

### III.

#### B E W E I S,

*dafs es möglich ist, mit einer als Kraft gegebenen Wassermenge und Druckhöhe diese Wassermenge auf eine mehr als doppelt so grofse Höhe, oder eine mehr als doppelt so grofse Wassermenge auf die nämliche Höhe zu heben, ohne dafs deshalb ein Zuschufs an Kraft erfordert wird,*

v o n

R E S E N E R,

Prof. und der kön. Kammer Mechaniker in Berlin\*).

In der Mechanik ist es als ein allgemeiner Grundsatz angenommen, dafs das Product der Last in dem von ihr durchlaufenen Raume nie gröfser seyn kann, als das Product der darauf verwendeten Kraft in dem Raume, den diese in derselben Zeit durchläuft; und man hat daraus in Beziehung auf hydraulische Gegenstände gefolgert, dafs das Pro-

\*) Hr. Prof. und Mechaniker Resener hat mir diesen kurzen Auszug aus einer umständlichern Abhandlung über eine vortheilhaftere Benutzungsart elastischer Flüssigkeiten als bewegende Kraft, schon seit länger als einem Jahre zugestellt; durch zufällige Umstände erscheint er in diesen Annalen erst jetzt. Ueber das Paradoxe, welches die Ueberschrift ausdrückt, sage ich nichts, es liegt in dem Vortrage, nicht in der Sache. Der Hr. Vf. wünscht, dafs dieser Aufsatz Sachkenner veranlassen möge, ihr Urtheil über seine Maschine und deren Brauchbarkeit bekannt zu machen.

Gilbert.

dukt aus der Druckhöhe mit der als Kraft verwendeten Wassermenge, dem Produkt aus der Förderungshöhe in die als Last gehobene Wassermenge gleich seyn muß.

Folgende Thatfache wird aber beweisen, daß in gewissen Fällen und mit zweckmäßiger Vorrichtung es dennoch nothwendige Folge ist, daß ohne Rücksicht auf die Zeit, welche auf die Hebung der Last verwendet wird 1) bei gleichen Massen, die Förderungshöhe mehr als doppelt so groß als die Druckhöhe, und 2) bei gleichen Höhen, die Massen der Last mehr als doppelt so groß, als die der Kraft ist.

*Erster Fall, da bei gleichen-Massen die Förderungshöhe mehr als doppelt so groß, als die Druckhöhe seyn soll.* *A, B, C, D* u. s. w. (Taf. I. Fig. 4.) stellen eine Anzahl luftdicht verschlossener Gefäße vor, alle von gleichem Inhalt, und jedes mit einer Steigröhre *a, b, c, d* u. s. w. versehen. An dem untern Ende jeder dieser Steigröhren befinde sich eine Klappe, um den Rückfall des Wassers zu verhindern. Auch führe aus einem jeden Gefäße ins nächstfolgende eine leicht zu öffnende und zu verschließende Leitungsröhre  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ . Luft, die durch irgend eine Kraft und Vorrichtung verdichtet werde, ströme durch die Verbindungsröhre  $\alpha$  in das mit Wasser vollgefüllte Gefäß *A*; hier drückt sie auf die Oberfläche des Wassers mit einer ihrer Elasticität angemessenen Kraft, und zwingt es, in die Steigröhre *a* hinauf zu steigen, so lange, bis

der hydrostatische Druck des Wassers in  $a$  dem Drucke der elastischen Flüssigkeit in  $A$ , welcher  $H$  heißen mag, das Gleichgewicht hält. Dieser sey so groß, daß das Wasser aus  $A$  in das Gefäß  $B$  hinauffliesse.

Sobald das letztere Gefäß voll Wasser ist, unterbreche man das fernere Zufließen der elastischen Flüssigkeit nach  $A$ , und öffne die Gemeinschaft zwischen  $A$  und  $B$  durch  $\beta$ , so daß die in  $A$  befindliche comprimirte Luft in  $B$  übergehe. Im ersten Augenblicke des Ueberganges wirkt sie auf die Oberfläche des Wassers in  $B$  mit dem vollen Drucke  $H$ , und zwingt das Wasser aus  $B$ , in das Gefäß  $C$  zu steigen. Nach und nach aber wird dieser Druck in dem Maße abnehmen, als sie sich in die Räume  $A$  und  $B$  vertheilt, und nach vollbrachtem Hub nur noch  $\frac{1}{2}H$  seyn, da alle Gefäße von gleichem Inhalte sind. Daher darf die Steigröhre  $b$  nur die halbe Höhe der Röhre  $a$  haben.

Oeffnet man nun die Verbindung  $\gamma$ , so geht die Luft in  $C$  über, und drückt das Wasser aus  $C$  nach  $D$ . Der Druck der elastischen Flüssigkeit ist nach vollbrachtem Hub  $= \frac{H}{A+B+C} = \frac{1}{3}H = \frac{1}{3}a$ ; und eben so muß auch die Höhe der Steigröhre  $c = \frac{1}{3}a$  seyn.

Setzt man diese Operation durch eine Reihe von Gefäßen, deren Zahl  $= n$  heißen mag, fort, so wird endlich die Dichtigkeit, und mithin auch

die Elasticität der Luft  $= \frac{H}{n'}$ , die Höhe der letzten Steigröhre also auch nur  $= \frac{H}{n}$  seyn müssen, (den Druck der Atmosphäre jetzt bei Seite gesetzt). Die gesammte Anzahl der gehobenen Wasserfäulen ist dann  $= n$ , und die ganze Höhe, auf die das Wasser durch den Druck  $H$  gehoben worden, ist  $= (1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} \dots) H$ . Ist  $n = 11$ , so würde die gesammte Höhe  $= 5,02 \cdot H$ . Die gehobene Wassermenge ist genau so groß, als die verbrauchte Luftmenge, und es ist der Effect dieser Vorrichtung *5 Mal so groß, als die anfängliche Druckkraft der Elasticität*, in so fern diese gerade nur so groß ist, als hinreicht, das Wasser aus  $A$  in das Gefäß  $B$  zu heben. Und dieses wird um so weniger von der Wahrheit abweichen, je unbedeutender der Inhalt der Verbindungsrohren  $\alpha, \beta, \gamma$  u. s. gegen den Inhalt der Gefäße ist.

Die comprimirte Luft hat bei dem letzten Hube in dem obersten Gefäße außer dem Drucke der Steigröhre auch noch den Druck der Atmosphäre zu überwinden. Man setze den Druck der Atmosphäre gleich dem Druck einer Wasserfäule von der Höhe  $a'$ , und den Druck des Wassers in der letzten Steigröhre  $= x$ , so muß ihre Dichtigkeit sich zu der Dichtigkeit der atmosphär. Luft wenigstens verhalten wie  $a' + x : x$ . Die Dichtigkeit der Luft im letzten Gefäße verhält sich folglich zur Dichtigkeit der Luft im ersten Gefäße, wie  $x + a' : H + a'$ ; zugleich verhalten sich beide zu

einander wie  $1:n$ . Es ist also  $x+a':H+a'=1:n$ .  
 Folglich  $n=\frac{H+a'}{x+a'}$  und  $x=\frac{H+a'}{n}-a'$ . Die  
 Gränze der Dichtigkeit der Luft im obersten Gefäße ist  $\frac{H}{n}=a'$ , oder wenn  $n=\frac{H}{a'}$  ist. Diesen  
 Werth für den größtmöglichen Effect gesetzt,  
 wird für ihn  $x=\frac{a'a'}{H}$ , und da  $a'$  die Einheit der  
 Dichtigkeit ist,  $x=\frac{1}{H}$ .

Es erhellt hieraus, wie aus jedem gegebenen  
 $H$  und aus dessen Verhältniß  $a':H$  die Anzahl der  
 Gefäße, und daher die Anordnung dieser Ma-  
 schine und die gesammte Höhe, auf die das Wasser  
 gehoben wird, bestimmt werden kann. Zur be-  
 ssern Ueberlicht, wie die Vergrößerung des Ef-  
 fects von der Anzahl der Gefäße abhängt, dient  
 folgendes Beispiel. Es sey die Luft durch irgendeine  
 Kraft 24 Mal zusammengedrückt, also  $H=24a'$   
 und  $n=24$ , so ist  $x=\frac{1}{24}$  und  $H+a'=25.a'$ .  
 Dann ist

im Gefäße	die Dichtigkeit der Luft	und die Wasserfäule, die gehoben wird.
1.	25,000 $a'$	24,000 $a'$
2.	12,500	11,500
3.	8,333	7,333
4.	6,250	5,250
5.	5,000	4,000
6.	4,166	3,166
7.	3,571	2,571
8.	3,125	2,125
9.	2,777	1,777
10.	2,500	1,500
11.	2,272	1,272
12.	2,083	1,083

im Gefäße	die Dichtigkeit der elast. Flüssigkeit	Die gehobene Wassersäule.
13 <sup>te</sup>	1,983 $a'$	0,983 $a'$
14.	1,787	0,787
15.	1,666	0,666
16.	1,562	0,562
17.	1,470	0,470
18.	1,388	0,388
19.	1,316	0,316
20.	1,250	0,250
21.	1,194	0,194
22.	1,131	0,131
23.	1,085	0,085
24.	1,041	0,041
Also Summe der gehobenen Wassersäulen		69,390 $a'$ = 2,891 . $H$ .

Die Menge [das Volumen] der geförderten Wassermasse ist genau so groß als die verwendete Menge der comprimierten Luft. Es war aber die Urkraft nur  $\equiv 24 . a$ . Es ist also hierdurch die Möglichkeit erwiesen, daß bei gleichen Massen [?] die Förderungshöhe mehr als doppelt so groß als die Druckhöhe werden kann. Wollte man nur 12 Gefäße anwenden, so wäre die Höhe, zu der das Wasser gehoben wird  $\equiv 65,577 . a' . \equiv 2,732 . H$ .

*Zweiter Fall, wo bei gleichen Höhen die gehobene Masse mehr als doppelt so groß, als die angewandte Masse [?] der Kraft ist.* Die Vorrichtung bleibe wie vorhin, nur muß jetzt der Inhalt der Gefäße  $A, B, C, D$  u. f. etwas mehr als noch einmal so groß, und die Höhe der Steigröhren  $a, b$ ,

*c, d* u. f. nur halb so hoch wie vorhin seyn, und die Einrichtung so getroffen werden, daß die Oeffnung durch *a* sich schon dann schliesse, und den Zufluß der Luft abhalte, wenn *A* nur erst zur Hälfte von Wasser geleert ist. Denn da hier *a* nur halb so hoch als die Druckhöhe *H* ist, die in dem Gefäße *A* befindliche Luft aber, nach Verschliefung der Zuleittröhre *a*, mit der Kraft *H* drückt, so wird sie das übrige Wasser noch aufwärts zu treiben und in *B* überzugießen fortfahren, so lange, bis das ganze Gefäß *A* leer, *B* hingegen voll ist.

In diesem Augenblicke öffne sich die Leitungsröhre *β*, so daß die comprimirte Luft in *B* übergehe, und das Wasser aus *B* in *C* übertreibe; dann nach *D* u. f. w., wie im vorigen Falle, vorausgesetzt nämlich, daß die jedesmahlige Steigtröhre die ihr zustimmende Höhe habe.

Da hier die Gefäße einen mehr als doppelt so großen Inhalt haben, so ist einleuchtend, daß *n* nicht größer als  $\frac{1}{2}H$  werden kann, weil, wie oben gezeigt worden, die Dichtigkeit der Luft im letzten Gefäß nicht unter *a'* seyn kann. Hier ist also  $\frac{H}{n} = a' = 12$ , wenn nämlich wie oben  $H = 24$  gesetzt wird. Man setze den Inhalt der Gefäße  $= 2,155$  Mahl so groß, als die Menge der zu jedem Hub bestimmten comprimirt Luft, so wird deren Dichtigkeit im ersten Gefäß  $= \frac{2,155}{2,155} = 11,60$  *a* seyn, und nun ferner

im Gefäße	die Dichtigkeit der elast. Flüssigkeit	die gehobene Wasserfäule.
1.	11,600 $a'$	10,600 $a'$
2.	5,800	4,800
3.	3,866	3,866
4.	2,900	1,900
5.	2,320	1,320
6.	1,933	0,933
7.	1,657	0,657
8.	1,450	0,450
9.	1,289	0,289
10.	1,160	0,160
11.	1,050	0,050

---

Summe aller gehobenen Wasserfäulen = 24,029.  $a'$

Die Förderungshöhe ist hier der der Druckhöhe gleich, aber die gehobene Wassermenge ist mehr als doppelt so groß als die verwendete Menge von Luft.

Die Anzahl der Gefäße, die sich zur Vergrößerung des Effects anbringen lassen, hängt, wie wir bemerkt haben, von  $H$  ab. Zur kleinsten Anzahl, nämlich 2, darf die Dichtigkeit der Luft nicht unter  $2a' + 2x$ , und die Elasticität derselben nicht unter  $a' + 2x$  seyn, wenn die volle Wassermenge des ersten Hubes durch das zweite Gefäß gehoben werden soll. Dieses ist aber viel zu viel, als daß sich eine solche Maschine, als Modell im Kleinen angefertigt, zu Versuchen, die dem oben Gesagten ganz ähnlich und entsprechend wären, in Wohngebäuden eignen sollte. Es wäre denn, daß ihre Einrichtung so wäre, daß man sich dabei des

Queck-



Queckfilbers statt des Wassers bedienen könnte. Indessen schien mir doch diese meine Idee sowohl in Rücksicht der Theorie als der Ausführung wichtig, und des Versuchs werth zu seyn, sie zu realisiren. Ein Modell, welches ich zu diesem Behuf angefertigt habe, gab mir Gelegenheit, die Schwierigkeiten, die der Ausführung entgegenstehen könnten, aufzufinden und glücklich zu beseitigen, auch die Maschine mit einer höchst einfachen Steuerung zu versehen, die alle zum Spiel nöthigen Functionen aus eignen Kräften vollführt, ohne dafs sie der bewegenden Kraft im Geringsten zur Last fallen, oder sie beeinträchtigen können\*).

\*) Der Hr. Verf. giebt zwar die Art nicht an, wie er in seiner Maschine die Luft comprimirt; er schreibt mir aber: „er habe an seinem Modell eine Spiralpumpe anbringt, bei „der die verdichtete Luft von der Steigröhre ganz ausge- „schlossen sey, nach vollbrachtem Hub aber in einen auf „der Steigröhre angebrachten zweiten Windkasten ge- „leitet werde, und so das Wasser zum zweiten Mahle „hebe, auf eine ähnliche Art zum dritten Mahle und „so ferner. Dieses gewähre den Vortheil, dafs die Ma- „schine bei gleicher Anzahl von Windungen und gleicher „Kraft das Wasser viel höher, gleichförmiger, und auch „entfernt von dem Orte der Kraft heben könne; eine Ein- „richtung, die sich besonders bei Bergwerken, wenn es „an Aufschlagewasser fehle, zu eignen, und viele Vorzüge „vor dem Kraft verschluckenden Feldgestänge zu haben „scheine, und über die der Hr. Verf. vorzüglich das Ur- „theil des Hn. Bergcommissionsraths B u f f e in Freyberg, „als eines vorzüglich competenten Richters, öffentlich „zu lesen wünschte. Er sey, fügt er hinzu, bereit, „Freunde der Physik und der Maschinenkunde in den „Besitz eines Modells dieser Maschine und der Spiralpum- „pe, so wie anderer Erzeugnisse seiner mechanischen „Werkstatt, zu setzen.“

Gilbert.

Ich behalte mir vor, bei einer andern Gelegenheit das Gefagte weiter aus einander zu setzen, und die Mittel an die Hand zu geben, wie die bisher in der Ausübung bekannten Maschinen, die durch eine elastische Flüssigkeit in Bewegung gesetzt werden, z. B. der Heber, die Spiralpumpe und die Dampfmaschine, durch die angegebenen Mittel beträchtlich verstärkt und verbessert werden können.

---