IV.

BESCHREIBUNG

*einiger im Windgewölbe der Devoner
Hohöfen beobachteten Erscheinungen,
nebst einigen praktischen Bemerkungen
über die Behandlung der Oefen mit
Gebläse,*

von

JOHN ROEBUCK

zu Edinburg. *)

Ihrem Verlangen gemäß theile ich Ihnen hier die Beobachtungen mit, die ich über die verdichtete Luft in dem Windgewölbe des *Devoner* Eisenwerks bei *Alloa* gemacht habe, und die Beschreibung eines Versuchs, den ich, als ehemahliger Theilhaber an diesem Werke, um die Wirkung der Hohöfen zu vermehren, anstellte.

Die beiden *Hohöfen* zu Devon sind in das steile Felsenufer eingehauen, welches aus einem sehr festen grobkörnigen Portlandstein, (*Freestone*,) besteht, und gehören zur größern Art, da jeder eine Weitung bildet, die 44 Fuß tief ist, und deren ho-

*) Aus einem Briefe an den Baronet James Hall, eingerückt in die *Transact. of the R. S. of Edinb.*, Vol. 5, P. 1, No. 2. Die Devoner Eisenhütte liegt an dem Ufer des Flusses Devon, 3 englische Meilen von *Alloa* und 8 von *Stirling*. R.

rizontaler Querschnitt, (auf Taf. I, G, G,) 13 Fuß ins Gevierte beträgt. Diese Höhlungen sind mit Backsteinen, (*with common bricks and fire bricks,*) nach Art gewöhnlicher Hohöfen ausgefütert, und der Herd ist aus großen ausgesprengten Stücken der Gebirgsart aufgemauert, die als Gestellsteine dienen. *H, H* sind die zugespitzten Oeffnungen, (*Timps,*) durch die das geschmolzene Eisen abgestochen wird und in die Gussräume *LL* abläuft.

In der Rückwand der beiden Öfen befindet sich das *Windgewölbe*, (*Air vault.*) Es besteht aus einem gleichfalls in das feste Gestein getriebenen Gewölbe, das ungefähr 16 Fuß von den Öfen entfernt ist, und dessen Boden nur ungefähr 4 Fuß höher als die Bodenfläche der Öfen liegt. Durch eine Oeffnung an dem einen Ende desselben geht die Blaseröhre *C* hinein, durch welche die Luft aus dem Gebläse in das Gewölbe getrieben wird. Am entgegengesetzten Ende befindet sich eine Oeffnung *D* für die Leitröhre, welche die Luft aus dem Windgewölbe in den eisernen Windkasten *E* führt, und eine Thür *O*, um durch sie in das Gewölbe kommen zu können. Da der Felsen außerordentlich dicht und fest ist, so bleibt das Innere des Gewölbes fast ganz trocken; nur an der Seite, die gegen das Ufer liegt, sickert etwas Wasser in kleinen Tropfen durch, das aber in 24 Stunden nicht mehr als eine englische Pinte beträgt.

Eine Newcomensche Dampfmaschine speist das Windgewölbe mit Luft. Der Durchmesser ihres Dampfeylinders beträgt $48\frac{1}{4}$ Zoll, und die Grundfläche des Stempels ungefähr $1866\frac{1}{2}$ Quadratzoll. Bei dieser Art von Maschine lassen sich höchstens 7 Pfund Kraft auf den Quadratzoll rechnen; dies giebt ungefähr eine Kraft von 13062 Pfund. Sie trieb eine Luftpumpe, oder ein cylindrisches Gebläse, dessen Cylinder 78 Zoll Durchmesser und ungefähr 7 Fufs Höhe hatte, und dessen Stempel 4778 Quadratzoll Oberfläche hielt. Auf jeden Quadratzoll desselben übte folglich die Maschine eine Kraft von $1\frac{1}{4}\frac{26}{3}$, das ist, von beinahe $2\frac{1}{4}$ Pfund aus, und mit einer grössern Kraft, als von $2\frac{1}{4}$ Pfund auf jeden Quadratzoll, konnte also auch die aus dem Gebläse getriebene Luft bei dem gewöhnlichen Gange der Maschine nicht comprimirt seyn. Da anfangs, als nur Ein Ofen im Gange war, die Luftpumpe 4 Fufs 8 Zoll Hub hatte, so wurden bei jedem Hube 155 Kubikfufs Luft aus der Pumpe durch das Ventil in das Windgewölbe getrieben, und dies geschah 16mahl in jeder Minute. Als aber beide Oefen in Gang gesetzt wurden, Hess man die Dampfmaschine schneller gehn und gab ihr einen längern Hub.

Das Windgewölbe ist 72 Fufs lang, 14 Fufs breit, und 13 Fufs hoch, und enthält ungefähr 13000 Kubikfufs, hielt folglich über 80mahl mehr Raum als die Luftpumpe. Wo sich im Gesteine der Decke, der Wände oder des Bodens dieses Gewölbes die kleinste Ritze zeigte, wurde sie sorgfältig mit Hanf

aus aufgedrehten Schiffstauen kalfatert, mit Kalk übertüncht und dann mit Pech und Papier bekleidet. Das Windgewölbe dient, den Luftstrom, der in die Oefen bläst, recht gleichförmig zu machen, und darin kömmt kein anderes bis jetzt erfundenes Gebläse demselben bei. Die Leitröhre *D* hat 16 Zoll im Durchmesser, und der eiserne Windkasten *E* faßt $2\frac{1}{2}$ Kubikfuß. Aus diesem Kasten strömt die Luft durch die engern Röhren *F*, *F*, die sich in sogenannten Nafen oder Blasestücken von $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser endigen, in die Oefen *G*, *G*.

Wenn die Arbeiter den mit Coaks gefüllten und während 6 Wochen allmählig durchhitzten Ofen anliesen, gaben sie ihm anfangs nur wenig Wind, indem sie nur ein kleines Mundstück von $2\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser ansetzten und eine beträchtliche Menge Luft durch das Sicherungsventil in der Decke des eisernen Windkastens entweichen ließen. Sie standen nämlich in dem Wahne, man dürfe den Luftstrom erst nach mehreren Monaten, und zwar stufenweise, zu seiner größten Stärke anwachsen lassen. Die Einrichtung des Sicherungsventils ließ keine genaue Bestimmung der Luftmenge zu, die sie auf diese Art unnützer Weise entweichen ließen, doch halte ich sie für sehr beträchtlich. Die Folge war, daß der Ofen, nachdem er mehrere Tage im Gebläse gestanden hatte, doch nicht den gehörigen Grad von Hitze erlangte, sondern in der Mitte des Herdes immer kalt und schwarz blieb, so daß man
be-

befürchten mußte, er werde ausgehn oder ersticken.

Nachdem die Arbeiter und der Maschinenmeister, um diesem Uebel abzuhelpfen, mancherlei vergeblich versucht hatten, (nur daß sie immer nicht mehr Luft in den Ofen ließen, woran es doch, wie sich nachher zeigte, einzig und allein fehlte,) so kamen sie zum Schlusse: der Fehler liege am Windgewölbe; und um diese Ausage zu bestätigen, behaupteten sie, entdeckt zu haben, daß eine beträchtliche Menge Wasser aus dem Windgewölbe durch die Blaseröhre mit in den Ofen getrieben werde und diesen erkälte oder lösche. Die große Gewalt der Dampfmaschine, meinten sie, treibe das Wasser durch den festen Felsen, und die Methode, das Gebläse mittelst des Windkeffels gleichförmig zu machen, werde daher nie gelingen.

Da ich den Plan zum Gebläse empfohlen hatte, der nun so laut gerädet wurde, so entschloß ich mich, diese Umstände selbst zu untersuchen, und mich zu dem Ende während des Spiels der Maschine *in der verdichteten Luft des Windgewölbes aufzuhalten*. Man hielt dieses Unternehmen, dergleichen, aus Mangel an Gelegenheit, wohl noch nie ausgeführt war, für gefährlich; daher konnte ich weder den Maschinenmeister, noch einen der Arbeiter bewegen, mit mir in das Windgewölbe zu steigen. Lediglich bei einem der Sekretäre der Devoner Gesellschaft fand ich Zutrauen genug, daß er sich, mir Gesellschaft zu leisten, entschloß.

Zwei Stunden vor unfrem Eintritte in das Gewölbe war die Maschine angehalten worden; wir fanden es mit Dunst und Nebel angefüllt, welche aber bald verschwanden, als man die Thür hinter uns verschlossen, und die Maschine auf die gewöhnliche Art in Gang gesetzt hatte. Nach 4 oder 5 Hieben der Maschine bemerkten wir beide eine sonderbare Empfindung in den *Ohren*, als wenn wir sie mit den Fingern zugestopft hätten. Diese Empfindung dauerte, so lange wir in der verdichteten Luft blieben. Das *Athmen* wurde nicht im geringsten erschwert. Ich hatte kein Thermometer bei mir, dem Gefühle nach schien uns aber die Temperatur der Luft dieselbe zu seyn, wie die äußere. Der *Schall* wurde sehr verstärkt, wie sich beim Sprechen zeigte, oder wenn wir an etwas schlugen; besonders laut war das Geräusch der durch das Blaserohr oder durch das Sicherungsventil entweichenden Luft, und schien zu uns zurückzukehren. Von Störung der Flamme unfreer Lichter durch Windzüge war keine Spur zu merken; im Gegentheile bemerkte ich zu meiner Verwunderung, daß das Licht sogar dann nicht ausgeblasen wurde, wenn ich es in die Leitröhre *D* hineinhielt, welche die Luft aus dem Windgewölbe in die Oefen führt. Wir sahen auch nicht den geringsten Wassertropfen aus dieser Röhre herausdringen. Das Durchsickern und Tröpfeln des Wassers aus der Wand an der Felsenseite schien so fortzudauern, wie vor der Luftverdichtung. Auch alles Uebrige war wie in der gewöhn-

lichen Atmosphäre. Nachdem wir uns ungefähr eine Stunde in der verdichteten Luft aufgehalten, und uns völlig überzeugt hatten, daß kein Wasser durch die Gewalt des Gebläses aus dem Felsen und dem Gewölbe herausgetrieben werde, wie man gewöhnt hatte, gaben wir ein Zeichen, die Maschine anzuhaken. So bald nun die Verdichtung nachliefs, noch ehe die Thür wieder aufgeschraubt wurde, *fühlte sich das ganze Gewölbe in wenig Sekunden mit einem so dicken Dunste, daß wir in einer Entfernung von 4 oder 5 Yards die Flamme unsrer Lichter kaum sehen konnten.* Als die Thür geöffnet war, verhinderte uns das Eindringen der Arbeitsleute, die um uns besorgt waren, an weitem Untersuchungen.

Ich bemühte mich nun, Aufschluß über die sonderbare Erscheinung des Wassers zu bekommen, welches sich blofs zuweilen und in sehr kleinen Quantitäten an der Oeffnung zeigte, die ich in den Boden des Windkastens machen liefs, um es desto sorgfältiger auffammeln zu können. Es zeigte sich nur dann, wenn man die Maschine stärker gehn liefs, nachdem sie langsam gearbeitet, oder wenn man sie wieder anliefs, nachdem sie einige Minuten gestanden hatte.

Den Dunst, den wir zuletzt im Gewölbe entstehen sahen, erklärte ich mir so, daß die Feuchtigkeit, die sich in der am Ofen zunächst liegenden Felsenwand befindet, von der großen Hitze herausgetrieben wurde und als Dunst durch die Poren des Felsens in das Gewölbe drang; dieser

Dunst wurde durch den Druck der verdichteten Luft gewissermaßen in dem Felsen zurückgehalten, und vermochte nur dann ins Gewölbe zu dringen, als die Verdichtung der Luft beim Anhalten der Maschine beträchtlich abnahm. Es fiel mir auch ein, daß die Luft in einem Zustande der Verdichtung wohl fähig seyn könnte, eine größere Wassermenge als sonst aufgelöst zu erhalten, und daß dieses bei verminderter Verdichtung plötzlich in Dunst oder Nebel niederfalle. Ich glaube daher, daß das wenige Wasser, welches sich zu Zeiten im Windkasten zeigte, (es betrug in 24 Stunden noch keine Gallon,) bloß aus diesem Dunste entsteht, der mit dem Windstrome in den Ofen fortgerissen und durch die Kälte der Leitröhre und des eisernen Windkastens in Wasser verdichtet wird.

Einige Tage nach diesem Versuche zeigte sich ganz und gar kein Wasser, weder im Herde, noch an der Oeffnung im Windkasten; der Ofen kam aber erst eine lange Zeit nachher in Hitze, und in der That erst dann, als die Arbeiter durch ein größeres Blaserohr mehr Luft einströmen, und durch das Sicherungsventil weniger entweichen ließen. Es ist wahrscheinlich, daß der Felsen durch die beständige Feuerung des Ofens nun völlig ausgetrocknet war.

Mein Versuch hatte die gute Wirkung, daß er alle Vorurtheile gegen das auf meinen Rath angelegte Gebläse entfernte, und ein neues aufzuführen verhinderte, wie man schon beschloffen hatte. Alle,

die es seitdem im Gange gesehen haben, gestehn einmüthig, daß ihnen noch kein einfacheres und wirksameres Mittel, das Gebläse gleichförmig zu machen, vorgekommen ist.

Einige Zeit nachher liefs ich in den eisernen Windkasten *E* eine unter *MN* vorgestellte Windprobe einsetzen, um die Verdichtung der in die Oefen strömenden Luft zu messen. Die ungefähr 12 Zoll lange Röhre *M* hängt in der freien Luft, und der Arm *N* geht in den Windkessel, wo die comprimirte Luft gegen das hinein gefüllte Quecksilber drückt. Durch diesen Druck wurde eine Quecksilberfäule von 5, zuweilen auch von 6 Zoll im Schenkel *M* über dem Niveau des Quecksilbers im Schenkel *N* getragen, und diese fiel, wenn der Stempel der Luftpumpe zurückging, nur um $\frac{1}{2}$ Zoll. Damahls war nur Ein Ofen im Gange; standen beide im Gebläse, so trieb die Dampfmaschine die Quecksilberprobe nur 4 Zoll hoch, weil die Devonor Gesellschaft, so lange ich dazu gehörte, es nicht für gut fand, auch den zweiten Dampfkessel von 20 Fufs Durchmesser in Gang zu setzen, wie dies nach meinem Plane geschehen sollte. Dann hätten sich beide Hohöfen eben so stark in Gang setzen lassen, als der eine Ofen mit einem Kessel. Da der Arbeiter an der Windwage die wahre Kraft des Windstoßes abnehmen konnte, so diente ihm dieses Instrument, seitdem den Zustand der Luftventile und der Liederung des Stempels zu beurtheilen. Schloß hier nicht alles luftdicht, oder war sonst ein

Fehler vorhanden, so stieg die Windprobe, bei gleich geschwindem Gange der Maschine, nicht auf die bekannte Höhe, und so fanden wir, was sonst nicht zu bemerken war, daß aus den Ventilen oder bei dem Stempel Luft entwich. Man fand diese Einrichtung so nützlich, daß der Stand der Windprobe seitdem täglich im Tagebuche der Gesellschaft angemerkt wurde, um den jedesmahligen Zustand des Gebläses mit dem täglichen Produkte der Oefen vergleichen zu können.

Hier noch ein anderer Versuch, der mir für alle Gufseisenfabriken von Wichtigkeit zu seyn scheint. Meine eignen Beobachtungen über die Wirkungen des Gebläses auf Hohöfen, und das, was mein Vater und andere erfahrene Eisenmeister mir hierüber mitgetheilt haben, ließen mich vermuthen, daß ein großer Theil der Kraft des Gebläses gewöhnlich dadurch unwirksam gemacht wird, daß man die Luft mit viel größerer Geschwindigkeit, als nöthig ist, in die Oefen treibt, indem dieselbe Kraft bei gehörigem Adjustiren des Gebläses und geringerer Geschwindigkeit viel mehr Luft den Oefen zuzuführen vermag. Denn *da die Menge eines durch eine Oeffnung strömenden Fluidi sich wie die Quadratwurzeln des Druckes verhält; *)* so ist ein viermahl größerer Druck nöthig, um durch dieselbe Oeffnung in gleicher Zeit eine doppelte Luftmenge herauszu-

*) Siehe die Anmerkung am Schlusse dieses Aufsatzes.

treiben. Verdoppelt man dagegen die Oeffnung, so wird die Luftmenge, die dieselbe Kraft in derselben Zeit her austreibt, in dem Verhältnisse von $\sqrt{2}$ zu 1 vermehrt werden, obgleich ihre Geschwindigkeit sich in demselben Verhältnisse vermindert. (f. S. 58 Anm.) Nun aber können in den Hohöfen die Quantität und Intensität der Hitze, folglich auch ihre Wirkung, lediglich auf der Menge von Luft beruhen, die in dem Prozesse des Verbrennens zersetzt wird, und ihre Geschwindigkeit, mithin auch die GröÙe des Blaserohrs, ist hierbei ohne allen Einfluß. Giebt man auf den Prozeß beim Wiedererschmelzen des Eisens in einem gewöhnlichen Zugofen Acht, wo durch die breiten Zwischenräume der Roßstangen eine sehr große Quantität Luft dringt, so zeigt sich in ihm, wie bekannt, eine viel stärkere Intensität der Hitze, als in den Oefen mit Gebläse, und doch dringt bei jenen die Luft durch den Roß nicht mit vermehrter Dichtigkeit oder Geschwindigkeit in das Feuer. Aus diesen Gründen hielt ich es für wahrscheinlich, daß eine Vermehrung der Quantität der Luft, selbst mit Verminderung ihrer Geschwindigkeit und Dichtigkeit, auch in Hohöfen die Hitze und deren Wirkung, das Produkt der Schmelzung, vergrößern würde. Ich war daher auf die Wirkung eines weitem Blaserohrs und einer darnach eingerichteten Regulirung der Dampfmaschine, ohne ihre Kraft zu vergrößern, äußerst begierig.

Bald nach der Errichtung des Werks hatten die andern Mitglieder der Devoner Gesellschaft ein

von mir nicht gebilligtes Verwaltungssystem angenommen, und den zweiten Ofen in Gang gesetzt, ohne den erforderlichen Vorrath an Materialien angeschafft zu haben und ohne das Gebläse, wie es ursprünglich der Plan war, durch Gebrauch des zweiten Dampfkessels zu vervollständigen, und so liefs man beide Oefen mehrere Monate lang nur mit der Hälfte der Kraft des Dampfes, die erforderlich war, und mit einem unzulänglichen Vorrathe an Materialien arbeiten. Dieser Versuch schlug, wie zu erwarten, unglücklich aus. Statt nun den erwähnten Mängeln abzuhelpen, liefs die Gesellschaft den einen Ofen ausblasen und gänzlich verstopfen. Diese unrichtigen Maaßregeln verschafften mir indels Gelegenheit, den erwähnten Versuch anstellen zu können.

Als der eine Ofen verstopft war und der andere mit einem Windrohre angeblasen wurde, das $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hatte, betrug das wöchentliche Schmelzprodukt im Durchschnitte mehrerer Wochen noch nicht 20 Tonnen Eisen. Die Dampfmaschine machte ungefähr 16 Hube in einer Minute, und der Hub der Luftpumpe betrug ungefähr 4 Fuß 8 Zoll. Nachdem ich das enge Windrohr mit einem andern von 3 und bald darauf mit einem von $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser vertauscht und die Dampfmaschine so gestellt hatte, daß die Luftpumpe im Durchschnitte ungefähr 19 Hube, jeden von 5 Fuß 2 Zoll Höhe, in einer Minute machte, wurde das Schmelzprodukt augenblicklich vermehrt, und

es betrug während 9 Monate wöchentlich 33 Tonnen Eisen, von derselben Güte wie zuvor, indem dieser eine Ofen vom 21sten Nov. 1795 bis zum 30sten Jul. 1796 1188 Tonnen lieferte. Das Gebläse bedurfte dabei nicht mehr Kohlen als zuvor, auch keine andern Kosten; es war also keine größere Kraft als zuvor vorhanden. Zugleich, (und das verdient ganz besonders Bemerkung,) war, ungeachtet dieses so vermehrten Schmelzprodukts, die Consumtion an Materialien bei weitem nicht so groß als sonst. Der Ofen erforderte nun um ein beträchtliches *weniger Brennmaterial, weniger Eisenstein und weniger Kalkstein*, als man sonst, bei der vorigen Einrichtung des Gebläses, um dieselbe Eisenmenge zu erzeugen, bedurft hatte. Eine eben so große Ersparung wurde hierdurch auch in dem übrigen ökonomischen Theile des Geschäfts bewirkt.

Der Erfolg dieses Versuchs viele Monate lang, dessen Richtigkeit das Tagebuch der Gesellschaft beweist, macht mich glauben, daß alle Hohöfen mit Gebläse bei einer richtigen Stellung der Maschinerie ein größeres Produkt liefern würden, wenn man bei ihnen als Grundsatz annähme, *daß bei einer gegebenen Kraft eine große Luftmenge, die mit einer mäßigen Geschwindigkeit in den Ofen geblasen wird*, (und keinesweges eine kleine Luftmasse, die man mit größerer Geschwindigkeit in den Ofen treibt,) *den größten Vortheil im Schmelzen des Eisens gewährt*. Das Verhältniß der Kraft, der

Geschwindigkeit und der Luftmasse, die zur Hervorbringung des Maximums der Wirkung erforderlich sind, läßt sich indeß wohl nur durch Erfahrung bestimmen. *)

Ein unglückliches Mißverständniß unter den Mitgliedern der Devoner Gesellschaft bewog mich schon vor zwei Jahren, mich gänzlich von ihr zu trennen, und so wurde mir alle Gelegenheit abgefehnitten, mehrere Versuche mit diesem Werke anzustellen.

*) Wenn Q die Quantität eines Fluidi, D den Durchmesser der Oeffnung, durch die es in einer gegebenen Zeit getrieben wird, V die Geschwindigkeit desselben, und P die treibende Kraft bedeutet, mithin die Oeffnung D^2 proportional ist; so wird die Quantität des in der gegebenen Zeit ausströmenden Fluidi durch $V D^2$ gemessen, oder $V D^2 = Q$ seyn.

Diese Quantität mit der Geschwindigkeit des Fluidi multiplicirt, giebt das Moment der Flüssigkeit, oder die Kraft, mit der es durch die Oeffnung getrieben wird, $V^2 D^2 = P$, oder $VD = \sqrt{P}$.

Wenn daher D gegeben ist, so verhält sich, wie Herr Roebuck behauptet, V wie $\sqrt{P}$.

Weil $V = \frac{Q}{D^2}$, und auch $V = \frac{\sqrt{P}}{D}$, mithin $Q = D \sqrt{P}$ ist; so muß, wenn P unverändert bleibt, Q in demselben Maasse wie D zunehmen und V in demselben Verhältnisse sich vermindern.

Die Aufgabe, die größte Luft-Quantität mit einer gegebenen Kraft in den Ofen zu treiben,

A N H A N G.

*Auszug aus einem Briefe ACHARD's an
den Bürger VAN MONS. *)*

Berlin den 16ten Nov. 1800.

Einige Versuche, die ich über das *Keimen* den Samen in *compressirter Luft* angestellt habe, zeigen, daß das Keimen schneller vor sich geht, je mehr die Luft comprimirt ist; der Unterschied ist beträchtlich. Auch stellte ich Versuche über die *Lebensdauer von Thieren* in Luft von verschiedenen Graden der Verdichtung an. Ich fand, daß bei gleichen Räumen gewöhnlicher atmosphärischer, und einer dreimahl dichtern Luft, ein Thier, unter übrigens gleichen Umständen, in letzterer 5mahl länger als in ersterer lebt. Es ist sonderbar, daß, wenn man die Luft schnell bis zur dreifachen Dichtigkeit zusammendrückt, ein darin befindliches Thier in einen Zustand von Unthätigkeit und todenähnlichem Schläfe fällt, welches vermuthlich eine Folge des Drucks auf das Gehirn ist. Nachdem dieser Zustand eine Zeit lang, bald länger, bald

liefert daher, genau genommen, kein Maximum; sondern die größte Oeffnung, welche die Maschine zuläßt, muß die beste seyn. Es ist indess wahrscheinlich, daß es einen gewissen Grad der Geschwindigkeit giebt, mit dem die Luft am vortheilhaftesten in den Ofen dringen würde; und diese läßt sich allerdings wohl nur durch Versuche entdecken.

James Hall.

*) *Annales de Chimie*, t. 37, p. 223.

kürzer, gedauert hat, kömmt das Thier wieder zu seiner natürlichen Munterkeit, worauf es in den Zustand einer gewöhnlichen Angſt geräth, der allmählig bis zum Tode zunimmt. Merkwürdig iſt es auch, daß die thieriſche Oekonomie in dieſem Zuſtande der Compreſſion nicht leidet. Ich ließ Vögel eine Stunde lang in einer viermahl verdichteten Luft; als ich ſie wieder heraus in die freie Luft brachte, befanden ſie ſich ſehr wohl, und ließen kein Zeichen von Mißbehagen blicken.