das Instrument sich in Weinwasser, welches 14 Neuzmünche Stube Wärme hatte, sich bis an den 4<sup>ten</sup> Theil in F erhebt. Hierauf brachte ich oben in den Ring des A ein Gewicht von 10 Gran, um das Instrument schwerer zu machen. Damit stiehe es sich in eben dem Wasser nur 28 Theile nieder bis in G. Daraus folgt man, daß der Raum der Kugel von F bis G 60 viel als 10 Gran von dem Wasser anzieht. Da nun das Instrument für sich 193 Gran wieget, so kommt ich mittel der Regel vom

$$10 \text{ Gran: } 18 \text{ Theile} = 193 \text{ Gran: } 347,4 \text{ Theile}$$

den Schluß machen, daß, wenn das Instrument bis in F in Wasser setze, es in denselben eben so viel Raum einnimmt, als wenn es eine Kugel von 347,4 Theil bei Länge wäre. Diesen schätzte kommt ich den ersten Punkt E als den 34<sup>ten</sup> Theil, den Punkt F als den 34<sup>ten</sup> Theil, den Punkt C als den 36<sup>ten</sup> Theil, und den Punkt D als den 37<sup>ten</sup> Theil ansetzen. Und so berechnen gehen diese Theile das Verhältnis niß des Raumes an, den das Instrument in jeder flüssigen Materie einnimmt.

§. 207.

Um dieser Raum in bestimmten Maasen zu setzen, rechnete ich, daß ein rheinländischer Eubel. Fuß Wasser 506000 Gran wieget. Da nun das Gewicht des Instruments 193 Gran beträgt, so findet sich, daß 193 Gran Wasser dem 2<sup>ten</sup> Theil eines rheinländischen Eubelfußes ausfüllen, und folglich so groß als 117 Eubelmaas ist. So viel enthalten die Kugel bis an die Nöhler in F, das will sagen bis an den 34<sup>ten</sup> Theil. (§. 206.) Hieraus ergibt sich denn ohne Mühe, daß der Raum der Nöhler von E bis D, 78<sup>te</sup> Eubelmaas umfaßt, und folglich für jeden Theil 1,27 Eubelmaas zu rechnen ist.

§. 208.

Ich setze nun das Instrument noch einem Thermometer in Wasser, welches auf dem Ofen stand. Als es 48 Neuzmünche Grade von Wärme hatte,

Sie das Instrument bis zum 3ten Theile in H, demnach  $3\frac{1}{2}$  Theile mehr als es in Wasser von 14 Grad Wärme gefallen war. Da nun (S. 206.)

|      |         |     |        |
|------|---------|-----|--------|
| in F | — — — — | 347 | Thelle |
| H    | — — — — | 351 |        |

zu rechnen sind, so nur für den Unterschied von  $48 - 14 = 34$  Neuentwurfsen Gradon Wärme die Ausdehnung des Wassers, wie  $347\frac{1}{2}$  zu  $351 = 1000:1010$ .

## §. 209.

Sie sieht dieses nur als ein Beispiel an. Denn in solchen Versuchen müßte die Röhre H D viel dünner seyn, damit geringere Unterschiede bemerkt wer den können. Weil aber sodann die Röhre viel länger seyn müßte, so hat man, um diese größere Länge unnötig zu machen, sich andere Mittel bedient. Man verfertigt das Instrument so, daß es in der kochenden flüssigen Materie, die man zu untersuchen gedenkt, bis in D sinkt. Da es nun in Schwere sich nicht bis an die Röhre erheben würde, so wird es mit Gewicht besetzt, die man erst an C anhängt oder oben aufsetzt werden. Die Sauffenlinie bleibt hier bey wie sie ist. Sie zieht mittel der vertikal angelegten Nothung (S. 206.) den Raum an, den das Instrument in der flüssigen Materie einnimmt. Das Ge wicht des Instrumentes, nebst dem so oben aufgelegt werden, macht zusammen das Gewicht der Materie aus, denn Raum das Instrument einnimmt. Und so kann Gewicht und Raum gegeneinander proportionirt werden. Z. E. das In strument sank im Wasser bis in F zum 347 $\frac{1}{2}$  Theil, und woget 193 Gran. Als ich oben 10 Gran auflegte, wog es 193 + 10 = 203 Gran. Und es fiel in eben dem Wasser bis in G zum 365 $\frac{1}{2}$  Theil, oder 18 Theile tiefer. Nun ist es gleich viel, ob für 347 $\frac{1}{2}$  Raum 193 Gran Gewicht, oder für 365 $\frac{1}{2}$  Theile Raum 203 Theile Gewicht gerechnet werden.

## §. 210.

Dieses ist für den Fall, wo die Gewichte oben auf gelegt werden; folgt man sie aber unten an, so können sie in die flüssige Materie und sich darin wech seln. Das ändert man die Nothung. Man that am besten, wenn man hier besondere Gewichte wechset, und jedes, so man anhängt, so betrachte, als wenn es mit dem Instrument eine Masse machte. Man nimmt schon die Probe (S. 206.) für jedes dieser Gewichte besonders vor, um zu bestimmen, wie viel Raum für einen jeden Theil der Sauffenlinie H D gerechnet werden muß.

## §. 211.

Wenn man sich ein solches Instrument will machen lassen, so folgt man an eine Röhre anzufachen, welche dünne sey, und durchaus gleichen äußern Dia

ruher habe. Soll nun das Instrument in Matrien, deren Schwere nur um  $\frac{1}{10}$  Theil verschieden ist, sich von E bis in D setzen, so müssen die Kugeln und die Röhre bis in B. 10-mal mehr Raum einnehmen, als die Röhre von E bis D. Wie groß nun die Kugeln werden sollen, läßt sich sodann nach bekannten geometrischen Sätzen bestimmen. Man thut hierbey gut, wenn man die untere Kugel C nicht größer macht, als daß sie gerade das Quecksilber oder die kleinsten Schretnis fülle, welche hinein kommen müssen, um dem Instrumente das erforderliche Gewicht zu geben. Auch dieses kann vermuthlich der bekannten besondern Schwere der Körper leicht gefunden werden. Und die Längenschiede Tadel (§. 201.) ist hierbey von vorzüglich gutem Gebrauche.

## §. 212.

Dieses Instrument als Thermometer benachtet, hat den Vortheil, daß es nicht der besondern Schwere der flüssigen Matrien nach ihrer Wärme angeht, und zwar ohne allen Zutrittlaß. Der andern Thermometers muß man erst warten, bis sie den Grad der Wärme angenommen haben, und so lange muß man die Matrien bey dem Grade der Wärme erhalten, weil sonst das Thermometer denselben nicht erreicht, indem die Materie früher erkaltet. Der den Ursachen müssen die sich leicht anhängende Luftblasen weggeschafft werden.

## §. 213.

Wenn Metalle und Steine sich mehr als sie es thun, durch die Wärme ausdehnen, so würde man durch ihre Absorben in Wasser bestimmen können, wie weit sie sich mehr oder weniger als das Wasser bey einem Grade von Wärme ausdehnen. Und dann dürfte man nur die Ausdehnung des Wassers bestimmen, um auch die von den Metallen zu finden. Die Ausdehnung von diesen ist aber so geringe, daß dieses Mittel nicht wohl gebraucht werden kann.

## Sicheres Hauptstück.

Von der Ausdehnung feiner Körper durch die Wärme.

S. 214.

Die erstrenckteste geringe Ausdehnung feiner Körper durch die Wärme sieht mehrere Hindernisse nach sich, wenn man sie genau bestimmen will. Man muß sie von großer Länge nehmen, damit die durch die Wärme verursachte Verlangsamung merklich genug werde, um sie messen zu können. Soberauß man hier einen Waarfstab, so giebt es Mängel, wenn man verwenden will, daß derselbe sich nicht selbst auch durch die Wärme ausdehne, weil man fast nur den Unterchied der Ausdehnung haben würde. *Dalton*, welcher diese Schwierigkeit schon vor 1683 eingesehen, schlug daher andere Mittel, und zwar besonders die Verdickte Schwingungen vor. Diese richten sich allerdings nach der wahren Erstreckung des Schwingpunktes vom Aufhängepunkt, und können leicht gemessen werden. Man hat aber auch zu besorgen, daß die Dauer der Schwingungen durch das Korriben, durch den Widerstand und nicht immer gleiche Dichtigkeit der Luft verändert wird, und daß man selbst die Hindernisse nur von der Wärme herrührende Veränderungen erst nach Abzug dieser andern Hindernisse bestimmen kann. Man hat deswegen lieber die Frage umgekehrt, und die Ausdehnung der Verdickungen durch die Wärme, mittelst anderer Verhältnisse zu bestimmen gesucht, um sodann eine Anwendung davon auf die daherrührende Ungleichheiten im Gange der Verdickte Wägen zu machen.

S. 215.

In diesen Untersuchungen hat *Richers* Beobachtung in *Ceylon* Platz gefunden. Er fand darselbst 1672, daß sein von Paris mitgebrachtet Pendel täglich um 1'. 28" zu langsam gieng, und er es um 1/2 Linie verfliegen mußte, damit es Schwanden schlagen konnte. Man besetzte Anfangs, es müßte unermessig etwas daran verändert werden konn. Daber wurde es mit aller Sorgfalt wieder nach Paris gebracht, und die Beforgnis fand sich unbegründet. Man sicht als den Grund in der größern Wärme in *Ceylon*, und eras auch in der darselbst dünnern Luft. Diese Ursachen konnten wohl etwas thun, und also war zu sehen, ob sie fast genug sind, um den Unterchied ganz herzu zu bringen. Man hatte Doart gefanden, daß eine eisene Stange, die in der Kälte des Winters 1 Fuß lang war, sich im Jahr um 1/2 Linie, demnach um 1/7 Teil verlängere. *Lafra* fand, daß eine eisene Stange, die in der Winternähe 5 Fuß lang war, im Sommer an der Sonne um 1/2 Linie, demnach um 1/7 Teil länger geworden. Hier

von Schell hieraus richtig, daß man das Pendel krümm so großen Umriss haben der Wärme aussetze, und daher Richters Beobachtung aus andern Gründen nicht erklärt werden. Hier kam die Umrüpfung und abgeplante Figur des Erdes in Betrachtung. Man blieb aber in Frankreich noch lange unglücklich, weil man das dadurch sehr erhabenen Carnestische Lehrgebäude noch anstrebt zu halten hoffte.

## §. 216.

Etwa 60 und mehr Jahre nach Richters Erfahrung, und also sehr spät, entstand endlich in Frankreich eine neue Epoche. Newtons fand Anhänger. Man nahm neue Prüfungen von der Ausdehnung der Pendel- und Wechslungen durch die Wärme vor, und suchte dabei die kühnste Schritte. Man beachte Lavoisier an, um die geringe Ausdehnung besser zu bestimmen, und die Bewegung, welche bey der Ausdehnung vorsetzen, wurde durch Kältemische größer und sichtbar gemacht. Die Untersuchung wurde noch wichtiger, indem man in England darauf verfiel, Pendulungen aus verschiedenen Metallstäben so zusammen zu setzen, daß das sich sehr ausdehnende Metall dieses sollte, die durch das sich weniger ausdehnende verursacht Verlangern des Pendels aufzuheben, und so zu sagen, zu o zu machen.

## §. 217.

Es wird genug sein, wenn ich den Erfolg dieser Untersuchungen in einer Tafel bringe, damit sich alles leicht übersehen läßt. Ich sehe demnach die Länge der Stangen sey = 1, wenn sie die Höhe des Tripelpuncts haben. Sodann sey dieselben entweder in siedendem Wasser, oder wo sie sonst irgend den Grad der Hitze desisthen erhalten können. Die Verlangernng, so dadurch verursacht wird, steht in Decimaltheilen folgende Tafel vor:

|        | Maschen-<br>brack. | Herbert. | D. Junn. | Bourcier. | Condaminet,<br>Berthoud. |
|--------|--------------------|----------|----------|-----------|--------------------------|
| Eisen  | 0,00073            | 0,00107  | 0,00091  | 0,00015   | 0,00106                  |
| Stahl  | 0,00077            | —        | 0,00127  | —         | —                        |
| Kupfer | 0,00180            | 0,00186  | 0,00167  | —         | 0,00174                  |
| Weying | 0,00101            | 0,00172  | 0,00204  | —         | —                        |
| Silber | —                  | 0,00159  | —        | 0,00173   | —                        |
| Zinn   | 0,00141            | 0,00112  | —        | —         | —                        |
| Wieg   | 0,00143            | 0,00152  | —        | 0,00109   | —                        |
| Gold   | —                  | —        | —        | 0,00034   | —                        |
| Glas   | —                  | 0,00086  | 0,00050  | 0,00016   | —                        |

§. 218.

Man lese aus dieser Tafel, daß Herbart durchaus größere Ausdehnungen an der als Muschbroeck. Diese giebt Anlaß zu schließen, es möge bey dem Instrument ein Unstund gemessen seyn, der diese Unterschied verursachte. Dagegen giebt weniger an als Muschbroeck, hingegen geben D. J. A. N. CONDAMINE und Verthoud mehr an. Es sind unter diesen Versuchen einige, wo die Zahlen durch Nachsagen geändert werden müssen, und wobei man vom Kleinen auf Großere des Schief machen. Man muß die Niederdruckung um für 10 Neumannsche Grade, und vergrößere sie durch Redung, bis man glaubt, man habe die Ausdehnung vom Feuersaß zum Siedepunkt genau sei. Man lege ebenfalls Thermometer und Stangen an die Sonne, bis das Thermometer 10 Grade zeiget, genau als wenn denn die Stangen auch 10 Grade Wärme empfangen hätten, da doch Erde, Holz, Marmor und jede Körper sehr unterschied.

§. 219.

In Joannese Staatsgeographien habe ich einen Versuch, des Lenzig den 27ten April 1753 in Nürnberg mit einer 20 Fuß langen eisernen Stange vorgenommen. Er legte sie des Morgens früh, nicht einem Thermometer an die Sonne, und prägte die Verlängerung, die sie bis um 11 Uhr durch die Sonnenhitze erhielt, nicht den Grad des Thermometers sehr auf. Das Thermometer sei nach einem alten Fahrenheitischen (S. 121.) zu Berlin verfertigt worden seyn. Damit wäre an denselben die Wärme + 90, die Röhre des mit Salzwasser gemischten Eises — 90 gewesen. Es stand des Morgens bey + 11 Gr. Um 11 Uhr bey + 114, und Abends vor 5 Uhr bey + 40 Grad. Der Grad an der Mittagsstunde trift auf den 35ten oder 37ten Grad des Neumannischen Weingeistthermometers. Vermuthlich muß die Erwärmung des Quecksilbers, woran das Thermometer befestigt war, zu dieser starken Wärme des Thermometers beigemessen haben. Indessen ist ganz gewiß die eiserne Stange warmer geworden, und zwar wenigstens so viel, daß Wachs darauf hätte schmelzen können. Wir können also die Wärme des Eises um 11 Uhr, wenigstens auf den 142sten Fahrenheitischen Quecksilbergrad setzen. Und da dessen Wärme des Morgens nur 51 Grade betragen, so ist die Stange um 90 Jahrbühliche Grade erwärmt worden. Man sieht Lenzig, daß sie sich um 27<sup>100</sup> verlängert habe. Daraus folgt nun, daß sie sich von frierendem zum siedendem Wasser höchstens um 27<sup>100</sup> oder 0,00080 Theil ausgedehnt haben würde. Diese Vermessung stimmt der Muschbroeckischen (S. 217.) am nächsten.

Q

## §. 220.

Was das Holz betrifft, so hat Celsius dabei ein Versaehen gefunden. Er hatte kleinere Stangen in einem Zimmer, welches 14 Reaumur'sche Grade warm war. Als er sie in die Kälte von — 14 Graden legte, fand er sie um  $\frac{1}{1000}$  nicht länger, sondern länger. Man weiß man, daß das Wasser sich beim Frieren ausdehnt. Man weiß ferner, daß das Holz, wenn es in der Kälte, Feuchtigkeits in sich zieht. Daraus wird sich demnach der widersinnigstehende Erfolg müssen erklären lassen. Das Holz wurde in der Kälte eigentlich nicht ausgedehnt, sondern aufgeschwollen. Daß es so wenig ansetzt, möchte wohl daher kommen, daß Kälte und Feuchtigkeit einander entgegen wirken.

## §. 221.

Dieses war hier angemessen, weil man auch in andern Fällen die hygrometrischen Wirkungen von den thermometrischen zu unterscheiden hat. Kraft und andere haben Hügel, Pflanzen, Wurzeln, Leber, Därme, Beine u. als Beispiele angeführt, um zu zeigen, daß die Wärme nicht alle Körper ausdehnt. Wenn dieses nur sagen will, daß man den Satz von der Ausdehnung der Körper durch die Wärme, nicht ohne Rücksicht auf andere Wirkungen der Wärme gebrauchen muß, so ist es vollkommen richtig. Die angeführten Beispiele betreffen solche Körper, aus denen die Wärme die Feuchtigkeit heranzieht. Damit hört die von der Feuchtigkeit herrührende Aufschwellung auf, und so kann es allerdings seyn, daß die Körper im Aufstosse sich weit mehr zusammenziehen, als sie durch die Wärme ausgedehnt werden.



## Siebentes Hauptstück.

## Thermometer von festen Körpern.

§. 222.

**S**chmelzbare Metalle nehmen die Figur aller Gefäße an, in welche sie gegossen werden, und daher war es leicht auch die geringste Ausdehnung, die sie von der Wärme erhalten sichtbar zu machen, indem man sie in Kugeln mit engen Röhren einließ. Man hatte hiebei noch den Vortheil, daß man die nach allen drei Dimensionen des Raumes, das will sagen nach der Länge, Breite und Dicke fortschreitende Ausdehnung in eine nach der Länge fortschreitende verwandeln, und dadurch die Ausdehnung vielfach merklicher machen konnte, auch wenn man sich anstatt einer Kugel mit einer engen Röhre, nur eines Capillars bedienen mocht.

§. 223.

Diese Vortheile fallen bei festen Körpern weg. Da sie sich nun sehr wenig ausdehnen, so vermehrt die Schwereigkeit aus denselben Thermometer zu machen. Indessen war an solchen Thermometern, zumal an kleinen, die von Eisen gemacht werden konnten, nicht wenig gelegen, weil ihr Gebrauch sich bei der Hitze des schmelzenden Silbers erproben würde. Man hatte nun, wenigstens von der Ausdehnung durch die Wärme zu bemessen, metallene Ringe und Kugeln gemacht, welche in der Kälte genau in die Ringe paßten. Als man die Kugeln erhitzte, fand es sich, daß sie nicht mehr darinn paßten, sondern zu groß waren, und fastlich über die Hälfte, außer dem Ringe, blieben. Hieraus ließ sich ein Maßstab bestimmen, wie viel sie ausgedehnt werden. Da aber das Metall gewisse Zeit fordert, so erkaltet innerhalb die Kugel und der davon berührte Ring erkalte sich; und aus diesem Ueberschuß findet man die Ausdehnung geringer als sie Anfangs war.

§. 224.

Die Wärme bringt bei einigen Körpern, wie z. E. bei silbernen Leuten, Säulen, Örennen u. die Wirkung hervor, daß dieselben sich krümmen und biegen, und diese erfolgt notwendig, so bald sie sich auf der einen Seite mehr ausdehnen als auf der andern. Da aber bey dem Holz, Leder, Horn u. d. d. Art man mehr hölzerner als thermometrisch ist, so kann sie hier nicht gebraucht werden, und um so weniger, daß sie mit der Zeit fast ganz unmerklich wird, dessen man das Holz nicht einer starken Hitze aussetzt, ehe es ausser neue ansetzt.

Q. 1

## §. 225.

Was ich aber, wie man mir berichtet hat, in England auf des Schweden Gefallen, daß die erst erwähnte englische Ausdehnung und daher rührende Kühn-  
nung auch der Metalle nicht erhalten werden, wenn man Bleche hält, die auf  
der einen Seite Kupfer, auf der andern von Eisen wären. Dieses konnte, ohne  
eine Mischung vorzunehmen, nämlich der Schwefelzinn erhalten werden. Doch  
aus jenen Metallen bestehende Bleche sind sehr dünn seyn. Man macht sie  
flach, aber mehrere Zolle lang. Wodurch ist der Erfolg, daß sie durch die Wärme  
mit an der Seite einwärts gebogen werden, wo das Eisen, oder überhaupt, das  
sich weniger ausdehnende Metall ist. Die Mischung soll sehr beachtlich seyn, so  
daß dergleichen Bleche als Thermometer Nutzen gebracht werden. Der Erfolg  
ist ganz artig. Es scheint aber solche Thermometer nicht von hehrlichem Ge-  
brauch zu seyn.

## §. 226.

Mußentwurf verset darauf, die Ausdehnung fester Körper, mittelst  
angebrachter Nadelwerke sichtbar zu machen. Die Stange, deren Ausdeh-  
nung gemessen werden soll, spannt er an einem Ende fest ein. Dadurch erhält  
er, daß das andere Ende durch die Ausdehnung sich in die Länge bewegt, und  
vermittelst eines daran befestigten Silberringes, den Zahn eines Teilkreises oder  
auch nur das Ende einer Nadel festhält. An der Spitze der Nadel ist ein größ-  
eres Rad mit vielen Zähnen, welches in einem andern Teilkreis eingreift, an des-  
sen Spitze ebenfalls ein größeres Rad mit vielen Zähnen ist, welche in einem dritten  
Teilkreis eingreifen etc. An der Spitze des letzten Teilkreises ist ein Zeiger, welcher  
sich, so wenig auch die Stange ausdehnen wird, sehr stark und sichtbar herum-  
dreht, und auf einem bestimmten Punkte anzeigt, welche der Ausdehnung propor-  
tional sind, so daß aus jenen diese berechnet werden kann. Damit die Ver-  
einigung des Zeigers vom ersten Augenblick an, da die Stange erwehnt wird, erfolge,  
muß der Zeiger so weit zurück gebracht werden, bis an allen Teilkreisen und Nadeln  
die Spitzen, welche einander bewegen sollen, einander berühren. Ueberdies muß  
die Stange so genau und das ganze Instrument so eingerichtet seyn, daß die Stange  
allein erwehnt werde, damit nicht das Gewicht sich auch ausdehne, weil man  
sich nur den Unterschied der Ausdehnung haben würde. Mußentwurf machte  
sich eine Vorrichtung, daß er fünf Linsen zusammen unter der Stange anbrachte  
konnte. Bei starkem Feuer brannte er Weingeist. Die Flamme wird zwar et-  
was ungleich und schwächer als die vom Oel, sie legt aber wenig oder keines  
Rauch an. Mußentwurf änderte die Einrichtung auch so, daß er die Stange in  
fließendem Wasser halten, und dennoch ihre Ausdehnung, mittelst des sich umden  
henden Zeigers beobachten konnte. Dadurch wurde er in Stand gesetzt zu bestim-  
men, wie viel Stangen von verschiedenen Metallen sich ausdehnen, wenn sie von

Freiempnt bis zum Siedepunkt erwidert werden, und diese Ausdehnung hier sich genau mit der Ausdehnung von größern Graden der Wärme vergleichen. Diese größere Grade waren auch eigentlich die Maßstäbe des Instrumentes, und eben daher wurde es von Muschenbroeck, nicht Thermometer, sondern Pyrometer genant.

## §. 227.

Mit diesem Pyrometer hat Muschenbroeck sehr viele Versuche angestellt, die er in seinen Anmerkungen über die Versuche der Florentinischen Akademie der Schrift. Dagegen gehören die bereits vorher (§. 217.) angeführten von der Ausdehnung verschiedener Metalle, wenn sie vom Freiempnt bis zum Siedepunkt erwidert werden. Diefen werde ich hier noch folgende beifügen, die Muschenbroeck eben dastelb. erzählt. Er giebt die Ausdehnung in Graden seines Pyrometers an. Doch Grade indem demnach ihre Bedeutung, wenn die Stange von andern Metall ist. Da ich die Grade so, wie Muschenbroeck sie angiebt, beibehalten werde, so macht dieses in folgender Tafel mehrere Columnen notwendig, die nicht mit einander verwechselt werden müssen. In jeder Column der Grad der Ausdehnung vor, welches das Metall vom Freiempnt zum Siedepunkt erhalten hat. Die Zahl giebt demnach so viel als 180 Fahrheit'sche Grade, oder 170 Grade des Fahrenheit'schen, wenn erstere von 32sten, letztere von 10000ten Grade angelegt werden. Wenn man auch die Grade der Ausdehnung der Metalle, des Quecksilbers und der Luft mit den Graden der Wärme nicht ganz oder nicht durchaus in gleichen Schemen geben sollen, so hindert dieses nicht, statt der an sich willkürlichen Muschenbroeck'schen Grade andere zu setzen, die beständig proportional bleiben, ungeachtet sie von einem andern Anfange an anheben werden. Ich habe deswegen noch zwei Columnen beifügt, welche die Grade der Ausdehnung oder der Wärme in Graden des Fahrenheit'schen und des letztern Pyrometers angeben.

| Grade des Pyrometers für |       |       |         | Siedend Wasser | Siedend Öl v. Nößeln | Siedend Quecksilber |
|--------------------------|-------|-------|---------|----------------|----------------------|---------------------|
| Ein.                     | Zahl. | Grad. | Kupfer. |                |                      |                     |
| 0                        | 0     | 0     | 0       | 33             | 1000                 |                     |
| 53                       | 56    | 102   | 59      | 212            | 1370                 |                     |
| 109                      | —     | 219   | —       | 402            | 1765                 |                     |
| 169                      | —     | —     | —       | 606            | 2180                 |                     |
| 217                      | —     | —     | —       | 769            | 2515                 |                     |
| 261                      | —     | —     | —       | 715            | 2403                 |                     |
| 326                      | —     | —     | —       | 959            | 3226                 |                     |
| 300                      | —     | —     | —       | 1051           | 3106                 |                     |
| —                        | 354   | —     | —       | 1095           | 3185                 |                     |
| —                        | —     | —     | 392     | 1212           | 4000                 |                     |

## §. 218.

Muschbroeck hat in Bestimmung solcher großen Grade der Hitze an Newtons einen Vorschlag. Newtons Beobachtungen, so weit er sie mit sich von Luftthermometern ange stellt hat, habe ich bereits oben (§. 105.) in einer Tabelle verzeichnet, welchen die Grade des Luftthermometers beigesetzt sind. Unter denselben findet sich der von Muschbroeck zum, welcher mit dem hier nach Muschbroeck angegebenen kann verglichen werden. Dem Newtons schenken den Zinn ist der 1785ste, dem Brocken der 1767ste Grad angegeben. Dem Muschbroeck ist es der 1765ste Grad: und diese hat, das Zinn sei nicht heißer gewesen als daß es gerade aus fließen konnte. Diese Grade treffen also sehr nahe zusammen. Sie können übrigens, sowohl wegen der Unschärfeheit des Zinns als auch wegen der Schwierigkeit dieser Versuche nicht von einander abgehen. Der Grad der Hitze, welchen ein Metall anzeigt zu schmelzen, ist nicht leicht zu erkennen, zumal bei großen Massen, weil diese nicht mit einemmale schmelzen. Das des Halbmetalls ist es noch schwerer, weil diese sehr stark erhitzen lassen müssen, wenn sie recht fließen sollen, und immer noch weiter einer ganz beträchtlichen Erhitzung bedürfen. Ich merke dieses hier an, weil Muschbroeck den Grad des schmelzenden Zinns und noch mehr des schmelzenden Zinns sehr hoch ansetzt, wenn man ihn gegen den von Muschbroeck zum Zinn hält. Darnach schmelzt wolglich so leicht als Blei, und fließt viel langsamer. Schmelzeit und Dorchlöcher schon stehend wird auf den 600ten Schmelztemperatur Grad, so wie schmelztes Quarzglas. Muschbroeck gibt den 7: 1000 Grad an, wenn er von schmelztem oder aufbraunendem (ferro) Nitratsalz spricht, dadurch aber verfährt sich, daß es bis zum Erhitzen stehend sei.

## §. 219.

Unter den erst angeführten Muschbroeck'schen Graden ist nach der Hitze, den wir sonst gewöhnlich mit demjenigen vergleichen können, des Nobis für weiß glühendes Eisen gefunden, und welcher 2210 Grad des Luftthermometers beträgt. (§. 92.) Muschbroeck'sches glühendes Kupfer fällt nach verfliehender Zeit auf den 4000ten Grad des Luftthermometers. Das Kupfer wird auch in der That nicht viel leichter glühend als Eisen, ungeachtet zu Schmelzen des Eisens viel mehr Hitze erfordert wird als zum Schmelzen des Kupfers. Da nun Nobis den Grad eigentlich, nämlich der Ausdehnung der Luft, Muschbroeck's aber nämlich der Ausdehnung des Kupfers gefunden werden, so läßt sich hieraus so ziemlich schließen, daß die Ausdehnung der Luft mit der Ausdehnung des Kupfers bis zum Grade des glühenden Kupfers zu gleichen Schritten gehet.

## §. 230.

Musshendrocks Pyrometer ist von mehreren Liebhabern der Naturkunde nachgemacht, theils auch verändert worden. Es sind mir aber keine mit solchen nachgemachten oder veränderten Pyrometern angefertigte Versuche bekannt, ausgenommen, die von Gerbert, die bereits in der Tafel (§. 217.) vorkommen. Ich habe aber auch schon (§. 218. 219.) anmerkt, daß mir Musshendrocks Kunst des wichtiger zu seyn scheint. Musshendroek selbst jagt noch mehrere Vergleichungen, daß sein Pyrometer keinem natürlichen Instrumente nahe gehabt haben, so daß wenn er auch einige Grade zu groß ansieht, (§. 228.) die Schacht nicht auf das Pyrometer falle.

## Achstes Hauptstück.

## Ausdehnung der Dünste durch die Wärme.

## §. 231.

Die Dünste sind überhaupt alle sogenannte flüchtige Theile, die sich von den Körpern losmachen und in der Luft schweben, insbesondere aber sind es flüchtige und flüchtiglich wässrige Theile, die aber oft auch mit andern und salzigten Theilen vermischt sind. In der Luft kommen sie unter zweierley Umständen vor, die übrigens nur äußerliche verschiedne sind, so fern menschliche Thiere in der Luft sich von frischer Luft unterscheiden. Die Luft ist nicht beweglich, weil sie wenig oder keine Wassertheilchen enthält, sondern weil diese sich nicht an die Körper ansetzen. Indessen müssen doch die Körper ausgenommen werden, welche viel Salz enthalten, weil das Salz die Wassertheilchen anziehet, und so zu sagen, an sich zieht, wenn diese andere Körper zu Körpern gehören. Besonders beziehet man sich des Weinsäuresalzes, wenn man bemerken will, daß auch die trockne Luft mit Wassertheilchen beladen ist. Hingegen nennt man die Luft frucht, wenn die Wassertheilchen sich zusammenfügen und in Gestalt von kleinen Tropfen an die Körper ansetzen. Der Mensch liegt darin, daß bald die Schwülze, bald auch die Lechthandkraft überwieget wird. Und da dieses nicht von sich selbst geschieht, so müssen allerdings noch andere wirkende Ursachen hinzukommen. Unter diesen ist die Wärme, und nicht der Wärme kann auch die Luft selbst durch ihre andernartige Veränderungen sehr viel zur Beytraege.

§. 232.

Da ich in dem Versuche einer Symmetrie diese Sache vollständig betrachtet habe, so wird es genug seyn, wenn ich daraus nur folgendes anführe: Die wärmere Luft weicht schwerer Körper desto eher, je mehr sie sich wärmer ist. Das will man eigentlich sagen, daß die wärmere Luft die Feuchtigkeit von den Körpern wegziehet und an sich ziehet. Aus diesem Grunde mag man es bestimmen, wenn man erklären will, was die Erweichung und eigentlich bewegten angestrichen Versuche gelehrt haben, daß nämlich die Menge des austretenden Wassers sich nicht nach der Tiefe, sondern gleichsam nur nach der Oberfläche verhält, welche von der Luft berührt wird. Die Luft fließt immer fort, Was fernhalten an sich zu wissen, die sie damit, so zu sagen, gelüftet ist. Also man mag eine gewisse Veränderung ihrer Dichtigkeit und Schwere schon Ursache genug seyn, daß die Luft nicht mehr alle Wassertheilchen in sich halten kann, sondern einen Theil fahren läßt, welcher sodann in Gestalt von Nebel, Thau, Reif, Schnee, Regen, Hagel u. dergleichen fällt.

§. 233.

Diese die Feuchtigkeit anziehende Kraft der Luft zeigt sich auch bei zu freierem Wasser. Man hat Solche Eis auf eine Waage gelegt, und in sehr kalter Luft gefunden, daß es täglich von seinem Gewichte verliere hat. Es scheint alles bei wärmerer Wärme schwerer von Wasser. Daß die Wärme austretet, ist ja nicht bekant, als daß ich es sagen sollte, warum man das, was man schnell austretet, man will, an die Sonne legt, oder beim Ofen oder über dem Feuer hält. Die Frage war eigentlich vielmehr durch Versuche zu bestimmen, wie sich das Luft trocken oder feucht nach den Graden der Wärme richtet. In dieser Absicht habe ich gefunden, daß nach dem Newton'schen Weingestimmtem bei einer

| Wärme                     | die tägliche Austreibung         |
|---------------------------|----------------------------------|
| 61 Gr.                    | 67 Linien.                       |
| 60 —                      | 65 —                             |
| 49 —                      | 39½ —                            |
| 35 —                      | 17½ —                            |
| 23 —                      | 8,7 — Pariser Maß beträgt.       |
| Und hieraus fand sich für |                                  |
| Gr.                       | Linien Austreibung mehr als Tod. |
| 0                         | 0                                |
| 10                        | 1                                |
| 20                        | 6                                |
| 30                        | 13                               |
| 40                        | 24                               |
| 50                        | 41                               |
| 60                        | 65                               |

§. 234.

## §. 235.

Diese Versuche, welche in besonderer Symmetrie unvollständig beschrieben sind, habe ich mit Gläsern auf dem warmen Ofen angestellt. In dem Wasser stand ein Thermometer, wodurch der Grad der Wärme desselben bestimmt wurde. Da man die Wasserdämpfe sich im ganzen Innern verbreiten konnten, so ist dieses der Grund, warum die Ausdehnung so beträchtlich stark war. In feiner Luft ist sie bei gleicher Wärme viel geringer. Denn wenn ich im Sommer beim 10ten Grad der Wärme, die Ausdehnung aus einem mit Wasser gefüllten Glas beobachtete, das aus Schmelz neben dem Thermometer hing, so fand ich, daß die Oberfläche sich in 24 Stunden nur um 1 oder höchstens  $\frac{1}{4}$  Linie, und im Winter bei 10 Grad Wärme nur  $\frac{1}{2}$ , höchstens  $\frac{1}{4}$  Linie mehr.

## §. 236.

Der größten Ursachen von Wärme als der kalte Knechtensche ist, steigt die Ausdehnung am gewaltigsten zu werden. Die Luft zieht sich aus der Zwischenklammer des Wassers heraus und steigt in Form von kleinen Blasen in die Höhe. Diese Luftbläschen werden im Aufsteigenschnellen sichtbar größer, theils weil sie weniger gedrückt werden, theils weil sie sich mit den Luftdämpfen, so sie unterwegs antreffen, vermengen. Endlich reißt sie sich von der Oberfläche los, und werfen ein Häufchen von Wasser mit sich in die Luft. Dieser Dampf gibt es nach Wasserstoffgas, welche von der Oberfläche aufwärts springen, wegen ihrer Schwere aber bald wiederum niederfallen.

## §. 237.

Es scheint die Sache fortzusetzen, daß bei noch größerem Grade der Wärme das Wasser immer schneller und zuletzt augenblicklich in Dünste verwanbelt wird. Man sieht daher mit einigen Versuchen, daß wenn Wasser auf geschmolzenes Silber oder glühendes Eisen gegeben wird, nur Anfangs ein schwarzer Dampf entsteht, alles Wasser aber, was mit diesem Dampf nicht weggicht, auf dem geschmolzenen Silber oder glühenden Eisen liegen bleibt oder vielmehr auf denselben herum fließt, und nur sehr langsam aufsteigt und glänzend hell scheint.

## §. 238.

Leidenfrost in seinen Werken *de aquae rarioris essentiali qualitate* erzählt einige Versuche, die er mit solchen glühenden Wasserkröpfen angestellt hat, und glaubt, daß sie statt eines Pyrometers dienen können, wenn man beobachtet, in wie viel Zeit sie aufsteigen. Man kann dazu einen sehr glatten und von allen Seiten gereinigten eisernen Kessel gebrauchen. Leidenfrost fand, daß wenn der Kessel nur die Höhe des siedenden Wassers hatte, ein kleiner Wasser

tropfen in einer Secunde Zeit ganz wegblies. Auf gelindestem Feuer wurden 6 bis 7 Secunden Zeit erfordert. Auf stärkerem Feuer wurden 12 Secunden, und auf stärkstem Feuer 20, und wenn es höchst glühend war, 35 Secunden Zeit erfordert. Leidenfroß bediente sich eines gläsernen Köpfchens, um Wasser tropfen zu erhalten, die, so viel möglich, gleiche Größe hatten. Daraus können es scheinlich an, wenn man die Zeiten mit einander vergleicht will. Denn größten Tropfen gebraucht allerdings mehr Zeit zum Aufsteigen.

## §. 238.

Ringler in seiner Abhandlung *de Dignitate Papiae* hat ähnliche Versuche. Da er aber nicht nur die Zeit, sondern mit seinem Sahrenscheit'schen Thermometer auch die Grade der Wärme zu bestimmen wußte, so wird er den Grad der Wärme auch nur bis zum 200sten Grad. Die vorerwähnte Grade sind folgende:

| Grad des Sahrenscheit'schen<br>Thermometers. | Secunden Zeit zum Auf-<br>steigen des Wassers<br>stund. |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 520                                          | 89                                                      |
| 500                                          | 80                                                      |
| 480                                          | 70                                                      |
| 470                                          | 60                                                      |
| 380                                          | 35                                                      |
| 360                                          | 4                                                       |
| 300                                          | 1                                                       |
| 250                                          | 1                                                       |
| 230                                          | 33                                                      |
| 220                                          | 38                                                      |
| 210                                          | 70                                                      |
| 200                                          | 88                                                      |
| 150                                          | 107                                                     |

## §. 239.

Diese Versuche geben von Leidenfroß's Feuer in so fern ab, daß Leidenfroß den Grad der stärksten Verdunstung des der Höhe des lebenden Wassers, nämlich beim 212ten Sahrenscheit'schen Grad fast zu haben wußte. Ringler hingegen suchte es genauer nach, und fand den 200ten Grad. Vermuthlich hat auch Ringler größere Wassertropfen gemacht. Denn da er schon beim 200sten Grad 89 Secunden Zeit fand, so fand hingegen Leidenfroß bei 20 Sahrenscheit'schen Wärme nur 6 bis 7 Secunden, und selbst bei höchst glühendem Feuer nur 35 Secunden Zeit. Da auch die Wassertropfen nicht so genau waren,



daß sie genau einer Größe hatten, so erstreckte daher in den beobachteten Zeiten eine Ungleichförmigkeit. So z. E. fand Ziegler 60 Secunden sowohl bey 400ten als bey 420ten und 440ten Grad. Um diese Ungleichheiten leichter zu erkennen, habe ich in der 5ten Figur Zieglers Thermometer-Grade auf die Abszissenlinie *b, b*, seine Zeiten aber als Ordinaten gezeichnet. Die Endpunkte der Ordinaten scheinen in 1000 ziemlich verschiedenen krummen Linien *A, C, D, F* zu liegen, so daß bey dem 335ten Grade des Thermometers in den Wassertropfen eine ganz neue Veränderung vorzugehen anfängt. Das Wasser wird von da an, und zwar sehr schnell desto feuriger, je größer die Hitze des Metalles ist, worauf es gesetzt wird. Es löset auch ganz auf sich an das Metall anzulagern, nimmt eine kugelförmige Gestalt an, und schwebt auf der Oberfläche des geschmolzenen Metalles so, als wenn es dieselbe gar nicht berührte.

## §. 240.

So wie die krumme Linie *A, G, C* sich zwischen den etwas unregelmäßig liegenden Endpunkten der Ordinaten durchziehen ließ, scheint sie von einer Parabel nicht viel unterschieden zu seyn. Man könnte sie aber eben so gut auch als eine Hyperbel ansehen, oder als eine andere Linie, die gegen *C* hin, nach und nach, abflumpfer wird. Dergleichen scheinen auch die Leidenkröftlichen Angaben, die auf einer höhern Grade der Hitze stehen, zu erfordern, weil er für gleiches Eisen zumal mehr Secunden Zeit ansetzt als für schmelzendes Blei, und vom 300ten Schwandenschen Grade angerichtet, der Ueberfluß der Hitze des Eisens wohl auch zumal größer als der vom schmelzenden Bleie ist.

## §. 241.

Wenn die Dünste des Wassers eingeschlossen sind, so erhalten sie durch die Wärme eine Schnelligkeit, wodurch sie auch die stärksten Gefäße sprengen können, und das Wasser selbst wird selbst die kleinste Weine zu erweichen. Der Papirische Sudetropf ist in dieser Absicht bekannt. Es hat sich aber außer Herrn Ziegler, meines Wissens, niemand Mühe gegeben, die Kraft solcher Dünste durch Versuche zu bestimmen. Solche Versuche enthält derselbe in seiner Abhandlung *de Digestione Papiri* sehr unvollständig. Er vermuthete, so zu sagen, den Sudetropf in ein Amontoniisches Thermometer, und so konnte er die Kraft der Dünste durch die Höhe einer Quecksilbersäule bestimmen, welche nicht dem Druck der äußeren Luft der Kraft der Dünste das Gleichgewicht hielt. Ziegler aber brachte er auch ein Schwandensches Quecksilberthermometer dabei an, um den Grad der Hitze bestimmen zu können. Ich werde hier von seinen Versuchen nur wenig anführen, woraus erhellen wird, was die Kraft der Dünste von der Kraft der Luft verschiednen ist.

§. 242.

In dem einen Versuche blieb der Topf leer, so daß außer dem Gefäßchen, worin das Quecksilber war, welches durch den Druck der Luft oder Dämpfe in die gleiche Höhe steigen mußte, nur Luft darinn war. Diese Luft hatte die Wärme von 150ten Fahrenheit'schen Grade. Sie wurde hierauf bis zum 30ten Grade erhöht, und dadurch ihrer Schwerkraft beraubt verdrängt, daß das Quecksilber in der Röhre 27 Zoll hoch stieg. In diesen 17 Zollen mußten nun noch wegen des Druckes der äußern Luft 27 Zoll addirt werden. Und damit ist der ganze Druck den von einer 44 Zoll hohen Quecksilbersäule gleich, folglich  $\frac{11}{10} = 1,1$ ; einmal stärker als der Druck bey 57ten Grad der Wärme war. Nun ist

| Säulenheit | Luftthermometer. |
|------------|------------------|
| 59         | 1055½            |
| 310        | 1572½            |

folglich

$$\frac{1572\frac{1}{2}}{1055\frac{1}{2}} = 1,490.$$

Diese Verhältnisse ist merklich geringer als 1,610, und scheint anzudeuten, daß die in der Luft enthaltenen Dämpfe durch die starke Erhebung zur Vermehrung der Kraft der Luft etwas beitragen. Dufes erhellt auch daraus, daß bey dem Wiedererhöhen die Schwerkraft schwächer als die Wärme abnahm. Ubrigens zeige auch das Thermometer nicht den Grad der innern Hitze an, weil es in einem mit Oel gefüllten Gefäßchen stand, das gar in den Topf hinunter gieng, eben aber offen war, und keine Zeit gebraucht, jeden Grad der Hitze zu empfangen als die ringsumher freie Luft.

§. 243.

In dem andern Versuche war der Topf zur Hälfte mit Wasser angefüllt, Dadurch entstanden bey dem Erhitzen viele Dämpfe. Auch giebt der Erfolg an, daß ihre Kraft sehr merklich war. Die Wärme war Anfangs von etwa 70 Fahrenheit'schen Graden. Sie nahm aber bis auf den 300sten Grad zu, und das Quecksilber in der Röhre erreichte eine Höhe von 120 Zollen. Hiernach noch 27 Zoll addirt, so erhält man 157 Zoll für den ganzen Druck, welcher demnach  $\frac{11}{10} = 1,1$  stärker als der Druck der äußern Luft war. Das wetterspannen

| Säulenheit | Luftthermometer. |
|------------|------------------|
| 50         | 1037             |
| 289        | 1528,3           |

und man erhält

$$\frac{1528,3}{1037} = 1,474.$$

Demnach würde, wenn nur Luft in dem Gefäße gewesen wäre, ihre Kraft durch die Wärme 1,574mal verstärkt worden seyn. Die Kraft der Dünste und der Luft zusammengenommen 5,815, war also beynahe 4mal stärker, als die Kraft der Luft allein bei gleicher Erhitzung würde gewesen seyn.

## §. 244.

Dieses Verhältniß ist nun aber nur von dem Grad der Wärme zu verstehen, den die Dünste hatten, demnach von dem 28yden Fahrenheit'schen Grade. Den geringsten Grad der Wärme wird die Kraft der Dünste sehr merklich schwächer. Dieses erhellt aus folgender Tafel:

| Sahrenheit | Luftthermo-<br>metr. | Quersilber<br>Stufe. | Kraft der<br>Dünste und<br>der Luft. | Kraft der<br>Luft allein. | Verhältniß |
|------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------------|------------|
| 50         | 8037                 | 37                   | 1,000                                | 1,000                     | 1,00       |
| 141        | 1224                 | 37                   | 1,170                                | 1,180                     | 1,16       |
| 170        | 1283                 | 47                   | 1,741                                | 1,235                     | 1,41       |
| 193        | 1331                 | 57                   | 2,111                                | 1,284                     | 1,64       |
| 210        | 1385                 | 77                   | 2,822                                | 1,327                     | 2,06       |
| 254        | 1435                 | 107                  | 3,953                                | 1,404                     | 2,82       |
| 271        | 1491                 | 127                  | 5,074                                | 1,438                     | 3,52       |
| 289        | 1528                 | 157                  | 5,815                                | 1,474                     | 3,95       |

## §. 245.

Diese Tafel ist ein Nachzug aus einer viel weitläufigern, welche aus der Bienenfächer hätte beschneidet werden können, weil hierfür das Thermometer beschneidet, so oft das Quersilber um 5 Zoll höher gestiegen war. Die unterste Zahlen sind eben die, welche vorher (§. 243.) beschneidet wurden. Sie dienen also zur Erklärung der ganzen Tafel. Man sieht daraus, daß bei geringem Grade der Wärme die Luft das meiste beiträgt, das Quersilber in die Höhe zu treiben, und daß erst, wenn das Wasser 213 Grad Wärme, das heißt sagen, die Wärme des siedenden Wassers hat, die Kraft der Luft durch die Kraft der Dünste bis zum Doppelten vermehrt wird. Von da an nimmt die Kraft der Dünste sehr stark, und 2-er nimmt stärker zu. Sie läßt aber deren Erklärung nicht nur eben so schnell, sondern auch etwas schneller nach. Der Unterschied trägt überigens nicht viel aus, weil die Erklärung sehr langsam erfolgt. Bei der Savery Maschine zu London, werden die Dünste durch eingekühltes kaltes Wasser abgekühlt, und da hört ihre Schwerkraft gleich auf. Man sehe überigens, daß vorstehende Tafel dienen kann, die Kraft der Linnier Maschine zu berechnen. Man sieht aber auch, daß diese Kraft sich sehr merklich nach dem Grade der Wärme vermindert. Also da der

Siedehitze nicht ganz gelöst ist, und die Dünste immer wiederum abgelöst werden, so wird auch der Grad der Hitze nicht wohl größer als der von siedendem Wasser angenommen werden können.

§. 346.

Die Kraft der Dünste oder der Fruchtsigkeit in der Kälte ist nicht minder beträchtlich, wenn auch gleich die Kälte, an sich betrachtet, eine Verminderung der Kraft der Wärme ist. Es ist aber die Kraft der Wärme nicht die einzige, welche in den Körpern wirksam ist. Die Cohäsionskräfte sind es nicht weniger, und selbst die Fruchtsigkeit kann sehr heftige Wirkungen hervorbringen. Helmerz Kette, die in heißes gerieben und dann mit Wasser angefeuchtet werden, streuet sie mit solcher Wucht auf, daß der Heiß sehr empfindlich wird. Die wenigste Fruchtsigkeit, die des Wassers noch in den Wännen bleibt, machet, daß die Wärme in der strengsten Kälte aufsteigt, weil die wässrige Theile im Freien sich ausdehnen.

§. 347.

Dieses Ausdehnen durch den Frost ist den verschiednen flüssigen Materien sehr ungleich. Arnold, welcher durch seine pro *Dissert. de viribus visis* bekannt ist, hat hierüber mehrere Versuche angestellt, indem er bemerkt hat, um wie viele 1000th Theile die gefornene Materien mehr Raum einengenommen, als sie vor dem Freien einnahmen. Er fand für

|                                       |      |      |      |      |       |
|---------------------------------------|------|------|------|------|-------|
| Wasser                                | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,108 |
| Weinzig                               | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,062 |
| Wein                                  | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,080 |
| Wisch                                 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,017 |
| Uirc                                  | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,167 |
| Wollen                                | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,051 |
| Isopha                                | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,074 |
| Zerner für destillirte Wasser von     |      |      |      |      |       |
| Kofen                                 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,092 |
| Kindesblüthen                         | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,148 |
| Augentrost                            | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,086 |
| Weyrich                               | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,081 |
| Witissen                              | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,158 |
| Weinroben                             | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,100 |
| Endlich für gefasste Aufschlungen von |      |      |      |      |       |
| Nuan                                  | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,014 |
| Salpeter                              | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,096 |
| Perse                                 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,083 |
| weißes Vitriol                        | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,100 |
| grünes Vitriol                        | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0,111 |

Die Aufschlingen lassen beyen Erkalten und Verfließen einen Theil des Salzes zu Boden sinken. Ich habe auch gefunden, daß Salzsäure nicht in einem Stücke frore, sondern klümmliches Eis war. Die Vergrößerung des Raumes bey sehr reinem Wasser rühret daher, daß die Eistheilchen eine verwickelte Lage anneh- men, woraus Schmelze und Haaren, auch ungleiche Parallelogrammen gebil- det werden. Dadurch entstehen größere Zwischenräume. Da nun die Theil- chen des Eises sich nicht von selbst in solche Lage setzen, so wird allerdings eine Kraft dazu erfordert. Diese Kraft mag bey reinem Theilchen sehr geringe seyn. Ihre Summe aber, wenn sie auf ganz Fäßchen gerechnet wird, ist immer groß genug, um die verwickelten Wässerungen herbeizubringen. Auf die Art und Or- thendigkeit des Frostes kommt hierbey auch viel an. Wenn die Oberfläche schon zugefroren ist, röhrt die innere Theile gemahlen erkället sich, so entstehen zwischen dem Eise, welches sich nach und nach ansieht, viele größere und kleinere Räume, die voll Luft und zum Theil wohl auch ganz leer sind. Bey solchen Räumen wird das Eis leichter, als es ohne dieselben seyn würde.

## §. 248.

Was nun die ausdehnende Kraft des Eises betrifft, so hat man bereits eine Menge von Versuchen darüber angestellt. Salinus zerschnitte einen Älter- steinlauf, theilte scharfe Kältern und pinocres Gefäße, Galco eine eisene Doube u. Dadurch wurde öfters nur überhaupte gefunden, daß die Kraft sehr groß sey. Die Florentiner Akademiker zerschnitten metallene Kugeln, wovon wenigstens eine von Weising eine demüthliche Dicke hatte. Nach der Figur, welche, so viel ich urtheilen kann, die Kugel in Lebensgröße vorhält, finde ich den äußern Durchmesser von 29½ Linien, den innern von 13 Linien Rheinl. Maßes. Man schneidet in diesem Innereingange darüber, erhebet die zum Zerschnitte erforder- liche Kraft auf 27710 Pfund. Die Weising giebt er nicht vollständig an. Vermuthlich ist es die Kraft, wovon die Kugel gerade heraus hinc müssen zer- rissen werden, und folglich die Kraft, wovon ein weisinger Staat von 2 Zoll Dicke und Breite oder von 4 Quadrzoll Durchmesserfläche zerissen wird. Er würde also dem Druck von etwa 460 Atmosphären gleich seyn. Galco einer andern Buffon, weil diese des reinen Weising berichtiget hat, findet bey Zerschneidung von dessen Doube einen Druck von 1550 Atmosphären, was von sech, weil gezeigtes Eisen leichter zerrißet als geschlagenes oder ja Druck zugegenet, was abgesehen wird.

Der  
**Pyrometrie**  
 oder  
 vom Maasse des Feuers und der Wärme  
**Dritter Theil**  
 Von der Erwärmung und Erhaltung der Körper.

Erstes Hauptstück.

Mittheilung der Wärme.

§. 249.

**D**ie im vorhergehenden, so wie auch noch im gegenwärtigen Jahrhundert immer gebräuchl. Bilden, daß die Thermometer aus von dem wahren Grade der Wärme gar nicht anzuweichen, daß ihre Eintheilungen willkürlich sind, daß man nicht wisse, wo eigentlich der Anfang zum Nullen wolle gemacht werden, und daß, wenn man dieses auch wüßte, es nicht ausgemacht sey, ob gleich große Grade der Ausdehnung ebenfalls gleich große Grade der Wärme anzeigen. Alles dieses konnte von keinem Untersuchungen eher abhalten als dazu anzuregen. Insbesondere schien mir die Lehre von diesem Ungezähleten einiger andern Untersuchungen sehr. Es kam auf ein Mittel an, dem Thermometer in gleichen Zeiten gleich viel Wärme mitzutheilen, und dann zu sehen, ob es sich immer auch um gleich viel auszudehnen würde.

§. 250.

Ein solches Mittel schien mir die Sonne zu seyn, wenn sie bey ganz hellem Himmel und windstillen Wetter in der Mittagsstunde scheint. Ich wählte diese Stunde, weil obdenn die Höhe der Sonne sich sehr wenig ändert. Ich

wählte

wählte dazu den 1sten Decembert 1751, und legte ein Weingeistthermometer, so wie es war an die Mittagssonne, um das Steigen des Weingeistes vor die Augen aufzuhalten. Ich fand aber schon nach der zweiten Minute, daß die Ausdehnung Anfangs geringer zu werden, und dieses zeigte sich vollstend den 14 Minuten, so lange ich nämlich die Beobachtung fortsetzte, immer mehr. Der Weingeist stieg in der ersten Minute 1½ Grad, hingegen in der 13ten nur ½ Grad. Es war nun zu offenbar, daß diese Ungleichheit nicht von der Sonne herrühren konnte, weil der Himmel gleich hell, die Luft gleich stille war, und die Höhe der Sonne sich nur unmerklich geändert hatte. Ich verfiel also ohne Mühe auf den Schluß, daß das Thermometer von der Sonne mehr Wärme erhalten habe als die Luft, weil ein im Schatten hängendes Thermometer während den 14 Minuten nur unmerklich gestiegen war. Da ich nun wußte, daß ein Körper in der Luft erkaltet, so bald er wärmer als die Luft ist, so war es mir sehr begreiflich, warum die Ausdehnung des Weingeistes nicht in jeder Minute um gleich viel zugenommen, sondern immer mehr zurück geblieben. Das Thermometer verlor wieder von der Wärme, die es an der Sonne erhielt. Ich machte auch sogleich den Schluß, daß es in jeder Minute desto mehr verlor, je mehr es schon hatte. Dieser Schluß bot mir zugleich ein Mittel an, über die verlorene Wärme Nachsinn zu tragen, so zu der noch übrigen zu addiren, und dann zu sehen, ob die Summe der Zeit proportional sein würde. Ich wiederholte also den Versuch, und setzte ihn längere Zeit fort, setzte auch andere an, wobei ein erwärmtes Thermometer aus Schatten plötzlich in die Luft erkaltete. Ich fand aber, daß die Erkaltung mit dem, was diese Schlässe und nach denselben angestellten Nachsinnungen angab, nicht ganz eintrifft. Da ich aber die Schlässe als richtig genug ansah, so untersuchte ich die Umstände des Versuches genauer, und urtheilte, daß ich das Thermometer vom Verstehen wegzunehmen, eben die Höhe öfnete, und es so legen müßte, daß die Luft nicht drückte. Der Versuch wurde auf diese Art wiederholt und traf mit der Rechnung besser ein. Einige dieser Versuche habe ich in dem *Actu Reher. Tom. II.* bekann gemacht.

## §. 211.

Unter den hier erwähnten Schlässen ist nun fürnehmlich derjenige näher zu betrachten, welcher will, daß die Wärme, welche ein erkaltender Körper in jeder Minute verliert, der Wärme, die er hat, proportional seyn. Dieser Satz ist das erste Grundgesetz von der Theilung der Wärme. Es schien mir natürlich und ungewiszen, daß ich damals gar nicht daran dachte, es es beweisen werden müßte. Als ich mir nachherhine *NEWTONS Opuscula* anschaffte, so fand ich, daß *NEWTON* den Satz schon (S. 105.) zum Theil an gestellten Versuchen eben dieses Verstand gebracht hat, um auch solche Grade

der Wärme zu bestimmen, wegs sein Leinölthermometer nicht hinreichte. Newton soll zuerst das Verſich, ohne fernern Beweis, als an ſich einleuchtend an, und gebrauchet es, um daraus und aus ſeinen Verſuchen herzuleiten, daß die Ausdehnung des Leinöls mit dem Grad der Wärme zu gleichen Schritten gehe.

## §. 151.

Diese Leſen erſchienen 1701 in den Philoſoph. Transaktionen, und ſaw den 1703 an Amontons einem etwas beſſern Geſagter (S. 107 — 109.) Amontons ſagt erſt, daß der Engländer ſich nicht beſtimmt genug ausdrückte, wenn er ſagt: Die Luge, welche ein heißes Lein in einer gewiſſen Zeit dem kältern Leinern, da es berühren, vertheile, ſey wie die ganze Luge des Leins. Hier will Amontons, daß ſam des Ausdrucks ganze Luge geſetzt werden müßte, übrigbleibende Luge. Newton hatte wohl auch nichts anders gemeinet. Amontons widerſetzt dieſen Tadel zweimal nach einander. Ich vermaße aber, er habe das zweimal etwas anders ſagen wollen, und zwar, daß, da er das erſtmal von der übrigbleibenden Luge ſpricht, er das zweimal von der beziehungsmäßig zunehmenden Luge hin ſprechen wollen. Denn kältere Körper werden von wärmeren nur in ſo fern erwehmet als dieſe mehr Wärme haben. Dieſes hatte nun Newton nicht ſo verstanden. Es erhellet aus allem, was er von Wärme und Kälte ſagt, daß er den Grad des Fixpunkts als den 0 Grad der Wärme angeſehen. (S. 108.) Er beachtet dieſem zufolge ſein glühend Eiſen in kalte Luft, und damit je dieſe Luft nicht erwehmet werde, ſagt er auch ausdrücklich, daß er es an einem Ort geſetzt habe, wo der Wind gleichmäßig durchs Rheo, und demnach immer wiederum gleich kalte Luft an das Eiſen beachtet. Wenn den auf das Eiſen geſetzten Körpern glaubt Newton, daß ſie die Hitze des Eiſens angenommen hätten, und wir denſelben nach und nach erlöſten. Dieſes iſt nun nur richtig, wenn dieſe Körper ſelb klein waren. Denn große Körper werden nicht ſo in einem Augenblicke warm.

## §. 152.

Amontons findet endlich, daß aus Newtons Satz folge, ein erlöſten der Körper verliere ſeine Wärme in geometriſcher Progreſſion, ſo daß, wenn er in einer gewiſſen Zeit die Hälfte verlorer, er in dem nächſtfolgenden gleich großen Zeitraum noch  $\frac{1}{2}$ , danach  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$  u. ſ. w. übrig behältet werde. Dieſes ſagte auch Newton ausdrücklich genug. Aber Amontons fand viele Zweifel. Und dieſe mögen ihn verändert haben, die Sache auf eines Verſuch ankommen zu laſſen. Er ſtand überzeuget wenig Zeit nachher. Martini verſuchte Newtons Satz, ohne ſo viele Schwierigkeiten zu machen. Jedoch glaubet er doch, daß es nur ſeyn werde, den Satz durch Verſuche zu prüfen. Und da er ſpötte die von Maſſien



brech, stellt seine eigene Versuche mit dem Sahe verglich, so glaubte er gefas-  
sen zu haben, daß von Newtons geometrischer Progression eine arithmetische  
nicht abzugehen werde. Darnach in Jahr 1772 zu Utrecht erschienen Dis-  
sertat. inaugural. faad den Inhaltlichen Verfaßen dieß Verbesserung gut, hingegen  
lehren sie ihn weniger gut, und Newtons Sahe richtiger als er die Versuche ein-  
schrug machte. Nicholson in *Comen. Nov. Acad. Paris. T. I.* giebt seine  
Verfaßen zufolge dem Newton mehr Beifall. Martine beruhigt sich über-  
gens nicht damit, daß Newton seinen Sahe nur scheint geglaubt zu haben. Er  
suchet daher nach, und findet in Newtons *Principiis*, daß eine geometrisch  
abnehmende Progression statt habet, wenn ein bewegter Körper eines  
seiner Geschwindigkeit proportionalen Widerstand leidet. Es ist aber gewis ge-  
nug, daß Newton sich gar nicht in dem Irrthum befinde, von diesem bloß so  
positiv berechneten Widerstand eine Anwendung auf die Wärme zu machen.

## §. 254.

Wenn nun Newtons Sahe nach seiner Bedeutungsetzlichkeit erklärt, und  
so weit es angeht, bewiesen werden, müssen wir ganz andere Schlüsse. Newton  
meint nur das warm, was wir auch unsere Empfindung warm nennen. (§. 101.)  
Und so verstanden, stimmen wir jedem Körper den Grad der Wärme zu, die wir bei des-  
sen Berührung empfinden. Und wir nennen einen Körper wärmer, je mehr wir Wärme  
an demselben empfinden, das will also sagen, je mehr er uns, beim Berühren, Wärme  
mittheilt, oder wenigstens macht, daß wir weniger Wärme verlieren. So habe  
ich es im 1751, ohne von Newtons Sahe etwas zu wissen, ebenfalls ver-  
setzt. Ich fand aber doch recht, es auf den Nachspruch der Erfahrung anzu-  
setzen zu lassen, und stellte deswegen die vorher (§. 251.) erwähnte Versuche an.  
Dieß stimmt mit demals, daß der Sahe der Wärme bei Weingeistthermometern, die oben  
offen, und deren Ruggen ganz frey waren, sehr richtig eintraf.

## §. 255.

Ein Körper erllüht in der Luft, so fern die Luft, die ihn umgiebt, wär-  
mer ist. Ich verstehe aber zugleich auch, daß er sich gleich nur von der  
Luft umgeben sey, und nicht etwa von andern Körpern berührt werde. Eben  
dies ist Ursache ich, wenn ich sage, daß ein Körper in Wasser oder andern flü-  
ssigen Materien erllüht oder erwärmt werde. Wird hingegen ein Körper von einem  
festen Körper berührt, so daß er von demselben nicht ganz umschlossen wird, so verstehe  
es sich, daß wenn beide Körper ungleiche Wärme haben, die Wärme sich aus  
dem wärmeren in den kälteren hinüber setze, zugleich aber nimmt auch die Luft oder der  
Raum, in welchem die Körper sich befinden, Antheil daran, so daß die beiden  
Körper nicht allein in Verbindung kommen. Eben dieses findet auch in Aufhängung

mehrere Körper statt, und man begreift, daß die Reizung dabei zusammenge-  
setzt wird, als wo nur ein einzelner Körper zu betrachten verstanden.

## 4. 256.

Es kann man aber ein solcher einzelner Körper, ja wohl, wenn er groß und  
von irregulärer Figur ist, und nicht in allen Theilen gleich viel Wärme hat, um  
größer eben so angesehen werden, als wäre er aus mehreren Körpern zusammenge-  
setzt. Der Unterschied ist nur, daß seine Theile dichter aneinander schließen, als  
wenn solche mehrere Körper einander nur berühren. Wir haben demnach die  
kugelförmige Hülle als diejenige anzusehen, welche bey der Erwärmung und Erklä-  
rung die größte Gleichförmigkeit darbietet. Der Unterschied der Größe hat aber  
dennoch etwas dabei zu sagen, weil die Wärme sehr langsam aus und einfließt.  
Daher wird die Oberfläche einer warmen Kugel früher kalt, als die Theile, die  
näher bey dem Mittelpunkte sind. Und wenn die Kugel Anfangs in allen Theilen  
gleich warm ist, so muß ihre Wärme vorerst von der Mitte nach außen zu ab-  
nehmen, ehe sie nach unserm ersten Grundgesetze ihre Wärme verliert. Es zeigt  
sich mir auch die Ursache, daß gewöhnlich in der ersten Minute der Erwärmung  
und Erkaltung eine Ungleichheit vorsteht, und das Gesetz erst anlangt, in den  
folgenden Minuten genau statt zu finden. Gegen das Ende der Erwärmung und  
Erkaltung kommt jazeiten eine solche Ungleichheit ebenfalls vor. Solche am  
Anfang und am Ende sich einfindende Ungleichheiten, werden bey kleineren Kugeln  
geringer, weil da zur bequemen Vertheilung der Wärme weniger Zeit erfordert  
wird. Ich habe auch gefunden, daß, da sich im Thermometer das Quecksilber  
nicht so dicht an das Glas ansetzt als der Weingeist, der Uebengang der Wärme  
aus dem Glas ins Quecksilber oder aus diesem in jenes zwischen der Wärme des  
Glases und des Quecksilbers einen Unterschied machet, welcher viel geringer ist,  
wenn statt des Quecksilbers Weingeist genommen wird.

## 5. 257.

Dieses war nun anzumerken, um wenigstens im Voraus begreiflich zu  
machen, daß unser erstes Grundgesetz nicht so ganz unbedingt angewandt werden  
kann. Es wird sich aber alles besser aufklären, wenn wir dieses Gesetz in seinen  
Folgen betrachten. In diesem Ende nehme ich den einfachsten Fall vor, wo eine  
kleine Kugel in einer flüssigen Materie, dergleichen die Luft ist, erkaltet. Die  
Wärme, welche aus der Kugel in die Luft geht, verfließt darinn, so daß sie nicht  
mehr auf die Kugel zurück wirft, und so kann die Luft umschüß um der Kugel so  
angesehen werden, als wäre sie gerade nur die Wärme, die sie erhalten schon ha-  
ben würde. Dies aber werde ich als beständig ansehen, so lange die Erkaltung  
 dauert. Denn wenn sie nicht beständig bleibt, so muß darüber besondern Nach-

zung gemessen werden. Dieses ist nun aber hier, wo vom einfachen Fall die Rede ist, nicht möglich.

§. 258.

Obz dem Erkalten der Kugel nennt man eigentlich nur die Wärme in Betrachtung, welche die Kugel mehr hat, als die sie umgebende Luft. Es ist der Ueberschuss der Wärme. Und dieser geht nach und nach aus dem Körper weg. Ich werde denselben, so wie in ja einer beliebigen Zeit  $t$  ist, durch  $y$  ausdrücken. In dem Zeitstückchen  $d t$ , geht ein Theil  $d y$  aus der Kugel weg, und wenn  $d v$  als beständig angesehen wird, so ist dem Verhältniſſe zufolge  $d y$  in beständigem Verhältniſſe von  $y$ . Demnach geht ich

$$-\frac{d y}{y} = \frac{d t}{\tau}$$

wel, wenn man  $d t$  nicht beständig setzt,  $d y$  sich nach  $d t$  verhält. In dieser Formel ist  $\tau$  mit  $d t$  gleichartig, und stellt demnach eine Zeit von bestimmter Größe vor. Was geht auch ohne Mühe, daß nach dieser Formel  $y$  durch die Division einer logarithmischen Linie vorstellt werden kann, deren Subtangente  $= \tau$  ist, und wo die Abscissen  $= t$  sind. Ist nun für  $t = 0$ ,  $y = Y$ , so hat

$$\log \frac{Y}{y} = \frac{t}{\tau}$$

und

$$y = Y \cdot e^{-t/\tau}$$

§. 259.

Wenn man ein Körper nach diesen Gesetzen erkalten oder auch erwärmen wird, so werde ich, Körper halber, den Ausdruck gebrauchen, daß er logarithmisch erkalten oder erwärmt werde, und die Subtangente  $\tau$  werde ich die Erkaltnungs- oder Erwärmanngs-Subtangente des Körpers nennen. Diese Subtangente stellt die Zeit vor, in welcher die Kugel alle Wärme verliert würde, wenn sie nach arithmetischer Progression, und zwar in jedem Zeitstückchen eben so viel, wie in dem ersten  $d t$  verliere. Eben diese Subtangente ist auch in umgekehrtem Verhältniſſe dessen, was man die Ueberwindlichkeit der Erkaltnung oder Erwärmanng nennen kann und wüßlich nennt, wenn man z. E. sagt, daß eine kleinere Kugel geschwinder erkalten oder erwärmt werde als eine größere.

Newton hat nun bey Anlaß des Lemm von 1680 ebenfalls schon auf diese Erfindungsbeyt der Erklärung Nochsicht genommen. Er setzt die Menge Wärme  $y$ , so im Körper ist, richtet sich nach dem körperlichen Raume, dahingegen die Menge  $d y$ , welche in jedem Zeitstrichlin ausfliehet, sich nach der Oberfläche richtet. Folglich sey bey einer Kugel,  $y$  wie der Würfel,  $d y$  aber wie das Quadrat des Diameters, also gebrauche eine großere Kugel zum Erklären derselben Zeit, je großer ihre Diameter ist, weil sie gerade, wie der Calus, und umgekehrt, wie das Quadrat des Diameters sey. Indessen vermuthete Newton, es möchte hinein etwas abgehen, und wünschte, daß jemand deswegen Versuche anstellen möchte. Martini hat nun solche Versuche angestellt, und daraus gefunden, daß Newtons Obdenken jenseit richtig sey. Es hat aber die Martinsche Versuche hinzu nicht einsoch genug. Er goß Wasser in Porcellangefe, und in das Wasser setzte er Quacksilberthermometer. Hier ist also Porcellan, Wasser, Glas und Quacksilber, also 4 Körper, anstatt eines einzigen. Newtons Satz löst sich an sich als richtig erkennen, nur muß man dabey annehmen, daß die Wärme im Körper gleich vertheilt sey. Dieses hat aber nur bey sehr kleinen Kugeln statt. Bey Kugeln von der Große der Himmelskörper, woraus Newton sein Argument nicht, möchte eine merkliche Ausdehnung statt finden. Wir sehen an der Erde, daß die gebrute Sonnenstrhle sich wenig in die Tiefe eindringen, so daß die Krter schon das ganze Jahr durch eine merklich gleiche Temperatur behalten. (§. 152 — 156.) Bey kleinen Kugeln, wie die von Thermometern, löst sich der Satz eher anwenden, und so will er eigentlich sagen, daß die Erklrungsbstantzennt  $\gamma$  in Verhältniß des Diameters der Kugel großer oder kleiner sey, wenn übrigens die Kugel von einerley Materie ist, und in einerley flüssigen Medien erklärt oder erwidert wird. Bey Körpern von andern, jedoch nicht allzu unregulren Figuren, kann man überhaupt bemerken, und wenn man eben nicht die besterle Schiefe sucht, annehmen, daß die Erklrungsbstantzennt  $\gamma$  in grader Verhältniß des körperlichen Raumes und in umgekehrter Verhältniß der Oberfläche sey, und zwar unter der eben angefuhrten Bedingung gleicher Materien.

Als ich im Jenner 1773 einige Thermostrgler mit Weingeist füllte, so nahm ich nun einem derselben, ehe ich die Wrre eben aufhörte, den Versuch nochmals vor, wodurch ich ebenfalls den Satz von der logarithmischen Erklärung gercht habe. Zugleich wollte ich auch bestimmen, wie sich die Erklrungsbstantzennt zu dem Diameter der Kugel verhalte. Ich setzte die Wrre an ein hlbrundes Stcklein, woraus bereits eine Stufenleiter von einem ebenenigen Ther-

messer gelehrt war, so daß die Regel des Erdbaus nicht besetzt, sondern zwei Jule davon abstand. Ich fand nachgehends, daß die Gradzeile nicht ganz genau zu dem neuen Thermometer paßte, sondern 29 Grade derselben, 31 Reaumurische Weingesthertometer-Grade betrug. Dieses hat hier, wo es nur auf die Vergleichnisse ankommt, nicht zu sagen, weil die Reaumurischen Grade ebenfalls willkürlich sind. Ich werde demnach die beobachtete Grade nicht mit in Reaumurische verwandeln, sondern sie so schreiben, wie ich sie beobachtet habe. Ich legte erst das Thermometer auf den Ofen und zwar den 20ten Januar 1777, Nachmittags um 1 Uhr, zu einer Zeit, da die Grade das Maximum ihrer Wärme erreichte. Nachdem es bis zum 29. 4 Grad gesunken, legte ich es vor die Ventilsche, wo ein Fäßgen gestellt war auf ein Dach, so daß die Regel keiner Hand, und weder das Dach, noch der Tisch berührte. Das Fäßgen war vorher mit Wasser gefüllt, damit nicht etwas durch Oeffnung der Thür die Luft erhitze. Das Thermometer, vor welchem ich ganz stille sitzen blieb, beobachtete ich nach Verlauf einer jeden Stunde, und fand, daß es folgenden maßen sei.

| Zeit.<br>Minuten. | Thermomet.<br>er. | Zeit.<br>Minuten. | Thermomet.<br>er. |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 0                 | 29,4              | 15                | 19,8              |
| 1                 | 27,0              | 16                | 19,4              |
| 2                 | 24,8              | 17                | 18,9              |
| 3                 | 22,8              | 18                | 18,6              |
| 4                 | 20,9              | 19                | 18,2              |
| 5                 | 19,3              | 20                | 17,8              |
| 6                 | 17,8              | 21                | 17,6              |
| 7                 | 16,5              | 22                | 17,2              |
| 8                 | 15,3              | 23                | 17,1              |
| 9                 | 14,4              | 24                | 16,8              |
| 10                | 13,5              | 25                | 16,6              |
| 11                | 12,6              | 26                | 16,4              |
| 12                | 11,8              | 27                | 16,3              |
| 13                | 11,1              | 28                | 16,2              |
| 14                | 10,4              |                   |                   |

Weiter setzte ich den Versuch nicht fort, weil das Thermometer anfangs so langsam zu fallen, daß die Veränderung der Wärme im Zimmer, die oben nicht anders lang gleich bleibt, in das weitere Fallen des Weingestres etwas zu merklichen Zuwachs haben konnte. Ich werde demnach sehen, daß es bei gleich höchster Wärme in allen um Y Grade wieder gesunken seyn. Dies sei es in des 28. Bis

warmer  $39,4 - 16,2 = 23,2$  Grade, und in der ersten Hälfte dieser Zeit  $39,4 - 20,4 = 19,0$  Grade. Demnach war der Ueberschuß der Wärme für

$$\begin{aligned} r &= \sigma' y = Y \\ 14 y &= Y - 19,0. \\ 28 y &= Y - 23,2. \end{aligned}$$

Da nun die Zeiten von gleich viel verschieden sind, so sind diese Ordinaten in geometrischer Progression folglich:

$$Y \cdot (Y - 23,2) = (Y - 19,0)^2$$

woraus

$$Y = 24,4$$

gefunden wird. Das Thermometer würde demnach bei gleich bleibender Wärme der Luft erst  $39,4 - 24,4 = 15,0$  Gr. gefallen seyn. Die weitere Anwendung der Formeln (§. 259.) giebt ferner die Erlösungs-Gehaltsgrenze

$$\gamma = 9,253 \text{ Minuten.}$$

Und überhaupt, wenn man die Weizsäckchen logarithmisch gehandelt, die Grade des Thermometers

$$\gamma = 15,0 - e \cdot \ln [1,390940 - 0,047036 \tau]$$

wo ich, Ringe halber, durch  $e$  die Zahl des Logarithmus ansetze, welche überhaupt durch  $1,390940 - 0,047036 \tau$  vorgestellt wird. Nach dieser Formel habe ich für jede Minute den Grad  $\gamma$  berechnet. Folgende Tafel stellt so wohl die beobachteten als die berechneten Grade vor.

| $\tau$ | $\gamma$ beobacht. | $\gamma$ berechnet. | $\tau$ | $\gamma$ beobacht. | $\gamma$ berechnet. |
|--------|--------------------|---------------------|--------|--------------------|---------------------|
| 0      | 39,4               | 39,6                | 15     | 19,8               | 19,9                |
| 1      | 37,0               | 37,1                | 16     | 19,4               | 19,4                |
| 2      | 34,8               | 34,8                | 17     | 18,9               | 18,9                |
| 3      | 32,8               | 32,8                | 18     | 18,6               | 18,5                |
| 4      | 30,9               | 30,9                | 19     | 18,2               | 18,1                |
| 5      | 29,3               | 29,3                | 20     | 17,8               | 17,8                |
| 6      | 27,8               | 27,8                | 21     | 17,6               | 17,5                |
| 7      | 26,5               | 26,5                | 22     | 17,3               | 17,3                |
| 8      | 25,3               | 25,3                | 23     | 17,1               | 17,0                |
| 9      | 24,4               | 24,3                | 24     | 16,8               | 16,8                |
| 10     | 23,5               | 23,5                | 25     | 16,6               | 16,6                |
| 11     | 22,6               | 22,5                | 26     | 16,4               | 16,5                |
| 12     | 21,8               | 21,7                | 27     | 16,3               | 16,3                |
| 13     | 21,1               | 21,0                | 28     | 16,2               | 16,2                |
| 14     | 20,4               | 20,4                | 29     |                    | 16,0                |

Man sehe voraus, daß die Kugelung nur bei der ersten Ordinate  $\frac{1}{2}$  Decimalkugeln mehr, bei den übrigen aber nur zwischen 1 Decimalkugel mehr oder weniger liegt, bei den meisten aber nur der Erfahrung ganz stimmt. Der Durchmesser der Kugel beträgt 9, 2 Linien Pariser Maß. Da nun die Subtangente  $\gamma = 9,213$  Minuten ist, so sehe ich, daß, so fern die Subtangente im Verhältnis des Durchmessers der Kugel ist, (S. 250.) sie jede Linie Durchmesser der Kugel der Weisgoldthermometer 1 Minute Zeit für die Subtangente gerechnet werden kann, wenn nämlich das Thermometer in der Luft erkaltet. Eine mehr oder weniger tiefe und feuchte Luft mag übrigens hierbei einigen Unterschied machen.

## §. 262.

Dieses Thermometer habe ich aus andern Ursachen einige Tage offen zu lassen. Ehe ich es gekennet, nahm ich noch einen Versuch vor, wie zu sehen, wie es erkalten würde, wenn ich es über einem Kupferseil so weit erweirte, daß zu bezagen war, daß der Weisgold nicht stören würde. Ich ließ sogleich das Kupferseil wegtragen, und legte das Thermometer an eben den Ort, wie das erstemal, um dessen Grade nach jeder Minute aufzuzeichnen. Ich werde die beobachteten Grade sogleich, nebst den nach der Formel

$$\gamma = 13,0 + a [1,61805 + 0,04972 \cdot \tau]$$

berechneten, in folgender Tafel beschreiben:

| $\tau$ | $\gamma$ beobacht. | $\gamma$ berechnet. | $\tau$ | $\gamma$ beobacht. | $\gamma$ berechnet. |
|--------|--------------------|---------------------|--------|--------------------|---------------------|
| 0      | 54,7               | 54,5                | 13     | 22,5               | 22,4                |
| 1      | 50,0               | 50,0                | 14     | 21,5               | 21,4                |
| 2      | 45,8               | 46,0                | 15     | 20,6               | 20,5                |
| 3      | 42,3               | 42,4                | 16     | 19,8               | 19,6                |
| 4      | 39,9               | 39,3                | 17     | 19,1               | 18,9                |
| 5      | 37,2               | 36,4                | 18     | 18,4               | 18,3                |
| 6      | 35,3               | 33,9                | 19     | 17,7               | 17,7                |
| 7      | 31,5               | 31,6                | 20     | 17,3               | 17,2                |
| 8      | 29,7               | 29,6                | 21     | 16,7               | 16,7                |
| 9      | 27,8               | 27,8                | 22     | 16,2               | 16,1                |
| 10     | 26,2               | 26,2                | 23     | 15,8               | 15,6                |
| 11     | 24,8               | 24,8                | 24     | 15,4               | 15,7                |
| 12     | 23,7               | 23,5                | 25     | —                  | 12,0                |

Der Unterschied der Rechnung von der Beobachtung beträgt höchstens 0,3 Grade. Ich hatte größte Mühschweide erwartet, weil der Wärmestiel diesmal so weit von dem war, daß er dem gewöhnlichen Zustande des Stiefens sehr nahe kam. Die Erklärungs-Substanzenteile ist auch in der That etwas kleiner als bei dem ersten Versuch, nämlich  $7 = 8,72$  Wännen. Und dieses zeigt an, daß der Wärmestiel bei dem größern Grade der Wärme etwas mehr als nach Verhältnis der Wärme ausgedehnt worden. Diefen Versuch habe ich den 2ten Febr. 1777 Vormittags zwischen halb 11 Uhr und 12 Uhr angestellt.

## §. 163.

Bei geschlossnen Weingeistthermometern habe ich immer auch die Erklärung Substanzenteile kleiner, jedoch auch die Erklärung nicht völlig logarithmisch gefunden. Bei Quecksilberthermometern fand ich für gleich große Diameter die Erklärung Substanzenteile in der That, um  $\frac{1}{2}$  kürzer, so daß sie eine Kugel von 10 Pariser Linien  $7 = 6$  Wännen war. Dieß ist aber die Thermometer in Waß für erklärt, so fand ich die Substanzenteile  $2$  bis  $3$  mal kürzer als wenn sie in der Luft erklärten.

## §. 164.

Daneben werde ich die oben (§. 105.) gegebne Newtonsche Empfindlichkeit verschiedener Grade der Wärme vollständig machen können. Newton ließ ein Stück Eisen im Feuer glühend werden, und an einem Orte, wo der Wind gleichmäßig vorbeizwehete, wieder erklären. Er legte verschiedene Stückchen Metalle und anderer Materien darauf, und beobachtete die Zeit, wenn sie aufhingen, ihre Flüssigkeit zu verlieren, oder auch, wenn sie gerade nur fließig waren. Einige dieser Grade hatte er bereits, nämlich des Quecksilberthermometers bedient. Und so hatte er für diese die Ordinatem  $\gamma$  im Grade des Thermometers angedrückt. Die Wärmegrad berechnete er sodann, vermuthlich der Zeit, unter der Voraussetzung, daß die Erklärung logarithmisch wäre. Seine Beobachtungen, denen ich zugleich auch die übereinstimmende Grade des Substanztheils und des Luftthermometers befügte, sind nun folgende:



| Luftthermometer. | Schmelzeit. | Luftthermometer. |                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------|-------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 81               | 460         | 1880             | Schnelles Sieden, wie auch Siedend<br>Loth von 4 Theilen Wein und 1 Theil Zinn,<br>wie auch Sieden 20 $\phi$ von 5 Theilen Wein<br>und 1 Theil Zinn.                                                                   |
| 95               | 535         | 1032             | Siedend Wein.                                                                                                                                                                                                          |
| 99               | 540         | 2045             | Schnelles Sieden.                                                                                                                                                                                                      |
| 114              | 635         | 2240             | glühend Eisen hiet auf im Zuckern Loth zu<br>schmelzen.<br>Schnelles Siedung von gleich viel Zinn<br>und Kupfer $\phi$ .                                                                                               |
| 136              | 752         | 2480             | glühend Eisen hiet auf in der Dämmung<br>zu schmelzen.<br>Siedende Mischung von 1 Theil Zinn<br>und 1000 Theilen $\text{reg. } \phi$ , wie auch die<br>Siedung von 1 Theil Zinn und<br>5 Theilen $\text{reg. } \phi$ . |
| 146              | 803         | 3189             | siedender Kupfer $\text{reg. } \phi$                                                                                                                                                                                   |
| 161              | 884         | 3753             | glühend Eisen hiet auf am hellen Tage zu<br>schmelzen.                                                                                                                                                                 |
| 195              | 1064        | 3822             | glühend Eisen, wie auch Hitze von Eisen<br>schmelzen.                                                                                                                                                                  |
| 200              | 1019        | 3877             | Hitze des Holzfeuers.                                                                                                                                                                                                  |
| 210              | 1140        | 3250             |                                                                                                                                                                                                                        |

## §. 265.

Dieser Tafel ist die Fortsetzung der oben (§. 205.) vorstehenden. Sie kann in einigen Stücken mit der Maschendraufschmelze (§. 217.) verglichen werden, und stimmt mit derselben darin überein, daß Eisen, welches anfangt, oder aufhört, glühend zu schmelzen, eine Hitze von 3000 bis 3200 Grades des Luftthermometers haben muß. Daß Maschendraufschmelze den Grad für schnelles Sieden, wie auch für schnelles Sieden zu hoch angiebt oder eigentlich den geringsten Grad nicht getroffen hat, habe ich bereits oben angedeutet. Kupfer, welches auf einem Eisenwerke ähnliche Versuche gemacht, und dabei die Grade des Luftthermometers Maschendraufschmelze dreizehnen hat, giebt folgende Beobachtungen an, denen ich ebenfalls die Grade des Luftthermometers beifüge.

| Sahren-<br>heit. | Luftthermo-<br>mter. |                                                                            |
|------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 625              | 1219                 | festes Wier.                                                               |
| 496              | 1954                 | festes Weizenst.                                                           |
| 600              | 2108                 | festes Weizenst.                                                           |
| 418              | 1835                 | festes Zinn.                                                               |
| 320              | 1591                 | festes Thierseidst.                                                        |
| 386              | 1656                 | Schmelzst. bestehend aus 2 Theilen Zinn, 1 Theile Wier.                    |
| 314              | 1574                 | Schmelzst. bestehend aus<br>5 Theilen Weizenst., 2 Theilen h, 3 Theilen A. |
| 339              | 1425                 | 5 B + 1 h + 4 A.                                                           |
| 363              | 1475                 | 5 2 5                                                                      |
| 283              | 1116                 | 5 2 6                                                                      |
| 297              | 1545                 | 5 2 7                                                                      |
| 306              | 1563                 | 5 2 8                                                                      |
| 328              | 1608                 | 5 2 13                                                                     |
| 340              | 1633                 | 5 2 23                                                                     |

Wenn festes Zinn trifft 1 Theil von, Maschendraht und Kupfer sehr nahe zusammen. Wenn Wier mit Kupfer das Metall, wenn festes Weizenst. Mercur 1 Theil von selbst. Es ist übrigens auch nicht alles Wier oder Weizenst. gleich leichtflüchtig. Und endlich muß ich noch anmerken, daß 1 Theil von, sowohl des geringeren als des höheren beschriebenen, so daß ein kleiner Unterschied in der angenommenen Erleuchtung: Selbstgenügt die größte Größe der Hitze sehr ändern kann.

## §. 166.

Martini hat über das Erhitzen und Erkalten verschiedener Körper mehrere Versuche angestellt. Er füllte Gläser von gleicher Größe und Form mit Wasser, Quecksilber, Zinnblei und Weizenst., und setzte das Glas mit Wasser, nicht einem der andern Gläser vor das Feuer, um sie erhitzen zu lassen. In jedem war ein Thermometer, dessen Stutzen er von 4 zu 4 Minuten beobachtete. Nachher ließ er sie an der freien Luft wieder erkalten, und zwar von gleicher Größe der Wärme an gerechnet. Ich habe diese Beobachtungen notirt, und gefunden, daß die so am Feuer gemacht worden, in eint halbe Minute, weil sowohl die Ungleichheit der Gläser als der ungleiche Zustand der Luft die Erleuchtung ungleichflüchtig machen. Bei dem Erkalten war mehrere Gleichzeitigkeit. Ich habe aus diesen Versuchen zwischen dem Erkalten: Selbstgenügt diese Materie, wenn sie von gleicher Größe und Figur gemacht werden, folgende Verhältnis:

|             |   |   |   |   |     |
|-------------|---|---|---|---|-----|
| Quacksilber | • | • | • | • | 56  |
| Bismut      | • | • | • | • | 64  |
| Weingeist   | • | • | • | • | 77  |
| Wasser      | • | • | • | • | 100 |

Dieses Martius erlöset es der Lust. Es ist aber schon zu bemerken, daß nur ihre Oberfläche der Lust ausgesetzt war, und daß sie demnach größtentheils durch das Glas ihrer Wärme verlor. Dieses ist aber nicht ganz richtig. Ich kann es leicht zeigen, daß, geschlossene Thermometer gebracht, wo demnach Weingeist und Quacksilber ganz durch Glas erlöseten. (§. 273.) Dieses ist der Grund, warum ich das Verhältnis der Substanz, wie 2 zu 3 fand, ansetze, daß sie bey Martius, wie 1 zu 7 fand. Endlich findet Martius auch, daß sein Quacksilberthermometer in der Luft 3 bis 4mal langsamer erlöset als in Wasser oder in Quacksilber. Denn die 100 Martius geben keinen sehr merklichen Unterschied. Martius hält sich übrigens lange dabei auf, daß seine Versuche von dem, was Dornbaw, Maschbroeck und andere angeben, so sehr verschieden sind. Dies schloß überhaupt, daß ein solcher Körper langsamer erlöset und erlöset wird, als ein leichter, und erlöset erhalt es so, als wenn die Erhaltung es überall beschleunigen würde. Die Erfahrung macht man aber dabei stark Ansehen, und gibt, daß hiedey noch mehr Umstände in Betrachtung kommen.

§. 267.

Da man die flüssigen Metalle nicht anders als vermischt der Gefäße bestimmte Figuren geben kann, so läßt sich besonders auch die Erklärung, Ende wegens der Lust nicht anders als mittel der Gefäße bestimmen. Ich habe aber, daß sie so klein ist, daß man sie so gut als für nicht zu achten hat. Wenn ich die Kugel des in §. 266 beschriebenen Instrumentens in der Hand halte oder in warmes Wasser setze, so bemerke ich die kleine Quacksilberkugel in der Kugel ausschließlich so schnell, daß man ohne Mühe sehe, die zur völligen Erwidmung der Lust in der Kugel erforderliche Zeit bemerke, sich bewegen solche Sekunden, weil das Glas der Kugel so viel Zeit braucht erlöset zu werden. Die Quacksilberkugel läuft mit einer wirklich beschleunigten Bewegung von dem ersten Augenblicke an, und wenn das Wasser sehr warm ist, so sieht sie mit gewöhnlicher Geschwindigkeit per Kugel heraus, so bald die Kugel ins Wasser kommt. Wenn ich hingegen die Kugel des in §. 261. und folgenden beschriebenen Instrumentens in die Hand, oder stelle sie in warmes Wasser, so steigt das Quacksilber in der Kugel ebenfalls in wenigen Sekunden schnell aufwärts, hernach fließt es fort ganz langsam zu steigen. Denselben in dem ersten Sekunden erhält die Lust in der Kugel schon alle Wärme. Da aber das Wasser in der Kugel liegende Quacksilber viel langsamer

wor erwidert wird, so bestimmt es auch der Luft einen Theil ihrer gleich verlangten erlangten Wärme, bis es endlich auch die Wärme des Wassers erlangt hat. Doch schnell geht, wenn die Wärme sich in der Luft ausbreitet, macht, daß die Luft aller Orten gerade aus die Wärme der Körper hat, welche sie berührt, und daß, wenn die Luft aus andere Körper die Wärme der Sonne nicht besser auf bekommt, als die Luft, wie von der Sonnenwärme wenig wärmen zu genießen haben. Da ferne alle andere Körper in der Luft so langsam erwärmen und erhitzen, so ist das selb der Grund, warum dünne Fensterlichter die Wärme in der Stunde garlich haben, und beschleunigt, warum die Wirkung doppelt wird, wenn doppelte Fenster gibt. Man versteht eben so, daß ein Zimmer wärmer bleibt, wenn die Wärme sich durch Tapeten oder Gerüst den Weg in die Mauer nehmen muß. Man begreift eben so auch, warum das Wasser aus Kälte zu sehr schnell als gleich kalte Luft? Denn die Erklärungs-Substanz ist in der Luft 8 bis 10mal größer als im Wasser, und so verlieren wir in der ersten Secunde im Wasser 8 bis 10mal mehr Wärme als in der Luft.

## §. 168.

Noch habe ich anzumerken, daß die Erwärmsungs-Substanz mit der Erklärungs-Substanz bey jedem Körper und in einerley Flüssigen Materie einerley Größe hat. Wenn das Thermometer aus gleich viele Grade wärmer oder kälter als die Luft ist, so nähert es sich der Luftwärme nach einerley logarithmischen Linie. Die Anzahl der Grade von Wärme, die es in gleicher Zeit im ersten Fall verliert, im andern Fall erhält, ist gleich groß. Man kann daraus schließen, daß gleiche Grade der Wärme im Thermometer, in der Luft, in andern flüssigen Materien gleiche Ueberwucht haben. Ich sage mit Bedacht: Ueberwucht. Denn das Wort Kraft würde hier nicht genau genug gewesen seyn, weil die Kraft der Wärme in den Körpern von der Kraft, wenn sie in andere berührende Körper wirkt, unendlich zu unterscheiden ist. (S. 103.)

## Zweytes Hauptstück.

## Erwärmung und Erkältung in zusammengesetzten Fällen.

## Erster Abschnitt.

## Erwärmung am Feuer und an der Sonne.

S. 269.

Das Feuer breuet gleichmäßig zu ungleich, als daß die Wärme, die es mittheilt, einer gewissen Dichtigkeit sichig seyn sollte. Wenn man demnach sieht, die Wirkung des Feuers sey eine Zerlegung gleich gemessen, so redhet man hiebei eines in das andere und nimmt einen mittlern Durchschnitt. Und so gemessen man will es sagen, das Feuer habe einem Körper in gleicher Zeit gleich viel Wärme mitgetheilt. Ich sehe ferret hiebei, daß der Körper nicht im Feuer liegt. Denn so würde er ja den im vorhergehenden Hauptstücke betrachteten Fällen gehören. Der Körper sey außerhalb dem Feuer frey, von derselben in gleich viel Zeit gleich viel Wärme erhalten, diese Wärme aber in der Luft wiederum so verlieren, daß er nur bis auf einen gewissen Grad erwärmt wird. Ich sehe diese Ursache doch, weil sie die tieflichsten sind, wobei ein Körper erwärmt wird und zugleich auch die erhaltene Wärme wieder verliert. Es ist zugleich auch der Fall derjenigen Körper, die an der Sonne erwärmt werden, wenn die Sonne fortfährt gleich heiß zu scheinen.

S. 270.

Es sey also  $y$  die Wärme, die der Körper nach Verfluß der Zeit  $t$  hat; sine Erkältungs-Substanz sey  $\gamma$ , und in jedem Zeittheile  $= 1$ , erhalte von selbe von dem Feuer  $n$  Grade von Wärme, so wird  $n d t$  die Wärme seyn, welche er in dem Zeittheilchen  $d t$  erhält. Da er aber  $y$  Grade wärmer ist als die ihn umgebende Luft, so wird er  $y d t$  Grade in eben dem Zeittheilchen wiederum verlieren. Folglich wird die Wärme, die er behält

$$d y = n d t - \frac{y d t}{\gamma}$$

seyn. Man sieht ohne Mühe, daß wenn man  $n$  veränderlich sezt, diese Formel überhaupt auch alle die Fälle begreift, wo die Erwärmung ungleichförmig ist. Ferner sieht man, daß man in gleicher Allgemeinheit  $d y = 0$  setzen, und dadurch das Maximum der Wärme

$$y = a \cdot 7$$

so der Körper erhitzt, bestimmen kann, wobei man, wenn  $a$  unendlich ist, denjenigen Wärmegrad nehmen muß, welcher zur Zeit der größten Erwärmung statt findet. Die größte Wärme ist jedoch derselben gleich, die der Körper in der Zeit  $7$  erhalten würde, wenn er unendlich nicht wieder abkühlte.

## §. 271.

Setzen wir nun aber  $a$  beständig, so erhalten wir die Integralformel

$$y = a \cdot 7 - (a \cdot 7 - Y) \cdot e^{-\gamma \cdot 7}$$

wo  $Y$  die anfängliche Wärme vorstellt. Man sehe demnach, daß die Erwärmung logarithmisch und durchaus eben, die ist, welche statt haben würde, wenn die Luft die Wärme  $a \cdot 7$  hätte, und der Körper in derselben erwärmt würde.

## §. 272.

Wenn mehrere Körper von einerlei Materie und Figur sind, und nur der Größe nach, sich von einander unterscheiden, so wird für jeden der Werth von  $a$  in gerader Verhältniß, der gegen das Feuer gehaltenen Fläche und in umgekehrter Verhältniß seines körperlichen Raumes seyn. Dagegen ist die Erhitzungszeit tangente  $7$  gerade wie der Raum, und umgekehrt, mit der ganzen Oberfläche. Da nun das Maximum der Wärme  $= a \cdot 7$  ist, so folgt, daß wenn bey allen solchen Körpern, die dem Feuer ausgesetzten Flächen der ganzen Oberfläche proportional sind, je kleinerlich einerley Grad der Wärme erhalten werden. Der Unterschied wird nur seyn, daß die größern Körper diesen Grad tangenter und später erhalten. Ich vermute übrigens, daß sie in solcher Entfernung von dem Feuer stehen, so daß die Feuerstrahlen in gleicher Dichtigkeit auf ihre Oberfläche fallen. Denn sonst würde der kalte röhrende Unterschied mit in die Rechnung gezogen werden.

## §. 273.

Dieses habet nun auch in Rücksicht auf die Sonne statt, so lange sie gleich hell scheint und die Luft gleiche Wärme behält. Es kommt aber in Rücksicht auf die Sonne noch ein Umstand hinzu, welcher von der Farbe der Körper herrührt. Man hat sich aber vorhergehends bequemt, diesen Unterschied aus optischen Gründen zu beweisen, und sich allerfalls nur auf geringe Erhitzungen zu beschränken. Daher, welcher noch stark bemerkt, um ihrer Ausdehnung durch die Wärme zu bestimmen, an die Sonne legt, die von gleicher Figur und Größe, wie auch der Sonne gleich entgegen zu stehen, muß bey dieser Gelegenheit an, daß das weiße Gold noch toll war, als das schwarze schon schon fast erodiert worden. Dijet

Dabei zu Siena schied ich ein Neumannsches Quecksilberthermometer auf der halben Oberfläch an Rauche der Lampe. Als er die geschmolzene Sonne gegen die Sonne führte, stieg das Quecksilber bis zum 25ten Grad. Als aber die wechsellöcherne Seite gegen die Sonne geführt war, stieg es auf den 30ten Grad. Am Schatten zeigte es 21 Grad. Die Sache scheint mir unauflösbare Untersuchungen zu verdienen. Ich stellte demnach folgende Versuche an:

## §. 374.

Den 23ten May 1771 um Mittag, legte ich dem Weingeistthermometer an die Sonne. Zwei waren mit Drahtschmelz roth gefärbt, und die Diameter ihrer Kugeln waren 9 $\frac{1}{2}$  und 6 $\frac{1}{2}$  Linien Rheinl. Maßstab. In dem dritten war der Weingeist gar nicht gefärbt, sondern weislich. Der Diameter der Kugel betrug 9 $\frac{1}{2}$  Linien. Ein viertes Thermometer legte ich nicht dabei an Schatten. Als die an der Sonne liegenden das Maximum ihrer Wärme erreicht hatten, fand ich

|                                        |                  |     |
|----------------------------------------|------------------|-----|
| die beiden mit gefärbtem Weingeist bey | 15               | Gr. |
| das nicht gefärbte bey                 | 21 $\frac{1}{2}$ | —   |
| das am Schatten bey                    | 20               | —   |

also waren die beiden gefärbten 15 Grade, das ungefarbte nur 11 $\frac{1}{2}$  Grad gestiegen.

## §. 375.

Den 14ten Brachmonat um halb 12 Uhr, wiederholte ich den Versuch, und legte noch ein Quecksilberthermometer nur an die Sonne, dessen Kugel 9 $\frac{1}{2}$  Linien Rheinl. im Durchmesser hatte. Als sie das Maximum ihrer Wärme erreicht hatte, war

|                          |      |       |
|--------------------------|------|-------|
| das von Quecksilber bey  | 25,0 | Grad. |
| das größte wechsellöcher | 24,1 | —     |
| das kleinere             | 24,0 | —     |
| das nicht gefärbte       | 21,8 | —     |
| das am Schatten          | 16,0 | —     |

also war das von Quecksilber 7 Gr. Die beiden gefärbten Weingeistthermometer 2, und 2, 1 Gr. Das ungefarbte 5, 8 Gr. gestiegen.

## §. 376.

Hierauf tauchte ich den 13ten Brachmonat das nicht gefärbte Weingeistthermometer mehrmals in Dinst und ließ es jedesmal trocknen, und so wurde es mit einer schwarzen undurchsichtigen Kruste überzogen. Das kleinere Nachher

flüßte überdeckte ich mit sehr weißen Kalk, so daß die Kugel nurmehr 7½ bis 8 Grad wärmere hatte. Ich legte sie endlich um 10 Uhr Donnerstags an die Sonne, und fand nach 11 Uhr

|                  |   |   |          |
|------------------|---|---|----------|
| das goldene Rühr | ° | ° | 28,1 Gr. |
| das überdeckte   | ° | ° | 13,8 —   |
| das unbedeckte   | ° | ° | 26,0 —   |
| das am Schatten  | ° | ° | 16,1 —   |

also war das überdeckte 11,7 Gr., das reihe 9,5 Gr. gesunken, das überdeckte aber nicht nur nicht gesunken, sondern 2,7 Grad gefallen, obgleich es auch an der Sonne lag. Ich konnte leicht vermuthen, dieses müßte daher rühren, daß der Kalk, wenn es überdeckt werden, noch feucht war. Als ich hernach die Thermometer wiederum an ihrem Ort hing, fand ich, daß das überdeckte nach 1,1 Grad wärmer fiel, und erst nach einer Stunde wieder so warm hing, daß es mit dem am Schatten gehaltenen übereinst. Inzwischen war es ganz aufgetrocknet.

## §. 277.

Den nächstfolgenden 16ten Brachmonat legte ich diese Thermometer, nebst dem von Quecksilber nochmals an die Sonne, und als sie das Maximum ihrer Wärme erreicht hatten, fand ich

|                         |   |   |             |
|-------------------------|---|---|-------------|
| das von Quecksilber bey | ° | ° | 14,1 Grade. |
| das überdeckte          | ° | ° | 30,1 —      |
| das überdeckte          | ° | ° | 30,3 —      |
| das reihefarbte         | ° | ° | 26,6 —      |
| das am Schatten         | ° | ° | 17,4 —      |

also war das von Quecksilber 6,9, das überdeckte 13,8, das überdeckte 2,9, das mit reihefarbtem Weingeist 9,1 Grade gesunken.

## §. 278.

Endlich überdeckte ich noch ein Weingeistthermometer mit Kalk, und überließ das den 16ten, überdeckte jedoch am Zimmer, wodurch es wenig feucht wurde. Als sie lange schon getrocknet waren, legte ich sie den 16ten Brachmonat Donnerstags an die Sonne. Nachdem sie das Maximum ihrer Wärme erreicht hatten, fand ich

|                                |   |   |             |
|--------------------------------|---|---|-------------|
| das von Quecksilber bey        | ° | ° | 30,0 Grade. |
| das überdeckte                 | ° | ° | 27,2 —      |
| das am Zimmer bedeckte         | ° | ° | 29,9 —      |
| das überdeckte                 | ° | ° | 26,3 —      |
| das von reihefarbtem Weingeist | ° | ° | 32,6 —      |
| das am Schatten                | ° | ° | 22,8 —      |



alle war das von Quecksilber 7, 2 Grad. Das überschüssige 14, 4 Grad. Das mit Zinnaber beschriebene 7, 1 Grad. Das weißbleibendes 3, 5 Grad. Das von rothgefärbtem Weingeiste 2, 8 Grad geliegen.

## §. 279.

Der Weingeist in der Kugel des anbeschriebenen Thermometers sahe dem freylich aus, war aber doch noch durchsichtig. Die Kugel des Quecksilberthermometers war ehemals von Hauhe etwas angefaulen, so daß das Quecksilber nicht ganz gleichmäßig durchsichtig, und selblich etwas weniger Sonnenstralen zurückhielt. Da ferret die Quecksilbergale um etwa  $\frac{1}{2}$  größer sich, (§. 114.) so thut nun in dem letzten Versuche samt der 7, 2 Quecksilbergale  $\frac{1}{2}$  Weingeistgrade gezeichnet werden. Das weißbleibende Thermometer war nie die weißeste Kunst, das will sagen, so weiß es immer seyn konnte.

## §. 280.

Man folge die oben ersten Versuche (§. 276. 275.) daß, so lange die beiden gestrichen Weingeistthermometer nicht beschriben waren, sie an der Sonne um gleich viel stiegen, angesehet ihre Kugeln von ansehnlicher Größe waren. Demüßge das vorher (§. 272.) gesagten, kommt dieses voraus vermuthet werden. Da es also auf die Größe der Kugeln hier nicht ankam, so wurde ich, Kürz halber, nicht, als wären sie gleich groß gewesen. Also wieder auf alle in gleicher Zeit gleich viele Sonnenstralen aufgefallen seyn. Wenn demnach alle Sonnenstralen gleichbedeutungen wären, so würden wenigstens die Weingeistthermometer stundenlang um gleich viel Grade gestiegen seyn. Es wurden aber viele Swalen von der Oberfläche zurückgeworfen. Daher drangen desto weniger hinein, je heißer die Fläche war, und zwar im letzten Versuche

|                |   |   |          |
|----------------|---|---|----------|
| des weißen     | 1 | 1 | 3, 5 Gr. |
| — hellrothen   | 1 | 1 | 7, 1 —   |
| — dunkelrothen | 1 | 1 | 2, 8 —   |
| — schwarzen    | 1 | 1 | 14, 4 —  |

Das Quecksilberthermometer kommt hier nicht in Vergleichung, weil mehrere Umstände dabey verstanden sind.

## §. 281.

Ob nun in dem Kalte ein besondrer Grund ist, daß das überflüssige Thermometer an der Sonne so gar wenig stieg, das läßt sich gemissermaßen vermuthen. Ich habe bereits vorher angeführt, daß, als der Kalk noch frisch war, das Thermometer an der Sonne nicht stieg, sondern fiel (§. 276.) Was

weil schon bekannt, daß, wenn auf die Kugel eines Thermometers Wasser gegossen wird, das gleiche Wärme mit der Luft hat, das Thermometer fällt. Den 14ten Juni 1772 brach ich ein Thermometer in Wasser, welches mit der Luft gleiche Wärme hatte. Als ich es heraus zog, ohne die Kugel abzuräumen, fiel es von 29,8 Gr. auf 18. Ich zog einige Tropfen Wasser auf die Kugel, und der Weingeist fiel bis auf den 16½ Grad, aber nicht weiter. Es erhielt hieraus, daß das dem Aufsteigen nicht nur Wasser, sondern auch Wärme wegsührt, und zwar mehr Wärme als das aufsteigende Wasser an sich schon hatte. Als ich den 24ten Jun. das den 17ten überänderte mit Wasser bestrich, wodurch es wieder frucht wurde, fiel der Weingeist vom 19ten auf den 17ten Grad, und blieb dann so langsam wieder, daß es erst nach 6 Stunden die Wärme der Luft erreichte. Am eben dem Tage hatte ich ein ander Weingeistthermometer überändert. Als es Nachmittags um 4 Uhr trocken war, tauchte ich es 20 Stunden lang in Wasser. Während dieser kurzen Zeit fiel es von 20½ Gr. auf 20 Gr. Als ich es heraus gezogen, fiel es in Zeit von 12 Minuten auf 14,2 Grad, da es wieder anfangen sehr langsam zu steigen. Man kann hieraus schließen, daß frucht Wasser länger Zeit, als andere. Da der Kalk die Fruchtsäfte leicht anzieht, so mag dieses ein Grund sein, der das überänderte Thermometer veränderte mehr zu steigen als es gesungen ist. Ich habe in der Thermometrie durch Versuche bemerkt, daß das weisse Quecksilber nur ½ von den ausfallenden Sonnenstrahlen absorbiert, folglich ½ hinderrücken. Wenn demnach in das überänderte Thermometer alle ausfallende Sonnenstrahlen angedungen wären, so stiege, da es 14,4 Grad zu steigen, das überänderte 7, 14,4 = 8,6 Grade gesungen sein. Es stieg aber nur 3½ Grad, demnach über die Hälfte weniger. Es kann man auch sehen, daß, da der Kalk mehr Fruchtsäfte hat, die Wärme wiederum leichter darauf wegsührt. Dadurch wird die Erklärungs-Substanz länger, und das Maximum der Wärme geringer.

## 6. 332.

Da das einigte Thermometer die Erklärung-Substanz 7 in der Luft sich nur in Abicht auf ihre Fruchtsäfte und Dichtigkeit, und dann überhang der Luft, wenig ändert, so richtet sich das Maximum der Wärme an der Sonne = 7, hiernächst nach der Dichtigkeit der ausfallenden Sonnenstrahlen. Diese Umstand gab mir längst schon Anlaß zu verschiednen Versuchen. Den 21ten Jul. 1755 legte ich ein Thermometer an die Sonne, und beobachtete verschiedene Stunden lang, wie es stieg. Als ich es wieder in Wasser erkälte und gerührt hatte, legte ich es hinter ein Spiegelglas, durch welches die Sonne beständig schien, Nachmittags eben so hinter zwei Gläser, und dann hinter drei Gläser. Dieses war, um zu sehen, wie viele Sonnenstrahlen durch die Gläser widerum aufgezogen

werden. Endlich ließ ich die Sonne unter einem Einfallswinkel von 30 Graden durch eines dieser Gläser auf das Thermometer scheitern; und ließ nicht nur die unter einem Winkel von 30 Graden auf das Glas und von demselben zurückfallende Sonnenstrahlen auf das Thermometer; und beobachtete jedesmal, wie viel es von halben zu halben Minuten stieg. Damit über diesen Versuch nicht zu viel Zeit verging und die Sonnenshöhe sich nicht zu wesentlich ändern, konnte ich nicht abwarten, bis das Thermometer jedesmal das Maximum seiner Wärme erreicht hatte. Es war auch überhaupt schon genug, wenn ich die anfangliche Beschleunigung nicht bemerkte. Den Erfolg sieht folgende Tafel:

| Zeit. | An der Sonne. | durch 1 Gl.<br>festende. | durch 2 Gl.<br>festende. | durch 3 Gl.<br>festende. | durch 1 Gl.<br>unter 30 Gr. | von 1 Gl.<br>unter 10 Gr. |
|-------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 0     | 21,9          | 21,2                     | 21,2                     | 21,5                     | 21,5                        | 22,5                      |
| 1     | 22,7          | 22,0                     | 21,8                     | 21,9                     | 22,2                        | 21,5                      |
| 2     | 23,8          | 22,8                     | 22,4                     | 22,4                     | 22,0                        | 22,7                      |
| 3     | 24,8          | 23,5                     | 23,1                     | 22,1                     | 22,7                        | 22,9                      |
| 4     | 25,5          | 24,2                     | 22,7                     | 22,7                     | 24,6                        | 23,0                      |
| 5     | 26,3          | 24,9                     | 24,3                     | 24,2                     | 25,3                        | 23,5                      |
| 6     | 27,0          | 25,6                     | 25,0                     | 24,7                     | 26,0                        | 23,3                      |
| 7     | 27,4          | 26,2                     | 25,7                     | 25,1                     | 26,6                        | 23,5                      |
| 8     | 28,4          | 26,8                     | 26,3                     | 25,5                     | 27,1                        | 23,6                      |
| 9     | 29,0          | 27,4                     | 26,6                     | 25,9                     | 27,7                        | 23,7                      |
| 10    | 29,7          | 28,0                     | 27,0                     | 26,3                     | 28,2                        | 23,8                      |
| 11    | 30,3          | 28,5                     | 27,5                     | 26,6                     | 28,7                        | 23,9                      |
| 12    |               | 29,0                     | 27,9                     | 27,0                     | 29,1                        | 24,0                      |
| 13    |               | 29,4                     | 28,4                     | 27,3                     | 29,6                        | 24,1                      |
| 14    |               | 29,9                     | 28,8                     | 27,7                     |                             | 24,2                      |

Die Wärme der Luft war damals 20,4 Gr. Von diesen Graden an muß eigentl. sich das Steigen des Thermometers gerechnet werden. Ich habe zu diesen Ende die Zahlen der ersten Column oder die Zeit als Maßstab, und die Zahlen der übrigen Columnen als Ordinateen gewählt, und dadurch gefunden, daß die Dichtigkeit seit der Sonnenhitze in folgenden Verhältnisse war:

|                      |   |   |     |
|----------------------|---|---|-----|
| grade                | 1 | 2 | 100 |
| durch 1 Glas festend | 1 | 2 | 34  |
| durch 2 Gläser       | 1 | 2 | 69  |
| durch 3 Gläser       | 1 | 2 | 99  |

Diese Bestimmungen lassen sich nun mit denen vergleichen, die ich im 474 §. der Photometrie, unter anderem Glatte, auf eine sehr exakte Art gefunden. Es ergibt sich aus der Vergleichung, daß die hier gebrauchten Gläser durchsichtiger waren. Denn denn fand ich 100, 81, 66, 54: Zahlen welche in etwa dem fernern Verhältnisse abnehmen, ungeachtet übrigens der Unterschied nicht groß ist. Ich habe auch bereits im 475ten §. der Photometrie angesetzt, daß Voynars noch viel unübersichtlichere Gläser gebraucht hat, weil bei ihm schon zwei Gläser genug waren, die Hälfte der Sonnenstrahlen aufzufangen.

## §. 283.

Auf eben die Art, wie ich die durch Gläser verminderte Dichtigkeit der Sonnenstrahlen durch Versuche bestimmen kann, bestimmte ich sie, indem sie durch den Durchbruch der Erde vermindert wurde. Ich legte ein Thermometer an die Sonne und ein anderes nahe bei an Schatten. Dieses geschah mehrmals Besessung am 10. März, da die Sonne aufging, das Fenster zu beschauen. Erst mußte ich eine Stunde und mehr vorher gehen lassen, ehe das an die Sonne gelagte Thermometer so weit gelingen, war, daß von da an sein Strögen und Fallen sich gleichmäßig nur nach der ja und abnehmenden Dichtigkeit der Sonnenstrahlen richtete. Ich fand aber schon einem Tag, wo nicht jenen Wolkeln vor die Sonne kamen, aber der Wind das Thermometer an der Sonne nicht etwas rüttelte. Unter den nachverrichteten Beobachtungen finde ich die vom 1. März 1751 als die regelmäßige. Ich fand das Thermometer an der Sonne höher als das am Schatten Besessung bei der

| Sonnenhöhe. | Grade. |
|-------------|--------|
| 50          | 15,8   |
| 50          | 14,6   |
| 40          | 12,8   |
| 30          | 10,0   |

Und daraus folgerte ich die in der Photometrie (§. 886.) angegebene Bestimmung von der Schwächung des Sonnenlichts durch die Luft. Ich fand ferner:

| Tag.              | Sonnenhöhe. | Grade vom Weissgrünthermometer. | Grade vom Dunkelthermometer. |
|-------------------|-------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1756. 11. Februar | 31½ Grad.   | 6                               | 5                            |
| 18. Februar       | 35 —        | 9½                              | 8                            |
| 18. März          | 45½ —       | 12½                             | 10                           |
| 20. März          | 47½ —       | 12½                             | 10½                          |
| 8. März           | 38 —        | —                               | 17                           |
| 15. October       | 38½ —       | 23                              | 19                           |
| 28. April         | 57 —        | —                               | 13                           |
| 13. May           | 60 —        | 18,4                            | —                            |

Man sieht hieraus, wie die Dichtigkeit der Sonnenstrahlen von der Höhe der Sonne und der ungleichen Durchsichtigkeit des übrigen hellen Himmels abhängt. Doch das Quecksilberthermometer weniger an der Sonne zeigt als ein luftleeres Wingeistthermometer, erhebet aus diesen Beobachtungen eben so, wie aus den vorigen (§. 275 — 279) ansehe. Ubrigens muß ich ein für allemal erinnern, daß bey allen meinen Thermometern die Kugel eines oder mehrer Theile von dem Verticalem absteht, damit die Wärme des Verticalem in die von der Kugel freien Einflüsse habe. Sedam, da ich mich an das Neumannsche Wingeistthermometer gewöhnet habe, so versetze ich solches, wenn nicht ausdrücklich das Gegentheil gesagt wird.

## §. 284.

Diese Beobachtungen werde ich nach folgenden beyfügen, die in Sachsen von Hrn. D. Hoffmann angestellt werden sind. Es sind nach dem Neumannschen Thermometer, die sowohl an der Sonne als am Schamme beobachtete größte Grade der Sonnenhöhe von mehreren Jahren.

| Jahre. | In<br>der Sonne. | Am<br>Schamme. | Unterschied |
|--------|------------------|----------------|-------------|
| 1733   | 33, 0            | 22, 5          | 10, 5       |
| 1734   | 37, 0            | 20, 0          | 17, 0       |
| 1735   | 37, 0            | 29, 3          | 7, 7        |
| 1736   | 35, 3            | 23, 5          | 11, 8       |
| 1757   | 35, 3            | 25, 5          | 9, 8        |
| 1758   | 33, 5            | 25, 5          | 7, 0        |
| 1761   | 36, 3            | 26, 0          | 10, 3       |
| 1763   | —                | 26, 4          | —           |
| 1764   | —                | 24, 0          | —           |
| 1765   | 36, 0            | 24, 4          | 11, 6       |
| 1766   | 36, 0            | 24, 4          | 11, 6       |
| 1767   | 30, 3            | 29, 3          | 7, 0        |
| 1768   | 31, 0            | 26, 0          | 6, 0        |
| 1769   | 30, 3            | —              | —           |
| 1770   | —                | 24, 0          | —           |
| 1771   | —                | 26, 6          | —           |

## §. 285.

Wenn ein Körper dem Feuer oder der Sonne nachfolgendermaßen ausgesetzt und entzogen wird, so erleidet er eigentlich kein Maximum von Wärme, sondern seine

Wärme nicht begehrt zu und ab, daß sie sich, wenn die Kraft des Feuers oder der Sonne beständig gleich bleibt, zuletzt zwischen gewissen Schranken verhalten. Doch Schwanke von  $Y$ ,  $y$ ; so daß  $Y < y$ . Und die Zeit der Erwärmung  $fr = \tau$ , so giebt die oben gefundene Formel (§. 271.)

$$y = a \tau - (a \tau - Y) e^{-\tau};$$

Es sey ferret die Zeit der Wiedererwärmung  $= \epsilon$ . Da man der Körper von dem Grade  $y$  bis zum Grade  $Y$  wieder erwärmt, so giebt die Formel (§. 258.)

$$Y = y \cdot e^{-\epsilon};$$

Aus diesen beiden Gleichungen folgt

$$y = a \tau \cdot (1 - e^{-\tau}); (1 - e^{-\tau}) \cdot (1 - e^{-\epsilon})$$

Dennach

$$y = a \tau \cdot (1 - e^{-\tau}) \cdot (1 - e^{-\epsilon})$$

Es ist aber  $n \tau$  die Wärme, so der Körper erhalten würde, wenn er in einem Fort an dem Feuer oder an der Sonne gelassen würde. Man sieht demnach, daß er bey dem abwechselnden Erwärmen und Erkalten dieses Grad der Wärme nicht erreichen kann. Und daraus folgt hiernächst, daß eine geringere Kraft des Feuers oder der Sonne, wenn sie beständig auf den Körper wirkt, denselben eben so viele Wärme mittheilen kann, als eine stärkere Kraft, die nur wechseltweis auf den Körper wirkt. Man kann hiervon einige Anwendung auf die Erwärmung der Zimmer durch Ofen machen. Auch läßt sich daraus beproben, daß in den Polarländern fortwährender Sonnenlicht die Erde eben so gut wärmt, als in den polstlichen des Wendekreises erwärmt wird, wo zwar die Sonne des Mittags viel höher steht, dagegen aber nicht viel über 12 Stunden über dem Gesichtskreis bleibt. Ich habe öfters in dieser Berechnung die Zeiten  $\tau$ ,  $\epsilon$  beständig gleich angenommen, um die Rechnung einfacher zu machen, und nun zu zeigen, wie in diesem einfaches Fall hat stehen. In den Pariser Memoires 1719. erzählt Mailart einen hier gehörten Bericht. Er beschrieb 12 Pfund Wasser in einem kleinen Topf am Feuer, so wenig als 17 Minuten Zeit zum Sieden. Nun gien geschäute es etwas über 28 Minuten Zeit, als er eben so viel Wasser in eben dem Topf und eben dem Feuer wechseltweis 4 Minuten lang erwärmte und 4 Minuten lang erkalte. Als er es aber wechseltweis 2 Minuten erwärmte und 4 Minuten lang erkalte, brauchte er nur 28 Wasser nicht zum Sieden brauchte. Die Zeit soll ungeachtet gewesen seyn. — Es wurde aber kein Thermometer dabei gebraucht, und

und da das Wasser nicht mehr als siedend werden kann, so löst sich nicht viel des bestzimmtes aus diesen Versuchen schürfen.

## §. 136.

Küper diesen Fällen, wo ein Körper dem Feuer oder der Sonne wechselseitig ausgesetzt und entgegen wird, giebt es auch solche, wo nicht immer eben die Seite des Körpers der Wirkung des Feuers oder der Sonne unmittelbar ausgesetzt ist. So z. E. sind die Kleber, die man am Feuer beschliedig verwendet. Wenn solche Körper sehr klein sind, daß die Wärme sich gleich durch den ganzen Körper verteilt, so hat dieses Umständen wenig zu sagen. Bei größern Körpern aber verhält man dadurch den Versuch, daß die Wärme sich gleichförmiger durch dieselbe vertheilt, und daß sie nicht auf der einen Seite andern, während dem sie auf der andern Seite kalt bleibt. In Abzicht auf die ganze Summe der Wärme ist es, überhaupt bemachtet, einseitig. Ist aber der Körper nicht sehr klein, sondern flach oder jachste, so kann sich wegen der Ungleichheit, der dem Feuer oder der Sonne ausgesetzten Seite ein merklicher Unterschied äußern. Man kann hierzu verschiedne Regeln für die Koch- und Bräuhart bestimn, welche theils die Hitze des Feuers, theils die Gleichförmigkeit des Umvertheils betreffen.

## §. 137.

Die Sonne wird oft durch Wolken, theils wechselseitig, theils auch den ganzen Tag über bedekt. Das letztere verursacht aber keine gänzlich Entziehung der Sonnenwärme. Das Sonnenlicht wärmt, auf welcher Art es immer auf die Körper fällt, und daher auch unter der Beschalt des bloßen Tageslichtes. Ich habe in der Phönomenie (S. 225.) gemerkt, daß eine Ebene, die von dem ganzen Himmel beleuchtet wird, bey wäßrigen Sonnenstrahlen ungefähre  $\frac{1}{2}$  von demjenigen Licht erhält, das sie erhalten würde, wenn die Sonne freistünd sie beleuchtete und ihre Sonnenstrahlen von der Luft aufgefangen würden. Da aber die Luft selbst bey wäßrigen Sonnenstrahlen, wenigstens 3 Stralen auffängt, so daß nur noch  $\frac{1}{3}$  auffallen; (Phönomen. S. 226.) so verhält sich die Durchsichtigkeit der Ebene vom ganzen Tageslichte zu ihrer Beleuchtung von der Sonne, wie  $\frac{1}{3}$  zu  $\frac{1}{2}$ , folglich wie 1 zu 2. Es folgt hieraus, daß bey wäßren Wetter das Thermometer unter Tagen noch immer  $\frac{1}{2}$  so viel heißer kann, als es frigt, wenn die Erde von der Sonne unmittelbar beleuchtet und erwärmt wird. Man findet dieses auch durch die Erfahrung bekräftigt, wenn man abersieht, was warmer oder kalte Winde und Regen an tiefer Negt ändern können. Das Thermometer frigt auch zu wäßren Tagen des Nachmittags höher als des Morgens.

§. 288.

Oblich nennt Herrn Jente, so wie bey der Sonne der Luftdruckel in Beobachtung, weil eine hierin liegende Flüssigkeit weniger Jente - oder Lichtstrahlen ausläßt, als wenn diese freyrecht ausfallen. Dieses mache aber noch nicht alles, weil es besonders in Rücksicht auf das Sonnenlicht eigentlich auf die Strahlen ankommt, die sich vor ausfallen, sondern in dem Körper hindurchgehen, und dieses ist der kleinen Luftdruckel der geringste Theil. Was dem 6:ten §. der Phys. tom. 1. erzählt, daß der logarithmus der einströmenden Lichtstrahlen in umgekehrter Verhältniß des Quadrats vom Sinus des Einfallswinkels ist. Hieraus läßt es sich zum bequemen, was von den oben (§. 215.) erwähnten Versuchen zu halten ist, da man, um die Ausdehnung einzelner Stangen zu erforschen, die Stangen, sechs Thermometern an die Sonne lege, und sich erkundete, daß der Grad der Wärme bey dem Thermometer und des Stanges einander sey würde, daß dieses bey Lavoisiers Versuch (§. 219.) nicht war, habe ich bereits davor als andere Ursachen erwäglich gemacht. Der Unterschied der Farbe und der Wärme zeigt sich schon bey dem Thermometer (§. 274 — 281.) Bey den Stangen kommt noch der Unterschied der Figur und der Einfallswinkel hinzu, und dann fällt auch die Erleuchtung, Erleuchtung sehr verschieden aus. Was nun hiermit ohne Mühe beweisen, woher es kommt, daß D. Jente für 10 Neapolitanische Grade ganz andere Ausdehnungen der Stangen findet, als er sie an der Sonne erwidert und im Scherz erklärt. Nach seinen Versuchen dehnten sich 6 Fuß lange Stangen

| von              | an der Sonne. | im Scherz.    |
|------------------|---------------|---------------|
| Eisen            | 0,166         | 0,100 Linien. |
| Stahl            | 0,149         | 0,137         |
| Kupfer           | 0,390         | 0,130         |
| Werkzeugsche     | 0,370         | 0,110         |
| verjüngte Stange | 0,410         | —             |

Der Versuch an der Sonne wurde mehrfach wiederholt, und der Erfolg war jährlich ungleich. Z. B. die Ausdehnung des Kupfers war einmal 0,140, ein andern mal 0,440. Was kann nicht sagen, daß dieses von der ungleichen Durchsichtigkeit der Luft herrühre. Denn die zu gleicher Zeit an die Sonne getragene eiserne Stange dehnte sich beidemal um gleich viel, nämlich 0,166 aus. Willmichte Jente man auf den Einfallswinkel nicht so genau gehen. Die Stangen mögen wohl nicht völlig gerad sein, hingegen mag das Werkzeugsche wohl noch einigen Bogen gehabt haben. Ein glänzendes Strahl muß aber mehr Sonnenstrahlen parir. Daher scheint auch das Blech weniger als die verjüngte Stange erwidert werden zu son. Es läßt sich aber überhaupt aus diesem an der Sonne angestellten Versuchen nichts gemäßigtes schließen. Aus den Versuchen im Scherz sind die



in der Tafel (§. 117.) in der 4ten Column angeführten Ausdehnungen hervorgeht, Denn wenn  $\gamma$ , B. in der Höhe des Quecksilbers durch 10 Reaumurische Grade von Weitem ein 6 Fuß langer Eisen von  $\frac{1}{2}$  Linie ausgedehnt wird, so beträgt diese Ausdehnung  $\frac{1}{720}$  der ganzen Länge. Nun sind an dem wahren Reaumurischen Thermometer die Grade des Quecksilbers denen von Quecksilber gleich (§. 111.) folglich kann die für 10 Grade gefundene Ausdehnung des Eisens nach genau nem, die Ausdehnung desselben vom Feuer zum Eispunct zu genau angeben. Es bleibt also nur noch der Zweifel, ob das von D. Juan, so wie auch die von seinem Nachfolgerin Wilson, Lalandine, Bouguer, und Gouin gebrauchten Reaumurischen Thermometer, wahr Reaumurische Thermometer gewesen sind. Dieser Zweifel ist nicht unsehrlich. (§. 117. 217.)

§. 289.

Wenn in der allgemeinen Formel (§. 170.)

$$dy = n dx - \frac{1}{\gamma} dx$$

$n$  veränderlich ist, so daß das Feuer oder die Sonne dem Körper in gleicher Zeit nicht immer gleichviel Wärme mittheilt, so kann  $n$  meistens als eine Function von  $x$  angesehen werden, und es so fern lassen sich in dieser Formel die veränderlichen Größen leicht abstrahiren. Man erhält

$$y = \left[ \int n e^{-\gamma x} dx + A \right] e^{-\gamma x}$$

wo  $A$  die nach der vollkommenen Integration benutzte Integrationsconstante ist, und gewöhnlich mittelst des bekannten Wertes von  $y$  zur Zeit  $x = 0$  bestimmt werden kann.

§. 290.

Der einfachste Fall ist hier derjenige, wo  $n = a + b x$  ist, und folglich die Kraft des Feuers nach arithmetischer Progression zu oder auch abnimmt. Für diesen Fall erhalten wir die Integralformel

$$y = a \gamma - b \gamma \gamma + b \gamma x - A e^{-\gamma x}$$

und wenn für  $x = 0$ ,  $y = Y$  ist, so vermag man sich leicht zu

$$y = a \gamma - b \gamma \gamma + b \gamma x - (a \gamma - b \gamma \gamma - Y) e^{-\gamma x}$$

Der Körper erwärmt sich demnach eben so als wenn er in einer Luft, deren Wärme  $m = a \gamma - b \gamma \gamma$  wäre, und überdies in der Zeit  $x$  die Wärme  $b \gamma x$  empfinge. Wenn demnach der Körper gleich Anfangs schon die Wärme  $a \gamma - b \gamma \gamma$  hätte, so würde

$$a \gamma - b \gamma \gamma - Y = 0$$

X 2

stetlich sich erhöhete nur

$$y = a - b \tau + b \tau^2 + b \tau^3$$

sey. Eine Wärme würde demnach in arithmetischer Progression zunehmen.

§. 391.

Wenn der Grad des Feuers oder der Sonnenwärme so lange beständig ge-  
wesen, daß der Körper bereits das Maximum der Wärme erreicht hat, und die  
ermittelnde Kraft langs von da an größer oder auch kleiner zu werden, so ist  
 $Y = a \tau$ , und dann wird

$$y = a \tau - b \tau^2 + b \tau^3 + b \tau^4 - a^{-v+1} \tau$$

oder wenn man  $a^{-v+1} \tau$  in eine Konste ansetzt

$$y = a \tau + b \tau^2 - n$$

Man sieht hieraus, daß die Wärme  $a \tau$  Anfangs nicht stark vermehrt wird, dessen  
nicht  $b$  einen sehr großen Werth hat. Uebrigens findet man ähnliche Formeln  
für die Fälle, wo ein Körper in Luft, Wasser oder einer andern flüssigen Materie  
erwärmt wird, deren Wärme nicht beständig ist. Denn es sey  $y$  die Wär-  
me des Körpers,  $a + b \tau$  die von der flüssigen Materie, so wird man  $dy =$   
 $(a + b \tau - y) d\tau$  haben, woraus  $y = a - b \tau + b \tau^2 - A. e^{-v+1} \tau$  folgt, wenn  
nämlich  $b$  beständig ist, oder die Wärme der flüssigen Materie in gleicher Zeit um  
gleich viel zunimmt. In diesem Fall wird der Körper, wenn er auch Anfangs  
wärmer als die flüssige Materie gewesen, zuletzt weniger warm seyn.

§. 392.

Wenn man Versuche anstellt, wobei die Körper gegebenen Formeln, an-  
wendbar sind, so hat man zu zeigen, ob nicht das Feuer die umliegenden Körper  
dengefahr erwärmt, daß selbst die Luft dadurch wärmer wird. Dieses geschieht  
an sich schon in geschlossenen Räumern, und eben so auch an der Sonne. Denn  
da  $y$ ,  $Y$  eigentlich nur den Ueberschuß der Wärme des Körpers über die Wärme  
der Luft vorstellet, so ist es nöthig über die Veränderung der letzteren Nachsorge  
zu tragen. Man hält demnach ein Thermometer parallel am Schatten der Sonne  
oder des Feuers, und beobachtet von Zeit zu Zeit dessen Grade, damit man sehen  
kann, ob, oder wiefern welches Verhältniß die Wärme der Luft sich verändert  
hat. Wird der Körper, welcher den Schatten macht, von der Sonne oder dem  
Feuer erwärmt, so muß das Thermometer nicht allzu nahe bey demselben stehen,  
weil es sonst an dessen Wärme Theil nehmen würde.

§. 293.

Von der Erwärmung am Feuer ist endlich noch anzumerken, daß das Maximum  $n$  (§. 270.) einem größern Grad der Wärme angethen kann, als der Körper auszuhalten imstande ist. Man kann z. B. Wasser so nahe an das Feuer stellen, daß in gleicher Mäße Jisn oder Bism schmelzen würde, und dennoch wird das Wasser höchstens nur die Höhe des Siedepuncts erlangen, welche viel geringer ist. (§. 105, 264.) Man sehe demnach, daß hierbei Umstände vorkommen, welche in den vorher angegebenen Formeln nicht begriffen sind, und folglich, wo sie vorkommen, noch mit in die Rechnung gezogen werden müssen. Das stehende Wasser ist in einem gewaltsamen Zustande. Es steigt aus denselben eine Menge Dämpfe empor, welche, wenn das Wasser heftig siedet, mehr wie Feuertheilchen als mit Luft angefüllt sind. Darnach gehen die Feuertheilchen, so zu sagen, was fernwärts aus dem Wasser weg. Von geringerer Wärme würde das Wasser auf der Seite des Feuers wärmer sein und nach der andern Seite zu, kühlerweise weniger Wärme haben. Aber bey solchen Aufwallen dreiset sich die Höhe mit Macht nach allen Seiten aus. Dieses trägt mit bey, daß desto mehr Wärme weggeht. Soll demnach die Rechnung auf diese Fälle angewandt werden, so muß man in der Grundgleichung (§. 270.)

$$dy = a \delta \tau - \frac{y d \tau}{\gamma}$$

Die Subtangente  $\gamma$  als veränderlich anzusehen, so daß sie desto kleiner werde, je näher der Grad der Wärme  $y$  dem Siedepunct ist. Da nur das Maximum der Wärme, wenn die Menge Wassers gegen das Feuer verhältniß klein genug ist, auf den Grad des Siedepuncts reicht, so kann der kleinste Werth von  $\gamma$  durch das Maximum  $n$  bestimmt werden. Denn  $n$  ist der Ueberschuß der Wärme des Siedepuncts über der Wärme der Luft, in welcher das am Feuer stehende Wasser existirt. Der analogische Werth von  $n$  reicht aber viel weiter, z. E. bis an den Grad des schmelzenden Jisns, Bismes u. je nachdem das Wasser näher am Feuer steht.

## Zweiter Abschnitt.

## Erwärmung eines Körpers durch einen andern.

§. 294.

Ein erwärmter Körper theilt einem kältern Körpern, der ihn berührt oder auch nur in seiner Nähe ist, einen Theil seiner Wärme mit, und zwar desto mehr, je näher beide beisammen, und je größer die gegenseitiger gröszer oder auch einander berührende Flächen sind, auch je gewisser sie sich berühren. Denn wenn Luft oder auch nur luftleerer Raum zwischen den berührenden Körpern ist, so muß die Wärme erst aus dem einen Körper in die Luft oder in den leeren Raum, und dann aus dieser in den andern Körper. Damit geht es viel langsamer (§. 157. 266.) Siedet in seinem Digestor Papier gibt demnach den Koch, daß wenn man sieht, ob ein Körper heiß genug sey, um j. E. Wein zu kochen, man dieses geschweider rührt, wenn man einen kältern Stoff zuerst in die Taube, und dann damit den Körper berührt. Denn die Hitze geht durch das beide Körper genau berührende Öl viel schneller in das Glas über. Rührt man aber beide berührende Flächen spiegelt, so daß sie gleichsam an einander stehen, so geht auch der Uebergang der Wärme besser von statten. Ich würde dieses hier an, weil es in die Verflüchtigung der Erstlinge, Zubereitung eines nicht geringen Einfluß hat.

§. 295.

Da die Wärme sich den größern Körpern nicht ausgedehntlich durch die selben verbreiten, so können man, wenn beide flüßig und voll nicht gar zu ungleich der Schwere sind, am besten sehn, wenn man sie zusammen setzen und umrühren. Ich habe hernach oben (§. 26.) erwähnt, daß man solche Mischungen von warmem und kaltem Wasser vorge schlagen hat, um das Thermometer nach gleichen Gewichten von Wärme einzustellen. Vorhanden eben sich diese Methode vorzuziehen, ergibt, daß wenn er gleich viel heis und kühmes zusammen mischen, die im kalten noch überige Wärme gleichsam verloren geht. Das heisste heit 112 Gr., das kühme 32 Gr. Wärme nach dem Schwebenbüchsen Thermometer. Der Mischtheil ist 120 Grad. Davon fließen 90 in das kühme Wasser über gehen, und 90 in dem so heisend war, bleiben, und selbig sollte die Mischung 32 + 90 = 122 Gr. Wärme erhalten. Dochere seht man 90. Kraft sollte dem Versuch ebenfalls an und saad nur 108. Wenn man aber nicht auf alle Umstände Acht gibt, so kann man einem sehr behaligen Grad für den. Man habe j. E. das kalte Wasser in einem Kessel von diesem Metall, das warm in einem Gefäße von diesem Metalle. Man gehe dieses in zwei, so

verliert es schon beim Eingießen einen Theil seiner Wärme. Von der Abgleichbarkeit heilt es nicht nur dem kalten Wasser, sondern auch dem warmen Metall des Kaltes mit. Stellt man jedoch ein Thermometer hinein, welches flüchtiger als die Flüssigkeit ist, so nimmt das Thermometer selbst noch etwas Wärme weg, und über die Abgabe es Zeit, ehe das Thermometer die gehörige Wärme erlangt. Inzwischen kühlt die Flüssigkeit ab. Man wird also das, was man sucht, weit verlieren, besonders wenn man nur wenig Wasser zusammen mischt. Derselbe Satz spricht von einem Fluid. Kraft mag vielleicht mehr gewonnen haben. Nichtsdesto weniger erinnert ausdrücklich, man müsse auf die Gefäße mit Rücksicht nehmen, und so werde man finden, daß der Ueberschuß der Wärme durch die ganze Masse der Flüssigkeit vertheilt, in Verhältniß der ganzen Masse zur Masse des wärmer gewesenen Wassers geringer werde. Die ausführlichsten Versuche hierüber findet man bey *de Lavo.* Er sieht aber in der Anwendung, die er daraus macht, voraus, daß wenn in gleich viel Wasser doppelt soviel Feuertheilchen sind, die Wärme doppelt größer sein werde, davon mag wohl nicht viel fehlen. Indessen wenn man gleich viel nach dem Gewicht oder nach dem Masse nimmt, so macht unfehllich die Ausdehnung des Wassers durch die Wärme dieses einzigen Unterschied, welches sich vom Siedepunkt bis zum Gefrierpunkt auf den  $\frac{1}{4}$  Theil des Ganzen erstreckt. Sodann kann man durch das Wort Wärme die Dehnbarkeit der Feuertheilchen verstehen; man kann aber auch ihre Kraft dadurch verstehen, und da muß man erst nachsehen, welchen Kraft und Dehnbarkeit zu gleichen Schritten gehen. Der Unterschied mag geringer sein. Ich habe dieses aber an, weil Herr *de Lavo* gerade auf solche geringe Unterschiede in seinen Versuchen Rücksicht nimmt. Seine Absicht war nicht, die Wärme der Flüssigkeit nach dem Thermometer zu schätzen, sondern vernünftl. ganz die Vertheilung von diesen zu beschreiben.

## §. 296.

Solche Mischungen gehen man bei verschiedenen Metallen, als Wasser, Wein, Öhl, Weingeist ic. und diewiederum bey ausgedehnten Töthen nach gut an, weil sie sich wohl mischen lassen. Nimmt man hingegen Wasser und Öhl, oder Wasser und Quecksilber, so hält besonders im letztem Fall das Uebersichere nicht ein. Boerhaave giebt an, daß drei Theile (gemessen, nicht gemessen) Quecksilber und zwei Theile Wasser zusammen gegossen, eben die Wärme geben, die er bey gleichen Theilen von Wasser gefunden, es mag nun das Quecksilber oder das Wasser wärmer gewesen sein. Daraus folgt, daß im Wasser drei Feuertheilchen nicht mehr Kraft der Wärme haben, als zwei Feuertheilchen in Quecksilber, wenn man sich Wasser und Quecksilber gleichen Raum einnehmen. Boerhaave sagt übrigens, daß auf sein Vergehren Sahn: bey diese Versuche angestellt habe. Darnach haben ähnliche Versuche vor, und giebt in Ansehung der Flüssigkeiten

von warmem und kaltem Wasser dem Kochmann Verfall. Feiniges fey Wasser und Quecksilber findet er Schwermigkeiten, die er geschickten Naturkundigen aufspalten überläßt.

## §. 297.

Wenn Körper nicht auf die unterschiedne Art gemischt werden, sondern sich nur berühren, so können dabei des Unterschieds von, ob einer den andern ganz umgibt, oder ob die Berührung nur auf einer Seite statt findet. Der erste Fall ist einfacher, weil man dabei nur 1000 Erklärungs-Substanzern nöthig hat. Ich werde ihn demnach zuerst vornehmen, und sehen, daß der angezeigte Körper wärmer sey, als der ihn umgebende. Hierbei kommt nun eine doppelte Erklärung vor. Der innere Körper verliert von seiner Wärme. Diese geht in den äußeren über, und endlich aus diesem in die Luft. Ich sehe hier, wie in den vorher betrachteten Fällen, die Körper sehr klein genug, daß die Wärme, die sie erhalten, sich fastlich ganz durch dieselben ausbreitet. Ist nun Anfangs der äußere Körper an sich schon wärmer als die Luft, so müssen wir den Grad der Luft wärmer als 0 ansetzen, und von da an die Wärme eines jeden der beiden Körper  $= y$ , des äußern  $= x$ , so ist  $y - x$  der Ueberschuß der Wärme vom erstern. In dem Zeitpunkte  $d \tau$  geht aus demselben ein Theil Wärme  $d y$  in den äußern Körper über. Die Erklärungs-Substanzern sey  $= J$ , so ist (§. 254.)

$$-d y = \frac{y - x}{J} d \tau$$

Wohndies ist die erste Gleichung.

## §. 298.

Die Wärme  $d y$ , welche in der Zeit  $d \tau$  aus dem innern Körper in den äußern übergeht, ändert in demselben ihren Werth auf eine doppelte Art. Erstlich die Dichtigkeit, wenn der äußere Körper nicht feste hat, geht auch, daß er von gleicher Materie sey. In dieser Rücksicht muß  $d y$  in angezeigter Verhältniß des Raumes vermindert werden, oder vermehrt, wenn der äußere Körper feiner ist. Zweitens die Kraft, wenn die Körper nicht von einerley Materie sind, geht auch, daß sie von gleicher Größe wären. Denn ich habe vorher aus Vorherem angeführt, daß 1. E. in Quecksilber derselben Theilchen nicht mehr Wärme geben, als 1000 in Wasser, (§. 296.) und so müssen auch andere Materien andere Unterschiede geben. Aus beiden Ursachen werde ich demnach sehen die Wärme, welche in dem innern Körper  $= d y$  war, demge in äußern so viel als  $m d y$ . Der Coefficient  $m$  muß in jedem Fall durch den Unterschied der Größe und der Dichte beider Körper bestimmt werden.

§. 299.

Nach dem äußern Körper geht nun auch von seiner Wärme ein Theil in die Luft. Es sey in dieser Absicht dessen Verlustungs-Zuschuss  $= d$ , so ist in dem Zeitstückchen dieser weggehende Theil  $= r d \tau$ :  $b$ . Demnach ist die Wärmeänderung, so der äußere Körper in dem Zeitstückchen  $d \tau$ , in Absicht auf seine Wärme leidet, in allem

$$d z = - m d y - \frac{r d \tau}{b}$$

Und dieses ist die zweite Gleichung.

§. 300.

Nach diesen beiden Gleichungen folgt nun, daß  $y$  und  $z$  die Summe oder Differenz der Ordinaten zweier logarithmischen Linien ist, die wir durch

$$y = A. c^{-\tau: a} + B. e^{-\tau: b}$$

$$z = C. e^{-\tau: a} + D. e^{-\tau: b}$$

vorstellen können, wo  $a$ ,  $b$  die Subtangenten sind, und durch die beiden Maxima der Gleichung

$$a a - (\gamma + \delta + m \delta). a + \delta \gamma = 0$$

ausgedruckt werden, demnach

$$\frac{m \gamma + \delta + m \delta}{2} \pm \sqrt{[-\delta \gamma + \frac{1}{4}(\gamma + \delta + m \delta)^2]}$$

sind. Wenn ferner  $Y$ ,  $Z$  die Wärme der Körper für  $\tau = 0$  vorstellen, so findet sich

$$C = \frac{a - \gamma}{a}. A,$$

$$D = \frac{b - \gamma}{b}. B,$$

und

$$A = \frac{(\gamma - b) a Y + abZ}{(a - b) \gamma}$$

$$B = \frac{(a - \gamma) b Y - abZ}{(a - b) \gamma}$$

§. 301.

Ich habe in dem zweoten Bande von den *Artis Lector.*, nächst 1755. hervorgehoben, desjenigen Teil besonders vorgenommen, und mit einem Verſuch verglichen, wo der äußere Körper vielmal größer als der innere war. Ich ſetzte nemlich ein Thermometer in eine Schüssel voll warmen Waſſers, die Schüssel ſiehl aber auf ein Gefäß von Zinn. Denn wenn ich es unanſprechbar auf den Tisch geſtellt hätte, ſo würde die Uſch erwärmt werden ſehn, und die Erhaltung des Waſſers würde einem ganz andern Geſtalt gefolgt haben, als demjenigen, zu deſſen Beobachtung ich den Verſuch anſtellte. Der Erfolg gab auch, daß nur in den erſten Minuten einige Unterſchiede von  $\frac{1}{2}$  oder  $\frac{1}{3}$  Grad vorliefen, von da an aber der Unterſchied der Erſahrung und Berechnung wie ein  $\frac{1}{2}$  Grad betrug, ſondern außerordentlich noch geringer war.

§. 302.

Von den zweien logarithmiſchen Linien, deren Ordinaten zuſammen addirt oder von einander abgezogen, die Grade  $y$ ,  $z$  angeben, ſiehet ſich die eine ganz natürlich, ſo ſchnell ihrer Abnahme. Daß auch Verſuch von einigen Minuten, die andere ſo viel als ganz allein bleibt. Ich habe auch auch ein recht angeordnetes Queckſilber ſchon des vorher ſich ergebenden Verhältniſſes bedient, um die Formeln leicht nur auf den Verſuch angewandt.

§. 303.

Es verdient ſerner angemerkt zu werden, daß die anſchließlichen Grade der Wärme  $Y$ ,  $Z$  ein ſolches Verhältniß unter ſich haben können, daß dieſes Verhältniß während der Erhaltung beſtändig eben deſſelbe bleibt, und folglich durch  $ans Y: Z = y: z$  iſt. Die Erhaltung, ſowohl des äußeren als des inneren Körpers folgt ſich nach den Ordinaten einer einzigen logarithmiſchen Linie ganz einſeitig. Dieſen Zuſtand ſiehet ſich auch die Erhaltung in den übrigen Fällen immer mehr.

§. 304.

Des 26ten Decembris 1772. ſetzte ich ein Queckſilberthermometer in ein eiferne Gefäßchen von dünnem Metall, welches auf Böden von gleichem Werke ſtand, und folglich den Uſch nicht unanſprechbar berührte. Das Thermometer zeigt den 23ten Newtonſchen Grad der Wärme und ſelbe  $\frac{1}{2}$  Theile von Wärme des Gefäßchens aus. Ich ließ ſich ſiedend Waſſer darauf, bis das Gefäßchen ganz voll war, jedoch ohne im geringen zu rühren. Obgleich beobachtet ich auch die Zeit und das Zeigen des Thermometers, und fand



|               |      |              |      |               |      |
|---------------|------|--------------|------|---------------|------|
| 2 St. 5'. 30" | 23,0 | 2 St. 9'. 0" | 43,1 | 2 St. 13'. 0" | 36,0 |
| 45            | 48,1 | 15           | 49,5 | 13. 30        | 34,7 |
| 6. 0          | 51,0 | 30           | 47,0 | 14. 0         | 34,7 |
| 15            | 50,5 | 45           | 41,6 | 15. 0         | 31,5 |
| 30            | 50,0 | 10. 0        | 41,1 | 16. 0         | 32,2 |
| 45            | 49,4 | 15           | 40,5 | 17. 0         | 31,6 |
| 7. 0          | 48,5 | 30           | 40,0 | 18. 0         | 30,8 |
| 15            | 47,9 | 45           | 39,6 | 19. 0         | 30,0 |
| 30            | 47,0 | 11. 0        | 39,1 | 20. 0         | 29,3 |
| 45            | 46,1 | 15           | 38,7 | 25. 0         | 25,7 |
| 8. 0          | 45,6 | 30           | 38,3 | 30. 0         | 25,0 |
| 15            | 44,9 | 45           | 37,9 | 35. 0         | 22,7 |
| 30            | 44,2 | 12. 0        | 37,4 | 40. 0         | 22,0 |
| 45            | 43,6 | 30           | 36,5 | 3. 45. 0      | 20,6 |

Das Quecksilber ist hier jetzt merklich tiefer als die Luft im Zimmer warm war. Es steigt dieses aus gleichen Gründe, wie bey dem oben (§. 281.) erwähnten Versuche von Bewegung der Thermometerflugel mit Wasser herganz überein. Ich habe nun den gegenwärtigen Versuch angestellt, um etwas näher zu sehen, was es mit dem Verh. unten (S. 293.) für eine Bemerkung hat. Man sieht aus dem Laufen der Tafel, daß das Thermometer schon in der ersten halben Minute, das Maximum seiner Wärme erreicht hatte, und von da anfangt sich langsam zu erniedern. Dieses Maximum der Wärme des Thermometers war nun der in dem Wasser noch übrig gebliebenen Wärme gleich. Denn sonst würde das Quecksilber noch weiter steigen seyn oder bereits schon zu fallen angefangen haben. Nun war das Wasser Anfangs siedend, folglich dessen Wärme 80 Grad. Von diesem gehen etwa 2 Grade ab, weil selbender ersten halben Minute etwa 1 Grad in die Luft aus dem Wasser übergegangen. Hiernach das Wasser noch zum Grade herab sey, so würde auch die größte Wärme des Thermometers um 1 Grad größer gewesen seyn. Wir können sie demnach auf 54 Gr. setzen. Das Thermometer ist demnach 54 — 23 = 31 Gr. gestiegen. Und eben so viele Grade hinter das Wasser noch übrig, da es Anfangs 80 — 23 = 57 Grad hatte. Man sieht, daß in gleichem Raume Wassers und Quecksilbers in 1 Grad Wärme  $w$  und  $q$  Feuertheilchen enthalten werden. Da nun der Raume des Wassers sich zu dem von Quecksilber, wie 22 zu 53 verhält, so waren Anfangs im Wasser  $22 \cdot 57$   $w$  Feuertheilchen: Und diese vertheilten sich zur Zeit der größten Erwärmung des Thermometers so, daß im Wasser  $42 \cdot 31$   $w$  Hielten, und  $61 \cdot 31$   $q$  in das Thermometer flüchtig waren. Demnach haben wir

$$42 \cdot 57 \cdot w = 42 \cdot 31 \cdot w + 61 \cdot 31 \cdot q$$

Schnell folgt

$$26. 42. w = 31. 61. q$$

oder

$$4 w = 7 q$$

$$w : q = 7 : 4$$

Das will also sagen, daß 4 Zwerchstückchen im Quecksilber eben so viel Wärme geben als 7 Zwerchstückchen im Wasser, wenn wärlich Wasser und Quecksilber gleiches Maas haben.

§. 305.

Im Decembet 1765 stellte ich ein Quecksilberthermometer, so 30 Grad Wärme hatte, in Wasser, welches 18 Grad Wärme hatte. Es fiel im denselben sehr schnell, bis auf den 21sten Grad, und von da an, sehr langsam. Das Quecksilber hatte demnach den Wasser 30 — 21 = 9 Grad Wärme mitgetheilt, und nur 21 — 18 = 3 behielten. Und doch hatte es nun mit dem Wasser gleiche Wärme, nemlich eben diese 3 Grade. Nun war der Raum des Quecksilbers ja den vom Wasser, wie 35 zu 59. Hier war demnach

$$(30 - 18). 35. q = 3. 59. w + 3. 35. q$$

$$105 q = 19 w$$

welches

$$w : q = 105 : 19$$

oder bequame miteinander = 7 : 4 giebt.

§. 306.

Des 31sten Junnet 1766. stellte ich ein Weingeistthermometer, welches 30 Grad Wärme hatte in Quecksilber von 18 Grad Wärme, welches ich in einem Gefäße von dünnem Charnpapier hatte, der den Tisch nicht berührte. Der Weingeist fiel sehr schnell bis zum 23sten Grad, von da an aber sehr langsam. Der Raum des Weingeistes war ja den vom Quecksilber, wie 143 zu 201. Wenn demnach für den Weingeist  $v$  versteht, was in Ansehung des Quecksilbers  $w$  war, so haben wir hier

$$(30 - 23). 143 v = (23 - 18). (143 v + 201. q)$$

folglich

$$2001. v = 1616. q$$

oder bequame

$$v : q = 21 : 13.$$

§. 307.

Des 29sten August 1767. stellte ich ein Weingeistthermometer, welches 29,3 Grad Wärme hatte, in Wasser von 17 Grad Wärme. Es fiel in dem

selben sehr schnell, bis zum 20,5 Grad, von da an aber sehr langsam. Der Raum des Quecksilbers war zu dem von Wasser, wie 235 zu 521. Dennoch haben wir

$$(29,3 - 17), 236 \times = (20,5 - 17), (235 \times + 867, 6)$$

folglich sehr nahe

$$v : w = 4 : 5.$$

§. 308.

Nach diesen Versuchen folgt man überhaupt, und nach Abgleichung der bei solchen Versuchen nicht wohl zu vermeidenden kleinen Fehler, daß 4 Theile ebensolcher des Quecksilbers, 6 von Weingeiste, und 7 von Wasser gleiche Wärme hervorbringen, wenn nämlich von diesen Materien ein gleiches Maß genommen wird. Die Verhältnisse 4 : 7 ist von 2 : 3, welche Vorhabe anzunehmen, (§. 296.) wenig verschieden. Vorhabe giebt übrigens die Sache am übersichtl. an, und zu sagen, daß man diesen geringen Unterschied nicht erwarren sollte. In der That sagt auch *DESAGULIERS*, daß bei gleicher Wärme im Quecksilber so viele Feuertheile sein als in 231mal mehr Wasser. Das Quecksilber ist so vielmal dichter oder leichter. Und damit gleiche *DESAGULIERS*, die Dichtigkeit der Feuertheile verhält mit der Dichtigkeit der Körper zu. Das folgt nun eben nicht. Was könnte ganz im Gegentheil schließen, daß, weil ein dichter Körper mit seiner eignen Wärme den Raum mehr ausfüllt, er den Feuertheilen eher dadurch weniger Raum übrig lasse. Es folgt aber auch dieses nicht, weil es gar nicht ausgemacht ist, was aller Raum, den die eigentümliche Wärme eines Körpers nicht ausfüllt, von Feuertheilen ausgefüllt sey. *DESAGULIERS* schied übrigens sein Versuchen aus eines Versuch an, den er vor der K. Societät zu London angestellt habe. Er zog eine Pinte Quecksilber, das die Wärme des Silbermeers hatte, in 13½ Pintes kaltes Wasser, und zugleich zog er eine Pinte kaltes Wasser in eine Pinte kaltes Wasser. In beide stellte er Thermometer, und ließ zeigen nach Verlauf von einer halben Minute einander Grade. Dann hielt eine Pinte ungefähr 29 Pariser Cubit Zoll, folglich 13½ Pinte 291½ Cubit Zoll. Und die Wärme des Quecksilbers soll sich in einer halben Minute schon ganz durch diese 291½ Cubit Zoll Wasser verbreitet, auch das Thermometer schon ganz die Wärme angenommen haben. Das ist nicht wohl zu glauben. In einem vorher angeführten Versuchen hatte das Quecksilber die einem ganzen Cubit Zoll Raum, und doch dauerte es eine halbe Minute Zeit, bis die Wärme gleich verteilt war. In dem in den *Actis helvet.* beschriebenen Versuche, wo ich ein Thermometer in eine Schüssel voll warmen Wassers stellte, vergingen 7 ganze Minuten, ehe das Thermometer sein Maximum erreichte, das will sagen, mit dem erkaltenden Wasser gleiche Wärme hatte. Wenigstens

war kein *DESGOULIERS* die Regel des Thermometers nahe dem Quecksilber. Denn so konnte sie verändert werden, ehe die Wärme sich durch den ganzen Raum des Wasser verbreitete, und dadurch in jedem Theile gleich wurde. *D. GARDNER* hat gefunden, daß ein Quecksilber und Quecksilber gleich viel Feuertheilchen gleiche Wärme geben.

## §. 309.

In dem ersten der hier angeführten Versuche, (S. 304.) verursachte die sehr kurze Zeit von 30 Sekunden, in welcher das Thermometer sein Maximum erreichte, gleich Anfangs eine kleine Unschärfe, die in der Bewegung der Wärme aus dem Wasser in das Thermometer, und aus diesem wieder zurück, eine Oscillation anregt. Man kann dieses deutlich sehen, wenn man die Zeiten als Abszissen, und die Grade des Thermometers, auch nur über dem 45sten, als Ordinateen zeichnet. Es ist aber diese Oscillation auch schon in dem Zahlen selbst sichtbar. Das Thermometer stieg bis zum 52sten Grade. Von da an stieg es langsam langsam, dann etwas schneller, und dann nach und nach immer langsamer heran. Es fiel aber von 52 auf 50½, folglich 1½ Grad in den nächsten 14 Sekunden. In den nächstfolgenden fiel es nur ½ Grad, und dann 0,610, 82c. Dieses zeigt, daß die Wärme mit jedem Nachdruck in die Regel des Thermometers drang, daß die Feuertheilchen eine Geschwindigkeit erhielten, mit welcher sie den ganzen Raum der Regel durchliefen, und so, daß sie sich in der Mitte herum aufhalten sollten, wobei die Regel langsamer, ja nicht aber auch schneller wieder erfüllt werden sey. Dieser Umstand macht man, daß die verfahren gezeigten Feinsicht, wenn man sie auf den Versuch anwendet, nicht ganz genau mit denselben übereinstimmen, weil die Feinsicht eine unzureichende Erfüllung von aussieht.

## §. 310.

Eine Heftige Abweichung aber in einem ganz entgegen gesetzten Verlaufe, fand ich den 19ten Jun. 1772. Ich stellte ein Quecksilberthermometer in ein Gefäßchen mit Wasser. Erhielt hatte 73, legte es 27 Grad Wärme. Das Thermometer fiel folgendermaßen.

| Zeit.         | Thermom. | Quecksilber |
|---------------|----------|-------------|
| 5 St. 4'. 10" | 73, 0    |             |
| 7. 0          | 31, 0    |             |
| 30            | 34, 0    | 1, 0        |
| 8. 0          | 33, 5    | 0, 5        |
| 30            | 34, 9    | 0, 6        |
| 9. 0          | 32, 2    | 0, 6        |
| 30            | 31, 5    | 0, 8        |
| 10. 0         | 30, 8    | 0, 7        |
| 11. 0         | 29, 9    |             |
| 12. 0         | 29, 0    |             |
| 20. 0         | 24, 0    |             |

Nachdem also das Thermometer Anfangs sehr schnell gefallen war, fiel es sodann sehr langsam, und gleich darauf wiederum etwas schneller, nachgehend sehr es fort sehr langsam und ohne merkliche Oscillationen zu fallen. Hier drangen denn nach Anfangs die Feuertheilchen mit Noth aus dem Thermometer in das Wasser, saßen durch dasselbe mit einer merklichen Geschwindigkeit, wurden aber von dem Gefäße und der Oberfläche des Wassers wiederum zum Theil gegen die Kugel zurück reflectirt, drangen zum Theil wiederum in dasselbe, und verursachten das durch, daß die Kugel langsamer erkalte. Es ist auch vermuthlich, daß schon in der ersten Minute solche Oscillationen vorgegangen sind, die aber wegen des schnellen Fallens nicht bemerkt werden konnten. Endlich vertheilten sie sich doch so, daß die fernere Erkältung rascher wurde. Wenn man die Zeiten als Minuten und die Grade des Thermometers über dem 23sten als Ordinaten präqueirt, so fällt diese Oscillation deutlich in die Augen.

## §. 111.

Ich habe oben (§. 263.) bereits angedeutet, daß ich bey Quecksilberthermometern die Erkältungs-Zubehänge um etwa 1 Finger gefunden als die von Weingeistthermometern, deren Kugeln gleiche Größe haben. Die bisher (§. 304. 308.) angeführten Versuche mögen nun zur Erklärung dienen. In diesen Letztern bemerke ich, daß, wenn beyde Thermometer in der Luft erkalten, die Feuertheilchen nicht unmittelbar aus dem Weingeiste und dem Quecksilber in die Luft gehen. Sie müssen erst durch das Glas der Kugel sich den Weg bahnen. Da bey dem nun der Uebergang aus dem Quecksilber und Weingeist in das Glas 8 bis 10mal weniger Schwerer ist als aus dem Glas in die Luft (§. 263. 266.) Dies macht, daß das Glas die Wärme des Quecksilbers, und des Weingeistes, 10

nicht vollkommen, doch bis auf einen sehr geringen Ueberschuss hin. Ist demnach das Quecksilber und der Weingeist in beiden Thermometern gleich warm, so hat auch das Glas gleiche Wärme. Da ich nun beide Röhren von gleicher Größe habe, so haben sie auch gleiche Oberflächem. Demnach geht aus diesen in dem ersten Versuchchen  $d = e$  gleich viel Wärme in die Luft. Das will also sagen, aus beiden Säulen gehen gleich viel Feuertheilchen in die Luft. Und, um sie zu erforschen, müssen auch aus dem Quecksilber und dem Weingeiste wiederum gleich viel Feuertheilchen in das Glas gehen. Bei dem Verlust von gleich viel Feuertheilchen, verliert aber das Quecksilber mehr Wärme, weil 4 Feuertheilchen im Quecksilber eben so viel Wärme geben als 5 Feuertheilchen im Weingeiste (§. 3. 8.) Es sey also  $y$  die Wärme des Quecksilbers und  $x = y$  die Wärme des Weingeistes. Ferner sey  $7$ ,  $8$  die Erstlings-Substanzmengen, so ist für das erste Zeittheilchen  $d \tau$ . (§. 258.)

$$d y : y = d x : 7$$

$$d e : x = d x : 8$$

Da nun Anfangs  $x = y$  ist, so haben wir

$$d y \cdot 7 = d x \cdot 8.$$

Man aber rühret die Vermischung der Wärme  $d y$ ,  $d x$  von dem Abgang gleich vieler Feuertheilchen hin. Demnach ist

$$d y : d e = 6 : 4$$

$$d y = \frac{3}{2} d e$$

Dieses giebt

$$4 \cdot 7 = 6.$$

Die Erstlings-Substanzmengen des Quecksilberthermometers ist demnach zu der von einem gleich großen Weingeistthermometer, wie 2 zu 3, also um  $\frac{1}{3}$  kleiner. Dieses folgt demnach aus §. 208, wo ich die Versuche gegeneinander abgeglichem. Aus §. 206. als dem Versuche selbst folgt  $7 : 8 = 131 \text{ 21, welches der eben (§. 201.)}$  ermittelten Verhältniß 2 : 3 näher kömmt, wiewohl übrigens auch dieß nur überhaupt anzugehen ist. Denn Weingeist und Quecksilber sind eben auch nicht immer von gleicher Dichtigkeit. Wir sehen demnach hieraus, daß der Ueberschuss der Substanzmengen schließlich aus dieser rühret, daß gleich viel Feuertheilchen in gleichem Raume von verschiedenem Volumen nicht gleich viel Wärme verurtheilen, und daß dieß Volumen, als in Glas oder überhaupt in einerlei Zeit Stücke eingeschlossen, bemessen werden. Man hat übrigens von die verschiedenen Geschwindigkeit des Erhitzens und Erstlens, das will sagen, den Ueberschied der Substanzmengen zu zeigen, die Materien in einem Gefäße gegeben, so daß wenigstens ihre Oberflächem der Luft unmittelbar ausgesetzt waren. Der größte Theil des Ueberschusses war aber demnach von den Gefäßen eingeschlossen. §

so kann aus seinen Verhältnissen nicht bestimmt werden, wie die Substanzmenge sich ändert, wenn die Wärme ihrem ganzen Umfange nach von der Luft berührt wird.

## §. 312.

Die bisherige Betrachtungen betreffen solche Körper, wo einer den andern ganz umgibt (§. 297.) Weßhalb sie sich aber nur auf einer Seite, so sind beide Körper zugleich der Luft ausgesetzt, und so kommen drei Erhaltungssubstanzmengen in Erwägung. Da bey allen diesen Rechnungen nur der Ueberschuß der Wärme in die Rechnung kommt, so werde ich, Körper halber, die Wärme der Luft = 0 setzen, und die Körper nur so frei warm lassen, als sie wörmern denn die Luft sind. In einer beliebigen Zeit  $t$  sey demnach  $y$  die Wärme des wärmern von beiden Körpern, und  $z$  die Wärme des andern. Aus jenem geht nun in dem Zeitstückchen  $d t$  auf zweyerley Art Wärme weg. Erstlich in die Luft der Theil  $d t \gamma$  und in den andern Körper der Theil  $(y - z) d t \delta$ . Hier sind  $\gamma, \delta$  die zugehörige Erhaltungssubstanzmengen. Wir haben demnach die erste Gleichung

$$- dy = \frac{y \cdot d t \gamma}{\gamma} + \frac{y - z}{\delta} \cdot d t \gamma.$$

denjenige Theil, welcher in den andern Körper übergeht, verliert seinen Werth in

$$\frac{y - z}{\delta} \cdot m d t$$

aus den oben (§. 298.) angeführten Gründen. Da nun dieser Körper ebenfalls der Luft ausgesetzt ist, so verliert er in dem Zeitstückchen  $d t$  einen Theil seiner Wärme  $z d t \delta$ , wo ich durch  $\delta$  die zugehörige Erhaltungssubstanzmenge ver-  
setze. Wir haben demnach die zweite Gleichung

$$d z = \frac{y - z}{\delta} \cdot m d t \gamma - \frac{z d t \delta}{\delta}.$$

## §. 313.

Aus diesen beiden Gleichungen werden nun ebenfalls, wie oben (§. 300.) das Integral Gleichungen von der Form

$$y = A \cdot e^{-\tau t} a + B \cdot e^{-\tau t} b$$

$$z = C \cdot e^{-\tau t} a + D \cdot e^{-\tau t} b$$

vorgeliehet, so daß die Erhaltung oder Erweiterung eines jeden Körpers nach der Summe oder Differenz der Ordinaten zweier logarithmischen Linien geschieht. Die Eckzungen  $a$ ,  $b$  sind die Wurzeln der Quadratgleichung

$$0 = 22 + \frac{m \cdot 7 \delta + 7 \delta + 7 \delta + \delta \delta}{7 + \delta + \delta + \delta m} a - \frac{7 \delta \delta}{7 + \delta + \delta + \delta m}$$

Man hat sodann ferner

$$\frac{C}{A} = 1 + \frac{\delta}{7} - \frac{\delta}{a}$$

$$\frac{D}{B} = 1 + \frac{\delta}{7} - \frac{\delta}{b}$$

Nach wenn  $Y$ ,  $Z$  die ursprüngliche Weirten oder den Werth von  $y$ ,  $z$ , für  $\tau = 0$  vorgeht, so hat man noch die zwei Gleichungen

$$Y = A + B$$

$$Z = C + D$$

so daß hierdurch auch die Anfangs-Ordinaten  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  bestimmt sind. Diese Formeln begreifen die oben (§. 300.) gegebenen unter sich, so daß man sie daraus herleitet, wenn man  $7$  als unendlich ansieht, und dann  $7$ ,  $\delta$  nennt, was ich hier  $\delta$ ,  $\delta$  genannt habe.

§. 314.

Die hier gebrauchten Eckzungen  $7$ ,  $\delta$ ,  $\delta$ , sind nun, überhaupt betrachtet, in großer Vertheilung des Raumes der Körper, auf deren Erhaltung sie sich beziehen, und in ungeheurer Vertheilung dreijährigen Theiles ihrer Oberfläche, durch welchen die Feintheilchen weggehen. Diese Verhältnisse haben indessen nur so fern statt als die Körper klein und regalle genug sind, daß sich die Weirten, die sie erhalten, ohne merklichen Feinverlust, gleichsam durch dieselben vertheilt ist, und die Anfangs vorkommende Diffusionen (§. 309. 310.) als eine sparsam geringe Ungleichheiten nicht in Betrachtung gezogen wird.



## Dritter Abschnitt.

## Erwärmung und Erkältung mehrer Körper unter sich.

## §. 315.

Unter den oben angeführten Bedingungen (§. 314.) kann man auch überhaupt ein ganzes System von Körpern betrachtet werden, die einander ganz oder zum Theil berühren, und wo die Wärme aus dem wärmeren in die anliegende fließt, und so fern sie die Luft berühren, in die Luft weggeht. Die Anwendung der Rechnung auf diesen allgemeinsten Fall hat keine Schwierigkeit. Für jeden Körper, so fern er wärmer ist als die anliegende, müssen so viele Subtangenten gebraucht werden, als er anliegende kältere Körper um sich hat, die Luft mit gerechnet, wenn er auch diese berührt. Und da die Wärme, die in die anliegenden kältern Körper übergeht, ihren Werth ändert, (§. 298.) so werden diese ganze drei Wärme, nämlich eben so vieler Coefficienten  $m, m', n$ , zugeordnet. Richt man nun für ein beliebiges Zeitstückchen  $d\tau$  die Summe der wegfließenden von der Summe der einfließenden Wärme, in Ansehung eines jeden Körpers ab, so erhält man das Differential seiner Wärme, und damit eben so viele Differentialgleichungen als Körper sind.

## §. 316.

Diese Differential-Gleichungen haben nun, ausf. allgemeinste genommen, folgende Form:

$$dx = (ax + by + cz + \&c) d\tau,$$

$$dy = (ax + fy + gz + \&c) d\tau,$$

$$dz = (hx + iy + kz + \&c) d\tau,$$

$$\&c.$$

wo  $x, y, z$  &c. die Wärme eines jeden Körpers zur Zeit  $\tau$  vorstellt, und  $a, b, c$  &c. Coefficienten sind, welche durch die Erfüllungsgleichungen  $\gamma, \delta, \theta$  &c. und die Coefficienten  $m, m', n$  &c. bestimmt werden. Diese Differential-Gleichungen sind nicht immer so vollständig. Denn wenn  $\gamma$  B. der Körper  $x$  den Körper  $z$  nicht unmittelbar berührt, so wird  $c = h = 0$ . Wie fallen oft mehrere Glieder weg. Wenn man aber die Gesetze der Erwärmung und Erkältung des Systems vollständig will kennen lernen, so that man besser, wenn man alle Glieder bebehält.

§. 317.

Die Integral-Gleichungen haben nun in eben der Allgemeinheit folgende Form:

$$x = A. e^{-\tau: a} + B. e^{-\tau: \beta} + C. e^{-\tau: \gamma} + \&c.$$

$$y = A'. e^{-\tau: a} + B'. e^{-\tau: \beta} + C'. e^{-\tau: \gamma} + \&c.$$

$$z = A''. e^{-\tau: a} + B''. e^{-\tau: \beta} + C''. e^{-\tau: \gamma} + \&c.$$

so, daß zu jeder Zeit  $\tau$  die Wärme in jedem Körper, die Summe oder Differenz der Ordinaten von eben so vielen logarithmischen Linien ist, als Körper sind, und diese Linien für alle Körper einmaly Subtangentes  $a, \beta, \gamma$  &c. haben, und demnach nur in Ansehung der Anfangs-Ordinaten  $A, A', A'', \&c., B, B', B'', \&c., C, C', C'', \&c.$  verschieden sind. Dies ist demnach das allgemeinste Geſetz von der Erwärmung und Erhaltung eines Systems von Körpern unter sich, bey dem vorher (§. 314.) erwähnten Zuſammenhang.

§. 318.

Es hat man hiebey großlich die Subtangentes  $a, \beta, \gamma$  &c. sehr ungleich, und nicht made, daß endlich von allen den logarithmischen Linien nur noch diejenige herrschend bleibt, welche die größte Subtangente hat. Da man die Wärme sich überhant  $a, \beta$  und besonders höher aus einem kühnen Körper in einem andern ſieht, als in die Luft, (§. 163. 166.) so verhält sich auch die Wärme in den Körpern in kurzer Zeit so, daß zuletzt das ganze System überhant, und jeder Körper besonders nach den Ordinaten desjenigen logarithmischen Linie erkaltet, welche die größte Subtangente hat. Dies ist demnach die Asymptote, welcher sich die Wärme des ganzen Systems und aller einzeln Körper desto mehr immer nähert. Da nun die logarithmische Exponential-Funktion, die einförmigste ist, so kann man auch sagen, daß jeder Körper des Welt mo sich in Ansehung der Wärme demjenigen Zustande nähert, in welchem er je nachdem am einförmigsten erkaltet kann. Der Anfangs kühnen Körper wird von dem ausliegenden wärmeren oft so erwärmt, daß er nicht mehr als dick ist. Und dieses geschieht notwendig, wenn er mitten im System ist, und von den wärmeren Körpern ganz umschlossen ist.

§. 319.

Es ist nun hiebey nicht notwendig, daß die Körper von verschiedener Materie seyn. Sie können von ein und eben demselben Stoff seyn. Und selbst

ein einziger durchaus gleichartiger Körper, kann und muß als ein System bei trachten werden, so oft seine Figuren sehr unregelmäßig, ja solche, in die Länge gedehnt, ungleich dicke &c. Selbst einen schlechten Körper muß man sich als in mehrere Schalen getheilt, vorstellen, wenn man der anfänglichen Ungleichförmigkeit seiner Erwärmung Rechnung tragen will.

## §. 320.

Man sieht nun fernet hieraus, daß was ich im vorhergehenden die Erhaltungspunkt eines Körpers genannt habe, (§. 259.) eigentlich die von demjenigen logarithmischen Linie ist, welche ich vorher (§. 318.) die Wärmepunkte nannte. Und so betrachtet, läßt sich auch für ein ganzes System von Körpern eine Erhaltungspunkt bestimmen. Sie ist es auch im strengsten Verstande, und durchaus, wenn das System gleich Anfangs in allen seinen Theilen diejenige Grade von Wärme hat, daß die Wärme in jedem Theile, zu jeder Zeit  $v$  der anfänglichen Wärme proportional bleibt, folglich  $x: X = y: Y = \&c.$  ist. In andern Fällen vorgeht mehr oder minder Zeit, ehe die Erwärmung anfängt merklich einsetzend (§. 318.) zu werden.

## §. 321.

Man kann aber von dieser zur einseitigen Erwärmung erforderlichen Vertheilung der Wärme einigen Begriff zu geben, werde ich, statt eines Systems von Körpern, einen einzeln durchaus gleichartigen und schiefen Körper setzen, und denselben als in concentrische und gleich dicke Schalen vertheilt ansetzen. Die Wärme von innen heraus gerechnet, sey  $y, y', y'', y''', \&c.$  Die Subtangente der innersten Kugel sey  $70 = 7$ . Da nun die äußeren in gerader Verhältniß des Quaders der Schalen und umgekehrter Verhältniß der Oberflächen sind, so sind ihre Wärme

$$7. \frac{8-1}{4} = \frac{7}{4} 7$$

$$7. \frac{27-8}{9} = \frac{19}{9} 7$$

$$7. \frac{64-27}{16} = \frac{37}{16} 7$$

$$7. \frac{125-64}{25} = \frac{61}{25} 7$$

&c.

Die Wärme, so aus jeder Schale in die nächst daraus liegende übergeht, leidet ihrem Werth in umgekehrter Verhältniß der Wärme, folglich wie  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{5}$  &c. Wir erhalten demnach folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} -d y &= -(y - y') d \tau : 7 \\ -d y' &= +\frac{1}{2}(y - y') d \tau : 7 - \frac{1}{2}(y' - y'') d \tau : 7 \\ -d y'' &= +\frac{1}{2} \frac{1}{2}(y' - y'') d \tau : 7 - \frac{1}{2} \frac{1}{2}(y'' - y''') d \tau : 7 \\ &\text{\&c. bis} \end{aligned}$$

$$-d y^n = \frac{n^3 - (n-1)^2}{(n+1)^3 - n^3} \frac{n^3}{n^3 - (n-1)^2} \left( y^{n-1} - y^n \right) d \tau : 7 - y^n d \tau : 8.$$

Die letzte Endmenge wird  $\theta$  gesetzt, weil die Wärme aus der letzten Schale in die Luft geht, deren Wärme = 0 gesetzt wird, weil  $y, y', y''$  &c. nur den Ueberschuß vorstellen.

§. 322.

Man erfordert die Durchlässigkeit der Erklärung, daß durchaus  $d y : y = d y' : y' = d y'' : y'' = \text{\&c.}$  gemacht werden. Setzen wir demnach  $d y : y = m y$ , so erhalten wir folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} m \int y &= x + y - y' \\ 7 m \int y' &= -y + 5y' - 4y'' \\ 19 m \int y'' &= -4y' + 13y'' - 9y''' \\ 37 m \int y''' &= -9y'' + 25y''' - 16y^{(4)} \\ &\text{\&c.} \end{aligned}$$

$$[(n+1)^3 - n^3] m \int y^n = -n^2 y^{n-1} + \left[ (n-1)^2 \frac{1}{\theta} - \frac{n^2}{\theta} + n^2 \right] y^n \rightarrow$$

Da nun hiebei  $m, \theta$  von der Dicke der Schale abhängen, und in so fern nach Willkür bestimmt werden können, so habe ich in  $\int = \frac{1}{\theta}$  gesetzt, weil dieses die GröÙe ist, welcher die Verhältnisse sich immer setzen müssen, ohne daß es nöthig sey, auf die Anzahl der Schalen Rücksicht zu nehmen. Dadurch erhelt ich

$$\begin{aligned} y &= x + \frac{1}{\theta} y \\ 4 y' &= y - \frac{1}{\theta} y' \\ 9 y'' &= 4 y' - \frac{1}{\theta} y'' \\ 16 y''' &= 9 y'' - \frac{1}{\theta} y''' \\ 25 y^{(4)} &= 16 y''' - \frac{1}{\theta} y^{(4)} \\ &\text{\&c.} \end{aligned}$$

die

$$y' = 0,31335. y$$

$$y'' = 0,22221. y$$

$$y''' = 0,13993. y$$

$$y^{(4)} = 0,11208. y$$

$$y^{(5)} = 0,08792. y$$

$$y^{(6)} = 0,08397. y$$

$$y^{(7)} = 0,06402. y$$

&amp;c.

Dieses zeigt demnach, überhaupt betrachtet, wie die Wärme von innen nach außen zu geringer frey mach, wenn der sibirische Körper vom Anfang an einseitig erwärmt seil. Es wird also hierdurch näher aufgeleitet, was ich oben (§. 256. 257.) schon Voraus erinnert habe. Was sieht auch leicht, daß der Körper, die eine weniger reguläre Figur haben, die Vertheilung der Wärme, so wie sie zur einseitigen Erklärung erfordert wird, andrer ausfällt.

## §. 223.

Diese genauere Erklärung dessen, was eigentlich die Erklärung Substantem ist, giebt man ebenfalls zu erkennen, daß die in den vorhergehenden Rechnungen durch  $x$ ,  $y$ ,  $z$  &c. angezeigte Wärme der Körper, entweder die mittlere Wärme oder die Wärme eines ihrer Theile vorstelle. Ist z. B. der Körper die Kugel eines Thermometers, so deuten seine Grade die Summe der Ausdehnungen aller einzeln Theile an, so ungleich auch immer die Wärme in der flüssigen Materie, aus welcher die Kugel angefüllt ist, vertheilt seyn mag. Ist hingegen der Körper ein Gefäß voll Wasser, und man stellt, um dessen Erklärung zu beobachten, ein Thermometer hinein, so wird allerdings das Thermometer aus dem Grad der Wärme zeigen, welchen das Wasser zunächst an der Kugel hat. An andern Stellen kann das Wasser eine sehr verschiedene Wärme haben. Man be greift auch, daß das Wasser unbeweglich bleiben mag, wenn es sich dem Zustande der einseitigen Erklärung am obersten und geschwindesten nähern seil.

## Vierter Abschnitt.

Erwärmung mehrerer Körper am Feuer und unter sich.

## §. 324.

Der Fall, den ich hier ebenfalls auf allgemeine Betrachtung werbe, ist von dem im vorhergehenden Hauptstücke betrachtet, nur davon verschieden, daß man sich, ein jeder Körper des Systems erhalte von dem Feuer in jedem Zeitpunkte  $d\tau$  einen Grad von Wärme, den wir durch  $m d\tau$ ,  $m' d\tau$  &c. ausdrücken können. Ich habe ein oder der andere Körper dem Feuer nicht unmittelbar ausgesetzt, so wird der Coefficient  $m$ ,  $m'$ ,  $m''$  &c. für denselben  $= 0$ . Die oben (§. 316.) gegebenen Differential-Gleichungen verwandeln sich demnach in folgende:

$$\begin{aligned} dx &= (m + ax + by + cz + \&cc) d\tau \\ dy &= (m' + cx + fy + \beta z + \&cc) d\tau \\ dz &= (m'' + hx + iy + lz + \&cc) d\tau \end{aligned}$$

## §. 325.

So lange nun die Kraft des Feuers gleich bleibt, sind auch die Werthe von  $m$ ,  $m'$ ,  $m''$  &c. beständig. Und da darf man nur

$$\begin{aligned} m + ax &= a \xi \\ m' + fy &= f \eta \\ m'' + kz &= k \zeta \\ &\&cc. \end{aligned}$$

sehen, um diese Gleichungen in solche zu verwandeln, die den obigen (§. 316.) durchaus ähnlich sind, und daraus auch ganz ähnliche Integral-Gleichungen zu setzen werden. Ist hingegen die Kraft des Feuers veränderlich, so lassen sich  $m$ ,  $m'$ ,  $m''$  &c. als Functionen von  $\tau$  ansehen, und dann geht das Integriren so ganz unbedeutend nicht immer von statten.

## §. 326.

Der einfachste Fall ist, wenn ein langer und durchaus gleich dicker Cylinder, z. B. eine eiserne Stange mit dem einen Ende an das Feuer angelegt wird, so daß sie gerade gegen das Feuer gerichtet sey, und nur auf Höfen von kleinem Durchsichte. Doch Stange wird also nur an dem einen Ende erhitzt. Die Hitze dringt aber nach und nach auch in die entferntere Theile, geht aber auch aus je dem Theile endlich in die Luft weg. Wenn nun das Feuer lange genug mit gleicher Stärke brennt und unterhalten wird, so erhält jeder Theil der Stange endlich einen bestimmten Grad von Wärme, weil er immer wieder so viel Wärme von dem näher dem Feuer liegenden Theile erhält, als er den entferntern und der Luft ausstößt. Dieser Beharrungsstand werde ich nun eigentlich betrachten.

## §. 327.

Die Stange sey C B, der Theil C A liegt im Feuer, A D sey die Wärme, Jm, in A, und P M, p m, die in P, p. Ich sehe aus

$$\begin{array}{l} A P = x \quad P M = y. \\ P p = dx \quad M m = d y. \end{array}$$

Da die Wärme sich in einem Fort von A gegen B zieht, und in P = y, in p = y - d y ist, so geht während dem Durchgange von P nach p der Theil d y in die Luft, und dieser ist im Verhältniß der Wärme y. Es sey demnach die Substanz ganz P T = 7, so ist

$$d y : y = d x : 7$$

Da nun das Verhältniß d y : y beständig ist, und d x ebenfalls alle beständig angesehen werden kann, so ist auch 7 beständig, demnach D M E eine logarithmische Linie.

## §. 328.

Hier kann man der Beschlag der oben (§. 307 — 309. 351. 352.) angeführten Erklärung dessen folgen, was Amontons an Newtons Experimenten verschiedener Grade von Wärme aufgefunden hat. Newton hatte sich hohe Grade von Hitze angegeben. (§. 305. 364.) Da nun Amontons luftvermindernd nur für solche Grade eingerichtet war, die geringer waren als der Grad des siedenden Wassers, so kam er auf andere Verfahrnisse, um Newtons Experimente zu prüfen, oder auch fehlerhaft zu finden. Amontons stellte demnach eine dicke eiserne Stange ziemlich gerade aufrecht in ein hartes Kohlenfeuer. Als das im Feuer stehende Ende glühend war, legte er die Stange horizontal auf einen Stein, ohne jedoch das glühende Ende aus dem Feuer zu nehmen. Das Feuer wurde nach seiner Zeit gleicher Stärke erhalten. Dies sieht Amontons die Stellen an der Stange, wo sie gerade die Hitze hatte, welche nöthig war, um 1. E. Wachs, Jm, Dm n. zu schmelzen, Wassermercur in ein Sieden zu bringen u. Die niedrigere Grade hatte er dreizeh, nämlich seines luftvermindernden bestimmt, und diese legte er nun zum Grunde, um mittelst der Stange auch die höheren zu bestimmen. In diesem Ende sagte er voraus, daß die Wärme des Eisens in arithmetischer Progression abnimmt, das will also sagen, daß die Linie D M E eine gerade Linie sey. Auf diese Art fand nun Amontons für schmelzendes Jm, Dm n. glühend Eisen u. solche Grade, die von den Newtonschen, wenn sie auf einetley Maasstab gebracht werden, um sehr viel verschieden sind.

## §. 329.

Ingeachtet nun der Umstand, daß Amontons eiserne Stange Anfangs im Feuer aufrecht gehalten, und erst nachdem das Ende C A glühend, horizontal gelegt wurde, seinem Verfahrnisse weniger einsecht macht, als er seyn würde, wenn

die Stange gleich Anfangs wider gelaget worden, so mag doch der daher stehende Umstand nicht sehr viel auf sich haben. Denn auch in der stehenden Stange konnte die Wärme von A nach B logarithmisch abnehmen, aber inwiefern weniger als wenn sie horizontal liegt, weil die Wärme sich zum Aufsteigen neigt. Inwiefern sie ging immer so viel Zeit verloh, daß die wechsell. Hitze, nachdem die Stange gelaget worden, in die Luft weggehen konnte. Und so konnte die Anfangs längere Substanz die Körper erhalten, die der liegenden Stange angemessen ist, ehe die übrige Verdunstung zu den Versuchen gemacht war. Amontons hat nun die Distanzen A P angegeben, die er für die verschiedenen Grade der Hitze gefunden. Seine Voraussetzung als wäre D M E eine gerade Linie, gab ihnen solche Grade an, die mit den von Newton angegebenen gar nicht übereinstimmen. Es blieb aber also zu sehen, ob Newtons Grade mit der eigentlich logarithmischen Linie D M E mehr übereinstimmen würden.

§. 320.

Ich schätzte demnach Amontons Distanzen als Maßstäbe, und Newtons Grade als Ordinaten, und fand, wenn ich durch die Endpunkte der Ordinateu eine gerade Linie zog, daß diese Linie sehr logarithmisch ausfiel, und am bey den Graden von schmelzendem Zinn und schmelzender Butter eine etwas merkliche Abweichung statt fand. Ich dachte die Distanzen, welche Amontons in Parisser Faden und Linien angegeben hatte, in Linien aus, und nahm Newtons Grade eher in dem Ermangelung andrerweis bekannter Grade nach der Jahren deutschen Gradabtheilung auf der im 105ten und 254ten §. gegebenen Tafel. Ich legte die Grade der schmelzenden Butter und schmelzenden Wachs zu Grunde, und fand die Formel

$$y = 97 + 1065 \cdot x \quad - \quad x: 116,3$$

so daß die Substanzens P T = 116,3 Linien ist, und 97 der Grad der tiefsteindeu weislich. Dadurch erhielt ich folgende Tafel:

| x Linien nach Amontons. | Japanischer Grad, nach der Formel. | Eben die selbe nach Newton u. |                                             |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|
| 0                       | 1162                               | —                             | weisslichste Stein.                         |
| 54                      | 765                                | —                             | demselben Glas schmelzt.                    |
| 102                     | 540                                | 540                           | Zinn schmelzt.                              |
| 133                     | 439                                | 423                           | Zinn schmelzt.                              |
| 144                     | 405                                | 395                           | 10th von 2 Th. Zinn u. 2 Th. Zinn schmelzt. |
| 164                     | 307                                | 312                           | Wasser kocht.                               |
| 168                     | 242                                | 142                           | Wachs schmelzt.                             |
| 185                     | 112                                | 111                           | Wachstein schmelzt.                         |
| 204                     | 112                                | 82                            | Butter schmelzt.                            |



## §. 331.

Man sieht also hieraus, daß Anomons keine Ursache kann, Terebonts Grade für so sehr schlechthals anzugeben, als er gethan hat. Anomons weiß gelohendes Eisen kommt mit Terebonts starker Hitze des Holzfeuers (§. 264.) sehr nicht überein. Wenn heissem Wasser kleine Anomons parirt, und das schmelzender Butter giebt er ja viel zu.

## §. 332.

Die Subtangente P T ändert sich, wenn die Stange dicker ist. Anomontus sagt aus, daß seine Stange 59 Zoll = 708 Linien (Pariser Maß) lang war, und 10 Pfund (Markgewicht) wog. Der körperliche Raum betrug demnach 61 Cubit: Zelle, und die Dicke  $\frac{1}{2}$  = 1, 57 Quadratzoll. Wenn demnach die Stange so breit als dick sollte gewesen seyn, so würde die Breite und Dicke  $\frac{1}{2}$  Zoll oder 1, 25 Zelle betragen haben, und die Stange 47mal länger gewesen seyn als sie breit oder dick war. Da nun die Länge der Subtangente 116, 3 Linien = 9, 692 Zoll betrug, so macht dieses unter eben der Bedingung so viel als 7, 7 Breiten. Es bleibt aber hiedey eine Ungewißheit, weil Anomontus nicht sagt, wie seine Stange aussahen.

## §. 333.

Wenn die Breite einer solchen Stange = a, die Dicke = b gesetzt wird, so ist bey gleicher Materie die Subtangente P T, in Verhältniß von  $\frac{a b}{a(a+b)}$ , so daß wir

$$\gamma = \frac{a a b}{a(a+b)}$$

sehen können. Dieses giebt  $\gamma = \frac{1}{2} a a$ , wenn a = b ist.

## §. 334.

Ist die Stange circular, und ist die Distanz = a, so ist der Umkreis =  $\pi a$ , der Flächenraum =  $\frac{1}{2} \pi a a$ , und demnach

$$\gamma = \frac{\frac{1}{2} \pi a a}{\pi a} = \frac{1}{2} a a.$$

Dieser Werth kömmt also mit dem vorhergehenden, wo a = b ist, überein.

## §. 335.

Man sieht zugleich, daß wenn die Stange nicht nach der ganzen Länge gleich breit und gleich dick ist, die Subtangente  $\gamma = P T$  einen unänderlichen Werth erhält, und D M E, sodann aufleitet, eine logarithmische Linie zu seyn. Es kömmt aber alldahin noch andere Umstände hinzu. Denn wenn p. C. die

Orange am Feuer dieser ist und gegen das andre Ende kleiner wird, so muß die Wärme, indem sie gegen dieses Ende fortschreitet, sich in einem engeren Raume zu sammelndringen.

§. 316.

Den 17ten Hermonat 1777. nahm ich einen Weinglas, der 210 Weilen Weich, lang war und 380 Gran Gewicht wog. Seine Länge betrug 60 von seinem Durchmesser. Ich legte das eine Ende derselben in der Flamme eines Lampenlichtes, und das andre horizontal auf ein Gefäß von dünnem Draht. Als die Höhe der Flamme in Zeit von einigen Minuten sich durch den Draht vertheilt hatte, und im Weinglasstand war, so daß 2 L. Waßer in der größten Entfernung von der Flamme stand, so suchte ich die Vasen auf, wo verschiedene Materien schmelz wurden. Das klein Körchen Dies schmelz zunächst an der Flamme. Ich bemerkte den Punkt, und von demselben an, mach ich in Durchmesser des Drahts die Distancen der übrigen Vasen. Waßer schmelz in einer Entfernung von 28 Durchmesser. Man legte ich die Grade des Thermometers Direct und Inverses zum Grunde, und construirte die logarithmische Linie, die mir schon die obigen Grade der Wärme angab. Die Subtangente P I fand ich von 16 Durchmesser. Da sie also über doppelt größer als des Anomons ist, so giebt dieses Ursache zu vermuthen, es müßte Anomons Orange nicht einkochen, sondern ziemlich spät heraus seyn. Die Construction geh mir nun folgendermaßen:

| Distancen<br>x in Diam.<br>des Drahts | Thermometrische<br>Grade. |                         |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 0, 0                                  | 540                       | Schmelztes Blei.        |
| 3, 2                                  | 463                       | Schmelztes Weinsäure.   |
| 5, 5                                  | 412                       | Schmelztes Zinn.        |
| 15, 2                                 | 340                       | Schmelztes Weinglas.    |
| 15, 9                                 | 228                       | Schmelztes Siedewasser. |
| 18, 3                                 | 212                       | Siedendes Wasser.       |
| 21, 5                                 | 185                       | Siedendes Weinglas.     |
| 28, 0                                 | 142                       | Schmelztes Waßer.       |

Das Siedewasser war an sich etwas leichtflüchtig. Und da nach diesen Versuche seine Wärme nicht viel größer als die von Siedendem Wasser ist, so legte ich es in einem Thermostet, welchen ich voll Waßer über einem Kochsalz hielt. Das Waßer war fast siedend, ehe das Siedewasser, auch wenn es nur ein klein Körchen und ganz im Waßer war, schmelz. Als ich es aber an den Tisch brachte, blieb etwas auf demselben stehen. Ich schloß hieraus, daß der Tisch den Luft etwas mehr

Wärme als dem Wasser mitgetheilt habe, und da der Unterschied nicht viel ausmagen kann, so konnte ich mich dadurch versichern, daß das Salz zum Schmelzen nur wenige Grade von Wärme mehr gebrauche, als das Wasser zum Sieden. In einem etwas dünnem Eisenhut fand ich den Abstand des schmelzenden Wachsels vom schmelzenden Blei oberhalb von 28 Diametern des Trates, und konnte mir aus urtheilen, daß der Unterschied zwischen Eisen und Wachsung die Substanz mit P T wenig oder gar nicht verändere. Uebrigens versteht es sich, daß während solcher Versuche die Luft gleich warm bliesen und still seyn muß. Der Wind erfüllt das Eisen, und die Grade sind allemal nur so zu nehmen, daß die Wärme der Luft = 0 gesetzt wird. Ich habe den Versuch mit dem Wärmegrad, auch bey einer Lampe wiederholt, worin ich, anstatt des Desfes, Weingestill benutzte. Ich erkant dadurch den Vortheil, daß der Grad wenig oder gar nicht mit Luft befeucht werde. Hingegen konnte die Flamme viel ungleicher und schwächer als die vom Beamböle.

## §. 317.

Man sieht hieraus, daß eine solche Stange als ein Thermometer und Pyrometer gebraucht werden kann. Leidenbrocks Wassertropfen (§. 217.) Nennen daran sehr genau geprüft werden, wenn man sie von gleicher Größe machet. Der Wasserungsstand dauert so lange fort, als das Feuer bey gleicher Größe unterhalten wird. So lange bleibt auch die Wärme in jedem Punkt beständig, so sehr sie auch von Punkt zu Punkt verschieden ist. Die Frage von beständiger Graden der Wärme, die bey den Chemikern so oft verthanen, kann also hiernach eine gute Befriedigung erhalten, weil man hier alle Grade möglich und einen jeden beständig haben kann, und zwar bloß dadurch, daß man das Feuer in beständig gleicher Grade erhält. Für geringere Grade kann man sich, kurz des Eisens, eines langen Canal voll Wasser, Sand, Oel u. dergleichen, welchen am einen Ende von Feuer erhitzen wird. Die Wärme wird von da an, bis an das andere Ende hinüber zu fließen abnehmen. Und ist der Canal oben offen, so hat man Wasser, Sand, Oel, Nixen, Holzsaft u. dergleichen von so viel beständiger Graden der Wärme als man immer will. Man thut aber gut, wenn man in den mit Wasser gefüllten Canal Schiedende setzt, und ihn dadurch in mehrere gleiche Theile abtheilet, damit nicht die etwa im Wasser entstehende Bewegung die Saufen der Wärme in Unordnung bringe.

## §. 318.

Die hier vortragene Theorie dreht man auch über Maassbrocks Pyrometer, so fern es die Stange desselben durch eine oder mehrere Massen von kleinen erdnenen, ein mehreres Licht aus. Maassbrock hat auch sich vor zu Irren, ob die Ausdehnung der Stange der Dichtigkeit der Massen proportional seyn würde. Aus einem Versuchen schloß er das Gegentheil. Er fand nemlich folgende Ausdehnungen gleich langer Stangen von verschiedenem Metall.

|                                                          | Lin. | Stahl. | Kupfer. | Messing. | Zinn. | Blen. |
|----------------------------------------------------------|------|--------|---------|----------|-------|-------|
| Eine Flamme in der Weite.                                | 80   | 85     | 89      | 110      | 113   | 155   |
| Zwei Flammen „ „                                         | 117  | 123    | 155     | 130      |       | 274   |
| Drei Flammen „ „                                         | 143  | 168    | 193     | 275      |       |       |
| Vier Flammen „ „                                         | 211  | 270    | 270     | 361      |       |       |
| Fünf Flammen „ „                                         | 230  | 310    | 310     | 377      |       |       |
| Zwei Flammen, die 2½ Zoll<br>voneinander entfernt waren. | 109  | 94     | 94      | 141      | 119   | 163   |

S. 339.

Wolfsenbeck sagt man, daß diese Zahlen das Mindt aus mehreren Versuchen sind, und daß diese mehrere Versuche höchstens 5 Grade von einander abhingen. Dieses ist in der That sehr wenig, wenn man bedenkt, wie es nicht leicht ist, den Flammen immer gleiche Größe und Stärke zu geben, daher man sie nicht aus der Wirkung selbst bestimmt; welches aber hier nicht hat sein sollen. Man sehen z. B. bey dem Weis 80, 117, 143, 210, 230. mit der Anzahl der 1, 2, 3, 4, 5 Flammen nicht nur nicht zu gleichem Schmelzen, sondern dass das sehr stark zuweilen. Ich sehe aber in diesen Zahlen noch nicht klar genug, dass wegen habe ich die Anzahl der Flammen 0, 1, 2, 3, 4, 5 als Absissen, und die Ausdehnungen des Cistens 0, 80, 117, 143, 210, 230 als die Ordinateen in der yten Figur gezeichnet. So sehe ich nun klar genug, daß die Ordinateen der Ordinateen 0, 2, 5, 8, d, c eine noch ziemlich unregelmäßige Lage hatten, und daß es die Natur der Sache grandt ist, wenn man sieht, daß sie eigentlich in der parabolischen Linie 0 A liegen sollten. Diese sehe ich ebenfalls durch den Feuer 0, weil, wo keine Flamme ist, auch keine kupferführende Ausdehnung statt findet. Deshalb habe ich diese Linie immer 0 und über c durchgezogen, weil a offenbar zu hoch und c zu tief liegt. Nach dieser Linie sind nun die Ausdehnungen

|               |   |   |   |       |
|---------------|---|---|---|-------|
| von 0 Flammen | „ | „ | „ | 0 Gr. |
| — 1 —         | — | — | — | 58 —  |
| — 2 —         | — | — | — | 114 — |
| — 3 —         | — | — | — | 162 — |
| — 4 —         | — | — | — | 208 — |
| — 5 —         | — | — | — | 248 — |

Diese Zahlen konnten man demjenigen Regulateur schon ablesen, welche die Versuche hätten angeben sollen, aber wegen der dabey unvermeidlichen kleinen Fehler nicht angegeben haben.

Wenn A nicht mehr, so mit A nicht fortzugehen, mit der gemeint ist, wie man sich in  
 Auf eben diese Art schickte sich die alte Sprache für den Stoff. Die alte für  
 des Kupfer, und die neue für das Bleisilber nach eben dem Maßstabe. Ver-  
 gleich man sich 4 Klängen, so sieht man offenbar, daß die Punkte a, b, c, d, e  
 in einer Linie, oder einem Parallelogramm liegen, und daß diese Parallelogramm nicht  
 von der Natur der Sprache, sondern von der der folgenden Ursachen unerschaffen  
 dem Natur des Bleies, die ohne Unterbruch halt zu sein, bald zu wenig geben, her-  
 rührt. Indessen konnten die 4 parallelen Linien o A, welche ohne alle menschliche  
 Abweichung ganz gerade gezogen werden. Sie stehen daher alle über einer Ebene  
 gegen die Horizontalität, und nicht jetzt, daß in der That die Verbindung nicht  
 ganz nach Verhältniß des Gewicht der Klänge größer wurde. Es folgt aber  
 auch nicht, daß diese Linie sein sollen. Denn davor muß unterschieden werden,  
 ob die Verbindung Lage der Klänge so gelasse, daß eine jede, auch wenn sie alle  
 gleiche Größe hatte, die Sprache um gleich viel verändern könnte. In die-  
 ser Untersuchung dient nur die vorher vorgedachte Theorie, weitläufig in so fern,  
 als die Ursache der Klänge bestimmt ist.

§. 341.  
 In diesen Ende habe ich in der 1. 10ten Figur die Sprache A B, die längere. Figur  
 C D, nicht den tiefen Klängen und ihren Dörfern I, II, III, IV, V nach ihrer  
 weichen Größe und Lage so gezeichnet, wie sie von der Natur bedingt ausfallen,  
 und eben auf der Sprache gleichfalls diese Höhe und deren Dörferntheile angezeichnet.  
 Die Sprachen waren nämlich c, 8 Zoll lang, und b, 3 Zoll breit und hoch. Sie  
 waren demnach nur 1/4, 1/5 und 1/6 länger als breit oder hoch, und nicht so weit  
 strecken die Seitenlänge zu verhalten, weil wenn 1 C die Länge I allein beträgt,  
 das Ende der Sprache in A und B nicht sehr warm sein konnte. Wenn Ma-  
 schenbeck die Punkte benannt hätte, so etwa Wachs (schwer) Wachsstein  
 zu sehen erkennen zu. so würde die wahre Länge der Seitenlänge noch so genau  
 bestimmt werden können. Ich werde sie inselbst nicht abzeichnen = 7 sehen, und  
 man sieht, was jede Sprache besonders zu leisten schlag ist.

§. 342.  
 Es ist demnach Y die Höhe der Sprache gerade über der angegebenen  
 Klänge, und der Abstand eines bestimmten Punktes von diesem Orte, so gleich für die  
 Sprache y die Sprache in der Distanz x, die logarithmische Abweichung der Klänge  
 der Distanz x ist das log. Verhältniß von x zu y, und die Distanz x ist das  
 Verhältniß von x zu y. — y = X. — x = 7. — y = 7. — x = 7. — y = 7. — x = 7.  
 — f y d x = 7 Y. — x = 7. — y = 7. — x = 7. — y = 7. — x = 7.

Es sey nun die Entfernung der Plazze von Erde A, = a, von Erde B, = b;  
so ist die Summe der Wärme in der ganzen Stange

$$S = 7 Y. \left( 3 - a - 2a : 7 - a - b : \right)$$

und die mittlere Wärme findet sich, wenn man S durch die Länge der Stange theilet.

§. 343.

Man sey für die

| Plazze. | a    | b    | S: 7 Y.                       |
|---------|------|------|-------------------------------|
| I       | 2, 4 | 3, 4 | 3 - a - 2, 4: 7 - a - 3, 4: 7 |
| II      | 3, 2 | 2, 6 | 3 - a - 3, 2: 7 - a - 2, 6: 7 |
| III     | 4, 0 | 1, 8 | 3 - a - 4, 0: 7 - a - 1, 8: 7 |
| IV      | 4, 8 | 1, 0 | 3 - a - 4, 8: 7 - a - 1, 0: 7 |
| V       | 5, 6 | 0, 2 | 3 - a - 5, 6: 7 - a - 0, 2: 7 |

Wirdt man demnach doch Werthe von S: 7 Y der Ordnung nach zusammen, so erhält man die Summe der Wärme von 1, 2, 3, 4, 5 Plazzen, durch 7 Y getheilt, und folglich solche Größen, welche den Deduktion der punctierten Linie  $0 A (7 - 10. \text{Fig.})$  so gut es angehen mag, proportional seyn müssen. Diese Behauptung wird demnach die Subtraktion 7 so punctlich bestimmt angeben. Umge in dieser Absicht vorgenommene Versuche haben mich belehret, daß 7 wenigstens nicht größer als 2, 4 Zoll seyn könne. Ich setze demnach 7 = 2, 4, und erhalte folgende Werthe:

| Plazze. | S: 7 Y. |
|---------|---------|
| I       | 1, 2895 |
| II      | 1, 2678 |
| III     | 1, 1346 |
| IV      | 1, 2013 |
| V       | 0, 9839 |

merens allerdings erhellen, daß die Stange von den Lampen ziemlich ungleich erwärmt wurde. Die Plazze II. gab der Stange etwas mehr Wärme, weil sie am nächsten bey dem Mittelpunct war. Bemerklich hat auch Nachsehen auf die sich in dem ersten Versuche gezeuget. In dem zweyten Versuche gezeuget er die Plazzen 1, II, und in den folgenden Versuchen kamen noch die Plazzen III, IV, V der Ordnung nach, hinzu. Die Summen der Wärme waren demnach folgenden Summen proportional.

Zinn

|             |          |
|-------------|----------|
| Glasrohr.   | 15: 7 Y. |
| II.         | 1. 2978. |
| I. II.      | 2. 7273. |
| L. II. III. | 4. 1259. |
| L. IV.      | 5. 3311. |
| L. V.       | 6. 1139. |

und diese Zahlen sind den Ordinaten der parabolischen Linien  $\alpha A$ , (7—10. Fig.) auch ziemlich proportional.

§. 344.

Überzeugt muß ich Sieben erinnern, daß ich eigentlich nur Kürz halten die Formel

$$y = Y. a - x: 7$$

gebraucht habe. Da aber die Glasröhre eine ziemlich Dreieck hat, so hätte sie als aus unächtigen kleinen Glasröhren zusammengesetzt angesehen werden müssen. Da aber die Versuche nicht so genau sind, daß es sich der Mühe lohnen würde, die Berechnung so scharf zu machen: so lasse ich es bei dieser Anmerkung bewenden, um so mehr, da ohnehin der Erfolg nur sehr wenig verschieden seyn würde.

§. 345.

Für alle 5 Lampen war nun

$$15: 7 Y = 6. 3139.$$

folglich, weil  $7 = 2.4$ , ist

$$15 = 2. 11124. Y$$

Diese Summe durch die Länge der Stange 5.8 geteilt giebt

$$\frac{15}{5.8} = 2.6126. Y.$$

die mittlere Wärme, so die Stange von allen fünf Lampen erhiebt. Sie ist demnach 2.6126mal größer als die Wärme gerade über einer Flamme, wenn diese allein brennt. Man giebt (Nussknobloch an, wie viel die Stangen sich vom Fixpunkt zum Siedepunkt ausgedehnt haben. (§. 327.) Nachdem wir demnach ihre Ausdehnung, mittelst der fünf Lampen, wie sie die letzte Ordinate der parabolischen Linien (7—10. Fig.) angiebt, so läßt sich folgende Vergleichung anstellen:

| Stangen<br>von | Ausdehnung<br>vom<br>Fixpunkt<br>zum<br>Siedepunkt | Ausdehnung<br>durch<br>5<br>Flammen | Wärme<br>über einer<br>Flamme. | Wärme<br>Eben nach<br>Siedepunkt |
|----------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Eisen          | 54                                                 | 240                                 | 91, 8                          | 363                              |
| Stahl          | 56                                                 | 308                                 | 117, 8                         | 411                              |
| Kupfer         | 59                                                 | 317                                 | 125, 1                         | 414                              |
| Wefing         | 73                                                 | 361                                 | 138, 5                         | 374                              |

Ob

Die Zahlen der 4ten Columne sind die von der warmen durch 0,6125 getheilt. Solches stellen die Zahlen der ersten Columne die 180 Fahrenheit'sche Grade vom Fixpunkt zum Fixpunkt u. s. w. Und so findet sich für das Eisen

$$\frac{180}{52} \cdot 91,8 + 32 = 363$$

für den Stahl

$$\frac{180}{56} \cdot 117,8 + 32 = 411.$$

Und auf eine ähnliche Art auch die übrigen Zahlen der 5ten Columne. Eine Flamme allein hätte demnach den Stangen sich da, wo sie unmittelbar ansetzt, nicht ganz gleiche Wärme mit. Dem Kupfer und Stahl würde als dem Eisen und dem Bleisieg, und doch lassen sie sich, als das Eisen keine scharfen Formen. Dem Zinn selbst muß sie noch weniger mitgetheilt haben, weil die ganze Stange die Hitze von einer Flamme empfängt. Sie hielt aber die Hitze der beiden Flammen I, II, nicht aus, sondern nur die Hitze, die von einander entfernten Flammen II, V, noch diese um etwa  $\frac{1}{2}$  größer sein konnte, als die sie gerade über einer Flamme ist. Mussbentrock sagt auch, daß bei diesen zwei Flammen das Zinn dem Schwerstein sehr nahe gewesen. Das übrigens die Flammen des Metalls so wenig Hitze mittheilt, rühret daher, daß nur eine Seite der Flamme entgegen steht. Wäre nun jede der 4 Seiten immer gleich starken Flammen ausgesetzt gewesen, so würde 1. E. für das Eisen

$$4 \cdot \frac{180}{52} \cdot 91,8 + 32 = 1256,$$

folglich der 1256ste Fahrenheit'sche Grad Hitze an dem Ort gewesen sein, wo die Flammen würden angeblasen haben. Dieser Grad, welcher nur dem 3787ten Grade des luftvermenseten übertrifft, kommt der Hitze des weißglühenden Eisens (§. 92.) und Kupfers (§. 127.) schon ungleich näher. Das Blei schmelzt bei den zwei Flammen I, II, nicht, aber die Hitze von drei Flammen hielt es nicht aus. Es mag eben so, wie das Zinn etwas weniger Hitze erhalten haben, als die härtere Metalle. Die Hitze ist mitten zwischen zwei Flammen am größten. Da nun der Durchmesser = 0,8 Zoll ist, so nimmt die Hitze in der Mitte dieser Distanz in Verhältnis von

$$11 : 6 \quad \text{---} \quad 0,41 : 2,4 \quad \text{---} \quad 1 : 6 \quad \text{---} \quad 11 : 6 \quad \text{---} \quad 6 : 1$$

ab. Damit ist sie für Eisen und in der Mitte zwischen beiden Flammen

$$= 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 91,8 = 183$$

Graden des Mussbentrock'schen Pyrometers, über dem Fixpunkt. Dieses ist demnach der



$$\frac{180}{53} 153. + 33 = 51218$$

Schwebelische Grad. Das flüchtige Newtons Blei bey dem 53ten Grade (S. 264.) hingegen Blei bey dem 525ten Grade, (S. 265.) und Muthenbrocks Blei bey dem 765ten Grade ganz, vermuthlich auch schon fast flüchtig (S. 227. 228.) Es zeigt sich also hieraus, daß so schwerflüchtig Muthenbrocks Blei gewesen, es die Hitze von zweyen Flammen, oder nicht von 3 erhalten konnte. Denn für die 3 Flammen I, II, III ist die Hitze bey dem Eisen über der Flamm II

$$= 91,8. (1 + 2. 0 - 1: 3) = 213,4$$

Gr. des Pyrometers, über dem Feuerturm. Folglich der

$$\frac{180}{12} 213,4 + 33 = 31528$$

Schwebelische Grad. Wenn alle Muthenbrocks Blei zum Schmelzen nicht schon einem nicht geringern als dem 765ten Schwebelischen Grad erfordert hätte, so sieht man, daß es bey dem 825ten Grade, den die drei Flammen über dem nicht weniger verursachen, allerdings hat schmelzen müssen.

Der  
Pyrometrie.  
oder  
vom Maaße des Feuers und der Wärme  
Vierter Theil.  
Von der Bewegung der Wärme.

Erstes Hauptstück.

Die Ausbreitung der Wärme.

§. 346.

Die Luft gestattet der Wärme keinen dauernden Aufenthalt, als in sofern sie von dichtern Körpern zurückgehalten wird, welche die Wärme langsamer ausströmen. In andern Fällen muß die sogleich wieder weggehende Wärme immer von neuem ersetzt werden. Man beobachtet sich ein Feuer oder einen warmen Körper, so breitet sich die von demselben ausgehende Wärme oder die Feuerstrahlen nach allen Gegenden aus, und dieses macht, daß die Dichtigkeit derselben in umgekehrter Verhältniß des Quadrats der Distanz geringer wird. Ein Gefäß, das mit dem von der Ausbreitung der Lichtstrahlen aus vollkommenem Vacuum hat.

§. 347.

Man sieht aus einem warmen Körper und selbst aus dem Feuer nur in sofern Wärme weg, als die Luft weniger warm ist. Die Wärme der Luft hält allemal einen gleich großen Grade von Wärme in andern Körpern des Reichthums nicht. Man kann daher auch hier nur den Ueberschuß der Wärme in die Höhe bringen. Und so kann auch nur von diesem das erst angeführte Gefäß verstanden werden.

§. 348.

Der einfachste Fall hierbey ist der von einer durchaus gleichmäßigen Kugel. Von dieser strömet die Wärme aus allen Punkten der Oberfläche nach allen Gegenden gleich aus, und hieraus ist sie einer rund herum gleich beschriebenen Ku-

gel wiederum vollkommen ähnlich. Es folgt demnach aus dem §. 115 und 109. der Phönometrie, daß die Distanzen vom Mittelpunkte der Kugel müssen gerechnet werden, und daß die D. heigheit der Feuertheilchen, wie das Quadrat des Sinus des scheinbaren Halbmessers abnimmt.

## §. 349.

Zunächst kommt der Sinus des Ausfluswinkels (Phoen. §. 80.) hier nachweztlich auch in Betrachtung. Eine durchaus gleich glühende eiserne Kugel, brennt gerade vor sich mehr Wärme als in schiefer Richtung. Ich sehe demnach, so wie in der Phönometrie, daß auch die Richtung der Feuertheilchen in Verhältnis vom Sinus des Ausfluswinkels hinginge wird.

## §. 350.

Um diese Sache durch die Erfahrung zu prüfen, gebraucht man am besten eine Kugel von kupfernen Bleche, die oben eine runde Oeffnung hat, und die man mit stark glühenden Kohlen ausfüllt. Das Blech hat zur Seite einige kleine Löcher, wodurch die Luft hervorstreihen und die Hitze anblasen kann. Die Kugel selbst wird auf einem dünnen Fuß von Eisen gestellt, damit sie nicht durch Berührung anderer Körper ihrer Hitze zu gefährliche verliere. In gehörigen Distanzen von der Kugel werden Thermometer besetzt, die von einander Manco sind, und deren Kugeln wenigstens nicht gar zu verschiedene Durchmesser haben. Auch an sich müssen sie nicht groß seyn, damit sie das Maximum ihrer Wärme desto eher erhalten. (S. 271. 272.) Endlich muß auch die Kugel des Thermometer gegen die kupferne Kugel gehalten seyn und nichts berühren. Der Versuch kam an einem ganz windstillen Tage an der freien Luft vorgenommen werden. Da aber dieses doch eine ungewisse Sache ist, so dient ein geschlossenes Zimmer besser. Nur muß man alsdenn Rechnung tragen, daß die Luft im Zimmer von der Kugel voll glühender Kohlen, während des Versuches, etwas Wärme erhält. Ubrigens muß für die Thermometer beweis gestellt, auch der Ort der Kugel bestimmt seyn, ehe man die Kugel hinstellt. Die Kugel muß, außer dem Zimmer, mit stark glühenden Kohlen gefüllt, und nicht eher hervorgebracht werden, als nachdem sie schon ihre volle Hitze erlangt hat. Die Thermometer erhalten dadurch das Maximum ihrer Wärme in kürzester Zeit, und ehe die Kugel auslegt, wiederum allzu merklich zu erkälten. Da die Hitze der Kugel gerade und unversehrt alle Thermometer muß treffen können, so versteht es sich, daß die Thermometerkugeln am besten in eine gerade Linie gestellt werden, welche horizontal sey, und neben der kupfernen Kugel verdeckt seyn.

## §. 351.

Ehe ich nun eine solche kupferne Kugel wirklich machen lassen, gebraucht ich den 3ten April 1777. Statt derselben eine gemeine Bleche oder Kupffanne, das

wird gefertigt, einen Cylinder von Zinnblech, 6 Zoll weit, und vom Rande angezogen 4½ Zoll hoch, der auf drei kleinen Füßen stand und an dem Seiten durchlöcherig war. Ich hielt 5 Thermoester so, daß ihre Kugeln einen Kreis bildeten von einander entfernt waren. Der Abstand ihrer Mittelpunkte vom Mittelpunkte der Kugel, das Quadrat dieses Abstandes, und das umgekehrte Verhältnis dieser Quadrate war, wie folgt:

| Distanz<br>Zoll. | Quadrat<br>der Distanz. | Umgekehrtes<br>Verhältnis |
|------------------|-------------------------|---------------------------|
| 12, 62           | 159, 3                  | 1, 0000                   |
| 12, 05           | 144, 3                  | 0, 1998                   |
| 14, 51           | 210, 3                  | 0, 1157                   |
| 4½, 25           | 202, 3                  | 0, 0740                   |
| 53, 10           | 2815, 3                 | 0, 0473                   |

Diese Verhältnisse sollen nun zugleich auch die vom Strahlen der Thermometer sein. Die Thermometer liegen folgendermaßen von 12, 9 Grad der Normaltemperatur an gerechnet.

| Zeit. | I. Therm. | II. Therm. | III. Therm. | IV. Therm. | V. Therm. |
|-------|-----------|------------|-------------|------------|-----------|
| 16    | 0, 0      | 0, 0       | 0, 0        | 0, 0       | 0, 0      |
| 16    | 0, 2      | 0, 1       | 0, 1        | 0, 0       | 0, 0      |
| 17    | 1, 1      | 0, 7       | 0, 2        | 0, 1       | 0, 1      |
| 18    | 2, 2      | 1, 2       | 0, 3        | 0, 2       | 0, 2      |
| 19    | 3, 2      | 1, 6       | 0, 4        | 0, 3       | 0, 3      |
| 20    | 4, 3      | 2, 1       | 0, 6        | 0, 4       | 0, 4      |
| 21    | 5, 8      | 2, 7       | 1, 0        | 0, 5       | 0, 6      |
| 24    | 8, 6      | 3, 4       | 1, 3        | 0, 7       | 0, 7      |
| 26    | 10, 9     | 3, 9       | 1, 6        | 1, 0       | 0, 8      |
| 28    | 12, 5     | 4, 3       | 1, 9        | 1, 2       | 0, 9      |
| 30    | 13, 7     | 4, 7       | 2, 1        | 1, 3       | 1, 0      |
| 33    | 14, 5     | 5, 1       | 2, 4        | 1, 5       | 1, 1      |
| 34    | 15, 3     | 5, 3       | 2, 6        | 1, 6       | 1, 2      |
| 36    | 16, 0     | 5, 4       | 2, 7        | 1, 7       | 1, 3      |
| 38    | 16, 0     | 1, 4       | 2, 7        | 1, 7       | 1, 4      |
| 40    | 16, 7     | 5, 3       | 2, 8        | 1, 8       | 1, 4      |
| 42    | 15, 0     | 4, 8       | 2, 7        | 1, 7       | 1, 4      |

Der Versuch stellt sich in einer von jenen Stunden an, zwischen welchen die Thiere offen stand. Die übrigen 4 Thermometer und die 4 Insekten waren geschlossen. Beide

Stuben waren 34 Fuß lang, ihre Breite betrug 15 1/2 Fuß, und die Höhe 12 1/2 Fuß. Wie konnte die Luft von der Gluth nicht sehr erwidert werden. Ich hatte zwar noch andere Thermometer in der Stube. Weil sie aber zu weit entfernt waren, so konnten sie auch nicht richtig angeben, wie viel die Luft und zwar bey dem Thermometer, die ich zum Versuche gebraucht, erwidert worden. Ich setze denn nach diese Erwidmung =  $x$ , und so mußte  $x$  von dem Maximo des Einiges nie mit jedem Thermometer abgezogen werden, damit dasjenige Maximum bleibe, welches der Hitze der Gluth unmittelbar zugeschieden war. Da nun dieses Maximum ungetrübt, wie das Quadrat der Distanz seyn sollte, so habe ich folgende Verhältnisse:

$$\begin{aligned} (15,0 - x) &: 1,0000 \\ (5,4 - x) &: 0,2938 \\ (2,7 - x) &: 0,1337 \\ (1,8 - x) &: 0,0740 \\ (1,4 - x) &: 0,0473 \end{aligned}$$

Hieraus fand ich mittelst einer Zeichnung, daß  $x = 0,7$  seyn müßte. Und da mit erhielt ich die

| beobachtete<br>Grade. | berechnete<br>Grade. |
|-----------------------|----------------------|
| 15,3                  | 15,3                 |
| 4,7                   | 4,6                  |
| 2,0                   | 2,0                  |
| 1,1                   | 1,1                  |
| 0,7                   | 0,7                  |

Eine gemauerte Ueberstimmung war nicht zu erwarten. Ich habe übrigens auch schon vorher einen Versuch mit weniger Kohlen und dem Thermometer angestellt, und ebenfalls das Einiges sehr genau in umgekehrter Verhältnisse des Quadrats der Distanz gefunden. Ich erachte es demnach unzweifelhaft, eine künftige Regel gerade nur hierzu machen zu lassen. Noch mag ich sagen, daß die Thermometer von Wieringens waren, und daß ich aus diesen Grunde dieselben von der Gluthstange nicht entfernt halten mußte, weil bey größerer Wärme die Ausdehnung der Grade der Wärme selbst nicht mehr proportional blieb. (§. 114.) Die Durchmesser der Kugeln waren von 8, 3; 5, 2; 9, 1; 6, 1; 6, 8 Linien. Ich achtete sie nicht nach ihrer Größe, damit, wenn zu diese Ungleichheit eines Umrisses nicht verursachen sollte, dieser Unterschied desto leichter bemerkt werden könnte.

## §. 352.

Es kann man aber die Hitze in geringern Entfernungen durch Nachsetzen gefunden werden. Das Thermometer L. stieg 15,3 Grade. Diese müssen nun

nicht von dem anfänglichen Grade der Lufttemperatur 11,9, sondern von dem 21,9  
 $+ 0,7 = 22,6$  Grade angesetzt worden. Daraus ist das Thermometer des  
 Jahr 12,6  $+ 15,3 = 27,9$  Grade geleszen. Dies ist zufolge des Tests (§. 140.)

| Wärmegrad | Luftthermo-<br>meter. |
|-----------|-----------------------|
| +12,6     | 1015                  |
| +27,9     | 1153                  |
|           | 68.                   |

Als Betrag die Erweichung des Thermometers I, so viel als 68 Grade des Luft-  
 thermometers.

## §. 353.

Sodann kann die Kugel als eine Kugel angesehen werden, deren  
 Halbmesser =  $\sqrt[3]{\frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 4} = 2,93$  Zoll beträgt. Da nun der Abstand des  
 Thermometers I = 12,62 Zoll war, so ist der Sinus des Scheitelpunkts Halbmes-  
 sers =  $2,93 : 12,62 = 0,232$ . Und dessen Quadrat =  $0,0538$ . Hingegen  
 ist an dem Kreisbogen dieser Kugel als an der kleinsten Distanz, die hier in Betracht  
 tang kommen kann, der Scheitelpunkt Halbmessers =  $90^\circ$ , das Quadrat von dessen  
 Sinus =  $1,0000$ , folglich haben wir (§. 243.)

$$0,0538 : 1,0000 = 68 : 1265.$$

Demnach hat die Erweichung höher an der Kugel oder auch an der Stiefelfanne  
 so viel als 1265 Grade des Luftthermometers betragen. Welches nun hiemit die  
 1055 Grade der Lufttemperatur (§. 152.) abbitt, so ist die absolute Wärme dazwischen  
 der 232ste Grad des Luftthermometers. Dies ist für Scheitelpunkt Bleig der  
 Grad des Luftthermometers nach

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| Newton (§. 264.)        | 1043. |
| Musshenbroock (§. 217.) | 2515. |
| Rogier (§. 265.)        | 2219. |

Als konnte Newtons und Rogiers Bier bei Verdunstung der Stiefelfanne  
 schmelzen, Musshenbroocks Bier aber nicht. Da ich eine ähnliche Rechnung  
 schon bei dem Versuche mit der kleinen Stiefelfanne gemacht hatte, so machte ich  
 mich bei dem zweiten Versuche gefaßt, Bier und Bleig in kleinen Abständen in  
 Distanz zu halten. Um 2 Uhr 35 Minuten, da eben die Thermometer ih-  
 rem Maximum nahe waren, fand ich, daß das Bier in Zeit von 2 oder 3 Secun-  
 den dem Bleig flüchtig war, hingegen spritzte ich das Bleig flüchtig an die Stiefelfanne  
 anzuwickeln, und doch wurde es nur so erweicht, daß es sich platt drücken ließ. Das  
 Bier war aus vierzehn kleinen Bleigen zusammengegriffen, und demnach von  
 weißer und süßer Art.

§. 354.

Es ist nun aber diese mitgetheilte Hitze nur einseitig. Was muß sie demnach vorzüglich verdoppeln, wenn man ihrer Wirkung auf beide Seiten der Stämme wil. Dadurch erhält man den 2. 1265 + 1055 = 2320sten Grad. Dieser kommt nur der Hitze des weißglühenden Eisens (§. 92.) und Kupfers (§. 227.) schon sehr nahe.

§. 355.

Nach ein Jahr, so unter Versuch darüber, bringt die 0,7 Gr. Wärme, so die Luft von dem Kohlenst, in Zeit von etwa 15 Monaten, erhalten. Dieses Kohlenst nahm, als es am kältesten war, einen Raum von  $1\frac{1}{2}$ . 6. 6. 4 $\frac{1}{2}$  = 127, 1 Cubitzellen oder  $\frac{1}{2}$ , 2 Cubitfuß ein. Da nun die Kohlen weder dicht an einander schließen, noch dicht schließen sollten, so wird auch ein größeres Kohlenst, nach Größe des Raumes, den es einnimmt, wenn die Kohlen gerade eben so dicht gelegt sind, der Luft mehr Wärme mittheilen. Daraus folgt, daß ein Cubitfuß Kohlenst den dritten Theil 0,7. 21,6 = 9 $\frac{1}{2}$  Grad Wärme mittheilen könnte. Diese Wärme wird aber allerdings nicht gleich vertheilt seyn. Denn auch die 0,7 Grad waren eigentlich an dem Orte, wo die Thermometer standen. Da nun des Winters die Stunden vornehmlich nur 12 oder 12 Räume mit dieser Größe wärmer sind als die äußere Luft, so folgt, daß zwei Jahreszeiten, in welchen zusammen gerechnet, 3 oder 14 Cubitfuß Kohlen brauchen, den dritten Theil einer Wärme von 12 oder 14 Grad mittheilen können. Die beiden Zimmer erhalten 7224 Cubitfuß Raum. Hier außerdem können übrigens viel dazu auf an, ob Feuer und Thieren zur Schürke, und ob die Wärme gelüftet oder mit Tapeten bedeckt, oder kleine Räume sind.

## Zweytes Hauptstück.

## Das Zurückprallen der Wärme.

§. 356.

Das erstbeschriebene Ausbreiten der Wärme geht fort, so weit sich kein Hinderniß findet, das wil sagen, so lang die Feurtheilchen nicht an feste Körper anstoßen. Geschieht dieses aber, so dringen sie theils in den Körper hinein, theils fahren sie von dessen Oberfläche zurück, und zwar nach dem allgemeinen Gesetz, daß der Winkel, unter welchem sie zurück prallen, dem Einfallswinkel gleich ist. Dieses Gesetz hat auch in Beziehung der Lichtstrahlen statt. hingegen mag sich in der Art, wie die Wärme und das Licht an der Oberfläche sich theilt, so daß weder alles eindringt, noch alles zurückgeworfen wird, einigen Unterschied zeigen.

E c

## §. 357.

In Ansehung des Lichts hat man längst schon Brennspiegel und Brennspiegel, und die Verzeichnung, wie das Licht dabei seinen Weg ändert, kaum in allen Theilstrahlen der Catoptrik und Dioptrik vor. Die Verzeichnung der Wärme und Dichtigkeit der parabolischen, der ein- und durchdringenden Lichtstrahlen, habe ich in der Phoronomie durch Theorie und Versuche, so weit es sich damals thun ließ, vorgenommen. Ich werde mich demnach, so fern hier davon die Rede ist, darauf beziehen. Was in der Phoronomie Dichtigkeit der Lichtstrahlen heißt, ist hier so viel als Dichtigkeit der Sonnenstrahlen oder Wärme.

## §. 358.

Man thut es bey Brennspiegeln und Brennspiegeln nur darauf an, daß man bestimme, in welcher Verhältniß die Lichtstrahlen dadurch dichter werden. Und diese Verhältniß ist die von dem Flächenraume des Bildes zum Flächenraume der Oefnung des Glases oder Spiegels. Es geht aber hieron etwas ab, weil nicht alles Licht durch die Gläser geht, und auch nicht alles vom Spiegel zurück geworfen wird. Wir will dieser Abgang herrigt, habe ich in der Phoronomie ausdrücklich bestimmt; auch dastelbß beweis angesetzt, daß wenn das Licht durch mehrere Gläser fällt, die Oefnungen derselben so bestimmte werden müssen, daß die vom Objecte nicht mehrere Strahlen durchfallen laße, als auch durch die übrigen Gläser durchgehen können.

## §. 359.

Die grade Erleuchtung richtet sich, nach der Größe des Lichts und nach dem Quadrate des Sinus seiner Scheidern Winkel, wenn nemlich das Licht als einstrahlend erscheint, oder durch Reflexion auf ein solches reducirt werden kann. Doch grade Erleuchtung wird nur in vorgedachter Verhältniß vom Flächenraume des Bildes zum Flächenraume der Oefnung des Objectglases oder Spiegels verhalten, und dann nach abgezogen, nemlich von dem einfallenden Licht nicht in das Bild tritt.

## §. 360.

So j. E. sieht Voerhave an, ein dinstlicher Brennspiegel soll eine Oefnung von 457 Linien im Durchmesser gehabt haben, und der Durchmesser des damit aufzufangenen Sonnenbildes habe 16 Linien betragen. Dieses sey eine Brennweite von 12 Fuß voraus. Die Verklärung des Lichts war demnach, wie das Quadrat von 16 zum Quadrat von 457, folglich wie 1 zu 216. Man kann aber wegen des in den Spiegel einbringenden Lichts kaum die Hälfte oder 400 rechnen. Wenn wir nun nach dem oben beschriebenen Verfuß sehen, daß ein schwarzer Körper von dem gerade auffallenden Sonnenlichte 14 Reaumur'sche Grade von Wärme erhalte, (S. 272. 280.) und dabey annehmen, daß der Körper alle



Hitze aufhalten könnig sey, so werden diese 14 Grade, so viel als  $1164 - 1102 = 62$  Grade des Luftthermometers betragen. (S. 278. 240.) Diese 62 Grade mit 400 multiplicirt, geben 25200 Grade, weßn noch die 1102 weßnen abgezogen werden. Und so wird die Hitze eines solchen Körpers  $= 26,02$  Gr. des Luftthermometers, demnach 3 bis 6mal größer als flammendes oder weißglühendes Eisen seyn. Diese Hitze wird aber ein solcher Körper nicht in dem ersten Augenblicke erlangen, sondern eben so viel Zeit darüber vergehen, als wenn er an der Sonne sich und noch erhitze. Wenn demnach seine Erleuchtung-Zubehörigkeit von etwa 6 Minuten Zeit wäre, so würde er in der ersten Minute nur den 6ten Theil der 25200 Grade, das ist, 4200 Grade von Hitze erhalten, und demnach seine Wärme nur  $4200 + 1102 = 5302$  Grad seyn. Dieses ist indessen doch noch die Hitze des stark glühenden Eisens, oder wenig geringer. (S. 91.) Auswendiges Glas schnell bei dem 776sten Jahreswärmestufen Grad, oder bei dem 290ytem Grad des Luftthermometers, und zwar in einer Luft, welche den 97sten Substanztheilchen oder den 113-ten Grad des Luftthermometers hat. (S. 220.) Das Glas erhält demnach von dem glühenden Eisen nur  $3102 - 1134 = 1975$  Grade von Hitze. Hierauf ist aber bei dem Wärmestufen Spiegel eine Zeit von 4 Minuten hinreichend, auch wenn das Glas eine Kugel von 6 Linien Diameter ist, wie es ungefähr die zu 6 Minuten angeführte Erleuchtung-Zubehörigkeit erfordert. Ist aber das Glas kaum eine Linie dick, so wird die Zeit 6mal länger, und demnach kaum von 3 Sekunden. So wird wohl auch die vergebens angeführte Vergleichung der Kieselsteine und Metalle durch den Wärmestufen Spiegel müßig verstanden werden.

## §. 361.

Man erzählt ferner, daß, so groß die Kraft des Wärmestufen Spiegel auch im Dreieck sich mag zeigen seyn, derselbe demnach denen Aberglauben, die man 5 Joll weit vom Dreieck gehalten, kaum 100 Jahreweiliche Grade von Wärme mitgetheilt habe. Und hiervon schloß man, daß die Hitze zu viel geringer Verhältniß als die Dichtigkeit der Swalen zusammen müsse. Ich finde aber, man müsse euklarer daraus schließen, daß man gleich die Zeit der völligen Erleuchtung nicht abgemessen habe, und daß der Dreieckspiegel selbst die Swalen nicht so ganz genau vereinigt habe. Man fange mit einem stark erhitztem Dreiecksglas oder stark geblütem Wärmestufen Spiegel die Sonnenstrahlen näher als der Dreieckspunkt ist, auf, so wird man am Rande des Bildes oder des ausserhalb genau dichtesten eines Ring sehen, welcher viel heller als die Mitte ist. Und dieser Ring ist desto deutlicher, je mehr die caustische Linie sich erhebet und von der Axe wegführet. Ich habe auch gefunden, daß man in diesen Ringe Papier anzünden kann, wenn es sich in der Mitte noch nicht erhitze. Nicht man man näher gegen den Dreieckspunkt, so findet sich, daß der äußere und besonders der innere Rand dieses Ringes kannt näher zusammenrückt, und endlich der Ring

sch in einem gleichfalls kleinen Stiel verewandelt. Es ist ferner bey so großen Brennpunkten, wie die von 12 Zoll ist, der Brennpunkt nicht ein einziger Punkt, sondern er hat wegen der nicht parabolischen Krümmung des Spiegels, und bey Still sein noch überdies wegen der farbigen Strahlen, eine gewisse Länge in der Art. Dieses macht die angegebene Distanz von 5 Faden etwas unrichtig.

## §. 362.

Wenn es nun aber wirklich so wäre, daß die Sonnenstrahlen stärker als nach Waage ihrer Verdichtung erdrieten, so würde eben kein großer Völkischer Brennpunkt oder Wärmehaube Brennpunkt möglich sein, um sich davon zu verschern. Ich habe demnach des 20sten Herings 1777, Vormittags um 11 Uhr, einen Versuch mit einem besonderen Brennglas angestellt, dessen Brennpunkt 2 Fuß betrug, und welches eine Oefnung von 7 Zoll oder 84 Linien hatte. Der Durchmesser des Sonnenbildes im Brennpunkt, betrug demnach 1,7 Linien. Demnach folgt, daß es die durchfallende Sonnenstrahlen 95mal dicker machte. Da nun das Glas sehr eines Spiegels ist, so wären der auffallenden Strahlen nur etwa 1/95 mehr als der durchfallenden gewesen sein. Wir können demnach, die durch das Glas im Brennpunkt verklärte Kraft als etwa 600mal größer, denn die Kraft der gerade auffallenden Sonnenstrahlen ansetzen. Ich hielt nun ungefähr 2 1/2 Zoll innerhalb des Brennpunktes ein flaches Stückchen Tannens Holz, in welches vorher schon ein brauner kleiner Fleck gezeichnet war. Die erkrankte Färbung auf diesem Holz hatte 12 kleinen Durchmesser, da sie hingegen im Brennpunkt nur 1,7 Linien, demnach 7mal kleiner ist oder einer fast 70mal kleineren Fläche hat. Dieses demnach weniger dicker Licht plandere das Holz in Zeit von 1 bis 2 Minuten so an, daß es nicht nur schwarz wurde, sondern schon etwas glühete. Die Strahlen waren dinstlich in der Verhältnisse von  $12^2$  zu  $84^2$ , folglich 49mal, oder wenn wir die vom Glas aufgefangene Sonnen mit in Rechnung bringen, etwa 30mal dicker als die gerade auffallende Sonnenstrahlen. Setzen wir für diese, wie vorher (§. 160.) 62 Grade des Luftthermometers, so erhalten wir den 62. 31 + 1102 = 3066tes Grad, als die Wärme, so das Holz erhalten konnte. Eine Hitze, die wenig geringer als Newtons Holzstiel (§. 164.) ist.

## §. 363.

Man giebt die bloß optische Berechnung, daß bei dem Völkischen Brennpunkt das Sonnenbild 1 Zoll innerhalb des Brennpunktes einen Durchmesser von 31 Linien hatte. Der Durchmesser des Brennpunktes oder seine Oefnung war von 457 Linien. Demnach wärdes die Strahlen in Verhältnisse von  $31^2$  zu  $457^2$  oder 137mal, und zur Berechnung des vom Spiegel nicht zurück geworfenen Lichtes etwa 100mal dicker als die gerade auffallende Sonnenstrahlen gewesen sein, und folglich noch dreimal dicker als der meisten Brennglas 2 1/2 Zoll innerhalb des Brennpunktes. Dieses verewandelt, in Zeit von 1 bis 2 Minuten, Holz in Aschen.

Daß nun der Willkürige Spiegel 5 Zoll innerhalb des Brennpuncts dieses nicht nur nicht zertheilt, sondern auch die Wärme von 100sten Theilweilichen Grad herabgebracht haben soll, dieses zu erklären, müßten alle Umstände des Verlaufs des genannten bekannt seyn.

§. 364.

Ein Uebirchhausisches Brennglas von 48 Zoll oder 776 Linien Durchmesser soll nach Vorhergehender Angabe, mittelst eines Sonnenstrahls die Strahlen in einem Raum von 8 Linien Durchmesser, fastlich 512mal verdichtet haben. Da aber die Hülfe über die Hälfte der Strahlen ausströmen, so wird die Verdichtung wohl nicht über 2000mal gegangen seyn. Es ist aber dieses noch immer 5mal mehr als bey dem Willkürigen Brennpunct, (§. 360.) und so konnte die Hitze 25 bis 30mal stärker als die von Feuersteinen oder weisshändenden Eiden seyn. Man begreift dennoch, daß die Wirkungen 5mal stärker als bey dem Spiegel erfolgten konnten.

§. 365.

Da man den Brennglasern und Brennpuncten, mittelst beständiger Beobachtung eine sehr beträchtliche kleinere Defnung geben kann, so läßt sich die Wirkung der Sonnenstrahlen dadurch dergestalt vermindern, daß sie nur einen bestimmten Grad erhält, welcher eben hinreichend ist, eine gegebene Wirkung hervor zu bringen. Ich habe mich 1737 im Heuement Nachmittage um 5 Uhr, dieses Umstandes bedient, um zu sehen, welche Defnung einem Brennglas zu geben sey, damit dasselbe gerade hergerichtete, Papier von verächtlicher Weis anzufröhen. Ich bedeckte das Glas mit einem schwarzen Blau Papier, so weit es nöthig war, um dergestalt nachher die Größe der noch übrigen Defnung. Das Glas ist das im §. 177ten §. der Photometrie beschriebene. Der Versuch gab folgendes:

|                                                   |       |
|---------------------------------------------------|-------|
| Orange Defnung                                    | 1,00. |
| weißes Papier zu brennen                          | 0,66. |
| dickes Postpapier von gelbgrauer Farbe zu brennen | 0,38. |
| braunrothene Heß anzubrennen                      | 0,11. |
| dunkelblaues Postpapier anzubrennen               | 0,15. |
| schwarzes Papier anzubrennen                      | 0,09. |

Die Papiere und das Holz brennens nicht augenblicklich an, sondern erst, nachdem sie das Maximum der Erhitzung erreicht. Da die Sonne schon dem Untergange zustiehe, und im Sommer selbst an heißen Tagen, die Luft am Horizont nicht sehr durchsichtig ist, so sind die Strahlen durch die Luft schon sehr geschwächt worden. Aus der Rechnung ergiebt sich auch, daß sie durch das Glas, nach Weg der vom Glase noch angefangenen Strahlen (Photom. §. 520.), 110mal mehrmals verdichtet werden, um das schwarze Papier anzubrennen, da bey der Atmosphären eine 30malige Verdichtung schon würde hinreichend gewesen seyn. (§. 362.)

§. 366.

Die bekannteste Erklärung von dem ungewöhnlichen Brennpunkte, haben mehrere Gelehrte auf die Beobachtung gebracht, daß sie aus flachen Spiegeln nicht von vollkommenen gewesen seyn, und beinahe bei der Hr. v. Buff in sich sehr wegen vieler Krümmen gezeiget. Es ist auch überhaupt leicht zu begreifen, daß wenn die Sonnenstrahlen, nemlich vieler solcher Spiegel auf einem Flod gezeiget werden, dadurch ebenfalls eine vielfache Verdünnung der Sonnenstrahlen erhalten werden kann. An sich betrachtet, ist es auch gleich viel, auf welche Art die Verdünnung erhalten werde. Die Verdünnung solcher Spiegel gründet sich auf gewisse Eigenschaften der Parabel, die ich hier angeben werde.

§. 367.

Es sey  $aF$  die Axe,  $F$  der Brennpunkt der Parabel  $a c e$ . Ferner sey 11. Fig.  $a b$  die halbe Länge des Spiegels, auf dessen Mitte die Axe senkrecht steht. Man mache den Winkel  $b F c = b F a$ , so wird  $b c$  die Parabel in  $c$  berühren, und die Dreiecke  $a b F$ ,  $b c F$  werden einander ähnlich seyn. Man verlängere  $b c$  in  $d$ , so daß  $c d = c b$  werde. Sodann mache man den Winkel  $d F c = d F b$ , so wird  $d c$  die Parabel in  $c$  berühren, und die Dreiecke  $c F d$ ,  $d F c$  werden einander ähnlich seyn. Man verlängere wiederum  $d a$  in  $f$ , so daß  $f e = c d$  werde. Auf diese Art kann man von  $f$  eben so fortfahren, wie man von  $d$  fortgefahren hat, und so weit gehen, als man es dienlich erachtet. Zulien man die Strahlen in einer mit der Axe parallelen Richtung auf die Spiegel  $a b$ ,  $b d$ ,  $d f$ , &c. so werden sie von denselben in solchen Richtungen zurückfallen, die mit den aus der Mitte der Spiegel  $a$ ,  $c$ , &c. nach dem Brennpunkte  $F$  gehenden Linien  $a F$ ,  $c F$ ,  $e F$  &c. parallel sind. Den Beweis von der erst erwähnten Eigenschaft der Dreiecke, sehen man ebenfalls in reinen Orbis. Coroll. §. 7. Daß ferner  $a$ ,  $c$ , &c. die Brennpunkte der Spiegelhälften  $a b$ ,  $b d$ ,  $d f$  &c. sind, folgt aus der Construction. Man bleibe noch zu bemerken, daß auf jede der Spiegelhälften gleich viele Sonnenstrahlen fallen, und zurück fallen, (wenn nämlich keine oder wenigstens gleich viele in die Spiegel eintreten.) In diesem Ende wird es genug seyn, wenn ich zeige, daß  $\gamma$ . E. von  $c d$  eben so viel Licht zurück fällt als von  $d c$ . Man zeige aus  $d$  die Linie  $d \gamma$  senkrecht auf  $F c \gamma$ , und  $d e$  senkrecht auf  $F e e$ , so ist wegen der Gleichheit der Winkel  $c F d$ ,  $d F e$ , auch  $d \gamma = d e$ . Da nun die Strahlen von  $c d$  nach der Richtung  $c F$ , und die Strahlen von  $d e$  nach der Richtung  $e F$  zurückfallen, so ist  $d \gamma = d e$  das Maas derselben; und wegen des Einfall- und Rückfallwinkels, auch das Maas der einfallenden Strahlen.

§. 368.

Die Länge der Spiegel  $a b$ ,  $b d$ ,  $d f$  &c. so wie die Perpendicularen  $d \gamma$ ,  $d e$  &c. und der Parabel kann man nach Belieben gegen einander proportionell machen. Was aber die Breite der Spiegel betrifft, so bestimmt sie sich das

durch, daß man sich denkt, die Parabel werde um ihre Axe gedreht, und daß flammende Spiegel ein parabolisches Polyedrum vorstellen, welches die Linie  $a F$  zur Axe hat. Der Spiegel  $a b$  wird wenigstens als ein reguläres Sechseck ge-  
 scheinen. Man kann ihn auch mehrere Seiten geben. In jede Seite schließt sich ein Spiegel  $b d$  an, dessen Breite von  $b$  nach  $d$  zunimmt, weil der Punkt  $d$  weiter von der Axe absteht als  $b$ . Eben so schließt sich an jeden Spiegel  $b d$  ein Spiegel  $d f$  an &c.

## §. 169.

Da es bei den Brennsiegeln unbedarfen und hinderlich fällt, daß der Körper, den man dem Brennpunct aussetzt, den Spiegel beschaunt, so ist man bey dieser Zusammenfügungsort, nicht daran gebunden, dieses Hinderniß wegzulassen. Man kann die von  $a$  emittirten Spiegel allein behaltend, ohne die Parabel ganz um ihre Axe zu drehen. Ein schiefl abgehimmtes Sechß des Polyedri wird immer auch zum Brennen dienlich seyn. Was erhält noch überdies einen doppeltten Wertheil. Denn setzen  $p. E.$  die Spiegel erst bey  $f$  an, so wird die Brennweite  $f F$  größer als  $a F$  war. Und von den schiefl einfallenden Sonnenstralen wird den desto mehrere parial geuorfen. (Photom. §. 693—695.) Der ganz Spiegel wird übrigens auch dadurch merklich größer, wenn gleich viel Ebenen darauf fallen sollen.

## §. 170.

Man ist übrigens auch nicht daran gebunden, die Spiegel nach einer parabolischen Wirkung zu stellen. Man kann sie an ein flaches Brenntiegel mit Scheiben versehen, daß man ihnen die jetzmal erforderliche Krümmung geben kann. Diese Krümmung bestimmt sich ohne Mühe. Es sey  $A, B, C, D$  die Brennpuncte der Spiegelstücken,  $F$  die Mitte des Brennpunctes,  $a A, b B, c C, d D$  &c. die parallel einfallenden Sonnenstralen, die von den Brennpuncten  $A, B, C, D$  nach  $F$  parallelgemessen werden sollen. Mit diesen Ebenen zieht man  $F M$  parallel, und beschreibet aus  $F$  einen halben Kreis  $M E N$  von beliebiger Größe; so müssen die Spiegelstücken mit den Ecken  $M a, M b, M c, M d$  &c. parallel gestellt werden.

## §. 171.

Drey solchen aus ebenen Flächen zusammengesetzten Brennsiegeln, Heant 14. Fig. man eine Art von Halbhemmen vor. Es sey einer der Brennsiegel  $A B$ , so stellen  $C A c, D B d$  die Durchschnitte der Halbkugel vor, deren Spitze in  $A, B$  ist, und welche bey jeder Seite verlangen dieselben ganz anzuschließen. Die Zurückwerfung giebt diesen Halbkugeln die Lage  $L A l, M B m$ . Solche Kugel gedreht man sich als nach ständiger Krümmung von jedem Punkt des Spiegels ausgehend. Man er giebt es sich ohne Mühe, daß in dem Kreise  $A N B$ , so wie auch in dem Kreise  $M N l$  von allen Kreislern Licht ist. Insehalb dieser beiden Kreise fällt von desto weitzem Kreislern Licht hin, je näher man dem höchsten Lichte  $A L, B m$  kommt,

Dieser abschneidende Lich hat mit dem, was man Halbschatten nennt, eine vollkommenere Ähnlichkeit, und ist auch in der That eine Art von Halbschatten. N ist der Ort, wo durchaus nur Halbschatten ist, welcher in N die meiste Klarheit hat, und von N nach n, je immer dunkler wird. Sehr man demnach, der Brennpunkt der Spiegel ist in M lichte, so hat man eigentlich nur auf das Licht zwischen M l Richtung zu machen, weil dieses allein seine volle Größe hat. Ist der Körper, den man dem Brennpunkt aussetzt, größer als M l, so brennt die in L M, l m fallende scheinbare Strahlen, um den Körper auch außerhalb M m etwas zu erhitzen, und in sofern sich sie nicht ganz vereinigen. Die Klarheit in M l ist übrigens bei einem runden Spiegel in umgekehrter Verhältniß des Quadrats von F l, wenn F, l mitten im Halbschatten genommen werden. Doch Regt geht aber nur an, so fern F l weiter als N entfernt ist. Denn in A N N ist es aller Orten gleich hell.

## §. 372.

Will man aber für die Punkte M l die außerhalb N liegen, die Richtung zu machen, so stellt man sich vor, daß Auge sey in einem beliebigen Punkt g, und man bestimme, den wievielten Theil von der Sonne es im Spiegel sehen kann, welche Figur auch innen der Spiegel haben mag. Dessen Theil ist die Helligkeit oder Durchsichtigkeit der Sonnenstrahlen in g proportional. Käme halber kann man sich begnügen, den Punkt g in der Wärme zu nehmen, und für denselben die scheinbare Figur und Größe des Spiegels zu bestimmen. Man beschreibe sodann einen Circul, welcher die scheinbare Größe der Sonne nach eben dem Maßstabe verstelle, und zeichne die scheinbare Figur des Spiegels so, daß wenn sie nicht ganz in den Circul gebracht werden kann und übrig ist, die Ecken und Seiten so wenig als möglich hervorragen. Sodann rechne man nach, der wievielte Theil des Circuls bedeckt ist, und diesem ist die Helligkeit in g proportional.

## §. 373.

Die Brennspiegel und Brenngläser thun überhaupt die Wirkung, welche die Sonne selbst thun würde, wenn die Erde um so viel näher bey der Sonne wäre. Man getreibe sich die Deffnung des Brennglases oder Brennspiegels um so viel kleiner, als die Verhältniß der entfernenden zu dem durch oder durchfallenden Strahlen es erfordert. Man getreibe sich, das Auge sey im Brennpunkt, und man bestimme den scheinbaren Halbmesser dieser verminderten Deffnung. Würde nun die Erde der Sonne so nahe, daß ihre scheinbare Halbmesser eben die Größe hätte, so würde das Sonnenlicht eben die Wirkung thun, die das Glas oder der Spiegel bey der nicht verminderten Deffnung thut, und der Unterschied würde nur darin bestehen, daß die Wirkung der Sonne nicht in einem kleinen Brennpunkt eingekerkelt wäre, sondern sich über die ganze Erdoberfläche verbreiten würde. Dieser Unterschied hätte aber allerdings und in andern Absichten sehr viel auf sich.

## §. 374.

Indeß wollen wir uns eines runden Körper gedanken, der alle Hitze aufzunehmen fähig ist. Wie wolten ferner sehen, die Wärme eines demselben 60 Grade des luftthermometers Wärme geben. Würde man diesen Körper auf die Oberfläche der Sonne gebracht, so würde die Dichtigkeit der ankommenden Sonnenstrahlen in der Verhältniß des scheinbaren Sonnenalters zu halben Tagefläche vermehrt. Was sehe den Durchmesser der Sonne von 32 Minuten eines Grades, so wird bekanntes Verhältniß, wie das Quadrat des Sinus von 3 Minuten zum Quadrat des Sinus von 45 Graden, folglich wie 1 zu 92319 sein. Diese Zahl mit der 60 Grade des luftthermometers multiplicirt, giebt 5337.60 Grade, eine 100 bis 1400mal größer Höhe als die von stehenden Luft. (S. 92.)

## §. 375.

Dies ist das Licht des Vollmonds 500000mal schwächer als das Sonnenlicht. (Phetex. §. 10. 8.) Wenn demnach der Himmel rund herum nicht mit Vollmonden besetzt wäre, so würden von der 5337.60 Graden nur der  $\frac{1}{500000}$ theil Theil, demnach nur 11 Grade Wärme dadurch entstehen. Es würde auch in einer solchen Nacht, da der Himmel mit lauter Vollmonden besetzt wäre, nicht viel oder noch weniger Hitze sein, als es unter Tagem bei hellem Himmel ist, wenn eine einzelne kleine Wolke vor der Sonne steht. Denn bei hellem Himmel sehe man den Mond unter Tagem nicht immer, wenn gleich derselbe über dem Horizont ist, und ziemlich volles Licht hat. Der Himmel ist also um weitaus heller als der Mond, weil seine Klarheit, die vom Monde unempfindlich macht. Man habe ich bereits (§. 337.) angedeutet, daß ein so heller Himmel ein Thermometer um 4 Grade kein steigen machen, was es an der Sonne steigt, demnach eine 20 Grade des luftthermometers. Dieses ist also fast doppelt mehr als die erste fandene 11 Grade von einem mit lauter Vollmonden besetzten Himmel.

## §. 376.

In Aufhebung der Brennfläche und Brennzeitel stellt man noch ein Hinderniß, welches hier zu betrachten ist. Was kann es nemlich von ganz kugelförmiger Figur größer oder kleiner machen, und dann wird auch das Sonnenbild in gleicher Verhältniß größer oder kleiner. Die Heiligkeit aber bleibt unerleht. Man hat die Erfahrung längst schon gesehen, daß dieser gleichen Heiligkeit unerachtet, das größtenteils Wärme Höhe gerade als das kleinere. Und dieses ist der Grund, warum man auf Verfestigung größerer Brennzeitel und Brennflächen Bedacht nehmen sollte, wenn man stärkere Wirkung hervorbringen wollte.

## §. 377.

Es kommt hierbei viel auf die Größe der Körper an, die man in den Brennpunkt legt, weil die Wärme sich so, wie sie von den Sonnenstrahlen erzeugt

wird, sich von dem Ort, wo die Strahlen auffallen, durch den ganzen Körper vertheilen, und dadurch fließt sich die Wärme weniger und langsamer aus. Man sammelt ein kleines Brennglas weniger Strahlen, wenn es sie auch gleich nicht zu sammeln bringt. Demnach ist auch aus diesem Grunde die Erhitzung geringer und langsamer. Was beyzufl. daher, daß ein größeres Brennglas eine kleinere Kugel schmelzen kann, da ein kleineres kaum ein kleines Stück schmelzt. Das Maximum der Verdünnung ist  $n = 7$  (§. 270.) Hier ist nun  $n$  in gerader Verhältniß der Dichtigkeit der Sonnenstrahlen und der Größe des Brennendes, und in umgekehrter Verhältniß des Raumes den der Körper einstrahlt.  $\gamma$  aber in gerader Verhältniß dieses Raumes und in umgekehrter Verhältniß der Oberfläche des Körpers, (§. 260.) folglich ist  $n = \gamma$ , wie die Menge der ausfallenden Strahlen durch die Oberfläche des Körpers getheilt. Die Farbe und die Materie des Körpers kommt hier ebenfalls in Betrachtung, wie bey dem grade auffallenden Sonnenlicht. (§. 274. 281.)

## §. 378.

Das Sonnenlicht ist nun auch das einzige, welches in Rücksicht auf die Erhellung in Betrachtung kommen kann. Das Nothdicht ist, wie wir erst gesehen haben, (§. 375.) viel zu geringe, weil der ganze Himmel mit Nocturne besetzt, nur 11 Grade des Lichtherrausens Wärme hervorbringen könnte. Das Licht anderer irdischen Feuer ist kaum mehr so hell als das Nocturne, wenn beide mit bloßem Auge angesehen werden. Dieses folgt aus dem in 2075118 §. der Phänomene beschriebenen Versuch, wo jedoch wegen eines Nachsehens 1. 291. anstatt 2. 3 zu lesen, und das folgende demnach zu verbessern ist, da schon die letzte Größe  $L: C = 1: 2, 167$ , oder das durch die Luft ausgegangene Nocturne mingerdicht,  $L: C = 1: 1, 2$  sein wird, so daß die Hellheit eines Lichtes mit Augen gesehen, nur  $\frac{1}{2}$  heller ist als das Nocturne, außer der Atmosphäre erscheinen würde. Bey dem irdischen Feuer haben wir demnach dessen Wärme nicht als Licht, sondern eigentlich als Wärme zu betrachten, weil das Licht desto zu wenig Wärme giebt, als daß es sich der Wärme löset, daraus Licht zu nehmen. Dieses ist auch aus der gemeinen Erfahrung bekannt. Man hält ein sehr durchsichtiges Glas vor das Gesicht, so ist man gegen das stärkste Camelfeuer geschützt, so lange das Glas nicht selbst nach und nach erweicht wird. Ich habe mit einem großen Brennglas das Bild eines starken Menschen auf die Hand setzen lassen, und nicht die geringste Wärme dabei empfunden, wiewohl es mir übrigens vorkam, daß wenn ich die Hand schnell an den Ort des Bildes hielt, ich einen von dem auffallenden Lichtstrahlen herrührenden sehr schwachen Stoss empfunden habe. Das Glas, und eben so auch andere durchsichtige Körper, sondern demnach das Licht des irdischen Feuers von dessen übrigen Wärme ab, weil sie das Licht theils zurück werfen, größtentheils aber durchfallen lassen, ohne daß Zeit darüber verziehe. Undurchsichtige Körper nehmen ebenfalls die Wärme lange nicht



so geschwinde an, als sie den nicht zurückfallenden Theil der Lichtstrahlen in sich aufnehmen. Dieses geschähe augenblicklich, wäre sehr langsam.

§. 379.

Da demnach die Wärm auf die Körper fallende Wärme von denselben zurückgeworfen wird, so kann man mit Brennspiegeln erproben, was mit Brennspiegeln nicht angeht. Man hat auch nach Tabao Bericht längst schon in Wien den Versuch angestellt, daß man die Hitze eines Kohlenfeuers mit einem großen Brennspiegel von 18 Zoll Weite zusammenfassung, und in der Entfernung von 20 bis 24 Fuß auf einem kleinen Spiegel von 9 Zoll Weite wieder richtete, welcher die Wärmestralen wiederum dergeßalt sammelte, daß Zucker, und mit denselben ein Schwefelsäuren angezündet werden konnte.

§. 380.

Es sey solche zwei Spiegel  $AEB$ ,  $CFD$ , und  $EFH$  vom gemeinschaftlichen Scheitelpunkte  $E$ . Die Kohlenfeuern in  $K$ , und wenn wir, Körper halber, das Feuer den selben als sphärisch ansehen, so wird die Linie  $EC$  den halben Durchmesser  $KL$  bestimmen, welcher gerade groß genug ist, damit alle von dem Spiegel  $AB$  zurückgeworfene Wärmestralen auf den Spiegel  $CD$  fallen, die ausgenommen, welche das Kohlenfeuer selbst wieder auffängt, weil es im Wege steht. Ferner messen die Linien  $AC$ ,  $BD$  verlängert bey  $H$  in die Axe, und  $EC$  verlängert, bestimmen den Halbmessert des vom ersten Spiegel  $AB$  in  $H$  gemachten Bildes  $HG$ . Wenn nämlich der Verhältnißmaßstab der Strahlen, die der Spiegel  $CD$  zurückwerft, in  $M$  ist, so giebt die Linie  $GFN$  den Halbmessert dieses Bildes  $MN$  an. Ueb die Verzeichnung, der vom Spiegel  $AB$  zurückgeworfene Strahlen, wird nach der zweiten Zurückwerfung so ziemlich, wie  $MN^2$  zu  $AK^2$  seyn. In dieser Verhältnisse würde demnach die Erleuchtung in  $M$  größer als die in  $K$  seyn, wenn die Strahlen auf dem zweiten Spiegel  $AB$  mit gleicher Dichte gefallt ankämen. Da sie aber am Rande weniger dicht auffallen, weil die Entfernung größer ist, so geht um so viel ab, als diese Verminderung ausmacht. Die Erleuchtung in  $K$  ist man aber geringer als unmittelbar am Kohlenfeuer, und zwar in Verhältniß vom Quadrate des Halbmessert zum Quadrate des Sinus von  $KEE = CEF$ . (§. 141.) Wenn man die glühende Kohlen in einer eisernen Glaspfanne in  $K$  gestelt werden, wie es bey Tabao Bericht deutlich gesehen, so wird dem vorigen beschriebenen Versuche faste, die Erleuchtung nicht an der Glaspfanne, nur etwa 1265 Theile des luftthermometers betragen haben, (§. 351.) und so mag die Erleuchtung in  $K = 1265$ . Sin  $CEF^2$  Theil,

und die in  $M$  geringer als

$$1265 \cdot \text{Sin } CEF^2 \cdot \left(\frac{AK}{MN}\right)^2$$

gemessen seyn.

D 1

§. 381.

Von D. des Versuchs war zum  $CD = \frac{1}{2} AB$ , wenn man nämlich die beide Spiegel haben eine ähnliche Figur gehabt. Von dieser Voraussetzung wird sodann zunächst angesetzt  $GH = AK$ , und  $KM = MH$ ; Was wegen der großen Distanz beider Spiegel kaum ohne merklichen Fehler

$$MN = \frac{GH \cdot MF}{EM} = \frac{AK \cdot MF}{EM}$$

und

$$\text{Ein } CEF = \frac{AK}{2 \cdot EM} = \frac{CM}{EM}$$

betrach die Erweichung in M

$$= 1165 \left( \frac{CM}{MF} \right)^2$$

gestellt werden. Wenn demnach  $CM$  gerade nur so groß als  $MF$  oder der Bögen  $CFD$  von ungefähr 60 Graden war, so wird die Erweichung in  $M = 1165$  Grad, oder so groß als dicht an der Stahlfaser gewesen sein. Es geht aber aus vorigen erwähnten Grunde davon etwas ab, und überdies mag auch noch ein was abgehen, weil eben nicht alle auf die Spiegel fallende Wärmestrahlen davon zerfließen. Denn die Spiegel selbst werden nach und nach etwas erweichen, und da ist hier genug, daß die hinwärtige Wärme, die eben nicht geringe ist, nicht so der zerfließgewesenen gerechnet werden kann. Es kann man hinwärtens auch sein, daß  $CM > MF$  gewesen. Da war aber die Unmöglichkeit des Versuchs nicht hinreichend bekannt, so laß ich es daher bemerken, daß man aus diesem nur beschließigen Ueberblich noch deutlich sehen kann, daß der Erfolg des Versuchs sehr wohl möglich gewesen.

§. 382.

16. Jun.

Vom 6ten April 1777. that ich einen heißen papierenen Cylinder DHIE und zwei Thermometer A, F G, so, daß alle die Stahlfasern in K L gestellt wurde, die Distanzen  $CA = CB = 3$  Zoll,  $CF = 12$  Zoll waren. Die Stahlfasern war die im §. 371. gebraucht, sie war aber dießmal mehr und mit sehr feiner Stahle angefüllt, ehe sie in das Innere gebracht worden. Die Wärme der Glüh hatte mit den Thermometern gleiche Höhe. Ich stieg hierauf an, das Stiegen beider Thermometer, und beobacht das Maximum zu beobachten. Welche waren Anfangs beym 14. 6ten Reaumurischen Grade. Das Thermometer A stieg bis zum 21. 50m, und das Thermometer in F bis zum 20. 8 Grade. Diese Grade nach der Zeit (§. 140.) auf Grade des luftthermometers reducirt, sind 1067, 1094, 1144. Es war also die Erweichung von A = 77 Gr. Die von F = 27. Demnach mußte das Thermometer A fast 3mal mehr Wärme als das Thermometer F.

## §. 383.

Man ist wegen der gleichen Entfernung die Dichtigkeit der Wärmestrahlen in B eben so groß als in A. Wenn ferner der Cylinder alle durch die Oeffnung D E auf seine innere Seite fallende Strahlen zurückwirft, so würden durch H I eben so viele herausströmen als durch D E hineingekommen sind. Damit aber würden auf das Thermometer eben so viele Wärmestrahlen gefallen seyn, als wenn es in B oder auch in A gestanden hätte. Es hätte demnach eben so viel als das Thermometer A erhitzen werden müssen. Der Versuch giebt aber, daß es fast 3mal weniger Wärme empfängt. Der Diameter des Cylinders war 17 Linien, seine Länge 4 Zoll. Daraus folgt, daß ungerichtet mehrere Strahlen gerade durchgingen, dagegen auch mehrere parabolisch geworfen wurden, und schließlich doppeltim Verfall litten. Uebrigens war der Cylinder innen nicht geschliffen, und so mag dieses ein Grund mit gewesen seyn, warum weniger Wärmestrahlen zurück fielen. Ich hatte auch den Cylinder mit einem papiernen Kande umgeben, damit er nicht von außenher erhitzen werden sollte.

## §. 384.

Ich habe nun oben (§. 271.) gezeigt, daß das Maximum der Wärme n 7, welches ein vor dem Feuer stehender Körper erhält, von demselben nach eben der logarithmischen Linie erhalten wird, nach welcher er es in einer Last erhalten würde, welche die Wärme n 7 hält. Der Körper erhält demnach in beiden Fällen in gleicher Zeit gleich viel Feuertheilchen, und der Unterschied ist nur, daß er sie am Feuer bloß an der gegen das Feuer gehaltenen Seite, in der Luft aber durch seine ganze Oberfläche erhält. Da nun dessen ungerichtet ihre Menge gleich ist, so folgt, daß die Feuertheilchen im ersten Fall dichter anfallen als im letztem Fall. In beiden Fällen werden aber von der Oberfläche mehrere der auffallendsten Feuertheilchen zurück geworfen. Es ist dieses also ein Grund mit, warum ein kalter Körper die Wärme der Luft langsam annimmt.

## §. 385.

Man ist überhaupt der Meinung, daß die Wärme in einer innern Bewegung der Feuertheilchen bestche, und ihre Kraft mehr durch Stoßen als durch bloßes Drücken laßet. Der Druck würde auch ja mehrern Wirkungen des Feuers viel zu unthätig seyn. Diese innere Bewegung gedente ich mir nun aber nicht, wie wenn sie in dem Innern der Feuertheilchen selbst wüde, sondern als eine bloße Fortsetzung der Bewegung, die die Feuertheilchen einmal erhalten haben. Die dieser Bewegung dringen sie in die Körper, stoßen an deren innern Theilen, wie allen Winden an, werden von denselben zurückgestoßen, und kehren sodann wieder an andere an u. und so circuliren sie mit unabhägigen Westungen im Körper herum, bis sie etwa an dessen Oberfläche stoßen, und von da herausströmen, wegzugehen aber auch andere wieder herein kommen.

## §. 386.

Obz dieſe Vertheilungart kann man ſich nun durch einen Körper eine nach Andern gezogen Ebene denken, und es wird folgen, daß wenn die Kör- per in allen Theilen gleich warm ſind, in jedem Theiltheilchen, gleich viele Feuer- theilchen durch die Ebene hin und her gehen. Man denke ſich nun ſerner, die Wärme ſey auf beider Seiten der Ebene ungleich, aber ſie werde auf der Seite A mit einermaße geringer gemacht; ſo werden zwar in dem erſten darauf folgenden Theiltheilchen  $d \times$  auch eben ſo viele Feuertheilchen  $d y$  aus B gegen A durch die Ebene gehen. Hingegen gehen nun aus A nach B nicht mehr ſo viele, ſondern nur  $d e$ , weil ihrer Dichtigkeit in A von  $y$  auf  $e$  herabzu geſetzt werden. Die Seite B verliert alſo wirklich  $d y - d e$  Feuertheilchen, die nicht mehr wieder er- ſetzt werden. Seht man, die Ebene ſey ſo gezogen, daß ſie den Körper in zwei gleiche Theile theilt, ſo wird auch die Menge der Feuertheilchen wie  $y$  zu  $e$  ſeyn. Da demnach in dieſem Fall  $d y : d e = y : e$  iſt, ſo folgt, daß  $d y - d e$  dem Ueberſchuſſe  $y - e$  proportional ſey. In hingegen A größer, ſo wird B die Feuertheilchen  $d y - d e$  eben ſo wie vorher verlieren, ohne daß ſie wieder erſetzt werden. Da aber dieſe in A ſich durch einen größern Raum ausbreiten, ſo wird ihrer Dichtigkeit dadurch vermindert, und dieſes geſchehe für die folgenden Theilthei- chen eine andere Vertheilung der Wärme nach ſich. Dieſe Betrachtung giebt nun an, daß die Feuertheilchen, um welche die Wärme von B wirklich vermindert wird, nicht die einzigen ſind, die aus B in A übergehen, ſondern auch die, ſo mehr herüber gehen als wieder zurückkommen. Daß dieſe Art inſehen wir das von Lavoisier ſchon gebrauchte Verſuch (§. 351.) klarer ein, als wenn Martine es aus dem der Geſchwindigkeit proportionalen Widerſtande herleiten will. (§. 253.)

## §. 387.

Man denke ſich nun J. C. eine Thermometerugel, die halb in Waſſer geſteckt wird, und halb in der Luft ſey. Waſſer und Luft haben gleiche Wärme, die Kugel aber ſey wärmer, und zwar in allen Theilen gleich warm, ſo daß gegen alle Theile ihrer innern Oberfläche gleich viele Feuertheilchen anſehen. Da nun das Thermometer im Waſſer  $\frac{1}{2}$  bis 10mal geſchwinde erlöſcht als in der Luft, ſo müſſen von den gegen die der Luft ausgeſetzte halbe Oberfläche anſehenden Feuer- theilchen  $\frac{1}{2}$  bis 10mal weniger durchgehen, als von denen, ſo gegen die vom Waſ- ſer bedeckte halbe Oberfläche anſehen. Man ſehen gleich viele an. Demnach müſſen von der erſten Hälfte mehrere wieder zurückprallen als von der andern. Hieraus hat die Wärme mit dem Licht einige Aehnlichkeit. Es fällt J. C. von der innern Oberfläche eines Glases mehr Licht zurück, wenn man das Glas in der Luft hält, als wenn dieſe Oberfläche auf dem Waſſer liegt. Man hat, um dieſes ja erklären, die anſehende Kugel zu Hilfe genommen, und mittelſt deſſelben wird man das Zurückprallen der Wärme wenigſtens eben ſo gut erklären können. Dieſes

Zurückstrahlung der Wärme habe ich übrigens bereits (§. 310.) bey Anlaß eines Verſuches Erwähnung gethan, der nicht anders, als unmißlich beſtimmen ſich mußte von ſelbſt.

## §. 336.

Es erſchiet ſich man als eine fernere Folge von dieſen Betrachtungen, wann man bey dem Erwärmten und Erhitzen der Körper nicht die absolute Wärme  $y$ ,  $z$ , ſondern nur der Ueberſchuß  $y - x$  in Betrachtung kommt. Denn wenn von dem Körper B, der die Wärme  $y$  hat, die Feuertheilchen  $d$   $y$  in den Körper A übergehen, deſſen Wärme nur  $x$  iſt, ſo gehen aus dieſem in jenen nur  $d$   $x$  Feuertheilchen, und da iſt  $y: d$   $y = x: d$   $x$ . Und die Feuertheilchen, die der Körper B wirklich verliert, ſind nicht  $d$   $y$ , ſondern nur  $d$   $y - x$ . Und dieſe ſind in Verhältniß, nicht von  $y$ , ſondern von  $y - x$ . Und dieſes geht ſo weit, daß ſelbſt die in vorſtehenden Hauptſtück betrachtete Ausbreitung der Wärme, die ſich nach dem Quadrate der Distanz richtet, nicht die Wärme  $y$ , ſondern nur den Ueberſchuß  $y - x$  betrifft. (§. 347.) Dieſes macht nun aber, daß man, Körper halber, ſich begnügen kan, die Feuertheilchen  $d$   $y - x$  allein als ſolche anzufehen, die aus B in A übergehen, daſem man nicht beſondere Gründe hat, ſowohl  $d$   $y$  als  $d$   $x$  an und für ſich zu betrachten. Ich habe mich im vorſtehenden auch immer dieſe abgekürzte Note drücke bedient; und überdieß noch vom Gleichgewichte geſprochen, ſo eſt  $d$   $y - x$  geſetzt werden mußte, weil allerdings, wenn  $d$   $y = d$   $x$  iſt, die von der Wärme gen Anſehen und Zurückſtrahlen der Feuertheilchen herrührende Wirkungen einander gleich ſind, und ein immer wiederkehrendes Stufen, die Stelle einer in einem ſtandhaltenden Zuſtand verweilen kann.

## Drittes Hauptſtück.

Verbindung der Ausbreitung mit dem Zurückſtrahlen der Wärme.

## §. 339.

Das eſt erwählte Zurückſtrahlen eines Theiles der Feuertheilchen von der inneren Oberfläche der Körper, hat nun in Anſehung der Ausbreitung der Wärme, die ſich nach dem Quadrate des Abſtandes richtet, einen beſondern Erfolg, ſo eſt der Körper von nicht unendlicher Größe iſt. Man ſiehe, um dieſen Erfolg ſogleich durch ein Verſuch zu erklären, einem Körper in den Drennpunct einer Drennglaſe, ſo daß das Sonnenbild nur auf einem kleinen Theil ſeiner Oberflähe treffe: ſo wird eigentlich nur dieſe Theil unmittelbar erwärmt. Von da

an breitet sich aber diese Wärme in dem Körper nach allen Seiten aus, und wird, in sofern in ungleichem Verhältnisse des Quadrats der Distanz schwächer. Auf diese Art würde es auch im kugelförmigen Körper, wenn der Körper unendlich groß wäre. Da wir aber denselben von endlicher Größe setzen, so fließt endlich die sich ausbreitende Wärme an die innere Oberfläche des Körpers an. Ein Theil mag zurückbringen, aber der größere Theil geht von da wieder zurück, bis er wiederum irgend an die innere Oberfläche anfließt, wo sodann auch eine ein Theil durchgeht, der ebenen Theil zurückfallen v. Ich kann überigens noch mehr beweisen, daß auch hier immer nur, nicht von  $d y$ , sondern von  $d y - d e$  (§. 283. 289.) die Rede ist. Auf diese Art verhält sich demnach die Ausbreitung des Vermögens in dem Körper gebrauchte Wärme durch denselben zurück, daß das Quadrat der Distanz aufhöret, in Betrachtung zu kommen, ungefähr eben so, wie ich vorher (§. 283.)

14. In der Anfangung des Galileus D H I E sagte, daß wenn in denselben alle Wärme zurückgefallen, durch H I so viele Zentnertheile herauszuführen würden, als durch D E herein kommen.

## §. 290.

Ich sagte erst, das Quadrat der Distanz bleibe auf in Betrachtung zu kommen. Dadurch versteht ich nicht, daß es von einem Augenblicke an, aufhöre. Die Zurückfallungen, und besonders die ersten, müssen bereits vorgegangen seyn. Es zeigt aber der vorher (§. 287.) erwähnte Versuch (§. 310.), daß sich in kleinen Körpern dazu oft mehrere Minuten erfordert werden, wenn die Vertheilung der Wärme endlich so geschähe soll, daß die Erhaltung logarithmisch erfolgen thut. Die Bewegung der Wärme in diesen Körpern ist gewiß langsam.

## §. 291.

Wenn die Wärme nicht durch einen Theil, sondern durch die ganze Oberfläche des Körpers in denselben eintritt, so dringt nicht nur in gleicher Zeit mehr Wärme ein, sondern die Vertheilung im Körper geht auch geschwinder von statten. Denn wenn  $\frac{1}{2}$  E. der Körper kugelförmig ist, so wird in jeder entsprechenden Schale die Wärme in denselben gleich vertheilt, und größer seyn, wenn sie dem Mittelpunkt näher ist. Da es ja vortheilhaft seyn würde, die Vertheilung der Wärme nach allen Zurückfallungen zu beschleunigen, so habe ich nur die gerade fortgehende Wärme berechnet, und habe, daß wenn der Halbmesser der Kugel =  $r$ , und der von einer beliebigen Schale =  $r$  gesetzt wird, die Wärme dem Ausdrücke

$$\frac{1}{r} \log \frac{1 + 2r + r^2}{1 + r^2}$$

proportional, und daher im Mittelpunkt etwa zweimal größer als am Rande ist. Wenn nun immer mehrere Wärme von außen in den Körper eindringt, so fließt sie sich in denselben auf, bis endlich eben so viele Wärme aus denselben heraus geht, als eintritt, und so wird der Körper endlich in allen Theilen gleich warm,

so daß durch jede Pore, die man sich durch den Körper gezogen denken, in gleicher Zeit gleich viel Wärme hin und her geht.

§. 392.

Diese Betrachtungen dienen nun einzusehen, wie die verschiedene einander entgegen stehende Gesetze der Porosität, des Zusammen besetzen. Das Zurückpressen von der innern Oberfläche ändert die Richtung und weiset die Wärme mit demselben gegen den Ort zurück, wo sie hergekommen war. Die Ausbreitung nach dem Quodam der Difflon geht also nur so weit als die Wärme noch nicht zurückgeworfen wird. Sobald aber dieses geschieht, kehrt das freier Ausbreiten auf, weil die Oberfläche des Körpers denselben Ziel setzt, und erlaubt alle Wärme frei durchzulassen, geradlinig den größten Theil zurückweiset. Und hierbei geschieht alle Bewegung der Wärme deswegen, weil vom Ältern Ort wo nicht Feuertheilchen gegen den wärmern sehen als von diesem gegen jenen. Was also aus dem wärmern Ort mehr wegstößt, geht denselben ab und fällt dem Ältern zu. Hieraus folgt die Ausbreitung nach dem Quodam der Difflon, so fern diese nicht durch das Zurückpressen von der Oberfläche eingekerkert und gehindert wird. Aus allem diesem folgt ebenso die Vertheilung der Wärme, die per einseitigen Erwärmung und Vertheilung die schickliche ist. (§. 318.)

### Viertes Hauptstück.

#### Die Geschwindigkeit im Fortgange der Wärme.

§. 393.

Die durchsichtigen Körper haben das besondere, daß sie dem Licht einen geraden Durchgang verhüten, sobald dasselbe einmal durch ihre Oberfläche hindurch ist. Dieses findet in Ausbreitung der Wärme nicht statt. (§. 378.) Sie dringt langsam in die Körper, und nimmt dazwischen den Weg, den die Feuertheilchen offen lassen, das will sagen, nach allen möglichen Richtungen, und Zurückpressungen von den Theilchen der Körper nach allen Umständen. Dieses macht nun, daß wenn von der Geschwindigkeit, mit welcher die Wärme sich fortfließt, die Rede ist, eine mittlere Geschwindigkeit muß verstanden werden. Es sey C A die Richtung, nach welcher die Fortpflanzung geschieht, und zugleich auch die Geschwindigkeit der Feuertheilchen. Da nun diese sich nach allen Gegenden bewegen, so ist offenbar, daß einem Feuertheilchen, dessen Richtung und Geschwindigkeit C M ist, eigentlich nur die Geschwindigkeit Q M zugeordnet werden könne, weil es sich von dem Durchschnitt B C D in gleicher Zeit nur um Q M entfernt. Man setze nun C A = 1, M C A =  $\varphi$ ; so ist Q M =  $\cos \varphi$ . Man ist 2 u. in  $\varphi$ , daß die Menge der Feuertheilchen, welche die Geschwindigkeit Q M =  $\cos \varphi$  haben, selblich 2 u. ist.  $\cos \varphi$ . d. d. die Summe ihrer Geschwindigkeiten, und demnach, wenn man integrirt und  $\varphi = 90^\circ$  setzt, die ganze

7. 296.

Summe  $= w$ . Dief durch die ganz Summe der Feuertheilchen  $z = f$  sich  $d$   $C = z = w$  zertheilt, giebt die verlangte mittlere Geschwindigkeit  $= \frac{1}{2}$ , füglich gerade die Hälfte der absoluten Geschwindigkeit  $C A = 1$ .

S. 394.

Aus der gemachten Entdeckung ist mir ein einziger Umstand bekannt, wo die Geschwindigkeit, wenn Kälte und Wärme in der Luft sich fortzupflanzen, einziger maßen geschähe werden kann. Dieser Umstand eriget sich im Winter, wenn man in der warmen Stunde ist und eine Thüre geöffnet wird, auch eine Weile offen bleibt, wie es z. E. geschieht, wenn mehrere Personen zugleich herein kommen oder heraus gehen. Wenn man in der Stunde von der Thüre weg ist, so wird eine oder mehrere Stunden Zeit vergehen, ehe man besonders an den Häfen die ankommende Kälte zu empfinden anfangt. Eigentlich geht die Wärme heraus, und zwar erstlich zunächst von der Thüre, sodann auch von den andern Orten des Zimmers. Die Empfindung ist erstlicher, je mehr die Stunde warm und die Luft desto feuchter ist. Ich erinnere mich aber nicht, daß daher eine Veränderung in der Geschwindigkeit erfolge, wenn die Kälte eintrifft, oder eigentlich je mehr, die Wärme sich heraus zieht, wenn nicht etwas der Wind dazu kommt.

S. 395.

Der nachherm Jafere ließ ich mir von überzimmern Nische eines auf bey  
 21-<sup>ten</sup> dem Seiten ausgehogenen Cylinders  $a B E I g H D c$  machen, und an der einem  
 Beugung eine Scheidewand  $B D$  einziehen, damit ich z. E. in den Arm  $a B D c$   
 warmes, und in den andern Theil kaltes Wasser gießen konnte, ohne daß sich bey  
 des mit einander vermengte. Die Scheidewand  $B D$  war ebenfalls von dünnem  
 Nische, damit die Wärme leichter aus dem warmen Wasser in das kalte überge-  
 hen konnte. Der Diameter des Cylinders war von 21 $\frac{1}{2}$  Linien gleich,  $a B =$   
 $f E = 54$  Linien, und  $B E = 102$  Linien, und die Beugungen rechtswärtliche.  
 Als die Nische auf dünnem Nische wagrecht stand, goß ich den Theil  $B D H G F E$   
 voll Wasser bis in  $G F$ , etwa 6 Linien unter  $g f$ , und bring ein Messersches  
 Messersches Thermometer  $T K$  in dasselbe, so daß die Kugel  $z$  Zoll tief im Wasser  
 war. Die Kugel  $K$  betrug genau 7 Pariser Linien, und damit war ihre Ver-  
 mög. Substanzgrenze in der Luft von oben so viel, nemlich 7 Linien hoch. (S. 261.)  
 Ich ließ sie auch, vermittelst eines betrogen angestrichen Versuches von etwa  
 45 Sekunden.

S. 396.

Als nun das Thermometer den Grad der Wärme des Wassers anzeigete  
 was hieß, und 22,8 Ge. zeigte, ließ ich in den Theil  $a B D c$  siedendes Wasser  
 gießen, bis in  $A B$  ebenfalls etwa halbes Zoll unter  $a c$ . Diefes geschähe den  
 2ten Decemb. 1777. Nachmittags, als die Probefolge, vor welcher der Cylind-  
 er stand 2 Uhr 49 Minuten zeigte. Von dem Augenblicke an gab ich genau auf das



Thermometer Abzug, um zu sehen, ob ich den Zeitpunkt bemerken konnte, da es zu steigen anfing. In den ersten 27 Secunden war nicht das geringste zu merken, dann aber stieg es einem  $\frac{1}{2}$  Grad höher zu stehn, und zu Ende der ersten Minute war es  $\frac{1}{2}$  Grad gestiegen. Bei 28 an aber stieg es plötzlich, so daß es in 30 Secunden schon 3 ganze Grade höher war. Ich sehe hier es zu beobachten, und beobachte mit einem andern kleinen Thermometer die Wärme, die in A B unter der Oberfläche des Wassers noch übrig war. Ich tauchte es schnell ein, und bemerkte das Maximum seines Steigens, welches notwendig der Wärme, die das Wasser abgibt, gleich ist. Dieses Einsetzen wieder habe ich jedesmal von neuem. Denn wenn ich es davor hätte hängen lassen, so würde es immer etwas mehr als das nach und nach erkaltende Wasser gelitten seyn, wiewohl, da die Erklärungs-Verhältnisse dieses Thermometers im Wasser kaum eine halbe Linie ist, der Unterschied nicht sehr groß würde gewesen seyn.

§. 397.

Die beobachteten Grade sind nun folgende:

| Zeit.<br>St. | Grade in<br>K. | Grade un-<br>ter A. C. | Zeit.<br>St. | Grade in<br>K. | Grade un-<br>ter A. C. |
|--------------|----------------|------------------------|--------------|----------------|------------------------|
| 2 49         | 0              | 12, 8                  | 3 7          | 0              | 20, 4                  |
| 37           |                | 12, 85                 | 8            |                | 20, 3                  |
| 50           | 0              | 12, 9                  | 9            |                | 20, 2                  |
|              | 30             | 15, 9                  | 10           |                | 20, 15                 |
| 51           | 0              | 17, 3                  | 13           |                | 37, 5                  |
|              | 30             | 18, 3                  | 15           |                | 19, 9                  |
| 53           | 0              | 18, 9                  | 16 30        |                | 31, 0                  |
|              | 30             | 19, 5                  | 20           |                | 19, 8                  |
| 55           | 0              | 19, 8                  | 25           |                | 19, 5                  |
|              | 30             | 20, 0                  | 28 30        |                | 27, 5                  |
| 54           | 0              | 20, 15                 | 30           |                | 19, 3                  |
| 55           | 0              | 20, 4                  | 35           |                | 18, 9                  |
| 56           |                | 20, 6                  | 43           |                | 22, 0                  |
| 57           |                | 20, 7                  | 45           |                | 18, 6                  |
| 58           |                | 20, 7                  | 55           |                | 18, 1                  |
| 59           |                | 20, 8                  | 4 13         |                | 17, 4                  |
| 3 0          |                | 20, 8                  | 13           |                | 18, 9                  |
| 1            |                | 20, 7                  | 15           |                | 16, 85                 |
| 2            |                | 20, 7                  | 58           |                | 15, 7                  |
| 3            |                | 20, 65                 | 7 26         |                | 13, 2                  |
| 4            |                | 20, 6                  | etc.         |                |                        |
| 5            |                | 20, 55                 |              |                |                        |
| 6            |                | 20, 4                  |              |                |                        |

§. 398.

Da das Thermometer T K, so klein auch sein Erfüllungs-Substratum im Wasser ist, die Wärme desselben nicht augenblicklich ganz anwimmt, so zeigt es auch, jauch in den ersten Minuten, die Wärme des Wassers nicht. Diese muß demnach erst aus dem Einigen des Thermometers gelahdet werden. In die-  
 97-100. sem Uebe mag ich die Zeiten auf die Abtheilung A C, und richte die Grade des Thermometers als Ordinaten auf. Durch deren Zusammenhang ließ sich schon die frumme Linie A B M D ziehen, deren Ordinaten demnach das Strigen des Thermometers vorstellen. Willst dufer frimmen Linie war von eine andere A B E N D zu ziehen, welche das Erwärmn des Wassers in K (18. Fig.) vor- stellen soll. Dieß Uebe magte demnach von der Beschaffenheit fern, daß wenn man nach Volches dem Punkt M einwir, und an denselben eine Tangente M T zieht, und dieselbe, so wie auch die Ordinate P M so weit verlängert, bis ihre Entfernung ober die Perpendiculae N T der Erfüllungs-Substratum des Ther- mometers gleich wird, das will sagen, bis N T, auf A C gemessen, 48 Secun- den beträgt. Auf diese Art erhält man den dem Punkt M entsprechenden Punkt N. P M ist die Erwärmung des Thermometers, und P N die vom Wasser in K (18. Fig.)

§. 399.

Es ergab sich nun hiernus, daß die frumme Linie A B E N D sich von B an fast ganz gerade aufwärts zieht, und dieses will sagen, daß das Wasser in K (18. Fig.) nach Verlust der ersten Minute einen merklichen Grad von Wärme mit einmemale erhält. Wenn ich mich aber richtiger und eigenlicher ausdrücken soll, so kann dieß Wärme nicht, wenigstens nicht ganz, als die vom Wasser ange- sehen werden, und zwar aus solchen Ursachen, aus denen ich oben sagte, daß die Sonnenstrahlen (§. 270.), und eben so auch die Wärmestrahlen des Feuers, (§. 146.) wenn sie durch die Luft führen, die Luft nicht wärmer machen, als sie zunächst am Scheitelp. Hier führt nemlich die Wärme von der Scheitelpunct B D (18. Fig.) nach K, und von da bis an die Oberfläche des Wassers G F, wo sie zum Theil wieder verlohrt sühret, (§. 187.) und da immer neue kleine Minu- ten, sich nach und nach aufhäufet. Jedoch magte das Thermometer demnach so, als wenn das Wasser dieß Wärme hätte. (§. 271.) Ich werde auch diese Unrichtigkeit hier nur an, weil es sich daraus deutlich ergibt, daß eigentlich nicht die Erwärmung des Wassers, sondern die Bewegung der Wärme eine Minute Zeit gehöret, um von der Scheitelpunct B D bis zur Kugel in K zu frimmen, und daß sie, so zu sagen, mit voller Macht, und nicht nach und nach, gelangt. Der Weg mag jauch genau 2 Zoll betragen. Und da wir dieses als die kleinste Geschwindigkeit anzusehen haben, (§. 292.) so folgt, daß die absolute Geschwin- digkeit der Frumheitlichen im Wasser 16 Zoll in eine Minute beträgt. Zum Be- trauche aber müssen wir es bey den 2 Zollen verwenden lassen, weil bey der Ge- schwindigkeit der Wärme die schiefe und veränderliche Richtungen des Weges jeder

einzelne Feuertheile weiter nicht in Entzöhung fliehet, und es dabey auch nicht die Frage ist, ob ein und eben das Feuertheile den ganzen Weg zurück legt, oder ob andere an dessen Stelle kommen.

§. 400.

Die Minute Zeit, welche die Wärme gebraucht, um bis an die Kugel K zu kommen, fällt man aus der Rechnung weg, die man wegen des Steigens des Thermometers T K vornehmen kann. Denn ehe die Wärme in K anlangt, kann das Thermometer nicht steigen. Die Rechnung selbst sieht sehr vorant, daß nur wenigstens drei logarithmische Linien gebraucht werden müssen, weil das Thermometer, das Wasser in B F, und das Wasser in B C als drei verschiedene Körper anzusehen sind. (§. 317.) Ich sage, wenigstens drei, weil wenn die unbilligen Abweichungen zu stark sein sollten, um dieselben dennoch in die Rechnung zu setzen, mehrere erforderlich sein würden. (§. 319.) Ich habe indessen einen Versuch mit dreym gemacht, und für die Gräde des Thermometers von 2 Uhr 50 Min. angerechnet, folgende Resultat gefunden:

$$\begin{aligned} y &= a^1 (0,56442 - 0,005953. \tau) \\ &= a^1 (0,59106 - 0,00691. \tau) \\ &= a^1 (0,71600 - 0,00881. \tau) \\ &+ 12,8 \text{ Gr.} \end{aligned}$$

Die Zeit  $\tau$  wird in Minuten gemessen, und  $a^1$  bedeutet die Zahl des in (...) eingeschlossenen Logarithmen. Dies Resultat giebt folgende Werte:

| Zeit<br>$\tau$ . | y berechn.<br>Gr. | y berechn.<br>Gr. |
|------------------|-------------------|-------------------|
| 0                | 12,8              | 12,8              |
| 1                | 17,3              | 17,2              |
| 2                | 18,9              | 18,9              |
| 3                | 19,8              | 19,7              |
| 4                | 20,1              | 20,1              |
| 5                | 20,4              | 20,3              |
| 6                | 20,6              | 20,5              |
| 7                | 20,7              | 20,6              |
| 8                | 20,7              | 20,7              |
| 9                | 20,8              | 20,8              |
| 10               | 20,8              | 20,8              |
| 15               | 20,6              | 20,7              |
| 20               | 19,8              | 19,8              |
| 30               | 18,3              | 18,1              |
| 32               | 17,4              | 17,4              |
| 128              | 15,7              | 15,7              |
| 266              | 13,3              | 13,2              |

§. 401.

Von dem Tage zu dieser Berechnung gebrauchten logarithmischen Linien, ist die letzte eigentlich die, welche das Thermometer selbst anzeigt. Sie hat auch den Werth

$$\frac{0,47429}{0,50351} 60'' = 51''$$

per Subtraktion, welches von dem vorigen erhellenen von 45'' wenig unterschreit den ist. Hingegen ist die erste der drei logarithmischen Linien die Hypothese der Erklärung des ganzen Systems. (S. 318.) Die Subtraktion ist

$$\frac{0,434394}{0,001913} = 110 \text{ Minuten.}$$

§. 402.

Von diesem Versuche kann es unanwahrlich scheinen, daß da in den Theil der Nöthe B C schwebendes Wasser gegeben worden, das Thermometer T K doch nicht mehr als bis auf 20, 8 Gr. stieg. Man begriff aber doch, daß die Wärme sich in einen über 4mal größern Raum vertheilen mußte, und daß während der Zeit auch viele Wärme in die Luft wegging. Nach giede der Versuch, daß eben zur Zeit, wo das Thermometer T K sein Maximum erreichte, in B C nicht mehr volle 56 Grad Wärme waren. Diese 56 Grad sind nach dem Newton'schen Quecksilberthermometer nur 49 Grad. (S. 121.) Das Wasser in B C hatte demnach 80 — 49 = 31 Grad Wärme verloren. Wenn man das Wasser in B F durchaus das Maximum der Wärme gehabt hätte, so würde es doch nur 20, 8 — 12, 8 = 8 Grad des Weingeistthermometers oder 19, 9 — 12, 4 = 7, 5 Grad des Quecksilberthermometers gehabt haben. Man vertheilt sich der Raum B C zum Raum B F, wie 3 zu 10. Also werden zu diesen 7, 5 Graden Wärme in B F,  $\frac{1}{3} \cdot 7, 5 = 2, 5$  Grad Wärme in B C erfordert. Demnach sind von den 31 Graden, so das Wasser in B C in den ersten 9 Minuten verloren, nur höchstens 2, 5 Grad in das Wasser E F hindler gegangen. Ich sage wenigstens. Denn von der übergangenen Wärme ging inzwischen auch etwas in die Luft weg, so daß also wirklich etwas mehr als die 7, 5 Gr. nöthig in B F gewesen seyn.

§. 403.

Den 12ten April 1777. wiederholte ich den Versuch mit der Mischung, daß ich in B C kein Wasser gab, um zu sehen, wie das Thermometer T K steigen würde, nachdem in B C schwebendes Wasser gegeben worden. Dieses schwebende Wasser konnte demnach das Thermometer nicht anders als durch die Erweichung der Luft zwischen B K zum Steigen bringen. Und da die Nöthe in g f eben blieb, so konnte die Wärme sich wenig ausblasen. Da ferret die Wärme sich in der

Luft sehr schnell ausdehnt, so braucht dieselbe vielleicht mehr Zeit durch die Schichtenwand B C zu dringen, als den ganzen Raum B K zu durchlaufen. Ich sehr oft voraus, daß ich mittel dieses Versuches die Geschwindigkeit der Wärme in der Luft nicht würde bestimmen können, weil die Länge B K viel zu geringe ist. (§. 194.) Es war mir aber auch mehr um die übrigen Umstände, und dann auch um den Grad der Wärme zu thun, den das Thermometer anzeigen würde. Im Zimmer dieses Hauses und Thüren geschlossen, und ich blieb still vor dem Thermometer stehn, damit die Luft in B C ganz still bliebe. Die beobachteten Grade sind nun folgende:

| Zeit.  | Grade. | Zeit.  | Grade. | Zeit.  | Grade. |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 11 0 | 16,85  | 0 13 0 | 19,4   | 0 25 0 | 20,9 + |
| 9      | 16,9   | 15     | 5      | 30     | 9 +    |
| 30     | 16,95  | 30     | 6      | 39 0   | 95     |
| 10     | 17,0   | 45     | 7      | 30     | 95     |
| 12 0   | 17,1   | 19 0   | 8      | 30 0   | 95     |
| 15     | 17,2   | 15     | 9      | 30     | 95     |
| 30     | 3      | 30     | 9 +    | 31 0   | 95     |
| 45     | 4      | 45     | 9 +    | 32 0   | 95     |
| 13 0   | 5      | 20 0   | 19,95  | 33     | 9 +    |
| 15     | 6      | 15     | 20,0   | 34     | 9      |
| 30     | 65     | 30     | 05     | 35     | 85     |
| 45     | 75     | 41     | 1      | 36     | 8 —    |
| 14 0   | 85     | 21 0   | 15     | 37     | 75     |
| 15     | 17,9   | 15     | 2      | 38     | 65     |
| 30     | 18,0   | 30     | 25     | 39     | 55     |
| 45     | 1      | 45     | 3      | 40     | 50     |
| 15 0   | 2      | 22 0   | 4      | 41     | 4      |
| 15     | 3      | 30     | 5      | 42     | 3 +    |
| 30     | 1      | 33 0   | 6      | 43     | 20,3   |
| 45     | 6      | 30     | 65     | 1 1    | 19,2   |
| 16 0   | 7      | 24 0   | 75     | 3      | 15,0   |
| 15     | 8      | 30     | 8 +    | 3      | 15,9   |
| 30     | 85     | 35 0   | 8 +    | 4      | 15,9   |
| 45     | 12,93  | 30     | 8 +    | 42     | 17,6   |
| 17 0   | 19,0   | 16 0   | 8 +    | 47     | 17,4   |
| 15     | 1      | 30     | 85     | 2 13   | 16,8   |
| 30     | 2      | 27 0   | 85     |        |        |
| 45     | 19,25  | 30     | 9      |        |        |

Wachdem das Thermometer bereits sein Maximum erreicht hatte, tauchte ich ein andrer Thermometer in das Wasser, um zu sehen, wie viel Wärme es noch übrig behielten. Ich fand

|    | Zeit. | Grade. |
|----|-------|--------|
|    | St.   |        |
|    | 0 33  | 50,0   |
|    | 42    | 47,0   |
| 1. | 4     | 37,0   |
|    | 45    | 23,0   |
| 2. | 13    | 20,0   |

Die Luft im Wasser hatte inzwischen ziemlich einenley Wärme behalten. Denn der Ofen erlöste und die Sonne wärmte, und so blieben die übrigen im Wasser behaltlichen Thermometer ohne merkliche Veränderung.

## §. 404.

Als ich für die erste Versuchsreihe die Zeiten als Abfließen, die Grade des Thermometers über 16, 8 als Ordinaten suchete, fand ich, daß die Substanten der Ordinaten in einer sich Heligostat aufwandre sicheres bestu lagen. Man kann dieses auch schon an den Zahlen sehen, weil sie etwas ungleichförmig und jenseits sich gar nicht zusammen. Dieses kann nicht wohl anders als dadurch erklärt werden, daß zwischen der warmen Luft im Cylinder und der kaltern Luft, außer demselben, kein allgärt Gleichgewichte stat findet, sondern die Luft davon so circum, daß die kaltern sich nach F E B hinunter zieht, während dem sich die wärmere nach D H g hinauf bewegt.

## §. 405.

Das Thermometer erreichte sein Maximum früher als im vorhergehenden Versuche. Hierin liegen verschiedene Ursachen bey. Einmal ist desselben Erstflüssigkeit Substanten in der Luft 8 bis 10mal länger als im Wasser. Sodann erwärmt hier das Wasser in B D langsamer, weil ganz wasser war Luft war. Von diesem Erhitzen hängt nun aber das Maximum des Thermometers ab. Denn wenn auch die Wärme bliebe, so würde das Thermometer mehrere Minuten Zeit brauchen, sie zu erreichen. So aber erreicht es die größtmögliche Wärme der Luft nicht, weil diese wieder erlöset.

## §. 406.

Sodann liegt dieses Maximum für die Zeit, da es stat findet, nur die Wärme der Luft in K an. Diese ist aber notwendig geringer als die Wärme der Luft bey der Scheidewand B D ist, und zwar wegen der ungleichmäßigen Erhitzung (§. 318. 319.), und dann aus oben dem Urtheile, was bey der nämlichen Stange (§. 317.) Sie nimmt als von B D an durch die ganze Länge der Canna logarithmisch ab, und ist oberhalb g f wenig größer als die Wärme der kaltern Luft.

ist. Eine ähnliche Abnahme fand auch in dem vorhergehenden Versuche statt. Sie war aber unbedeutlicher, weil die Wärme von der innern Oberfläche der Gefäßwand wieder zurückkam.

### Fünftes Hauptstück.

Bewegung der Wärme mit den Materien, worinn sie sich befindet.

§. 407.

Das Feuer, oder dessen Theilchen, sind selten, oder nie ganz allein. Sie kleben sich gern an andere Materien an, und besonders an solche, die feine sind. Die Schmelzfässer, sondern das Feuer, oder ihr dreynliches Wehen, Pflöge, nur in Gedanken von den brennenden Materien ab, und zerfallen, ob man es jemals in der That und reinweg werde absondern können. Doch geräthe Verbindung des Feuers mit andern Materien ist es nun, was dem irdischen Feuer ein etwas träge und grobe Natur giebt, und machet, daß es nur langsam in die Körper eindringet, und größtentheils von denselben zurückgeworfen wird, auch wenn es einmal in des Körpern ist, langsam aus denselben wieder wegzieht. Die helle Gluth ist einem vollkommnen Feuer, ist das letzte und vielleicht das reinste Feuer, so aus denselben wegzieht. Hingegen ist in der hellsten Lichtertheil kommenden Flamme ein dicker Rauch und Dampf, der an die darüber gehaltene Kugel sich desto mehr anlegt, je feiner der brennende Körper ist. Die Luft scheint ebenfalls Materien zu enthalten, welche dem Feuer zur Nahrung dienen, da es mit dem Verwehen im letztern Raume schleicht auszieht.

§. 408.

Was hat sich dieser Umstand längst schon bedient, das Feuer nach Wehen und Entzündung zu leiten, wozin man es haben will, und zwar bloß dadurch, daß man der Luft den bestmöglichen Zug verschafft. Wehenheit geschieht es um dem Rauche einen Auszug zu verschaffen, indem man denselben durch Scheraine dem Weg dahret. Und da mit dem Rauche immer noch viele Hitze wegzieht, so hat man der Einrichtung der Staubkoben Beträge darauf hinzu thun, die Flamme und des Rauchs in denselben durch mehrere Ölige durchzuziehren, damit die Hitze an wehren Seiten ansetze und den Feuer zu ganz lennen. Man hat sogar in den unter sich wehenden Ofen die Flamme einzunengen, abzuwehen zu helfen und ihrem Rauch noch besser zu verhindern. Und endlich, wo der bloße Dampf und Zug der Luft nicht ganz genug war, ist man mit Wasser dazwischen zu Hilfe gekommen; so wie man zumweilen in des Neckerbüch: Ofen darauf ge-

sien hat, daß die Flamme durch das Zurückstrahlen die Oberfläche des unterst liegm Waaels oder andern Körpers treffen solge. Zuweilen hat man auch ein Feuer durch das andere angeblasen, um den Zug derselben noch mehr zu verstärken.

## §. 409.

Man sehe oben S. 386, daß in allen diesen Fällen die Bewegung der Wärme kaum anders in Betrachtung kommt, als sofern sich die Luft bewegt, und daß eigentlich die Wärme nur als die Ursache von der Bewegung der Luft hier zu erachten ist. Sie bewegt die Luft, oder vergrößert das Besondere in derselben, und macht sie dadurch, so wie auch durch die Ausdehnung, dünner und leichter. Die hoher gehöriegen Umrückungen sind demnach mehr hydraulisch als pyrotechnisch, und wenn z. E. bey dem Zurückstrahlen der Eis- und Kalkfällensicht verbleiben, so kann dieß nicht mit der Umarmung geföhren, die bey dem leichten Strich hat, sondern nur so, wie es bey dem Waude und dem Wasser sein solhet. Die Flamme brennt eben nicht geräuselig auf, und wenn sie irgend ausströhet, so wölhet sie sich im Zurückstrahlen mit einer sehr sichtbaren Richtung. Die leichten Strahlen hindern einander nicht, und so gehet jeder seinen Weg, wie wenn er ganz allein wäre. Derselb verhält sich bey der Flamme anders. Sie mach als eine flüßige Materie angesehen werden, die nach den Wechungen, die man ihr giebet, fortwehret, und wo der Eis- und Kalkfällensicht nur dient, um überhaupt ihre Richtung zu bestimmen. Sofern aber die Feuertheilchen sich von der Flamme, so wie auch von der Gluth lösmachen, setzen sie in ziemlich großer Richtung durch die Luft, und da kommt dann der Eis- und Kalkfällensicht grüner vor, wie man es an dem oben (§. 379 — 381.) beschriebenen Versuche mit dem Brennstängeln sehen kann.

## §. 410.

Wenn man demnach nicht nur die Flamme, sondern auch die Strahlen von derselben, und der Gluth weggehende Feuertheilchen in einem andern Raum zusammen zu bringen, und dadurch die Hitze verstärken wil, so kommt der Eis- und Kalkfällensicht aus beiden Gründen in Betrachtung, und hat den weitestmöglichen Erfolg, daß man den Raum um die Flamme und das Feuer herum  
 22. Fig. Anfang erweitern mag, the man ihn enger zusammenziehet. Man sehe das Feuer brennt auf A B, und man wolle den Ofen nach den Linien A D, B C enger enger, damit die Flamme und alle Hitze in D C zusammenkomme, so wird zwar die Flamme, weil sie immer nach der Hitze strebt, in D C kommen, hingegen wird man in Richtung der strömend ausströmenden Feuertheilchen dieses Zweckes größtentheils verlohren. Denn so z. E. treffen die aus P nach M fahrenden Feuertheilchen in M strecke auf, und werden wiederum nach M zurück. Auch die nach P N ausströmenden Feuertheilchen, streben nach Q und von Q wieder zurück.



## §. 411.

Die Theorie solcher Zurückspiegelungen ist mit der catoptrischen einetw. Sieht man z. E. dem Olyn die Gestalt  $A F E D C B$ , so daß die Höhe des auf  $A B$  brennenden Feuers, und dessen Plazane, so viel möglich, in den engen Raum  $E D$  zusammenkommen soll, so müssen die Seiten  $A F$ ,  $F E$ ,  $B C$ ,  $C D$  als Spiegel angesehen werden. Man haben die Planspiegel die Eigenschaft, daß das Bild des Feuers eben so weit hinter denselben ist, als das Feuer vor denselben steht, und daß die Stralen nach solchen Nachzungen von denselben zurück fallen, als wenn sie aus dem Bilde herkämen. Selbst das Bild in dem einen Spiegel hat sein Nachbild in dem andern, und eben so lassen sich zweyte, dritte u. Nachbilder gestalten.

## §. 412.

Auf diese Art sind demnach  $A b$ ,  $A' B'$ ,  $B a$ ,  $B' A'$  die Bilder des Feuers hinter dem Spiegel  $A F$ ,  $F E$ ,  $B C$ ,  $C D$ . Ferner ist  $b a$  das Nachbild des Bildes  $B a$ , und  $a \beta$  das Nachbild des Bildes  $A b$ . Und eben solche Nachbilder sind  $B' a'$ ,  $b' a'$ ,  $B' a''$ ,  $A' b'$ . Endlich sind  $a' \beta'$ ,  $b' a'$ ,  $b' a''$ ,  $a' \beta'$  zweyte Nachbilder, nemlich Nachbilder von den Nachbildern  $b a$ ,  $a \beta$ . Weiser war es nöthig, Nachbilder zu zeichnen, weil die Wärme nach unregelmäßigen Zurückspiegeln schon sehr zerstreuet ist (§. 382.), und weil, wenn die Feuertheilchen nach dem Zurückspiegeln in die Plazane treffen, sie von denselben nur zerstreuet werden, besonders, wenn ebenhin schon ihre Richtung aufwärts geht.

## §. 413.

Man sehe nun, daß von einem beliebigen Punkt  $P$  Feuertheilchen nach  $R$  ausströmen, so strölen sie von  $R$  zurück als wären sie aus dem Bilde  $a$  des Punktes  $P$ . Eben so werden die aus  $P$  nach  $M$  strömende Feuertheilchen dem Weg  $M N Q$  nehmen, als wenn sie aus dem Bilde  $p$  und dessen Nachbilde  $\alpha$  des Weges  $M N Q$  kämen, die Einfallswinkel, besonders der gerade auffallenden Stralen hat bey dies ser Figur größtentheils sehr schief, und dieses trägt dazu bey, daß beständig Wärme zururückspiegelt, und der Hitze, die man in  $E D$  verdrückt erhalten will, zu ganz kömmt. So viel man aus allen zwischen  $E D$  liegenden Punkten hinein nach dem Feuer in  $A B$ , dessen Bildern  $A b$ ,  $B a$ ,  $A' B'$ ,  $B' A'$ , und deren Nachbildern gehen kann, nach eben so vielen Richtungen kömmt auch Wärme in  $E D$ . Man gehen die Bilder weniger als das Feuer selbst, und die Nachbilder weniger als die Bilder. Die Wärme wird aber desto ungedröckter bewirktlich, jeviel da auch die Plazane, so an  $F E$ ,  $C D$  anschlägt, sich ganz in  $E D$  zusammenzieht. Neun der man übrigens die Ecken in  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$ ,  $F$  etwas ab, so werde man, daß die Figur eckförmig wird, und mit der elliptischen Wölbung viele Unschicklichkeit verliert.

S. 474.

Da man aus diesen Ursachen selbst in demselben, wo man die Hitze in einem andern Raum vereinigen will, denselben Anfangs mehr Raum geben muß, so wird dieses am besten vorzuzusetzen, wo man sie wirklich vereinigen will, wie es z. E. in dem Camin geschieht, wo die Hitze des Feuers sich durch das Zimmer **Fig. 1.** verbreiten soll. Gehegt in seiner *Mechanique de feu* schlägt daher nur ganzes Röhre vor, daß man dem Herde der Camin nicht die weitestgehende Höhe  $a B C D$ , sondern die gegen das Zimmer erweiterte  $A B C D$  geben soll. Wenn er übrigens kurz, es würde gar kein, den Seiten  $A B, D C$  eine parabolische Abwendung zu geben, so ist dieses ein sehr unvorsichtiger Umstand. Die Wärme würde eben nicht spiegelförmig gemacht, und der Brennpunkt der Parabel ist ein einzelner Punkt, da hingegen das Feuer gleichmäßig auf der ganzen Länge  $B C$  brennt. Man behält übrigens die Wärme, die oben in  $B, C$  etwas abnimmt. Der Hauptfehler der Camin ist übrigens, daß die meiste Hitze durch den Schornstein ausfließt geht, und dem Zimmer nur wenig, wenn man die Wärme mit dem Rauch aus dem Camin in einem über denselben stehenden Ofen leitet, und die zum Behalten des Feuers nöthige Luft durch eine unter dem Boden des Zimmers gefundene Röhre, von außen her, in das Camin leitet.

S. 475.

Was der Leitung der Wärme in andern flüssigen Materien ist, wird hinreichend der Fall bekannt, da zu Delfen, in der Schweiz, das nördlich wasserne Mineralwasser von der Quelle bis zum Badhaus in höherem Neigen 100 bis 600 Schritte weit geleitet wird. Da dieses Wasser in der Quelle die Wärme des menschlichen Blutes hat, und daher so, wie es ist, zum Trinken und Baden zu gebrauchen werden kann, ohne daß es besonders mehr geheizt werden, so war hinreichend zu hindern, daß es in dem langen Canal, durch den es nach dem Badhaus geleitet wird, unterwegens so wenig als möglich ist, von seiner Wärme verliere. Daß in diesem Ende der Canal geschlossen und das Holz der Röhren dichte sein mußte, verlor sich von selbst. Die Entflammungs-Substanz wurde aus beiden Enden gezogen. Das Hauptwerk stammte aber darauf an, daß das Wasser so geschlossen, als immer möglich ist, durch den Canal fliehe. Denn je weniger es sich in denselben aufhält, desto weniger hat es Zeit zum Erhitzen. Auf die Länge der Zeit kommt hier alles an. Die Quelle giebt in jeder Minute 240 Cubifische Wasser, wovon aber nur 180 in die Röhre geleitet werden, weil man nicht mehr gebraucht. Die äußere Weite der Röhre ist 1 Fuß, die Höhe 8 Zoll. Die innere Weite aber 10 Zoll und die Dicke 5 Zoll. Die Geschwindigkeit des Wassers beträgt 8 Fuß in einer Secunde Zeit. Das Wasser gebraucht demnach ungefähr 2½ Minute Zeit von der Quelle bis nach dem Badhaus zu kommen. Die Entflammungs-Substanz mag nach einem beschleunigten Ueberflusse von einem

Bewegung der Blume mit den Materien, worin sie sich befindet. 229

20 Minuten von Mittag das Wasser im Sommer etwa 16 Kraummurke Grade wärmer als die Luft ist. Dagegen haben wir die Regel denn

$$20: 2\frac{1}{2} = 16: 2.$$

welche anzeigt, daß das Wasser unterweget 2 Grade von der Wärme verliert, die es in der Nacht hat. Wirklich angestellte Versuche können damit überein, und daraus folgt, daß, wenn die Erhaltung-Substanz größer sein sollte als hier angewendet worden, die Erweichigkeit kleiner genommen werden müßte, und hierunteraus diese größer, wenn nur sollte kleiner sein. Der Zustand des Wassers ist übrigens auch nicht alle Jahre gleich groß, noch die Luftere Luft immer gleich warm. Ich habe ihre Wärme im Sommer nur auf 14 bis 16 Grade gesetzt, weil das Rad in einem Thale oder sogenannten Thale liegt, wo die Sonne kaum eine Stunde lang hin scheint.

## Sechstes Hauptstück.

### Das Aufsteigen der Wärme.

§. 416.

Sobald die Wärme die köpfigen Materien anstehet, macht sie dieselben leicht, und richtet sie zum Aufsteigen. Dieses geschieht z. E. beim siedenden Wasser, weil das Wasser, so gering warm im Topfe oder Kessel ist, zuerst und unmittelbar erwärmt wird. Ueberdies macht die Verdampfung, daß die Luft aus den Zwischenräumen des Wassers herausgeht, und in Form von kleinen Bläschen in die Höhe steigt. Bei stark siedendem Wasser macht wohl auch die Blume sich leicht warm, und bringt in großen Massen, die weniger leicht als Thale erhalten, aufsteigt. Das Aufsteigen des siedenden Wassers richtet eben daher.

§. 417.

Ein solches Aufsteigen der Wärme beweiset man auch in festen Körpern. Wird das Ende einer eiskalten Stange horizontal vor Feuer gelegt, so ist die Substanz (§. 327.) länger, als wenn die Stange an dem von dem Feuer weggezogenen Ende mehr erhitzen wird. Ich habe indessen bei dem oben (§. 336.) gezeichneten Draht des Unterschied nicht sehr groß gefunden. Denn als ich den 17ten April 1777. das eine Ende desselben in eben das Lampenlicht hielt, so daß der Draht mit dem Heizeute einen Winkel von 42 Graden bildete, fand ich, daß Wachs höchstens um zwei Dreihunderttel weiter von dem Lichte floß, und demnach die Substanz nur um  $\frac{1}{3}$  Theil länger wurde, als wenn der Draht horizontal lag. Dieser Unterschied würde größer sein, wenn ich den Draht senkrecht über

des Licht gehalten hien. Es würde aber alldem die von Licht ausströmende Hitze viel dazu beitragen haben. Dieses aber sollen vermeiden werden.

§. 413.

Dem der Luft hat hingegen das Aufsteigen der Wärme mehr auf sich, und machet, daß der Winter die Luft an der Decke des Zimmers um einige Grade wärmer ist als am Boden. Ich habe, um den Unterschied durch Beobachtungen zu bestimmen, den 23ten Novemb. 1777 Vormittags um 10 Uhr, ein Thermometer unter dem Ofen und dem Fenster gegen über an Boden gesetzt, und fast andern Thermometer an eine Latz gebunden, so daß, als ich die Latz eben dahin stellte, die Kugeln der Thermometer 1, 4, 6, 8, 10 Fuß über dem Boden erhöh't waren. Ein Viertel nach 12 Uhr fand ich, daß sie

| in der Höhe von   | 0     | 2     | 4     | 6     | 8     | 10 Fuß. |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| bey dem Ofen      | 11, 4 | 12, 2 | 14, 6 | 15, 8 | 15, 7 | 16, 7 — |
| Ueb um halb 3 Uhr |       |       |       |       |       |         |
| bey dem Boden     | 11, 5 | 12, 0 | 13, 2 | 14, 6 | 14, 4 | 15, 3 — |

standen. Es war den Tag über Thermometer, so, daß das Thermometer, vor dem Fenster nach Nordwest zu, denn Fixpunkt war. Ich hatte diese Thermometer mehrere Tage so gehalten, und fand, daß die in der mittlern Höhe nicht immer nach dem Maas ihrer Höhe größere Wärme anzeigten. Der Tag der Luft, die Bewegung derselben, das Zurückgehen der von Ofen ausströmenden Wärme sind Ursachen genug für solche Ungleichheiten. Ich habe ähnliche Ungleichheiten gefunden, als ich vier Thermometer in ein Glas stellte, und nur so viel Wasser dar ein geth, daß die auf dem Boden stehende Kugeln bedeckt wurden. Das Glas war nämlich von 3 Zoll Durchmesser und 4 Zoll Höhe. Ich beobachtete sie den 16ten April 1777, bei Anfang des Mittags der heißen Winter, gedrucktem Himmel und offnem Fenster auf dem Tisch an Schattens zu vertheiltem Licht, und sie zeigten

|           | I     | II    | III   | IV    |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| Um 7 Uhr. | 12, 2 | 13, 2 | 13, 6 | 13, 5 |
| — 8 Uhr.  | 12, 7 | 13, 8 | 13, 8 | 13, 9 |
| — 9 Uhr.  | 12, 2 | 13, 3 | 13, 6 | 13, 8 |
| — 10 Uhr. | 13, 9 | 14, 0 | 14, 0 | 14, 2 |
| — 11 Uhr. | 13, 6 | 13, 8 | 13, 7 | 14, 1 |
| — 12 Uhr. | 13, 6 | 13, 9 | 13, 3 | 14, 1 |

Ich sehe daraus, daß es in der Verbreitung der Wärme im Wasser keine Ungleichheiten giebt, die zwar nicht eben so groß seyn, indessen aber doch merklich

genug sind, um den Gang der Thermometer ungleich zu machen. Die Diameter der Röhren waren von 8, 7, 5½ und 9½ Linien Rheinl. und die Erklärungen Subjungenen sind in gleichem Verhältniß ungleich. Da aber die größte nicht über eine Linie beträgt, so konnte von daher keine merkliche Ungleichheit im Steigen und Fallen entstehen.

## §. 419.

Obz dem Aufsteigen der Wärme in der Luft hat man sehr darauf zu sehen, ob die Feuertheilchen mit andern Materien verbunden, wie 1. E. in der Flamme, der Rauche, den Dünsten zc. empör steigen. Es hat dieses einen starken Einfluß auf ihre Behendigkeit. Die Kraft, womit die Flamme in die Höhe steigt, ist nicht sehr groß. Man läßt ein mäßiger Colosse durch eine klebrichte B A gehen die Flamme CD eines Lichtes nach der Richtung A C F, so wird die Flamme die Figur CE annehmen, und desto mehr von der Richtung C F aus mehr nach CE gehen, je schwächer man bläst. C F wird die Kraft des Blases und E F die Kraft sein, womit die Flamme aufwärts strebt. E F ist jedoch, wennman ein wenig stark bläst, gegen C F verhältniß, sehr klein. Inwendigwegs die Flamme CE beim schwächern Blasen aufwärts geht, desto höher wird sie, und man muß sehen mit einem, wiewohl geringen Grad von Stärke blasen, wenn man auch nur hindern will, daß nichts davon nach D empör steigt. Es kommt aber hierbey nicht auf die Länge CE, sondern auf den Winkel E C F oder das Verhältniß C F: F E an, weil dieses eigentlich das Verhältniß der Kräfte ist. Die unendliche Dichte, Schwere und Wärme der Luft kann hierbey verschiedenes leisten.

## §. 420.

Die Flamme ist als ein flüssiger Körper anzusehen, der leichter als die Luft ist, und mit großer Kraft in die Höhe steigt, um die Rauche und Feuertheilchen mit sich fortzuschleppen. Die Luft dichte an der Flamme wird durch ihre Höhe etwas dünner. Denn die Flamme hat große Hitze, um einen dünnen Strom damit glühend zu machen. Durch diese dünne Luft steigt die Flamme. Ihet der sondern Schwere muß demnach über etwas geringer sein als die von der Luft. Wenn ich mich recht entsinne, hat man unter der Glocke einer Luftpumpe den dem Auspumpen der Luft gesehen, daß die Flamme sich von dem Dachte löset, und in die Höhe steigt, endlich aber bey fortgesetztem Auspumpen, und kurz vor dem Durchgehen verlöscht, wieder zu sehen. Diefemach schien sie schwerer als sie vor dünne Luft zu sein. Diese Schwere rührt aber nicht von dem Rauche und Feuertheilchen als von dem eigentlich heissen Wesen (§. 407.) her, welches sich endlich von diesen Wesen beym Erlöschen derselben löset, und endlich gleich in die Höhe steigt.

Die höchst Kaffeeigen der Wärme geht nun in der Luft kahllos vor. Denn die Wärme, so die Erde das ganze Jahr durch von der Sonne erhält, geht auch wieder in die Luft hinaus, weil die Erde immer aufs Neue der Sonnenwärme bedarf, um nicht immer kälter zu werden. \* Weßten nun das Kaffeeigen der Wärme von ihrer geringen Schwere herrührt, wird ihre Gleichzeitigkeit im Kaffeeigen immer größer. Diefes macht, daß die Feuertheilchen, die im Kaffeeigen aufeinander folgen, immer mehr von einander entfernt werden, angefaßt oben so, wie unten unten  $\frac{1}{2}$ .  $\frac{1}{2}$  von  $\frac{1}{2}$   $\frac{1}{2}$  Secunde eine Kugel fallen läßt. Hier Entfernungen werden, wie die Zahlen 1, 3, 5, 7 u. parieren. Aus diesem Grunde aber auch die Dichtigkeit der Feuertheilchen in der obern Luft, und aus derselben auch die Wärme geringer. In einer Abhandlung über die Dichtigkeit der Luft, die ich in den Mem. de l'Acad. R. de Berlin 1772. befindet, habe ich aus diesen und andern Bemerkungen geschlossen, daß die kühnste Verminderung der Wärme ganz oben in der Luft  $\frac{1}{4}$  Theil betragen kann, oder daß die Wärme von unten bis ganz oben, wie 17 zu 12 abnimmt, und wenn  $x$  in französischen Klaßsen ober Teufen eine jede Höhe über dem Meere oder der Erdoberfläche,  $c$  die Wärme zuhoh, und  $C$  die am Meere oder an der Erdoberfläche verbleibt, und  $\delta = 400$  Teufen gesetzt wird, so daß

$$\frac{C}{c} = \frac{17}{12} - \frac{5}{12} \delta - x : \delta$$

§. Hier werden  $C$ ,  $c$  durch Grade des Luftthermometers ausgedrückt. Hier man erhält die Werthe

| $x$ : $\delta$ | $c : C$ | $x$ Teufen. |
|----------------|---------|-------------|
| 0, 0           | 1, 0000 | 0           |
| 0, 1           | 0, 9618 | 40          |
| 0, 2           | 0, 9258 | 80          |
| 0, 3           | 0, 8921 | 120         |
| 0, 4           | 0, 8594 | 160         |
| 0, 5           | 0, 8278 | 200         |
| 0, 6           | 0, 7971 | 240         |
| 0, 7           | 0, 7674 | 280         |
| 1, 0           | 0, 7018 | 400         |
| 1, 5           | 0, 6558 | 600         |
| 2, 0           | 0, 7351 | 800         |
| &c.            |         |             |

So  $\rho$ , E., wenn in Peru am Meere die größte Wärme = 1125 Gr. des Luftthermometers ist, so nimmt dieselbe in der Höhe von 2720 Fußtern, wie 1,0000 zu 0, 8410 ab, und ist demnach nur = 946 Gr. des Luftthermometers. Nun ist die Höhe von 2520 Fußtern um 100 Fußtern über der warmen Grenze des eisfestschmelzenden Schnees auf dem peruanischen Gebirgen. Ist demnach kann die Luft darüber sich wohl 54 Grad kälter zeigen als der Fixpunkt 1000.

1817. 180 200 300 400 500 600 700 800 900 1000

§. 422.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Feuertheilchen, die sich von dem warmen oder auch brennenden Materien losmachen, von denselben wegziehen, wird wohl nicht geringer sein als diejenige, wenn die Luft in einem luftleeren Raum strömt. Denn letztere hängt von der Schwerkraft der Luft ab, und diese ist mit der Schwerkraft der Wärme im Gleichgewichte. (S. 47.) Wenn aber die Feuertheilchen dickerer Materien aus sich herausrennen, so wird sowohl wegen der größern Masse als auch wegen des Widerstandes der Luft die Geschwindigkeit geringer. Sollte hingegen das eigenlich reine Feuer mit dem Lichte einwirken, so wird denselben die Geschwindigkeit des Lichtes vollkommen. Dasselbe findet notwendig statt, sofern das Feuer oder andere erhitzte Körper wirklich leuchteten. Man kann aber hinzufügen, daß wenn  $\rho$ , E. eine glühende eiserne Kugel beim Erkalten anzusehen zu trachten, dieses nur sagen will, daß das Lichte zu schwach werde, um empfindbar zu sein. Denn am hellen Tage sieht es auf zu leuchten, wenn es im Dunkeln noch nicht von sich gibt. Im Dunkeln ist aber der Augenstern mehr offen und das Auge selbst empfindlicher. Aus beiden Gründen kann demnach das Leuchten länger fortbauern.

423 2

1817. 180 200 300 400 500 600 700 800 900 1000

U 2

Der  
Pyrometrie

oder

vom Maasse des Feuers und der Wärme  
Fünfter Theil.

Von der Kraft der Wärme.

Erstes Hauptstück.

Die Kraft der Wärme mit den Zusammenhangskräften der Körper verglichen.

Erster Abschnitt.

Vorläufige Lehresaße.

§. 473.

**D**a die Körper von einem bestimmten Grade der Wärme nur bis auf einen bestimmten Grad ausgedehnt werden, und wenn die Wärme daraus weggeseht, wiederum sicker werden, so ist allerdings in den Körpern eine Kraft, welche der Kraft der Wärme entgegenwirkt, bis beide einander das Gleichgewicht halten. Dieses Gleichgewicht ist es nun, was uns in Zweifel setzen soll, welche Art von Kräften mit einander zu vergleichen. Die Kraft in den Körpern ist diejenige, mit welcher ihre Theilchen zusammenhängen, so daß sie nicht ohne daß sie Gewalt gethan werden können. Sie ist unter dem Namen von Cohäsionskraft längst schon bekannt, und da die Härte, die Zähigkeit, die Festigkeit, und theils auch die Federkraft der Körper davon abhängt, so ist sie auch schon häufig untersucht und durch Erfahrungen bestimmt worden. Die Festigkeit der Verbindungen macht solche Untersuchungen sehr schwierig. Noch mehr aber war die terrestrische Attraction eine nähere Veranlassung dazu.



## §. 424.

Man nennt die Zerschmetterkraft der Körper absolut, wenn man sich die Kraft getraut, welche erfordert wird, z. B. einen prismatischen oder cylindrischen Körper geradeaus zu zerreiben. Wenn es nur nöthig ist, einen solchen Körper in die Länge zu ziehen, oder mit etwa einer Saite zu spannen, so wird, nach Maßze der geringern Spannung eine geringere Kraft erfordert. Diese Kraft wird aber immer noch als absolute betrachtet, wenn sie es gleich in einem geraden Grade ist. Man nennt sie so zum Unterschiede der diegenden oder drückenden Kraft, weil diese stärkters angedrückt wird. Man hat sich schon seit dem vorigen Jahrhundert viele Mühe gegeben, diese Kräfte, sowohl durch Versuche, als durch Theorie mit einander zu vergleichen. Was hat aber dabei mehrtheils nur auf die äussersten Grade, wobei nemlich ein wirkliches Zerreißen oder Zerbrechen erfolgt, Rücksicht genommen.

## §. 425.

Die spannende oder vollends zerreißende Kraft wird allerdings, nicht angelegter Gewicht am leichtesten bestimmen. Sie ist besonders bey Metallen beträchtlich groß, und dieses macht, daß man nur mit diesem Druce oder Stücken Verliche angestellt hat. Muskelnbrock wehen solche, denn Druce weiset  $\frac{1}{2}$  eines Rheins. Lothts betrag, und send das zum Zerreißen erforderliche Gewicht

sie den Druce

|            |       |             |
|------------|-------|-------------|
| von Kupfer | ..... | 399½ Pfund. |
| Wesing     | ..... | 350 —       |
| Gold       | ..... | 500 —       |
| Eisen      | ..... | 450 —       |
| Silber     | ..... | 370 —       |
| Zinn       | ..... | 49½ —       |
| Wesg       | ..... | 29½ —       |

Den diesem Druce nimmt die zerreißende Kraft, wie das Quadrat des Durchmessers zu, und bey dünnem vermindert es sich in eben der Verhältnisse. In Ansehung der weichen Körper ist, zu bemerken, daß sie vor dem Zerreißen dünner werden, und also durch weniger Kraft zerreißen. Bey diesen Dünnerwerden, geht einige Zeit vorbei, und dieses ist eine Anzeige, daß man besser steht, wenn man das angelegte Gewicht langsam um etwas vermehrt, denn das Zerreißen eher Verzug erfolgt. Uebrigens ist es für sich klar, daß das Zerreißen allemal am spätesten Druce erfolge, und daher vor dem Versuche wohl untersucht werden muß, ob an dem Druce nicht irgend ein Nis ist, der das Zerreißen befördert.

## §. 416.

Ich habe nun, um hierüber einige Versuche anzustellen, die Theorie der klingenden Saiten zu Hülfe genommen, und dazu verkürzte und stärkere (vermehrlich aber nur kleinere) Violonchellen gebraucht. Diese Versuche haben mir an, daß eine verkürzte Saite springt, wenn sie auf das Monochord gespannt über der Länge von einem Theil. Laß den Ton der Saite



gleich, oder in jeder Secunde 996 Schwingungen machet. Die kleinere Saite aber zwingen, wenn sie bey eben der Länge um einen Ton höher gestimmt werden über den Ton der Saite



um 2, 996 um 1150 Schwingungen geben. In der Dicks der Saiten ist hier nicht gelegen. Der Unterschied ist nur, daß dickere Saiten mit mehr Kraft gespannt werden müssen und eines weniger klingenden Ton geben; dessen man nicht die Länge 2, 3mal größer und den Probieren in gleicher Verhältniß tiefer nimmt.

## §. 417.

Die Theorie der klingenden Saiten giebt man folgende Formel:

$$P = \frac{M \lambda N^2}{\lambda g}$$

wo P das passende Gewicht, M das Gewicht des klingenden oder zweifeln beyden Saiten des Monochords klingenden Theiles der Saiten,  $\lambda$  die Länge, N die Anzahl der Schwingungen, und g den Fall der Körper in der ersten Secunde Zeit versteht. Wird  $\lambda$  in holländischen Linien gemessen, so ist  $g = 4500$  Linien. Um das Gewicht der Saiten desto genauer zu bestimmen, that man gut, wenn man ein sehr langes Stük derselben abwägt, und sich einen gewogen und richtigen Waage bedient.

## §. 418.

Ich werde nun sehen, der Theil, sowohl von Weisung als von Eisen, habe eine solche Dicks, daß die Länge von 1 Theil. Laß gerade 1 Ovan Theil der Gewicht betrage. Derselben haben wir

$$\begin{aligned} M &= 1 \text{ Ovan.} \\ 2g &= 4500 \text{ Linien.} \\ \lambda &= 144 \text{ Linien.} \end{aligned}$$

und dann für

$$\begin{array}{l} \text{Wesing.} \\ N = 996 \\ \text{folglich} \\ P = \frac{996 \cdot 996 \cdot 1 \cdot 144}{4500} \\ = 31744\frac{1}{2} \text{ Gran.} \\ = 132 \text{ Loth } 1 \text{ Quent. } 4\frac{1}{2} \text{ Gr.} \\ \text{Was sehr schwer, ein Cubusfuß wäget} \\ 224 \text{ Pfund.} \end{array}$$

so wiegt ein Drat von 1 Fuß Länge und  
1 Quadratinne im Durchschnitte.

$$\frac{5547}{37} \text{ Gran.}$$

Es wiegt ein Drat von 1 Fuß Länge und  
1 Quadratinne im Durchschnitte.

$$\begin{array}{l} P = 26721 \text{ Loth.} \\ = 835 \text{ Pf. } 1 \text{ Loth.} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Eisen.} \\ N = 1120\frac{1}{2} \\ P = \frac{1120\frac{1}{2} \cdot 1120\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 144}{4500} \\ = 40176\frac{1}{2} \text{ Gran.} \\ = 167 \text{ Loth } 1 \text{ Quent } 36\frac{1}{2} \text{ Gran.} \\ \text{Was sehr schwer, ein Cubusfuß wäget} \\ 204 \text{ Pfund.} \end{array}$$

$$\frac{5040}{37} \text{ Gran.}$$

$$\begin{array}{l} P = 31248\frac{1}{2} \text{ Loth.} \\ = 975\frac{1}{2} \text{ Pfund.} \end{array}$$

Maßstabrock sieht kaum halb so viel. Denn sein  $\frac{1}{2}$  Zoll dicker Drat hat  
1, 13 Quadratinne im Durchschnitte. Durch diese Zahl muß demnach das  
von ihm für Wesing auf 160 Pfund und für Eisen auf 450 Pfund angefertigter Drat  
nicht geteilt werden. Hat so kostet sich 319 Pfund für Wesing und 998 Pfund  
für Eisen, wenn der Drat 1 Quadratinne im Durchschnitte hat. Ich laße dahin  
geh. ist, ob Maßstabrock die Dicke seines Drahtes nur dreifach auf  $\frac{1}{2}$  Zoll  
gesetzt hat. Ein so dicker Drat ist übrigens auch mit weniger Gewicht gegeben  
als die Querschnitte, vermutlich auch weniger elastisch. Hat dann kommt bey  
Maßstabrock's Versuchen viel auf die Art an, wie der Drat zum Aufhänge des  
Gewichts befestigt werden.

§. 419.

Es kam mir nun scheinlich darauf an, daß ich die Ausdehnung des  
Drahtes mit dem spannensten Gewichte vergleiche. Hierzu that der Stimmzettel  
des Monochordes gute Dienste. Ich machte an denselben einen Zeiger feste, was  
durch ich leicht sehen konnte, um wie viele Grade ich denselben ausdehnte, sowohl  
um die Saite immer mehr zu spannen, als um wieder nachzulassen. Ich thatete  
den Stimmzettel von 41 in 43 Graden, und beobachtete durch Verschieben des  
beweglichen Carrels, bey welcher Länge die Saite den Ton der Höhe.



G 3

geh, aber in einer Secunde Zeit 830 Schwingungen vollendet. Das Quadrat dieser Länge ist in Verhältniß des harmonischen Bezuges, und die Verlingerung oder Ausdehnung der Saite vom Stimmmaß bis zum Orga, wo sie eingeklingelt ist, bestimmt sich verumittel des Quadrats des Stimmmaßes, wenn man sich den Durchmesser desselben um die Dicke der Saite größer denkt.

## §. 430.

Den vollständigsten Versuch hierüber sollte ich den 1sten Nov. 1777. mit einer verkürzten Saite an, von welcher ich voraus bestimmte hatte, daß sie bey einer Spannung von 172 loth zerrisse. Ich spannte sie erst nur schwach, doch so, daß sie genug angezogen war, um auf dem Stimmmaß feste anzuliegen, und einem klingenden Ton zu geben. Von da an plügte ich die Grade des Lindensens von 45<sup>ten</sup> 45 bis auf den 125sten. Mitdenn trügte ich eben so wieder zurück, um zu sehen, ob die Saite bey eben den Klängen wieder eben den Ton der Fülle



geben würde. Die Klänge muß ich in Meas. linien, und fest

| Dehnung des<br>Stimmmaßes. | Länge beim |             | berechnete<br>Länge. |
|----------------------------|------------|-------------|----------------------|
|                            | Spannen    | Lothspannen |                      |
| Grade.                     | Linien.    | Linien.     | Linien.              |
| 0                          | 62         | 63          | 62, 5                |
| 45                         | 82         | 83          | 82, 6                |
| 90                         | 101        | 102         | 98, 7                |
| 135                        | 121        | 122         | 112, 5               |
| 180                        | 136        | 137         | 124, 3               |
| 225                        | 156        | 156         | 136, 0               |

## §. 431.

Die letzte Column habe ich folgendermaßen berechnet: Ich setze, daß die Verlingerung der Saite dem harmonischen Bezuge verumittel sey. Diefes ist es eben, was durch den Versuch sollte geprüft werden. Da nun die Saite Anfangs schon einen gewissen Grad der Spannung, und folglich der Ausdehnung hatte, so setze ich, daß, wenn der Stimmmaß um  $x$  Grade zurückgebracht würde, ebenans alle Spannung und Verlingerung = 0 seyn würde. Diefen nach wüßte für die erste und letzte Beobachtung

$$x: (x + 225) = (62)^2: (136)^2$$

$$x = 60\frac{1}{2} \text{ Grad}$$

sey. Und daraus folgte schon, daß für  $x$  Grade, um welche der Stimmzettel gedreht werden, die Länge der Saite

$$\begin{aligned} \lambda &= 62,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{60\frac{1}{2} + x}{60\frac{1}{2}}\right)} \\ &= 62,1 \cdot \sqrt{\left(1 + \frac{4x}{241}\right)} \end{aligned}$$

linien sein müßte, wenn die Voraussetzung richtig ist. Was setzen ich  $x = 45, 90, 135, 180$  Grad, und fand für  $\lambda$ , die in der letzten Columne angeführten Werthe. Da die beobachteten Längen, mittelst des Verhörs bestimmt werden mußten, so wird man zwischen der Rechnung und den Beobachtungen nicht wohl eine genauere Uebereinstimmung erwarten können. Die Rechnung giebt bald zu weit mehr, bald etwas weniger. Dieses würde aber nicht seyn, wenn die Voraussetzung wirklich richtig wäre.

## §. 432.

Ich habe nun ferner gefunden, daß wenn eben diese Saite bey der Länge von 108 $\frac{1}{2}$  Linien den Ten



geben sollte, sie mit 67,9 Loth Gewicht gespannt werden mußte; und daß, wenn der Stimmzettel von 45 Grade gedreht wurde, die Saite sich um  $\frac{1}{2}$  Linie ausdehnte. Setze ich demnach

$$\lambda = 108\frac{1}{2},$$

so fand ich

$$x = 121,8 \text{ Grade.}$$

Und

$$451 \frac{1}{2} = (121,8 + 60\frac{1}{2}) : 2,36,$$

folglich für erstbenannten Ten, 2,36 Linien Verlängerung. Nun fordert die größte Spannung 172 Loth. Demnach

$$67,9 : 172 = 2,361 : 3,96.$$

Und so sehen sich die Saite, ehe sie zerrißet, um 3,96 oder 6 Linien aus. Ihre ganze Länge betrug aber 612 Linien. Demnach ist die größte Ausdehnung  $\frac{1}{27}$  Theil der Länge.

## §. 433.

Einen ähnlichen Versuch machte ein Versuch auf mein Ansehen mit der höchsten Saite eines Claviers, welche von 282 $\frac{1}{2}$  Rhein. Linien den Tenor giebt. Ich sprach ihm davon, als von einem Mittel des Claviers zu sein.

wert. Er fähmt die Saite nach und nach auf  $l$ ,  $c$ ,  $G$  herunter, und ich fand, daß der Stimmzettel von  $90^\circ$  auf  $12$ ,  $11$ ,  $0$  nur zurückgedreht werden. Denn nach  $122$   $9\frac{1}{2}$

| Mus.       |            |            |           | Viol.                        |
|------------|------------|------------|-----------|------------------------------|
|            |            |            |           |                              |
| $90^\circ$ | $32^\circ$ | $11^\circ$ | $0^\circ$ | Verhöltniß des Stimmzettels. |
| $24$       | $15$       | $15$       | $9$       | Verhöltniß der Schwingungen. |
| $24$       | $15$       | $11,9$     | $9$       | Verhöltniß des Verhältniß.   |

Der Stimmzettel habe  $1\frac{1}{2}$  Linien Durchmesser. Dieses giebt für  $30$  Grade  $1\frac{1}{2}$  Linien Verhängerung. Das springen die höchsten Saiten, wenn sie bei  $1\frac{1}{2}$  Zoll Länge den Ton



geben, welcher nach eben dem Verhältniß  $14$  Schwingungen hat. Die Verhängerung giebt, daß der Stimmzettel nach ihm  $14,7$  Grade ohne zurückgedreht werden können, die alte Spannung würde aufgehört haben. Die Saite war denn nach in allem  $90 + 14,7 = 104,7$  Grade gedreht. Nach dem vor ihre Drehung  $1,17$  Linien. Man würde bei  $1$  Fuß Länge die Saite nicht  $14$ , sondern  $14,22\frac{1}{2}$ :  $144 = 47$  Schwingungen gemacht haben. Daraus ist

$$47^2 : 54^2 = 1,37 : 1,61$$

und folglich springt die Saite, wenn sie auf  $182\frac{1}{2}$  Linien Länge, um  $1,61$  Linien, oder um ihrem  $1\frac{1}{2}$  Theil ausgehoben wird. Für niedrigere Saiten gab der entsprechende Verhältniß  $1\frac{1}{2}$  Theil der Länge.

S. 434.

14. Theil.

Es sey man A D B E der Durchschnit eines elliptischen Strahls, welcher gebogen werden soll. Von dem Bogen wird derstehe gegen A zusammengezogen, gegen B aber ausgezogen, in DE aber behalten die Theilchen ihre Lage. In jedem andern Schnitte N M werden sie denselbe auseinander gezogen, je größer C P ist. C ist der Krüppunct, und C P der Arm eines Hebel, wo man sich die zum Auseinanderziehen erforderliche Kraft angebracht gedacht. Diese Kraft wird in Verhältniß von C P größer, weil in eben dem Verhältniß die Theilchen denselbe auseinander gezogen werden, und demnach denselbe Kraft setzen. Es sey der Halbmesser C B =  $r$ , der Winkel M C E =  $\phi$ , so stellt  $2 r r \cos \phi$ , d. h.  $\phi$ , die in N M auseinander gezogenen Theilchen vor. Die zum Auseinanderziehen erforderliche Kraft für jedes Theilchen in B sey =  $b$ , so ist dieselbe in P =  $b$ , h.  $\phi$ , und folglich für die sämtlichen in N M auseinander gezogenen Theilchen =  $2 r b \sin \phi$ ,  $\cos \phi$ , d. h.  $\phi$ . Diese Kraft mit C P =  $r$ , h.  $\phi$  multiplicirt, giebt das Moment  $d \mu = 2 b r^2 \sin^2 \phi$ ,  $\cos \phi$ , d. h.  $\phi$ , dessen

dessen

Desen Integral

$$\mu = \frac{b r^3}{4} (\phi - \frac{1}{2} \sin 4 \phi)$$

ist. Und für den halben Circul D B E

$$\mu = \frac{1}{2} b r^2 \pi$$

gleich. Für den halben Circul D A E muß wegen des Zusammenrückens noch eben so viel gerechnet werden. Geht man aus, die biegende Kraft sey in der Distanz  $= a r$  angebracht, und  $= p$ , so ist ihr Moment  $= a r p$ . Und dieses muß  $= \mu$  seyn; folglich ist

$$p = \frac{b r^2 \pi}{4 a}$$

§. 425.

Diese bestehende oder biegende Kraft wird mit der geradenziehenden am leichtesten verglichen, wenn man  $a = 1$  setzt, und folglich die Kraft  $p$  nimmt, wie sie seyn muß, wenn sie in der Distanz  $= 1$  angebracht wird. Die geradenziehende Kraft soll alle Theilchen so weit von einander entfernen als sie es durch Dingen in  $b$  sind. Es setzet man auch alle die Kraft  $b$ . Man stellt  $c r$  die horizontalen Theilchen im ganzen Circul vor. Darnach ist

$$P = c r b \pi$$

die Summe, der zum auseinanderziehen erforderlichen Kräfte, das will sagen, die auseinanderziehende Kraft. Damit ist überhaupt

$$P : p = c r b \pi : \frac{c r b \pi}{4 a}$$

folglich

$$P : p = 4 a : 1$$

$$p = \frac{P}{4 a}$$

§. 426.

Wenn die Stange, anstatt rund zu seyn, vierseitig ist, so findet man auf eben die Art

$$p = \frac{P}{3 a}$$

Ich habe obigen schon gesagt, daß der Schwerpunkt C in die Mitte falle. Dies ist nur deswegen statt, weil sich bei dieser Voraussetzung die Stange am leichtesten bieget, und weil, wie wir vorher gesehen haben, die ausübende Kraft in Verhältnis der Ausdehnung ist.

25. §. 437. Es sey nun B A eine in A beschigte Stange, welche durch ein in B angehängtes Gewicht P gebogen wird. C E sey der Halbweiser der Krümmung in C, so wird, so lange die Krümmung nicht sehr groß ist,

$$C E = \frac{C B \cdot C B}{3 \cdot B F}$$

leyn. Diefes folgt aus der Lehre von der Biegung elastischer Stangen.

§. 438.

Da man ferner in dem Mittelpunct der Stange C die Theilchen durch das Wirgen nicht aneinander gezogen werden, so muß die Ausdehnung von C nach D, und  $\frac{1}{2}$  in D am größten, so wie hingegen in A das Zusammenziehen am größten ist. Da man eben von diesen Ausdehnern und Zusammenziehern die Krümmung herleitet, so stellt D C die Ausdehnung in D für die Länge des Halbwiesers D E oder eigentlich für die Länge eines Bogens vor der dem Spaltenweiser des Krümmungstheiles gleich ist.

§. 439.

Ich beschigte nun in A D einen aufgesetzten Draht B C von 143 Rheind. Linien Länge, dessen Gewicht 17,4 Gran des Berliner Pfundes betrug. Da er sich durch sein eigen Gewicht etwas herunter bogte, krümmte ich ihn so, daß er sich unerrachtet gerade und wagrecht hielt. Hierauf hängte ich an dem Ende B ein Gewichtchen von 3 Gran an. Und es bog den Draht aus F in B um 24 Lin. eines herunter, und mit 10 Gran jährlich genau doppelt so viel oder 48 Linien. Diefes sehr merkliche Herunterziehen, gab mir Anlaß, einen solchen Draht als eine sehr empfindliche Waage anzusehen, wozu ich  $\frac{1}{10}$ ,  $\frac{1}{12}$  Theile von einem Gran unterschieden liefte. Ich gebrauchte auch nachgehends einen solchen Draht zur Abwägung leichter Körper, deren Gewicht ich sehr genau zu mißsen verlangte, indem ich in F B einen Wasserfuß setzte, der in Grana und deren Theilstrichtheile getheilt war.

§. 440.

In diesen Versuche war demnach der Halbweiser der Krümmung

$$C E = \frac{143 \cdot 143}{3 \cdot 24} = 285 \text{ Linien.}$$

Erhe ich ferner, ein Rheind. Cubisches Weßing wäge 554 Berliner Pfund, so findet sich hieraus der Halbweiser von der Dicke des Drahts =  $\frac{1}{15}$  Theil von C D.

$$\frac{C D}{D E} = \frac{17 \cdot 377}{1177} = 14 \frac{7}{11} \text{ Theil der Länge.}$$



Erre ist

$$BC = 143: \frac{1}{2} = 1072 \frac{1}{2} \text{ Hallenweite des Deuts.}$$

folglich (§. 434. 435.)

$$a = 1072 \frac{1}{2}, \\ p = 5 \text{ Gran.}$$

Und demnach die gradeausziehende Kraft

$$P = 4 a p = 21450 \text{ Gran} = 89 \frac{1}{2} \text{ Loth.}$$

Und aber den Draht zu zerreißen, gebraucht es einer Kraft von 1500 Loth. Demnach ist

$$89 \frac{1}{2} \text{ Loth: } 1500 \text{ Loth} = \frac{1}{17} \text{ Ausdehnung: } \frac{1}{17} \text{ Ausdehnung.}$$

Also zerreißt der Draht, wenn er um  $\frac{1}{17}$  Theil seiner Länge ausgedehnt wird.

§. 441.

Durch einen ganz ähnlichen Versuch fand ich, daß ein eiserner Draht zerreißt, wenn er um  $\frac{1}{17}$  Theil seiner Länge ausgedehnt wird. Vergleich man nun diese beiden Versuche mit den vorhergehenden (§. 432. 433.), so ist hier die größte Ausdehnung, sowohl beim Zerreißen als beim Erßen um etwas geringer. Dem ist so

|             | in den vorigen<br>Versuchen. | in den gegenw.<br>vorigen |
|-------------|------------------------------|---------------------------|
| für Messing | $\frac{1}{15}$               | $\frac{1}{17}$            |
| für Eisen   | $\frac{1}{15}$               | $\frac{1}{17}$            |

Der Unterschied betrifft für beide Metalle nur  $\frac{1}{17}$  Theil aus. Aber eben diese Verschiedenheit leitet zu dem Schluß, daß in der That, wie beyden Versuche anzusehen werden, etwas sehr muß, welches bey den letztern die Ausdehnung geringe macht als bey den erstern. Da übrigens der Unterschied nicht viel austrifft, und ebenfalls das Mittel genommen werden kann, so werde ich mir hier bey diesen Untersuchungen nicht länger aufhalten. Ich habe nämlich, ehe ich die Versuche anstellte, viel größere Unterschiede erwartet, weil man die ganze Theorie immer als etwas sehr mißliches anzusehen hat, und theils in der Theorie, theils in den Versuchen ziemlich beträchtliche Fehler mit unterlaufen.

## Zweyter Abschnitt.

Anwendung auf die Kraft der Wärme.

§. 442.

Es soll nun, überhaupt betrachtet, gleich viel seyn, ob die Wärme oder eine and. Kraft die Körper, z. E. metallene Stangen ausdehnt. Der Unterschied besteht auch nur darin, daß die äußere Kraft nach einer ganz andern und pos.

§ 3

den Richtung weist, da hingegen die Wärme ihren Druck nach allen Seiten hin ausübt. Es hat dieses aber nur den Erfolg, daß man die Kraft der Wärme nach jeder schiefer Richtung  $T M$  in eine senkrechte  $M P$ , und parallel  $Q M$  zerlegt, und die Summe von letztern berechnet muß. Die Ausdehnung hier mit der oben (§. 393.) über die Gleichzeitigkeit gegebener eine völlige Uebereinstimmung, und der Erfolg ist, daß die Summe aller schiefer Drückungen der Wärme bei gewissen von dem größtem Winkel der Empfänger gleich, und demnach halb so groß ist, als wenn sie sämtlich parallel wären.

§. 443.

Man hat ferner allerdings darauf zu sehen, ob man bei der Wärme nur die Ausdehnung nach der Länge oder die nach dem körperlichen Räume bestimmt. Insofern geschieht bei den Thermometern von schiefer Weite, (§. 121.) wie auch bei den hydrostatischen (§. 194. u. f.) meistens aber bei den oben (§. 217.) angeführten Versuchen, wie auch bei den Mariotteschen Proben, (§. 226. u. f.) Der Unterschied ist, daß, wenn man die Ausdehnung nach der Länge  $= (1 + \alpha) l$  setzt, sie nach dem körperlichen Räume  $= (1 + \alpha)^3$  gesetzt werden muß.

§. 444.

Das Zerschneiden durch dessen Gewicht ist überhaupt dem Zustande ähnlich, wo die Metalle durch die Hitze des Feuers anzufangen, bis zum Schmelzen erweicht zu werden. Denn ein glühendes Eisen läßt sich ohne alle Mühe in die Länge ziehen. Auf diese Art wird die Ausdehnung, bei welcher ein Theil zerfällt, dem vorigen ziemlich gleich sein, die er erhält, wenn er glüht. Man sieht Mariottes Versuch, daß sich zum Feilen zum Einstecken des Werkzeuges um  $\frac{1}{17}$  und das Eisen um  $\frac{1}{17}$  Theil seiner Länge ausdehnt. Die nachst angeführten Versuche geben aber für die zum Zerschneiden erforderliche Ausdehnung.

für Werkzeug : : :  $\frac{1}{17}$  : : :  $\frac{1}{17}$ .für Eisen : : :  $\frac{1}{17}$  : : :  $\frac{1}{17}$ .

Ich habe aber viele Versuche im November 1775. und im Herbst 1777. in der Stadt angestellt, wo die Wärme um 20 bei dem 100sten Grade des letzten Thermometers, demnach 50 Gr. über dem Fixpunkt oder 310 Gr. unter dem Einstecken war. Hier doch 310 Grade, welche sich demnach

das Werkzeug nur  $\frac{1}{17}$   $\frac{1}{17}$  =  $\frac{1}{17}$  Theil.das Eisen nur  $\frac{1}{17}$   $\frac{1}{17}$  =  $\frac{1}{17}$  Theil.

ausgedehnt haben. Da nun die Kraft der Wärme, so wie die ausdehnende oder stützende Kraft in Verhältniß der Ausdehnung steht, so haben wir für die größte Ausdehnung des Werkzeugs

 $\frac{1}{17}$  Ausdehnung:  $\frac{1}{17}$  Ausdehnung = 310 Gr. Wärme: 3602 Gr.und  $\frac{1}{17}$ :  $\frac{1}{17}$  = 310: 2893. Gr. Wärme.

Und dann ist

 $3602 + 310 = 4612$  Gr. des letzten Thermometers

ist

$$2893 + 1050 = 3943 \text{ Gr. des Luftthermometers.}$$

Die Hitze des glühenden Messings wirt demnach zwischen den 2943sten und den 2651sten Grad des Luftthermometers. Das Torrel giebt die Wärmegrad des 430sten Grad. Muschenbroeck fast für glühend Kupfer des 400sten Grad. (§. 227.)

§. 415.

Eben so haben wir für das Eisen.

$$\frac{1777}{1777} : \frac{1777}{1777} = 320 : 2890.$$

$$\frac{1777}{1777} : 1050 = 320 : 2465.$$

und folglich

$$2890 + 1050 = 3940 \text{ Gr. des Luftthermometers.}$$

$$2455 + 1050 = 3505 \text{ Gr. des Luftthermometers.}$$

Man würde die Hitze des glühenden Eisens zwischen den 3505. und 3940sten Grad des Luftthermometers fallen. Newton giebt nur 3122 an (§. 264.), und nach Almontons würde der 2163ste Fahrenheitische oder 723ste Grad des Luftthermometers für weißglühendes Eisen sein (§. 310.) Nach Nobins hingegen ist es für ein im Schmelzfeuer weißglühend gemachtes Eisen der 4220ste Grad. (§. 92.) An diesen Unterschieden halte ich mich nicht auf, weil der Grad, in welchem ein Metalle glühend ist, zwischen ziemlich weiten Schwanken abweichet. Demas aber kann man sich mehr aufhalten, daß die hier angegebene Rechnung für glühendes Messing eine größere Hitze giebt als für glühendes Eisen. Dieses könnte aber da her, daß es nicht ausgemacht ist, ob bey beiden Metallen einetley Grad des Glühens den Grad der Ausdehnung giebt, bey welchem sie in gleichiger Luft zerfallen würden. Das Messing ist härter als das Eisen, und mag aus diesem Grunde mehr Ausdehnung leiden. Sodann gebrauche ich in der Rechnung, die von Muschenbroeck angegebene Bestimmungen. Es kann aber leicht sein, daß sein Messing und Eisen von dem so ich gebrauche habe, verschieden war. Andere seiner Messinge möchte zu gebrauchen. Die Absicht der hier vorgezeichneten Versuche und Rechnungen gieng überhaupt nur dahin, daß sich dadurch erkennen ließ, wiefern die Kraft der Wärme mit den Schmelzstrahlen, und inwieweit diese, mit fremdem Quecksilber verglichen werden konnte. Ich habe mich hiebei, sowohl für das Messing als für das Eisen an Muschenbroecks Bestimmungen gehalten. Man sehe aber aus der im §. 227. gegebenen Tafel, daß, wenn ich, sowohl für Messing, des P. Leibert oder D. Juan Bestimmungen hätte zum Grunde zu gen wollen, die Hitze für glühendes Messing wirklich würde geringer herausgekommen sein. Ich that es aber nicht, weil mir aus andern Gründen Muschenbroecks Angaben zuverlässiger vorkommen, wenn sie auch nicht bis auf die geringsten Kleinigkeiten richtig sind (§. 218. 219. 220. 233.)

## §. 446.

Mariotte hat durch Versuche gefunden, daß Glas zerbricht, wenn es zwischen  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{3}$  Theil seiner Länge ausgedehnt wird. Da er die Versuche nicht nicht in der Wissenschaft angeführt hat, so will ich sie hier, die letztere der Ausdehnung annehmen, und demnach zeigen, daß das Glas von Feinsand bis zum Schmelzen oder Schmelzen um  $\frac{1}{3}$  Theil seiner Länge ausgedehnt werde. Man scharft nach Amontons Versuche (§. 330.) dünnes Glas, das widersteht an sich schon sehr schwierig war, wenn 766 Schmelzwärmen oder 25037m Grade des kalthermometers. Dieses gibt 1509 Grad über dem Feinsand: Demnach

$$1509: 370 = \frac{1}{4}: \frac{1}{177}$$

Das Glas dehnt sich also diesen Angaben zufolge vom Feinsand bis zum Schmelzen um  $\frac{1}{177}$  oder 0,00064 seiner Länge aus. Diese Dehnung kommt unter den drei oben (§. 317) angegebenen, die von D. Juan am stärksten, die an sich schon zwischen denen von Herbert und Younger das Mittel hält, übrigens aber von beiden weislich abgeht.

## §. 447.

Vergleichungen von dieser Art geben uns den zwischen Klumpen wenig oder gar nicht an, und wenn Hölze ebenfalls nicht, weil sich dabei das geometrische mit dem geometrischen vermengt. (§. 121.) Ich habe indessen einen Grad von Durchschmelze, welcher 350 theilt, kaum lang,  $\frac{1}{2}$  breit und 4 tief war, durch Aufhängen eines halben Berliner Pfunders an einem Ende auf 44,5 Linien von 17 Puz. unterlegen. Hieraus ergab sich der Halbmesser der Kugelung in C,

$$CE = \frac{170 \cdot 170}{2 \cdot 445} = 1050 \text{ Linien.}$$

und die Ausdehnung in D =  $\frac{170}{177} = \frac{1}{177}$  Theil der Länge. Die in einer Distanz von CD = 2 Linien angebrachte bewegliche Kraft würde ferner

$$= \frac{170}{2} \cdot \frac{1}{4} = 97 \frac{1}{2} \text{ Pfund}$$

sein. Das ist (§. 426.) die große schwerkereichte 3mal größer, dennach = 292½ Pfund für  $\frac{1}{3}$ .  $\frac{1}{3} = \frac{1}{177}$  Theil. Quadratfuß Durchschmelze. Demnach nach Mariottesbrock das Holz von  $\frac{1}{177}$  Ausdehnung Tiefe, mit etwa 1000 bis 1200 Pfund Kraft zerbricht. Dieses gibt für  $\frac{1}{177}$  Ausdehnung eine Kraft von 2400 und mehr Pfund. Was damit wider.

$$292 \frac{1}{2} \text{ Pfund} : 2400 \text{ Pfund} = \frac{1}{177} : \frac{1}{2} \text{ Ausdehnung.}$$

Das Holz dehnt sich demnach, ehe es zerbricht, um  $\frac{1}{2}$  Theil seiner Länge aus. Dieses widersteht nun auch die Wärme eben, wenn nicht das Holz beim Zerbrechen sehr stark einwärts.

## §. 448.

Die bisher angeführte Vergleichung der Kraft der Wärme mit der schwereren Kraft, gibt man selber an, was man durch die Kraft der Wärme in dem Klumpen zu verstehen hat. Dorthin beziehet sich auf die Durchschmelze, die man sich gestellt, wenn die an denselben liegenden Theilchen des Klumpens getrennt

werden sollen. Aus dem S. 428. ergibt sich, daß diese Kräfte, sofern sie auf eine Quadratlinie Offnen, sind

bei Messing = 835 Pfund.

bei Eisen = 975 Pfund.

und demnach allerdings sehr beträchtlich sind.

§. 449.

Man haben wir oben (S. 47. f.) die Kraft der Wärme in der Luft ungleich geringer gefunden, dabei aber doch angesetzt, daß einley Wärme in dichtere Luft mehr Kraft hat, je dichter die Luft ist. Die Kraft der Wärme in der äußern Luft ist ihrer Schwerkraft und demnach dem Druck einer Quadratlinie von etwa 28 Rheinst. Fuhes gleich. Dieses giebt auf eine Quadratlinie einen Druck von 0, 102 Pfund, welcher demnach 8000 bis 9000mal geringer ist, als der Druck der Wärme auf eine Quadratlinie in gleichem Tiefung oder Eisen. Es lassen sich nun aber diese Verhältnisse näher zusammenschicken. Wenn einmal ist die Kraft der Wärme bei gleichem Einatzen 4mal stärker als in der Höhe des Siedepuncts, dadurch werden die 8000 auf 2000 herab zu setzen. Wenn nun aber die Luft auch nur wasserdichter (S. 55.) zusammengesetzt gedacht wird, so wird die Kraft, Wärme, und Elasticität derselben, zufolge der Mariottischen Regel, 8000mal stärker. Damit kommen wir den erstbenannten 2000 schon merklich näher. Es kann aber nicht sein, daß die sogenannte fixe Luft in dem Körpern noch dichter ist. (S. 52.)

§. 450.

Dieser Umstand, daß einley Wärme in dichtere Luft und so auch in dichte dem Körpern mehr Kraft hat, rühret nun großentheils daher, daß die Theilchen des Körpers den Stief, so sie von den Feuertheilchen erhalten fortzuziehen, und ihn, so zu sagen, dadurch verweilfängen. Außerdem kann es auch sein, daß, da die Feuertheilchen von dem Körpern an sich gezogen werden, ihre Geschwindigkeit bey dem Zittern vermindert wird, und eben dadurch mehrere Kraft erhält, die, wenn die Feuertheilchen wieder aus dem Körper weichen, ebenfalls wieder weisfält. Hergo kommt dann noch das Zurückstellen der Feuertheilchen von der untern Oberfläche des Körpers, (S. 307.) welche machet, daß von den Feuertheilchen, die 3. Q. aus Wasser in Wasser übergehen möchten, der größte Theil, nemlich  $\frac{2}{3}$  zurückweilt, wenn sie aus Wasser in Luft gehen sollen. Dieses machet, daß von den Feuertheilchen, die sich im Wasser das Gleichgewicht halten, nur der  $\frac{1}{3}$  Theil nöthig ist, um den Feuertheilchen in der Luft das Gleichgewicht zu halten. Damit aber diese  $\frac{1}{3}$  Theil das Gleichgewicht halten könne, sind demnach die übrigen  $\frac{2}{3}$  in dem Wasser noch nöthig, weil immer auch die Cohäsionskräfte der Wassertheilchen von Seiten der Feuertheilchen ein Gleichgewicht fordern.

§. 451.

Es rühret nun ebenfalls der Umstand, daß die Theilchen des Körpers den Stief der Feuertheilchen fortzuziehen, und so zu sagen, verweilfänges, mit dazu

ten, daß in höhern Körpern zu gleicher Wärme weniger Feuertheilchen erfordert werden, als in niederen Körpern. Hier muß man voraus nicht vergessen, daß die Menge in umgekehrtem Verhältnis der Dichtigkeit sey, oder von der Dichtigkeit allein abhängt. Die Leuchttheilchen können noch viel mehr als die Dichtigkeit in Betrachtung. Wir haben oben (S. 305.) gefunden, daß bey gleicher Wärme die Menge der Feuertheilchen in einem Cubische Quadscheit, Weingeist und Wasser sich wie die Zahlen 4, 6, 7 verhalte. Die Zahlen sind nicht nur nicht in umgekehrtem Verhältnis der Dichtigkeit oder spezifischen Schwere, sondern gehen in Richtung des Weingeistes, der noch leichter als das Wasser ist, ganz davon ab. Eine ähnliche Annahme fand man bey dem Aufsteigen des Weingeistes in dem Haarröhrchen, als man sehe, daß das Wasser in denselben sich um die Hälfte höher hebe. Man kann das Eigentheil erweitern, weil der Weingeist leichter ist als Wasser. Die Erweiterung schlag sich, und man mußte den Schuss machen, daß der größern Dichtigkeit entgegen, die Leuchttheilchen im Weingeist stärker sind als im Wasser. Einen ganz ähnlichen Versuch fand man auch bey der Strahlbeugung, die im Weingeist stärker als im Wasser ist. Newton schloß daraus, daß der Weingeist die Lichtstrahlen mit mehr Kraft gegen sich ziehe als das Wasser. Und dieses mag wohl auch in Richtung der Feuertheilchen sein haben.

§. 450.

Da die Kraft, womit die Wärme feste Körper ausdehnt, beträchtlich groß ist, so ist man auch längst schon auf die Gedanken gekommen, eine so große Kraft zu nutzen. Was aber dabey hinderlich war, ist, daß eine so große Kraft einen sehr kleinen Weg durchläßt, und demnach der Wirkungen nicht viel damit auszuwirken ist. Indessen ist man, so viel sich weiß, darauf entstanden, vermuthend nicht der Ausdehnung der Wärme, eine Höhe zu machen, die sich nicht durch die Abweichung von Wärme und Kälte von sich selbst entfernt. Der Leuchttheilchen ist die von Kälte her nichtige Kraft geringer. Trägt man sie bey sich, so erwidern sie sich nicht bis auf den 30sten Teilnehmenden Grad, und wenn man sie wieder von sich legt, so nehmen sie die, meistens um 10, 20 bis 30 Grade, geringere Wärme der Luft an.

§. 451.

Ueber die ausdehnende Kraft der Wärme können wir nun, vermuthet der vorerwähnten Versuche, folgenden Ueberblick machen. Aus dem Bestimmen (S. 447.) ein Quat. gewaschen ist, die größte Ausdehnung

|               |     |
|---------------|-----|
| des Weingeist | 112 |
| des Oils      | 110 |

(seiner Länge). Und dazu werden, wenn die Stange eine Quadratische Weis, viele ist. (S. 428.)

beim Weingeist 231 Pfund,  
beim Oils 276 Pfund

Kraft

Kraft erfordert. Nun bezieht sich nach Mariottens Beobachtung vom Feiern zum Sieden:

das Quecksilber um  $\frac{1}{2}$  Theil,

das Eisen um  $\frac{1}{2}$  Theil

seiner Länge aus. Demnach haben wir

$$\frac{1}{2} : 1 :: 177 = 83\frac{1}{2} \text{ Pfund} : 97 \text{ Pfund.}$$

$$\frac{1}{2} : 1 :: 136 = 97\frac{1}{2} \text{ Pfund} : 136 \text{ Pfund.}$$

Also ist für 80 Neumannsche Quecksilbergrade die Kraft einer Quadratlinie dieser Stange auszureichen

beim Quecksilber = 97 Pfund,

beim Eisen = 136 Pfund.

Und dieses giebt für jeden Grad

beim Quecksilber 1,2 Pfund,

beim Eisen 1,7 Pfund.

Ist die Stange dicker, so nimmt diese Kraft im Verhältniß der Quadratfläche der Dicke zu. Sie ist also für 1 Quadrat Zoll dieses

Quecksilber = 177 Pfund,

Eisen = 245 Pfund.

So oft die Wärme um einen Grad des Neumannschen Quecksilberthermometers gesteigt.

#### §. 454.

Des köpfigen Mannen sind die Erklärungsstriche durch die Wärme schon größtentheils gegeben. Indessen bleibt doch noch ein Theil davon übrig, und es scheint, daß selbst der Druck der Luft im Verhältniß derselben etwas betrügt, weil der schwereren Luft siedend Wasser mehr Höhe erhalten kann. Nach dem oben (§. 292.) angeführten de Luc'schen Versuche, ist die Höhe

| Vacuum         | Neum. T. Therm. | Luftthermometer. |
|----------------|-----------------|------------------|
| 29 Zoll.       | 81,8            | 1378,3           |
| 29 Zoll.       | 72,8            | 1336,7           |
| folglich 1 : 0 | 51,7            | 1257,6           |

Demnach verliert der Druck der Luft von 29 Vacuüm Zoll Barometerhöhe die Höhe des siedenden Wassers um  $1378,3 - 1257,6 = 120,7$  Grade des Luftthermometers, welches für 28 Zoll Barometerhöhe 116,5 Grade giebt. Da demnach in höherem Räume das siedende Wasser noch die Kraft der Wärme von 1257,6 Graden des Luftthermometers ausbleibt, und durch den Druck der Luft nur um 116,5 Grade oder  $\frac{1}{2}$  Theil verliert wird, so folgt hieraus, daß die im siedenden Wasser noch wirkende Erklärungsstriche so viel als der 1fache Druck

der Luftem ist betragen. Der Druck der Luftem ist auf eine Quadratoise 16  
 nicht  $\frac{1}{2}$  Pfund (S. 449.) Und so mag der Druck der Luftemströme im  
 beiden Wasser auf eine Quadratoise etwa ein Pfund betragen.

## Zweytes Hauptstück.

### Kraft der Wärme bey Mischungen.

#### Erster Abschnitt.

#### Schmelzbarkeit gemischter Materien.

§. 415.

Wenn flüssige oder flüssiggemachte Materien durch einander gemischt werden,  
 so ändert sich nicht nur ihrer Dichtigkeit, sondern auch die Schmelzbarkeit,  
 und mit diesen auch die Wirkungen der Wärme, so daß sie nachherens leichter  
 oder schwerer in Fließ zu bringen ist. Daher sind die verschiedne Lorde einzu-  
 den, die von Zinnsteinen, Kupfer, Silber- und Goldsteinen u. von Löthen  
 gebraucht werden. Man nennt Schmelzloth, was leicht und schnell fließet, und  
 dieses wird gewöhnlich aus 5 Theilen Zinnstein, 3 Theilen Zinn und 2 Thei-  
 len Blei zusammengesetzet. Es braucht zum Schmelzen kaum eine größere  
 Hitze als die von siedendem Wasser ist. Und wenn das Barometrum über 25 Va-  
 cuen Stellen hoch steht, so schmelzt es in siedendem Wasser. Das schwerflüssigere  
 Schmelzloth besteht aus 3 Theilen Zinn und 1 Theile Blei. Man nennt ferner  
 Schmelzloth, was dem Silberrn nicht weicht. Im Blei zu fließen, ist das  
 leichtflüssigste aus 2 Theilen Blei, 1 Theil Silber und 1 Theil Kupfer zusam-  
 mesetzet. Im Silber zu fließen, besteht das feine Schmelzloth aus 2 Theilen  
 Silber und einem Theile Kupfer, das harte aus 2 Theilen Probiersilber und einem  
 Theil Kupfer, das weiche aus 8 Theilen Probiersilber und einem Theile Blei.  
 Endlich um Kupfer zu fließen zu einem Theile Blei 3 das 5 Theile Kupfer  
 genommen.

§. 416.

Unter denen Versuchen, die Lavoisier über verschiedne Grade der Wärme  
 angestellt hat, (S. 105. 104.) kommen die von den Graden der Flüssigkeit  
 verschiedner Mischungen auch vor. Es sind in ihrer beifolgende Classen geordnet  
 folgende:



| Grade des<br>Luftthermo-<br>meters. | Schmelzende oder zu fließen aufgehende Materien.                                                                         |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1763                                | Reines Zinn.                                                                                                             |
| 1785                                | Schmelzendes Zinn.                                                                                                       |
| 1880                                | Schmelzender Wismuth.                                                                                                    |
| 2032                                | Reines Blei.                                                                                                             |
| 2043                                | Schmelzendes Blei.                                                                                                       |
| 1522                                | Schmelzendes Loth von 1 Theil Zinn, 1 Theil Wismuth.                                                                     |
| 1620                                | Schmelzendes Loth von 2 Theilen Zinn, 1 Theil Wismuth, wie auch<br>Reines Loth von 5 Theilen Zinn und 2 Theilen Wismuth. |
| 1740                                | Schmelzendes Loth von 8 Theilen Zinn, 1 Theil Wismuth.                                                                   |
| 1620                                | Schmelzendes Loth von 5 Theilen Zinn und 1 Theil Blei.                                                                   |
| 1880                                | Schmelzendes Loth von 1 Theil Zinn und 4 Theilen Blei.                                                                   |
| 1620                                | Reines Loth von gleich viel Blei und Wismuth.                                                                            |
| 1447                                | 1 h + 2 A + 5 Wismuth schmelzt.                                                                                          |
| 1370                                | 2 h + 3 A + 5 Wismuth schmelzt.                                                                                          |
| 2589                                | Reines Reg. 3 mar.                                                                                                       |
| 2480                                | 5 Theilen Reg. + 1 Theil Zinn fließen.                                                                                   |
| 2240                                | Schmelzende Mischung von gleich viel Reg. und A.                                                                         |
| 2140                                | Schmelzende Mischung von 7 Theilen Wismuth und 4 Theilen Reg.                                                            |
| 2179                                | Schmelzende Mischung von 1 Theil Wismuth und 2 Theilen Reg.                                                              |

S. 457.

Es stelle man B A das Gewicht der Mischungen von Wismuth und Zinn: B. A. vor, und sie jede Mischung nehme man einen Punkt an, der desto näher des A sey, je mehr Zinn in der Mischung ist, das sey B A zu B P verhalte, wie das Gewicht der Mischung zu dem Gewichte des daraus bestehenden Zinnes. Sodann trage man den zum Schmelzen derselben erforderlichen Grad des Luftthermometers oder eigentlich des Quecksilber über 2370, als den Grad der leichtesten Schmelzbarkeit nach dem in B gezeichneten Maßstabe aus P in N: so wird man eben so viele Divisionen erhalten als in verzeichneten Tafel Mischungen von Wismuth und Zinn angegeben sind. Die Mischungen von Zinn und Blei trage man auf eben die Art zwischen A h, und die von Blei und Wismuth zwischen h W. In B, A, h, W trage man den Grad der Schmelzbarkeit von Wismuth, Zinn, Blei und nochmals Wismuth auf. Eben so verfähre man zwischen C D mit den Mischungen, wo zum Wismuth noch Blei und Zinn zugleich genommen wer-

den, und auf C, D nehme man die Ordinaten für den Grad der Schmähbarkeit auf, wo zum Vergleich aus Dem dort mit Dem genommen werden.

§. 473.

Der Erfolg zeigt, daß die Ordinaten so ziemlich in geraden Linien liegen, und in der That als solche angenommen mit dem Namen, Ordinate als bei jeder Art von Mischung dieser drei Materien eine Mischung, wo der Grad der Schmähbarkeit am geringsten ist, man mag sie nun zu zwei oder zu drei zusammenfassen. Dieser Grad der höchsten Schmähbarkeit ist die sich aus Newtons Angaben nicht genau ableiten läßt. Es haben sich aber, wenn möglich, solche machen, daß es durch Schluß noch so ziemlich genau herausgebracht werden kann. Der erste ist der so eben erwähnte, daß nämlich die Ordinaten in geraden Linien liegen. Daraus mache, daß es nur möglich ist, die Punkte E, H, K, L zu finden, wo nach diese Linien gezogen werden können. Der zweite Umstand ist der, daß die Verhältnisse, welche bey der Mischung zweier Materien die höchste Schmähbarkeit bewirken, eben dieselbe sind, wenn man für die Mischung aller drey Materien den Grad der höchsten Schmähbarkeit finden will. Dieser Satz kann durch sich selbst geprüft werden, weil von den drey Verhältnissen zwei, das dritte an sich schon bestimmen.

§. 474.

Es sey E. wenn eine Mischung aus 1 Theile A + 2 Theile B höhere Schmähbarkeit als andere Verhältnisse, so wird auch höchste Schmähbarkeit bey 2 Theile A + 1 Theile B hervorkommen. Wie weit A C = O D sey. Und die Erfahrung zeigt, daß man sich selbst prüfen kann.

$$2 B + 3 A + 2 H$$

genommen werden. Nach diesen Verhältnissen wird man

$$B E = \frac{1}{5} \quad B H = \frac{2}{5}$$

und

$$I W = \frac{2}{5} \quad W H = \frac{3}{5}$$

erhalten. Und damit sind die Ordinaten für die Grade der höchsten Schmähbarkeit bestimmt.

§. 475.

Man lege nun ferner die drey Linien B H, H I, H W in Form eines Dreiecks, beschreibe sich die aus dem Punkte H, G, I nach den Ecken B, H, K gezogenen Linien in dem Punkte O durchschneiden. Und dieses wird der Punkt der höchsten Schmähbarkeit für alle drey Materien sein. Dieses Dreieck kann man alle mögliche Mischungen von A, B, C, D und E zusammen vorstellen. Was für die

sch das Gewicht einer jeder dieser Materien in den Ecken A, B, C, und man sucht den gemeinsamen Schwerpunkt, so wird dieser den Ort anzeigen, wo die Mischung auch gesetzt werden. Wenn man z. E. für die leicht. Ägste Mischung in A z, in B z, in C 3 gleiche Gewichte setzt, so fällt ihr gemeinsamer Schwerpunkt in O.

## §. 461.

Man gedenke sich nun ferner, daß der Triangel der Seiten eines Prismas sey, dessen Höhe über den Punkten B, E, A, C, D, I, O die Grade der zum Schmelzen erforderlichen Wärme oder die Ordinaten eben dieser Punkte in der 16ten Figur sey, so wird dieses Prisma ein sechsseitigstes Dach erhalten, und die aus den verhöhen (§. 460.) erwähnten Schwerpunkten über an dieses Dach aufgerichteten Ordinaten, werden den Grad der Schmelzbarkeit angeben.

## §. 462.

Man hat bey der Mischung von Metallen, so wie auch bey andern köstlichen Materien schon bemerkt, daß sie in Rücksicht auf die Dichtigkeit oder Schwere der archimedischen Kugel nicht immer folgen. Hier sieht man, daß sie in Rücksicht des Grades der Schmelzbarkeit eine ganz eigene Wendung nehmen. Man muß sich z. E. zwischen Wismuth, welches bey dem Grade der Wärme b schmelzt, *et. Figur.* und zwischen Zinn, welches den Grad der Wärme z erfordert, eine inderklässige Mischung gedenken, welche zum Schmelzen nur den Grad der Wärme F verlangt, und die aus B E Theilen Zinn und z A Theilen Wismuth zusammen gesetzt ist. Diese Mischung ist die inderklässigste, und muß in der Mischung zum Grade g gesetzt werden. Sie besteht aus 5 Theilen Wismuth und 3 Theilen Zinn.

## §. 463.

Setzt man nun dieser Mischung etwas Zinn zu, so erhält man eine Mischung, welche zwischen E, A fällt. Hingegen fällt sie zwischen B, C, wenn man Wismuth zusetzt. Im ersten Fall dient die Linie F Z, um den Grad der Schmelzbarkeit zu bestimmen: im andern Fall aber muß die Linie F b gebraucht werden.

## §. 464.

Man setze, daß man eine Mischung von B Theilen Wismuth und z A Theilen Zinn habe, so ist B + z das Gewicht derselben und der ganzen Abtheilung B z = z proportional. Ist nun an sich schon B : A = 5 : 3, so ist auch die Mischung an sich schon die inderklässigste. Wir wollen aber sehen, daß in viel Zinn setzen sey, so wird B : (B + z) > B E seyn. Es sey demnach

$$\frac{z}{B + z} = B E$$

Da nun

$$B E = \frac{z}{3}$$

So wird

$$E F = \frac{2}{B + 2} - \frac{1}{2} = \frac{2 - B}{2(B + 2)}$$

und dieses giebt

$$P M = E F + \frac{2 - B}{2(B + 2)} (2 Z - E F)$$

den zum Schmelzen der Mischung erforderlichen Grad der Wärme.

§. 465.

Diese Formel läßt sich in folgende auf:

$$P M = \frac{(1 + \frac{1}{2}) B, E F + (2 - \frac{1}{2}) B, 2 Z}{B + 2}$$

Dies ist nun  $(1 + \frac{1}{2}) B$  der leichtschmelzige Theil der Mischung. Denn zu  $B$  Theilen des Wärmestoffes müssen  $\frac{1}{2} B$  Theile Zinn gemessen werden. (§. 462.) Man setze auch in dem zweiten Gliede, daß diese  $\frac{1}{2} B$  Theile von den  $2$  Theilen Zinn abgezogen sind, so daß also noch  $2 - \frac{1}{2} B$  Theile Zinn bleiben. Diese Formel wird demnach sagen, es seien zu der Mischung

$(1 + \frac{1}{2}) B$  Theile vom leichtschmelzigen Theil, welche bei dem Grade der Wärme  $E F$  schmelzen, und dann noch

$(2 - \frac{1}{2} B)$  Theile Zinn, welche bei dem Grade der Wärme  $2 Z$  schmelzen; und daß, wenn von diesem Theile ein oder ein anderer Grade der Schmelzbarkeit anmultiplirt, und die Summe der Produkte durch die ganze Misch  $B + 2$  getheilt wird, man den Grad der Schmelzbarkeit der angegebenen Mischung erhalte.

§. 466.

Dieses ist für den Fall, wo  $P$  zwischen  $E$  &  $Z$  läßt. Ist hingegen zu viel Wärmestoff in der Mischung als daß sie am leichtschmelzigen sein könnte, so wird  $P$  zwischen  $B$  &  $E$ , in  $Q$  fallen, und

$$\frac{2}{B + 2} < \frac{1}{2}$$

sein. Man erhält also den Grad der Schmelzbarkeit

$$Q N = E F + \frac{2 - B}{2(B + 2)} (B b - E F)$$

oder

$$Q N = \frac{(1 + \frac{1}{2}) B, E F + (B - \frac{1}{2}) B, B b}{B + 2}$$

Diese letztere Formel zeigt ebenfalls, daß  $(1 + \frac{1}{2}) B$  vom leichtschmelzigen Theile, und dann noch  $(B - \frac{1}{2}) B$  Theile Wärmestoff in der Mischung sind, daß jeder die

der Theile mit dem Grade seiner Schmelzbarkeit misse multiplicirt, und die Summe der Producte durch die ganze Masse  $B + z + h$  getheilt werden.

§. 467.

Was ich hier von Wismuth und Zinn gesagt habe, gilt ebenfalls, wenn Wismuth und Zinn, oder Zinn und Zinn gemischt werden. Man gebrauche also dazu die Abscissen  $h$  W oder  $z$  h. Ich werde nun aber aufs allgemeinste den Fall vornehmen, wo die Mischung aus allen drei Materien zusammengesetzt, und demnach  $= B + z + h$  ist.

§. 468.

Wegen leichterer Berechnung sehe ich jede der drei Seiten des Dreiecks:  $BYz$ .  $Bz + h = 1$ . Sedam sehe ich den Fall, wo in der Mischung ein weiches Zinn und ein wenigster Wismuth ist, wenig nach Masse dessen, was zur größten Leichtseligkeit erfordert wird. Diefemnach wird

$$Yz = \frac{h}{z + h}$$

gemacht und  $B$   $Y$  gezogen. Ferner macht man

$$Bz = \frac{z + h}{B + z + h}$$

und demnach

$$Az = \frac{B}{B + z + h}$$

und sieht  $A$   $T$  mit  $z$   $h$  parallel; so wird  $T$  der sügegebenen Mischung erstens diente Punkt seyn.

§. 469.

Man siehe ferner aus  $O$  durch  $T$  die Linie  $OS$ . In  $G$  und  $z$  gedente man sich die Gerade der Schmelzbarkeit  $GH$ ,  $z$   $Z$  aus der 36sten Figur als auf der Ebene des Dreiecks ausgerichtet, so wird  $SV$  der Grad der Schmelzbarkeit für den Punkt  $S$  seyn, und eben so wird  $T$  den Grad der Schmelzbarkeit für den Punkt  $T$  vorstellen.

§. 470.

Um aus dem Werth von  $T$  zu bestimmen, siehe man  $OX$  mit  $z$   $h$  parallel, so ist

$$Xz = \frac{1}{z}$$

$$XO = \frac{1}{h}$$

$$Gz = \frac{1}{z}$$

und ferner

$$AT = \frac{BA}{B + z} \quad z \quad Y = \frac{h}{B + z + h}$$

$$A X = \frac{1}{2} - A Z = \frac{2 + h - B}{2(2 + 2 + h)}$$

und

$$A X : (X O - A T) = X Z : X(O - S Z)$$

woraus

$$S Z = \frac{2 h - 2 B}{2(2 + h - B)}$$

gefunden wird.

§. 471.

Wir haben nun ferner

$$S V = Z Z - \frac{S Z}{2 G} (Z Z - G H)$$

welche Gleichung

$$S V = \frac{Z Z (2 - \frac{1}{2} h) + (\frac{1}{2} h - B) \cdot G H}{2 + h - B}$$

gibt. Endlich findet sich

$$T t = \frac{S V \cdot A X}{X Z}$$

woraus

$$T t = \frac{(2 - \frac{1}{2} h) Z Z + (\frac{1}{2} h - B) \cdot G H}{2 + h - B}$$

folgt. Und um so viel einfacher die Mischung werke Lüge als je der leichtflüchtigsten Mischung ( $S B + 2 Z + 2 h$ ) möglich ist.

§. 472.

Nach dieser Formel wird zum wiederum folgende Berechnungstare hergeleitet. Da in der Mischung am wenigsten Wasser ist, so wird der leichtflüchtigste Theil derselben aus

$$\begin{array}{l} B \text{ Theilen Wasser,} \\ \frac{1}{2} B \text{ Theilen Zinn,} \\ \frac{1}{2} B \text{ Theilen Silber} \end{array}$$

bestehen. Dies sieht man von der ganzen Masse ab, und es bleiben

$$\begin{array}{l} 2 - \frac{1}{2} B \text{ Theile Zinn,} \\ B - \frac{1}{2} B \text{ Theile Silber} \end{array}$$

Da nun ebenfalls am wenigsten Wasser ist, so wird der leichtflüchtigste Theil von diesem Ueberreste aus

$$\begin{array}{l} h - \frac{1}{2} B \text{ Theile Zinn,} \\ \frac{1}{2} (h - \frac{1}{2} B) \text{ Theile Zinn} \end{array}$$

bestehen.

besteht, und wenn man auch diese abstrahirt, werden noch

$$(A - \frac{1}{2} B) - \frac{1}{2} (h - \frac{1}{2} B) = A - \frac{1}{2} h$$

Thile sein können,

§. 473.

Die Mischung kann demnach anzusehen werden, als wäre sie aus folgenden Thilen zusammengesetzt:

- 1°. Aus  $B + \frac{1}{2} B + \frac{1}{2} B = 2 B$  Theilen vom leichtestflüchtigen Schmelzsch. so aus  $B, A, h$  gemacht werden kann.
- 2°. Aus  $(h - \frac{1}{2} B) + \frac{1}{2} (h - \frac{1}{2} B) = \frac{1}{2} h - \frac{1}{2} B$  Theilen vom leichtestflücht. Am 2<sup>ten</sup>, so aus  $A, h$  gemacht werden kann.
- 3°. Aus  $A - \frac{1}{2} h$  Thilen Zinn.

Man wird jede dieser Vermengen mit dem Grade ihrer Schmelzbarkeit multiplicirt, und die Summe der Produkte durch die ganze Woz.  $B + A + h$  getheilt, und so erhält man den Grad der Schmelzbarkeit des eingedampften Rückstands.

§. 474.

Da ich, Kürze halber, nur den Ueberschuss über den geringsten Grad der Schmelzbarkeit genommen, und demnach vieles was 0 gebleibet hat; so stellt das erste Product weg. Die beyden andern geben den Ueberschuss

$$T = \frac{(A - \frac{1}{2} h) \cdot A \cdot X + (\frac{1}{2} h - \frac{1}{2} B) \cdot G \cdot H}{B + A + h}$$

welcher gerade die woz. (§. 471.) gebliebenen Formel ist.

§. 475.

Ein Mittel aus den Tentativischen und andern Versuchen genommen, habe ich nun folgenden Grade der Schmelzbarkeit und größten Leichtflüchtigkeit:

| Grade des<br>Tentativischen<br>métr. | Grade des<br>Ordnung. | Grade des<br>Tentativischen<br>métr. | Grade des<br>Tentativischen<br>métr. | Woz. zur<br>gen. | Grade des<br>Tentativischen<br>métr. |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| 1880                                 | F h                   | 510                                  | 245                                  | Schwef.          | 460                                  |
| 1814                                 | A Z                   | 444                                  | 216                                  | Zinn.            | 418                                  |
| 2020                                 | h g                   | 670                                  | 316                                  | Wasser.          | 538                                  |
| 1443                                 | E F                   | 72                                   | 35                                   | $5B + 7A$        | 247                                  |
| 1440                                 | I K                   | 70                                   | 34                                   | $5B + 2A$        | 216                                  |
| 1614                                 | G H                   | 24                                   | 119                                  | $1A + 2B$        | 211                                  |
| 4370                                 | J O                   | 0                                    | 0                                    | $5B + 7A + 2H$   | 212                                  |

§. 476.

Wenn rein der Grad der Schwachbarkeit einer Mischung aus Vitriol, Zinn und Silber zu berechnen, so sieht man nach, wieviel von dem leichtschmelzbarsten Theil darin ist, und wieviel auch von einem der drei übrigen leichtschmelzbarsten Theile darin enthalten sein mag. Es sey z. E. die Mischung = 5 h + 4 z + 1 b, so wird die Rechnung, um Vertheile zu erlangen, am leichtesten folgendergestalt gemacht:

| h     | z   | b     |                                |
|-------|-----|-------|--------------------------------|
| 10    | + 8 | + 3   | = 20 die fürgegebene Mischung, |
| 5     | + 3 | + 2   | = 10. 1370 = 13700             |
| <hr/> |     |       |                                |
| 5     | + 5 |       |                                |
| 5     | + 1 |       | = 5. 1442 = 11536              |
| <hr/> |     |       |                                |
|       |     | 2     | = 2. 1814 = 3628               |
| <hr/> |     |       |                                |
|       |     | 10    | = 10. 38864 = 388640           |
| <hr/> |     |       |                                |
|       |     | 28854 | = 1442, 2.                     |
| <hr/> |     |       |                                |
|       |     | 20    |                                |

Newton fand  $1447$  und demnach nur um etwas weniger mehr. In dieser Mischung war am wenigsten Zinn. Dieses bestimmte demnach, wie viel von dem leichtschmelzbarsten Theil darin war. Für die Mischung von gleich vielen Theilen, steht die Rechnung folgendergestalt:

| h     | z   | b     |                    |
|-------|-----|-------|--------------------|
| 15    | 15  | 15    |                    |
| 15    | + 9 | + 6   | = 30. 1370 = 41100 |
| <hr/> |     |       |                    |
|       | 6   | + 9   |                    |
|       | 6   | + 4   | = 10. 1614 = 16140 |
| <hr/> |     |       |                    |
|       |     | 5     | = 5. 1040 = 10400  |
| <hr/> |     |       |                    |
|       |     | 45    | = 67440            |
| <hr/> |     |       |                    |
|       |     | 67440 | = 1499             |
| <hr/> |     |       |                    |
|       |     | 45    |                    |

Die gleichzeitige Mischung schmilzt demnach bey 1499 über 1500ten Grade des Luftthermometers.

§. 477.

Nach dieser Berechnungen habe ich nun die eben (§. 266.) von Ziegler angegebenen Mischungen vorgenommen, und finde folgende Resultate:



|  | Mischungen. |   |    | Grade des Schmelz-<br>merks. |            | Unterschied<br>de. |      |      |
|--|-------------|---|----|------------------------------|------------|--------------------|------|------|
|  | B           | A | H  | berechnet                    |            |                    |      |      |
|  |             |   |    | berechnet                    | beobachtet |                    |      |      |
|  | 5           | + | 3  | +                            | 2          | 1370               | 1374 | + 4  |
|  | 5           | + | 4  | +                            | 2          | 1410               | 1425 | + 15 |
|  | 5           | + | 5  | +                            | 2          | 1425               | 1475 | + 50 |
|  | 5           | + | 6  | +                            | 2          | 1472               | 1516 | + 44 |
|  | 5           | + | 7  | +                            | 2          | 1497               | 1545 | + 48 |
|  | 5           | + | 8  | +                            | 2          | 1518               | 1563 | + 45 |
|  | 5           | + | 13 | +                            | 2          | 1591               | 1608 | + 16 |
|  | 7           | + | 23 | +                            | 2          | 1666               | 1633 | - 33 |

Die Unterschiede sind ziemlich groß. Es ist aber zu bemerken, daß Hiesler die Ursache auf seinen Siderenoph mit größern Massen angesetzt hat, wo das in denselben stehende Thermometer langsamer als die Materie selbst erhitze. Es kam auch frei, daß sein Wärmest, Zinn und Wismuth mit dem Thermometer nicht von gleicher Vollkommenheit gewesen. Und dann, wenn diese Materien mit Schmelz gemacht werden, so geschieht es leicht, daß ein Theil davon verbrannt, und dieses mag das Verhältniß zwischen denselben ziemlich groß ändern.

## §. 478.

Ternston hat noch mit Mischungen von Reg. & S, Wismuth und Wismuth angefaßt. (S. 457.) Ich habe dieselben in der 25ten Figur nach einem Maasstab, wie die vorhergehenden, gezeichnet. Man sehe daraus, daß die Mischungen schwerflüssiger werden als sie nach einer der schmelzischen Regeln sein sollen. Denn diese Regel würde fordern, daß  $b \mu z$ , und so auch  $z \nu z$  gerade linear seyn. Welche aber diegen sich aufwärts, wiewohl letztere nur um etwas sehr wenig.

## §. 479.

Es hat Hiesler einen nicht unbedeutlichen Gebrauch von solchen Mischungen vorgeschlagen, da sie für größere Grade von Hitze als Thermometer derselben Nützen, wo man einen Körper nur bis auf einen bestimmten Grad erhitzen oder auch diesen Wärmest bestimmen wil. Man mache aus solchen Mischungen kleine Stangen, so daß ein jedes einen bestimmten Grad von Schmelzbarkeit habe. Drückt man nur die Spitze eines solchen Stänglein an den erhitzten Körper, so zeigt man ohne Mühe, ob die Spitze zu schmelzen anfängt oder ob sie nur weich wird. Wie Wärmest, A, b, Reg. o Nützen solche gemacht werden, die von Siderenoph:  $u$  bis zum 2600ten Grad des Schmelzmerks gehen. Wenn  $z$  7000 bis zum 16100en, muß vorherwiegend Wismuth mitgebracht werden. Für die höchsten Grade aber thut man besser, wenn man nur Zinn und Wismuth

brauche, weil diese besser fließen. Weiter hinaus kann man noch ohne Mühe schwerflüchtigere setzen (S. 415.). Die Berechnung hat mit der sogenannten Allgemeinregel viele Ähnlichkeit.

§. 450.

Uebereinstimmend außer dem Umstände, daß beyer Zusammengehörigen solcher Theile wegen ein Theil an der Luft weicht, wird der Unterschied der vertheilten des Werts der Metalle nicht ver. Herr Marquet hat uns einige Versuche mitgetheilt, die er um das leichtflüchtigste Schwermetall zu bestimmen, aus einem Zinn, Wismuth und Wismuth angeordnet hat, wie er vornehmlich, man habe in England eine Mischung gefunden, welche in kochendem Wasser flüchtig würde. Da seine Absicht nur dahin gieng, die Vertheilung der Theile zu finden, so hat er es auch bey diesen kleinen Versuchen beobachten lassen. Den Erfolg seiner Versuche stellt folgende Tafel vor:

| Zusammengesetzene Theile |   |   | Erfolg im kochendem Wasser.                                        |
|--------------------------|---|---|--------------------------------------------------------------------|
| B                        | Z | h |                                                                    |
| 1                        | 1 | 1 | flüchtig.                                                          |
| 2                        | 1 | 1 | flüchtig, flüchtig und wasser des Abwands ein<br>von Verlust an.   |
| 4                        | 1 | 1 | schwerflüchtig, flüchtig nicht, und wasser ein Von<br>flüchtig an. |
| 10                       | 3 | 3 | größer Korn, ebenfalls.                                            |
| 5                        | 1 | 1 | groß Korn, wasser nicht flüchtig.                                  |
| 5                        | 3 | 3 | groß Korn, wasser nicht leichtflüchtig.                            |
| 6                        | 3 | 3 | flüchtig noch flüchtig.                                            |
| 1                        | 1 | 1 | wasser gas nicht wasser.                                           |

§. 451.

Wenn man diese Metalle wie oder mehrere gemischt werden, so sieht es wohl in Beziehung der Metalle auf der Rechnung mehr Schwierigkeiten. Denn man muß den Grad der Schmelzbarkeit einer jeden für sich bestimmen. Zudem muß man sie zu 100 und 10000 theilen nehmen, und die Vertheilung der Theile finden, wobei sie am leichtesten oder auch schwersten am schwersten flüchtig sind. Eben so verfährt man, indem man sie zu 100 und 1000, zu 1000 und 10000, zusammenrechnet. Die Rechnung wird deswegen, so ich für 100 (S. 405.) und für 1000 (S. 472, 473.) Materien angegeben, ganz ähnlich, dabei aber natürlich eine sein. Es scheint übrigens viele Genauigkeit und Vorsicht bey diesen Versuchen. Denn so z. B. wasser ich aus dem Bergkristall (S. 477.) die Metalle nicht so leicht haben können können, die ich aus dem Tinctur (S. 450.)

hingehört habe. Diese geben so gleich an, daß die Linien b F, F Z, Z H u. (26. Fig.) gerade sind. Und denn folgt das übrige von selbst.

§. 432.

Für geringere Grade von Wärme als die vorher (§. 429.) erwähnte, lasse ich die Wärme, Anfechtung, Wärme, Feuchtheit, Feuchtigkeit, Luft, Schwere ist u. allerlei Mischungen zusammenschmelzen, welche den betheiligten Graden von Wärme flüchtig werden. Für die Grade der Kälte dient besonders das Zinn von Schwefelblüthen und gereinigtem Wasser, Deßlin 26. Anmerk. den ich bei tract. oben (§. 117.) angeführt habe, für in Absicht auf geringere Kältegrade, Versuche angestellt, die hier angeführt zu werden verdienen.

|  | Maß-Bolz<br>in 8 $\frac{1}{2}$ $\nabla$ Thermom. | Neuum.             | Stamm des Salz.      |
|--|--------------------------------------------------|--------------------|----------------------|
|  | 3 $\frac{1}{2}$                                  | — 1 $\frac{1}{2}$  | Sal mir. Glauberi.   |
|  | 2 $\frac{1}{2}$                                  | — 5                | aloni, nat.          |
|  | 1 $\frac{1}{2}$                                  | — 5 $\frac{1}{2}$  | aloni, calcin.       |
|  | 3 $\frac{1}{2}$                                  | — 7                | nitrosi Goul. albid. |
|  | 3                                                | — 7 $\frac{1}{2}$  | Seignette.           |
|  | 1 $\frac{1}{2}$                                  | — 7 $\frac{1}{2}$  | Sal Seelig.          |
|  | 4                                                | — 8                | nit. depur.          |
|  | 7 $\frac{1}{2}$                                  | — 11 $\frac{1}{2}$ | Borac.               |
|  | 4 $\frac{1}{2}$                                  | — 12 $\frac{1}{2}$ | sarricol. alb.       |
|  |                                                  | — 16               | Sal tart.            |
|  | 2 $\frac{1}{2}$                                  | — 18               | Sal ammon.           |
|  | 3 $\frac{1}{2}$                                  | — 19 $\frac{1}{2}$ | Sal calcin.          |

## Zweiter Abschnitt.

Wärme und Kälte, so bey Mischungen entsteht.

§. 433.

Die Aenderung in der Dichtigkeit und den Cohäsionskräften gemischter Materien, geht gewöhnlich gleich bey der Mischung vor, und hat in Absicht auf das Gleichgewicht zwischen der Kraft der Zentrifugalen und den Cohäsionskräften ebenfalls einen unumkehrbaren Erfolg, welcher dahin besteht, daß die Mischung weicher oder fester wird, als die Materien vor der Mischung waren. Die Menge der Zentrifugalen wird dadurch nicht geändert. Es bringen aber gleich viele Feuertheile in ungleichen Massen ungleiche Wärme hervor, (§. 328.) und so läßt es sich allerdings begreifen, daß die Mischung nicht notwendig die Wärme der

größten Maasien befollet, sondern mit des gelindesten Kohlenstoffsalzen und der Dichtigkeit nach die Wärme leidet. Und dieses kann so weit gehen, daß die Mischung in einigen Fällen zu Eis wird, in andern aber in Flüssigkeiten ausdehlet.

§. 484.

Maßverbreuch hat stündlich einige Versuche angestellt und so in seiner Uebersetzung der Thermometrischen Operationen befanden gemacht. Ich werde danach nur einige beschreiben, wo sich die Grade der Erhitzung oder Erkältung, mittels des Thermometers, bestimmen lassen.

| Verschiedne Maasien. |                |       | Zehrentausendthe Grade, |           |     |
|----------------------|----------------|-------|-------------------------|-----------|-----|
| Grad.                |                | Grad. | vor der Mi-             | nach der  |     |
|                      |                |       | schung.                 | Mischung. |     |
| 140                  | Selzen         | 720   | Wasser                  | 445       | 31  |
| 140                  | Selenar        | 720   | Wasser                  | 45        | 27  |
| 180                  | Zucker         | 960   | Wasser                  | 44        | 45  |
| 170                  | Weinsteinsalz  | 720   | Wasser                  | 44        | 54  |
| 840                  | Brennstein     | 340   | Wasser                  | 44        | 50  |
| 480                  | Wingstein      | 480   | Wasser                  | 44        | 57  |
| 120                  | Wingstein      | 480   | Wasser                  | 45        | 60  |
| 140                  | Schwefelwasser | 240   | Weinsteinsalz p. del.   | 45        | 72  |
| 90                   | Zinn           | 480   | Schwefelwasser          | 44        | 101 |
| 60                   | Wingstein      | 480   | Schwefelwasser          | 44        | 119 |
| 110                  | Eisensalz      | 480   | Schwefelwasser          | 44        | 128 |
| 60                   | Zinnstein      | 480   | Salpetersalz            | 45        | 250 |
| 110                  | Wingstein      | 480   | Salpetersalz            | 48        | 241 |

§. 485.

Es ist nöthig zu bemerken, daß das Thermometer den wahren Grad der Erhitzung oder Erkältung, so in der Mischung entsteht, nicht genau anzeigt, denn dieser Grad wird an sich nicht augenblicklich hervorgebracht, und wenn es auch mehr, so braucht das Thermometer einige Zeit, bis es denselben anzeigt. Inwiefern aber verliert die Mischung den Grad der Wärme oder Kälte, den das Thermometer anzeigt, so sehr, und zwar desto mehr, je weniger die Masse, und je tiefer das Gefäß ist, in welchem die Maasien gemischt werden. Die in der Mischung vergangene Veränderung der Wärme, ist demnach größer als je durch das Thermometer angezeigt wird.

§. 486.

Die Masse Weingefäßes, welche mit einer Masse Wasser versetzt worden, wird das Zehrentausendthe Thermometer vom 44ten auf den 57ten Grad, demnach

die Wärme von 1023sten auf den 1025sten Grad des Luftthermometers. Man bringt im Weinglase 6 Feuertheilen so viel Wärme hervor als 7 Feuertheilen in gleich viel Wasser (§. 108.) dem Waarme noch zusetzt. Es nimmt aber eine Unze Weingest, etwa 2 mehr Raum ein als eine Unze Wasser, (§. 101.) folglich kann man sehen, daß in beyden Wasser gleich viele Feuertheile genies. In den polveranzergroßten Wasser war die Wärme derselben Festigkeit als in einer Unze die ist. Daher entstand mehr Wärme. Nach dem Thermometer zu urtheilen, wurde die Kraft derselben um

1021 — 1025

1021

verzehret. Aus dem vorher (§. 487.) angeführten Grunde, mag aber die Vermehrung wohl 2 Theil oder auch noch mehr betragen haben. Wenn man dieses genauer bestimmen will, so mag man entweder einen verlässigen Versuch machen, um zu finden, wie viele Grade das Thermometer bereits haben muß, wenn man noch gehend noch eine Wärmung vornimmt und es daran setzt. Dadurch erhält man, daß das Thermometer wenig oder gar keine Zeit gebraucht, um den Grad der Wärme der Wärmung zu erlangen. Denn hat es diesen Grad an sich schon, so wird es in der Wärmung weder steigen noch fallen. Oder man kann, wenn das Thermometer die Wärme der Materien vor der Wärmung hat, gleich nach gezeigter Wärmung beobachten, wie viel es von 1 zu 1 Minute steigt, um daraus die Erleuchtungs-Substanzzeit, sowohl der Wärmung als des Thermometers zu bestimmen. Das erste Verfahren ist aber länger und schwerer, weil das letztere sehr genauer Versuche, Beobachtungen und Rechnungen erfordert.

§. 487.

Ich gehe nicht abgesehen hier die verschiedenen Veränderungen, so bey den Wärmungen vorgehen, nicht weiter zu erklären. Es ist genug, daß sie überhaupt daher entstehen, daß bey den Wärmungen die Dichtigkeit und die Cohäsionskräfte sich ändern. Diese Kräfte sind aber zu wenig an und für sich bekannt. Man muß daher, anstatt aus denselben, die Veränderungen der Wärme erklären zu wollen, vielmehr die Veränderungen der Wärme zum Grunde legen, und daraus bestimmen, wieviel jene betragt. Dieses ist auch eigentlich der Grund, warum ich das Beispiel von der Wärmung des Weinglases mit Wasser (§. 486.) nicht ansetze als es gezeiget ist, vorgetragen habe. Es ist genug, daß daraus folgt, die Cohäsionskräfte der Wärmung sehr vermehren vermindert werden, daß etwa 2,5 Theil der Feuertheile aus denselben weggehen mußte, ehe die Wärme der Wärmung mit der Wärme der äußern Luft wieder ins Gleichgewicht kommen konnte, wie sie es in dem Materium vor der Wärmung war.

§. 488.

Unter den Muschbrockchen Versuchen ist in dieser Rücksicht besonders derjenige anzuwenden, da er in dem Quecksilber Vitriolöl, zwey Quarten Salz

zweymal misste, die den ersten Fahrenheit'schen Grad von Wärme hatte. Die Flüssigkeit brachte sehr und mit vielen Schauern auf. Der davon entstehende Dampf bildete ein darüber schwebendes Thermometer von 60 bis zum 70sten Grade, da hingegen ein in der Mischung selbst schwebendes Thermometer vom 60sten bis zum 40sten Fahrenheit'schen Grade fiel. Die Fahrenheit'schen werden also hier mit einer sehr nicht eigentümlichen, sondern fremden Gewalt aus der Mischung herausgeriſſen. Daraus blieb hinter sie nur der Rest der Dampfes des Dampfes eine sehr reize Vertheilung, so daß sie mit denselben fortgerissen wurden. Wichtiges kann es auch sein, daß die Vertheilung des Dampfes aus der Luft denselben mehr Hitze gegeben. Denn bey der Hitze von 100ten Grades hat die Luft immer noch einen Rest. Endlich, da bey so kaltem Dampfen ein eigentümliches Aufschäumen statt findet, und sich das gewöhnliche Wasser bey dem Zusammenmischen Wärme verliert, (S. 131.) so konnte dieser Versuch nur dazu dienen, daß das in der Mischung schwebende Thermometer 11 Fahrenheit'sche Grade höher

## §. 489.

In Mischung einiger destillirten Wasser verdient angemerkt zu werden, daß sie schärfer werden, wenn man sie in Wasser gießt, und hingegen kälter, wenn sie in Schnee oder geschmolzenem Eis gegeben werden. Womöglich in Wasser gegeben, wurde um 1,5 Fahrenheit'sche Grade wärmer, (S. 484.) In Schnee gegeben, fast Null, daß das 4. l. kalte Thermometer nun 157sten auf dem 47.sten Grad fiel. Eben so fand ich bey dem kalten Salzpetrasol in gleich viel Wasser gegeben, dieses nun 45sten bis zum 2. ten Fahrenheit'schen Grad schärfer machte. Daraus gab Salzpetrasol auf Schnee, und das 4. l. kalte Thermometer fiel nun 157sten bis zum 187sten Grad. Die gleiche Vertheilung des Schnees brachte er durch den 4ten nur sehr geringe. Denn das 4. l. kalte Thermometer fiel daraus nun 157sten bis zum 20. jenen Grade. Es scheint, daß da die Theilchen des Wassers bey dem Zusammenmischen von 60 oder 120 Graden zu zusammenlagern, dadurch nicht Fahrenheit'sche vermieden werden, welche, wenn das Eis weiter schmelzen soll, nicht werden müssen. Man kann nun aber nicht sagen, daß das Thermometer in solchen Fällen den wärmlichen Grad der Kälte genau anzeigt. Denn es ist dem vorher (S. 485.) angedeuteten Grunde wegen hier noch die besondere Erscheinung vor, daß, wenn man das bereits erhaltene Thermometer nochmals in Schnee setzt, und aus dieses ebenfalls Salzpetrasol gießt, das Thermometer noch tiefer fällt. Der selbige Grund hat nun voraus zu setzen, daß das Salzen des Quecksilbers bis auf den 300sten de l. kalten Grad ziemlich regelmäßig fortsetzt, daß es aber von da anfangt, unregelmäßig und unvollständig mit einander zu sehr schnell zu fallen, beschleunigt wird, und endlich Boden und friert. Der so tiefen Graden läßt demnach die Ausdehnung des Quecksilbers auf, den Graden der noch übrigen Wärme proportional zu sein.

Die Wärme und kälte dieser Theile verliedern sich nach eignen Befehlen. Drun fund, das seine de l'Alkoholischen Thermometer, die das Quecksilber gefahren schim, aber war, bis auf des 130, 630, 630, 700, 800, ja auch wohl 15000en de l'Alkoholischen Grad gefahren waren. Dieses geht weit über alle Proportionen mit dem Grad des luftthermometers hinaus, und beweiset, daß die Grade aufwärts, einander proportional zu sinden. Es wäre also zu wünschen, daß solche Versuche mit einem luftthermometer angefüllt würden, damit es sich zumutlicher zeigte, inwiefern in einer so strengen Kälte die Luft sich zusammenziehet. Dieses würde von dem Grade derselben eine richtigere Anzeige geben.

## §. 490.

Weiliges haben unsere Versuche gezeigt, daß zum Fixiren des Quecksilbers eine Silberne Kälte schon hinreichend ist. Den 20-ten Dec. 1772. froh zu Jeruzal das Quecksilber im Barometer, und war oben in einem Kaliber von 5 Linien gedehlet. Des Morgens mit seiner Höhe 28 Zoll 7 Linien erstlichen Maßes. Um 11 Uhr, Vormittags, wurde es wieder flüchtig, und seiner Höhe bey uns 29 Zoll 7 Linien, demnach 1 Zoll mehr. Das Quecksilberthermometer zeigte nach

|                                 | de l'Alte | Reaumurr |                  |
|---------------------------------|-----------|----------|------------------|
| Stieg um 4 We                   | 225       | — 34     |                  |
| weilchen                        | (220)     | — 40     | war es gedehlet. |
|                                 | 219       | — 41     |                  |
| Um 11 Uhr fiel es in die Kugel, |           |          |                  |
| als es wieder flüchtig wurde.   |           |          |                  |
| Um 1 Uhr stand es bey           | 254       | — 56     |                  |
| 4 Uhr                           | 194       | — 24     |                  |

## §. 491.

Zu Braunschweig wurde dem 23ten Grad der Dreier, bei dem Reaumurr'sche Thermometer auf 50 Grad unter dem Fixpunkt. Diese Kälte hielt 3 Tage an. Eine Tasse, worinnen 1 Pfund Quecksilber war, wurde der Kälte ausgesetzt. Es floß in Zeit von 4 Stunden an zu frieren, und nach 3 Stunden war es ganz gefroren. Wie diesen Fixiren des Quecksilbers, ging es alle natürlichen und auf eine weniger gewöhnliche Art zu, als bey den Braunschweiger Versuchen. Und da das Reaumurr'sche Thermometer, (welches vornehmlich von Quecksilber war) nur 50 Grade unter dem Fixpunkt stand, so sieht man, daß das Fixiren des Quecksilbers eben nicht so starken Grad der Kälte erfordert. Denn dieser Grad stimmt mit dem 24-ten de l'Alkoholischen überein. Und wenn das Fahren des Quecksilbers bey diesen Grade noch nicht alle möglich wird, so wird dieser Grad auf des 75-ten des luftthermometers, und ist demnach von dem Grade der abstrahirten Kälte 0 noch weit entfernt. In Braunschweig hat man das Fixiren des Quecksilbers

bey einem noch viel geringern Grad der Kälte wollen bemerkt haben. Ein Braun  
 des bey Weinzigischen Thermometer stand 10 Grad unter Fahrenheit's 0, oder 8 Grad  
 unter dem Frierpunkt des Reaumur'schen Quecksilberthermometers. Das Queck-  
 silber war in einem Glase mit Schnee angefüllt, in welchem Eiswasser gemischt  
 worden, und das Glas stand in eben solchem Schnee. Weiter sind mir die Leser  
 nicht bekannt, und so kann ich auch nicht sagen, ob etwa die Oberfläche des  
 Quecksilbers seichter geworden und mit einem dünnen durchsichtigen Eiskeusche über-  
 zogen gewesen. Es wurde um 1 Uhr noch Wärme beobachtet, und des sel-  
 genen Morgens war die Flüssigkeit da zu.

### Drittes Hauptstück.

#### Die Schnellkraft der Wärme.

§. 490.

Allen, ein Erweichungsfähiger Körper, hat unter der Luftpumpe einige Versuche an-  
 gestellt, die eigentlich hierher gehören. Wenn nämlich unter die Waage ei-  
 ner Luftpumpe ein Thermometer gestellt wird, und man pumpt die Luft schnell  
 aus, so fällt das Thermometer etwa 2 bis 3 Seltenenbrüche Grade. Es steigt  
 aber gleich darauf wieder eben so hoch, auch wohl noch etwas höher als es Anfangs  
 stand. Wenn wir den ersten Reibversuch ein großer Theil der Luft schnell her-  
 ausgezogen wird, die Waage aber doch nicht sehr sinkt, so wird der Erfolg  
 seltener und unrichtiger. Im Jahr 1761 zeigte mir, der seitdem verlebte  
 Hr. Prof. Arnold zu Erlangen, den Versuch vor. Ich fand, daß das Fallen  
 des Thermometers nur 3 Stunden Zeit gebrauchte, das Wiedersteigen aber sehr  
 zeit langsame erfolgte. Wenn wiederum Luft herabgelassen wird, so steigt das  
 Thermometer ungeachtet eben so viel über seine erste Höhe, als es bey dem Aus-  
 pumpen unter dieselbe gesunken war. Aber auch dieses Steigen dauert nicht lange,  
 weil das Thermometer gleich wieder sinkt. Daß bey dem Auspumpen der Luft  
 wirklich eine Kälte entsteht, folgt unter andern auch daraus, daß mit gehöriger  
 Bewachung unter der Waage das Wasser zum Sinken gebracht werden kann.

§. 491.

Diese Versuche hätten nicht, das sich sehr leicht befremden sollte. Ich  
 gab dem Hr. Arnold folgende den Grund an, auf den ich durch meinen Versuch  
 gezogen war geleitet worden, der ihn aber nicht befremdete, weil er, so viel ich  
 nachher noch aus einem von ihm in Druck gegebenen Schrift gesehen, sich schon zu  
 mir ganz andern Urtheil von der Sache gemacht hatte. Wenn Grund war,  
 daß mit der Luft auch die damit befindlichen Feinstenpartikeln abgezogen werden,



wird folglich die Dichtigkeit der Feuertheilchen in gleichem Maße, wie die von der Luft abnimmt. Wenn also, E. mit dem ersten Kolbenzuge die Luft unter der Glocke um die Hälfte verdünnt wird, so wird auch die Dichtigkeit der Feuertheilchen um mit derselben die Wärme um die Hälfte vermindert. Als würde die Wärme von 110000 Grade des Luftthermometers auf den 55000 Grad herunter gebracht. Eine solche Kälte kann aber unter der Glocke nicht wirklich sein finden. Denn außerdem, daß die Verdünnung der Luft nicht augenblicklich geschieht, so sind in dem Glase der Glocke und dem Trichter der Luftpumpe noch Eisentheilchen, die mit Noth in die verdünnte und so stark erhaltende Luft eindringen, die der Abgang ersetzt wird. Das Thermometer fällt nicht eben dadurch, daß es erkaltet, seinen Theil mit hin. Das Verdünnen der Luft, nach Oeffnung des Hahns, brauchte 3 Sekunden Zeit. Und so lange fiel das Thermometer, kann man auch es 6 bis 8 Sekunden Zeit, ehe aus dem Glase und dem Trichter genug Feuertheilchen in die verdünnte Luft gebracht waren, um den Abgang wieder zu ersetzen. Wir haben eben gesehen, daß die Wärme aus festen und dichten Körpern langsam in die Luft geht. Es brauchte also aus diesem Grunde mehr Zeit. Der Umstand, daß das Thermometer in der ersten Secunde einen sehr beträchtlichen Grad gefallen zeigt, daß die ausfliegliche Kälte, so durch die Verdünnung der Luft und der Feuertheilchen entstanden, 300 und mehr Grade wärte betragen haben, weil es sonst nicht so schnell hätte fallen können. Die Luft unter der Glocke muß so viel Grade Kälte erwidern seyn, so viel Sekunden Zeit die Erstältung: Substanz des Thermometers anzeigt. Denn wenn wir in der Journal (S. 258.)

$$\frac{d \cdot v}{y} = \frac{d \cdot v}{7}$$

für  $d \cdot v$  die erste Secunde, und für  $y$  einem Grad setzen, so muß der ausfliegliche Mangel der Wärme  $y$  so viele Grade enthalten, als die Substanz 7 Sekunden Zeit enthält.

§. 494.

Ich sage vorher, daß ich durch andere Bemerkungen auf den hier angezeigten Grund war geleitet worden. Denn wenn man sieht, die Dichtigkeit der Feuertheilchen in einem Körper, sey in Verhältniß ihrer Menge durch den Raum des Körpers bestimmt, so kann wegen der geringen Ausdehnung der Körper durch die Wärme ihr Raum als beständig angesehen werden, und so setzen sich aus, daß in einem Körper, die Wärme wie die Menge der Feuertheilchen zunehme. Man sehe ich ohne Miß, daß, da die Luft sich durch die Wärme sehr stark ausdehnt, die Erweiterung ihres Raumes nicht aus der Aether gelassen werden kann. Und da die Luft durch dessen Gewalt so leicht größer und flüchtiger gemacht werden kann, so gab diese sehr unangenehme einen Anlaß nachzudenken, was abhandelt aus den Feuertheilchen wird. Indes war mir wohl nicht zu schweigen, als daß sie in

Abicht auf die Dichtigkeit mit der Luft eintritt Schmelz haben müssen, und der Umrüstet nur davon besitzten kann, daß die Feuertheile durch das Glas und Metall der Luftspanne durchdringen, und demnach die Erleuchtung, so durch die Verdünnung entsteht, wieder aufheben können. Dieses würde man augen sichtlich flux finden, wenn die Wärme so leicht als das Licht durch Glas gienge. Daraus folgt aber viel. Ich sehe demnach, daß es kaumlich darauf ankommt, daß die Luft, und mit derselben die Wärme schneller ausgepumpt werde, als der Abgang der Wärme durch die aus dem Glas und Metall ausgehende Feuertheile eben nicht werden kann. Hr. Arnold nahm hiemit Rücksicht. Seine Glocke hatte kaum 2 Zoll Höhe und 1/2 Zoll Durchmesser. Er gab nicht ein Dreißtel höher sehr empfindliches Thermometer. Er ließ den Hahn erst, nachdem der Kolben schon ganz ausgepumpt war, damit die Luft mit voller Macht aus der Glocke in den Cylinder dringen konnte, und beide Hühler verblühen würde. Wenn er aber den Hahn nur wenig öffnete, so daß die Luft sich langsamer durchzog, so fand er auch immer, daß das Thermometer sich wenig oder gar nicht veränderte. Ent deckte er auch an, daß viel auf die Größe der Glocke ankommt. Dicht ist für sich klar. Denn eine größere Glocke hat nach Verhältniß des Raumes wenig zur Oberfläche, aber welches ebenfalls ist, eine größere Erleuchtung: Substanz. Wie wird in denselben, die durch das Auspumpen vermindert Wärme langsamer wieder ersetzt, folglich hat das Thermometer Zeit mehr zu fallen, als es bei gleich er und gleich großer Verdünnung der Luft unter einer kleinen Glocke fallen kann.

## §. 475.

Da diese Veränderung der Wärme nur einige Sekunden dauert, so sind auch die daherrührende Wirkungen nur augenblicklich. Indessen können auch aus graduelle Wirkungen in ihrem Erlösche bemerktlich seyn. Man sehe, die Luft werde augenblicklich in einem doppelt kleinen Raume vermindert, so wird ihre Dichtigkeit sowohl, als ihre Wärme verdoppelt, und so muß ihre Schnellkraft nicht doppelt, sondern viermal größer werden. Sie behält aber diese weitliche Größe nicht lange, weil die doppelt größere Wärme sich bald in den Körper hin ausgeht, in welchem die Luft eingeschlossen ist, und sich mit der Wärme der Luft fern fast wieder im Gleichgewicht setz. Eben so geht wieder können auch die vier fache Schnellkraft wieder zwei vierfache heraus. Das das Werkstück nicht sehr vermindert wird sehr schnell dünner, wenn die Kugel herausläßt, und so kann es seyn, daß die Schnellkraft auch wegen der Verdünnung der Feuertheile, und demnach mehr als in ungleicher Verhältniß des Raumes geringer wird.

## §. 476.

Der Raum über dem Quecksilber im Barometre ist, so viel möglich, sehr leer seyn. Man kann hingegen daherd, daß man das Quecksilber zum Schwan

tes bringt, vergrößern und verfeinern, und da wird die Dichtigkeit der Feuertheilchen in diesem Raume, und mit denselben die Wärme ebenfalls schnell verändert. Dadurch erfolgt ein Zufuss von Feuertheilchen aus dem Glas in dem Quecksilber in dem kälteren Raume, und aus demselben wiederum in das Glas und das Quecksilber zurück. Vielleicht trägt dieses etwas mit zu dem leuchtenden, welches man eben in dem Quecksilber, jauch wenn es sich kräut, im Dunkeln bemerkt. Die Feuertheilchen in dem kälteren Raume scheinen ihrem eigenen Druck gegen das Quecksilber zu lauern. Wärmt man aber die Kugel durch die Abkühlung der Flamme eines Lichtes, so bringt mehr Wärme in den kälteren Raum, und das Quecksilber fällt aber wieder durch die vermehrte Schnellkraft herabzuziehen. Dieses fallen ist allerdings schneller und stärker, wenn der Raum weniger luftleer ist. Ich sehe aber nicht, warum nicht auch in einem ganz luftleeren Raume, die schnell aufgeschickte Wärme eines Drucks sollte lauern können, wenn sie gleich ihre Kraft mehr auf die Theilchen der Kugel, und die Umarmung derselben als auf die Oberfläche, im Ganzen betruhet, lauern.

## §. 497.

Da indessen die Schnellkraft der Wärme dadurch, daß sie die von der Luft, von den Dünsten u. vertheilet, kräftigen Wirkung lauern, so verliere sie auch in dieser Rücksicht zurechnlicher betrachten zu werden. Ich habe gleich Vorlauf (§. 23.) bey Talaf von Dreißeln Thermometer angesehen, wie derselbe bedacht gewesen, die durch die Wärme vertheilte Schnellkraft der Luft zu lauern, und durch Verbergung des Quecksilbers Verwänderung zu erzeugen. Dieses unter ihm desto notwendiger gelingen, weil es, wenn er es nicht selbst sagte, niemand so leicht in Sinn kommen konnte, die wahre wirkende Ursache in einem leeren Glas zu suchen. Das Glas war freilich nicht ganz leer, sondern voll Luft. Aber damals lag sich niemand in Sinn kommen, in einem Glas voll Luft wirkende Ursache zu suchen.

## §. 498.

Diese Kugel hat man allerdings nicht geringe. Der Druck der Luft drückt den von einer 28 Pariser Zoll hohen Quecksilbersäule, und demnach demnach auf einen Quadrat. Lothdratss 10,0 Dünsten Pfund. Diese Kraft wird bey einer gleichförmigen 108 von Anspannung des zum Zurückziehen in der Vertheilung von 1000 in 1370 Secunden der Luftthermometer verdrückt. Demnach = 2308 Pfund. Der Widerstand ist = 728 Pfund für 90 Grad Wärme des Kammerlichen Quecksilberthermometers. Derselbe ist für jeden Grad eine Librenmacht von 9,47, oder 9 $\frac{1}{2}$  Pfund. Das kann selbst die aufgebende Cause, die noch wenig Kraft hat, in kurzer Zeit eine Wärme von mehreren Graden bewirken, und so konnte es Dreißeln an bewegender Kraft nicht fehlen, jauch wenn er den Druck der Luft auf mehrere Quadratfuß gebrauchte mocht.

## §. 499.

Man erzählt von Hermanns Luftkugeln, daß sie beim Aufsteigen der Sonne einen Theil von sich sprachen. Die Erwärmung der Luftkugeln mag dahin geführt haben. Was mir aber, mittelst der folgenden Windprobe der Luft gebräut, daß die größte Dichtigkeit ausreiche, wenn die Luft der Luft um  $\frac{1}{10}$  Theil verdichtet wird oder einer Wasserkugel von etwa 3 Zollen das Gleichgewicht hält. In einer solchen Verdichtung ist eine Erhöhung von 3 Graden des Luftthermometers oder von etwa 2 Nennurtheilen Graden schon hinreichend. Wird die aufsteigende Sonne bringt diese und selbst noch größere Wärme leicht und bald hervor; wenn sie zumal einem dunkelfarbigten Körper bestrahlt. In der nachstehenden Erwärmung solcher Luftkugeln werde ich mich hier nicht aufhalten. Denn hier war eigentlich nur die Frage, die bewegende Kraft, sofern sie von der Wärme herrührt, zu bestimmen und mit den Graden der Wärme zu vergleichen. Man sieht man ohne Mühe, daß diese Kraft aus den Fäden räumen, worauf sie wirkt, größer wird, daß die Luft einschließen bleiben muß, bis sie durch die Erwärmung einen bestimmten Grad der Seltsam erhalten, wenn man ihre Kraft ganz sehen will, und daß, da die Kraft groß, die Bewegung aber gering ist, man durch bedeutende Erhöhungen denselben eine mit mehrerer Bewegung entsprechende Kraft ablesen könne, wenn man mehr auf Bewegung und Geschwindigkeit als auf die Kraft zu sehen hat. Eine ähnliche Auswertung kann leicht im 452ten §. von

## §. 500.

Sobald die Dichte durch die Wärme sehr elastisch werden, wird, wie wir bereits oben (§. 245.) gesehen haben, ein größerer Grad der Wärme erfordert. Die durch die Erwärmung der Luftkugeln nicht ebenmäßig nach Waage der Fäden, auf welche sie wirkt, und die Druck auf einen Luftstrahl kann einen Luftstrahl bilden das Gleichgewicht haben. Wie schon aus der Luft, §. 244.) daß, wenn man die Hitze des Thermometers stark erhöht, die Kraft der Dichte und der Luft schon mehr als der Druck von zwei Atmosphären, und demnach auf einen Luftstrahl bei 6000 Pfund ausreicht. (§. 498.)

## §. 501.

Keltiger aber und schneller wirkt die Hitze, wenn sie, wie es bei der Erwärmung der Luftkugeln geschieht, die Luftkugeln sehr leicht in denselben Weg und elastisch macht, und derselben jedoch eine Wärme von 6000 und mehr Graden des Luftthermometers (§. 501.) entspricht. Diese Erwärmung kann in Wasser Luft schon ihren Druck mehr verdichten, so daß er auf einen Luftstrahl 10000 und mehr Pfund beträgt. Die sehr und aufsteigend Luft mag aber diese Kraft

nach einige Hundertmal stärker. Ich habe in den Anmerkungen über die Gewalt des Schießpulvers gefunden, daß die anfangliche Kraft desselben in Flammkraften so viel als der Druck von 240 Atmosphären austrage, ohne hierbey mitzuzählen, was durch den Spielraum der Kugel und das Zündloch verloren geht, und was noch hinzukommen würde, wenn das Pulver sich mit einemmale entzündete. Drey großen Geschütze oder eigentlich bey Kanonen, ist das Zündloch nach Maaße der Größe des Schusses kleiner. Und daher wird auch, wenn man die Kraft des Pulvers durch den Erfolg bestimmt, diese Kraft größer herausgebracht. Aus dem Procés verbal des Belidor von mehreren zu Weh angestellten Versuchen, finde ich, daß die anfangliche Kraft des Pulvers in den Kanonen so viel als der Druck von 1081 Atmosphären betragen hat, ebenfalls ohne mitzuzählen, was durch das Zündloch und den Spielraum verloren geht, und was noch hinzukommen würde, wenn das Pulver sich mit einemmale entzündete. Bey Wehren findet man ungefähr weniger als bey Hülsenbüchsen. Bey Kanonen wird die Kraft des Pulvers sehr schwach gemacht, und sie hat nur den Gegenstand der äußern Luft zum Widerstande. Eine einpfündige Kugel wiegt 2 Pfund und ist 1 Fuß lang. Ihr kugliger Durchmesser beträgt  $\frac{1}{2}$  Zoll. Damit beträgt der Gegenstand der Luft etwa 32 Pfund. Die Kugel der Kanone ist aber nur  $\frac{1}{4}$  der ganzen Kugel. Und demnach kann der Gegenstand der Luft nur =  $\frac{1}{16}$  = 2 Pfund gesetzt werden. Wenn also die Hebermacht der Kanone nur  $\frac{1}{2}$  Theil dieses Druckes betragen sollte, so würde sie = 1 Pfund, und folglich dem Gewicht der Kugel gleich seyn. Die Kanone würde demnach weder steigen noch fallen, sondern nur schweben. Ist aber die Hebermacht von der Kraft der Kanone doppelt stärker, so steigt die Kugel Anfangs mit eben der Geschwindigkeit, wie ein Körper fällt, nachgehends aber noch schneller, weil die Kanone durch das Wegdrücken des Schießes leichter wird. Eine Kanone, die 15 küh Sach. 11 10th Schmalmer, 9 küh Papier, 16 küh Steinge hat, braucht zum Abdrücken etwa 5 Sekunden Zeit, und steigt während dieser Zeit auf eine Höhe von etwa 400 Fuß. In gleicher Zeit würde ein Körper ungehindert eben so viel fallen. Es folgt also daraus, daß die Kraft der Kanone nur etwa doppelt größer als das Gewicht der Kugel ist. Es scheint dieses wenig zu seyn. Da es aber den  $\frac{1}{2}$  Theil von dem Drucke der Luft beträgt, so folgt ferner, daß die Kugel mit einer Geschwindigkeit von  $\sqrt{(26000.62) : 7} = 482$  Fuß aus der Kanone herausgeschossen werden.

## Viertes Hauptstück. Stufen der Wärme.

§. 502.

Seit der Befehung der Thermometer kann jeder Grad derselben eine Stufe der Wärme vorstellen, und genau angegeben werden. Wozu mußte man sich an andere Kennzeichen halten, und jede Stufe durch einen besondern Namen anzeigen. Die höchsten warm von anderer Beschaffenheit bezugnehmend, und diese habe ich bereits oben (§. 3. 4. 25.) angeführt. Einmal reife Wärme hatte man sich in der Thesse gegeben, weil da alle Stufen der Wärme nach Höhe vorwärts waren. Jedoch blieben bei allen Bestimmungen und äußerlichen Kennzeichen die Stufen nicht oder theilweise unklar. Wozu und Gehalt sehr unrichtlich, ja weil da sie oft nach der Quantität und Form nach als in der Kraft sich unterscheiden ließ.

§. 503.

Vorhanden war, so viel ich weiß, der erste, der in seiner Thesse die Stufen der Wärme kenntlich machte. Und dazu verhalf ihm Lebenszeit mit einem Thermometer, weil diese nur einmal eine verlässliche Sprache hatten. Eigentlich aber besaßen Vorhande doch nur die Grenzen der menschlichen Größe, und so zählt er folgende sechs.

1. Die Stufen der Wärme für das Pflanzenreich und dessen Wachsthum, als bis zwischen 0 und den hohen Grad Lebensheißigen Thermometers. Das ist alle zwischen die strengste Wundfälle und ertösende Sommerhitze in Deutschland, selbst 21.
2. Die Stufen für das Thierreich legt er für die Hitze zwischen den 24ten und hohen Grad, für die kälteste aber zwischen den 20ten und 24ten.
3. Wenn 24ten bis zum 21. 1000 Grad findet er die Erstfrohdeute, bei denen das Aufstehen, Aufstehen, Aufstehen 21. seinen ganz Fortgang hat.
4. Wenn 21. 1000 bis zum 6000 Grad, folgt er die ganz Nerven und Substanz von überflüssige Hitze, wo jedoch auch schon Fieber und Wey schmerzen. Er gentlich ist der hohen Grad, der vom Fieberden Grad über, und so genau sich auch der vom Fieberden Grad.
5. Wenn 6000 Grad, die weiter hinaus, geht die zum Nerven, Stillen und Schmelzen der Fiebern Wärme überflüssige Hitze.
6. Endlich finden sich die höchsten Grade der Hitze im Vergleich der großen Menge für und Vorsehung.

§. 504.

Erleben in seiner Thesse geht hervor wie in sofern ab, als er die Grade hinsichtlich nur zum Vergleich der Schmelze ansetzt. Und so zählt er folgende fünf Stufen nach dem Jahreszeitigen Thermometer:

1. Das

1. Das Digestionsfeuer von 40sten bis zum 96sten Grade.
2. Das Destillationsfeuer von 96sten bis zum 211ten Grade.
3. Das Sublimir- oder Lementa-feuer von 212ten bis zum 600ten Grade.
4. Das Glasfeuer Schin 13. oder Neudberausner von 600ten bis zum 1100ten Grade.
5. Die Brennspitzablage.

§. 505.

Dieses sind nun eigentlich nur Grenzen, und zwar sind sie ziemlich weit von einander. Den wahren Schmelzpunkten habe ich folgende Stufen angezigt gegeben:

1. Die Wärme einer kochenden Hesse oder anderer Wägel.
2. Die Hitze des Wolkens, des kochenden, wie auch anderer Ölfenigen.
3. Das Dampfbad.
4. Das feuchte Wasserbad.
5. Das Wasserbad.
6. Das Sandbad.
7. Das Eisenochad.
8. Glühende Kohlen.
9. Das Schmelzfeuer.
10. Die Feuerstieglitze.

Was sieht aus diesen Angaben, daß sie Grade angeben, die der Schmelzpunkt nicht nach Belieben ändern kann. Schien ihnen in einer Verwirrung, die wir langsam und mit größter Wärme von unten geben sollte, das siedende Wasser aber der 212ten Fahrenheit'sche Grad zu heiß, so fand er in dem Dampf über denselben einen geringern Grad. Und wenn ihm auch dieser noch zu groß vorkam, nahm er etwa zu Vierteln seine Zählweise, welche nach Salvo Beobachtung auf den 53sten Grad seines Thermometers (S. 161.) oder auf den 238sten Fahrenheit'schen Grad setz. Wenn nun auch dieses noch zu viel schien, so wurde einem das Glühchen, welches die Materie digerirt werden sollte, eine brünnle Hesse untergelegt, und das war etwa der 100ten Fahrenheit'sche Grad. Dagegen kam man endlich auch der Glühde, als wären solche Grade der Wärme nicht bloß nach der Stärke, sondern selbst, der Art nach, verschieden, wenn man gleich die Glühde, so man zu Vierteln sieht, sorgfältig überprüfet, damit nur die Wärme und nicht etwa andere Quaintitäten in die zu digerirende Materie kommen möchen. Die verschiedenen Stufen von Wasser, Asche, Sand, Eisenochad u. geben auf größere Grade der Hitze. Ich habe bereits oben (S. 337.) angezeigt, wie sie einzurichten sind, damit sie nicht nur einem, sondern alle Grade der Wärme erhalten, und zwar beständig gleich, so lange ein gleich stark brennendes Feuer unterhalten wird. Das des glühenden Kessels, so wie auch das dem mit heller Flamme brennenden Feuer

kennt dann auch der Unterschied vor, ob der zu erhaltende Körper nur daran oder darüber gehalten oder ganz darin gelagert wird. Denn in beiden ersten Fällen, empfangt nur die gegen das Feuer geführte Seite die Hitze unmittelbar. Das oben (§. 285.) erwähnte Urelement kommt dann allerdings mit in Betrachtung.

§. 306.

Im Jahr 1746. gab Succow zu Jena, einen Versuch eines chemischen Thermometers in seiner Vülken. *de Expansione aeris per ignem* heraus, wober er mehrere Stufen von Wärme angiebt, die, seinem Erachten nach, gleich viel von einander verschieden waren. Er theilt sie in zwei Classen, und da unter denselben die Wärme einer bestimmten Hitze und die Höhe des siedenden Wassers mit verbunden, so gab mir dieses Heiß, die Grade eines chemischen Thermometers mit den Fahrenheit'schen zu vergleichen. Es sind folgende:

| Succow. | Fahrenheit. | Erste Classe.                                                |
|---------|-------------|--------------------------------------------------------------|
| 0       | 68          | Die Wärme der Luft zur Zeit der Versuche.                    |
| 15      | 104         | Wärme zum Eier kochen.                                       |
| 30      | 140         | Wasser, darinn man die Hand nicht lange halten kann.         |
| 45      | 176         | Wasser, das beym Kochen ansetzt, ein Geruchloß zu machen.    |
| 60      | 212         | siedend Wasser.                                              |
|         |             | Zweyte Classe.                                               |
| 50      | 181         | Höhe, so man ohne Schmerzen nicht berühren kann.             |
| 74      | 146         | Höhe, weorum ein Fohrenkel weich wird.                       |
| 102     | 120         | Höhe, weorum ein Fohrenkel gleich einfarnert und griff wird. |
| 110     | 116         | Höhe, die die Spitze eines Holzes zu Kohlen brennt.*         |

Man sehe hierzu, daß die erste Classe für das Wasserbad, die zweyte für das Alkoholbad ist. Die Temperaturen der Grade sind in der That chemisch. Es muß nursten sich die Thermeter wohl nach an wohlbestimmter Kennzeichen halten. Der 50ste Succow'sche oder 140ste Fahrenheit'sche, ist am übrigen auch durch prismatisches Wasser, und der 176ste durch siedendes Alcohol kemlich zu machen werden können. Bey dem 123sten Fahrenheit'schen Grad kann gemener Thermanometer zum Gebrauch werden. Und die bey letztem Grade des Alkoholbades werden sich durch schwebende Flüssigkeiten von Jena, Wey und Weich auch leicht kemlich machen lassen (§. 479.)

§. 307.

Ungeachtet man die Schmelzpunkte sich viele Theile gegeben hatten, werden diese Stufen der Wärme zu bestimmen und kemlich zu machen, so können sie doch



hinzeigen um die wahren Gründe, warum ihnen so verschiedne Stufen nöthig waren, weniger demüthet gewesen zu seyn. Weßweils liegen sie es auf Versuche anzuweisen, wobei sie nur die Wärme auszuwecheln verstanden, ohne deswegen immer den wahren Grad zu treffen. Indessen sollte es demalen nicht so ganz unmöglich seyn, an eine brauchbare Probe zu denken. So z. E. gibe die Wärme der Theilchen des Wassers eine Bewegung und Wirksamkeit, die beym Auflösen der Salze und beym Erweichen der Theile des Pflanzenreichs nach Maasse der Wärme größer ist. Die Grenzen liegen sich der Siedepunkt und der Frostpunkt, oder dehnen sich wenigstens nicht viel weiter aus. Was an den Pflanzen aus Wasser besteht, leidet innerhalb dieser Grenzen seine Veränderungen. Die noch flüchtigeren Theile haben engere Grenzen, und dieses macht geringere Grade von Wärme nöthig, weil dabey die feinsten und größten Theile ungetrennt bleiben. Etwas suchte man durch strenges und etwas wiederholtes Destilliren den reinsten Weingeist zu erhalten. Seitdem fand man, daß der geforderte Wärme nur Oetuk und Zeit nöthig ist, und nur eine Destillation erfordert wird. Fette und ölichte Theile leiden und werden gleichfalls nach mehr Hitze. Sind sie mit andern feinsten verbunden, so geht auch, um diese abzusondern, die gelindere Wärme voran, ehe man ansetzt das Feuer zu verstärken. Und demnach können die jauch, die mit den Salztheilchen zu feste verbunden sind, als daß sie, ehe diese mitzunehmen, abgezogen werden können, wezu dann eine kräftiger werdende Hitze nöthig ist. Körper, die durch die Wärme in Flüg kommen sollen, fordern jeder seinen besondern Grad von Hitze, und dieser ist von demjenigen, wobei sie zum Sieden gebracht werden, oft noch weit entfernt. Betrachtungen von dieser Art dienen sich leicht noch mehrere an und können gut gebraucht werden, wenn es die Frage ist, genau zu bestimmen, was durch die verschiedne Stufen des Feuers erhalten werden kann.

## § 208.

Was nun überhaupt die durch bessere Werkzeuge bestimmte Grade der Wärme betrifft, so kommt im vorhergehenden bey Anlag der Thermometer, so wie auch bey andern Veranlassungen, eine beträchtliche Anzahl derselben vor. Es können aber noch mehrere, die durch Versuche bestimmt werden sind, zuweilen. Und von diesen mögen folgende hier ihren Ort haben. Ich sehe sie in Graden des lasten Thermometers, wie auch in Graden des fahrenheit'schen Thermometers hier an, weil in der That die meisten, mittelst des fahrenheit'schen Thermometers ange stellt, oder wenigstens unmittelbar auf dasselbe verworfen worden sind. Von den Reductionen habe ich mehrere selbst nachgesehen, und wo es wegen der ungleichen Grade der Weingeist und Quecksilberthermometer nöthig war, die Verbesserung vorgenommen. Dabey gehören besonders die von Newton beobachteten Wertpunkte des mit Wasser geschwächten Weingeists, die von Mathie aus

den oben (S. 153. 165) angeführten Graden sehr wichtig auf Lebensheilige Grade untersucht werden soll.

| Stufen-<br>grad. | Stufenma-<br>ß. | Verschiede Grade der Wärme.                               |
|------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|
| — 62             | 769             | stimmend Nordfäden im freyer Luft. (S. 491.)              |
| — 40             | 854             | stimmend Sublimiergr.ß.                                   |
| — 22             | 1018            | stimmend Wasserwein.                                      |
| — 28             | 877             | 2 Theile Weingeist und 2 Theile Wasser stimmen.           |
| — 24             | 825             | mit Mischung von gleich viel Weingeist und Wasser stimmt. |
| — 12             | 908             | Älter, so die Sublimierwasser noch zu erhalten.           |
| — 6              | 922             | Schnee mit Ätzenstein zu erweichen.                       |
| — 4              | 926             | 1 Theil Weingeist und 3 Theile Wasser stimmen.            |
| 0                | 934             | Schnee mit Salznit.                                       |
| + 20             | 978             | stimmend Bergkristall, auch Wasserwein.                   |
| 35               | 985             | stimmend Wasserstein.                                     |
| 58               | 992             | stimmend Weingeist.                                       |
| 30               | 996             | stimmend Milch.                                           |
| 34               | 1000            | stimmend Wasser.                                          |
| 43               | 1021            | stimmend Quecksilber.                                     |
| 74               | 1085            | stimmend Quecksilber.                                     |
| 83               | 1101            | stimmend Quecksilber.                                     |
| 85               | 1111            | stimmend Quecksilber zu Chelid. Galien.                   |
| 88               | 1115            | stimmend Quecksilber.                                     |
| 96               | 1133            | Wärme des Blutes.                                         |
| 97               | 1134            | Wärme im Verweilrohr.                                     |
| 100              | 1140            | Wärme, so den Sublimierwasser zu erhalten.                |
| 100              | 1140            | stimmend Sublimierwasser.                                 |
| 101              | 1143            | stimmend Sublimierwasser.                                 |
| 102              | 1144            | stimmend Sublimierwasser.                                 |
| 104              | 1148            | stimmend Sublimierwasser.                                 |
| 104              | 1148            | stimmend Sublimierwasser.                                 |
| 100              | 1152            | Wärme zu Salzen in Wasser.                                |
| 103              | 1154            | stimmend Sublimierwasser.                                 |
| 103              | 1156            | stimmend Sublimierwasser.                                 |
| 111              | 1161            | Wärme eines Kochsalzstoffs.                               |
| 111              | 1162            | Wärme zu heiß für Wasser.                                 |
| 112              | 1164            | stimmend Sublimierwasser.                                 |
| 113              | 1166            | Wärme zu heiß für Wasser.                                 |

|      |      |                                              |
|------|------|----------------------------------------------|
| 113  | 1166 | Wasser in hitzigem Fiebern.                  |
| 115  | 1171 | eine Mineralquelle zu Pöls.                  |
| 117  | 1175 | Wohlthranzöl im Carlsbad.                    |
| 114  | 1189 | Styrischer Nierenstein vom Hannul.           |
| 118  | 1197 | Pferdenmilch.                                |
| 123  | 1208 | Wasser, so Goldschwebern ähnlich.            |
| 137  | 1216 | eine Quelle im Carlsbad.                     |
| 140  | 1222 | festes Wachs.                                |
| 141  | 1226 | festes Wachs.                                |
| 150  | 1238 | Styrischer Stein.                            |
| 116  | 1255 | Wasser, worin ein Ei hart fiedet.            |
| 156  | 1255 | geraucht Wein.                               |
| 160  | 1263 | Schwarzes Pech schwarz.                      |
| 163  | 1269 | Reinheitswasser im Sauer im Carlsbad.        |
| 174  | 1292 | Wiesel fiedet.                               |
| 190  | 1315 | Drummenstein fiedet.                         |
| 199  | 1343 | rother Traubenwein fiedet.                   |
| 212  | 1350 | fiedend Wasser. (S. 192 — 193.)              |
| 216  | 1378 | Geizharn wird weiß.                          |
| 218  | 1382 | fiedend Mineralwasser.                       |
| 228  | 1403 | Styrischer Steinglas.                        |
| 236  | 1419 | Styrischer Schwefel.                         |
| 240  | 1428 | erschmolzen Geizharn, fiedende Potaschkälte. |
| 242  | 1431 | fiedend Scheidwasser, Salpetersäure.         |
| 244  | 1436 | erschmolzen Schwefel.                        |
| 420  | 1798 | Styrischer Stein.                            |
| 460  | 2389 | Styrischer Stein.                            |
| 546  | 2017 | fiedend Vitriolöl.                           |
| 517  | 2059 | fiedender Schwefelsäure per campanam.        |
| 550  | 2068 | Styrischer Stein.                            |
| 560  | 2085 | fiedend Zinnoberöl.                          |
| 600  | 2167 | fiedend Quecksilber, reinlich.               |
| 606  | 2180 | Styrischer Goldwasser.                       |
| 715  | 2404 | fiedend Nibbhamöl.                           |
| 765  | 2509 | weiches Glas fließt an zu schmelzen.         |
| 800  | 2579 | Styrischer Stein.                            |
| 805  | 2630 | Styrischer Berg. S. mart.                    |
| 1000 | 2990 | Styrischer Silber.                           |
| 1300 | 3196 | Styrischer Gold.                             |
| 1450 | 3513 | Styrischer Kupfer, Kobaltstein.              |
| 1600 | 4223 | Styrischer Eisen. M n 5                      |

## Fünftes Hauptstück.

### Verstärkung des Feuers.

§. 509.

Die Stärke eines Feuers hängt überhaupte von dem bewendlichen Weite ab, das sich im Holz, Steinöhlen, Schmelz, Oefeln u. befindet, und selbst auch deren Vermaas noch bejagelt. Sedann kommt auch viel auf die Weite der Hindernisse an, durch welche das Feuer vermindert, aufgehalten oder ja schnell gestreut wird. Alles dieses bekräftigt sich durch die richtige Erfahrung ohne Mühe. Das nicht alle Arten Holzes gleiche Hitze geben, ist obenmehrs bes. kannt. Eben so bekannt ist es, daß trockenet Holz besser brennt als naschet. Man ist angewonten, daß, wenn man naschet Holz, um es zum Brennen tauglicher zu machen, austrocknet, dieses eben nicht des einer Hitze grüßeren müßt, was durch nicht den stärksten Theilchen auch die fetten oder öfgeren daraus weg gehet.

§. 510.

Da brennt das Holz nicht brennt, ehe es die zum Vorherrschen nöthige Hitze erlangt hat, so ist auch leicht zu begreifen, daß es eben und schneller Feuer brennt, wenn es zur Zeit, da man es ins Feuer legt, an sich schon stark erwärmt ist. Was man demnach eine starke und anhaltende Flamme nöthig hat: da man dieselbe durch Hölzen von kaltem Holz nicht so wider schmelzen. Man schlägt daher das Holz, so noch brennt einzulegen ist, neben der Flamme, damit es wärmer werde, und desto schneller Feuer fange, wenn es eingetragt wird.

§. 511.

Wenn Einlegen des Holzes etwas ferret auf die Art, wie es gelegt wird, müßt viel an. Ein einzeltes Stück Holz brennt nur, sofern es viel Holz umschließt oder mit Dofst gestreut, wenigstens an den Oberfläch bestrichen ist. Wegen vorg. Stücke so auf einander, daß die Flamme nicht zwischen durch kann, so brennen sie faster besser als ein einzeltes Stück. Eben so schlägt geht es, wenn sie zu weit voneinander entfernt sind. Die Flamme von beiden müßten sich so nahe seyn, daß sie nur eine Flamme ausmachen. Was erhalt dieses am besten, wenn die Stücke Holzes nur an den kurzen Enden einander berühren.

§. 512.

Das Einschließen des Feuers müßt ebenfalls zur Verstärkung und Länge der Beschaltung der Hitze mit bey. Wenn Kohlenfeuer in Schmelzöfen und Schmelzöfen, wird die Flamme vermindert, und man ist flammend bedürft, die Hitze bejagelten so halten. Dagegen sind die Kapseln vorzüglich gut. Was bedacht daß

Feuer damit und begießt sie mit Wasser. Damit machen Kohlen und Asche eine Kruste, welche die Hitze beständig hält und wieder zurückhält. Wo hingegen, wie bey Arcubreit: Desjen ein Zugfeuer nöthig ist, da kömmt die Bewegung des Quecks zu statten. Wie diese wegzunehmen werden muß, habe ich bereits oben (S. 410. u. f.) angeführt.

## §. 513.

Eines der wirksamsten Hülfsmittel zur Verstärkung der Hitze ist das Feuer selbst. Das Feuer muß an sich schon einen Zutritt von Luft haben. Die Luft ist mit allen Arten von Ausdünstungen, und besonders auch mit brandlichen Wesen beladen, welches dem Feuer Nahrung giebt. Sodann wird auch die Bewegung des Feuers durch den Zutritt der Luft, und die schnelle Ausdehnung, so beim Feuer leidet, bestärket und wirksamer gemacht. Ueberdies kann durch befristete Anblasen die Kraft des Feuers nach einer belästigten Gelegenheit gerichtet werden, und die vermehrte Geschwindigkeit macht, daß in gleicher Zeit beständete Feuertheilchen gegen den zu erhöhenden Körper getrieben werden. Aus diesem Grunde läßt es sich denken, daß, wenn durch das Löthblech B A die Flamme nach C E gerichtet wird, ihre Kraft in Verhältnis von E F zu C E vergrößert werde. Dieses macht, daß man in E eine ziemlich dicke gläserne Röhre schenken kann, da hin gegen in der gerade aufwärts und frey betretenden Flamme sich kaum ein dünnes Glasröhrchen setzen lassen läßt.

## §. 514.

Endlich ist auch das Weiden und Hammers ein Mittel die Wärme zu verstärken. Die Theilchen der Körper werden dadurch sehr beweglich, und dieselbe macht die Dichtigkeit der Feuertheilchen größer. Sodann entsteht dadurch eine ständige Bewegung, welche wir beträcht, daß die Feuertheilchen wirksamer werden. (45.) Wenn starke Weiden geräth Holz in Flammen, und kaltes Eisen läßt sich durch dieses Hammers glühend hammersen. Es wird leichter, zugleich aber auch stärker.

Der  
Pyrometrie

oder

vom Maasse des Feuers und der Wärme  
Sechster Theil.

Erstes Hauptstück.

Grundbegriffe.

§. 515.

Ich verstehe hier durch Menge der Wärme so viel als die ganze Wärme oder die ganze Vermehrung derselben in bestimmten Umständen. Sie kommt in vielen Fällen mit dem Ueberflusse, was zur Menge der Feuertheilchen zu setzen können. Es giebt aber auch Fälle, wo ein Unterschied gemacht werden muß, sofern wesentlich von gleich vielen Feuertheilchen ungleich viel Wärme entsteht, wenn sie nicht in der geringen Art von Körpern sind. (§. 509.) Das Wort Wärme bezieht sich auf die Kraft der Wärme, ohne Rücksicht auf die Menge von Feuertheilchen, so daß es erfordert wird.

§. 516.

Die wichtigste Art, sich diese Unterschiede deutlich vorzustellen, ist, wenn wir zwei Körper, von einerlei Wärme oder, ungleicher Größe gegeben. Die stärkere Quantität der Wärme werden uns sehr sagen müssen, daß der größere mehr Wärme enthält als der kleinere. Hat man jetzt ohne Wärme, daß, da die Stärke oder Kraft der Wärme in beiden gleich ist, die Menge der Wärme nach Maasse der Größe der Körper verschieden.

§. 517.

Es ist hingegen die Körper von gleicher Quantität und Größe oder ungleich warm, so werden wir ebenfalls sagen müssen, daß in dem wärmeren mehr Wärme ist. Die Menge der Wärme ist demnach hier ihrer Stärke oder Kraft proportional.

§. 518.

Es folgt nun hieraus ohne Mühe, daß, je länger die Körper von einerlei Wärme sind, die Menge der Wärme in zusammengesetzter Verhältnisse ihrer Kraft

und der Größe des Körpers ist. Die Menge der Wärme läßt sich nicht wohl anders als vermittelt der Körper messen, in welchen sie sich befindet.

## §. 519.

Sind die Körper nicht von einerley Materie, so wird zwar immer das erkältere Verhältniß statt finden. Nur muß in einem Fällen, wo die Wärme aus dem einen in den andern übergeht, auf die Ungleichheit der Wirkung Rücksicht genommen werden. Denn das, was eigentlich übergeht, sind die Feurtheilchen. Und diese behalten oder laßern nicht in allen Körpern gleiche Kraft.

## §. 520.

Um demnach hierüber Nachsung zu tragen, hat man am besten, wenn man die Menge der Feurtheilchen besonders betrachtet. Wie können zwar die selben weder abzählen, noch unmittelbar messen. Jedoch hindert nichts, dieses mittelst der Körper selbst zu thun, in welchen sie sich befinden. Es können also auf die Einheiten an, welche man bey der Nachsung zum Grunde legt. Und diese lassen sich gut kramlich machen.

## §. 521.

Nro 1. C., wenn ein Thermometer von gegebenr Materie und Größe um eine bestimmte Anzahl von Graden steigen soll, so wird allerdings eine bestimmte Menge von Feurtheilchen dazu erfordert. Ein doppelt goldenes Thermometer von gleicher Materie wird zu eben der Verdickung doppelt viele Feurtheilchen nothig haben.

## §. 522.

Widerum sehe man 1. C. ein gegebenes Thermometer steige an der Sonne 14 Reaumur'sche Grade, und seine Erhaltungszugabezeit sey von 8 Minuten: so würde es, wenn es dem Erkalten nicht wieder erkälte, diese 14 Grade Wärme in 8 Minuten von der Sonne erhalten. Es erhält dieselben auch in der That in dieser Zeit. Der Unterschied ist also nur, daß ein Theil unzeitigen mit der weggeht. Es hindert dieses aber nicht, die in einer bestimmten Zeit erhaltene oder zu erhaltende Wärme in eine Summe zu bringen, wenn die Berechnung dieser Summe zu andern Abzählen und Vergleichen dienen kann.

## §. 523.

Man gedulde sich eben so einem andern Körper, 1. C. einen Tullichß Wasser, Stein, Eisen. Erhält derselbe einen bestimmten Grad von Wärme, so wird ebenfalls eine bestimmte Menge von Feurtheilchen dazu erfordert, er mag nun diese an der Sonne, oder aus Feuer, oder mittelst eines andern Körpers erhalten. Das äufere an der Sache vertritt nichts. Die Menge der Feurtheilchen oder der Wärme, kann immer mit derjenigen, so andere Körper von eben der Art, oder verschiedneur Größe und bey andern Graden von Wärme erhalten, verglichen werden.

## §. 524.

Da die Wärme die Körper ausdehnt, so folgt allerdings, daß die Feuertheilchen daraus sich Raum machen, und zwar gerade so viel als die Erweiterung der ganzen Körper ausmache. Es scheint daher, daß diese Erweiterung des Raumes eigentlich derselbe Raum sey, welcher zum Maße von der Menge der Feuertheilchen dienen könnte. Als 1. L., wenn 10 Cubiqell Weingeist durch die Wärme sich bis auf 31 Cubiqell ausdehnt, so haben die hinzugesetzten Feuertheilchen sich Raum gemacht, und zwar 1 Cubiqell. Man kann also gewissermaßen sagen, es sey ein Cubiqell Feuertheilchen hinzugesetzet worden. Und wenn eben diese Erweiterung, die ungesättigt, die vom Winter zum Sommer ist, bey 30 Cubiqellen Weingeist statt findet, so wird man in eben dem Verhältnisse sagen können, daß die durch geflossene Feuertheilchen einen Cubiqell betragen.

## §. 525.

Wenn man aber eben diese Feuertheilchen im Quecksilber kennen, so läßt die Rechnung ganz anders aus. Ihre Kraft wird um die Hälfte vermindert. (§. 308.) Welches sie demnach nicht mehr Wärme verursachen als im Weingeist, so müßten, statt der 30 Zoll, 45 genommen werden. Und dann werden diese 45 Cubiqell nur bis auf etwa 45 $\frac{1}{2}$  ausgedehnt. (§. 308.) Der Cubiqell Feuertheilchen im Weingeist, wird daher im Quecksilber auf  $\frac{1}{2}$  Cubiqell enger zusammengebrückt. Und wenn dies beistehet, so wie das Quanzel, in Hinsicht der Kraft der Feuertheilchen eben mit dem Quecksilber übereinstimmen sollte, (§. 308.) so würden ebenfalls 45 Cubiqelle nicht frei, damit davon die Feuertheilchen, die in 30 Zellen Wasser geist 1 Zoll betragen, eben die Erweiterung hervorbringen. Es folgt aber aus (§. 309. 314.), daß diese Cubiqell im Prinzip sich um etwas erweitern und etwa  $\frac{1}{2}$  Cubiqell betragen wird. In andern Körpern kennen andre Veränderungen zum Vergleich. Der eigentliche Grund davon ist, daß, da die Feuertheilchen elastisch sind, der Raum, den sie einnehmen, an sich weicher ist, und sich daher nach den Cohäsionskräften und Zusammenrückungen der Körper ändert. Man sieht aus diesen Beweisen, welche Resultate man ziehen muß, wenn man nach dieser Voraussetzung die Menge der Feuertheilchen nach Cubiqellen angibt. Die Partien selbst aus die Cubiqelle ihren Stellen kennen notwendig aus in Betrachtung. Es können aber noch deren Umstände gesagt, die man nicht so scharfschnen aus der Höhe lassen kann.

## §. 526.

Der erste ist, daß bey einem Körpern, wie 1. L. bey eingetrocknetem Wasser, Weingeist u. die Ausdehnung dem Grade der Wärme nicht durchaus proportional bleibt. Und dann ist nach der andern Hinsicht, daß wenn die Wärme größer wird, die Feuertheilchen in den Zwischenräumen dichter seyn können. Wenn demnach eine Partie sich durch die Wärme um 1 Cubiqell, und dann



durch Vermehrung der Wärme noch mit 2 Cubical ausdehnt, so können gar wohl in dieser jeden Cubical über doppelt mehr Feuertheilchen seyn, als in dem ersten Cubical waren. Indessen ist der Unterschied mehrertheils geringe, und kommt nur dann in Betrachtung, wo man alles aufs genaueste nehmen, oder, wie de Luce es hat thun wollen (S. 295.) aus der Wärme gemäßigten Wassers, Grade der Wärme von gleich großen Unterschieden bestimmen will.

§. 527.

Die absolute Menge der Wärme oder der Feuertheilchen in dem Körpern, fließt eben so, wie die absolute Grade und Größe der Wärme, sehr selten in Erweichung. Es sind auch im vorhergehenden nur jenen Fälle vorgekommen, wo darauf Rücksicht genommen werden mußte. Der erste war beim Luftkondensate, weil die ganze Kraft der Wärme immer mit der ganzen Schmelzkraft der Luft im Gleichgewichte ist, und letztere durch die zum Zusammenziehen der Luft erforderliche Kraft immer ganz bestimmt wird. (S. 47. u. f.) Wenn bey festen Körpern das absolute Maß ihrer Expansivkräfte durch Verände oder auch noch allgemeinen Ursachen bestimmt werden könnte, so würde sich auch die absolute Kraft der Wärme daraus erweisen lassen, so wie ich oben (S. 444. u. f.) die letzten Unterschiede dieser Kräfte miteinander verglichen habe.

§. 528.

Der andere Fall kam da vor, wo sich bey Mischungen verschiedener Materien von gleicher Wärme, die Expansivkräfte, nebst der Dichtigkeit, und dar mit auch die Wärme ändert. Dieses geht die ganze Summe der Feuertheilchen an, die zugleich mit den Materien zusammengeworfen werden. Wird die Mischung klär, so ist diese Summe zu geringe. Dagegen ist sie zu groß, wenn die Mischung wärmer wird, und dann geht alles, was zu viel ist, aus der Mischung aus, so wie im andern Fall Feuertheilchen von außen hinzukommen. Da die Wärme der Mischung der äußern Wärme gleich wird. Die Art, die Veränderung anzustellen, habe ich im vorhergehenden durch das Beispiel der Mischung von Wasser und Weingeist erläutert. (S. 456. 457.)

## Zweytes Hauptstück.

## Anwendung auf einige Fälle.

§. 529.

Nach der Menge der eigentlich wirksamen Wärme, die wirklich in dem Körper sowohl des Leibeswärmers als der äußern Wärme das Gleichgewicht hält, liegt in den verschiedenen Körpern, 1. L. in Holz, Schwefel, Wergessl u. noch ein Theil oder Vermäch von Wärme, der erst durch das wirkliche Heizen erst erzeugt werden. Die dazu nöthige Leister kein trägt dann allerdings das die eig. mit den. §. 512.) Jedoch scheinen doch immer dieser Körper den Wärme erst dazu herzugeben.

§. 530.

Wenn man das Holz nicht anzusetzen schon, ehe man es anzusetzt, soll die zum Ansetzen, oder eigentlich die zum Ansetzen, nöthig werden ist, wie es jenseits nötig ist, (§. 520.) so geht es mit dem Uebrigsten Anfangs anzuwenden zu, weil das Holz erst anzusetzt werden muß und die anfangliche Wärme mehrere Theile bringt ist. Das freiesten Holz muß ebenfalls erst die Freiheit der Wärme in den Zustand, da man sagt, daß es man am besten kommt. Dieser Zustand ist das Maximum der Hitze kommt eine Wärme, ohne wirkliche Ansetzung. Nachher aber sagt man es zu werden, daß die Hitze Theil, die die von wechsell. Wirkung der Wärme waren, anfangen, stärker zu werden. Die Wärme verändert sich, das Holz, das schon ganz zu kochen, und theils auch schon zu kochen verordnet ist, bracht in Wärme, die man schon vollkommenen nach, und welches alles zu verhindern, dessen man nicht die Absicht hat, durch Ansetzung von freiesten Holz ein länger bestehendes Feuer zu unterhalten.

§. 531.

Das freieste Holz kann beiderzeit zum Zeit, da es am besten kommt, aber das Maximum der Hitze erreicht hat, als ein Körper anzusetzen werden, daß die Hitze etwa den 40000ten Theil des Leibeswärmers gleich ist. Dieser Körper war würde man, nach Waage seiner eignen Erklärung. Substanzes effizient, wenn nicht der Abgang durch die nach-werdige besondere Wärme erst wäre. Ist man, wie in Wärmezeit die Wärme der Leister last dem Feuerzeit etwa 100. des Theil des Leibeswärmers, so ist 4000 — 2000 — 1000 der Leister Theil der Hitze. Und nach diesem richtet sich die Erklärung. Man sehe 1. L. die Erklärung Substanzes im von einer Wärme, so würde, wenn das Maximum der Hitze eine Stunde lang besteht, in dieser Wärme so viel Hitze weg fließen als das Feuer wirklich hat.

## §. 532.

Um dieses deutlicher einzusehen, stelle man sich vor, daß zur Zeit, wo das Feuer das Maximum seiner Hitze erreicht hat, der innere Zufluß aufhöret, so wird unter eben den Voraussetzungen das Feuer seine Hitze nach den Ordinaten einer logarithmischen Linie verlieren, deren anfängliche Ordinate = 3000, die Exponenten = 1 St. = 3600" Zeit ist. In dem ersten Zeittheilchen  $d\tau$  ist also der Abgang der Wärme

$$= \frac{3000 \cdot d\tau}{3600} = \frac{5 \cdot d\tau}{6} \text{ Gr.}$$

Da nun so lange der Abgang durch den innern Zufluß wieder ersetzt wird, auch die 3000 Grade Ueberschusses von Wärme bleiben, so werden in jedem folgenden gleich großen Zeittheilchen  $d\tau$  ebenfalls wieder

$$\frac{5 \cdot d\tau}{6} \text{ Gr.}$$

Wärme abgehen und wieder ersetzt werden. Socht demnach das Maximum der Hitze eine Stunde lang fortzuauern, so wird, da eine Stunde  $\frac{3600}{d\tau}$  solcher Zeittheilchen enthält, die Summe aller abgehenden Wärme

$$= \frac{5}{6} d\tau \cdot \frac{3600}{d\tau} = 3000 \text{ Gr.}$$

seyn, demnach gerade so viel betragen, als ich vorher sagte.

## §. 533.

Man begriff nun ferner, daß, wenn das Maximum nur einen  $\frac{1}{2}$  Theil einer Stunde dauere, die während dieser Zeit abgehende Wärme auch nur  $\frac{1}{2}$  Theil der 3000 Graden betragen werde. Und hienützeran, wenn die Erstlingszeit Erleuchtung länger oder kürzer als eine Stunde ist, von ihrer wahren Dauer das gilt, was ich hier von einer Stunde gesagt habe.

## §. 534.

Wenn nun aber das Feuer anfängt abzunehmen, daß es nicht mehr so ganz wie wenn Flammen brennt, so brennt zwar der Ueberschuß von 3000 Graden noch eine Weile der Silbe nach, aber nicht mehr nach der Menge. Das Holz wird beim Weiterrennen leichter und fällt zusammen. Die Masse und der Haufen, den es umgibt, wird kleiner, und damit wird auch die Erstlingszeit Erleuchtung geringer. Dieses beschleuniget das Erlöschen, daß es damit bald zu Ende geht.

## §. 535.

Es ist sich nun auch nicht zu denken, daß, so lange das Feuer das Maximum seiner Hitze noch nicht erreicht hat, die wirklich verstrahlte Zeit genau

ebenfalls 3000 Grade Ueberflus von Hitze, aber nur der Hälfte, nicht der Wärme nach, haben. Die Wärme nimmt noch zu, weil der Verlust noch immer stärker als der Abzug ist, und eben daher das Feuer noch stärker wird, bis es die Maximen erreicht, und dann wieder abnimmt, abzusinken.

§. 136.

15. Ppt.

Wenn man sich von dem ganzen Vorrath von Hitze, welcher in einem Hausen aufgetragen dreyes ist, und dem Vertheilen derselben weichen will, überhaupt einen Begriff machen will, so wird derselbe am richtigsten durch die Abtheilung eines zusammen Linie A b c d E vorgestellt. Der Anfangspunkt A ist die Zeit, da das Holz angezündet wird. Eine jede Abschnit A P um v stellt die Zeit vor, während welcher das Feuer schon gebrannt hat. Seht man das nächste folgende Zeitstücken d v um P p, so ist das Kliruchen P M o p das Maß der Menge der Wärme, welche während diesem Zeitstücken abgeht. Der Rest A b c d E A stellt demnach die ganze Menge des Feuers vor, welche in dem Holz gebrannt war und jetzt gemacht werden ist, sofern sie die stärkste 3000 Grade Ueberflus über die Wärme der Luft hat. Dann zeigt dass nicht abgehen, als was dieser Ueberflus austritt.

§. 137.

Es würde sehr unrichtig seyn über die Natur der Linie A b c d E andere als ganz allgemeine Betrachtungen anzustellen. Man muss das Feuer öfters nachholen, um es desto geschwinder zu machen, wenn das Holz anfängt in Asche zu verfallen. Dadurch aber wird die Continuität der Linie oft sehr kurz unterbrochen. Man kann sich aber ohne Mühe vorstellen, daß die Continuität Anfangs langsam und dann schneller, endlich dem Zeitpunkt b am stärksten geschwinde. Was da an vorher sie immer langsamer zu, bis sie in c die Maximen erreicht hat, wo sie dann abzulassen immer mehr, und im letzten Ueberfluspunkt d am stärksten leidet, nachher aber immer langsamer abzusinken, bis das Feuer in e ganz ausgegangen oder endlich selbst auch die Hitze verliert ist.

§. 138.

Wenn man von dieser Menge der Wärme in Rücksicht auf den Erfolg nur bedenklich eine Berechnung vorzunehmen hat, so kann man sich, statt des Abtheilens nur A b c d E A ein Restantel von gleicher Größe gebildet, welches die Hälfte C e habe. Dieses ist eben so viel, als wenn man sagt, das Maximum der Wärme habe gleich Anfangs statt gefunden, und eine um so viel kürzere Zeit gewauert. Der Erfolg, im Uebrigen bemachtet, wird wenig von dem vorher beschriebenen fern. Und das ist ja einem bedenklichen Ueberflus schon genug. Wer hingegen zu immer schon will, wie die Größe des Feuers von einem weisheitsvollen Hausen zeigen zu und abnehmen, der kann einen solchen Namen auf dem Feuerbrand, an die eine Tag, da der stärksten Wärm der Wärme der Luft sich wenig ändert, an

stehen und abkennet lassen, und in beiderley Entfernungen Thermometer stellen, deren Kugeln der Höhe frey ausgelegt seyn müssen, und diese von Wärme zu Wärme beobachten. Dann wird sich, mittelst der Erklärungs-Zubehörs der Thermometer bestimmen lassen, wie groß der Zufluss der Wärme des Feuers auf die Thermometerkugel in jeder Zeit war. Diefem Zuflusse werden die Ordinaten der Linie A b c d E proportional gemacht, und so wird die Natur der Linie a posteriori bestimmt, und die Linie selbst construirt werden können. Man hat hierbey die Formel (§. 270.)

$$d y = a d \tau - \frac{y d \tau}{\gamma}$$

welche

$$a = \frac{\gamma d y + y d \tau}{d \tau} = \frac{\gamma d y}{d \tau} + y$$

gibt. Hier ist  $y$ , der jedesmal beobachtete Grad des Thermometers über der Luftwärme,  $\gamma$  dessen Erklärungs-Zubehörs, und  $d y$  das Zeigen des Thermometers in dem Zeitstückchen  $d \tau$ . Und  $a$  stellt jede Ordinate  $P M$  vor, die der Zeit  $A P = \tau$  entspricht. (§. 536.)

#### §. 539.

Man nun von vorerwähnter beschriebnen Versuche ein Beispiel zu geben, wollen wir sehen, daß des Wärmes in einem Endenofen zween Cubikus Feuer sey, und daß der innere Raum des Ofens 2 Cubikus betrage. Ungeachtet man, damit das Feuer brenne, der Zufluss der Luft und Abfluss des Rauches frey sey, und demnach der Ofen nicht ganz geschloffen werden muß, so macht doch die immer neue Ertragung von Hitze, daß der durch solche Desfension verursachte Abgang endlich wieder ersetzt wird. Der Ueberfluß der Hitze des Feuers aber der Hitze der äußeren Luft mag 3000 Grade des Luftthermometers betragen. Da aber der Raum des Ofens viermal größer als der vom Feuer ist, so wird dieser Ueberfluß auf etwas vierten Theil vermindert, und demnach demnach nur 750 Grad, welche demnach den mittleren Ueberfluß der innern Wärme des Ofens über der Hitze der äußeren Luft anzeigt. Ist diese beim Feuerpunkt oder denn 1000en Grade, so wird 1000 + 750 = 1750 das Mittel von der innern Wärme des Ofens verstehen. Diefes Hitze ist also so groß, daß gemindert 3000 dabei gleichförmig. (§. 475.) Es erhält man aber der Ofen diese Hitze nicht mit einemmal, sondern nur nach und nach. Und da das Feuer nicht so lange unterhalten wird, so wird der Ofen auch ungleich weniger erwärmt. Die Erklärungs-Zubehörs des Ofens mag p. E. 4 Stunden betragen. Das Feuer kommt selten eine Stunde, 6. Theil.





Diese sind Ordinaten einer logarithmischen Linie, zwischen welchen eine Abscisse von 121 Absciss. linear liegt, (§. 327.) daraus ergibt sich denn Subtangente = 121 linear, und die mittlere Abscisse der Höhe =  $(740 - 266) : 211 = 462$  Grad. Also würde  $1060 + 462 = 1522$  der Grad der Wärme der ganz zur Höhe gewesen sein, wenn sie gleichförmig durch die Höhe vertheilt gewesen wäre. Diese Wärme war nun noch nicht alle, so die Wärme der Höhe in Zeit von  $45''$  hätte zurükgeführt. Denn noch ein guter Theil jag sich zum andern Ende der Höhe hinaus. Die ganze Wärme findet sich aber nach der Analogie

$$(740 - 266) : 740 = 462 : 721.$$

Also hätte die ganze Höhe  $1060 + 721 = 1781$  Grade betragen können. Und da ist noch nicht mitgerechnet, was von der Wärme zurückbleibt und theils unterwärts wegfliehet, theils in der Höhe einzuhalten. Diese 721 Grad Höhe kann man nun  $\frac{1}{2}$  Grad Oef, welche in den  $45''$  Zeit vertheilen. Die Höhe weg genau  $\frac{1}{2}$  loth oder 720 Grad. Also hätten  $\frac{1}{2}$  Grad Oef 720 Grad Eisen Blech in Zeit von  $45''$  eine Höhe von wenigstens 721 Grad des Luftthermometers misshellen können, wenn noch alle Feuertheilchen, die zum andern Ende der Höhe heraufstiegen, in das Blech hineingedrungen wären. Es darf nun aber die Zeit von  $45''$  nur, nur sie noch immer lange genug, daß von der Höhe, so sie erlangte, isotherm wiederum ein Theil wegging. Wenn wir aber auch die den 721 Grad den Blech, so wird immer folgen, daß, wenn sie in etwa 180 Grad Eisenblech concentrirt gewesen wären, sie wenigstens würde verflücht worden sein, und demnach  $4. 721 = 2884$  Grad Ueberfluß über 1060 Grade betragen haben. Diese 180 Grad Eisenblech hätten demnach eine Höhe von  $1884 + 1060 = 2944$  Grad des Luftthermometers gehabt. Das will also sagen, sie würden, wo nicht geschmolzen, doch wenigstens weisigkühend geworden sein. Das will nun freier sagen, die in einem Grad Wasser liegenden Feuertheilchen sind zurükgehend 120 Grad Eisenblech zum Schmelzen hoch zu machen. Daraus sieht den §. 329. auf, und sieht so sichtlich zu erkennen, wie viele ungründlich Hitze durch die Schwere ohne Hinzusätze, und wieviel Abbruch der Heizung des Feuers der Umstand that, daß man dem Feuer einen freien Zug von Luft lassen muß. Es trägt aber freilich hinwiederum die Luft nur zur Vermehrung der Hitze bey.

## §. 343.

Ich habe in der vorhergehenden Abhandlung die zur Analogie gehörende,

$$121 : 222 = (740 - 266) : 462.$$

$$(740 - 266) : 740 = 462 : 721.$$

welche sich ohne Mühe in folgende

$$121 : 222 = 740 : 721$$



aber gemauert

123: 111 = 740: 733

zusammenziehen lassen. Und dieses will man sagen, daß, wenn die 733 Gr. Wärme, so in 123 Linien langer Röhre sich, in eine Röhre von 111 Linien concentrirt werden, so 740 Gr. betragen. Und dieses will dann weiter sagen, daß, wenn die Röhre unendlich lang wäre, alle Wärme, so sie in 45<sup>o</sup> Zeit erhält, in eine der Subtangente gleich lange Röhre concentrirt, derselben durchaus eben den Grad der Wärme geben würde, den das untere Ende der Röhre erhalten hat. Man sieht ohne Mühe, daß dieser Satz die Rechnung sehr abkürzt, weil es dabei nur nöthig ist, die Länge der Subtangente und die Höhe an dem der Flamme unmittelbar ausgeführten Ende zu wissen. Uebrigens muß man, um die Subtangente bestimmen zu können, allerdings noch die Wärme in irgend einem andern Punkt der Röhre durch Versuche ausfindig machen.

—————

—————

—————

Das obige Resultat kann auch so dargestellt werden, daß wenn die Wärme, so in 123 Linien langer Röhre sich, in eine Röhre von 111 Linien concentrirt werden, so 740 Gr. betragen. Und dieses will dann weiter sagen, daß, wenn die Röhre unendlich lang wäre, alle Wärme, so sie in 45<sup>o</sup> Zeit erhält, in eine der Subtangente gleich lange Röhre concentrirt, derselben durchaus eben den Grad der Wärme geben würde, den das untere Ende der Röhre erhalten hat. Man sieht ohne Mühe, daß dieser Satz die Rechnung sehr abkürzt, weil es dabei nur nöthig ist, die Länge der Subtangente und die Höhe an dem der Flamme unmittelbar ausgeführten Ende zu wissen. Uebrigens muß man, um die Subtangente bestimmen zu können, allerdings noch die Wärme in irgend einem andern Punkt der Röhre durch Versuche ausfindig machen.

D 2

Der  
Pyrometrie

oder

vom Maaße des Feuers und der Wärme  
Siebenter Theil.

Von der Empfindung der Wärme.

Erstes Hauptstück.

Wärme menschlicher und thierischer Körper.

§. 544.

**D**ie Verwandlung der Nahrung in alle die Theile, woraus menschliche und thierische Körper bestehen, die in Ansehung der Dichtigkeit und der Cohäsionskräfte verschieden sind, leidet ganz ungleichmäßig auf den Gedanken, daß auch die in den Nahrungsmittein liegenden Feuerschichten, in Ansehung der Wärme ungleiche Wirkungen hervorbringen können. Die erste Veränderung geht derweis im Munde beim Kauen, scheinlich aber im Magen vor, und dann fließen auch in den Drüsen, wo der Nahrungsstoff neuer Verwandlungen leidet, neue Veränderungen der Wärme vor. Endlich dient besonders die schnelle Bewegung des Blutes in den Pulsadern dazu, die Wärme selbst in die äußerliche Theile des Leibes zu bringen. Die Bewegung des Leibes beschleunigt immer auch die von Gehäulen, und übertrifft den Durchfluß der Säfte durch die Drüsen, Gefäße und selbst auch durch die feinsten Theile, und dadurch so, wie durch das Reiben kann so leicht neue Wärme erzeugt als die bereits erzeugte vermehrt gemacht und ausgetrieben werden. Das Reiben der feinsten Theile an die feinsten, dürfte wohl nicht viel Wärme erzeugen, und des Douglas's Bewegung, als könnte die Blutgefäße dazu mehr beitragen, wird von ihm so vorgetragen, als wenn die Nahrung erst vorher in Oel verwandelt werden, ehe solche Wärme daraus erzeugt werden kann, und so würde, wenn man sagt, daß die Spiriten im Magen folgen, das Oel des Feuers dazu beitragen. Was kommt ungezweifeltes vor, wenn man

dieser Verflüchtungsort umkehrt. Die Wärme entflieht nicht aus nichts. Wenn nicht schon Feuertheilchen da sind, die durch das Weiden zusammengetrieben und wirksamer gemacht werden, (§. 374.) so wird das Weiden selbst wenig ausreichen. Das Luft und Feuchtigkeit muß der Abgang der Wärme ersetzt werden, und dazu ist die Aenderung der Celsiususstöße schon hinreichend.

## §. 545.

Der Erfalg oder die unmittelbare Erfassung gibt nun überhaupt an, daß die Wärme des menschlichen Leibes, zumal in den innern Theilen von einem ziemlich bestimmten Grade ist. Dieser Grad ist ungefähr der 96. oder 98te Fahrenheit'sche, und demnach immer größer als die Wärme der äußern Luft, weil selbst in den wärmsten Ländern die Luft selten diesen Grad der Wärme erreicht. Der Erfalg hieron ist nun notwendig, daß der menschliche Leib beständig erhitzt, und daher, wenn er erkalten sollte den Grad der Wärme behalten soll, eines bestimmten Zufusses von innerer Wärme bedarf, und diese muß also, mittelst der Luft und der Feuchtigkeit erzeugt werden.

## §. 546.

Wenn man nun hiebei nur auf den Unterschied der Wärme des Leibes und der äußern Luft Rücksicht nimmt, so scheint es, daß der Leib des Winters mehr Wärme verliere, und demnach mehr neue Wärme erzeugt werden muß, als im Sommer. Dieser Schluß ist auch richtigemassen, jedoch nur bedingter Einsicht halber, richtig. Im Sommer muß man überhaupt nicht trinken, da man hingegen im Winter mehr trinkt. Es sind nun aber auch im Sommer alle Gänge, und besonders die Schweisdrüsen, mehr offen, die Poren des Leibes durch die Ausdünstung verhalten geht oft bis zum menschlichen Schwitzen, und damit geht zugleich auch sehr viele Wärme weg. Das oben (§. 281.) angeführte Beispiel des beyn Aufbruches hitze werdenden Thermometers, findet hier seine Anwendung, weil das Aufsteigen, mittelst des Ausdunstens, erfolgt.

## §. 547.

Hierüber hat D. John Linnæus, ein Arzt zu Charlestown, in Schweden, sehr umständliche Versuche angestellt. Er wog Tage und Tage Speise und Trank, nach dem wieder abgemessenen sorgfältig ab, und beobachtete zugleich auch die Wärme der äußern Luft nach den Fahrenheit'schen Thermometern. Aus den Beobachtungen nahm er für jeden Monat das wärmste Mittel, indem er die Summe der durch die Anzahl der Beobachtungen theilte, und alles auf Stunden reduzirte. Den Erfalg stellt folgende Tafel vor:



|                                    |   |   |   |               |
|------------------------------------|---|---|---|---------------|
| Die Wärme des Menschen zwischen 22 | • | • | • | 27 Gr.        |
| der Brust                          | • | • | • | 31 —          |
| der Lunge                          | • | • | • | 36 —          |
| der Niere                          | • | • | • | 37 —          |
| der Hülfe                          | • | • | • | 34 —          |
| der Luft                           | • | • | • | — 10 — + 23 — |

Die Beobachtungen wurden von 9 bis 10 Ufe Donnerstags, bey nächstem Morgen und einem verschlossnen Zimmer gemacht, und sehr oft angestellt. Martin gabe se umständlich an, sagt aber auch, daß man daraus kaum etwas mehr schließen könne, als aus den hier angeführten äußersten Graden. Er fand 1. E. die geringste Wärme der Hand 26 Grade. Diefes traf einmal mit der geringen Kälte der Luft 30 Gr. unter dem Fixpunkt zu, ein andermal drey 17im, und ein drittemal bey 21en Grade unter dem Fixpunkt. Es ist offenbar, daß Martin das erstmal die Hand einer so geringen Kälte nicht lange ausgefrist halten konnte, und so schüt sich von der Kälte der Luft auf die Kälte der Hand nichts be stimmtes schließen.

## §. 510.

Wichtiger würde es gewesen seyn, wenn Martin zugleich angemerkt hätte, was er jedesmal nach seiner Empfindung zu urtheilen, der Luft für einen Grad der Wärme oder Kälte zusagete, ob sie ihm schwül, heiß, warm, lauw, gemäßiget, frisch, frostig, kalt, oder kalt u. vorgekommen. Daraus hätte sich schon, mittelst der beobachteten Grade des Thermometers wechselläufige Folgen herleiten lassen. Vorpäglich aber hätte beobachtet werden müssen, bey welchen Graden des Thermometers die Luft temperirt zu seyn scheint. Das dieses nicht das ganze Jahr durch bey eierley Grade geschieht, das hat bereits im vorigen Jahrsdenn Mariotte durch die oben (§. 152 — 156) ausführlich angeführten Beobachtungen erwiesen, wodurch er zugleich das voehin allgemein herrschende Vorurtheil widerlegte, als wären die Kälte im Winter warm und im Sommer kalt, weil sie uns nach unserer Empfindung so vorkommen. Er rieth, mittelst des Thermometers, daß die wärmsten Keller über Wärme wenig oder gar nichts ändern, und daß, wenn sie nicht ganz unmerklich eierley Grad behalten, sie im Winter kälter als im Sommer sind. Daß es so seyn müsse, läßt sich aus andern Betrachtungen herleiten. Es war aber in ansehnlich gut, daß es mittelst der Thermometer genau bestimmt wurde.

## §. 511.

Das von Mariotte widerlegte Vorurtheil kann nun aber Gebrauch werden, wenn wir schließen, daß die Luft, die wir gemäßiget, das will sagen, weder kalt noch warm sehn, im Sommer wirklich wärmer als im Winter seyn müsse. Denn kommt uns ein beständig gleich warmer Keller im Sommer kalt vor, so mag die Luft, die uns temperirt vorleuchtet, wärmer seyn. Und wenn eben der Keller

wird im Winter wärmer als im Sommer, so mag die Luft, die wir atmeten temperirt werden, älter sein. Man begreift daraus, daß es im Frühling auch im höchsten Grade geben mag, wo die Kälte am weitest kalt noch warm vorkommt, und wo demnach der Grad des Thermometers im Keller des Ober, der aus diesem Temperirettemperatur Zeit angeht. Dieser Grad ist nun in Europa, und besonders dieses der Alpen und der Ostsee ungefähr der 10ten Reaumursche von dem höchsten Punkt oder der 14ten Schwebelsche. Zwischen dem Äquatorgrade ist er nur 16 Grad, was dort eine dreifache Reaumursche ist.

## § 511.

Angenommen nun die aus temperirt stehende Grad der Wärme verlohren sich ist, so ist doch die ganze Veränderung in jährlich eignen Schwere zu erfahren, jauch bey solchen Personen, deren Lebensart nicht fordert, daß sie im Winter den ganzen Tag über in der Kälte sein müssen, und die sich demnach die meiste Zeit in gedrucktem Zimmer aufhalten. Dieses wird im Winter ein Grad, die nur bis zum 12ten oder 13ten Reaumurschen oder 13 — 60sten Schwebelschen Grad reduziert ist, jauch bey einer Stunden Lebensart, wofürschon nur als man perirt vorzukommen. Anders, die nicht ein temperirt, sondern ein eigentlich warmes Zimmer haben wollen, lassen es um einige Reaumursche Grade wärmer, und folglich bis zum 15ten oder 16ten Grade wärmer, und haben sich wohl auch noch im Felde ein. Wer hingegen in der strengsten Winterkälte auf Reisen ist, dem weilt es wenig oder gar nicht gedrucktes Zimmer, das kaum 6 oder 8 Gr. Wärme hat, eben ganz willkommen sein, obgleich, wenn er mehrere Stunden darin bleiben sollte, sein Urtheil sich nach und nach ändern würde.

## § 512.

Man sehe auf der im §. 509. gegebenen Tafel, daß das Blut beim 256sten Schwebelschen Grade gerinnt, und beim 235ten fließt. Dieses ist also die äußerste Grenze für das Blut, und zwischen desselben muß auch die natürliche Wärme aller Thiere, die Blut haben, erhalten sein. Eben diese Tafei gibt auch die Wärme des Blutes einiger Thiere an. Sie ist überhaupte bey den Vögeln größer als bey vierfüßigen Thieren. Hingegen bey den im Wasser lebenden Thieren findet man sie mehrertheils geringer, und selten um einige Grade größer als das Wasser selbst ist. Kraft saub, daß in Wasser, welches 49 Fahr reumische Grade von Wärme hat, ein Huhn nur 50 Gr. warm war. Auf den 6ten Grad Wärme des Wassers, fand Martini, die Wärme eines Frosches und einer Schildkröte von 63 Gr., einer Fische aber von 61. Dieses ist einige Versicherung eifert hinreichend daher, daß die Erklärungs-Substanz im Wasser 2 bis 10mal länger fort als in der Luft, folglich im Wasser 2 bis 10mal mehr Wärme abgibt als in der Luft abgeben würde. Und da die Erklärungs-Substanz sich gerade, wie der körperliche Raum, und angezogen, wie die Ober-

Oberfläche verliert, demnach des Innern Körpern keine ist, so folgt auch, daß die Personen selbst in der Luft nicht viel mehr Wärme haben können als die Luft hat. Martini fand, daß in einer Luft von 60 Fahrenheit'schen Graden Wärme, eine Schlange nur 62 Gr. hatte.

## §. 554.

Die erstbemerkte Aenderung der Erklärungs-Substanzen im Wasser, findet man allerdings auch bei Menschen An. Noland'sen Martin, bestellte einige Handlanger zum Schwimmen. Ehe sie ins Wasser gingen, that er nach dem Scheitlichen Thermometer die Wärme ihrer Hand 31, Brust 31, Füße 27 bis 30 Gr. Nach dem Schwimmen war die Wärme der Hand 22, der Brust 24, der Füße 17 bis 20 Gr. Es wird nicht gelagt, wie lange sie im Wasser gewesen. Das Wasser war 15 bis 16 Gr. und die Luft 21 Gr. warm. Nachdem sie sich wieder bekleidet hatten, wurden sie warmer als sie vor dem Schwimmen waren. Freilich mußte durch das 8 bis 10mal Scheitliche Erkalten ein starker Zufluß der innern Wärme gegen die Oberfläche eintreten.

## Zweytes Hauptstück.

## Schätzung der Wärme nach der Empfindung.

## §. 555.

Was aus unserm Leibe, oder auch aus des äußern Gliedern mehr Wärme abgeht als von innen ersetzt wird, so empfinden wir den Abgang und sprechen von Kälte. Geht hingegen weniger Wärme weg, als von innen zuströmt, so fühlt sich Wärme auf, und wir sprechen von Wärme. Ist endlich der Abgang dem Zustosse gleich, so empfinden wir weder Wärme noch Kälte und sprechen vom temperirten. Wir empfinden also nicht, die Wärme und Kälte selbst, sondern nur das Zu- und Abgehen derselben, das will sagen, ihrer Veränderung. Und dieses ist so sehr wahr, daß man selbst beyen stärksten Frost in Fiebern die Wärme des Leibes am Thermometer größer als bey gesunden Zustande findet. Martini fand nach Fahrenheit'schen Thermometer

|                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| die natürliche Wärme seines Leibes | 97 — 98 Gr. |
| in der Hitze eines Fiebers         | 107 — 108 — |
| beyen stärksten Fieberhitz         | 99 — 101 —  |

Hier war also das Zu- und Abgehen der Wärme, welches die Empfindung vom Hitze und Frost verursachte.

§. 556.

Von der Vertheilung, der jedoch sehr unterschieden Beobachtungen, können wir die oben (§. 270.) gegebene Formel

$$d y = n d \tau - \frac{y d \tau}{T}$$

gebrauchen, wenn wir unter  $n$  den Zustand der innern Wärme in der Zeit  $\tau$  um  $\tau$ , durch  $y$  den Ueberschuß der Wärme des Irthes, der Hand oder eines andern Körpers über die Wärme der Luft, des Wassers oder andern Körpers, so wir berühren, und durch  $T$  dessen Erhaltungszustandsgewisse verstehen. Vermuthet man diese Formel in

$$\frac{d y}{d \tau} = (n T - y) : T$$

so bedeu't dieser Werth unser Urtheil von der Wärme und Kälte der Luft, des Wassers oder andern Körper nach die wir berühren. Kommen sie aus temperirt, das heißt sagen, weder warm noch kalt vor, so wird  $d y = 0$ , weil alsdann die Wärme weder vermehrt, noch vermindert wird. Finden wir sie aber warm, so ist  $n > y$  und  $d y$  bejaht. Wie besch' sich die Wärme auf, hingegen nimmt sie ab, wenn  $n < y$ , und folglich  $d y$  verneint ist, und alsdann urtheilen wir, daß die Luft, das Wasser oder überhaupt der berührte Körper kalt sey.

§. 557.

Dieser Urtheil ist man oft nur für den ersten Augenblick oder für eine sehr kurze Zeit gültig. Denn wenn die Körper, so wir berühren, kalt sind, so neh' man sie bald die Wärme der Hand an, und so wird  $y$  in kurzen sehr klein oder auch vollends  $= 0$ . Ein Kleid, so wir im Winter, ohne es zuerst warmen zu lassen, anziehen, ein nicht geschmeiztes Bett, darvon man was legen, kalte Theesonnen, Werkzeug, Geschütze u. so wir in die Hand nehmen, geben hiesus ähnlich Beispiele.

§. 558.

Wenn hingegen der Ueberschuß der Wärme des Irthes und der Luft oder des Wassers  $x$ , sehr groß ist, so gebraucht es längere Zeit, und alsdann kann auch  $n$  über den Zustand der innern Wärme vermindert werden. Ist in der That ist er auch der Wärme, wenn wir lange in der Kälte sind, merklich größer. Eben dieses besch' sich auch in dem Newton'schen Versuche (§. 554.) bey den Theilern, nach dem Schwitzen. Man kann also überhaupt den Zustand  $n$  nur für eine kurze Zeit als beständig ansehen. Es ist diese aber, da unser Urtheil über die Wärme ebenfalls nicht lange constant bleibt, schon genug, weil wir dasjenige nur nur so zu verstehen haben, wie es wirklich ist.



§. 559.

Weg den hierbey vorkommenden Durchdringungen wird man täglich der Grad der Wärme zum Grunde gelegt, den die Luft jederzeit haben möchte, um temperirt zu scheinen. Wir wollen denselben =  $a$  setzen: Die wirkliche Wärme der Luft sey =  $b$ , und die Wärme des Leibes, der Haut  $x$  =  $y$ , die Erfüllung des Subjuncts =  $7$ , der innere Zufluß von Wärme, wie vorher =  $z$ . Damit ist nun  $y - b$  der Ueberschuß der Wärme, und die Formel verandelt sich in

$$\frac{d y}{d x} = (n 7 + b - y): 7$$

§. 560.

Diese Formel gebe nun  $d y = 0$ , wenn  $b = a$  ist. Folglich haben wir sodann

$$0 = \frac{7 a + a - y}{n 7 = y - a}$$

Hierdurch wird demnach der Werth von  $n$  bestimmt, und die Formel wird schlechthin nur

$$\frac{d y}{d x} = (b - a): 7$$

das will also sagen: Unser Urtheil von der Wärme der Luft richtet sich nach dem Unterschied der wirklichen Wärme desselben  $b$ , und der Wärme  $a$ , die sie haben möchte, um alsdann temperirt zu scheinen. Den Grad  $a$  setzen wir als 0, und zählt von da an aufwärts die Grade der Wärme, unterwärts die Grade der Kälte. Wenn der Grad  $a$  nicht ausdrücklich wäre, so würde des *MICHELLY* da *CRASS* Thermometerabtheilung (§. 125.) gerade die seyn, die wir der Sprache unserer Empfindung der Wärme überrechnen. Er setzte 0, da wo das Thermometer im Keller der Pariser Sternwarte fest unveränderlich ist, nämlich bey dem Grade, den wir im Frühling und Herbst, das will sagen, in drei zwei temperirten Jahreszeiten temperirt nennen. (§. 551.) Die Dreißteltheilchen Thermometer werden von *PHILSOFFEN* und *KEPLER* nach eben dem Grunde eingetheilt. (§. 25.) *DALLENGE* gibt für die Breitenländer ebenfalls die temperirte Wärme für des 0 seiner Stufenleiter an, (§. 94.) und selbst *NEWTON* geht dessen nur in sofern ab, daß, weil er den temperirten Grad zu unbestimmten achtet, er lieber den Fixpunkt für den Anfang seiner Stufenleiter ansetzt. (§. 102.) *WOLFFS* Florentinischer Thermometer (§. 177. 178.) steigt 0 bey dem Neumannschen Grad, und bemacht so ziemlich bey temperirter Wärme. Auch *SCHWENCKE*s erste Abtheilung hat 0 bey seinen nachmaligen 48sten Grade, (§. 215.) das wir eben im Voraus als temperirt ansetzen. Man hatz freylich demals in Aufhebung der Wärme und Kälte keine andere Sprache als die von unserer Empfindung, und diese gebrauchen wir, wenn vom Wetter die Rede ist, noch demalen.

## §. 561.

Wenn wir Wasser oder andere Körper berühren, so wird die Substanz 7 meistens kälter, und zwar im Wasser 8 bis 10 Grad. Was sehr feil, paugt = 8. Die Wärme des Leibes mag =  $y$ , die von temperirt schwebender Luft =  $a$ , und die von dem berührten Körper =  $\beta$  sein. Nach der Justiz der Wärme  $a$  mag weisigtes Maßung einetle Wertz behalten. Damit erhalten wir den Ueberflus der Wärme  $y - \beta$ , und die Formel lautet sich in folgende

$$\frac{dy}{dx} = (a\beta + \beta - y) : \beta$$

Was sehr  $a$  sey die Wärme, so der Körper haben mag, damit er beyen Verhitzten weder kalt, noch warm, sondern temperirt zu sein scheine, so wird, wenn man  $a$  fast  $\beta$  setzt,  $dy = 0$ , und dieses gibt

$$a\beta = y - a.$$

## §. 562.

Was wir haben wir für die Luft

$$a\gamma = y - a.$$

Wenn wir demnach für  $a$ ,  $y$  in beiden Fällen einetle Wertz behalten, so ha den wir

$$a(\gamma - \delta) = a - a,$$

woraus ersichtbar folgt, daß  $a > a$  sein müßte, so oft  $\gamma > \delta$  ist. Es folgt ferret die Analogie

$$(y - a) : (y - a) = \gamma : \delta$$

und diese will sagen, die Wärme des temperirt schwebenden Körpers müßte von der Wärme des Leibes desto weniger verschieden seyn, je kälter die Erhaltungz Substanz ist.

## §. 563.

Es sey z. B. nach dem Fahrenheit'schen Thermometer die Wärme des Leibes im Sommer = 90 Grad. Die Wärme der alldem temperirt schwebenden Luft = 60 Grad, so ist, wenn wir  $\gamma : \delta = 9 : 1$  setzen:

$$(90 - 60) : (90 - a) = 9 : 1;$$

folglich

$$a = 92 \text{ Grad.}$$

Wie mag das Wasser 92 Grad Wärme haben, wenn es beyen Ueberflus des Leibes in demselben Umstande temperirt seyn soll. Da das Wasser schon an sich viele Wärme hat, so begreift man hieraus, warum es uns nicht im Sommer als kalt vorkommt.

## §. 564.

Der hingegen sowohl die Luft als das Wasser die Wärme des Leibes, so ist  $b = \beta = \gamma$ , und da wird in beiden Fällen

$$\frac{d}{d\tau} y = n.$$

Nitram kommt aus Luft und Wasser als gleich warm vor. Um bey dem ersten  
gedruckten Versuche zu sehen, haben wir demnach  
in der Luft zwischen dem Boden und 96ten Gr.  
im Wasser zwischen dem 32sten und 96ten —  
nach unserer Empfindung gleich viele Stufen der Wärme zu sehen.

## §. 263.

Dieses Milet man einige widerständig und merkwürdige scheinende Erfahrungen  
auf. Vor einigen Jahren schrieb man Wunder, daß die Herren Vanck, Sch  
lauder und Phipps in des Herrn Vanden künstlich erbauten Zimmer eine Hitze  
von 212 Fahrenheitischen Graden viele Winter lang aushalten konnten. Soward  
fiel in der Hitze des Versuch eine Hitze von 240den Grad aus. Dr. HAMEL  
de MONCAU erzählt von einem Mädchen, welches 15 Winter lang in einem  
Ist auf den 32. sten Grad erhitzten Ofen geblieben. Dieses hätte man freylich  
Vordrayer als etwas schlechtes Mädchen misstehen. Er ließ durch Jagendheit  
in einer indianischen Kastrick, die 146 Gr. Wärme hatte, einen Vogel, einen  
Hund und eine Katze bringen, die in kurzer Zeit todt waren.

## §. 266.

Die Ursache in einer so warmen Luft stob man freylich etwas selten, und  
weil man sich nicht darffensowohl dazu gewöhnet, eben nicht ganz Zeitverweile anzu  
zahlen. Jedoch merket die Arbeiter in dem Bleichstücken einer wohl nicht gering  
gen Hitze ausgekehrt seyn. Um aber zu sehen, ob die Sache so gar schwer zu be  
greifen ist, dürfen wir nur, statt der Luft, Wasser sehen, und sehen, wie warm  
dasselbe seyn mag, damit, wenn man die Hand darin taucht, es eben den Grad  
der Wärme zu haben scheint. Ersten wir demnach die erst angegebene Vergleich  
denn §. 262. fort, so finden sich nach dem Fahrenheitischen Thermometer fol  
gende Grade für gleich warm scheinende

|  | Luft. | Wasser. | Wärme. |
|--|-------|---------|--------|
|  | 60    | 92      | 0      |
|  | 96    | 96      | 1      |
|  | 126   | 100     | 2      |
|  | 162   | 104     | 3      |
|  | 198   | 108     | 4      |
|  | 234   | 112     | 5      |
|  | 270   | 116     | 6      |
|  | 306   | 120     | 7      |
|  | 342   | 124     | 8      |

Man sagt Martini, er thue seine Hand in Wasser halten, das 100 Gr. Wärme hat. Und Amontons erzählt, sie bestimme habe in Wasser, das 9 Grad ist mit Martini aus der Vergleichung zu setzen kann, den 7000 Thermometerschen (§. 107.) oder den 124ten Fahrenheit'schen Grad Wärme habe, die Hand lange Zeit halten können. Fiebern, Krämpfe und andere, die mit mit kochendem Wasser umgeben, ist wohl auch ein gewisser Grad erträglich. Wenn wir aber auch bei dem 124ten Grade bleiben, so thut man derselbe mit dem 321sten Grad der Luft überein, und diese ist größer als bei, den das *de HALLER* Wärdon in dem Ofen ausgehalten hat. Die ersiegendste Vergleichung zeigt dennoch, daß Wasser von 124 Gr. Wärme, und Luft von 321. den Grad auf und einzeln Eindruck machen, aber aus gleich warm ja sehr schmerz.

§. 167.

In Vergleich der Grade der Hitze können wir vorstehende Vergleichung gleichfalls verstehen, und sie gibt uns folgende Grade für gleich fall schmerzende

| Luft. | Wasser. | Grad. |
|-------|---------|-------|
| 60    | 92      | 0     |
| 24    | 88      | 1     |
| — 12  | 84      | 2     |
| — 48  | 80      | 3     |
| — 84  | 76      | 4     |
| — 120 | 72      | 5     |
| — 156 | 68      | 6     |
| — 192 | 64      | 7     |
| — 228 | 60      | 8     |

&amp;c.

So steigt Hitze als der 120ste Grad einer Fahrenheit'schen ist, hat die Luft gar keinen in Siberien. Indessen thut der erste Eindruck, den sie auf uns macht, nur den so 72 Gr. warmes Wasser in der größten Gemma'sche macht, überwiegen. Holländischer Martin erzählt, daß, als sein Schwimmer (§. 354.) aus dem Wasser kamen, welches den 20ten Grad des Fahrenheit'schen oder 61sten Fahrenheit'schen Grad Wärme hatte, sie schüttelten, als hätten sie das Fieber, und daß die Mügel gar kein waren. Den Siberiern, wenn sie eben so lang in starr — 219 Gr. kalten Luft bleiben, welches es eben nicht besser zu Marke sein. Sie schütteln sich aber auch durch Peise und erwidern sich wieder in Brandfiebern, die mehr als Daus und Schwitzfiebern gemindert werden. Eine so gar strengs Hitze ist übrigens verpöndlich sehr trocken, und eben daher auch weniger angenehm, als eine so sehr feuchte, aber strecke Hitze. Nach dem wird wohl auch der Grad der Wärme, den man in Siberien verpöndlich, ziemlich tief müssen heruntergehet sein werden. Dennachlich sind derselbe auch die Erklärung's-Zusammengezet

gleichen Umfahen länger, so, daß in gleichen Zeittheilen weniger Wärme zugeht. In der Kälte sind die Poren mehr geschlossen, die Ausdehnung ist geringer, und beydes trägt zur Verlangsamung der Substanzem des. (S. 544.)

## §. 568.

In Rücksicht dieser Substanzem ist nur noch weiter zu bemerken, daß es nicht die eben (S. 318.) erwähnten größten Substanzem sind, nach welchen nämlich der ganze Leib einseitig empfunden würde. Der erste Eindruck der äußeren Kälte betrifft nur die Oberfläche des Leibes. Er wird aber auch sogleich empfunden, und man hat nicht nötig zu warmen, bis die Kälte tiefer eindringt, wie wohl dieses, wenn man lange in der Kälte bleibt, nach und nach geschieht. Nachdem wird aber auch der Zufluß der inneren Wärme stärker, und die Empfindung der Kälte wird dadurch wiederum in etwas gemindert, und man wird auch nach und nach davon gewöhnt.

## §. 569.

Wenn man aber von den geringeren und oft sehr schnell abwechselnden Wirkungen der äußeren Wärme und Kälte, vergleichen z. E. die Veränderung des Windes, des Thermometers im Winter, ein kühler Regen im Sommer, das Auf- und Eingehen im Winter zc. hervorbringt, abstrahirt, und nur auf das allgemeine und dauerhaftere in diesen Empfindungen Rücksicht nimmt, so kommen auch die längeren Substanzem in Betrachtung. Denn bei einem so zusammengesetzten Körper, wie der menschliche Leib ist, geht die Erwärmung und Erkältung nicht nach einer, sondern nach der Summe und Differenz von mehreren logarithmischen Linien von statten, auch wenn der innere Zufluß oder die Erzeugung neuer Wärme beständig gleich bleibt.

## §. 570.

Wenn man im Winter mit einemmale eine strenge Kälte einbricht, so ist sie am ersten Tage am meisten empfindlich, den andern Tag wird sie schon etwas weniger merklich, und nach 3, 4 oder 5 Tagen haben man sich schon ziemlich daran gewöhnt, wenn auch schon die Kälte nicht nachläßt. Hält davorstehen Thermometer ein, so scheint es sehr gelinde, aber auch wohl gar temperirt zu seyn, wenn gleich das Thermometer in freyer Luft noch nicht über den Frierpunkt hinaus geht. Inzwischen gewöhnt man sich an das Thermometer auch bald, und wenn dann eine so sich geringere, aber strengere Kälte einbricht, so wird sie mehrertheils stärker empfunden, als eine viel strengere wärmere Kälte.

## §. 571.

Am besten ist man in Hinsicht, im Wange betrachtet, an die Kälte gewöhnt, weil die strengste Kälte nachgehends im Winter eintritt. Nicht so bald im Anfang des Winters, wie es fast alle Jahre geschieht, einige kalte Tage, so scheint es, als wenn es ganz Frühling werden wollte, wenn gleich das Thermometer in seiner Lust noch nicht viel über den Fixpunkt hinaussteigt, und es noch alle Nächte friert.

## §. 572.

Im October Frostzeit ist es ungeschick. Die erste Kälte ist gewöhnlich sehr empfindlich, sobald man sie fühlt ist. Man thut aber auch gut, wenn man dieselbe nicht scheut, sondern sich ihrer dazu gewöhnt. Sie dauert nicht gern über so lange, und so nach man sich im November und December sehr gut von dann gewöhnt, wenn man die nachfolgende größere Kälte früher ertragen will.

Der

## Pyrometrie

oder

vom Maasze des Feuers und der Wärme

Achter Theil.

Von der Sonnenwärme.

## Erstes Hauptstück.

## Einführung.

§. 575.

Wir haben die Erde als eine Kugel anzusehen, welche dem Lichte und der durchdringenden Wärme der Sonne beständig ausgesetzt ist, weil nur selten die Nacht etwas von ihrem Lichte der Erde entzieht. Da nun aber die Sonne immer nur etwa die Hälfte dieser Kugel bestrahlt, und diese Hälfte sich wegen der Umdrehung und dem jährlichen Umlaufe der Erde beständig ändert, so entstehen daher auch tägliche und jährliche Abwechselungen, welche die vornehmste Ursache des Unterschiedes der Jahreszeiten sind.

§. 574.

In Rücksicht auf die Erde, im Ganzen betrachtet, würde es nun gleich viel sein, welcher Hälfte ihrer Oberfläche der Sonne ausgesetzt ist. Sie würde immer eben die Menge von Wärme erhalten. Nur würde in der Art, wie diese Wärme sich in die Erde hinträgt, ein eben nicht geringes Unterscheid seyn. Die Erde ist ein sehr großer Körper, hauptsächlich in Vergleichung mit kleinen Luftkugeln, den denen man sich einer Erklärungs-Substanz aussetzt. So sehr geht aber die Bewegung, in Aufhebung der Erde, nicht von statten. Es werden mehrere Substanzarten erfordert. Und dann wird es ein Glück sein, wenn dieselben so sehr von einander verschieden sind, daß der Erfolg einer jeden für sich betrachtet werden kann.

De

## §. 175.

Wäre diesen Substanzentzen ist nun die größte diejenige, welche die Erde im Sonnen bewirkt. Man sagt, die Erde würde Anfangs absolut kalt gewesen, sie würde so alle Wärme, die sie nun hat, nach und nach von der Sonne erhalten haben, und dazu würde freilich eine geraume Zeit erfordert werden seyn. Denn man sagt, die Wärme bewegt sich in der Erde so schnell als im Wasser, so legt sie in einer Minute doch nur einen Weg von 8 Fellen zurück. (§. 174.) Man setz von der Oberfläche der Erde bis zum Mittelpunkte etwa 20 Millionen Fuß zu verfahren, und so wird es 1 Millien Stunden oder 37 Jahre gebrauchen, bis dieser Weg zurückgelegt wird. Man setzt daraus, daß, wenn von der allmächtigen Erzeugung der ganzen Erde die Rede ist, die Zeit nicht nach Nagelblafen, sondern nach Tausenderten gemessen werden muß.

## §. 176.

Der diese allmächtige Erzeugung geht nun von der erlangten Wärme auch immer wieder ein Theil aufwendend weg. Die Erde ist eine Kugel, die im freien und so ziemlich absolut kalten Himmelsraum erlitten. In dieser Absicht ist ihr Diameter das Maß ihrer Erleuchtung-Substanz, und wenn wir dieß nach Maße eines Thermometers von Weingeist oder auch von Wasser schätzen, so muß auf jede Linie eine Minute Zeit gerechnet werden. (§. 161.) Dieser gibt für 40 Millionen Fuß eine Zeit von 4 Millionen Tagen oder 11000 Jahren. Nach Verlauf dieser Zeit würde die Erde nur erst 7<sup>te</sup> derjenigen Wärme erhalten haben, die sie im ersten zu erhalten hat.

## §. 177.

Diese Wärme würde zwar der Menge nach, sehr groß, hingegen der Qualität nach, sehr geringe seyn. Ich muß aber anmerken, daß hier von der mittleren Wärme der ganzen Erde die Rede ist. Denn wegen der langsamen Fortpflanzung der Wärme, würde sich notwendig die Wärme an der Oberfläche merklich aufhalten, und erst nach vielen tausend Jahren der gleichförmigen Vertheilung hingelassen können. Die mittlere Wärme würde dabei nicht größer seyn als der Ueberfluß der Wärme, den ein kleines Kuglchen von Erde an der Sonne empfängt. Denn die Größe der Kugel ändert sich nicht. (§. 172, 173.) Dieser Ueberfluß würde aber kaum 15 bis 20 Neumarsche Wärme. Die mittlere Wärme der Erde, im Sonnen betrachtet, würde also von der absoluten Wärme des Himmelsraumes wenig verschieden seyn.

## §. 178.

So ist nun aber die Sache nicht beschaffen. Wir wissen zwar nicht, wie warm oder wie kalt es bey dem Mittelpunkte der Erde ist. Wir wissen aber, daß es in viel geringern Ueßm Feuer gibt, das eben nicht in geringer Menge ist, und



dazu geschaffen zu seyn scheint, der Erde eine Wärme zu geben, die sie von der Sonne allein nicht erhalten könnte. Dieses Feuer ist nun allerdings in ungleicher Quantität und ungleich verteilt. Ob den feuerflehenden Bergen reicht es bis an die Oberfläche, und trägt mit dazu bei, daß z. B. in Island die Winterflüsse sehr gemäßiget ist. Wo die Höhe desselben sich weiter der Erde fern ausbreitet, nimmt sie in ungeheurer Verhältniß des Quadrates der Entfernung ab. (S. 246.) Zieht sie sich aber durch unterirdische Gänge und Spalten, oder theilt sie sich einem vorbeischießenden unterirdischen Wasser mit, so nimmt sie mit der Entfernung logarithmisch ab. (S. 227.) Man kann sich leicht auch Jälle geben lassen, wo beide Verminderungen zugleich statt finden. Gewöhnlich aber muß man sie sich als noch viel mehr zusammengefaßt vorstellen. Denn die unterirdischen Gänge sind eben nicht so ganz regelmäßig oder von durchgängig gleicher Weite, wie die Klüfte im 541. §., und die ungleiche Dichtigkeit und Cohäsionskräfte der unterirdischen Materie ist mehr als jezt, sehr viele Ungleichheiten in der Ausbreitung, der vom unterirdischen Feuer herrührenden Wärme zu verursachen.

## §. 279.

In den Wirkungen dieser unterirdischen Feuer kann man wohl auch noch geringere Grade von Wärme, und ja selbst auch von Kälte, die bloß aus Mischungen ungleichzeitiger Materien herrühren, und welche wohl auch der Mischung zu einem wirklich nachher entstehenden Feuer seyn können. Solche Mischungen sind die Feuer selbst mögen nun etwas des feyn, was schon in fernem Wasser weiß, als die Grundwärme der Erde, angesehen haben. Wenigstens geben sie den Stoff dazu, und so auch zu deren fernem Unterhaltung. Aus der ungleichen Tiefe und Vertheilung wird auch begrifflich gemacht, daß nicht alle Theile der Erdoberfläche davon gleich erhitmt werden, und daß eben daher Länder, die der Sonne gleich ausgesetzt sind, sehr ungleich warm oder kalt seyn können. Und da es sehr vernünftig ist, daß die unterirdische Hitze wenigstens dadurch ihrem Ort ändert, daß sie an einem Orte am Swofte Abgang findet, während dem an andern Orten Mischungen und neues Feuer entstehen, so kann es auch seyn, daß Länder, die ehemals kälter waren, nachgehends wärmer werden, und ja selbst daraus kälter, die mehr Wärme haben, künftig daran Mangel leiden. Es giebt mehrere Veränderungen in der Erde, wezu viele Jahrhunderte Zeit gehören.

## §. 280.

Die Wirkungen dieser Grundwärme sind also für jedes Land zwar mehr oder weniger verschieden, dabei aber meistens in Jahrhunderten durch ziemlich gleich, und, im Ganzen betrachtet, scheinen sie nicht sehr groß zu seyn. Die wässrigen und ätherischen Veränderungen sind demnach eigentlich der Sonne zuzuschreiben. Seltener indessen die Erdbeben von unerschöpflichen unterirdischen Entzündungen entstehen, so ist es vernünftig, daß dadurch, so zu sagen, eine neue

Quelle von Wärme selbst wird, die sich allerdings nicht immer weit herum erstreckt, (S. 171.) und auch nicht immer von sehr langer Dauer ist, und daher auch gewöhnlich nur zu dem Zweck kleinerer Körper der Wärmung zu dienen ist.

## §. 521.

Die jährlich beständige und ununterbrochen sehr lange Zeit gleiche Wirkung der Sonnenwärme, selbst bei immer fortwährenden Einwirkung der Sonnenstrahlen, selbst eines andern Verhältnisses macht, daß wir uns jedes eines Behaltungsstand geteilt können, in welchem die Erde schon längst sich befindet, und der sich jährlich ziemlich bestimmten Schwanken hält. Das Grundgesetz dieses Behaltungsstandes ist, daß die Wärme, welche die ganze Erde im Verlauf eines Jahres von der Sonne erhält, auch in Zeit von einem Jahre wieder verliert, so daß die ganze Summe der Wärme, wenigstens ein Jahr ins andere gerechnet, und ohne Rücksicht auf die kleinen sich nur hin und wieder heftenden Ungleichheiten, immer eben dieselbe bleibt.

## §. 522.

Die Sonne scheint an sich eine sich selbst ziemlich gleich bleibende Quelle von immer neuem Licht und Wärme zu seyn. Ob sie weißliche Licht und Feuertheilchen ausstrahlt, oder nur der durch den Weltraum verdrängt fern stehenden Lichtmaterie immer neue wellenförmige Bewegungen mittheilt, das mag hier das hin gestellt werden. Ich mußte nur gelegentlich an, daß diejenigen, welche für den ersten Fall behaupten, die Sonne selbst an Stoff zu arm werden, für den andern Fall eben so sehrge fern können, es müßte der Sonst auch und nach an Kraft fehlen, die immer neue Bewegung hervorzubringen. Durch solche Behauptung wird die Schmelzbarkeit nicht gehoben, so erhält nur eine andere Gestalt. Diejenigen, die von der Sonne und der Erhaltung ihres Lichtes eben so reden, wie wir von dem irdischen Feuer und dessen Erhaltung reden müssen, behaupten nicht genug, daß die Materie der Sonne, wegen der unermesslichen Dichtigkeit ihres Lichtes, eine Materie seyn muß, die mit den irdischen Materien wenig oder nichts gemein hat, (S. 174.) und daher schon aus diesem Grunde mit denselben nicht verglichen werden kann. Das Sonnenlicht ist aus farbigen Strahlen zusammengesetzt. Es ist die Frage, ob nicht diese farbigen Strahlen auf der Oberfläche der Sonne, eine sehr Art für sich, von bestimmten Körpern hervorkommen, so daß die Körper auf der Sonne sich auch durch ihre Farbe unterscheiden lassen. Die Sonnenstrahlen werden sich aus der Verleerung der Hohlheit der Körper immer so gut als aus andern Gründen erheben lassen. Es gibt Feuerer, die ein röthliches Licht haben. Auf ihrem Oberflächte mag also wohl die rothe Farbe die herrschende seyn.

## §. 523.

Die Sonnenstrahlen haben ein quadrates Licht, und können in sofern die Erleuchtung der Erde vermindern. Da sie aber insbesondere in Vergleichung mit

der Sonnenstrahlen sehr klein sind, so hat der Erdbod wenig auf sich. Eben so wenig mag auch das von der Sonnenstrahlung aufsteigende Licht aufsteigen. Die Wässer, wenn der Himmel viel und oft bedeckt ist, sind in Beziehung des Lichtes und der Wärme der Sonne ein ganz anderes Hinderniß. Regen, Hagel und Schnee beschleunigen der Oberflähe der Erde so viel Wärme als der gleiche Wassergel des Sonnenlichtes während mehreren Tagen kaum thun würde. Man sieht also, daß wenn von der täglichen Erwärmung der Erde an bestimmten Orten die Rede ist, die Rechnung für einen hellen Tag ganz anders anzustellen als wenn das Wetter trübe ist, oder wolwärts Regen oder Schnee die Erde bedeckt. Man sieht ebenfalls, daß, wenn die jährliche Erwärmung und Erhaltung der verschiedenen Theile der Erdoberfläche zu bemessen ist, diese verhältnißlich leichter die Einkünfte des Sonnenlichtes sich verkümmern, und daß es eine auf Bedingungen eingetragene Größe ist, wenn man die Wärme, so die Erde in jeder Jahreszeit von der Sonne erhält, demjenigen proportional setzt, die sie ohne solche Hindernisse erhalten würde. Ich habe öfters schon oben (S. 137.) angedeutet, daß eben nicht alle Sonnenwärme wegen der Luft und der Wässer verloren geht. Das Sonnenlicht ändert nur den Weg, und fließt immer mehr oder weniger bis zur Erdoberfläche. Dieser Weg kann sich zumellen so ändern, daß an einigen Orten mehr Strahlen zusammenströmen, und daher auch Wärme entsteht als bey jedem andern von der Sonne gerade einfallen würde.

## Zweytes Hauptstück.

### Menge der Sonnenwärme.

§. 574.

Die Menge der Sonnenwärme hängt überhaupt von der Dichtigkeit ihrer Strahlen, von der Zeit oder Dauer und von der Größe der Oberfläche ab, auf welche sie fallen, und ist in Verhältnis des Productes dieser drey Bestimmungen zu finden.

§. 575.

Die Dichtigkeit der Sonnenstrahlen ändert sich in ungleichem Verhältnis des Abstandes ihrer Abkunft. In dieser Absicht werde ich den mittleren Abstand der Erde von der Sonne = 1, und die Dichtigkeit, so dadurch statt findet, ebenfalls = 1 setzen. Diese wird demnach für jeden andern Abstand  $a$  durch  $\frac{1}{a^2}$  ausgedrückt werden können.

§. 586.

Die Zeit wird am leichtesten durch  $t$ , als der Umkreis eines Circuls vorgestellt, dessen Halbmesser  $= 1$  ist, und zwar mit dem Verhältnisse, daß, wenn von dem täglichen Umlaufe der Sonne die Erde ist, soviel als 24 Stunden beträgt, und hingegen ein ganzes Jahr bedeutet, wenn von dem ähnlichen Umlaufe die Erde ist.

§. 587.

Die Fläche, worauf die Sonnenstrahlen fallen, werde ich überhaupt mit  $d$  ausdrücken, weil sie nur in Vergleichung mit andern Flächen in Betrachtung kommt, und übrigens in der Rechnung nicht ändert. Man kann also die durch einen Quadratzuß, eine Quadratlinie, das Quadrat des Halbmessers der Erde  $\pi$  verstehen. Obzuz, daß man, wenn mehrere Flächen mit einander zu vergleichen sind, die allen einmahl Einheit gebraucht. Dadurch übrigens, daß ich die Fläche durch  $t$  andeute, erleihe der Ausdruck, daß der Ausdruck für die Menge immer auch ihren Grad der Größe versteht.

§. 588.

Die Menge der Wärme, so die Erde, oder überhaupt ein Planet von der Sonne erhält, nimmt in gleichem Verhältnisse mit der wahren Anomalie zu. Es sey  $S$  die Sonne,  $A$  die Sonnenferne,  $P$  die Sonnennähe des Planeten,  $T$  ein beliebiger Punkt seiner Bahn,  $TS A = \phi$  die wahre Anomalie. Die Dichtigkeit der Strahlen in  $T$  ist demnach  $= a : S T^2$ . Und die Zeit, in welcher der Planet das Element der Bahn  $T$  durchläuft, ist in Verhältnisse des Kosinus  $T S t$ , folglich in Verhältnisse von  $\frac{1}{S T^2}$ , d. h. Demnach wird die Menge der Sonnen oder der Wärme in Verhältnisse des Productes

$$\frac{1}{S T^2} \cdot \frac{1}{S T^2} \cdot d \phi,$$

das will sagen, höchstens nur in Verhältnisse von  $d \phi$  sey. Wird demnach die Zeit von der Sonnenferne  $A$  an gerechnet, so ist die Menge der Wärme, so der Planet in der Zeit von  $A$  bis  $T$  erhält, dem Winkel  $A S T = \phi$ , das will sagen, der wahren Anomalie proportional.

§. 589.

Man seht hieraus, daß, wenn von der jährlichen Erwärmung der Erde die Rede ist, man statt der Zeit sogleich die wahre Anomalie, oder auch die wahre Länge der Sonne gebraucht. Die von dem ungleichen Abstände der Sonne herrührende Ungleichheit wird dadurch ganz gehoben und die Rechnung merklich simplifiziert. Es ist übrigens diese Ungleichheit in Ansehung der Erde viel zu geringe, als daß sie, wenn man auf die vorher (§. 582.) erwähnte Hindernisse Rücksicht

nimmt, in Betrachtung kommen sollte. Von den Cometen möchte sie mehr auf sich haben. Denn die Zeit, in welcher sie die der Sonne zunächst liegenden 180 Grade ihrer Anomalie durchlaufen, ist oft nur von wenigen Tagen oder Wochen. Und in dieser kurzen Zeit erhalten sie eben so viel Licht und Wärme als sie in der übrigen Umlaufzeit erhalten, die mehrtheils von andern Jahrtausenden ist. Unter den Planeten hat Mercur die größte Excentricität. Er erhält auch in den 12 1/2 Tagen, da er zunächst von der Sonne ist, von derselben eben so viel Licht und Wärme als in den übrigen 55 1/2 Tagen seiner Umlaufzeit.

§. 590.

Die Wärme, welche die Erde einem beliebigen Theil der Erdoberfläche mittheilt, richtet sich in jedem Augenblicke nach dem Sinus der Sonnenhöhe als des Einfallswinkels. Ich drücke demnach die Dichtigkeit der senkrecht auffallenden Sonnenstrahlen eben so, wie den Sinus von 90° durch  $\iota$  aus; und setzen von der eigentlichen Veränderung die Rede ist, werde ich die Zeit durch die Stundenbogen  $g$ , den Halbmesser  $= 1$  gesetzt, ausdrücken.

§. 591.

Es sey demnach

- $u$  = der Stundenbogen vom Mittage an gerechnet,
- $e$  = die Höhe des Äquators,
- $p$  = die Polhöhe nördlich,
- $\delta$  = die Abweichung der Sonne nördlich,
- $c$  = ihr Complement oder der Sonnenabstand vom Pol,
- $a$  = der Sonnenabstand vom Scheitelpunct,

so giebt die Sphärische Astronomie die Gleichung  
 $\cos a = \cos e \cdot \cos c + \iota \cdot \sin e \cdot \cos a$

Da nun dieser  $\cos a$  eben der Sinus der Sonnenhöhe ist, so darf er nur mit dem Sinus der Zeit  $z$  multiplicirt werden, und man wird, wenn  $\iota$  die Menge der Wärme für einen Flächenraum  $= 1$ , und die Zeit  $u$  anzeigt, die Gleichung

$$d z = \cos a, d u = \cos e \cdot \cos c, d u + \iota \cdot \sin e \cdot \cos a, d u$$

haben, woraus  
 $z = \cos e \cdot \cos c \cdot u + \iota \cdot \sin e \cdot \cos a$

erhalten wird.

§. 592.

In dieser Formel wird die Zeit  $u$  vom Mittage an gerechnet. Sie kann er bis zum Untergang der Sonne, wo sie, wenn  $\varphi$  die Höhenabscissenz von der Welt,  $= \frac{1}{2} \pi + \varphi$  wird. Dieser Werth in der Gleichung gesetzt, giebt die Menge der Wärme für den ganzen Nachmittag.

$$\frac{1}{2} Z = \cos e \cdot \cos c \cdot (\frac{1}{2} \pi + \varphi) + \iota \cdot \sin e \cdot \cos a,$$

Wird für den ganzen Tag, nämlich von Aufgang bis Übergang der Sonne

$$Z = \cos \delta \cos \varphi, \text{ oder } (\pi + \delta \varphi) + \pi \text{ in } \cos \delta$$

oder

$$Z = \sin \rho \sin \delta (\pi + \delta \varphi) = \sin \rho \cos \delta \cos \varphi.$$

§. 593.

Es ist nun oben

$$\sin \rho = \sin \delta \cos \varphi,$$

folglich

$$\sin \rho = \sin \delta \cos \varphi.$$

Wird dieser Werth in der letzten Gleichung gesetzt, so vermindert sie sich in

$$Z = \cos \delta \cos \varphi [\sin \delta (\pi + \delta \varphi) + \delta \cos \varphi]$$

Wird dieses wohl bemerkt, daß bey gleicher Länge  $\delta$  der Höhe der Sonne andere in Verhältnis von  $\cos \delta \cos \varphi$  ist. Es ist aber  $\cos \delta \cos \varphi$  der Wert  $\delta$  von der Breite der Sonnenhöhe um Mittag und um 6 Uhr.

§. 594.

Für den Äquator ist  $\rho = 0$ ,  $\varphi = 0$ . Daraus wird sichtlich

$$Z = \sin \delta.$$

Für den Pol hingegen ist  $\rho = 90^\circ$ , und für den Tagbogen wird  $\delta \varphi = \pi$ , sichtlich

$$Z = \sin \delta \text{ in } \delta.$$

Hierheraus auch, wenn die Sonne im Äquator ist, hat man  $\delta = 0$ ,  $\varphi = 0$ , und demnach ebenfalls sichtlich

$$Z = \sin \delta \cos \varphi = \sin \delta.$$

Dieses hat die einfachsten Fälle, welche die Formel aus sich bezeugt.

§. 595.

Galley hat längst schon folgende Tafel berechnet, welche aus der Gleichung (§. 593.) hergeleitet werden kann. Sie gibt den Werth von  $Z$  für die Tage an, wo die Sonne im Äquator und im besten Wendekreis ist, und für die Polhöhen von  $10$  zu  $10$  Grad.

Polhöhe.

|    | Polhöhe. | Sonne in<br>o 2 | Sonne in<br>o 7, 2 | Sonne in<br>o 5 |
|----|----------|-----------------|--------------------|-----------------|
| 21 | 0        | 1, 8341         | 2, 0000            | 1, 8341         |
| 21 | 10       | 1, 8834         | 2, 0596            | 2, 0190         |
| 21 | 20       | 1, 9166         | 2, 0794            | 2, 1737         |
| 21 | 30       | 1, 9414         | 2, 0711            | 2, 2621         |
| 21 | 40       | 0, 6944         | 1, 5331            | 2, 3048         |
| 21 | 50       | 0, 3798         | 1, 2855            | 2, 2991         |
| 21 | 60       | 0, 1071         | 1, 0000            | 2, 2773         |
| 21 | 70       |                 | 0, 6840            | 2, 1543         |
| 21 | 80       |                 | 0, 3473            | 2, 4673         |
| 21 | 90       |                 | 0, 0000            | 2, 5050         |

Galley erreicht mittelst dieser Tafel seine Absicht in sofern, daß er dadurch zeigt, daß der Erdpol an einem 24 Stunden langen Sommertage mehr Wärme erhalte, als die unter dem Äquator gelegenen Orte in einem nur 12 Stunden lang dauernden Tage. Daraus ergibt sich aus der letzten Columne ohne Mühe. Man sieht daraus, daß die Menge der Wärme am Tage der Sommer Sonnenwende vom Äquator bis zum Eklipt von Italien parviert, im Klima von Deutschland etwas geringer wird, von da an aber bis zum Pol sich wieder vergrößert, und wirklich unter dem Pol am größten ist. Die nachgehends zur überwindenden Thermometern angeführten Weiterbeobachtung zeigen auch immer mehr, daß in der That in den Nordländern die Sommerwende auch in den nördlichen Ländern oft eben so groß, wieviel von geringer Dauer als in den südlich dem Äquator gelegenen Ländern ist. Und so schien Galley's Tafel der wirklichen Erfahrung wenigstens nicht zu widersprechen. Sie diente im Uebrigen, daß man die Erfahrung als weniger notwendig ansehe.

## §. 596.

Als ich 1754 die bisher gehörigen Rechnungen vornahm, ließ ich es den dem, was Galley für die Tage der Nachtstunden und Sommerwende getan, nicht so schlecht sein bewenden, sondern nahm auch die wärmestillenden Jahreszeiten vor, wobei ich mich jedoch auf einige der wichtigsten Polhöhen eingeschränkte, und nur die halbe Tageswärme berechnete. Den Erfolg enthält nachstehende Tafel:

| Ort der Sonne. | Wegst dem Pol. | Wegst dem Polarcircul. | Polhöhe von 49° Br. | Wegst. Weststr. | Wegst. Aquator. | Ort der Sonne. |
|----------------|----------------|------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Z 5            |                | 0,001                  | 0,107               |                 | 0,918           | 25             |
| 15             |                | 0,008                  | 0,220               | 0,620           | 0,923           | 15             |
| 25             |                | 0,012                  | 0,344               |                 | 0,912           | 5              |
| aa 5           |                | 0,032                  | 0,230               |                 | 0,945           | 25             |
| 15             |                | 0,051                  | 0,317               | 0,711           | 0,950           | 15             |
| 25             |                | 0,115                  | 0,518               |                 | 0,973           | n 5            |
| X 5            |                | 0,179                  | 0,461               |                 | 0,986           | 25             |
| 15             |                | 0,259                  | 0,545               | 0,849           | 0,995           | 15             |
| 25             |                | 0,340                  | 0,615               |                 | 0,999           | Δ 5            |
| Y 5            | 0,109          | 0,452                  | 0,495               |                 | 0,999           | 25             |
| 15             | 0,334          | 0,562                  | 0,774               | 0,975           | 0,995           | 15             |
| 25             | 0,529          | 0,671                  | 0,854               |                 | 0,986           | ∞ 5            |
| W 5            | 0,719          | 0,779                  | 0,931               |                 | 0,973           | 25             |
| 15             | 0,885          | 0,888                  | 1,004               | 1,063           | 0,959           | 15             |
| 25             | 1,026          | 0,982                  | 1,060               |                 | 0,945           | Ω 5            |
| II 5           | 1,236          | 1,065                  | 1,102               |                 | 0,911           | 15             |
| 15             | 1,210          | 1,117                  | 1,131               | 1,101           | 0,925           | 15             |
| 25             | 1,243          | 1,149                  | 1,149               |                 | 0,918           | Σ 5            |

Die Polhöhe von 49° Br. wähle ich, weil der heutige Tag doch wohl von etwa 26 Stunden ist, und dieser Parallelkreis so ziemlich mitten durch den besagten, und in Hinsicht der Wärme gemäßigten Theil von Europa geht.

## §. 597.

Diese Tafel gibt nun näher an, wie die jährliche Erleuchtung sich das Jahr durch unter den angeführten Polhöhen ändert. Die drei mittleren Columnen können auch so ziemlich dienen, sich von den geographischen Polhöhen einen Begriff zu machen. Sie dienen mir ferner zu verschiedenen beständigen Ueberprüfungen, und besonders auch zur Vergleichung der jährlichen Erleuchtung. Ich setze nämlich die Zahlen der Tafel, als das Mittel zwischen den vorhergehenden und folgenden Tagen an, und berechne daraus die Summe für 365 Tage. Diese sind ich hier

|             |        |
|-------------|--------|
| den Pol     | = 287. |
| Polarcircul | = 350. |
| 49° Polhöhe | = 437. |
| Wendekreis  | = 646. |
| Aequator    | = 700. |



Man sehe voraus, daß die ganze Summe der jährlichen Sonnenwärme unter dem Polarcircul etwa die Hälfte von der unter dem Äquator; unter dem Pol aber noch geringer und kaum  $\frac{1}{2}$  ist.

§. 598.

Da bey der Berechnung der Formel (§. 592.) der Tagbogen die weisse Weitläufigkeit voraussetzen, so war dieses ein Grund mit, warum ich die andere (§. 593.) daraus herleitete, weil beyder der Ausdruck

$$q = (\pi + \phi) + 2 \cos \phi$$

oder auch die Hälfte davon gleiches nur von der Höhenabmessung  $\phi$  oder dem halben Tagbogen ( $\frac{1}{2} \pi + \phi$ ) abhängt, und folglich ohne Rücksicht auf die Polhöhe für einen Tagbogen einen Werth gibt, und diese eben nur durch  $\cos \phi$  multiplicirt werden darf, um die tägliche oder halbtägige Erwidmung zu erhalten. Ich berechne demnach für den Ausdruck

$$q = \sin \phi (\frac{1}{2} \pi + \phi) + 2 \cos \phi$$

folgende Tafel, welche die Werthe von  $\frac{1}{2} q$  enthält.

| $-\phi$ | q      | $-\phi$ | q      | $\phi$ | q      | $\phi$ | q      |
|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 90      | 0,0000 | 45      | 0,1517 | 0      | 1,0000 | 45     | 2,3731 |
| 89      | 0,0001 | 44      | 0,1616 | 1      | 1,0275 | 46     | 2,4022 |
| 88      | 0,0001 | 43      | 0,1719 | 2      | 1,0551 | 47     | 2,4309 |
| 87      | 0,0001 | 42      | 0,1825 | 3      | 1,0835 | 48     | 2,4593 |
| 86      | 0,0002 | 41      | 0,1936 | 4      | 1,1120 | 49     | 2,4871 |
| 85      | 0,0002 | 40      | 0,2051 | 5      | 1,1407 | 50     | 2,5146 |
| 84      | 0,0003 | 39      | 0,2170 | 6      | 1,1695 | 51     | 2,5418 |
| 83      | 0,0005 | 38      | 0,2291 | 7      | 1,1987 | 52     | 2,5687 |
| 82      | 0,0009 | 37      | 0,2419 | 8      | 1,2281 | 53     | 2,5951 |
| 81      | 0,0012 | 36      | 0,2550 | 9      | 1,2579 | 54     | 2,6211 |
| 80      | 0,0017 | 35      | 0,2686 | 10     | 1,2878 | 55     | 2,6466 |
| 79      | 0,0023 | 34      | 0,2825 | 11     | 1,3180 | 56     | 2,6717 |
| 78      | 0,0030 | 33      | 0,2968 | 12     | 1,3481 | 57     | 2,7064 |
| 77      | 0,0039 | 32      | 0,3115 | 13     | 1,3788 | 58     | 2,7305 |
| 76      | 0,0049 | 31      | 0,3268 | 14     | 1,4094 | 59     | 2,7441 |
| 75      | 0,0060 | 30      | 0,3424 | 15     | 1,4401 | 60     | 2,7673 |
| 74      | 0,0072 | 29      | 0,3584 | 16     | 1,4714 | 61     | 2,7899 |
| 73      | 0,0086 | 28      | 0,3749 | 17     | 1,5035 | 62     | 2,8119 |
| 72      | 0,0101 | 27      | 0,3918 | 18     | 1,5367 | 63     | 2,8333 |
| 71      | 0,0118 | 26      | 0,4091 | 19     | 1,5709 | 64     | 2,8541 |
| 70      | 0,0140 | 25      | 0,4269 | 20     | 1,5964 | 65     | 2,8746 |

| Ort der<br>Comest. | Unter dem<br>Pol. | Unter dem<br>Polenkreis | Polhöhe<br>von 49 Gr. | Unter dem<br>Wendekr. | Unter dem<br>Aequator. | Ort der<br>Comest. |
|--------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|
| Z                  | 5                 | 0,001                   | 0,107                 |                       | 0,918                  | 25                 |
|                    | 15                | 0,008                   | 0,220                 | 0,620                 | 0,923                  | 15                 |
|                    | 25                | 0,012                   | 0,344                 |                       | 0,912                  | Z                  |
| M                  | 5                 | 0,022                   | 0,280                 |                       | 0,945                  | 25                 |
|                    | 15                | 0,061                   | 0,317                 | 0,713                 | 0,930                  | 15                 |
|                    | 25                | 0,175                   | 0,318                 |                       | 0,973                  | M                  |
| X                  | 5                 | 0,179                   | 0,461                 |                       | 0,986                  | 25                 |
|                    | 15                | 0,259                   | 0,545                 | 0,849                 | 0,995                  | 15                 |
|                    | 25                | 0,540                   | 0,625                 |                       | 0,999                  | X                  |
| Y                  | 5                 | 0,109                   | 0,452                 | 0,695                 | 0,999                  | 25                 |
|                    | 15                | 0,324                   | 0,562                 | 0,774                 | 0,995                  | 15                 |
|                    | 25                | 0,129                   | 0,671                 | 0,854                 | 0,985                  | Y                  |
| V                  | 5                 | 0,719                   | 0,779                 | 0,911                 | 0,973                  | 25                 |
|                    | 15                | 0,885                   | 0,888                 | 1,004                 | 0,959                  | 15                 |
|                    | 25                | 1,026                   | 0,982                 | 1,060                 | 0,945                  | V                  |
| II                 | 5                 | 1,136                   | 1,065                 | 1,102                 | 0,912                  | 25                 |
|                    | 15                | 1,210                   | 1,117                 | 1,131                 | 0,923                  | 15                 |
|                    | 25                | 1,248                   | 1,149                 | 1,140                 | 0,918                  | II                 |

Die Polhöhe von 49 Gr. wählte ich, weil der längste Tag derselben von etwa 16 Stunden ist, und dieser Parallelkreis so ziemlich mitten durch den bekannten, und in Hinsicht der Wärme grösstentheils Teil von Europa geht.

S. 297.

Diese Tafel gibt nun schon an, wie die jährliche Erwärmung sich das Jahr durch unter den angezeigten Polhöhen ändert. Die dem meisten Sonnenstrahlen auch so ziemlich dieses, sich von der polhöchsten Polhöhe einzigen Begriff zu machen. Sie dient mir ferner zu unterschiedenen beständigen Ueber-  
sichten, und besonders auch zur Vergleichung der jährlichen Erwärmung. Ich  
siehe nämlich die Zahlen der Tafel, als das Mittel zwischen den sechsgehörten  
und folgenden Tagen an, und berechne daraus die Summe für 365 Tage.  
Doch fand ich für

|             |        |
|-------------|--------|
| den Pol     | = 287. |
| Polenkreis  | = 310. |
| 49° Polhöhe | = 487. |
| Wendekreis  | = 626. |
| Aequator    | = 700. |

Man sehe voraus, daß die ganz Summe der jährlichen Sonnenwärme unter dem Polarcircel etwa die Hälfte von der unter dem Aequator, unter dem Pol aber noch geringer und kaum  $\frac{1}{2}$  ist.

## §. 592.

Da bey der Berechnung der Formel (§. 591.) der Tagbogen die meiste Berücksichtigung erfordertes, so war dieses ein Grund mit, warum ich die andere (§. 593.) daraus herleitete, weil beydem der Ausdruck

$$p, (r + 1 \phi) + 2 \cos \phi$$

oder auch die Hälfte davon sich gleichm. nur von der Meridianablenkung  $\phi$  oder dem halben Tagbogen ( $\frac{1}{2} \pi + \phi$ ) abhängt, und folglich ohne Rücksicht auf die Zeit bloß für einen Tagbogen einesley Werth gibt, und dieser selbst nur durch  $\cos \phi$  multiplicirt werden darf, um die tägliche oder halbtägige Erwärmung zu erhalten. Ich berechete demnach für den Ausdruck

$$q = \sin \phi, (\frac{1}{2} \pi + \phi) + 2 \cos \phi$$

folgende Tafel, welche die Werthe von  $\frac{1}{2} q$  enthält:

| $-\phi$ | q      | $-\phi$ | q      | $\phi$ | q      | $\phi$ | q      |
|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 59      | 0,0000 | 45      | 0,1117 | 0      | 1,0000 | 45     | 2,3721 |
| 59      | 0,0001 | 44      | 0,1616 | 1      | 1,0275 | 46     | 2,4021 |
| 88      | 0,0001 | 43      | 0,2119 | 2      | 1,0551 | 47     | 2,4309 |
| 87      | 0,0001 | 42      | 0,2625 | 3      | 1,0835 | 48     | 2,4593 |
| 86      | 0,0002 | 41      | 0,3136 | 4      | 1,1120 | 49     | 2,4871 |
| 85      | 0,0002 | 40      | 0,3651 | 5      | 1,1407 | 50     | 2,5146 |
| 84      | 0,0003 | 39      | 0,4170 | 6      | 1,1695 | 51     | 2,5418 |
| 83      | 0,0006 | 38      | 0,4691 | 7      | 1,1987 | 52     | 2,5687 |
| 82      | 0,0009 | 37      | 0,5219 | 8      | 1,2283 | 53     | 2,5951 |
| 81      | 0,0012 | 36      | 0,5750 | 9      | 1,2579 | 54     | 2,6211 |
| 80      | 0,0017 | 35      | 0,6285 | 10     | 1,2878 | 55     | 2,6466 |
| 79      | 0,0023 | 34      | 0,6825 | 11     | 1,3180 | 56     | 2,6717 |
| 78      | 0,0030 | 33      | 0,7368 | 12     | 1,3485 | 57     | 2,7064 |
| 77      | 0,0039 | 32      | 0,7915 | 13     | 1,3788 | 58     | 2,7203 |
| 76      | 0,0049 | 31      | 0,8466 | 14     | 1,4094 | 59     | 2,7441 |
| 75      | 0,0060 | 30      | 0,9021 | 15     | 1,4403 | 60     | 2,7673 |
| 74      | 0,0072 | 29      | 0,9581 | 16     | 1,4714 | 61     | 2,7899 |
| 73      | 0,0086 | 28      | 0,9749 | 17     | 1,5025 | 62     | 2,8119 |
| 72      | 0,0103 | 27      | 0,9918 | 18     | 1,5337 | 63     | 2,8331 |
| 71      | 0,0121 | 26      | 0,4091 | 19     | 1,5649 | 64     | 2,8541 |
| 70      | 0,0140 | 25      | 0,4269 | 20     | 1,5964 | 65     | 2,8746 |

| $\phi$ | $q$    | $\phi$ | $q$    | $\phi$ | $q$    | $\phi$ | $q$    |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 69     | 0,0162 | 24     | 0,4450 | 31     | 1,6279 | 66     | 2,8940 |
| 68     | 0,0185 | 23     | 0,4626 | 32     | 1,6595 | 67     | 2,9130 |
| 67     | 0,0212 | 22     | 0,4815 | 33     | 1,6941 | 68     | 2,9344 |
| 66     | 0,0240 | 21     | 0,5010 | 34     | 1,7328 | 69     | 2,9581 |
| 65     | 0,0273 | 20     | 0,5219 | 35     | 1,7756 | 70     | 2,9841 |
| 64     | 0,0301 | 19     | 0,5441 | 36     | 1,8223 | 71     | 2,9924 |
| 63     | 0,0341 | 18     | 0,5688 | 37     | 1,8730 | 72     | 2,9980 |
| 62     | 0,0380 | 17     | 0,5940 | 38     | 1,9279 | 73     | 3,0129 |
| 61     | 0,0420 | 16     | 0,6204 | 39     | 1,9878 | 74     | 3,0271 |
| 60     | 0,0461 | 15     | 0,6481 | 40     | 2,0515 | 75     | 3,0405 |
| 59     | 0,0511 | 14     | 0,6769 | 41     | 2,1190 | 76     | 3,0531 |
| 58     | 0,0563 | 13     | 0,7071 | 42     | 2,1905 | 77     | 3,0650 |
| 57     | 0,0616 | 12     | 0,7385 | 43     | 2,2677 | 78     | 3,0759 |
| 56     | 0,0672 | 11     | 0,7715 | 44     | 2,3509 | 79     | 3,0861 |
| 55     | 0,0732 | 10     | 0,8061 | 45     | 2,4400 | 80     | 3,0956 |
| 54     | 0,0795 | 9      | 0,8423 | 46     | 2,5351 | 81     | 3,1040 |
| 53     | 0,0861 | 8      | 0,8804 | 47     | 2,6366 | 82     | 3,1119 |
| 52     | 0,0931 | 7      | 0,9205 | 48     | 2,7444 | 83     | 3,1188 |
| 51     | 0,1004 | 6      | 0,9627 | 49     | 2,8584 | 84     | 3,1246 |
| 50     | 0,1080 | 5      | 1,0071 | 50     | 2,9784 | 85     | 3,1298 |
| 49     | 0,1159 | 4      | 1,0537 | 51     | 3,1044 | 86     | 3,1340 |
| 48     | 0,1243 | 3      | 1,1025 | 52     | 3,2366 | 87     | 3,1373 |
| 47     | 0,1331 | 2      | 1,1535 | 53     | 3,3744 | 88     | 3,1397 |
| 46     | 0,1423 | 1      | 1,2067 | 54     | 3,5179 | 89     | 3,1412 |
| 45     | 0,1517 | 0      | 1,2620 | 55     | 3,6674 | 90     | 3,1418 |

Bestimmt man nun erst

$$50 = z, t p,$$

so gibt diese Tafel

$$Z = z \cos \delta \cos p, q.$$

Der Gebrauch dieser Tafel erstreckt sich auf diese Art vom Äquator bis zum Polarcircul, und überhaupt bis so weit der Tag anlangt im Winter = 0, im Sommer größer als 24 Stunden zu werden. In diesem letzten Fall wird die Rechnung nur für 24 Stunden gemacht, und demnach  $q = 2,1416$  genommen. Im ersten Fall bleibt die Rechnung ganz weg, weil  $q$  unendlich, so lange die Sonne nicht aufgeht.

S. 199.

Diese Tafel dient also, für jeden beliebigen Tag und Pölsöhe die tägliche Sonnenwärme zu berechnen. Wenn man aber die Summe für eine beliebige Anzahl Tage mit einander suchen will, so muß die Rechnung allgemein vorgenommen werden. Zu diesem Ende wird die Zeit des jährlichen Umlaufs der Sonne durch deren Länge von  $0^\circ$   $\gamma$  vertheilt, die wir =  $x$  setzen wollen, und so wird ( $Z$  die in den verflanzten Summe der Sonnenwärme =  $0$  sein. Man ist (§ 192.)

$$Z = \text{sp. } \beta (n + 1 \phi) + 2 \cos \phi \cdot \cos \beta \cdot \cos \phi.$$

Demnach

$$d v = \text{sp. } \beta \cdot \omega d x + 2 \text{ sp. } \beta \cdot \phi d x + 2 \cos \phi \cdot \cos \beta \cdot \cos \phi \cdot d x.$$

Es ist nun aber, wenn  $\lambda$  die Schiefe der Ecliptic vorstellt,

$$\beta = \lambda, \text{ f. x}$$

$$\phi = \epsilon p, \text{ t. } \beta = \frac{\epsilon p \cdot \lambda \cdot \text{f. x}}{\sqrt{1 - \lambda^2 \cdot \text{f. x}^2}}$$

Und hieraus findet sich

$$d v = \epsilon p \cdot \lambda \cdot \text{f. x} \cdot d x$$

$$+ 2 \cos \phi \cdot d x \left\{ \begin{array}{l} 1 + \frac{1}{2} \lambda^2 \cdot \text{f. x}^2 (-1 + \epsilon p^2) \\ + \frac{1}{2} \lambda^2 \cdot \text{f. x}^2 (-1 + \frac{1}{2} \epsilon p^2 + \frac{1}{2} \epsilon p^4) \\ + \frac{1}{2} \lambda^2 \cdot \text{f. x}^2 (-1 + \frac{1}{2} \epsilon p^2 + \frac{1}{2} \epsilon p^4 + \frac{1}{2} \epsilon p^6) \\ + \frac{1}{2} \lambda^2 \cdot \text{f. x}^2 (-1 + \frac{1}{2} \epsilon p^2 + \frac{1}{2} \epsilon p^4 + \frac{1}{2} \epsilon p^6 + \frac{1}{2} \epsilon p^8) \end{array} \right\}$$

§. 100.

Sichet wir hier die Kürze halber

$$d v = \epsilon p \cdot \lambda \cdot \text{f. x} \cdot d x$$

$$+ 2 \cos \phi \cdot d x (1 + a \text{f. x}^2 + b \text{f. x}^4 + c \text{f. x}^6 + \&c.)$$

so daß

$$a = (-1 + \epsilon p^2) \cdot \frac{1}{2} \lambda^2$$

$$b = (-1 + \frac{1}{2} \epsilon p^2 + \frac{1}{2} \epsilon p^4) \cdot \frac{1}{2} \lambda^2$$

$$c = (-1 + \frac{1}{2} \epsilon p^2 + \frac{1}{2} \epsilon p^4 + \frac{1}{2} \epsilon p^6) \cdot \frac{1}{2} \lambda^2$$

$$d = (-1 + \frac{1}{2} \epsilon p^2 + \frac{1}{2} \epsilon p^4 + \frac{1}{2} \epsilon p^6 + \frac{1}{2} \epsilon p^8) \cdot \frac{1}{2} \lambda^2$$

&amp;c.

genommen werde, so verwechselt sich die Reihe in folgende:

$$d v = \epsilon p \cdot \lambda \cdot \text{f. x} \cdot d x$$

$$+ 2 \cos \phi \cdot d x \left\{ \begin{array}{l} 1 + \frac{1}{2} a \\ - \frac{1}{2} a \cos 2 x - \frac{1}{2} b \cos 2 x - \frac{1}{2} c \cos 2 x \\ + \frac{1}{2} b \cos 4 x + \frac{1}{2} c \cos 4 x \\ - \frac{1}{2} c \cos 6 x \end{array} \right\}$$

§. 101

§. 601.

Und bereits folgt endlich

$$v = 2 \pi \cos \left( \frac{1}{2} \pi \right) - \cos \alpha$$

$$+ 2 \pi \cos \left( \frac{1}{2} \pi \right) + \frac{1}{2} \pi x + \frac{1}{2} \pi^2 b x + \frac{1}{2} \pi^3 c x + \frac{1}{2} \pi^4 d x + \dots$$

$$- \frac{1}{2} \pi^2 (2x - \frac{1}{2} \pi b) + \frac{1}{2} \pi^3 (2x - \frac{1}{2} \pi c) + \frac{1}{2} \pi^4 (2x - \frac{1}{2} \pi d) + \dots$$

$$+ \frac{1}{2} \pi^2 (2x - \frac{1}{2} \pi b) + \frac{1}{2} \pi^3 (2x - \frac{1}{2} \pi c) + \frac{1}{2} \pi^4 (2x - \frac{1}{2} \pi d) + \dots$$

$$- \frac{1}{2} \pi^2 (2x - \frac{1}{2} \pi b) - \frac{1}{2} \pi^3 (2x - \frac{1}{2} \pi c) - \frac{1}{2} \pi^4 (2x - \frac{1}{2} \pi d) - \dots$$

§. 602.

Für die Zeit von 0  $\pi$  bis 0  $\pi$  mit  $x = \pi$ . Und demnach die Summe der Commensurirten

$$v = 2 \pi \cos \left( \frac{1}{2} \pi \right) + \frac{1}{2} \pi^2 + \frac{1}{2} \pi^3 + \frac{1}{2} \pi^4 + \dots$$

$$+ 2 \pi \cos \left( \frac{1}{2} \pi \right) + \frac{1}{2} \pi^2 + \frac{1}{2} \pi^3 + \frac{1}{2} \pi^4 + \dots$$

§. 603.

Gingegen für das ganze Jahr wird  $x = 2 \pi$ , demnach

$$v = 4 \pi \cos \left( \frac{1}{2} \pi \right) + \frac{1}{2} \pi^2 + \frac{1}{2} \pi^3 + \frac{1}{2} \pi^4 + \dots$$

aber

$$v = 4 \pi \cos \left( \frac{1}{2} \pi \right) + \frac{1}{2} \pi^2 (-1 + \frac{1}{2} \pi^2) + \frac{1}{2} \pi^3 (-1 + \frac{1}{2} \pi^2 + \frac{1}{2} \pi^4) + \frac{1}{2} \pi^4 (-1 + \frac{1}{2} \pi^2 + \frac{1}{2} \pi^4 + \frac{1}{2} \pi^6) + \dots$$

$$+ \frac{1}{2} \pi^2 (-1 + \frac{1}{2} \pi^2) + \frac{1}{2} \pi^3 (-1 + \frac{1}{2} \pi^2 + \frac{1}{2} \pi^4) + \frac{1}{2} \pi^4 (-1 + \frac{1}{2} \pi^2 + \frac{1}{2} \pi^4 + \frac{1}{2} \pi^6) + \dots$$

$$+ \frac{1}{2} \pi^2 (-1 + \frac{1}{2} \pi^2) + \frac{1}{2} \pi^3 (-1 + \frac{1}{2} \pi^2 + \frac{1}{2} \pi^4) + \frac{1}{2} \pi^4 (-1 + \frac{1}{2} \pi^2 + \frac{1}{2} \pi^4 + \frac{1}{2} \pi^6) + \dots$$

$$+ \dots$$

eben endlich

$$v = 4 \pi \cos \left( \frac{1}{2} \pi \right) + 0,99999168 + 0,00000832 \pi^2 + 0,00000000 \pi^4 + \dots$$

$$+ 0,00000000 \pi^2 + 0,00000000 \pi^4 + \dots$$

$$+ 0,00000000 \pi^2 + 0,00000000 \pi^4 + \dots$$

$$+ 0,00000000 \pi^2 + 0,00000000 \pi^4 + \dots$$

$$+ \dots$$

§. 604.

Hieraus findet sich nun die Summe der Commensurirten

| Polhöhe          | im Zenith | im Äquator | im ganzen Jahr |
|------------------|-----------|------------|----------------|
| unterm Äquator   | 6,02616   | 6,02616    | 12,05232       |
| unterm Nordkreis | 6,87014   | 4,17739    | 11,04753       |
| 45°              | 6,22048   | 2,81987    | 9,04035        |
| unterm Polkreis  | 6,02616   | 0,71647    | 6,74263        |
| unterm Pole      | 2,00411   | 0,00000    | 2,00411        |

Die Summe der jährlichen Sonnenwärme unter diesem Polhöhen verhält sich demnach beynahe wie die Zahlen 12, 11, 9, 6, 5.

## §. 605.

Die Summe für den Pol kann durch diese Reihe nicht gefunden werden, weil dasselbe  $r$  unendlich groß ist. Was findet sie aber für sich ohne Hilfe. Denn die Differentialgleichung

$$dv = p \cdot \lambda (w + 1 \phi) dx + 2 \cos \lambda \cdot \cos \lambda \cdot \cos \phi \cdot dx$$

(S. 595.) löst sich unter dem Pol, wo  $\phi = \frac{1}{2} w$  gesetzt werden muß und  $p = 90$  Grad ist, sehr ab, indem sie

$$dv = 2 \pi \cdot \lambda \cdot dx$$

oder

$$dv = 2 \pi \cdot \lambda \cdot x \cdot dx$$

wird, woraus

$$v = 2 \pi \cdot \lambda (x - \cos x)$$

und für die Zeit von  $0^\circ$  bis  $90^\circ$

$$v = 4 \pi \cdot \lambda = 5,00411$$

folgt.

## §. 606.

Für den Polarcircul kann die Rechnung ebenfalls abgekürzt und einfacher gemacht werden. Die Tagelänge oder eigentlich der halbe Tagbogen ist sowohl der geraden Ausrichtung, vom Wintercolur angebracht, gleich, oder welches einleuchtend ist, es wird dasselbe

$$\phi = \alpha,$$

wenn  $\alpha$  die grade Ausrichtung von  $0^\circ$  an gerechnet, versteht. Die Ja und Abnahme der Tagelänge ist demnach dasselbe das ganze Jahr durch gleich groß, und beträgt für jeden Monat 4 Stunden oder nämlich 55 Minuten. Das Gesetz der Continuität nimmt als hier eine ganz besondere Wendung. Der kürzeste Tag nimmt so schnell ab, und der längste so schnell zu, als jeder andere Tag des Jahres. Für den Polarcircul haben wir demnach

$$\begin{aligned} \phi &= \alpha \\ \cos \phi &= \cos \alpha \\ p &= 90^\circ - \lambda \end{aligned}$$

$$dv = \cos \lambda \cdot \lambda \cdot x (\pi + 2 \alpha) \cdot dx + 2 \cdot \lambda \cdot \cos \lambda \cdot \cos \alpha \cdot dx,$$

oder

$$dv = \cos \lambda \cdot \lambda (w + 2 \alpha) \cdot dx + 2 \cdot \lambda^2 (\cos \lambda - \sin \lambda) \cdot dx$$

Daraus folgt

$$v = -\cos \lambda (\pi + \frac{1}{2} \pi) \sqrt{\frac{(\lambda^2 - \delta^2)}{1 + \delta}} \\ + \cos \lambda^2 \log \frac{1 + \delta}{1 - \delta} \\ + 2 \delta \\ + \text{const.}$$

oder, wenn man für  $\delta = -\lambda$ ,  $v = 0$  setzt,

$$v = -\cos \lambda (\pi + \frac{1}{2} \pi) \sqrt{(\lambda^2 - \delta^2)} \\ + \cos \lambda^2 \log \left[ \frac{1 + \delta}{1 - \delta} \cdot \frac{1 + \lambda}{1 - \lambda} \right] \\ + 2 \delta - 2 \lambda$$

Man ist für das halbe Jahr von  $\delta$  zum  $0$ ,  $\delta = +\lambda$ . Demnach die halbe jährige Sonnenwärme

$$\frac{1}{2} V = 2 \cos \lambda^2 \log \text{ tang. } (45^\circ + \frac{1}{2} \lambda) + 4 \lambda$$

oder für das ganze Jahr

$$V = 4 \cos \lambda^2 \log \text{ tang. } (45^\circ + \frac{1}{2} \lambda) + 8 \lambda \\ = 6,0231223.$$

## §. 607.

Wenn man die scheinbare Sonnenwärme, so wie sie hier gefunden worden, durch  $\pi$  als die Zeit eines Jahres theilt, so erhält man die mittlere tägliche Sonnenwärme. Und theilt man diese noch ferner durch  $\pi$  als die Zeit eines Tages, (§. 186.) so erhält man die augenblickliche mittlere Sonnenwärme über den Kreis der Höhe, welche die Sonne das ganze Jahr durch in einem fort haben müßte, um gleich viele Wärme mitzutheilen. Die Rechnung geht nachstehenden Verfaß:

| Verfaß.         | Mittlere tägliche<br>Erwärmung. | Mittlere<br>Wärmem. Erw. | Constante.         |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Equator         | 1,912434                        | 0,10519                  | 17 <sup>o</sup> 46 |
| Wendekreis      | 1,774155                        | 0,28237                  | 16. 24             |
| 45 <sup>o</sup> | 1,416857                        | 0,12550                  | 13. 2              |
| Polarcircul     | 0,951610                        | 0,15137                  | 8. 47              |
| Pol             | 0,796430                        | 0,12675                  | 7. 17              |

## §. 608.

Die bisher berechnete Menge der Sonnenwärme bezieht sich durchaus auf Ebenen von tineren Größe, die ich daher scheideten nur  $= 1$  setzen habe. (§. 187.) Ich werde nun einen Fall vornehmen, wo auf die Fläche mit Rücksicht genommen werden muß. Es sey demnach die Menge der Wärme zu berechnen, welche die Sonne



Sonne der nördlichen Halbkugel der Erde das Jahr durch misst. Hier nehme ich den Halbmesser der Erde = 1 zum Maasstab für die Flächenräume an. Es sey demnach C der Pol, B A E der Aequator der Erde. Die Sonne sey in S, 12. Fig. ihre Abweichung S A =  $\lambda$ , so ist, wenn man aus S als einem Pole einen größten Circul der Sphäre B D E zieht, der Raum ABDEA derjenige Theil der nördlichen Halbkugel, auf welchen die Sonne ihre Strahlen wirft. Die Dichtigkeit derselben wird für jeden Punkt P durch den Cosinus des Winkels S P ausgedrückt. (s. 590.) Seyt man demnach

$$P S A = \omega$$

$$P S = w$$

so findet man die Summe der Wärme für jeden Augenblick, auf das unendlich kleinen Triangel p S P

$$d z = \frac{1}{2} f \omega^2, d w$$

Man ist

$$\cos \omega = \cos \lambda, \text{ tang } \lambda.$$

Und daraus ergibt sich

$$d z = \frac{1}{2} f \lambda^2, d \tau \omega: (\tau + f \lambda^2, \tau \omega^2)$$

$$z = \frac{1}{2} f \lambda, \text{ Arc, tang } (\tau \omega, f \lambda)$$

$$= \frac{1}{2} f \lambda, A P.$$

Besitzt für den ganzen Auschnitt A B S E A

$$\frac{1}{2} \omega, f \lambda$$

und für den Auschnitt S B D E S

$$\frac{1}{2} \omega,$$

Demnach für den ganzen beleuchteten Theil der nördlichen Halbkugel

$$Z = \frac{1}{2} \omega (\tau + f \lambda)$$

und für einen ganzen Tag

$$z = Z = \omega^2 (\tau + f \lambda)$$

und endlich für das halbe Jahr von  $0^\circ$  bis  $90^\circ$

$$z = f Z d z = \omega^3 (\omega + 2 f \lambda) = 3,9380236. \omega^3$$

und für die andere Hälfte des Jahres

$$= \omega^3 (\omega - 2 f \lambda) = 2,2451616. \omega^3.$$

Diese Mengen verhalten sich sehr nahe, wie 5 zu 3 oder genauer, wie 41 zu 25,

## Drittes Hauptstück.

### Die tägliche Sonnenwärme.

§. 609.

Den vorhergehenden Hauptstücke habe ich die Menge der Wärme berechnet, welche der Sonne fortwäh täglich als jährlich einem beliebigen Orte der Erde zuzuführt. Durch Rechnung hat in diesem ihre völlige Nützlichkeit. Sie lehrt aber die Art, wie und mittel die Erde dadurch erwärmt wird, nicht auf. Dazu gehören Betrachtungen von ganz anderer Art. Ich habe auch schon vorher (§. 583.) gesagt, daß nicht alle Sonnenwärme der zur Erde gelangt, indem die Luft und oft auch Wäasser einen beträchtlichen Theil auffangen, und daß es schon viel sein wird, wenn wir, ohne allzumehrlichen Fehler werden anzunehmen können, daß die Wärme, so die Erde wirklich von der Sonne erhält, derjenigen, die sie ohne solche Hindernisse würde erhalten können, wenigstens proportional sey. Dieses kann nur nicht wohl anders als aus dem Eintritte erschrieben werden. Ich werde demnach diese Voraussetzung als den einfachsten Fall zum Grunde legen.

§. 610.

Die Wärme, welche die Erde von der Sonne erhält, geht sich in drei Theile theilend, und schon aus diesem Grunde wird sie an der Oberfläche schwächer als sie sonst sein würde. Es geht nur hiesigen auch von der Wärme, so die Oberfläche hat, immer ein Theil durch die Luft in die Höhe, wo sie sich, so zu sagen, verliert. Dieser Abgang dauert Tag und Nacht in einem fort, und ist desto stärker, je wärmer die Oberfläche ist, je höher die Tage und je länger die Nächte sind.

§. 611.

Ich habe vorher oben (§. 578 — 582.) schon angedeutet, daß, was von dieser durch die Luft weggehenden Wärme der Gesamtwärme der Erde zuzuführen, wegen des immer gleichen Entsetzes lange Zeiten durch beiläufig bleibt. Es ist daher in diesem unrichtig darüber Rechnung zu machen, wo nur die von der Sonne herrührende Veränderungen zu bemerken sind. Die Sonne theilt der Erde Wärme mit. Von dieser ist nicht die Frage, wie sie nach und nach wieder weggeht. In dieser Absicht, sage ich, daß der abgehende Theil dem wirklich vorhandenen proportional sey, und da ich es wenigstens in Rücksicht auf die tägliche Erwärmung gleich viel, ob sie in die Luft geht oder sich in die Tiefe setzt. Hier ist nur von der Wärme an der Oberfläche die Rede.

§. 612.

Es sey nun alles, wie im §. 591., so ist  
 $\text{cola, da} = \text{col. col. da} + \text{sc. sc. col. da.}$

Die in dem Zeitzeißen  $d$   $u$  zugehörige Sonnenhöhe. Die bereits erwähnte werde durch  $y$  angedeutet, und man setze die Erdmittags-Sonnenhöhe  $= 7$ , so ist

$$\frac{y d u}{7}$$

der in eben dem Zeitzeißen  $d$   $w$  abgehende Theil. Die Veränderung wird demnach

$$dy = \cos u \cdot \cos u \cdot du + \sin u \cdot \cos u \cdot du - \frac{y d u}{7}$$

seyt, woraus

$$y = 7 \cdot \cos u \cdot \cos u + \frac{77}{1 + 77} \cdot \sin u \cdot \cos u + \frac{7}{1 + 77} \cdot \sin u \cdot \cos u + A$$

gefaßt wird, wobei  $A$  die nach der Integration abdrückte, beständige Größe ist. Diese kann so bestimmt werden, daß bei Aufgange der Sonne  $y = 0$  sey. Also denn ist oder  $u = -(\frac{1}{2} \pi + \phi)$ . Wie erhalten demnach

$$y = 7 \cos u \cdot \cos u + \frac{7}{1 + 77} \sin u \cdot \cos u + A$$

$$- \left[ 7 \cos u \cdot \cos u - \frac{7}{1 + 77} \sin u \cdot \cos u + A \right] \cdot e^{-\left(\frac{1}{2} \pi + \phi + u\right)}$$

§. 613.

Man setze  $7 = \cos u$ , so verwandelt sich diese Formel in

$$y = \cos u \cdot \cos u + \cos u \cdot \sin u \cdot f(x + u)$$

$$- [\cos u \cdot \cos u - \cos u \cdot \sin u \cdot f(x + \phi)] \cdot e^{-\left(\frac{1}{2} \pi + \phi + u\right)}$$

oder wenn wir  $p$ ,  $z$  anstatt  $e$ , setzen in

$$y = \cos u \cdot \sin u \cdot f(z) + \cos u \cdot \cos u \cdot f(x + u)$$

$$- [\cos u \cdot \sin u \cdot f(z) - \cos u \cdot \cos u \cdot f(x + \phi)] \cdot e^{-\left(\frac{1}{2} \pi + \phi + u\right)}$$

§. 614.

Lieber ist man noch der Werth von  $7 = \cos u$  zu bestimmen. Dazu mag man die Zeit der größten Tageswärme am dienlichsten seyn. Es ist bekannt genug, daß diese Zeit nicht die Mittagsstunde selbst ist, sondern später eintritt, und zwar bei längeren Tagen später als wenn die Tage kürzer sind. In den längsten Sommertagen fällt sie ziemlich auf 3 Uhr Nachmittags. Im Winter tritt sie früher ein, und zwar desto früher, je früher die Sonne untergeht. Geht die Sonne z. B. um 4 Uhr unter, so wird diese Zeit so ziemlich gegen 2 Uhr Nachmittags sein, und in den 22 Stunden längen Tagen auf 2½ Uhr treffen. Ich

werde, um die Rechnung abzukürzen, diese Tage wählen, und demnach  $b = 0$   
 $= 0$ ,  $c = 90^\circ$  setzen. Dadurch verwandelt sich die Formel (§. 612.) in fol-  
 gende einfache:

$$y = \frac{7}{1+77} \operatorname{cosp.} [\sin^2 a + \cos a] \\ + \frac{77}{1+77} \operatorname{cosp.} a - (1+a) \cdot 7$$

Dies soll  $y$  ein Maximum sein, indem  $a$  veränderlich ist. Diese Bedingung  
 gibt die ganz einfache Gleichung

$$-(1+a) \cdot 7 = 7 \cos a - \sin a$$

welche von der Vorherge ganz unabhängig ist. Man ist = die Zeit von 21 Stunden  
 des,  $a = 21$  St. =  $37^\circ 30' = 71$  r. Demnach

$$= 2,32531 \cdot 7 = 0,79535 = 0,6076$$

Hieraus findet sich  $7 = 0,926 = 2,53$  Stunden.

## §. 615.

Da die Zeit, wenn die Tageslänge am größten ist, nicht leicht genau  
 bestimmt werden kann, so habe ich eben diese Rechnung für  $a = 3$  St. =  $41^\circ$   
 $= \frac{1}{2} \pi$  vorgenommen, und den Werth  $7 = 1,15 = 4,31$  St. gefunden. Ich  
 werde demnach ein Mittel setzen und  $7 = 1$  setzen, weil dabei eben nicht viel  
 nach gesucht sein, die Rechnung aber dadurch abgekürzt wird.

## §. 616.

Setzen wir demnach  $7 = 1$ , so wird  $\tau x = \cot x = 1$ , und  $a = \frac{1}{2} \pi$   
 $= 45^\circ$ . Dadurch verwandelt sich die Formel (§. 612.) in folgende:

$$y = \sin^2 a + \operatorname{cosp.} \cos^2 a \cdot (45^\circ + a) \cdot \sqrt{\frac{1}{2}} \\ - (1,15 - \operatorname{cosp.} \cos^2 a \cdot (45^\circ + \varphi) \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}) a - (\frac{1}{2} \pi + \varphi + a)$$

Hierbey ist nun

$$\sin^2 a = \frac{1}{2} (1 + \sin 2a) - \frac{1}{2} (1 - \sin 2a) \\ \operatorname{cosp.} \cos^2 a = \frac{1}{2} (1 + \sin 2a) + \frac{1}{2} (1 - \sin 2a)$$

Dies ist also die halbe Differenz und halbe Summe der Sinus-Complemente  
 und Sinusdoppel-Complemente.

## §. 617.

Die Formel kann man auch folgendermaßen vorgestellt werden:

$$\frac{y \sqrt{2}}{\operatorname{cosp.} \cos^2 a} = \sin^2 a + (15^\circ + a) \\ = (15^\circ - \varphi) \cdot e - (\frac{1}{2} \pi + \varphi + a)$$

Man sieht hiernach ohne Mühe, daß das zweite Glied = 0 wird, wenn  $\phi = 45^\circ$  und folglich der Tag von 12 Stunden ist. Hiervon hat man schon gehört.

$$\frac{y \sqrt{z}}{\cos \phi \cdot \cos \delta} = 1 + f(45^\circ + \omega)$$

Und daraus folgt, daß die Tageswärme Nachmittags um 3 Uhr am größten ist. Die Art, wie sie vom Sonnenaufgange an zunimmt, ist folgende:

| Zeit        | y                 | } multipliziert mit<br>cos $\phi$ cos $\delta$ $\sqrt{z}$ . |
|-------------|-------------------|-------------------------------------------------------------|
| 3 Et. V. M. | 0                 |                                                             |
| 6           | 1 - $\sqrt{z}$    |                                                             |
| 9           | 1                 |                                                             |
| 12          | 1 + $\sqrt{z}$    |                                                             |
| 3 Et. N. M. | 2                 |                                                             |
| 6           | 1 + $\frac{1}{2}$ |                                                             |
| 9           | 1                 |                                                             |

Die Wärme nimmt also an den 12 Et. langen Tagen Morgens um 9 Uhr am schnellsten zu. Nachmittags um 3 Uhr ist sie am größten, und Abends um 9 Uhr bey Sonnen-Untergang noch eben so groß als sie Morgens um 9 Uhr war. Diese noch übrige Wärme erkälter die Nacht durch logarithmisch. Und da die Länge der Nacht von 6 Stunden demnach =  $\frac{1}{2} \pi$  ist, so nimmt sie in Verhältnisß von 1 zu

$$e^{-\pi} = 27$$

ab und ist demnach des folgenden Morgens bey Sonnen-Aufgange nur noch  $e^{-\pi} = 27$  cos  $\phi$  cos  $\delta$   $\sqrt{z}$ .

Das ist etwa  $\frac{1}{27}$  der größten Nachmittagswärme.

## §. 612.

Die Formel nimmt endlich noch folgende Gestalt an:

$$\frac{z y}{\cos \phi \cdot \cos \delta} = 2 f \phi + f z + \cos \phi + \sqrt{z} \cdot f(45^\circ - \phi) \cdot e^{-\frac{1}{2}(\pi + \phi + \omega)}$$

welche zur Berechnung sehr bequem ist. Ich habe auch derselben für verschiedene Tageslängen folgende Tafel berechnet:

Werte von  $\frac{1}{\cos \varphi}$   
 auf. col 3

Tagestagen in Stunden.

| Tagestagen | 6      | 8      | 10     | 12     | 14     | 16     | 18     |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 3 Morgen   |        |        |        |        |        | 0,0000 | 0,0000 |
| 4          |        |        |        |        |        | 0,0000 | 0,0432 |
| 5          |        |        |        |        | 0,0000 | 0,0573 | 0,1895 |
| 6          |        |        |        | 0,0000 | 0,0524 | 0,2173 | 0,4143 |
| 7          |        |        | 0,0000 | 0,0531 | 0,3303 | 0,4603 | 0,7071 |
| 8          |        | 0,0000 | 0,0520 | 0,3275 | 0,4749 | 0,7620 | 1,0482 |
| 9          | 0,0000 | 0,0534 | 0,3093 | 0,4873 | 0,7507 | 1,0993 | 1,4143 |
| 10         | 0,0432 | 0,1760 | 0,4084 | 0,7181 | 1,0756 | 1,4426 | 1,7802 |
| 11         | 0,1222 | 0,3227 | 0,6309 | 0,9785 | 1,3736 | 1,7664 | 2,1313 |
| Mittag.    | 0,2324 | 0,4813 | 0,8147 | 1,2091 | 1,6513 | 2,0454 | 2,4143 |
| 1          | 0,3201 | 0,5954 | 0,9520 | 1,3858 | 1,8303 | 2,2697 | 2,6590 |
| 2          | 0,3856 | 0,6516 | 1,0456 | 1,4901 | 1,9512 | 2,3920 | 2,7802 |
| 3          | 0,4356 | 0,6941 | 1,0485 | 1,5102 | 1,9536 | 2,4230 | 2,8184 |
| 4          |        | 0,5358 | 0,9558 | 1,4397 | 1,9238 | 2,3800 | 2,7802 |
| 5          |        |        | 0,7973 | 1,2818 | 1,7723 | 2,2371 | 2,6590 |
| 6          |        |        |        | 1,0427 | 1,5414 | 2,0095 | 2,4143 |
| 7          |        |        |        |        | 1,2431 | 1,7144 | 2,1313 |
| 8          |        |        |        |        |        | 1,3717 | 1,7802 |
| 9          |        |        |        |        |        |        | 1,4143 |

Jede Tabelle steigt bey der Stunde an, da die Sonne aufsteht und endet sich mit Untergang der Sonne. Die übrigen nach nichtlängste Wäner verhalten sich die gleiche durch noch den Declination einer logarithmischen Linie, deren Subtraktion = 1 ist, und für deren Abszissen  $\alpha$  12 Stunden vorsteht. Die Zahlen der Tafel heißen col.

col. col 3

multiplirt werden, wenn man  $\gamma$  selbst haben, und demnach den Umfang von ein und der Tagestagen unter verschiedenen Polhöhen miteinander verglichen wird.

§. 619.

Wenn man sich von der Art, wie die Wäner vom Aufgange der Sonne bis Nachmittags zu, und von da an wieder abnimmt, einen klaren Begriff hat

den will, so gelangt man am besten dazu, wenn man die Zahlen vorstehender Tafel als Ordinaten einer krummen Linie betrachtet, mit für die Abscissen die entsprechenden logarithmische Linie betrachtet. Dieses habe ich in der 37ten Figur Fig. 7 für die Tageslänge von 16 Stunden gethan. Der Anfang der Erwärmung tritt auf 4 Uhr des Morgens, da die Sonne aufgeht. Die größte Wärme ist b in demselben vor 3 Uhr. Um 3 Uhr des Nachts, wegen des Ueberganges der Sonne, die Erwärmung auf, und die nach Abzug Wärme C c nimmt die Nacht durch nach den Ordinaten der logarithmischen Linie c d ab, so daß sie des folgenden Morgens nach D d ist.

## §. 620.

Dieses findet man statt, sofern wir in der Rechnung nur eine Erklärung Substanz mit, und zwar diejenige gebraucht haben, welche für die tägliche Erwärmung und Erklärung eigentlich zu gebrauchen ist, wenn man von allen geistigen Abweichungen abstrahirt und voraussetzt, daß die Sonne den ganzen Tag über dieselbe Wärme aus die Luft wiederholt sey. Es ist nun aber die Wärme, die sich in die Erde setze, eigentlich nicht verloren, sondern sie geht sich an den klaren Tagen wieder heraus und dient dem Abgang der Sonnenwärme zu ersetzen. Die jährliche Erwärmung und Erklärung hängt daher ganz davon ab. Es kommt daher allerdings noch die jährliche Erklärung Substanz vor, und dies macht, daß die Jahreslinie A D, welche ich gerade gezogen habe, nicht ganz gerade, sondern der 7/8 Theil derselben krummen Linie ist, deren Ordinaten die jährliche Veränderung der Wärme für eben die Polhöhe vorstellen. Dieses macht, daß der Punkt d nach der Verschiedenheit der Jahreszeit höher oder tiefer steht als er in der Figur gezeichnet, und zwar nachdem sich die Linie A D heraus oder herein neigt.

## §. 621.

Bei der hier angegebenen Rechnung habe ich alle zufällige Ursachen von der Veränderung der Wärme bey Seite gelassen. Sie geht daher eigentlich nur auf feste und nicht feste Tage, dergleichen jedoch mehrere auf einander folgen. Wenn im Beginn der Jahreszeit man mit Wasser bedeckt und die Luft stille ist, so habe ich bereits oben angedeutet, daß die Erde dessen ununterbrochen von Regen des Nachmittags oder nachts wird, und was da an wieder etwas erklärt. Die Veränderung trägt oder nicht derselben mit 1 dessen aus, was sie bey ganz hellem und windstillen Tagen thun würde. Die von Regen, Thau, Neel, Schnee, Hagel, Wind u. dergleichen den Veränderungen, sind alle unregelmäßig, als daß sie anders als ihrer geringen Summe nach und bey der jährlichen Veränderung der Wärme in Betrachtung kommen können. Regen und Winde können sowohl kalt als warm seyn. Sie sind es aber meistens nur bey dem Regen. Die Haupt Sonnenwärme wird meistens durch Regen und Gewitter abgeführt, und zwar desto mehr, je näher man bey dem Orte ist, wo es regnet oder wittert. Die daher ansehende Ab-

Abkühlung beruht sich weit davon aus, weil die Wärme sich in der Luft sehr schnell gegen die kältere Dritte zieht. (S. 346.) Kommt aber auch kaltes Wasser, Regen mit einem warmen Waide, so nimmt die Kälte ab. Und dieses geschieht gewöhnlich im Winter, wenn nach vorgangenen Frost Thermometer einfällt. Es geschieht dann auch, daß ein anfänglicher Regen im Schnee ansetzt, wenn man sich der Regen die Lecklöcher genau erküht, daß der Schnee nicht im Hymanen fallen scheitern kann. Der Regen ist meistens ein gefchnehter Schnee.

## §. 612.

Den aneinanderfolgenden 300 besten und mittelmäßigen Tages habe ich 1751 dem 13ten bis zum 17ten Jul. hier unter mir in Ober angelegtem Wetter beobachtungen, wo ich das Steigen und Fallen des Quecksilberigen Thermometers jeden Tag sehr oft aufzeichnete. Das Thermometer hing in einem Cabinet, welches gegen Süden und gegen Westen ein ostwindloses Fenster hatte. Die Sonne kam von Morgen um 9 Uhr bis Nachmittag um 3 Uhr erst durch das eine, und dann durch beide, endlich nur durch das andere Fenster herein, ohne jedoch auf das Thermometer zu wirken. Die Luft hatte sich im Cabinet wenigstens eben die Wärme als in dem anstehenden Garten, über dessen Boden das Cabinet nur etwa 2 Fuß erhob war. Das Thermometer hing und fiel selbst demnach.

| T  | St. | Gr. | T.  | St. | Gr. | T.  | St. | Gr. | T.  | St. | Gr. |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. | 10. | 13. | 4.  | 13. | 6   | 14. | 7.  | 13. | 10. | 10. | 13. |
| 2. | 7.  | 11. | 3.  | 5   | 13. | 3   | 10  | 17. | 3   | 11  | 16. |
| 3  | 13. | 6   | 6.  | 12. | 0   | 11  | 10. | 7.  | 2.  | 11. | 8   |
| 4  | 11. | 8   | 9.  | 15. | 7   | 11. | 7.  | 14. | 1   | 3   | 22. |
| 5  | 14. | 1   | 10  | 16. | 6   | 8   | 15. | 3   | 4   | 11. | 0   |
| 6  | 13. | 3   | 14. | 7.  | 13. | 9   | 16. | 0   | 1   | 34. | 8   |
| 7  | 16. | 4   | 8   | 11. | 5   | 10  | 17. | 3   | 6   | 11. | 7   |
| 8  | 14. | 7   | 9   | 15. | 1   | 11  | 17. | 9   | 8   | 20. | 5   |
| 9  | 17. | 1   | 10  | 16. | 0   | 1.  | 11. | 19. | 9   | 10  | 19. |
| 10 | 17. | 9   | 11  | 17. | 1   | 3   | 11. | 1   | 17. | 6.  | 21. |
| 11 | 18. | 1   | 12  | 18. | 0   | 4   | 20. | 9   | 7   | 16. | 3   |
| 12 | 18. | 3   | 1.  | 18. | 5   | 6   | 20. | 5   | 10  | 17. | 4   |
| 13 | 18. | 4   | 3   | 19. | 9   | 10  | 18. | 4   | 12  | 10. | 3   |
| 14 | 19. | 1   | 4   | 19. | 8   | 16. | 7.  | 14. | 5   | 3.  | 22. |
| 15 | 19. | 3   | 5   | 19. | 7   | 8   | 16. | 0   | 10  | 19. | 9   |
| 16 | 19. | 7   | 6   | 19. | 5   | 9   | 17. | 2   | 8.  | 8.  |     |



Diese sehr schöne Witterung dauerte noch einige Tage fort. Es war aber den 17ten wichtig, den 17ten wurde die Sonne nur durch ein Wolken bedeckt. Es mag auch wohl in der Hitze gelegen haben. Denn den 20sten Abends um 10 Uhr stand das Thermometer auf dem 16ten Gr., und den 21sten Morgens um 6½ Uhr bey 12, 3 Grad, demnach wieder so viel als Anfangs den 17ten. Den 20sten trafen endlich Wolken und Regen ein. Diese schöne Witterung war damals desto angenehmer, da in den 5 vorhergehenden Monaten in allen nicht 20 schöne Tage gewesen waren. Dieses ist auch der Grund, warum das Thermometer während den 7 Tagen, von Tag zu Tag merklich höher stand. Denn die größte Wärme war, den letzten Tag allein ausgekommen.

Den 17ten . . . . . 19, 7

— 14. . . . . 12, 9

— 15. . . . . 21, 1

— 16. . . . . 22, 2

— 17. . . . . 21, 1

Dass die größte Wärme eher nach als vor 3 Uhr einfiel, davon mag der Grund dieses gesucht werden, das die Sonne erst des Morgens um 7 Uhr über die Berge hervor kam, und erst gegen 9 Uhr aufstieg in das Cabinet zu scheinen.

## §. 623.

Dieser zwey Umstände machen nun, das ich diese Beobachtungen eben nicht als einen Probestein der vorher angegebenen Behauptungen ansehen kann. Man sieht aber eben nicht, das sie einem doppeltem Erfolge fähig eilfen. Denn die Sonne kam um 7 Uhr schon eine gewisse Höhe. Sie stieg daher als sie hinter den Berge hervor kam, mit voller Macht an, den Boden zu erhitzen. Dieses machte nun, das sich die Linie A b c d von A bis f sehr wenig, von f an aber sehr schnell ausbreiten sehen mag. Sodann da die Erde nach dem wahren Aufgange der Sonne noch 3 Stunden lang im Schatten des Berges lag, blieb der Boden und die Luft kühlerer Zeit fühlte. Dieses macht die größte Tageswärme geringer und verfrühter die Zeit da sie eintrat. Man kann beydes aus der Rechnung herleiten, wenn man in der Integralsformel (§. 612.) die beständige Größe  $\gamma$  bestimmt, das  $\gamma = 0$  sey, wenn  $u = -\frac{1}{2} \pi$  ist. Man kann sich aber auch durch eine ganz leichte Betrachtung davon versehen. Denn die Wärme ist am größten, wenn  $d\gamma = 0$  ist, und folglich die Wärme, so die Erde in einem Zeittheilchen  $z =$  von der Sonne erhält, demjenigen gleich ist, die sie in eben dem Zeittheilchen verliert. Nun ist diese Verlust der wirklich vorhandenen Wärme proportional, und demnach zugleich mit derselben in dem hier vornehmenden Fall gewisser. Als muß auch ersterer geringer seyn. Dieses fordert aber eine geringere Sonnenhöhe, und demnach, da die Zeit Nachmittag ist, eine spätere Zeit. Daus aber steigt sich die Sonne höher, und so muß das Maximum auch wiederum später abnehmen.

## §. 624.

14. Tag. Ich habe aus dem Gang des Thermometers den Beobachtungen gemäß in der 3ten Figur gezeichnet, das tägliche Fallen desselben durch Punkte an gegeben. Man sieht daraus mit einem Anblicke, daß in der That diese 5 Tage über die Erde sehr ungleich erhitmt wurde. Und die krumme Linie weiset, je nach in den 4 ersten Tagen von der in der 3ten Figur gezeichneten gerade so ab, wie es die mit angeführten Umsätze erfordert. Die heissern Klageschätze zeigen nun an, daß sie auch bey der regelmäßigen Wärmung sehr selten. Die Jansen A B, C D, welche nach den niedrigsten und höchsten Grade des Thermometers gezogen sind, sehen sich hier fast ausbleiben. Es rühret dieses hauptsächlich von der sehr geringeren trübten und kalten Wärmung her. (§. 623.) Denn da die Erde wenig Wärme hatte, so konnte sie auch nicht stark erhitzen, und so häuften sich während dieser 5 heissen Tagen die Wärme sehr merklich an. Man sieht übrigens sowohl aus der Figur als aus den Beobachtungen selbst, (§. 622.) daß die tägliche Veränderung der Wärme etwa 7 Reaumurische Grade betrug. Und hieraus läßt sich der Schluß machen, nach die Zahlen der Tafel, (§. 618.) wenn sie durch  $\frac{1}{2}$  colp. coß multiplicirt werden, bekommen. Vier Tage wider der Polhöhe von  $40^{\circ} 30'$ . Des 13ten Jun. 1751. war nach den Jansen'schen Experimenten die Abweichung der Sonne  $21^{\circ} 15'$  nördlich, demnach  $\phi = 27^{\circ} 15'$  und die Tageslänge 15 St. 18". Daraus gibt vor 3 läßt Nachmittags die entsprechende Zahl aus bemerhter Tafel an 2, 2530, welche mit  $\frac{1}{2}$  colp. coß n. n. 3, 1428 multiplicirt ist 7, 3950 gibt. Da dieses Product nun so viel als 7 Reaumurische Grade, auch wohl etwas mehr (§. 613.) weiseth, so erhellet, daß die Zahlen der Tafel, mit  $\frac{1}{2}$  colp. coß multiplicirt, solche Producte geben, deren Einheiten so ziemlich 10 Reaumurische Grade betragen. Es wird aber dieses vorausgesetzt, daß die tägliche Erhellung der Erde hauptsächlich nur von der Sonne herrühret, ohne daß Monde, Planeten u. etwas daran ändert. Denn sonst kann sie sowohl größer als kleiner seyn.

## §. 625.

Nachher giebt in seiner Fortsetzung an, wie er in Coblenz und zu Saal in Preussen, die Höhe des Jansen'schen Thermometers für zweyter Stunden angedeutet habe. Und sagt, man werde daraus sehen können, wie gleichförmig es dorthin abwärts hinzu und wieder fällt. Seine Beobachtung zu Coblenz war der nördlichen Polhöhe von  $15^{\circ} 42'$  ist vom 23ten Jun. 1751. wo demnach die Abweichung der Sonne von  $55^{\circ}$  Br.  $\phi = -51^{\circ}$  Br. und die Tageslänge von 11 3/4 Stunden war. Er send das Thermometer

|            |                |     |
|------------|----------------|-----|
| 25ten Jun. | 6 Uhr, Morgens | 74½ |
|            | 7              | 75  |
|            | 8              | 77  |
|            | 9              | 80½ |
|            | 10             | 82  |
|            | 11             | 83  |
|            | 12             | 84½ |
|            | 1 Abends       | 84  |
|            | 2              | 84  |
|            | 3              | 83  |
|            | 4              | 80½ |
|            | 5              | 80  |
|            | 6              | 80  |
|            | 7              | 79½ |
|            | 8              | 78  |
|            | 9              | 77  |
|            | 10             | 76  |
|            | 11             | 75  |
|            | 12             | 74  |
| 26ten Jun. | 7 Uhr, Morgens | 78  |

Das Thermometer stieg also unter Tagen ganz erdentlich, aber von 6 Uhr Abends bis 11 Uhr, und die ganze Nacht durch fiel es ab zu wenig, und dieses ist eine Anzeige, daß gewisse Ursachen des Ganges derselben müssen vorhanden haben. Sank heut unter 15°. 21' nördlicher Polhöhe. Uebliche beobachtete den Gang des Thermometers besteht den 25ten Jul. 1767, wo demnach die Mittagshöhe oder vielmehr die Nothhöhe im Mittag der Sonne 34½ Gr. ☉ war — 6 Gr. und die Tageslänge 12½ Gr. war. Er fand das Thermometer

|            |                |        |
|------------|----------------|--------|
| 18ten Jul. | 6 Uhr, Morgens | 58 Gr. |
|            | 7              | 61     |
|            | 8              | 67     |
|            | 9              | 71     |
|            | 10             | 76½    |
|            | 11             | 76 *   |
|            | 12             | 80     |
|            | 1              | 84½    |
|            | 2              | 79     |
|            | 3              | 75½    |
|            | 4              | 73     |
|            | 5              | 70     |
|            | 6              | 68     |
|            | 7              | 67     |
|            | 8              | 67     |
| 19ten Jul. | 6. 0 Morgens   | 63½    |

Hier wird die 1 Uhr N. M. 79 Gr. anstatt 76 wählen gelassen werden. Und dann sind alle Beobachtungen sehr regular. Sondern mag etwas hoch liegen, da hier das Thermometer im höchsten Sommer des Weygens beim 50ten Jahreswechselligen Stand stand, und der Witzig nur bis zum 70sten Gr. stieg. Ich habe sagt übrigens, er habe das Thermometer des Witzigs in einem offenen Zimmer, des Witzigs und Knecht aber vor beschitten in einer Luft gehabt. Dassel mag es ausführen, warum dasselbe nach 3 Uhr ziemlich schnell fiel, und des Witzigs nach 10 Uhr schon fast gar nicht langhaltend zu liegen.

## §. 616.

Da die Sonne kleiner von dunkler Farbe mehr erweicht als kleiner von hellem Farbe, (§. 615.) so hat diese einigen Einfluß auf die Tageswärme. Es wird immer das Wasser aus der Sonne weniger erwärmt als die Erde, und der mit Gras, Kraut, Büschen bedeckten Boden weniger als das bloße Erdreich, endlich auch dieselbe weniger als dünner Sand und Schmelze. Solche Unterschiede haben nun ihren Einfluß auf die Anfangs (§. 612.) zum Grunde gelegte Differentialgleichung. Sie wird daher zunächst eines Coefficienten  $n$  folgendermaßen abgeändert:

$$dy = n \cos \alpha \cos \delta \sin \alpha \sin \delta + n \sin \alpha \cos \alpha \cos \delta - \frac{y \sin \alpha}{r}$$

Hier richtet sich nun  $n$  nach dem Grade der Erdenoberfläche des Wassers. Dieser Coefficient ändert übrigens die Richtung nicht. Denn setze man  $y = n, n$ , so erhält man:

$$dy = \cos \alpha \cos \delta \sin \alpha \sin \delta + \sin \alpha \cos \alpha \cos \delta - \frac{n \sin \alpha}{r}$$

eine Gleichung, welche mit der Anfangs zum Grunde gelegten einer Form hat. Das will also sagen, daß die Wärme des ganzen Tag über in Verhältnis von  $1$  zu  $n$  größer oder kleiner ausfällt, als sie nach der vorhergehenden Richtung, wo  $n = 1$  ist, geschehen wird. Und dieses will hervorbringen sagen, daß man für  $y = 1$  nicht 10, sondern 10  $n$  Neumannsche Grade setzen muß. (§. 614.)

## §. 617.

Will man hingegen darzu Rücksicht nehmen, daß der Boden nach seiner verschiedenen Beschaffenheit die Wärme schneller oder langsamer verliert, mag trocken oder nass, kühler oder wärmer seyn, so wie auch der Wind bewegten kann, so hat diese Umstände, nach welchen die Erklärungs- Gleichungen 7 ihren Ursprung haben. Ich habe, Kürze halber,  $7 = 1$  gesetzt. Wenn aber solche Veränderungen wie in der Richtung kommen können, so muß man entweder 7 wegzulassen für einem Tag lang beständig setzen, und dann dieselbe die allgemeine Formel, (§. 614.) oder wenn 7 sich unregelmäßig ändert, so muß wenigstens das Gesetz

der Veränderung bekannt sey, und dann mag es sich zeigen, ob die Differentialformel (§. 612.) sich integrieren läßt.

## Viertes Hauptstück.

### Die jährliche Sonnenwärme überhaupt.

§. 618.

In vorhergehenden Hauptstücke betrachtete ich diejenige Sonnenwärme, die sich in die Erde hineinzieht, in Absicht auf die tägliche Erwärmung der Oberfläche, als verloren (§. 612.) weiter aber doch (§. 620.) an, daß die jährliche Erwärmung und Erfröhung der Erde ganz davon abhängt, weil diese Wärme sich im Sommer in der Erde aufhält, und dazu dient den Mangel der Sonnenwärme im Winter einigermaßen zu ersetzen. Die Sommerstage werden dadurch weniger warm, dagegen aber auch die Winterstage weniger kalt als sie ohne eine solche Deposite der Wärme seyn würden.

§. 619.

Wir können nun überhaupt annehmen, daß sich jeden Tag bestimmte Wärme in die Erde ziehet, je mehr die Sonne der Oberfläche einstrahlt. Es ist alsdenn die sich jeden Tag in die Erde ziehende Wärme der Strahl der täglichen Sonnenwärme proportional. Diese Proportionalität ist aber wegen der verschiedenen Höhe, verschiedenen Welken, Regen, Schnee u. nicht wenig veränderlich. Und dieses macht, daß jedes Jahr seines eignen Wechsls von Wärme und Kälte hat. Wenn wir aber auf das Mittel von mehreren Jahren sehen, so läßt sich allerdings eine mittlere Proportion sehr sehen. Der Rechnung wird dadurch einfacher, und auf die Irregularitäten läßt sich nachgehends besonders Rücksicht nehmen. Die Grundwärme kann hier ebenfalls, und aus eben den Gründen, wie im vorhergehenden Hauptstücke (§. 611.) aus der Rechnung weglassen. Sie ist eine eigene Quelle von Wärme die Jahressumme durch beständig ist. Hier ist von der jährlichen Abwechslung die Rede, die von der Sonne herrührt.

§. 620.

Nach dem §. 599. werde man für jedes Zeitpunkten  $t$   $x$ , die Zunahme der jährlichen Wärme

$$dx = \alpha \log \frac{1}{2} dx + 1 \log \frac{1}{2} dx + 1 \cos \alpha \cos \alpha dx$$

seyn, wenn wir, wie es daselbst geschieht, nur die ganze Summe berechnen wollen. Hier ist aber von der mittlern gleichbleibenden Wärme die Rede, und so mag

abgegeben werden, was wegen der Erklärung obige. Dicit abgegebene Theil kann man durch

$$\frac{v dx}{\beta}$$

ausgedr. werden, denn er ist in gerader Verhältniß der verfliegigen Wärme  $v$  und in umgekehrter Verhältniß der elliptischen Erklärungs. Letzteres, wie ich durch  $\beta$  ausdrückte. Wir haben demnach eigentlich

$$dx = \pi \operatorname{fp}. (\lambda dx + 2 \operatorname{fp}. (\lambda \Phi dx + 2 \operatorname{cofp}. \operatorname{cofp}. dx - \frac{v dx}{\beta})$$

$$f\beta = f\lambda. f\lambda$$

$$f\Phi = 2 \operatorname{fp}. f\beta = \frac{2 \operatorname{fp}. f\lambda. f\lambda}{\sqrt{(x - \lambda)^2 + \lambda^2}}$$

§. 631.

Sehen wir hier Kürze halber

$$dx = q dx - \frac{v dx}{\beta}$$

so ist

$$v \cdot x : \beta = \left( \frac{x : \beta}{q dx} \right) + \operatorname{Coef.}$$

nach §. 600.)

$$q = \pi \operatorname{fp}. (\lambda f\lambda + 2 \operatorname{cofp}. (x + \frac{1}{2} a + \frac{1}{2} b \operatorname{cof}. 2x - \frac{1}{2} c \operatorname{cof}. 2x + \frac{1}{2} b \operatorname{cof}. 4x + \frac{1}{2} c \operatorname{cof}. 4x + \frac{1}{2} b \operatorname{cof}. 6x + \frac{1}{2} c \operatorname{cof}. 6x + \&c. )$$

weil wir ebenfalls Kürze halber

$$q = A + B f\lambda - C \operatorname{cof}. 2x + D \operatorname{cof}. 4x - E \operatorname{cof}. 6x + \&c.$$

setzen wollen, so daß

$$A = 2 \operatorname{cofp}. (x + \frac{1}{2} a + \frac{1}{2} b + \frac{1}{2} c + \&c.$$

$$B = \pi \operatorname{fp}. f\lambda.$$

$$C = (\frac{1}{2} a + \frac{1}{2} b + \frac{1}{2} c + \&c.) 2 \operatorname{cofp}.$$

$$D = (\frac{1}{2} b + \frac{1}{2} c + \&c.) 2 \operatorname{cofp}.$$

&c.

gesucht werde.

§. 632.

Diese gesetzt, haben wir die Integralgleichung

$$v = e^{-z} \cdot \delta \cdot \text{Const.} + A \delta - B \delta \cdot \frac{\delta \cos x - f x}{1 + \delta \delta}$$

$$- C \delta \cdot \frac{\cos 2x + 2 \delta f 2x}{1 + 4 \delta \delta}$$

$$- D \delta \cdot \frac{\cos 4x + 4 \delta f 4x}{1 + 16 \delta \delta}$$

$$- E \delta \cdot \frac{\cos 6x + 6 \delta f 6x}{1 + 36 \delta \delta}$$

$$\&c.$$

Die beständige Größe wird so bestimmt, daß  $v$  einenley Werth erhalte, man mag  $x = 0$  oder  $x = z$  setzen. Denn nach Verlauf eines Jahres setzen eben die Abweichungen der Wärme wieder. Man setzt sie demnach gleichstetig  $= 0$ , und so läßt der Exponentialausdruck aus der Gleichung weg. Er dient auch in der That nur, so lange der Zeitraum nicht noch nicht da ist.

§. 633.

Die Gleichung ist demnach

$$v = A \delta + B \delta \cdot \frac{\delta \cos x - f x}{1 + \delta \delta}$$

$$- C \delta \cdot \frac{\cos 2x + 2 \delta f 2x}{1 + 4 \delta \delta}$$

$$+ \&c.$$

Hieraus ist nun die Erklärungs-Constante  $\delta$  dergestalt zu bestimmen, daß in dem geringsten Zeitraume die größte und kleinste Jahreswärme etwa 5 Wochen nach dem Bestimmungstage eintrifft. Ich habe gefunden, daß man zu diesem Ende nämlich  $\delta = \frac{1}{2}$  setzen kann.

§. 634.

Für die Polhöhe  $p = 45^\circ$  ist nun (§. 600.)

$$a = 0,$$

$$b = \frac{1}{2} f \lambda^4 = 0,0019323$$

$$c = \frac{1}{2} f \lambda^6 = 0,0011294$$

$$d = \frac{1}{2} f \lambda^8 = 0,0008080$$

$$e = \frac{1}{2} f \lambda^{10} = 0,0003395$$

$$f = \frac{1}{2} f \lambda^{12} = 0,000076$$

$$\&c.$$

Neb dem ferret (§. 631.)

A = 1,4168591

B = 0,3847896

C = 0,0034054

D = 0,0010104

E = 0,0000133

F = 0,0000017

G = 0,0000001

Neb etlich

$v = 1,0625443$

$+ 0,4226990 f x - 0,3181314 \cos x$

$- 0,001434 f 2x - 0,000321 \cos 2x$

$+ 0,0003273 f 4x + 0,0000718 \cos 4x$

$- 0,0000054 f 6x - 0,0000019 \cos 6x$

$+ 0,0000003 f 8x$

§. 632.

Für den Wendekreis fehet man eben so

$v = 1,3308431$

$+ 0,3352332 f x - 0,4794249 \cos x$

$+ 0,0104761 f 2x + 0,0063841 \cos 2x$

$- 0,0000179 f 4x - 0,0000073 \cos 4x$

$+ 0,0000001 f 6x$

§. 636.

Für den Äquator ist ebenfalls

$v = 1,4215283 + 0,0322419 f 2x + 0,0251613 \cos 2x$

$- 0,0000079 f 4x - 0,0006193 \cos 4x$

$+ 0,0000306 f 6x + 0,0000068 \cos 6x$

$- 0,0000006 f 8x - 0,0000001 \cos 8x$

§. 637.

Diese Art zu rechnen, geht man für alle Polhöhen bis zum Polarcircul von fatten. Nur werden die Neigen für die Polhöhen, die über  $41^\circ$  sind, weniger convergirend. Für die Dorer aber, die noch näher dem Pole sind, gibt es im Winter Tage, da die Sonne gar nicht aufgeht. Während der Zeit erhebet die Erde bloß logarithisch. Die Rechnung zerfällt demnach in zwei Theile, wovon der eine die Zeit begreift, während welcher die Sonne nicht aufgeht, der andere aber diejenige, während welcher die Sonne vollständig unter dem Horizont steht. Ich werde dieses durch die Beschreibung der Wärme unter dem Pole selbst erklären.



erklären, um so sehr, da sie ohne Vorläufe der unendlichen Ketten gemacht werden kann.

§. 638.

Unter dem Pol ist die oblique Sonnenhöhe gleiches nur

$$q = 2 \pi \cdot \sin \delta = 2 \pi \cdot \lambda \cdot \cos \delta$$

Demnach

$$\begin{aligned} v &= a - x; \delta \\ v &= 2 \pi \lambda \cdot \cos \delta \cdot \left[ \cos x; \delta - \cos x; \delta \right] \\ v &= 2 \pi \lambda \cdot \cos \delta \cdot \left[ \cos x; \delta - \cos x; \delta + 2 \pi \lambda \cdot \cos \delta \cdot x; \delta \right] \cdot M, \end{aligned}$$

wo M, die nach der Integration zu addirende beständige Größe ist. Die Integration gibt

$$v = \frac{2 \pi \lambda \cdot \cos \delta}{1 + \delta \delta} \left[ \cos x; \delta - \cos x; \delta + M \cdot e^{-x; \delta} \right]$$

§. 639.

Es sey nun A die zu Ende des Winters nach obiger Sonnenhöhe, so wird  $v = A$ , wenn  $x = 0$  ist. Dadurch erhält man

$$M = \delta \cdot \frac{A(1 + \delta \delta)}{2 \pi \delta \cdot \cos \delta}$$

§. 640.

Beim sey B die Wärme zu Ende des Sommers; so ist  $v = B$ , wenn  $x = \pi$  ist. Und dieses gibt

$$B = \frac{2 \pi \lambda \cdot \cos \delta}{1 + \delta \delta} \left[ \delta + M \cdot e^{-\pi; \delta} \right]$$

oder

$$B = \frac{2 \pi \lambda \cdot \cos \delta}{1 + \delta \delta} + \left( \frac{2 \pi \lambda \cdot \cos \delta}{1 + \delta \delta} - A \right) \cdot e^{-\pi; \delta}$$

Diese Wärme B nimmt des Winter durch logarithmisch ab, so daß sie zu Ende des Sommers wiederum  $= A$  wird. Daher haben wir

$$B \cdot e^{-\pi; \delta} = A$$

demnach

$$\frac{2 \pi \lambda \cdot \cos \delta}{1 + \delta \delta} \left[ \delta + M \cdot e^{-\pi; \delta} \right] \cdot e^{-\pi; \delta} = \frac{2 \pi \lambda \cdot \cos \delta}{1 + \delta \delta} \left[ -\delta + M \right]$$

woraus

$$M = \frac{\beta}{1 - e^{-w \cdot \beta}}$$

folgt.

§. 641.

Daraus ergibt sich nun für den Sommer oder für die Zeit von  $\alpha$   $\gamma$  bis $\alpha \Delta$ 

$$v = \frac{2\pi k \Gamma \Lambda}{1 + \beta^2} \left[ (x - k \cos x + k e^{-x \cdot \beta}) (1 - e^{-w \cdot \beta}) \right]$$

Nun wenn  $f = \frac{1}{2}$  gesetzt wird

$$v = 1,301377 \cdot f \cdot x$$

$$- 0,9009433 \cdot \cos x$$

$$+ 0,9148163 \cdot e^{-4x \cdot \beta}$$

§. 642.

Daraus folgt schon für  $\alpha \Delta$ ,  $x = w$ , und

$$v = 0,9148163.$$

Nun kann der Winter über für jede Zeit  $x = \pi$ , wenn nämlich  $x$  immer von  $\alpha$   $\gamma$  gesetzt wird

$$v = 0,9148163 \cdot e^{-4(x-w)\beta}$$

§. 643.

Für den Polarzirkel finde ich für die Zeit von  $\alpha$   $\gamma$  bis  $\alpha \Xi$ 

$$v = -0,3507323 \cdot f \cdot x - 0,1630492 \cdot x \cdot \cos x + 0,9507458 \cdot e^{-4x \cdot \beta}$$

$$+ 0,7183909 \cdot f \cdot x + 0,1241817 \cdot \cos x$$

$$+ 0,0044732 \cdot f \cdot x + 0,0019881 \cdot \cos x$$

$$- 0,0000510 \cdot f \cdot x - 0,0000173 \cdot \cos x$$

$$+ 0,0000001 \cdot f \cdot x + 0,0000004 \cdot \cos x$$

Nun für die Zeit von  $\alpha \Xi$  bis  $\alpha \Sigma$ , wenn  $x = \frac{1}{2} \pi$   $w = \frac{1}{2} \pi$  gesetzt, und demnach  $\xi$  von  $\Xi$  an gesetzt wird.

$$v = -0,1630492 \cdot \xi \cdot f \cdot \xi - 0,3507323 \cdot \xi \cdot \cos \xi + 0,4120958 \cdot e^{-4\xi \cdot \beta}$$

$$+ 1,4537421 \cdot f \cdot \xi + 0,8943951 \cdot \cos \xi$$

$$- 0,0019881 \cdot f \cdot \xi + 0,0044732 \cdot \cos \xi$$

$$- 0,0000173 \cdot f \cdot \xi + 0,0000510 \cdot \cos \xi$$

$$- 0,0000001 \cdot f \cdot \xi + 0,0000004 \cdot \cos \xi$$

Nach endlich, wenn  $z = w = \psi$  gesetzt, und demnach  $\psi$  von  $0$   $z$  an gelehrt wird, ist für die Zeit von  $0$   $z$  bis  $0$   $z$

$$\begin{aligned} &= -0,1630493. \psi. f \psi - 0,3507323. \psi. \cos \psi + 0,4120953. e^{-4\psi} : 3 \\ &+ 0,4272484. f_1 \psi - 0,2074619. \cos f_1 \psi \\ &- 0,0019381. f_2 \psi + 0,0044732. \cos f_2 \psi \\ &- 0,0000173. f_3 \psi + 0,0000650. \cos f_3 \psi \\ &- 0,0000001. f_4 \psi + 0,0000004. \cos f_4 \psi \end{aligned}$$

§. 644.

Nach diesen Formeln erhält man nun folgende Werthe der Wärme  $w$

| ☉      | Equator.  | Wendekreis. | 45°. Polhöhe. | Polarcircul. | Pol.      |
|--------|-----------|-------------|---------------|--------------|-----------|
| Y. 0   | 1,4470270 | 1,1583951   | 0,7333617     | 0,2668694    | 0,0138730 |
| V. 15  | 1,4614089 | 1,3836173   | 1,1364054     | 0,7537308    | 0,5333814 |
| S. 0   | 1,3941908 | 1,5530853   | 1,4582572     | 2,3110305    | 1,3119115 |
| R. 15  | 1,3829646 | 1,6164102   | 1,5893458     | 1,4595261    | 1,5260133 |
| dh. 0  | 1,4470270 | 1,5172449   | 1,3804103     | 1,0933814    | 0,9148161 |
| h. 15  | 1,4614089 | 1,3990356   | 0,9844194     | 0,5612184    | 0,3210271 |
| S. 0   | 1,3941908 | 1,0846186   | 0,6388533     | 0,2091726    | 0,1126548 |
| mh. 15 | 1,3829646 | 1,0245383   | 0,5382702     | 0,0960450    | 0,0395739 |
| Y. 0   | 1,4470270 | 1,1583951   | 0,7333617     | 0,2668694    | 0,0138730 |

§. 645.

Nach den Zahlen dieser Tafel, so wie auch nach andern nachgehende be rechnet, habe ich nun die 3te Figur gezeichnet, welche demnach die jährliche Wärmeerzeugung der Wärme unter den Polhöhen mit einem Anblicke übersehen läßt. Der Axiastab dazu ist noch auf eine doppelte Art angedeutet, und muß mittelst mittlicher Erfahrungen feinstlich gemacht werden. Denn richtig ist die Wärmeerzeugung der Sonne in jedem des Thermometer zu bestimmen, und eben so muß auch noch erörtert werden, wie groß die mittlere Grundwärme ist. Aus Vergleichung von mehreren Beobachtungen ist es mir vorzüglich vergewissern, daß die in der Figur verzeichneten Jahrsdurchschnitte gerade eben nicht viel fehlen werden. Die Sonnenwärme fällt aller Druis zwischen den 3sten und 9sten Grad. Und die 3te ist auch, nach dem Mittelstrich nach die Beobachtungen aus allen Ländern anzugeben. Was verheißt ich dadurch nicht solche Sommer, wo jureilen mitten in des Hundstagen das Thermometer unter dem temperierten Hege. Das ist keine Sonnenwärme im eigentlichen Verstande. Die Winterkälte flugt unter dem 9sten Grad der Polhöhe an, das zum Winterpunkt zu reichen. Es ist dieses der Paradies



## 4. 648.

Die größte Winterkälte in der gemäßigten Zone fällt auf das Ende des Januars. In den beiden andern Zonen kann sie nicht stark seyn. Denn in dem heißen Erdgürtel hat man jährlich zwey Winter. Man sieht aber aus der Figur, daß unter dem Breite von  $11^{\circ} 44'$  oder vielmehr zwischen dem Äquator und dem Wendekreise, der eine Winter die Fortdauer des ersten Sommers ist. In der kalten Zone fällt die größte Kälte notwendig erst nach drei Tage ein, da die Sonne wieder aufsteigt über den Horizont bevor sie kommen. Demnach kann sie unter dem Pole erst gegen das Ende des Winters einströmen. Dessen umachtet zeigt die Figur, daß sie unter dem Polarkreise wenig geringer als unter dem Pole fällt ist, und der Unterschied nur 5 Jahreszeitliche Grade beträgt.

## 5. 649.

Die größte Wärme unter dem Wendekreise fällt auf den 26sten Grad, und die größte Kälte unter dem Pole auf — 18 Gr. Diese Grade entsprechen in der vorstehenden Tafel (S. 644.) Die Zahlen

|             |        |   |   |   |   |         |
|-------------|--------|---|---|---|---|---------|
|             | 1,6164 | 1 | 1 | 1 | + | 96 Gr.  |
|             | 0,0139 | 1 | 1 | 1 | - | 18 Gr.  |
| Unterschied | 1,6025 |   |   |   |   | 114 Gr. |

Also sagt in der Tafel eine Einheit zum Grunde, welche 71 Jahreszeitliche oder 314 Neunmännliche Grade oder 145 Grade des Luftthermometers, demnach um gefühlte des 7ten Theil der absoluten Wärme beträgt. Es geben uns aber die Zahlen in der Tafel, die von der Sonne herrührende Wärme an. Dasselbe fällt 0 auf den — 19ten Jahreszeitlichen Grad, den man sichtlich als den Grad der mittleren Grundwärme ansehen kann. Es zeigt sich also, daß unter dem Pol zu Ende des Winters oder des Wörzes kaum mehr als die Grundwärme übrig bleibt. Da die Nacht dazwischen ein halbes Jahr dauert, so hat freylich der Boden Zeit genug, als von der Sonne erlangte Wärme wieder zu verlieren.

## 6. 650.

Um die Art, wie sich die Sonnenwärme und Winterkälte nach den verschiednen Breiten vertheilt, besser anzugeben, habe ich die folgende Figur angezeiget. Sie zeigt, wie die Abfälle der Grade der Polhöhe, die Drömann aber die Grade der Sonnenwärme und Winterkälte vorstellen. Man sieht zwischen beiden zusammen immer sehr noch eine Summe, welche für jede Polhöhe das Mittel zwischen der Sonnenwärme und Winterkälte angibt. Dieses Mittel ist aller Orten über dem Zirkelpunkt, und in der kalten Zone fast durchaus gleich, gleich warum der, um etwas weniger größer als zwischen dem polen und polen Grad der Breite. So weit dieses Mittel über dem — 19ten Grad des Jahreszeitlichen Thermometers

ist, (S. 649.) zeigt es den beständigen Theil der Sonnenwärme an. Will man demnach diesen mit zur Grundwärme rechnen, so wird die gesammte Grundwärme durch die Continuität der passivsten Linie vergrössert. Die größte Sonnenwärme tritt auf den 23ten oder 24ten Grad der Breite, und dann auf den Pol. Dann man sieht, daß die Wärme ein doppelteltes Maximum und so auch ein doppelteltes Minimum hat. Die geringste Sonnenwärme ist unter dem Äquator und dann auch beim Polartropic. Der Winter tritt einmahl hingegen in einem Jahr ab. Ich muß aber doch zu dieser Zeit die Wärme sagen, daß ich diese Winter, einmahl dort von der 14ten Figur angegeben habe. Es wird daher von den warmen Wintern, die jährlich in der heißen Zone fließt haben, hier eigentlich der Winter verstanden, wo nämlich die Sonne am weitesten vom Scheitelpunkt entfernt ist. Drenn wenn dem Winterkreis hier nicht allein fließt. Und unter dem Äquator sind beide gleich. Der wenigste Winter scheint sich demnach der größten Sonnenwärme beizuschreiben, je mehr man vom Äquator abwärts gegen den Winterkreis fortschreitet. Die Sonne erhebt durch die längeren Tage, was sie wegen der geringen Wärmehöhe nicht geben kann.

## Fünftes Hauptstück.

### Einige Anmerkungen.

§. 651.

Mit der in beiden vorhergehenden Hauptstücken vorgemachten Theorie haben sich auch Halley mehrere beschäftigt. Woll ich in seiner Abhandlung von Jahren 1709, ganz wohl ein, daß Halley einen ganz andern Weg zu machen hatte. Er fand aber zum Weitergehen viele Schwierigkeiten, daß er es lieber ganz unterließ. Mairan glaubt in den Pariser Memoires 1719, weiter gehen zu können, und zwar mit einem solchen Ansehen von Genauigkeit, daß er es gar die Streifenberechnung nur in die Rechnung zieht, und die Schmelzung des Sonnenlichtes durch die Luft ebenfalls mitrechnet. Dann nimmt er zwar die Sonnenhöhe, die vom Äquator, und setzt ihres Sinus das Quadrat derselben. Dieses, wegen der Reflexionen und Schmelzung des Lichts durch die Luft vermindert, multipliziert er durch die Tageslänge, und dividirt was herauskommt durch die Nachtlänge, und so soll der Quotient der Sonnenwärme proportional sein. Auf diese Art findet er für die Peltide von Paris die Sonnenwärme für  $\circ \text{ } 5$  Graden größer als für  $\circ \text{ } 3$ , und letztere sehr er dem 71sten Theil der Grundwärme gleich. Eigentlich dividirt Mairan nicht durch die Nachtlänge, sondern er multipliziert die Tageslänge von  $\circ \text{ } 5$  mit der Nachtlänge von  $\circ \text{ } 3$ , und dividirt eben die Tageslänge von  $\circ \text{ } 3$  mit der Nachtlänge von  $\circ \text{ } 5$ . Dieses hat aber seinen Vortheil,

Dem nach soll eine Winternacht mit einem Sonnentag oder eine Som-  
mernacht mit einem Winternag? Sie haben außer der gleichen Länge wei-  
ter nichts gemein. Malran setzt, wenn er die Sommernacht für den  
Sommer, und die Winternacht für den Winter will verstehen wollen, das  
Verhältniß an, und so ist es eben so viel, als wenn er wirklich dacht.  
Wohlente kam ihm in Sinn, daß beym Dichtern unter dem Polarcircul die Wär-  
me für  $\circ$  S unendlich groß, und die für  $\circ$  Z =  $\circ$  würde herauströmen. Und  
da ist er selber zu sehr arbeitsig. Das Quadrat des Sinus der Sonnenhöhe hat  
für keine Bedeutung. Es stimmt bloß auf die Menge und Dichtigkeit der Som-  
merhitzen, nicht aber auf den Eiss gegen eine ebene Fläche an. Nicht die Heize-  
theilchen so aufstößen und daher notwendig wieder zurückfallen, sondern die, welche  
nicht an der Fläche ausfließen, sondern in den zu erweichenden Körper hinangehen,  
vermehrten die Anzahl der Feuertheilchen oder die Wärme desselben. Diefes ist der  
Grund, warum schmelze Körper an der Sonne wärmer werden als weiß. (§ 290.)  
Der Sinus der Wärme-Sonnenhöhe, oder auch, wenn es doch fern sollte, des-  
sen Quadrat mit der Tagelänge multiplicieren, das würde allmählich anzei-  
gen, wenn die Sonne den ganzen Tag über gleiche Höhe hiele. Das Product durch  
die Nachtelänge dicitiren, hat gar keinen Verstand. Jedoch, es ist unthunlich,  
nach höher länger aufzufalten. Ich mische es wenigstens anzuführen, um zu zeigen,  
daß Malrans Versuchen mir nicht unbekant war, und daß ich davon nichts habe  
gebrauchen können.

§. 652.

Eben so gleich mir mit Lulers Versuche in des Comment. Acad. Pe-  
trop. T. XI. 1739, wo richtig vermerket wird, daß da der Sinus der Sonnen-  
höhe die Nacht über negativ wird, dieß das Maas der nöthigen Erklärung  
verstellen dürfte. Diese Vermuthung wird aber bald verworfen, weil die Klitte  
am Winternacht am größten fern müßte, da sie es doch ebenbeu bey Aufgange der  
Sonne ist. Bald darauf wird diese Vermuthung wenigstens als eine Hypothese,  
deren Fehler bekant ist, und deren Verbesserung nachgehlet werden kann, wider  
weggenommen, und dann nach langen Rechnungen wieder verworfen, weil aus  
diesen Rechnungen folgen würde, die größte Klitte auf dem Erdboden müßte in den  
Winternachtsstunden unter dem Äquator fern se.

§. 653.

Was man Malran und Euler durch lange Schläffe und Rechnungen  
nicht erhalten konnten, das suchte Mayer, der Verbesserung der Meubenstein, durch  
kleine Schöpfen zu erhalten, und jede mit jenemselben Erfolge. Seine Schrift,  
womit der 1ste Band seiner Opp. mehr anfängt, ist eine Probe, daß ein wenig  
Durchsichtigkeit oft mehr als die verwickeltesten Rechnungen erachtet. Mayer  
trübt sich, mehr in Form eines Vertriebs als nach jenem Verbauchungen, den  
mündeln Grad der Wärme für jede Polhöhe  $p$ , nach dem Keatunischen Thermo-

wird durch die Formeln  $23 - 2 \cos 2 \varphi$  und  $23 \cos 2 \varphi$  aus. Dieser Grad soll dem eigentlich der sein, den die Orbitsen der planetarischen Körper in der 23ten Höhe verhalten. Wenn diese Linie genau eine Ellipse wäre, so würde Mayer die Größe gewisser haben, und es müßte sich die Coefficienten einer Beschreibung belisten. Der Winkel  $\varphi$  ist übrigens in der That gering. Man sagt leicht, daß Mayer Rücksicht darauf genommen, daß die mittlere Wärme unter dem Äquator ein Maximum unter dem Pol oder ein Minimum sein müßte. Diese Behauptung ist aber durch seinen Ausdruck  $23 - 2 \cos 2 \varphi$  bestätigt. Doch ist aber festlich nicht genug, sondern wird allgemein aus Kostend

$$a + b \cos 2 \varphi + c \cos 4 \varphi + \text{dc.}$$

es auch that.

## §. 654.

Der mittlere Grad der Wärme fällt geringer aus, wenn ein Ort über der Wendekreis erhebt ist. Mayer rechnet auf den Pacific See oder 200 Meilen von dem Nordwestlichen Grad. Hierin ist nach (S. 651.) nur davon gesagt, daß die Wärme nicht nach zeitlicher Progression, sondern immer langsamer abnimmt.

## §. 655.

Bevor sich Mayer, die gelbe Sonnenflecke und Wolkensätze trotz unter großem Vortheile selber nach den Tagen der Sonnenwenden an. Er gibt davon eine Tafel, die so ziemlich nach der Formel  $23 - 23 \cos 2 \varphi$  (Tag) die rechnet ist. Dieses ist nun aber nicht sehr richtig. Mayer behauptet sich nicht, daß unter dem Äquator sich die größte, jedoch die geringste Wärme auf der Sonnenende liegt, und daß unter dem Pol die größte Kälte auf das Ende des Äquats, demnach über 90 Tage nach  $\varphi$  eintritt.

## §. 656.

Die halbe jährliche Veränderung stellt Mayer in einer Tafel vor, die nach 23. 60  $\varphi$  berechnet zu sein scheint. Unter dem Äquator müßte sie also = 0 sein, welches doch nicht ist. (S. 646.) Unter dem Pol ist sie gewiß größer als 12 Nennersche Grade. Denn selbst in Deutschland wird sie nicht geringer sein, als die arktische Grade von  $- 23 \text{ bis } + 27$  gehen, und selbst die größte Veränderung 45 Grade betragt.

## §. 657.

Die jährliche Veränderung läßt Mayer überhaupt nach  $f + x$  setzen, so daß er die Größe  $x$  von dem Tage abzueht, der 3 Monat auf dem Tag der größten Kälte folgt. Doch Reget hat die vorher (S. 656.) angegebenen Annahmen. Unter dem Äquator müßte aber von  $f + x$  als von  $60 + x$  die Rede sein, weil dieselbe zwei Winter und zwei Sommer hat. (S. 636.)

Endlich



## §. 658.

Endlich sieht Mayer die obige Veränderung auf 3 Grade, die größte Tageswärme auf 2, 3 bis 4 Uhr Nachmittag, die kleinste deren Aufgange der Sonne, und proportionirt das übrige Stundenweisse nach Beschaffenheit der Tagestheile, so gut es angehen konnte. Er behauert den Mangel von Beobachtungen, die ihm freilich mehr und bestimmtere Kenntniß würden an die Hand geben haben. Seine Abhandlung ist auch eigentlich nur eine Anleitung, wie man gute Beobachtungen mit einer zwar noch unvollständigen, aber eben nicht ganz schlechten Theorie vergleichen, und beide nach und nach verbessern könne. Es sagt Mayer, haben es von je her die Astronomen gemacht. Sie näherten erst den bloßen Schein an, und nach und nach klärte sich ihnen das Wahre auf.

## Sechstes Hauptstück.

## Anwendung der Theorie auf Beobachtungen.

## §. 659.

Ueber die bey der Berechnung der jährlichen Wärme gesuchte Differential Formel (§. 630.) lassen sich nun eben die Anmerkungen machen, die ich bey §. 626. 627.) über die von der obigen Veränderung gemacht habe. Der Coefficient  $n$  (§. 626.) wird bey beyden notwendig, und die Erklärungszusatzgen  $h$  leidet so, wie  $7$  (§. 627.) einige Veränderung, wenn man auf den Unterschied sieht, daß nicht jeder Boden die Sonnenwärme mit gleicher Stärke nieder aufnimmt oder wieder verliert. Da nun eine solche Veränderung, wo sie nicht ist, ebenfalls eine Veränderung der Coefficienten in den Integralgleichungen noch sey muß, so wird es genug seyn, wenn wir nur die allgemeine Form davon

$$\begin{aligned} v &= A \\ &+ B. f x + b \cos x \\ &+ C. f 2 x + c \cos 2 x \\ &+ \&c. \end{aligned}$$

beschalten, und diese Reihen als sehr schnell convergirend ansehen, (§. 634—636.) so daß kaum mehr Glieder als die hier angezeigten nöthig sind.

## §. 660.

Dieser Ausdruck verwandelt sich ohne Mühe in einem andern von folgender Form

$$v = A + B. \sin (x + \beta) + \gamma. \sin (2 x + \epsilon)$$

welcher zum Gebrauche bequemer ist.

§. 661.

Nach §. 1758 die 11 ältesten Doppelmayerischen Wetterbeobachtungen vornehmen, um die barometrischen Veränderungen mit dem Einflusse zu vergleichen, sotheute ich mir gestattet die folgenden und besten monatlichen Grade des Thermometers aus. Doppelmayer sagt, daß es ein Jahresbeobachtetes sey. Aus den Graden selbst aber läßt es sich schließen, daß es nach der ältesten Jahreszeitlichen Art (§. 111.) eingetheilt gewesen seyn mag. Die Beobachtungen sind ja Nürnberg angeführt, und folgende:

## Beste monatliche Grade.

|       | Januar. | Febr.  | März. | Apr.  | Mai.  | Jun.  | Juli. | Aug.  | Sept. | Oct.  | Nov. | Dec.   |
|-------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| 1733  | — 16    | — 1    | 13    | 27    | 44    | 39    | 50    | 43    | 43    | 33    | 15   | — 17   |
| 1733  | — 7     | — 1    | 3     | 28    | 36    | 40    | 51    | 44    | 37    | 19    | — 4  | — 4    |
| 1734  | — 1     | — 6    | 8     | 20    | 34    | 37    | 47    | 40    | 48    | 23    | — 5  | — 18   |
| 1735  | — 8     | — 7    | 10    | 31    | 39    | 43    | 53    | 49    | 43    | 39    | — 9  | — 3    |
| 1736  | — 16    | — 9    | 7     | 36    | 36    | 40    | 51    | 53    | 38    | 18    | — 5  | — 10   |
| 1737  | — 3     | — 7    | 4     | 15    | 35    | 44    | 52    | 45    | 43    | 20    | — 1  | — 11   |
| 1738  | — 11    | — 11   | 0     | 36    | 40    | 49    | 39    | 53    | 33    | 27    | 0    | — 0    |
| 1739  | — 9     | — 8    | 12    | 6     | 55    | 45    | 55    | 40    | 40    | 18    | — 13 | — 5    |
| 1740  | — 23    | — 28   | — 10  | 13    | 32    | 37    | 47    | 44    | 48    | 18    | 0    | — 5    |
| 1741  | — 7     | — 3    | 0     | 18    | 33    | 38    | 50    | 47    | 34    | 28    | — 16 | — 7    |
| 1742  | — 8     | — 5    | — 3   | 4     | 18    | 48    | 52    | 43    | 35    | 14    | — 1  | — 17   |
| Worst | — 10, 2 | — 4, 8 | 3, 8  | 19, 2 | 25, 5 | 41, 5 | 49, 5 | 44, 4 | 39, 9 | 28, 5 | 1, 7 | — 6, 5 |

## Kleinste monatliche Grade.

|       |         |         |       |      |      |       |       |       |       |        |       |         |
|-------|---------|---------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|---------|
| 1733  | — 43    | — 34    | — 3   | — 7  | 7    | 11    | 19    | 28    | 33    | 0      | — 17  | — 23    |
| 1733  | — 19    | — 25    | — 17  | — 7  | 4    | 37    | 32    | 25    | 3     | — 6    | — 16  | — 23    |
| 1734  | — 24    | — 34    | — 14  | 1    | 6    | 22    | 24    | 25    | 10    | — 1    | — 31  | — 45    |
| 1735  | — 54    | — 59    | — 19  | — 13 | 6    | 18    | 23    | 23    | 18    | — 8    | — 22  | — 22    |
| 1736  | — 45    | — 56    | — 25  | — 3  | 3    | 30    | 19    | 24    | 6     | — 5    | — 29  | — 33    |
| 1737  | — 24    | — 27    | — 13  | — 6  | 13   | 16    | 24    | 18    | 17    | — 7    | — 20  | — 20    |
| 1738  | — 45    | — 36    | — 16  | — 1  | — 4  | 30    | 14    | 24    | 18    | — 3    | — 24  | — 24    |
| 1739  | — 24    | — 18    | — 11  | — 4  | — 4  | 18    | 28    | 24    | 11    | — 13   | — 23  | — 21    |
| 1740  | — 58    | — 51    | — 32  | — 17 | — 2  | 13    | 21    | 25    | 21    | — 16   | — 26  | — 48    |
| 1741  | — 34    | — 19    | — 18  | — 20 | — 5  | 17    | 28    | 22    | 16    | 7      | — 23  | — 29    |
| 1742  | — 48    | — 36    | — 18  | — 16 | 1    | 18    | 24    | 18    | 0     | — 1    | — 17  | — 24    |
| Worst | — 37, 1 | — 20, 0 | 17, 0 | 8, 4 | 3, 9 | 17, 3 | 24, 9 | 23, 9 | 13, 0 | — 4, 5 | 24, 4 | — 24, 9 |

## Der Mittel aus allen.

— 13, 6 | — 17, 4 | — 6, 6 | 5, 4 | 19, 2 | 29, 4 | 36, 9 | 23, 6 | 36, 0 | 8, 5 | — 11, 3 | — 20, 7

und für das ganze Jahr — 4, 6.

§. 662.

Nach diesen Tafeln habe ich die 37te Figur gezeichnet. Die beiden auf 17. Figur festes krummen Linien geben die Längen während des 21. Jahres beobachteten Grades an. Sie sind nicht ganz regular. Es ist aber auch nicht unvernünftig, daß in den 11 Jahren, und in jedem Monate die wahre Längen Grade, wenigstens einmal fast gefunden haben. Die beiden andern Linien zeigen das Mittel aus den größten und kleinsten Graden, und haben schon ziemlich mehr Regularität. Doch mußte ich, um sie regular zu machen, einigemal neben den Punkten vertheilten. Die mittlere Linie gibt das Mittel aus den kleinsten Graden unterstehender Tafel an, und geht sehr scheinlich durch alle Punkte. Die Kurve ist so, wie die Ordinaten für die Werte eines jeden Monats zu verstehen. Ich habe nun, daß, wenn die Ordinaten vom 1. Jan. an 37. Okt. und durch  $\phi$  Grade vergrößert werden, die Natur der mittleren Linie sehr genau durch

$$v = 2,5 + 31,3. \sin(\phi - 32^\circ. 14') + 2,8. \sin(\phi - 62^\circ. 0')$$

vorgestellt wird. Eine Gleichung, welche die der Theorie gemäße Form hat. (S. 660.) Ihre ist die Vergleichung

| Monat.   | Rechnung. | Beobacht. | Monat. | Rechnung. | Beobacht. |
|----------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|
| Januar.  | -24,3     | -23,6     | Jul.   | +37,9     | +36,9     |
| Februar. | -19,3     | -17,4     | Aug.   | +35,8     | +33,6     |
| März.    | -7,3      | -6,6      | Sept.  | +26,1     | +26,0     |
| April.   | +5,8      | +5,4      | Okt.   | +8,2      | +8,5      |
| Mai.     | +20,0     | +19,2     | Nov.   | -9,0      | -11,3     |
| Jun.     | +30,7     | +29,4     | Dez.   | -21,9     | -20,7     |

Man sehe mit, daß der lange und kalte Winter 1740 mit unter den 11 Jahren vertheilt, welcher schon im October anfing. So wird man einermassen begreifen, daß unrichtig die Rechnung für den Dec. Jan. Jahr. und Nov. mehr Mühe angibt, sie deucht für den Nov. jährlich nicht. Sie hält also dennoch das Mittel. Nach der Gleichung fällt die größte Wärme auf den 21sten oder 22sten Jul. Dennoch 4 Wochen nach  $\phi$ .

§. 663.

Folgende Bestimmungen für alle Tage des Jahres sind das Mittel aus den 40jährigen Beobachtungen des Marsch. Polm. (S. 80.) zu Padua, von den. Cosido in Neumannsche Grade verzeichnet.

Mittlere Beobachtungswerte zu Potosi.

|    | Jan. | Febr. | Mart. | April. | May. | June. | July. | Aug. | Sept. | Oct. | Nov. | Dec. |
|----|------|-------|-------|--------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|
| 1  | 1.7  | 4.3   | 7.5   | 9.3    | 14.5 | 14.3  | 10.9  | 11.8 | 10.2  | 17.3 | 11.6 | 6.7  |
| 2  | 4.3  | 4.1   | 7.5   | 9.6    | 14.7 | 18.6  | 21.1  | 21.7 | 10.6  | 17.1 | 11.7 | 6.4  |
| 3  | 4.1  | 4.3   | 7.5   | 10.9   | 14.9 | 13.7  | 11.0  | 21.7 | 20.2  | 17.1 | 11.0 | 6.4  |
| 4  | 4.1  | 4.3   | 7.8   | 11.3   | 14.2 | 13.3  | 11.0  | 11.7 | 19.6  | 19.4 | 10.9 | 6.3  |
| 5  | 3.6  | 4.6   | 8.0   | 13.0   | 15.3 | 13.7  | 11.1  | 21.3 | 20.1  | 16.4 | 11.2 | 6.0  |
| 6  | 3.5  | 4.6   | 8.3   | 11.4   | 15.3 | 13.6  | 11.1  | 11.7 | 20.1  | 16.2 | 10.6 | 6.0  |
| 7  | 3.7  | 4.7   | 8.1   | 11.3   | 15.6 | 13.7  | 11.2  | 21.7 | 20.1  | 15.9 | 10.4 | 6.1  |
| 8  | 3.5  | 4.8   | 8.3   | 11.4   | 15.6 | 13.3  | 11.2  | 11.7 | 20.3  | 16.2 | 9.9  | 5.8  |
| 9  | 3.4  | 5.3   | 8.3   | 11.9   | 15.8 | 13.7  | 11.1  | 21.7 | 20.1  | 15.9 | 10.1 | 5.8  |
| 10 | 3.5  | 5.5   | 8.1   | 11.8   | 15.9 | 13.6  | 11.0  | 21.3 | 20.1  | 15.7 | 9.7  | 5.8  |
| 11 | 3.3  | 5.7   | 8.1   | 12.1   | 16.0 | 13.3  | 11.5  | 21.7 | 20.0  | 15.5 | 10.0 | 5.7  |
| 12 | 3.3  | 5.0   | 8.3   | 11.9   | 16.4 | 13.1  | 11.6  | 11.6 | 19.8  | 15.3 | 10.0 | 5.4  |
| 13 | 3.5  | 5.7   | 8.1   | 12.2   | 16.2 | 13.1  | 11.8  | 11.6 | 19.6  | 15.1 | 9.7  | 5.4  |
| 14 | 3.4  | 5.4   | 8.3   | 12.2   | 16.3 | 13.3  | 11.7  | 11.6 | 19.6  | 14.9 | 9.5  | 5.3  |
| 15 | 3.5  | 5.3   | 8.5   | 12.5   | 16.4 | 13.9  | 11.9  | 11.4 | 19.6  | 14.8 | 9.5  | 5.4  |
| 16 | 3.4  | 6.4   | 8.7   | 11.0   | 15.6 | 13.0  | 11.9  | 11.5 | 19.4  | 14.6 | 9.1  | 5.3  |
| 17 | 3.2  | 5.9   | 8.7   | 13.7   | 15.1 | 13.0  | 11.9  | 11.4 | 19.1  | 14.7 | 8.3  | 5.4  |
| 18 | 3.1  | 6.0   | 9.0   | 13.0   | 15.4 | 13.3  | 12.4  | 11.0 | 19.1  | 14.3 | 8.6  | 5.3  |
| 19 | 3.5  | 6.5   | 9.3   | 13.1   | 16.5 | 13.1  | 12.3  | 11.0 | 18.9  | 14.1 | 8.4  | 5.3  |
| 20 | 3.5  | 6.6   | 9.3   | 13.3   | 15.1 | 13.7  | 12.1  | 10.9 | 18.7  | 13.9 | 8.3  | 5.0  |
| 21 | 3.6  | 6.8   | 9.3   | 13.7   | 16.9 | 13.8  | 12.2  | 11.0 | 18.4  | 13.9 | 8.0  | 5.0  |
| 22 | 3.5  | 6.8   | 9.7   | 13.5   | 16.3 | 13.6  | 12.1  | 11.1 | 18.2  | 13.2 | 7.5  | 4.9  |
| 23 | 3.9  | 7.0   | 9.6   | 14.1   | 16.9 | 13.7  | 12.3  | 11.0 | 18.1  | 13.3 | 7.3  | 4.9  |
| 24 | 3.8  | 7.0   | 9.8   | 14.6   | 17.2 | 13.7  | 12.3  | 11.0 | 18.2  | 13.3 | 7.3  | 4.6  |
| 25 | 3.8  | 6.9   | 9.8   | 14.6   | 17.3 | 13.7  | 12.1  | 11.3 | 18.0  | 13.0 | 7.1  | 4.5  |
| 26 | 3.3  | 5.7   | 9.7   | 14.1   | 17.6 | 13.7  | 12.4  | 11.0 | 17.5  | 12.8 | 7.0  | 4.6  |
| 27 | 3.9  | 7.0   | 9.7   | 13.3   | 17.3 | 13.7  | 12.4  | 11.0 | 17.1  | 12.8 | 7.3  | 4.5  |
| 28 | 4.5  | 7.0   | 9.8   | 13.9   | 17.9 | 13.7  | 12.4  | 10.9 | 17.3  | 12.8 | 7.0  | 4.4  |
| 29 | 4.1  | 6.6   | 9.8   | 4.1    | 17.3 | 13.7  | 12.4  | 10.8 | 17.1  | 12.9 | 7.1  | 4.4  |
| 30 | 4.1  | 6.9   | 9.9   | 4.2    | 18.2 | 13.8  | 13.2  | 10.7 | 17.1  | 12.9 | 6.9  | 4.1  |
| 31 | 4.2  | 6.9   | 10.1  | 4.4    | 18.4 | 13.8  | 13.1  | 10.5 | 17.1  | 12.1 | 6.9  | 4.0  |

Das Thermometer hing in einem Zimmer, das die Mittags-Sonne füllte. Dieser Umstand hat keinen betrüblichen Einfluss auf die Grade, je das Thermometer

ter Jahr. (S. 170 — 176.) Die Winterkälte bringt nie so viel in die Zimmer, als sie in freier Luft herrscht. Eine, etwas anhaltende Sonnenscheibe, zumal bey offener Fenstern, bringt selbst in die gegen Winternacht folgende Zimmer hinein. Es ist aber in Italien, wegen der großen Hitze üblich, den Sommerlichen den Jüngling in die Zimmer zu besorgen, und die Alttagstunden mit Schlafen zuzulassen. Ich kann nur nicht sagen, ob der Maximal-Poent schon Thermometer zu fehlen, anders versehen. Die größte Hitze in den 40 Jahren tritt auf den 23sten Grad des Schwedischen Thermometers, und die größte Kälte auf den 25sten. (S. 30.) Letztere konnte gar wohl gefehlet, und letztere ebenfalls bey einem andern Grade sein. Doch dieses sind besondere Umstände des Ortes, und wollen nur sagen, daß man aus der Tafel auf die Wärme und Kälte der Lasterer Haas in freier Luft nicht so ganz unbedingt schließen könne. Da indessen das Thermometer immer an gleichen Orte blieb, so kann das Mittel aus allen Beobachtungen allerdings die Genauigkeit haben, die es hat. Ich habe die Grade von jedem Monat abget, und die Summe durch die Anzahl der Tage getheilt, um die mittlere Wärme eines jeden Monats zu erhalten. Diese ist folgende:

| Monat. | Grad.  | Monat. | Grad.  |
|--------|--------|--------|--------|
| Jan.   | 3, 69  | Jul.   | 11, 66 |
| Febr.  | 5, 78  | Aug.   | 21, 33 |
| Mart.  | 8, 86  | Sept.  | 19, 11 |
| April. | 11, 62 | Octob. | 14, 63 |
| May.   | 16, 30 | Nov.   | 9, 08  |
| Jun.   | 19, 77 | Dec.   | 5, 34  |

und der mittlere Grad vom ganzen Jahre ist 13, 17.

Nach diesen Zahlen habe ich eine krumme Linie gezeichnet, indem ich die Monate als Abszissen und die Grade als Ordinaten verzeichnete. Die Linie war sehr regular, nur war der aufwärts gehende Theil warmer als der abwärtsgehende, und dieses kommt deswegen, daß die Sommerliche Lager warmer als die Winterliche. Es kann aber auch sein, daß das Thermometer der größten Sonnenscheibe nicht genug angefeuchtet war. So viel fand ich, daß, wenn ich die Grade nach der Formel

$$v = 13,40 + 9,71 \cdot W - 1,25 \cdot W^2$$

berechnete, wo  $v$  oben April an in Gradon gelehrt wird, diese Formel mit den Graden vom October an, bis zum Jahre sehr gut übereinstimmt, hingegen den größten Grad der Wärme, um 1 Grade höher anzeigt, und so in dem Jul. Aug. und Sept. von den Beobachtungen fast eben so sehr und dann immer wiederum weniger abweich.

S. 664.

Wegler liegt noch mehr nach Süden unter der Breite von 36 Gr. 30 Min. Neumann hat bereits mit seinen Thermometer Beobachtungen anstellen lassen. Von der Nachmittagsstunde geht folgender Auszug eines Tages, wie ich nun anzeige, wie vielfach das Thermometer den, oder etwas über einem jeden Grad beobachtet worden. Dasselbe hing auf einem Stange Nordwärts am Schatten.

|       | 1734 | 1 | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|-------|------|---|---|----|----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Jan.  |      |   |   |    |    |    |    | 1 | 4  | 8  | 9  | 4  | 4  |    |    |    |    |    |
| Feb.  |      |   |   |    |    |    |    |   |    |    |    |    | 1  | 7  | 3  |    |    |    |
| März  |      |   |   |    |    |    |    |   |    |    |    |    | 9  | 10 | 5  | 1  |    |    |
| April |      |   |   |    |    |    |    |   |    |    |    |    | 1  | 5  | 5  | 5  |    |    |
| May   |      |   |   |    |    |    |    |   |    |    |    |    | 6  | 16 | 7  | 1  |    |    |
| Jun.  |      |   |   |    |    |    | 1  | 8 | 3  | 1  | 6  | 7  | 3  |    |    |    |    |    |
| Juli  |      |   |   |    | 1  | 14 | 13 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1736  |      |   |   |    |    |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Jan.  |      |   | 1 | 4  | 10 | 10 | 2  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Feb.  | 1    | 4 | 8 | 11 | 4  | 1  |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| März  |      |   | 1 | 5  | 17 | 5  | 3  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Apr.  |      |   |   | 1  | 5  | 7  | 10 | 5 | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| May   |      |   |   |    |    | 1  | 9  | 5 |    | 13 | 3  | 7  |    |    |    |    |    |    |
| Jun.  |      |   |   |    |    |    |    |   |    | 1  | 6  | 10 | 3  | 3  |    |    |    |    |
| Juli  |      |   |   |    |    |    |    |   |    |    |    |    | 4  | 4  | 7  | 7  | 8  | 1  |
| Aug.  |      |   |   |    |    |    |    |   |    |    |    |    | 1  | 7  | 14 | 8  | 8  | 1  |
| Sept. |      |   |   |    |    |    |    |   |    |    |    |    | 3  | 5  | 11 | 8  | 3  |    |
| Oct.  |      |   |   |    |    |    |    |   |    |    |    |    | 4  | 4  | 5  | 7  | 2  | 1  |
| Nov.  |      |   |   |    |    | 5  | 3  | 6 | 16 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Dieses ergiebt sich für jeden Monat die mittlere Grade, wenn ich diejenigen befolge, die, der Construction zufolge, die meisten miseln sein mögen.

|      | 1735  | 1736  |       | 1735 | 1736  |       |       |
|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Jan. |       | 14, 1 | 13, 8 | Jan. | 23, 6 | 24, 5 | 24, 4 |
| Feb. |       | 13, 6 | 13, 7 | Feb. | 23, 9 | 25, 0 | 25, 0 |
| März |       | 15, 3 | 15, 0 | März | 23, 7 | 23, 1 | 23, 1 |
| Apr. |       | 16, 6 | 17, 3 | Apr. | 22, 0 | 20, 6 | 20, 4 |
| May  |       | 18, 9 | 19, 8 | May  | 18, 3 | 16, 4 | 17, 4 |
| Jun. | 19, 8 | 22, 0 | 22, 2 | Jun. | 15, 2 |       | 15, 1 |

Da diese Beobachtungen nur von 1½ Jahren sind, so wagen sich die zufälligen Umstände dieser Jahre zu viel mit ein, als daß das Mittel ganz zuverlässig seyn sollte.

## §. 665.

Die Insel Bourbon des Madagaskar liegt unter der Polhöhe von 20 Gr. 31 Min. zwischen dem Äquator und dem südlichen Wendekreis. Die Sonne geht daselbst 2 Monate nach dem Scheitelpunkt vorbei. Dieses macht die Wärme vom Nov. bis in Febr. ziemlich gleich. Cossigny beobachtete daselbst das Neumannsche Thermometer 11 Monate durch. Folgende Tafel giebt an, wie oft es bey jedem Grade gefunden.

|            | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1727. Apr. |    |    |    | 1  | 2  | 12 | 11 | 4  |    |
| May        |    |    | 4  | 7  | 9  | 10 | 1  |    |    |
| Jun.       |    | 6  | 10 | 10 | 4  |    |    |    |    |
| Jul.       | 1  | 4  | 18 | 8  |    |    |    |    |    |
| Aug.       | 9  | 15 | 5  | 1  |    | 1  |    |    |    |
| Sept.      |    | 9  | 17 | 4  |    |    |    |    |    |
| Oct.       | 1  | 8  | 12 | 8  |    |    |    |    |    |
| Nov.       | 1  | 1  | 4  | 6  | 12 | 6  |    |    |    |
| Dec.       |    | 1  | 5  | 9  | 11 | 3  |    |    |    |
| 1734. Jan. |    |    | 2  | 6  | 5  | 9  | 5  | 3  | 1  |
| Febr.      |    |    | 1  | 1  | 3  | 9  | 8  | 7  |    |

Wenn dieser Jahresgang nicht zu viel irregulär gewesen, so müßten die mittlern Grade folgende seyn.

|       |      |      |      |       |      |
|-------|------|------|------|-------|------|
| Jan.  | 25,7 | May  | 24,2 | Sept. | 21,8 |
| Febr. | 25,9 | Jun. | 22,9 | Oct.  | 22,6 |
| Mart. | 25,8 | Jul. | 21,9 | Nov.  | 23,9 |
| Apr.  | 25,3 | Aug. | 21,5 | Dec.  | 24,9 |

## §. 666.

Zu Pondichéry unter 11°. 55' nördlicher Breite, hat Cossigny einen Beobachtungsposten gefunden, der auf ein Beobachen des Neumannsche Thermometer eines Zeit beobachtet hat. Folgende Tafel giebt an, wie oft es bey jedem Grade gefunden.

|                | 31 | 22 | 23 | 24 | 15 | 16 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 12 |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 7 3 6. Sept. |    |    |    |    | 4  | 5  | 7  | 3  |    |    |    |    |
| Oct.           | 1  | 1  | 3  | 8  | 6  | 10 |    |    |    |    |    |    |
| Nov.           | 5  | 5  | 11 | 3  | 5  |    |    |    |    |    |    |    |
| Dec.           | 5  | 15 | 6  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1 7 3 7. Febr. |    |    | 4  | 13 | 18 |    |    |    |    |    |    |    |
| März           |    |    |    |    | 16 | 14 |    |    |    |    |    |    |
| Apr.           |    |    |    |    | 1  | 8  | 15 |    |    |    |    |    |
| Maj            |    |    |    |    |    | 1  | 14 | 22 | 1  |    |    |    |
| Jun.           |    |    |    |    |    |    |    | 10 | 9  | 8  |    |    |
| Jul.           |    |    |    |    |    |    | 1  | 7  | 8  | 3  |    |    |
| Aug.           |    |    |    |    | 4  | 12 | 8  | 5  | 1  |    |    |    |
| Sept.          |    |    |    |    | 7  | 8  | 10 | 1  |    |    |    |    |
| Oct.           | 1  | 4  | 3  | 3  | 3  | 8  | 5  |    |    |    |    |    |
| Nov.           | 3  | 5  | 11 | 6  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Dec.           |    | 4  | 10 | 8  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1 7 3 8. Febr. |    |    |    | 7  | 11 | 7  |    |    |    |    |    |    |
| März           |    |    |    |    | 11 | 19 |    |    |    |    |    |    |
| Apr.           |    |    |    |    |    | 5  | 13 | 5  |    |    |    |    |
| Maj            |    |    |    |    |    |    |    | 9  | 6  | 4  | 7  | 3  |
| Jun.           |    |    |    |    |    |    |    | 3  | 19 | 5  |    |    |
| Jul.           |    |    |    |    |    |    |    | 5  | 13 | 11 |    |    |
| Aug.           |    |    |    |    | 4  | 1  | 6  | 8  | 8  |    |    |    |
| Sept.          |    |    |    |    | 7  | 5  | 14 | 1  |    |    |    |    |

Die Beobachtungen vom Jenner sehn keine neue. Doch diese Menge würde leicht zu ersehn seyn, wenn die übrigen Beobachtungen wegen beschränkter Uebersicht des Ortes nicht allseits von dem wahren Mittel abwichen. Man sieht aus der Tafel, daß 1737 der Januar, und 1738 der May die meiste Wärme hatte. Und doch geht die Sonne erst den 21sten Aug. das zweitemal durch den Scherstein. Es sind nun aber in beiderigen Uegenden die kaltesten Winter, und die in gewissen Plätzen härtesten Regen, welche eine starke Kälte zu machen im Stande sind. November wäre demnach gut gewesen, wenn er, nach seinem Orte gemessen auch die Wärme selbst hätte aufzuweisen lassen.

S. 667.

Um nun zu sehen, inwiefern diese Ungewöhnlichkeit bestehn, habe ich für die Pölsche von 11°. 44', welche die Hälfte der größten Schiefe der Erdaxe ist,



die jährliche Sonnenelone nach der allgemeinen Formel (§. 633.) berechnet, und findet, daß sie überaus

$$\begin{aligned} & y = 1,42356 \\ & + 0,12220. f x - 0,09775. \cos x \\ & + 0,02643. f^2 x + 0,01761. \cos 2 x \\ & - 0,00018. f^3 x - 0,00006. \cos 4 x \end{aligned}$$

ist. Daraus berechnet ich folgende Tafel:

|   |    |         |   |    |         |
|---|----|---------|---|----|---------|
| Y | 0  | 1,42356 | Δ | 0  | 1,33217 |
| W | 0  | 1,43712 | Π | 0  | 1,47282 |
| W | 15 | 1,47357 | Π | 15 | 1,41883 |
| U | 0  | 1,49812 | X | 0  | 1,37811 |
| S | 0  | 1,52828 | X | 0  | 1,38404 |
| R | 0  | 1,54267 | ∞ | 0  | 1,34031 |
| R | 15 | 1,54877 | ∞ | 15 | 1,34611 |
| Q | 0  | 1,55050 | K | 0  | 1,26958 |

Wie früher die größte Hitze auf der Erde des Augustus, und die geringste auf der Erde des Januars ist. Nach den Beobachtungen aber müßte dieselbe die Mitte des Junius und des Decembers angenommen werden. Also müßte die Wärmung im Sommer um 2 Monat, und im Winter um 1 Monat früher als sie ohne die vorerwähnten Winde und Regen sein müßte. Nach der auf der achten zum 180 S. gedruckten Kupferstich angebrachten Jahreszeitlichen Eintheilung, und der Nachsorg müßige, würde die

|             |   |   |         |
|-------------|---|---|---------|
| Sommerhitze | 1 | 1 | 501 Gr. |
| Winterhitze | 7 | 7 | 69 —    |

seyn. Diese treffen mit dem Neumannschen 28ten und 16, 7ten Grade überein. Die Beobachtungen gehen beyde nur 2 bis 3 Grade größer an. Ob dies aus dem Grunde ist, was zwischen in Serien 50, und im Georgii 39 Gr. zu finden ist, (§. 152.) das mag hier dahin gestellt seyn. In dem ersten Erdtrich: sind die jährlichen Veränderungen der Wärme geringe. Und desto mehr fließen die besondern Umstände des Orts desto mehr andere Bestimmungen geben.

§. 666.

In den Beobachtungen sind die jährlichen Veränderungen auf größten, zu gleich aber auch von eignen Jahren zum andern im ersten vertheilt. Dies ist das, daß man das Mittel aus sehr vielen Jahren nehmen muß, wenn man das was in den jährlichen Veränderungen der Wärme deutlich ist, von dem Zufälligen abstrahiren und es besonders bestimmen will. Wergemann hat sich die Mühe gegeben, die von 1723 bis 1757 während 34 Jahren von Celsius, Strömer, Senner und Mallat angestellten Beobachtungen auf das sächsische Thermom:

¶

ter (§. 115.) zu reduciren, und von 10 zu 10 Tagen das Mittel aus allen zu be-  
rechnen. Er fügte noch für 7 Jahre das Mittel aus den nächstlichen und einmäl  
liches Beobachtungen bey. Ich habe daraus für jeden Monat das Mittel be-  
rechnet, indem ich die von 10 zu 10 Tage angegebene mittlere Grade zu-  
nehmen addirte, und den  $\frac{1}{2}$  Theil von der Summe nahm. Den Erfolg stellt folgende  
Tafel in Graden des schwedischen Thermometers vor:

| Monat.    | Mittlere<br>Grade. | Mittel von<br>Morgen u.<br>Abend. | Mittel der<br>Nachmittags-<br>temperature |
|-----------|--------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| Januar    | - 4,5              | - 6,1                             | - 3,7                                     |
| Februar   | - 3,8              | - 5,2                             | - 2,5                                     |
| März      | - 1,6              | - 4,7                             | + 1,4                                     |
| April     | + 3,7              | - 0,1                             | + 7,4                                     |
| Mai       | + 8,8              | + 4,4                             | + 13,3                                    |
| Juni      | + 15,3             | + 10,0                            | + 10,4                                    |
| Juli      | + 16,7             | + 11,6                            | + 21,7                                    |
| August    | + 13,4             | + 11,1                            | + 19,8                                    |
| September | + 11,1             | + 7,5                             | + 15,0                                    |
| October   | + 5,8              | + 3,4                             | + 8,2                                     |
| November  | + 0,6              | - 1,3                             | + 3,8                                     |
| December  | - 2,6              | - 3,5                             | - 1,7                                     |

Ich construirte die Tafeln der ersten Columne als Ordinaten, deren Ab-  
scissen die Monate waren, und suchte sie sich regular, so daß wenn  $x$  in Graden  
von 19ten Theil an gezeiget wird, die Formel

$$y = 5,6 + 10,7 \cdot f x + 0,7 \cdot f(3x - 70^{\circ})$$

sehr genau eben die Linie gab, die sich durch die Endpunkte der Ordinaten  
durchziehen ließ. Diese Formel ist aus den Beobachtungen hergeleitet, und dem-  
nach so, wie die Beobachtungen selbst von den Umständen des Orts abhängig,  
welche vermuthlich auch der gelehrt, daß das Thermometer nicht an freier Luft  
war, (§. 172.) mittelst Wargentin ausdrücklich das Eigenthümliche sagt. Ich be-  
rechnete nun nach der allgemeinen Formel (§. 613.) die plötzliche Wärme für den  
Kosten Grad der Breite, und suchte die Mischung

$$y = 0,2183 + 0,1300 \cdot f x - 0,3500 \cdot \cos x \\ - 0,0329 \cdot f^2 x - 0,0219 \cdot \cos^2 x \\ + 0,0022 \cdot f^4 x + 0,0004 \cdot \cos^4 x,$$

und mittelst dieser folgende Werthe von  $y$ .

| Zeitraum. | $y$    | Zeitraum. | $y$    |
|-----------|--------|-----------|--------|
| o V       | 0,4067 | o D       | 1,0958 |
| o W       | 0,7020 | o E       | 0,8525 |
| o H       | 1,0547 | o F       | 0,5441 |
| o S       | 1,3607 | o G       | 0,2205 |
| o R       | 1,5042 | o M       | 0,2132 |
| o T       | 1,4322 | o X       | 0,2366 |

Nach diesen Zahlen habe ich nun die krumme Linie der 35ten Figur gezogen. Die 14. Figur. Figur hat zur Rechten den Maasstab für die Ordinaten  $y$ . Zur Linken habe ich die Grade des schwedischen Thermometers aufgetragen, so, daß die größten und kleinste Ordinaten mit den beobachteten Graden (§. 667.) zusammenpassen. Nach dieser schwedischen Staffelmessung trug ich nun die beobachteten Grade als Ordinaten auf, und zeichnete die Eckpunkte derselben durch  $o$ , in deren Mitte ein Punkt  $z$ . Man sehe, daß die Ordinate vom Beobachter allein aufgenommen, die übrigen von der Rechnung sehr wenig abweichen, und daß die Abweichung noch geringer wird, wenn man die nach der Rechnung gezeichnete Linie um einige Tage vorwärts schiebt, aber die scheinliche Erleuchtungsdauer  $z$  kleiner als  $z$  liegt (§. 639.) Diese geringe Abweichung, zumal in einem Grade, wo die Jahresgänge an Wärme und Kälte so sehr verschieden sind, zeigt man, daß die Voraussetzung, (§. 607.) die ich auf den Erfolg hatte aufkommen lassen, ganz gut angeht, wenn man aus verschiednen Beobachtungen das Mittel nimmt. (§. 639.)

## Siebentes Hauptstück.

### Vertheilung der Sonnenwärme unter der Erde.

§. 669.

Die Wärme ausgenommen, die durch die an einem feuererhellenden Berge liegen, ist die Erdenwärme überhaupt geringer als die Winterhitze. Die Wärme, welche durch die Erde von der Sonne nicht, vertheilt sich unter der Oberfläche so, daß sie sich einem bestimmten Grade nähert, und diese Näherung würde, überhaupt betrachtet, logarithmisch seyn, wenn die Oberfläche alle Tage gleich viel Wärme empfinge und nicht verlor (§. 137.) Diese gleichförmige Erwärmung kommt nur die Winter unter dem Äquator am nächsten. Wie würde man denn die Beobachtungen anstellen, um die Abhängigkeit der logarithmischen Linie ausfindig zu machen?

§. 670.

In Europa herrscht in der jährlichen Erdenwärme und Kälte ein viel Ungleichheit, und besteht darin, daß die Veränderungen an der Oberfläche bis in eine gewisse Tiefe gleiche Veränderungen unter der Erde auch sich zeigen. Maßlichweise aber werden diese Veränderungen in größeren Tiefen geringer, und die Wärme erfährt sich desto weniger von ihrem Ursprungslande. Eine Folge hiervon ist, daß die innere Theile der Erde, so sich betrachten, im Sommer wärmer, im Winter aber kälter sind, oder in Vergleichung mit der Erdoberfläche oder der äußern Luft den Vortheil des Wärmestoffs haben, und zwar so sehr, daß man vor des Mariotte Versuchen dieses Gegenstand durchgehends glaubte. (S. 152 — 156.)

§. 671.

Nach Mariotte ist nur nur Galus bekannt, der in Rücksicht auf die Veränderungen der Wärme unter der Erde einige Versuche angestellt hat, wovon oben (§. 152.) die wichtigsten verzeichnet. Galus erstreckt aber seine Beobachtungen nur bis so weit man gewöhnlich glaubt, daß der Frost eindringe, nämlich bis auf 3 Fuß. Und dieses nur zu seiner Absicht genug, um der Einrichtung seines Thermometers gemäß. Es schien also, um die Vertheilung der Wärme unter der Erde vollständiger Beobachtungen zu machen. Und dazu entschlöß sich auf seinem Königlichen Ort, ein gewisser Kaufmann in Jülich im Jahr 1762.

S. 671.

Herr Otterfch in dem Garten auf seinem vor der Stadt Jlich gelegenen landt-  
gasse Thermometer mit Röhren von bequemer Länge an einem Orte eingegraben, der  
dem Sonnenhitze und allen Abweichungen des Winters frey ausgeficht war. Die  
Kugeln der Thermometer waren  $\frac{1}{2}$ , 1, 2, 3, 4, 5 Fuß tief, und die Röhre  
etwas lang genug, daß die Surface nicht über der Erde empor stand. Die Ther-  
mometer waren mit Weingeist gefüllt, weil dieser sich leicht ausdehnet, und der  
in der Röhre befindliche Theil zu dem in der Kugel ein unmerkliches Gefälle  
machte, als wenn Quecksilber gebraucht worden wäre. Die Circulation war  
nach des NECHALL de CARST Art gemacht (S. 125.) und die Grade waren  
 $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{2}$  Zoll groß. Was kann hiemit abnehmen, daß die Röhren in Ver-  
gleichung mit den Kugeln sehr dünn waren. Und dieses mußte auch seyn, wenn  
richtigerhandt Beschläßung sehr gering seyn sollte. Denn eigentlich wollte man  
bey jedem Thermometer die Wärme wissen, die in der Tiefe der Kugel statt fu-  
hr, nicht nicht die in den verschiedenen Theilen der Röhre. — Das 6 Fuß tiefe  
Thermometer ließ Herr Otter nicht gleich Anfangs eingegraben, sondern erst nachdem  
ihm Beobachtungen von einigen Monaten gelehet hatten, daß es in solcher Tiefe  
noch beträchtliche Veränderungen giebt. Er schuf die Beobachtungen 4 Jahre  
lang, die kurz vor seinem Tode, sur. Er schickte nur sie im Jährling 1748,  
da ich dann eine ziemlich vollständige Abhandlung davon machen ließ, denn, wenn  
sie bey dem Zurückschicken verlesen gehen sollten, sie so ziemlich wieder hergestellt  
werden konnten.

Es hatte sich nun Herr Otter nicht bloß die Wärme gegeben, den Stand  
der Thermometer aufzuzeichnen. Er beobachtete sie halbe und ganze Weizen das  
Winkel aus dem Grade eines jeden Thermometers, indem er sie zuersterm abtrieb,  
und die Summe durch die Anzahl der Beobachtungen theilte. Auch bemerkte er  
die größten und kleinsten Höhen, und nahm von diesen besonders das Mittel, weil  
das von jetzt ist merklich verschieden war, und sich immer beträchtlich ver-  
änderte. Nach dem Herr Otter auch das trache Mittel für jeden Monat aller 4 Jahre, dar-  
mit, was ernd das eine Jahr zu viel oder zu wenig hätte, durch die übrigen ab-  
geglichen wurde. Dieses gab ihm in  $\frac{1}{2}$  Theilen des de CARST'schen Thermome-  
ters folgende Tafel:

Die Tafel ist eine quadratische Tafel, mittel ungleichmäßig, welche die 11. 11. 11.  
und die 11. 11. 11. Tafel ungleichmäßig mittel ungleichmäßig, welche die 11. 11. 11. 11.  
und die 11. 11. 11. 11. Tafel ungleichmäßig mittel ungleichmäßig, welche die 11. 11. 11. 11. 11.

$$a^2 + (x + b) \cdot a + (x + d) \cdot 1 = 0$$

| Monat.     | Auf Tiefen der Thermometer unter der Erde. |      |      |      |      |      |
|------------|--------------------------------------------|------|------|------|------|------|
|            | 1                                          | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
| Januar.    | - 84                                       | - 80 | - 74 | - 68 | - 60 | - 50 |
| Februar.   | - 80                                       | - 75 | - 70 | - 70 | - 64 | - 54 |
| März.      | - 79                                       | - 72 | - 65 | - 59 | - 53 | - 48 |
| April.     | + 3                                        | - 10 | - 16 | - 28 | - 29 | - 32 |
| Mai.       | + 22                                       | + 13 | + 11 | + 3  | - 2  | - 6  |
| Juni.      | + 31                                       | + 38 | + 33 | + 26 | + 28 | + 21 |
| Juli.      | + 54                                       | + 41 | + 40 | + 33 | + 33 | + 28 |
| August.    | + 41                                       | + 40 | + 38 | + 34 | + 36 | + 31 |
| September. | + 24                                       | + 22 | + 21 | + 25 | + 29 | + 28 |
| October.   | - 12                                       | - 16 | - 13 | - 7  | + 2  | + 6  |
| November.  | - 48                                       | - 45 | - 42 | - 30 | - 21 | - 13 |
| December.  | - 79                                       | - 71 | - 65 | - 56 | - 45 | - 36 |
| Wend.      | - 12                                       | - 13 | - 17 | - 16 | - 13 | - 11 |

## §. 674.

Nach dieses Tafels habe ich für die 1, 2, 4, 6 Fuß tiefen Thermometer eben so viele horizontale Linien gezeichnet, die Declination aber für den nur 3 Zoll mehr durch o angegeben, eheils um die Figur nicht zu verwirren, eheils auch weil dieses Thermometer noch mehrere Tafeln durch hätte müssen verhandelt werden, um ihnen mehrere mittlere Gang bezeichnen zu können. Wenn Sie die zu Cassin'sche Eintheilung, und durch diese o habe ich die Abweichung gegeben und die Wärme oder eigentlich die mittlere Lage derselben durch die Aufsteigung nachfolgend angezeigt. Man sieht aus der Figur ohne Mühe, das wäre die Erde die größte Wärme und die größte Kälte beide hätte erreicht, je tiefer der Ort ist. 3. U. in der Tiefe von 6 Fuß fallen diese Zeiten auf den Anfang des September und des März. In noch größeren Tiefen noch später. Wenn demnach die Wärme in einem Erdern, die wir nicht mehr, nicht höher denn führt, § 573. 574. so sieht dieses gezeichnete Tafel, daß in der Thatung ja der Kälte nicht tiefer Erde, sondern daß ist, wodurch die Wärme sich mit leichter Fortgang.

## §. 675.

Die in der Figur gezeichneten Linien haben überhaupt eben die Gestalt, welche die für die letztere Sonnenwärme gezeichneten haben. Sie lassen sich denn auch eben so durch Gleichungen von der Form

$$e \text{ um } a. f (b + x) + c. f (d + 2x) + \&c.$$

verstellig machen. Und wenn man sie nach der obigen allgemeinen Gleichung (§. 633.) berechnen will, so muß die Subtangente  $\delta$  größer angenommen werden, damit die größte und kleinste Wärme später eintreffe. Der Zusatz der Secante mehrer ist zwar ebenfalls, jedoch für gleiche Tiefe, in beständiger Proportion geringer. Dieses ändert demnach nur die für  $v$  zum Grunde liegende Einheit, weil die daher entstehende Verminderung das ganze Jahr durch nach einerley Verhältniß sich geschieht. Denn setzt man in der Formel (§. 631.)

$$v \cdot e^{x:\delta} = f a^{x:\delta} q dx + \text{Const.}$$

in  $q$  anstatt  $q$ , so daß  $n$  beständig ist, so erhält man

$$v \cdot e^{x:\delta} = n \cdot f a^{x:\delta} q dx + n \cdot \text{Const.}$$

und damit für einerley Zeit  $x$

$$v: v' = x: n,$$

wenn nemlich die Subtangente  $\delta$  bereits ihren bestimmten Werth hat. Man erhält also allgemeinere (§. 633.)

$$\begin{aligned}
 v &= A n \delta - B n \delta \cdot \frac{\delta \cos x - f x}{x + \delta \delta} \\
 &\quad - C n \delta \cdot \frac{\cos x + 2 \delta f x}{x + 4 \delta \delta} \\
 &\quad + \delta c.
 \end{aligned}$$

Und da gegen die Mitte der stärksten Zone, wo eben Järch unter  $47^{\circ}$ .  $35'$  Breite liegt, die Coefficienten  $C$ ,  $D$ ,  $\delta c$ . sehr klein sind, (§. 634.) so wird  $v$  so ziemlich genau ein Maximum oder ein Minimum, wenn der Ausdruck

$$- \delta \cos x + f x$$

ein solches wird. Wenn setze  $\delta = \tan x$ , so ist

$$- \delta \cos x + f x = \frac{f(x - x)}{\cos x}$$

folglich  $v = \text{max.}$  Wenn  $x - x = 90^{\circ}$

und  $v = \text{min.}$  Wenn  $x - x = 270^{\circ}$

18. Das  $\alpha$  stelle demnach in Oben die Zeit von dem Sonnenwenden bis zum Tag der gelben Wärme oder Klärung vor, und trag  $\alpha$  um  $\beta$  grade die Länge der Luftzeit ganz. Als dann die Jahr Zeit  $\alpha < 90^\circ$ , und so verhält sich die gelbe Wärme und Klärung in der Erde einigens über die Zeit der Nachtgleichen.

§ 675.

Die Natur, so wie die Tafel, zeigt ferner, daß die Declination sich mehr grad über  $\alpha$  erheben als sich unter  $\alpha$  vermindern, und die Verhältnisse ist so deutlich, wie 4 28 7. In diesem Monat das von MICHELL de CRIST benannte Tempus de la terre oder der  $\alpha$  Grad eines Thermometers in Blech eingestrichen, und nachher MICHELL de CRIST es in einem tiefen Brunnen in Rochelle oder in grad dort heraus hat finden wollen.



# Register.

**A**  
 Acondens der Gase ihre Thermome-  
 ter §. 29-32.

Alper, monatliche Wärme des §. 664.  
 Anzeigen verfährt nach auf die un-  
 fehrliche Thermome-  
 ter §. 56. für Thermome-  
 ter §. 76-78.  
 Verfahr §. 76-78.

Arbeiten, wie die Zugmaschine bei ja-  
 stant §. 62.

Arzney, ihre Verfahr §. 367, 422.

Ausführung der Wärme §. 416.

Ausführung der Wärme §. 426.

Ausführung durch den Frost §. 147.

Ausführung §. 111. erden §. 121.

Ausführung §. 129.

Ausführung, wie sich die Wärme of-  
 an einem Hause, wenn es nicht ein-  
 treiben §. 467.

Blau-er §. 16.

Blau-er §. 6. 37. ihre Eigenschaften der  
 Wärme §. 102.

Blau-er §. 30.

Blau-er §. 117.

Blau-er ihre Wärme des §. 665.

Blau-er §. 99.

Blau-er und Wasser §. 157-181.

Blau-er sich bei Vergleichung der Thermo-  
 meter §. 111. bringt das Quecksilber  
 zum Sieden §. 189.

Blau-er §. 165.

Blau-er §. 124.

Blau-er, ihre Thermome-  
 ter §. 115. findet.

bei der Luft in der Erde ausgesetzt  
 §. 230.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 664, 666.

Blau-er §. 71. ihre Thermome-  
 ter Beobachtungen §. 79.

Blau-er ihre Verfahr §. 492.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.

Blau-er §. 217.





Samen §. 45.  
 Saft (P. Falsch) §. 21.  
 Schmelzkrast desfelben §. 101.  
 Schmelzkrast der Wärme §. 151.  
 Schmelzkrast §. 155.  
 Schmelzkrast der Wärme §. 251.  
 Schmelzkrast §. 25.  
 Schmelzkrast gewöhnlicher Materien §. 455.  
 Schmelzkrast §. 455, das Schmelzkrast  
 §. 471-479.  
 Schmelzkrast §. 54-56.  
 Schmelzkrast, wie viel sie enthalten §. 551.  
 Schmelzkrast §. 190-191.  
 Same wider die Körper ungesch §. 275.  
 279-281, über die §. 174.  
 Sarsaparilla nach Blaur verfertigt  
 §. 282, nach der Luft §. 281, Durch-  
 schneidung §. 271.  
 Sarsaparilla wider die Luft §. 256.  
 Saure, diese zu sein von ihrer Natur im  
 Feuer §. 287, gibt die Natur der  
 Erde an §. 117.  
 Sarsaparilla §. 99.  
 Saure §. 667.  
 Saure der Wärme §. 472.  
 Saure, ihrer Natur der Wärme §. 106.  
 Saure wider die Zusammenziehung der  
 Luft §. 13.  
 Zahl von beobachteten Strahlen der Wärme  
 §. 108.  
 Saure, dessen Wärme §. 107.  
 Salze Sarsaparilla §. 509.  
 Sarsaparilla, was alle Natur der Erde zu-  
 geschrieben §. 117, Lebenskrast der §. 245.  
 Sarsaparilla §. 117.  
 Saure §. 30-50.  
 Saure §. 79.  
 Saure Wasser in großer Hitze §. 217-220.  
 Saurewasser (S.) ein Brennstoff §. 154-  
 15.  
 Saure, wie viel der Zusammenziehung der Wärme  
 sie geht §. 459.  
 Saure, welcher wesentliche Wärme beifügt  
 §. 607.

Verdichtung der Wärme, die Wärme §. 101.  
 Wärme, ein Brennstoff §. 100, die Wärme  
 desfelben §. 100, 200.  
 Wärme §. 100, die Wärme der Wärme  
 Wärme §. 25.

## X.

Wärme, ihre chemische Verbindung mit der  
 leuchtigen Erde §. 26, ihre Kraft in  
 der Luft §. 46, wie sie in Körpern ist  
 §. 212 f. in verschiedenen Körpern ist  
 §. 474. ihre Kraft in den Körpern  
 §. 474-475, ihre Schmelzkrast §. 474-  
 475, Zahl von ihren Strahlen §. 508.

Waage, eine für empfindliche für kleine  
 Gewichte §. 439.

Waage §. 567.

Waage, welche, sich beobachtet §. 114.  
 Waage, welche zu kleinen Wärme mehr  
 empfindlich als die Waage, aber we-  
 niger die Waage §. 908. Anwendung  
 davon §. 485, 487.

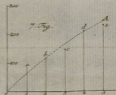
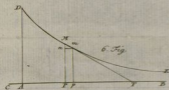
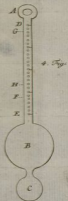
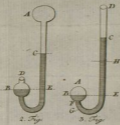
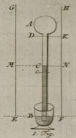
Waage §. 204.  
 Waage (Celsius) §. 11, die Waage  
 §. 91, welche die von Celsius  
 §. 26, ihre Beobachtung der Wärme  
 §. 100, 102, die Waage  
 §. 177, 178.

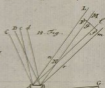
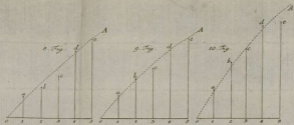
## X.

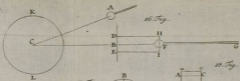
Waage, ein Vertheil von Waage §. 109.  
 Waage §. 25, die Waage über die  
 Schmelzkrast der Wärme §. 141-145.  
 Waage beobachtet die Natur der Erde §. 245-  
 473, ihre Verbindung zur Verbindung  
 der Wärme §. 475.

Waage, welche die ihre Temperatur  
 mit der von der Luft ist §. 100 f.  
 Waage der Wärme §. 100, welche  
 in einem Körper der Wärme §. 101, die  
 Waage §. 411.

Zusammenziehung der Körper, die  
 Waage §. 474, nach der Zusammenziehung  
 §. 420 f. nach Waage §. 416 f. die  
 Waage §. 442 ff.



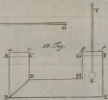




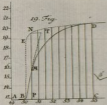
16. Fig.



17. Fig.



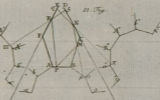
18. Fig.



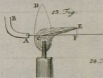
19. Fig.



20. Fig.



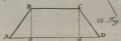
21. Fig.



23. Fig.



24. Fig.

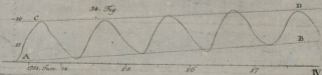
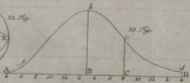
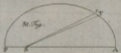
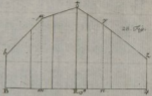
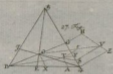


22. Fig.



25. Fig.

2000  
1000



1781. Jan. 14

15

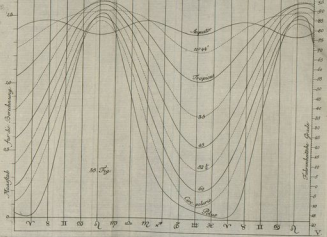
16

17

IV



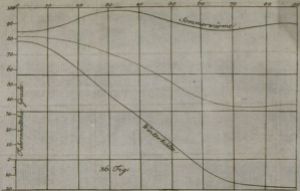
*Stündliche Erwärmung der Erde*



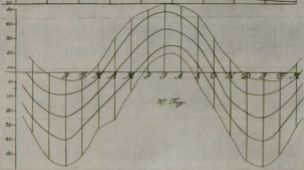
Morgens 6 Uhr

Abends 6 Uhr

Polhöhen



36. Fig.



37. Fig.

