

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 Summe oder den ganzen Vorrath derselben in beliebigen Absichten. Sie kömmt in vielen Fällen mit dem überein, was wir Menge der Feuertheilchen nennen können. Es giebt aber auch Fälle, wo ein Unterschied gemacht werden muß, sofern nemlich von gleich vielen Feuertheilchen ungleich viel Wärme entsteht, wenn sie nicht in einerley Art von Körpern sind. (§. 309.) Das Wort Wärme bezieht sich auf die Kraft der Wärme, ohne Rücksicht auf die Menge von Feuertheilchen, so dazu erfordert wird.

§. 516.

Die leichteste Art, sich diese Unterschiede deutlich vorzustellen, ist, wenn wir uns zween Körper, von einerley Materie aber, ungleicher Größe gedenken. Bey einerley Grad der Wärme werden wir doch sagen müssen, daß der größere mehr Wärme enthalte als der kleinere. Und man sieht ohne Mühe, daß, da die Stärke oder Kraft der Wärme in beyden gleich ist, die Menge der Wärme nach Maaße der Größe der Körper zunimmt.

§. 517.

Sind hingegen die Körper von gleicher Materie und Größe aber ungleich warm, so werden wir ebenfalls sagen müssen, daß in dem wärmern mehr Wärme sey. Die Menge der Wärme ist demnach hier ihrer Stärke oder Kraft proportional.

§. 518.

Es folgt nun hieraus ohne Mühe, daß, so lange die Körper von einerley Materie sind, die Menge der Wärme in zusammengesetzter Verhältniß ihrer Kraft
und

und der Größe des Körpers ist. Die Menge der Wärme läßt sich nicht wohl anders als vermittelst der Körper messen, in welchen sie sich befindet.

§. 519.

Sind die Körper nicht von einerley Materie, so wird zwar immer das erst erwähnte Verhältniß statt finden. Nur muß in denen 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 Feuertheilchen. Und diese behalten oder äußern nicht in allen Körpern gleiche Kraft.

§. 520.

Um demnach hierüber Rechnung zu tragen, thut man am besten, wenn man die Menge der Feuertheilchen besonders berechnet. Wir können zwar dieselben weder abzählen, noch unmittelbar messen. Indessen hindert nichts, dieses mittelst der Körper selbst zu thun, in welchen sie sich befinden. Es kommt alles auf die Einheiten an, welche man bey der Rechnung zum Grunde legt. Und diese lassen sich gut kenntlich machen.

§. 521.

Also z. E., wenn ein Thermometer von gegebener Materie und Größe um eine bestimmte Anzahl von Graden steigen soll, so wird allerdings eine bestimmte Menge von Feuertheilchen dazu erfordert. Ein doppelt größeres Thermometer von gleicher Materie wird zu eben der Veränderung doppelt mehr Feuertheilchen nöthig haben.

§. 522.

Wiederum setze man z. E. ein gegebenes Thermometer steige an der Sonne 14 Reaumur'sche Grade, und seine Erklärungs-Subtangente sey von 8 Minuten: so würde es, wenn es bey dem Erwärmen nicht wieder erkältete, 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 inzwischen wieder weggeht. Es hindert dieses aber nicht, die in einer beliebigen Zeit erhaltene oder zu erhaltende Wärme in eine Summe zu bringen, wenn die Berechnung dieser Summe zu andern Absichten und Vergleichen dienen kann.

§. 523.

Man gedenke sich eben so einen andern Körper, z. E. einen Cubicfuß Wasser, Stein, Eisen &c. Erhält derselbe einen bestimmten Grad von Wärme, so wird ebenfalls eine bestimmte Menge von Feuertheilchen dazu erfordert, er mag nun diese an der Sonne, oder am Feuer, oder mittelst eines andern Körpers erhalten. Das ändert an der Sache weiter nichts. Die Menge der Feuertheilchen oder der Wärme, kann immer mit derjenigen, so andere Körper von eben der Art, aber verschiedener Größe und bey andern Graden von Wärme erhalten, verglichen werden.

N n

§. 524.

Da die Wärme die Körper ausdehnt, so folgt allerdings, daß die Feuertheilchen darinn sich Raum machen, und zwar gerade so viel als die Erweiterung des ganzen Körpers austrägt. Es scheint daher, daß diese Erweiterung des Raumes eigentlich derjenige Raum sey, welcher zum Maasse von der Menge der Feuertheilchen dienen könne. Also z. E., wenn 30 Cubiczoll Weingeist durch die Wärme sich bis auf 31 Cubiczoll ausdehnen, so haben die hinzugekommenen Feuertheilchen sich Raum gemacht, und zwar 1 Cubiczoll. Man kann also gewissermaassen sagen, es sey ein Cubiczoll Feuertheilchen hineingekommen. Und wenn eben diese Erwärmung, die ungefähr, die vom Winter zum Sommer ist, bey 30 Cubicfuß Weingeistes statt findet, so wird man in eben dem Verstande sagen können, daß die darein gekommene Feuertheilchen einen Cubicfuß betragen.

§. 525.

Wenn nun aber eben diese Feuertheilchen in Quecksilber kommen, so fällt die Rechnung ganz anders aus. Ihre Kraft wird um die Hälfte verstärkt. (§. 308.) Sollen sie demnach nicht mehr Wärme verursachen als im Weingeiste, so müssen, statt der 30 Zoll, 45 genommen werden. Und dann werden diese 45 Cubiczoll nur bis auf etwa $45\frac{2}{5}$ ausgedehnt. (§. 201.) Der Cubiczoll Feuertheilchen im Weingeiste, wird daher im Quecksilber auf $\frac{2}{5}$ Cubiczoll enger zusammengedrückt. Und wenn das Leinöhl, so wie das Baumöhl, in Ansehung der Kraft der Feuertheilchen mit dem Quecksilber übereinstimmen sollte, (§. 308.) so werden ebenfalls 45 Cubiczolle nöthig seyn, damit darinn die Feuertheilchen, die in 30 Zollen Weingeistes 1 Zoll betragen, eben die Erwärmung hervorbringen. Es folgt aber aus (§. 105. 114.), daß dieser Cubiczoll im Leinöhl sich um etwas erweitern und etwa $1\frac{1}{10}$ Cubiczoll betragen wird. In andern Körpern kommen andere Veränderungen zum Vorschein. Der eigentliche Grund davon ist, daß, da die Feuertheilchen elastisch sind, der Raum, den sie einnehmen, an sich unbestimmt ist, und sich daher nach den Cohäsionskräften und Zwischenräumchen der Körper ändert. Man sieht aus diesen Beyspielen, welche Reductionen nöthig sind, wenn man nach dieser Vorstellungsart die Menge der Feuertheilchen nach Cubiczollen angeben will. Die Materien selbst und die Cubiczolle ihrer Massen kommen nothwendig mit in Betrachtung. Es kommen aber noch zween Umstände hinzu, die man nicht so schlechtthin aus der Acht lassen kann.

§. 526.

Der erste ist, daß bey einigen Körpern, wie z. E. bey eingeschlossenem Wasser, Weingeist u. die Ausdehnung den Graden der Wärme nicht durchaus proportional bleibt. Und dann ist noch der andere Umstand, daß wenn die Wärme größer wird, die Feuertheilchen in den Zwischenräumchen dichter seyn können. Wenn demnach eine Materie sich durch die Wärme um 1 Cubiczoll, und dann

durch Vermehrung der Wärme noch um 1 Cubiczoll ausdehnt, so können gar wohl in diesen zween Cubiczollen über doppelt mehr Feuertheilchen seyn, als in dem ersten Cubiczoll waren. Indessen ist der Unterschied mehrentheils geringe, und kommt nur dann in Betrachtung, wo man alles aufs genaueste nehmen, oder, wie *de Lvc* es hat thun wollen (S. 295.) aus der Wärme gemischten Wassers, Grade der Wärme von gleich großen Unterschieden bestimmen will.

S. 527.

Die absolute Menge der Wärme oder der Feuertheilchen in den Körpern, kommt eben so, wie die absoluten Grade und Kräfte der Wärme, sehr selten in Erwägung. Es sind auch im vorhergehenden nur zween Fälle vorgekommen, wo darauf Rücksicht genommen werden mußte. Der erste war bey'm Luftthermometer, weil die ganze Kraft der Wärme immer mit der ganzen Schnellkraft der Luft im Gleichgewichte ist, und letztere durch die zum Zusammendrücken der Luft erforderliche Kraft immer ganz bestimmt wird. (S. 47. u. f.) Wenn bey festen Körpern das absolute Maas ihrer Cohäsionskräfte durch Versuche oder auch nach allgemeinen Gesetzen 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.

S. 528.

Der andere Fall kam da vor, wo sich bey Mischungen verschiedener Materien von gleicher Wärme, die Cohäsionskräfte, nebst der Dichtigkeit, und damit auch die Wärme ändert. Dieses geht die ganze Summe der Feuertheilchen an, die zugleich mit den Materien zusammengegossen werden. Wird die Mischung kälter, so ist diese Summe zu geringe. Hingegen ist sie zu groß, wenn die Mischung wärmer wird, und dann geht alles, was zu viel ist, aus der Mischung weg, so wie im erstern Fall Feuertheilchen von außen hinzukommen, bis die Wärme der Mischung der äußern Wärme gleich wird. Die Art, die Berechnung anzustellen, habe ich im vorhergehenden durch das Beyspiel der Mischung von Wasser und Weingeist erläutert. (S. 486. 487.)

Zweytes Hauptstück.

Anwendung auf einige Fälle.

§. 529.

Außer der Menge der eigentlich wirksamen Wärme, die nemlich in den Körpern sowohl den Cohäsionskräften als der äußern Wärme das Gleichgewicht hält, liegt in den brennbaren Körpern, z. E. in Holz, Schwefel, Weingeist ic. noch ein Schatz oder Vorrath von Wärme, der erst durch das wirkliche Anzünden muß rege gemacht werden. Die dazu nöthige äußere Luft trägt dann allerdings das ihrige mit bey. §. 513.) Indessen scheinen doch immer dieser Körper den Grundstoff dazu herzugeben.

§. 530.

Wenn nun das Holz nicht Anfangs schon, ehe man es anzündet, fast bis zum Anbrennen, oder wenigstens bis zum Braunwerden, erhitzt worden ist, wie es zuweilen nöthig ist, (§. 510) so geht es mit dem Entzünden Anfangs langsam zu, weil das Holz erst erhitzt werden muß und die anfängliche Flamme theils geringe ist. Bey feuchtem Holze muß ebenfalls erst die Feuchtigkeit weg dampfen. Nach und nach aber greift die Flamme mehr um sich, und das Feuer kömmt in den Zustand, da man sagt, daß es nun am besten brennt. Dieser Zustand als das Maximum der Hitze dauert eine Weile, ohne merkliche Aenderung. Nachgehends aber fängt man an zu merken, daß die öhligte Theile, die die vornehmste Nahrung der Flamme waren, anfangen, seltener zu werden. Die Flamme vermindert sich, das Holz, das schon ganz zu Kohlen, und theils auch schon zu Asche verbrannt ist, bricht in Stücke, die man näher zusammenrücken muß, um vollends alles zu verbrennen, dafern man nicht die Absicht hat, durch Anlegung von frischem Holze ein länger dauerndes Feuer zu unterhalten.

§. 531.

Das brennende Holz kann besonders zur Zeit, da es am besten brennt, oder das Maximum der Hitze erreicht hat, als ein Körper angesehen werden, dessen Hitze etwa dem 4000ten Grad des Luftthermometers gleich ist. Dieser Körper würde nun, nach Maaße seiner eigenen Erklärungs-Subtangente erkälten, wenn nicht der Abgang durch die noch vorrätthige brennliche Materie ersetzt würde. Ist nun, wie zu Winterszeit die Kälte der äußern Luft beyim Frierpunct oder 1000ten Grad des Luftthermometers, so ist $4000 - 1000 = 3000$ der Ueberschuß der Hitze. Und nach diesem richtet sich die Erkältung. Man setze z. E., die Erklärungs-Subtangente sey von einer Stunde, so würde, wenn das Maximum der Hitze eine Stunde lang dauerte, in dieser Stunde 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 aufhöre, so wird unter eben den Voraussetzungen das Feuer seine Hitze nach den Ordinaten einer logarithmischen Linie verlieren, deren anfängliche Ordinate = 3000, die Subtangente = 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. Sollte demnach das Maximum der Hitze eine Stunde lang fort dauern, 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 vorhin sagte.

§. 533.

Man begreift nun ferner, daß, wenn das Maximum nur einen $\frac{1}{2}$ Theil einer Stunde dauert, die während dieser Zeit abgehende Wärme auch nur $\frac{1}{2}$ Theil der 3000 Graden betragen werde. Und hinwiederum, wenn die Erkältungs-Subtangente 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 mit vollen Flammen brennt, so bleibt zwar der Ueberschuß von 3000 Graden noch eine Weile der Stärke nach, aber nicht mehr nach der Menge. Das Holz wird beim Verbrennen lockerer und fällt zusammen. Die Masse und der Raum, den es einnimmt, wird kleiner, und damit wird auch die Erkältungs-Subtangente geringer. Dieses beschleuniget das Erkälten, daß es damit bald zu Ende geht.

§. 535.

Es läßt sich nun auch leicht gedenken, daß, so lange das Feuer das Maximum seiner Hitze noch nicht erreicht hat, die wirklich brennende Theil zwar

ebenfalls 3000 Grade Ueberschuß von Hitze, aber nur der Stärke, nicht der Menge nach, haben. Die Menge nimmt noch zu, weil der Zufluß noch immer stärker als der Abgang ist, und eben daher das Feuer noch größer wird, bis es sein Maximum erreicht, und dann wieder anfängt, abzunehmen.

§. 536.

29. Figur.

Wenn man sich nun von dem ganzen Vorrathe von Hitze, welcher in einem Haufen aufgebogenen Holzes ist, und beim Verbrennen desselben wirksam wird, überhaupt einen Begriff machen will, so wird derselbe am süglichsten durch den Flächenraum einer krummen Linie $A b c d E$ vorgestellt. Der Anfangspunct A ist die Zeit, da das Holz angezündet wird. Eine jede Abscisse $A P = \tau$ stellt die Zeit vor, während welcher das Feuer schon gebrannt hat. Setzt man das nächstfolgende Zeittheilchen $d \tau = P p$, so ist das Räumchen $P M m p$ das Maasß der Menge der Wärme, welche während diesem Zeittheilchen abgeht. Der Raum $A b c d E A$ stellt demnach die ganze Menge des Feuers vor, welche in dem Holze gewesen war und rege gemacht worden ist, sofern sie die vorerwähnte 3000 Grade Ueberschuß über die Wärme der äußern Luft hat. Denn mehr kann nicht abgehen, als was dieser Ueberschuß austrägt.

§. 537.

Es würde sehr unnöthig seyn über die Natur der Linie $A b c d E$ andere als ganz allgemeine Betrachtungen anzustellen. Man muß das Feuer öfters nachschüren, um es besser zusammenzurücken, wenn das Holz anfängt in Stücke zu verfallen. Dadurch aber wird die Continuität der Linie oft sehr stark unterbrochen. Man kann sich aber ohne Mühe vorstellen, daß die Ordinaten Anfangs langsam und dann schneller, endlich beim Wendungspunct b am schnellsten zunehmen. Von da an nehmen sie immer langsamer zu, bis sie in c ihr Maximum erreichen; wo sie dann anfangen immer mehr, und im zweyten Wendungspunct d am schnellsten, nachgehends aber immer langsamer abzunehmen, bis das Feuer in E ganz ausgegangen oder endlich selbst auch die Asche erkaltet ist.

§. 538.

Wenn man von dieser Menge der Wärme in Absicht auf den Erfolg nur beyläufig eine Berechnung vorzunehmen hat, so kann man sich, statt des Flächenraumes $A b c d E A$ ein Rectangel von gleicher Größe gedenken, welches die Höhe $C c$ habe. Dieses ist eben so viel, als wenn man setzt, das Maximum der Wärme habe gleich Anfangs statt gefunden, und eine um so viel kürzere Zeit gedauert. Der Erfolg, im Ganzen betrachtet, wird wenig von dem wahren verschieden seyn. Und das ist zu einem beyläufigen Ueberschlage schon genug. Wer hingegen genauer sehen will, wie die Größe des Feuers von einem wohlgebeugten Haufen Holze zu und abnimmt, der kann einen solchen mitten auf dem Feuerbeerde, an einem Tage, da bey windstillem Wetter die Wärme der Luft sich wenig ändert, an

zünden und abbrennen lassen, und in gehörigen Entfernungen Thermometer stellen, deren Kugeln der Hitze frey ausgesetzt seyn müssen, und diese von Minute zu Minute beobachten. Dann wird sich, mittelst der Erkältungs-Subtangente der Thermometer bestimmen lassen, wie groß der Zufluß der Wärme des Feuers auf die Thermometerkugel zu jeder Zeit war. Diesem 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 hiebey die Formel (§. 270.)

$$d y = n d \tau - \frac{y d \tau}{7}$$

welche

$$n = \frac{7 d y + y d \tau}{d \tau} = \frac{7 d y}{d \tau} + y$$

gibt. Hier ist y , der jedesmal beobachtete Grad des Thermometers über der Luftwärme, 7 dessen Erkältungs-Subtangente, und $d y$ das Steigen des Thermometers in dem Zeittheilchen $d \tau$. Und n stellt jede Ordinate P M vor, die des Zeit A P = τ entspricht. (§. 536.)

§. 539.

Um nun von vorerwähnter belästigten Berechnung ein Beispiel zu geben, wollen wir sehen, daß des Winters in einen Stubenofen zween Cubicfuß Feuer sey, und daß der innere Raum des Ofens 8 Cubicfuß betrage. Ungeachtet nun, damit das Feuer brenne, der Zufluß der Luft und Abfluß des Rauches frey sey, und demnach der Ofen nicht ganz geschlossen werden muß, so macht doch die immer neue Erzeugung von Hitze, daß der durch solche Oeffnung verursachte Abgang reichlich wieder ersetzt wird. Der Ueberschuß der Hitze des Feuers über der Kälte der äußern Luft mag 3000 Grade des Luftthermometers betragen. Da aber der Raum des Ofens viermal größer als der vom Feuer ist, so wird dieser Ueberschuß auf seinen vierten Theil vermindert, und beträgt demnach nur 750 Grad, welche demnach den mittlern Ueberschuß der innern Wärme des Ofens über der Kälte der äußern Luft angeben. Ist diese beyhm Frierpunct oder beyhm 1000ten Grade, so wird $1000 + 750 = 1750$ das Mittel von der innern Wärme des Ofens vorstellen. Diese Hitze ist also so groß, daß gemeines Zinn dabey schmelzen kann. (§. 475.) Es erhält nun aber der Ofen diese Hitze nicht mit einemmale, sondern nur nach und nach. Und da das Feuer nicht so lange unterhalten wird, so wird der Ofen auch ungleich weniger erwärmt. Die Erkältungs-Subtangente des Ofens mag 3. E. 4 Stunden betragen. Das Feuer brennt selten eine Stunde. Also ist A P = $\frac{1}{4}$ A T, und (§. 271.)

6. Figur.

$$\begin{aligned} \log. 750 &= 2,8750613 = \log. A D \\ \frac{1}{4}. 0,4342945 &= 0,1242874 = \frac{1}{4} \log. A D: T Q \\ &0,7507739 = \log. P M \\ P M &= 563 \\ A D &= 750 \\ A D - P M &= 187 \end{aligned}$$

Der mittlere Ueberschuß der Wärme des Ofens; folglich die Wärme selbst = 1000 + 187 = 1187 Grade des Luftthermometers. Der Ofen mag wohl an einigen Orten wärmer seyn. An andern Orten aber hat er dagegen auch weniger Wärme. Ist seine Erkältungs: Subtangente nur von 3 Stunden, wie, wenn z. E. der Ofen mehr Oberfläche hat, so wird seine mittlere Wärme 1211 Grade des Luftthermometers betragen. Man wird die Hand nicht lange am Ofen halten können. Nun theilt der Ofen diese Wärme ebenfalls nicht ganz dem Zimmer mit, weil er früher wieder erkaltet, und weil nicht nur die Luft, sondern auch wenigstens die Oberfläche der Wände des Zimmers erwärmt werden müssen. Und so geht die mittlere Wärme des Zimmers, auch wenn sie ihr Maximum erreicht hat, selten über den 1060sten Grad. Das Zimmer hat in Ansehung seiner Wände, Fenster und Thüren seine eigene Erkältungs: Subtangente, die einem oder mehrere Tage beträgt, nachdem das Zimmer groß oder klein, getäfelt, tapezirt, oder von bloßen Mauern, gut oder schlecht geschlossen, der äußern kalten Luft mehr oder weniger ausgesetzt ist. Bey gleich starkem Einfeuern wird ein Zimmer gewöhnlich nur 40, 50, 60 Grade des Luftthermometers mehr Wärme haben als die äußere Luft. Es muß daher, wenn es außen sehr kalt ist, mehr und öfters eingefeuert werden. Andere hieher gehörende Betrachtungen sind bereits im vorhergehenden gelegentlich angeführt worden. (S. 285. 355.)

§. 540.

Liebnecht hat im Jahr 1714. unter seinem Vorfize eine Dissertation verteidigen lassen, welche den Titel führt: Pyrometriae seu ignis mensurandi et intendendi novum ac generale Specimen. In derselben führt er einige Versuche an, woraus sich die Güte verschiedener Holzarten beim Brennen sollte beurtheilen lassen. Er schnitt aus denselben Bretterchen von gleicher Größe etwa 4 Linien dick. Das Holz war ganz neu gehauen und hatte demnach noch viele Feuchtigkeit. Diese Bretterchen legte er in Brennpunct eines Brennsiegels, und beobachtete die Zeit, binnen welcher sie verbrennt wurden. Diese Zeit war für das Stückchen von

Eichenholz	: : : : : : :	5'. 30"
Maßholder	: : : : : : :	5. 0
Hafelstrauch	: : : : : : *	2. 35

Wach:

Wachholder	: : : : : : : :	3. 30
Büchen	: : : : : : : :	4. 0
Kirschbaum	: , : : : : : :	2. 35
Nespen	: : : : : : : :	2. 30
Ellern	: : : : : : : :	2. 0
Weiden	: : : : : : : :	1. 30
Linden	: : : : : : : :	1. 0

Da die Brennspiegelhitze hier mit halb, so gieng es in Ansehung des Verbrennens allerdings hurtiger zu. Da aber weder die Größe des Sonnenbildes, noch die von den Stückchen Holz angegeben sind, so lassen sich hierüber keine fernere Betrachtungen anstellen. Man sieht auch nicht wohl ab, warum gerade nur diese Holzarten gewählt worden sind.

S. 541.

Als ich mir die in den Mem. de l'Acad. R. de Berlin 1770. beschriebene Lampe mit zwei Flammen hatte machen lassen, beobachtete ich die Zeit, in welcher 2 Pfund Baumöl aufbrennen, und fand, daß 77 Stunden dazu erfordert wurden. Jede Flamme hatte etwa $\frac{1}{10}$ Cubic Zoll Raum. Daraus folgt, daß jede Flamme in Zeit von einer Stunde $\frac{2}{10}$ Cubic Zoll Oehl verbrennt, und demnach viermal so viel als sie groß ist. Dieses giebt in jeder Minute bennah 2 Gran Oehl, welche theils als Flamme, theils als ein die Flamme umgebender Dampf, dessen Schatten man an der Sonne gar wohl sehen kann, in die Höhe steigen. Die Hitze, die theils damit in die Höhe geht, theils seitwärts ausfährt, ist sehr beträchtlich. Ich hielt eine blecherne Röhre A B D von 139 Linien Länge und 6 Linien Diameter an einem Drate über der Flamme F, so, daß dieselbe, nebst dem sie umgebenden Dampfe ganz durchziehen konnte. Die Röhre war oben auf die Länge von etwa 2 Zollen aus anderweitigen Gründen umgebogen. Nach Verlauf von 45 Secunden Zeit fieng ein oben in B aufgedrucktes Körnchen Wachs an zu schmelzen, und unten bey der Flamme in A schmolz die Lötung. Dieses machte, daß ich die Röhre wieder wegnahm. Die Erhitzung würde sonst noch größer geworden seyn.

S. 542.

Die Hitze ganz unten an der Röhre in A war also ungefähr die von schmelzendem Zinn, oben in der Entfernung von 125 Linien, bey B war die von schmelzendem Wachs. Folglich in Graden des Luftthermometers 1800, und 1326. Die Wärme der Luft im Zimmer betrug 1060 Grad. Demnach der Ueberschuß der Hitze

in A unten an der Röhre = 1800 -- 1060 = 740 Grad.

in B 125 Linien weit davon = 1326 -- 1060 = 266 Grad.

Dieses sind Ordinaten einer logarithmischen Linie, zwischen welchen eine Abscisse von 125 Rheint. Linien liegt, (§ 327.) daraus ergiebt sich deren Subtangente = 122 Linien, und die mittlere Wärme der Röhre = $(740 - 266) \frac{1}{1\frac{2}{3}} = 462$ Grad. Also würde $1060 + 462 = 1522$ der Grad der Wärme der ganzen Röhre gewesen seyn, wenn sie gleichförmig durch dieselbe vertheilt gewesen wäre. Diese Wärme war nun noch nicht alle, so die Flamme der Röhre in Zeit von 45" hätte mittheilen können. Denn noch ein guter Theil zog sich zum andern Ende der Röhre hinaus. Die ganze Wärme findet sich aber nach der Analogie

$$(740 - 266) : 740 = 462 : 721.$$

Also hätte die ganze Hitze $1060 + 721 = 1781$ Grade betragen können. Und da ist noch nicht mitgerechnet, was von der Flamme seitwärts und theils unterwärts wegfuhr, ohne in die Röhre einzudringen. Diese 721 Grad Hitze kamen nun von $1\frac{1}{2}$ Gran Oehl, welche in den 45" Zeit verbrannten. Die Röhre wog genau 3 Loth oder 720 Gran. Also hätten $1\frac{1}{2}$ Gran Del 720 Granen Eisenblech in Zeit von 45" eine Hitze von wenigsten 721 Graden des Luftthermometers mittheilen können, wenn noch alle Feuertheilchen, die zum obern Ende der Röhre herausfuhren, in das Blech hineingedrungen wären. So kurz nun aber die Zeit von 45" war, war sie noch immer lange genug, daß von der Hitze, so sie erlangte, inzwischen wiederum ein Theil wegging. Wenn wir aber auch bey den 721 Graden bleiben, so wird immer folgen, daß, wenn sie in etwa 180 Gran Eisenblech concentrirt gewesen wären, sie viermal würde verstärkt worden seyn, und demnach $4 \cdot 721 = 2884$ Grad Ueberschuß über 1060 Grade betragen haben. Diese 180 Gran Eisenblech hätten demnach eine Hitze von $2884 + 1060 = 3944$ Gr. des Luftthermometers gehabt. Das will also sagen, sie würden, wo nicht geschmolzen, doch wenigstens weißglühend geworden seyn. Das will nun ferner sagen, die in einem Gran Baumöl liegenden Feuertheilchen sind zureichend 120 Gran Eisenblech zum Schmelzen heiß zu machen. Dieses klärt den §. 529. auf, und gibt so ziemlich zu erkennen, wie viele ungenützte Hitze durch die Schorsteine herauffährt, und wieviel Abbruch der Nützung des Feuers der Umstand thut, daß man dem Feuer einen freyen Zug von Luft lassen muß. Es trägt aber freyhlich hinwiederum die Luft mit zur Vermehrung der Hitze bey.

§. 543.

Ich habe in der vorhergehenden Rechnung die zwo Analogien gebraucht.

$$125 : 122 = (740 - 266) : 462.$$

$$(740 - 266) : 740 = 462 : 721.$$

welche sich ohne Mühe in folgende

$$125 : 122 = 740 : 721$$

oder genauer

$$125: 122 = 740: 722$$

zusammenziehen lassen. Und dieses will nun sagen, daß, wenn die 722 Gr. Wärme, so in 125 Linien langer Röhre sind, in eine Röhre von 122 Linien concentrirt werden, sie 740 Gr. betragen. Und dieses will dann ferner sagen, daß, wenn die Röhre unendlich lang wäre, alle Wärme, so sie in 45" 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 Hitze an dem der Flamme unmittelbar ausgefetzten Ende zu wissen. Uebrigens muß man, um die Subtangente bestimmen zu können, allerdings noch die Wärme in irgend einem andern Punct der Röhre durch Versuche ausfindig machen.