
ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1811, ZWEITES STÜCK.

I.

BESCHREIBUNG

*von Joseph Montgolfier's ökonomischem
Verfahren zu verdunsten, ohne Feuer,
welches vorzüglich anwendbar ist
bei der Syrup-Bereitung aus Pflanzen-
Säften;*

von

DESORMES und CLEMENT zu Verberie.

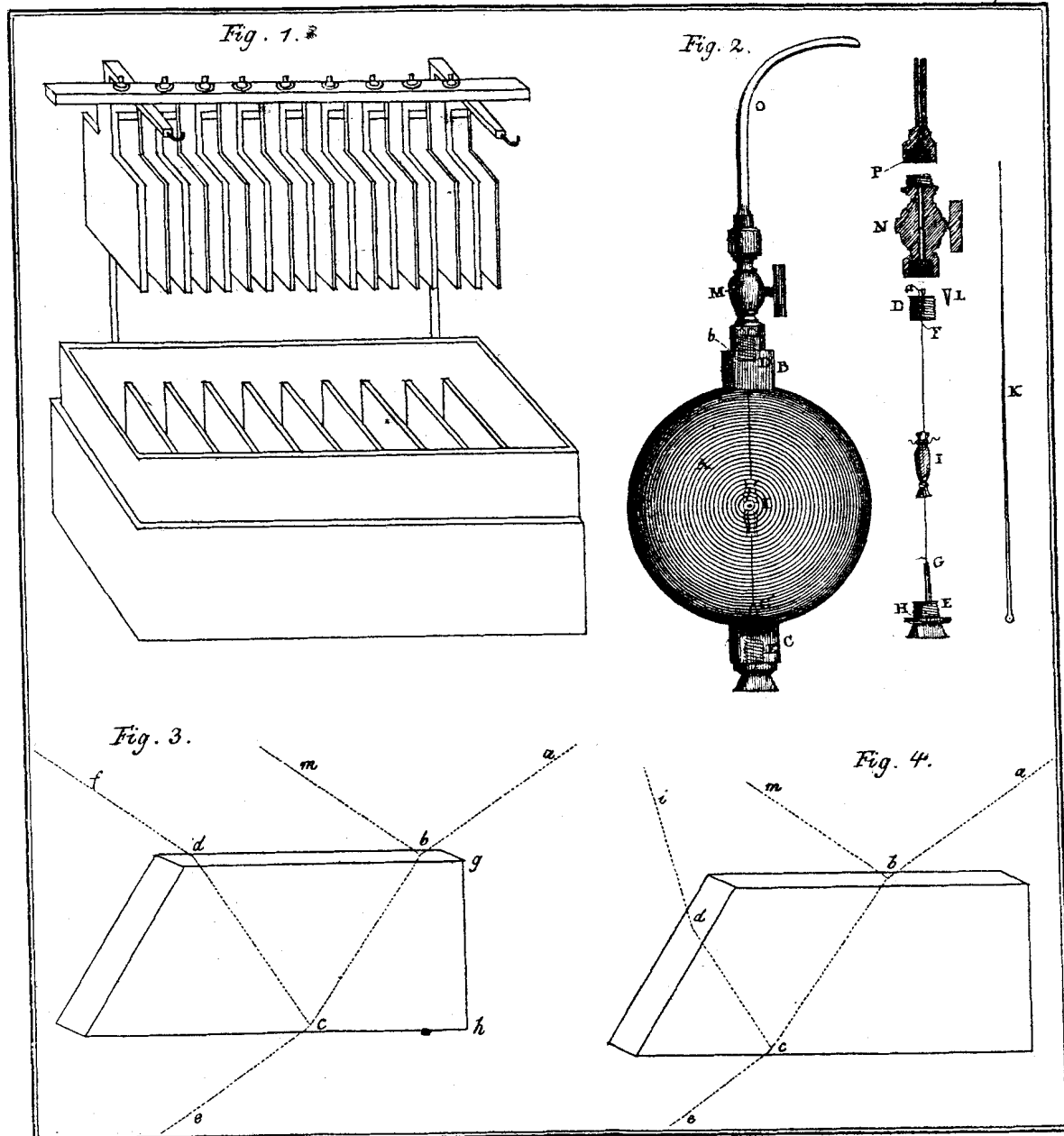
Frei bearbeitet von Gilbert.

Die ökonomische Art, wie die Verdunstung in den Salzteichen und in den Gradirhäusern bewerkstelligt wird, veranlaßte den sel. Montgolfier, über Mittel nachzudenken, wie mehrere Dinge, die durch Feuer leicht verdorben werden, besonders Nahrungsmittel aus dem Pflanzenreiche, sich ohne Feuer müchten eindicken oder zum Aufbewahren austrocknen lassen, ohne eines Zusatzes von Zucker, Salz oder anderer theurer und ihren Geschmack verändernder Körper zu bedürfen. Insbesondere hatte er das Project, den Most der

Annal. d. Physik. B. 37. St. 2. J. 1811. St. 2. I

Weinbeeren in den südlichen Provinzen Frankreichs vor der Gährung so stark einzudicken, daß die Masse ohne große Kosten nach den nördlichen Provinzen verfahren, und dort durch Gährung in Wein verwandelt werden könne; eine interessante Speculation, welche man vielleicht künftig einmal zur Ausführung bringen wird. Schon jetzt läßt sich das ökonomische Verfahren, abzukochen und einzudicken, welches Montgolfier erdacht hat, so weit es von ihm zur Ausführung gebracht worden ist, mit Vortheil auf die Fabrikation des Trauben-Syrups anwenden *). Es erfordert bloß eine mäßige Temperatur, welche nicht höher als die der Atmosphäre zu seyn braucht; der Trauben-Syrup bleibt daher dabei frei von dem brenzlichen Geschmacke, den er gewöhnlich hat, und das kann viel dazu beitragen, den Gebrauch desselben auszubreiten. Es läßt sich ebenfalls auf das Abdampfen aller andern Pflanzensäfte anwenden. Bei dem Saft des Zuckerrohrs müßte es von vorzüglichem Nutzen seyn, indem es einen viel weißern und reinern Rohzucker geben würde, als den mit angebranntem, nicht mehr krystallisirbarem und übel schmeckendem Zucker (Caramel) so stark versetzten, den wir gewöhnlich aus Westindien erhalten. Ohne Zweifel würde sich von diesem Verfahren ebenfalls bei dem Salzfieden, bei dem Sal-

*) Nicht minder zur Bereitung des Syrups aus Runkelrüben, Mohrrüben, Birnen, Pflaumen u. s. w., und auf die Zuckerbereitung aus dem Ahornsafte und dem Saft der Runkelrübe.



petersieden und in andern Fabrik-Anlagen dieser Art mit Vortheil Gebrauch machen lassen.

Montgolfier hat seine ersten Versuche über dieses Abdunsten ohne Feuer im J. 1794 angestellt. Er dickte mehrere Fruchtsäfte ein, unter andern Aepfelsaft und Traubenmost. Der eingedickte Aepfelsaft, wovon er über 3000 Pfund bereitet hatte, war von einem so angenehmen Geschmacke, daß im Vergleiche mit demselben die Aepfel selbst schlecht schmeckten. Er wiederholte diese Versuche im J. 1797 zu Paris gleichfalls mit dem besten Erfolge, nur daß die Conserven, welche er dort bereitete, minder wohlschmeckend wurden, als die, welche er aus Dauphineer Früchten gemacht hatte. Die Verschiedenheit fiel selbst noch mehr zwischen den Conserven als zwischen den Früchten auf. Die Erfindung und Ausführung des Stofshebers zog späterhin Montgolfier von diesem wichtigen Gegenstande ab; die Resultate, welche er schon erhalten hatte, scheinen uns indess so interessant, und besonders in den jetzigen Umständen so einflußreich zu seyn, daß sie es verdienen, allgemein bekannt zu werden.

Da die Luft in allen Temperaturen die Eigenschaft hat, das Wasser zu vaporisiren, so kommt es nur darauf an, eine große Menge derselben mit der feuchten Masse, die man austrocknen, oder mit der Flüssigkeit, die man verdunsten will, in kurzer Zeit in Berührung zu bringen, um eine große Wirkung zu erhalten. Hierzu wird also ein

rafcher Wind brauchbar feyn, und folglich die sehr einfache und wenig koſtbare Maſchine, welche unter dem Namen *Centrifugal-Ventilator* bekannt, und von Desaguilliers in den *Philosophical Transactions*, Jahr 1735., beſchrieben iſt; doch hat er hier nicht die ſchicklichſten Dimensionen für ſie angegeben. Der freie Wärmestoff der Luft (nicht der gebundene, den die verbrennlichen Körper allein aus ihr abzuſcheiden vermögen) iſt das Wirkſame bei dieſer kalten Verdunſtung; bloß auf Koſten deſſelben bildet ſich hierbei der Waſſerdampf. Um die Vereinigung dieſes Wärmestoffs mit dem Waſſer zu bewirken, kommt es nur auf Berührung an, und daher bloß auf eine mechanische Kraft, welche die Luft in ſchnelle Bewegung ſetzt; ſie macht die einzige fortlaufende Ausgabe aus, welche bei dieſem Verdunſten erfordert wird, und dieſe Art, das Waſſer mit Wärmestoff zu verbinden, koſtet daher ſehr viel weniger, als das Brennmaterial, welches ſonſt nöthig wäre, und das jährlich im Preiſe ſteigt! Bei dem kalten Verdunſten iſt alſo überhaupt und im Einzelnen reeller Vortheil.

Die Luft iſt nur ſelten ſo feucht, daß ſie nicht viel des Waſſers mit fortzunehmen vermag; denn ſelbſt während des Regens ſehen wir, daß der Wind trocknet. Träte indeß der Fall ein, daß die Luft für dieſes Verfahren des Abdunſtens zu feucht wäre, oder wünſcht man in einem andern Falle das Verdunſten zu beſchleunigen oder regelmäßiger zu machen, ſo brauchte man nur die Luft,

welche durch den Ventilator in das Verdunstungsgefäß getrieben wird, zuvor zu erwärmen. Man könnte sie zu dem Ende zuvor durchglühende Holzkohlen steigen lassen (anderes Brennmaterial würde sie mit Rauch vermengen); sollte sie dadurch zu heiß werden, so ließen sich ihr willkürliche Portionen kalter Luft beimengen, so daß sie nur 30 oder 40 oder höchstens 50° Wärme hätte. Bei höherer Wärme ließe man Gefahr, daß die Pflanzenfäße vielleicht schon anfangen, sich zu verändern; wenigstens ist Montgolfier bei seinen Versuchen über diese Temperatur nicht hinaus gegangen.

Verfährt man auf diese Art, so kommt der latente Wärmestoff der Luft mit in das Spiel, aber doch ist gegen das gewöhnliche Verfahren große Ersparnis. Der durch das Brennmaterial entbundene Wärmestoff ist hier sehr mit Luft vermengt, die ihn ganz mit fortführt, und ihn in dem gleich zu beschreibenden Apparate einer ausnehmend großen Verdunstungsfläche zuführt. Enthielt die Luft vor dem Verbrennen schon einigen freien Wärmestoff, so bringt sie auch diesen dem Wasser zu; und entweicht sie in einer niedrigeren Temperatur, als bei der sie eintrat, so kann man sicher seyn, daß das Brennmaterial sehr gut benutzt worden ist. Die gewöhnliche Art, zu verdunsten, gewährt diese Vortheile nicht; denn der durch das Verbrennen frei werdende Wärmestoff muß durch bedeutend dicke und wenig ausgedehnte Metallflä-

chen hindurch gehen, um sich mit dem Wasser zu verbinden, und die Luft, welche bei dem Berühren jener Flächen schnell entweicht, nimmt eine bedeutende Menge Wärmestoff mit fort.

Man sieht, daß dieser Proceß auf keiner neuen Idee beruht; er ist das Resultat bekannter Thatfachen; und doch hatte man ihn bisher übersehen. Um sich von demselben einen richtigen Begriff zu machen, muß man wissen, daß bei dem im Herbst gewöhnlichen Zustande der Atmosphäre, 1 Cubikfuß Luft durch Berührung mit Wasser, 1 bis 4 Grains, also im Mittel etwa $2\frac{1}{2}$ Grain Wasser vaporisiren kann, wie Montgolfier aus seinen Versuchen gefunden hat. Wir wollen nur 2 Grains oder 0,106 Grammes annehmen. Durch das Verdunsten sinkt die Temperatur der Luft merklich, und dadurch vermindert sich ihre auflösende Kraft so beträchtlich, denn gewöhnlich steht die Luft viel weiter von dem Sättigungspunkte ab, als man nach dieser kleinen Menge von Dampf, welche sie hervor zu bringen vermag, glauben sollte. Diese Menge von 2 Grains Wasserdampf auf 1 Cubikfuß Luft läßt sich ziemlich durchgehends annehmen; Montgolfier fand sie wenigstens so nach seinen Versuchen, die er in der Dauphine angestellt hat. Dieses giebt auf 1 Cubikmeter Luft ungefähr 5 Grammes.

Die zu der Bewegung der Luft nöthige mechanische Kraft nimmt mit dem Quadrate der Geschwindigkeit zu, die man der Luft ertheilt. Ein

Mensch kann in einem Tage Arbeit 8 100 000 Cubikfuß atmosphärische Luft mit einer Geschwindigkeit von 7,5 Fuß in der Secunde fortreiben; oder 2 050 000 Cubikfuß Luft mit 15 Fuß Geschwindigkeit; oder, was auf eins heraus kommt, 70 000 Cubikmeter mit 5 Meter Geschwindigkeit. Diese letztere Geschwindigkeit eignet sich sehr gut für unsern Fall; sie erfordert weder zu viel Anstrengung, noch eine Maschine von zu großen Dimensionen. Der Arbeiter braucht in diesem Falle nur 1 Stunde hinter einander fort zu arbeiten, kann sich dann 1 Stunde erholen, und wird in 6 Stunden wirklicher Arbeit die 70 000 Cubikmeter Luft durch den Verdunstungs - Apparat hindurch getrieben haben. Diese erzeugen 70 000 . 5 Grammes = 210 Kilogrammes Wasserdampf. In Paris bezahlt man einem Arbeiter $1\frac{1}{2}$ Franken Tagelohn; mehr kostet also die kalte Verdunstung von 210 Kilogrammes Wasser nicht, oder 100 Kilogr. nur 71 Centimen.

Ein Pferd kann 7 Mahl so viel als ein Mensch arbeiten, also in einem Tage 1470 Kilogrammes Wasser auf diese Art verdunsten; damit aber der Ventilator nicht von zu unpassenden Dimensionen werde, müßte in diesem Falle der Luft die doppelte Geschwindigkeit gegeben werden. Es würden dann $\frac{21}{4} \cdot 2 \cdot 7 = 735$ Kilogr. Wasser durch die tägliche Arbeit eines Pferdes verdunstet werden, und während dessen $\frac{70 \cdot 000}{4} \cdot 2 \cdot 7 = 245000$ Cubikmeter Luft durch den Verdunstungs-Apparat ge-

lien. Die Tagearbeit eines Pferdes wird in Paris mit 3 Franken bezahlt; auf diese Art käme dort also die kalte Verdunstung von 100 Kilogr. Wasser auf 40 Centimen zu stehen *). Der Durchmesser des für einen Menschen und des für ein Pferd bestimmten Ventilators würde in diesem Falle sich wie $\sqrt{2} : 1$ oder wie 1;414 : 1 verhalten.

Um 100 Kilogr. Wasser in den gewöhnlichen Apparaten durch Feuer zu verdunsten, werden 25 Kilogr. Steinkohlen erfordert, welche in Paris $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Franken kosten. Die kalte Verdunstung durch Hülfe eines von einem Pferde bewegten Ventilators wäre also 3 bis 4 Mal wohlfeiler. Und zugleich ist sie sehr viel einfacher.

Gewöhnlich beträgt der Trauben-Syrup den vierten Theil des Traubensafts; die Kosten der Verdunstung durch mechanische Mittel, wie sie hier berechnet worden, würden also auf 100 Kilogr. Trauben-Syrup nur 1 Fr. 60 Cent., oder auf 1 Kilogr. 1,6 Cent. betragen. Das ist so wenig, daß es schwerlich der Mühe lohnen möchte, sie durch geringere Geschwindigkeit der durchgetriebenen Luft noch mehr vermindern zu wollen, und daß es am geräthensten seyn möchte, alles gerade so auszuführen, wie wir es bei dieser Rechnung

*) Die Verfasser haben in ihrer Rechnung die doppelte Geschwindigkeit, welche das Pferd der Luft geben soll; anzusetzen vergessen, daher die Zahlen, wie ich sie hierher stelle, von den ihrigen abweichen. Die Richtigkeit des Grunddatums ihrer Berechnung lasse ich dahingestellt seyn.
Gilbert.

angenommen haben. Zu 400 Kilogr. Saft gehören 500 Kilogr. Trauben, und diese kosten oft nicht mehr als 25 Franken. Syrup daraus zu fabriciren, kostet, außer der Verdunstung, höchstens 6 Franken.

Beschreibung eines von einem Menschen zu bewegendem Apparats zur mechanischen Verdunstung.

Man sieht diesen Apparat zur Verdunstung durch künstlichen Wind auf Taf. II. abgebildet. Die obere Hälfte der Blätter stellt ihn in einem senkrechten Durchschnitte durch die Linien CD und $E'F'$, die untere im Grundrisse vor.

AB ist eine 0,4 Meter lange Kurbel, welche ein Mensch, der daran arbeitet, in jeder Secunde ein Mahl umdreht. Die Welle BC endigt sich mit einem Stirnrade C , welches in den Trilling D eingreift, der noch ein Mahl so viel Stecken als das Rad Zähne hat, so daß er ein Mahl herum läuft, wenn das Rad zwei Mahl sich umdreht.

Die Welle DE des Trillings ruht mit ihrem Zapfen in der Pfanne E , und wird durch die aus Messing sorgfältig gearbeitete, ringförmige Pfanne F senkrecht erhalten. Diese Welle trägt 6 oder 8 Flügel, deren jeder $1\frac{1}{2}$ Meter lang ist, und aus einem eisernen Rahm besteht, welcher mit Wachseleinwand oder mit gefirnisseter Leinwand bespannt ist, damit er stark und doch leicht sey.

Diese Flügel laufen zwischen zwei großen Kreisflächen umher, welche $\frac{1}{2}$ Meter eine von der andern abstehen, und die Boden einer Art von Trommel bilden, in deren cylindrischem Umfange ein 0,2 Meter breiter Ring offen und unbekleidet ist. Der Umfang dieses offenen Rings beträgt $3 \times 5,14 = 9,46$ Meter, sein Flächeninhalt also 1,886 Quadratmeter; doch befinden sich so viel Querhölzer in diesem offenen Ringe, daß die Oeffnung dadurch auf 1,5 Q. Met. vermindert wird; welches indess ohne nachtheilige Wirkung ist, da es hinreichend seyn würde, wenn sie an GröÙe auch nur der zuführenden Oeffnung *GH* gleich wäre. Diese ist kreisförmig in dem untern Boden der Trommel, rund um die Axe, eingeschnitten und hat 0,92 Meter im Durchmesser, also 0,65 Q. Met. im Inhalte. An ihr schließt sich ein eben so weites, ungefähr 1 Meter langes Rohr *IK* an, das so unterstützt ist, daß es nicht auf dem untern Theile des Apparats aufliegt. Die Flügel sind so breit, als es die Weite der Trommel nur immer erlaubt, so daß sie in ihr umher laufen können, ohne sie zu berühren.

Der untere viereckige Kasten *NOPQ* ist ein $2\frac{1}{2}$ Meter langes und breites, und $1\frac{3}{4}$ Meter hohes rechtwinkliges Parallelepipedon, dessen Deckel *LM* einen der Oeffnung *GH* entsprechenden kreisförmigen Ausschnitt hat, welcher mit einem cylindrischen Halbe versehen ist, in den das cylindrische Rohr *IK* genau hinein paßt. Wo beide sich

an einander schliessen, sind sie mit Papier überkleistert, damit hier keine Luft entweiche.

In den untern Kasten legt man Reiser von weissem Holze, die der Schale beraubt und recht rein sind; lagenweise einander durchkreuzend, und so, dass zwischen den untern mehr Raum leer bleibt, als zwischen den obern. Den Traubenmost, den man concentriren will, lässt man durch die kleinen Löcher, welche in dem Deckel des Kastens angebracht sind, hinein tröpfeln, wodurch er über die Reiser möglichst gleichförmig verbreitet wird. In der Mitte des Kastens muss zwischen den Reisern und dem Deckel wenigstens ein Raum von 0,51 Meter Höhe frei bleiben, damit der Durchzug der Luft nicht gehindert werde; auch müssen die Ruthen so weitläufig gelegt seyn, dass in jedem horizontalen Querschnitte die Summe der leeren Räume wenigstens 1,9 Quadr. Met. betrage. Der Boden des Kastens besteht bloß aus einem hölzernen Gatter, dessen Stäbe sehr weit von einander abstehen, und in einer Entfernung von 0,1 Meter steht darunter ein großes hölzernes oder kupfernes Gefäß, in welches sich der concentrirte Syrup ansammelt. Die Luft wirkt hier auf ihn zuerst ein, und concentrirt ihn noch stärker.

Wäre die atmosphärische Luft nicht trocknend genug, und man wollte doch arbeiten, so müsste man sie, um sie zu erwärmen, durch einen Ofen hindurch gehen lassen, dessen Abzugsrohr sich so erweitern müsste, dass es wenigstens 0,65 Quadr.

Meter im Querschnitte hielte, und sich in vier Aeste, jeden von 0,17 Quadr. Met., theilte, die mit den untern Oeffnungen der vier Seiten des Kastens zusammen hingen.

Die Wirkung des Apparats läßt sich leicht übersehen. Wird der Ventilator von dem Arbeiter in Bewegung gesetzt, so entweicht die zwischen den Flügeln befindliche Luft durch die Oeffnung in dem Umfange der Trommel, und es tritt neue Luft um die Axe der Flügel hinzu *). Diese zieht durch den ganzen Haufen der Reiser hindurch, über die der Saft langsam herab rinnt, und concentrirt ihn. Reicht ein Fall dazu nicht aus, so läßt man ihn zum zweiten, zum dritten Mahle u. s. w. durch die Reiser herabträufeln.

Um einen regelmässigen Erfolg zu erhalten, kommt es sehr auf die Art an, wie die Ruthen gelegt werden; es lassen sich indess darüber keine genauern Vorschriften geben; einige Versuche werden den Fabrikanten weiter führen als alle Regeln.

Montgolfier hat versucht, die Reiser ganz wegzulassen, und dafür kleine Strahlen der Flüs-

*) Diese Wirkung geschieht vermöge der Schwungkraft, welche den Lufttheilchen in der Trommel eingedrückt wird, so bald man sie in die Runde treibt; daher der Name *Centrifugal-Ventilator*. Der Apparat ist indess keineswegs Desaguilliers Erfindung (s. S. 120.). Schon vor langen Zeiten kannten ihn die Bergleute unter dem Namen *Wetterfächer*, *Wetterradd* oder *Windtrommel*, und bedienten sich desselben, athembare Luft in das Tiefste ihrer Gruben herab zu treiben. Sie verschlossen den Umfang der senkrecht stehenden Trommel und ließen in demselben nur ein Loch, aus welchem

figkeit in den Kästen *NCPQ*, dem er mehr Höhe gab, zu bilden, die von der durchströmenden Luft, ehe sie niederfielen, ausgetrocknet werden sollten; diese Einrichtung ist aber minder ökonomisch, und die Luft kann dabei nicht ihre ganze austrocknende Kraft auf den Saft äußern. Besser wäre es vielleicht, den Kästen sehr enge zu machen, und eine Scheibe darin anzubringen, welche sich von außen um ihre Axe drehen liesse; durch sie könnte beständig fort Saft angehoben und mit der durchziehenden Luft in Berührung gebracht werden.

Die Einrichtung dieses Apparats kann überhaupt auf mancherlei Art abgeändert werden, ohne daß die Wirkung geschwächt wird, und er kann daher außerordentlich Vielen von Nutzen seyn. Er läßt sich mit geringen Kosten und von gewöhnlichen Arbeitern ausführen; alles Eigenschaft, die ihn empfehlen. Auch bei noch kleineren Dimensionen bleibt er von nutzbarem Gebrauch. Da die Fabrikation des Trauben Syrups nur sehr kurze Zeit dauern kann, so ist er nützlicher, sehr viele kleine, als wenige große Maschi-

durch bretteerne Lutten die aus der Trommel heraus gejagte Luft in das Bergwerk eingeblasen wurde; die Trommel machten sie 8 Fuß hoch und 1½ Fuß breit, und brachten in ihr 8 Flügel an. Vergl. *Delius Anleit. z. Bergbaukunst*, Aufl. 2. Wien 1806. S. 474. und Taf. XI. Fig. 8. Dieser Wetterfächer ist nach Delius, von allen Wettermaschinen in den Bergwerken die gebräuchlichste, kann gar leicht durch einen mälsigen Säuberhuben eine ganze Schicht hindurch in Umtrieberhalten werden, und setzt den Eintrieb der frischen Wetter ununterbrochen fort."

Gilbert.

neu zu haben, damit diesen kurzen Zeitraum über recht viele Hände an der Bereitung dieses Bedürfnisses Antheil nehmen können.

Wir glauben nicht, eine sehr vollkommene Einrichtung dieses mechanischen Abdampfungs-Apparats angegeben zu haben; die Erfahrung wird noch vieles lehren, woran von uns nicht gedacht ist. Wir sind zufrieden, wenn wir dargethan haben, daß man mittelst der Luft eine sehr ökonomische Verdunstung, im Vergleiche mit der durch Feuer, hervor bringen kann; und daß diese Methode bei Obstsäften sich noch besonders dadurch empfiehlt, daß sie diesen Säften beim Eindicken ihren natürlichen Geruch und Geschmack läßt, und sie, ohne daß sie anbrennen und dadurch einen unangenehmen Beigeschmack annehmen können, in Confitüren vom natürlichen Geschmacke des Obstes verwandelt. Hätte Montgolfier noch länger gelebt, so würde er alle Unbequemlichkeiten, welche diese Methode hat, beseitigt, und das Verfahren gewiß zu einer bedeutenden Vollkommenheit gebracht haben. Uns ist es nur aus der mündlichen Unterhaltung mit ihm bekannt geworden, und wir haben uns damit nur sehr wenig beschäftigt. Ihm gehört daher das Gute, uns der Irrthum, wenn sich dergleichen in unsern Angaben findet; und wir übernehmen in diesem Falle willig den öffentlichen Tadel, um das Andenken eines Mannes von Genie zu ehren, der uns in so vielen Beziehungen theuer war. *Verberie*, d. 29. Jul. 1810.
