III.

VERSUCH II

*einer Erklärung von dem Steigen des
Wassers im Stossheber, (Belier hydraulique,) nach bekannten Gesetzen der
Mechanik,*

vom

Prof. E. F. Wrede

in Berlin,

(vorgelesen in der philomathischen Gesellschaft am 11ten April 1804.)

Ich lasse hier die Fragen unentschieden, ob den Gebrüdern Montgolfier in Frankreich *allein* die Ehre der Erfindung dieser merkwürdigen hydraulischen Maschine gebührt, *) und welcher Zufall sie darauf geführt hat. Eine deutliche Erklärung der Kraft, durch welche das Wasser in diesem

*) Die Gebrüder Joseph und Stephan Montgolfier, nebst dem Bürger Argant, legten zuerst dem französischen Nationalinstitute einen Belier vor. Die Abgeordneten desselben, Bossut und Cousin, reden in ihrem Berichte von *Erfindern*, so daß nicht einer einzigen Person die Ehre der Erfindung gebührt. *W.* [Bekanntlich nahm Viallon die Erfindung als sein Eigenthum in Anspruch, als Montgolfier und Argant sich im Jahre 1797 ein Patent darauf geben ließen. Vergl. *Annalen*, I, 367 a., und meine folgende *Nachschrift*.

Heber, dem Grundgesetze der Hydrostatik scheinbar zuwider, zu einer Höhe empor steigt, welche die Fallhöhe desselben zehn und mehrere Mal über treffen kann; — dieses allein soll der Gegenstand der gegenwärtigen Untersuchung seyn. Gelingt es mir, die wahren Gesetze der Bewegung des Wassers in dieser Maschine dem Leser so einleuchtend zu machen, wie sie es mir durch einige Versuche geworden sind; so wird es begreiflich werden, wie man dieses Werkzeug auch ohne deutliche Bekanntschaft mit einem Grundsatze erfinden konnte, ohne den sich auf keine bestimmte Wirkung dieser Art schließen, und keine durch Versuche zu prüfende Hypothese voraus machen liefs; und daß es nur einer durch ökonomische Bedürfnisse geweckten und durch tägliche Gelegenheit begünstigten Aufmerksamkeit auf ein gewöhnliches Ereigniß bei der Bewegung des Wassers in Schußgerinnen, Freiarohen, u. dgl., bedurfte, um einen der Mechanik nicht unkundigen Beobachter auf die Zusammenfassung des Belier zu führen. *) Zwar findet sich schon in den französischen Annalen von Pfaff und Friedländer ein Aufsatz von Koffut und Cousin über die bewegende Kraft im Belier, ihre Erklärung ist aber nicht genügend, da sie keinen Grund angiebt, war-

*) Mir ist von Reisenden erzählt worden, Montgolfier habe bei der obern Maschinerie einer Papiermühle Wasser nöthig gehabt, und dies sey die erste Veranlassung zur Zusammenfassung des Belier gewesen. Vielleicht brachte das beträchtliche Em-

um das erste Ventil sich jederzeit wieder öffnet, nachdem es von dem ausströmenden Wasser zugestoßen worden ist, es mag sich in der Leitröhre vertikal, horizontal oder schräg bewegen, und mit einem Gegengewichte versehen seyn oder nicht:

Hier zuerst eine kurze Beschreibung der Einrichtung, welche man dem Belier hier in Berlin nach einem Modelle gegeben hat, das durch den geheimen Oberbaurath. Ern. Gilly, von Paris hierher gekommen ist. Taf. I, Fig. 2, stellt das Profil eines solchen aus Kupfer verfertigten Hebers vor. *AB* ist ein senkrecht stehendes Wassergefäß, mit einer senkrechten Röhre darunter oder ohne dieselbe; ich werde es die *Fallröhre* nennen. *BLMC* ist eine wagerecht liegende Verbindungsröhre, welche das in *AB* eingegossene Wasser dem *Winkelkessel GH* zuführt; ich nenne sie die *Leitröhre*. Man giebt ihr 2, 3 oder mehr Zoll Weite, und 40, ja mehrere 100 Fuß Länge, wovon die Größe des Effekts mit abhängt. An dem Ende, an welchem sie mit dem Winkelkessel verbunden ist, erweitert sie sich elliptisch, um dem *ersten Ventile C*, (der Einhaltsklappe, *Soupape d'arrêt*,) welches sich nach innen herabwärts öffnet, einen gehörigen Spielraum zu verstatten: Un-

portheigen des Wassers, wenn es sich in Schußgerinnen, Schleusen, Brandungen, u. s. w., an einen fest stehenden Körper stößt, die Erfinder des neuen Hebers auf die erste Idee zu demselben.

W r.

mittelbar unter dem Windkessel ist die Leitröhre etwas in die Höhe gebogen, um dem Wasser desto weniger Hinderniß in den Weg zu legen, wenn es in die Oeffnung des Windkessels eindringt. Ueber dieser letztern befindet sich ein *zweites Ventil D*, (die Aufsteigeklappe, *Soupape d'ascension*,) welches sich nach oben öffnet. In dem Windkessel *GH* ist die *Steigeröhre GHK* etwas gekrümmt, um das zweite Ventil nicht in seiner Bewegung zu stören; übrigens geht sie, aus bekannten Gründen, bis nahe an den Boden des Windkessels, ist bei *H* luftdicht eingeschroben oder eingelöthet, und bildet am obern Ende einen Haken, so daß aus dem kurzen Schenkel *IK* das aufgestiegene Wasser in einem ununterbrochenen Strahle, (ohne Windkessel aber nur stoßweise,) ausströmen muß. Die Weite dieser Röhre kann 1 oder $1\frac{1}{2}$ Zoll betragen. Ihre Höhe ist willkürlich, und kann desto größer seyn, mit je mehr Gewalt das Wasser in der Fallröhre und Leitröhre wirkt. Um den Ventilen eine recht leichte Bewegung zu verschaffen, und sie in ihrer Lage, in der sie genau an die Oeffnungen anschließen müssen, unverrückt zu erhalten, hat man beide Ventile mit Achsen oder Spindeln versehen, welche recht gut geglättet sind, und in dem durchbohrten Kopfe eines über der Oeffnung befestigten Bügels *E* gelohn. Das erste Ventil hat über dies noch eine Stellschraube *F*, durch die bestimmt wird, wie tief es fallen soll; denn je näher diese Stellschraube, oder der unter ihr auf die Ventilsachse gesteckte

hohle Cylinder, dem Bügelkopfe gebracht wird, wenn das Ventil geschlossen ist, desto weniger sinkt dies letztere, indem es spielt, gegen die untere Wand der elliptischen Erweiterung bei *C* herab, und desto schneller stößt das andringende Wasser es wieder zu.

Soll der Heber in Gang kommen, so wird das erste Ventil *C* geschlossen, und das Gefäß *AB* mit Wasser gefüllt. Das Wasser tritt durch das zweite Ventil in den Windkessel, und setzt sich, nach hydrostatischen Gesetzen, mit dem in *AB* vorhandenen Wasser ins Gleichgewicht. Darauf drückt man das erste Ventil nieder, und zieht die Hand schnell zurück. Sogleich strömt Wasser aus der bis dahin verschlossenen Oeffnung bei *E*, und nun beginnt das Spiel der Maschine. Das Wasser in der Fallröhre drückt auf das Wasser in der Leitröhre, und dieses auf beide Ventile. In demselben Augenblicke, in welchem das erste Ventil vom Wasser zugestossen wird, muß das zweite sich öffnen, und es steigt Wasser in den Windkessel, welches die Luft darin zusammen drückt, und diese treibt das Wasser in die Steigeröhre hinauf. Nachdem das zweite Ventil sich wieder geschlossen hat, öffnet sich das erste von neuem; es strömt eben so, wie vorher, Wasser aus seiner Oeffnung; dann wird es abermahls vom andringenden Wasser zugeschlagen, worauf das zweite Ventil sich öffnet, und eine neue Portion Wasser in den Windkessel und die Steigeröhre tritt. Dieses Spiel geht solcher Gestalt unun-

terbrochen fort so lange noch hinreichender Wasservorrath in der Fallröhre ist, oder so lange man den Wasserverlust in der Leitröhre durch neuen Zufluß in der Fallröhre auf eine schickliche Art ersetzt. Nach und nach wird so viel Wasser in die Steigeröhre getrieben, daß es oben ausfließt, wenn man sie nicht für die bewegende Kraft des Wassers in der Fall- und Leitröhre zu hoch genommen hat.

Es läßt sich aber auch eine solche Einrichtung treffen, bei welcher die Fallröhre entbehrt werden kann; denn man darf nur der Leitröhre eine gegen den Horizont geneigte Lage geben, wie sie die Linie *AC* vorstellt, so wird, vermittelt des Wasserdrucks auf die schiefe Fläche, und nach den Gesetzen des Falles auf dieser letztern, die vorige Wirkung der Maschine hervor gebracht, so bald die drückende Masse des Wassers der im ersten Falle gleich, und überhaupt eine Bewegung mit derselben Geschwindigkeit vorhanden ist. Dies sind ganz kurz die Erscheinungen, die sich an jedem gehörig eingerichteten Stoßheber zeigen.

Um nun die Wirkung desselben bloß erst zu erklären, (ohne sie schon zu messen oder im voraus zu berechnen,) müssen folgende Fragen beantwortet werden:

1. *Warum öffnet sich das erste Ventil wieder,* nachdem es einmahl zugestoßen worden ist, da sein eignes Gewicht *nicht hinreicht*, den Druck des Wassers im Zustande der Ruhe dieser Maschine

zu überwältigen, sondern nach Umständen mehrere Pfunde Druck hinzu kommen müssen, um es zu öffnen?

2. Warum schließt sich das zweite Ventil wieder so schnell, (und selbst, wenn es mit einem Gegengewichte versehen ist,) da es doch in dem umgebenden Wasser, als einem Mittel, das sehr starken Widerstand leistet, beträchtlich aufgehalten werden und nur ganz langsam niederfinken müßte?

3. Warum steigt das Wasser in der Steigeröhre zu der zehnfachen, ja zwanzigfachen Höhe der Fallröhre und noch höher empor, da es doch nach dem Gesetze so wohl des hydrostatischen Gleichgewichts, als auch der lothrechten Bewegung des Wasserstrahls bei Springbrunnen, höchstens, (d. h., im Widerstand-freien Mittel,) die Höhe der bis oben angefallten Fallröhre erreichen sollte?

Ich werde theils von Erfahrungen ausgehen, theils die bekannten Gesetze des Stosses zum Grunde legen, und den Erfolg, welcher um dieser Gesetze willen Statt finden sollte, mit Erfahrungen vergleichen, um zu zeigen, daß wir zur Theorie des Stofshebers, und zuvörderst zur gründlichen Erklärung seiner Wirkungen, keiner andern, als längst bekannter Lehrsätze der Physik oder der angewandten Mathematik bedürfen.

Zu den über die Bewegung des Wassers in diesem neuen Heber angestellten *Versuchen*, habe ich mich einer sehr einfachen Maschine bedient, welche

zwar auf den ersten Anblick nicht das Ansehen eines Belier hat, aber doch im Wesentlichen damit überein kommt. Ihre Einrichtung ist folgende:

In dem Profilrisse, Fig. 4, stellt *AB* ein viereckiges Bret vor, 1' lang und 8" breit, in dessen Mitte der 4' hohe und 1' breite hölzerne Rahmen *ADCB* eingezapft ist. Auf der Oberfläche des Bretes *AB* befindet sich ein Becken *RN*, das durch vier 8" lange und 1" hohe, dicht verschränkte Leisten gebildet wird, aus welchen das darin angesammelte Wasser durch die Oeffnung *x*, wie durch die Röhre eines Trichters, in ein unterstehendes Gefäß abfließen kann. In diesem Becken steht ein, an vier Lappen bei *H, I* fest genagelter blecherner Kasten *HK*, 6 $\frac{1}{4}$ " lang, 4" breit und 3 $\frac{1}{4}$ " hoch. Er schließt an allen Seitenwänden und Ecken luftdicht, und hat nur in der obern Seitenwand *AB*, Fig. 5, zwei runde Oeffnungen *D* und *G*, von denen jede mit einem 2" hohen Tubulus versehen ist, dessen Weite sich nach der Dicke der Glasröhre richtet, welche in ihn eingesetzt werden soll. Ausser diesen Oeffnungen befinden sich in der obern Seitenwand noch zwei viereckige Löcher, von denen das eine genau so viel Flächenraum hält, als die horizontale Durchschnittsfläche der innern Höhlung des, in den Tubulus *D* eingekitteten, gläsernen Cylinders. Das andere viereckige Loch ist gerade halb so groß, als das vorige, und beide werden durch die blechernen, unten mit weichem Leder belegten Klappen *C* und *E* wasserdicht geschlossen. Diese

Klappen haben darum so lange Ansätze, und oberhalb Knöpfe zum Anfassen, damit sie bei der willkürlichen Bewegung sich von den Ausgufslochern desto schneller entfernen lassen, und dem in dem blechernen Kasten befindlichen Wasser einen ganz ungehinderten Ausflufs verstatten mögen. Die in dem linken Tubulus befindliche Glasröhre *FG*, Fig. 4, war in meinem Versuche 2', 9" hoch und 1 $\frac{1}{4}$ " weit; der Quadratinhalt ihrer Durchschnittsfläche betrug also 1,23 Quadratzoll, und die eine Seite des größern Ausgufsloches war folglich $\sqrt{1,23} = 1,1''$, die Seite des kleinern Ausgufsloches aber 7,8". Oben bei *F* dient der Zapfen *E* zur Befestigung dieser dickern Glasröhre *FG*. Die in dem rechten Tubulus, vermittelt eines von ihr durchbohrten Korks *P*, befestigte dünnere Glasröhre *PQ*, war 5, 6 oder 7' lang und 0,45" weit. Sie ist oben durch ein in den Steg *DC* gebohrtes Loch gesteckt, um in der lothrechten Lage ganz fest zu stehen. Uebrigens kann man mit dem rechts liegenden Tubulus zweierlei Veränderungen vornehmen: ein Mähl das kleine, sich nach oben öffnende, Ventil *K* einsetzen, welches wie das untere Ventil in einer Pumpenröhre eingerichtet ist, damit es sich, vermittelt eines Hakens heraus ziehen lasse, zweitens kann man, mit Weglassung des Ventils, den Eintritt des im blechernen Kasten vorhandenen Wassers in die Röhre *PQ*, durch eine von oben in den Tubulus hinein gedrückte, durch die krumme Linie *ML* vorgestellte Blase verhindern, und das

Wasser in der an beiden Enden offenen Glasröhre vermittelt dieser Blase sperren.

Will man dieses Werkzeug brauchen, so gießt man zuerst den bleihernen Kasten ganz voll Wasser, und dann, indem man die beiden Klappen fest zuhält, auch die Röhre *EG*. Hat man das Ventil *K* eingesetzt, und die Blase *ML* weggelassen, so steigt das Wasser in der Röhre *PQ* so hoch, daß es mit dem in der Röhre *EG* in einerlei Horizontalebene steht. Wird aber das Ventil weggelassen und nur die Blase eingesetzt, so muß die Röhre *PQ* besonders mit Wasser gefüllt werden, und dieses bleibt dann so lange in Ruhe, als keine von beiden Klappen *GO* geöffnet wird. Geschieht aber dieses, so daß Wasser bei *O* ausströmt, und schlägt man dann die Klappe gleich wieder zu, so zeigen sich folgende Erscheinungen, welche bei jeder wiederholten Bewegung des Wassers genau dieselben bleiben, und daher als Erfahrungssätze zur Erklärung der Wirkungen des neuen Hebers vorauf gehen dürfen.

1. *Eine eingeschlossene in Bewegung gesetzte Wassersäule ist im Stande, eine andere eingeschlossene, aber ruhende, auf welche sie mittelbar stößt, zu heben und in ein Schwanken zu versetzen, ungeachtet die letztere weit höher ist, als die erstere.*

Versuch. Man sperre das untere Ende der längern Glasröhre *PQ* mit einer schlaffen Blase, fülle sie bis *U* oder *Z*, und auch den bleichernen Kasten und die kürzere Röhre *EG* mit Wasser, und öffne nun stofsweise die eine von beiden Klappen, damit

das

das Wasser ausströmen könne. So bald dieses geschieht, wird das Wasser in der Röhre FG von F nach T und S fallen; aber dessen ungeachtet die beständige Wasserfäule PZ oder PU bei jedem Zuschlagen der Klappe, durch die nun mitgetheilte Bewegung, von Z bis U , oder höher hinauf gehoben werden, und, wenn man die Klappe nicht sogleich wieder öffnet, in ein Schwanken gerathen, welches sich der ganzen Wassermasse im blechernen Kasten und in der weitem Röhre mittheilt, so daß, während z. B. die höhere Wasserfäule von U bis Z sinkt, die andere verhältnißmäßig von S gegen T hinauf steigt. Nach einigen wenigen Oscillationen kommt alles wieder in Ruhe, und man kann dieselbe Bewegung hervor bringen, wenn man eine von beiden Klappen von neuem öffnet und rasch wieder zuschlägt. — Diese Erscheinung findet eben so Statt, wenn man das wie ein kleines Beutelchen zusammen gefaltete Stückchen Blase, (das übrigens nicht groß seyn darf,) mit einem feinen Bindfaden wasserdicht um den Kork P bindet, alsdann die Glasröhre PQ durch den Tubulus KL bis nahe an den Grund des blechernen Kastens, etwa bis nach I , hinab senkt, das obere Ende des Tubulus bei ML mit einem zweiten auf die Glasröhre geschobenen Kork verschließt, und nun gerade so, wie gesagt worden ist, verfährt.

2. Je stärker die Bewegung ist, in welche die niedrigere Wasserfäule versetzt wird, desto stärker fällt das Schwanken der höhern Säule aus; auf

welche sie mittelbar stößt, und desto auffallender sind die Oscillationen beider Säulen.

Versuch. Man öffne zuerst in gleichen Zwischenzeiten die kleinere Klappe, und darauf unter denselben Bedingungen, also auch bei gleicher Wasserhöhe in der Röhre *FG*, (die übrigens während des Versuchs abnehmen kann,) die größere Klappe; so wird sich ein auffallender Unterschied in der Stärke des Schwankens zeigen, voraus gesetzt, daß der Unterschied der Oeffnungen, welche von beiden Klappen bedeckt werden, nicht zu klein ist, sondern daß die Quadratflächen der Ausgüßlöcher sich etwa wie 1 : 2 verhalten.

3. *Eine niedrigere eingeschlossene Wassersäule setzt eine höhere in Bewegung, auch wenn sie unmittelbar auf diese letztere stößt.*

Versuch. Man vertausche die schlaffe Blase *ML* an dem untern Ende der Röhre *PQ* mit einem gut schließenden Ventile *K*, fülle nun alles, wie vorher bei 1, öffne und schliesse dann eine von beiden Klappen schnell nach einander; so wird die längere Wassersäule *KZ*, *KU* oder *KQ*, in dem Augenblicke, wenn die Klappe sich schließt, aufwärts gestoßen.

4. *Je größer die Bewegung der niedrigern Säule ist, desto größer fällt auch wieder die mitgetheilte Bewegung der höhern Wassersäule aus; es sey denn, daß der Druck dieser letztern unüberwindlich, und darum keine Bewegung möglich ist.*

Versuch. Man öffne zuerst die kleinere, und hernach unter denselben Umständen die größere Klappe; so rückt im letztern Falle eine größere Menge Wasser aus der Stelle, als im erstern, und die Bewegung desselben in der Fallröhre *FG* ist eben deshalb größer. Aber gerade dann wird auch die entgegen gesetzte längere Wasserfäule am stärksten in die Höhe gestossen.

5. *Durch den unmittelbaren Stoß der niedrigeren auf die höhere Wasserfäule dringt ein Theil der erstern in den Raum der zweiten ein, um sie in die Höhe zu schieben; der eingedrungene Theil wird durch das Ventil abgefangen, und vergrößert nun das Volum der zweiten Wasserfäule: daher muß das Wasser in der längern Röhre PQ einen größern Raum einnehmen, das heißt, steigen, und zuletzt überfließen, wenn sie nicht gar zu lang ist.*

Versuch. Man setze eine von beiden Klappen, oder auch beide zugleich, in Bewegung, so steigt die Säule in der Röhre *PQ* so lange, als die obere Grundfläche der entgegen gesetzten Säule in der Röhre *FG* noch über das Niveau der Klappen erhöht ist. Denn so bald die Oberfläche des stossenden Wassers mit den Ausgüßlöchern in einerlei wagerechte Ebene fällt, ist kein Ausströmen möglich; und nun fällt mit der Bewegung desselben auch die vorige Wirkung weg.

Aus diesen Erfahrungen läßt sich nun sehr leicht die wahre Ursache von dem Aufsteigen des Wassers im Belier herleiten; und eine jede der obigen Fra-

gen genügend beantworten. Doch will ich noch zuvor im Allgemeinen bemerken, daß die Gesetze des Falles und des Stosses hier angewendet werden müssen, um die Bewegung des Wassers im Belier vollständig zu erklären.

Indem es durch die Oeffnung des ersten Ventils an der Leitröhre ausströmt, erhält es eine der Fallhöhe AB , Fig. 1, zugehörige Geschwindigkeit, und wird so wohl in der Fallröhre als auch in der Leitröhre in Bewegung gesetzt. Vermöge dieser letztern schiebt es einen jeden Körper, der keinen unüberwindlichen Widerstand leistet, vor sich her und reißt ihn in der Richtung seines Stroms mit sich. Daher wird nun das in der elliptischen Erweiterung etwas hoch liegende Ventil auch mit fortgerissen, und gegen die Oeffnung E gestoßen, welche dadurch verschlossen wird. Nun ist die Bewegung der Wassermasse in der Fall- und Leitröhre zwar gehemmt, aber noch nicht sofort aufgehoben und in eine negative oder rückgängige verwandelt; daher dauert sie noch eine Zeit lang dahin fort, wo der Widerstand am kleinsten ist. Dies findet nun, bei gehöriger Festigkeit der Wände der Fall- und Steigeröhre, unläugbar bei dem zweiten Ventile Statt. Ist die Kraft, welche dieses Ventil gegen den Boden des Windkessels drückt, nicht größer, als die bewegende Kraft des von unten anstossenden Wassers, so muß es diesem ausweichen, und ihm den Eintritt in den innern Raum des Windkessels verstat-
tatten. Dadurch wird dem hier vorhandenen Waf-

fer eine Bewegung mitgetheilt, die sich bis zu dem in der Steigeröhre befindlichen Wasser fortpflanzt. Da nun dieses letztere nach keiner andern Richtung als nach der Höhe einen Spielraum hat, so muß es aufwärts ausweichen, das heißt, steigen, und den wasserleeren Raum der Steigeröhre weiter anfüllen, wenn nämlich das von unten eingedrungene Wasser vermittelt des zweiten Ventils abgefangen, und eben dadurch genöthigt wird, das Volum der tropfbaren Flüssigkeit im Windkessel zu vergrößern.

Wie demnach die einfache Wirkung, oder das Element der Bewegung des Wassers im Stofsheber zu Stande gebracht werde, das läßt sich deutlich genug einsehen; auch haben alle bisher zum Vorschein gekommene Erklärungen dieses richtig genug angegeben. Aber nun bleibt noch die Frage übrig, wie die einfache Wirkung eine zusammen gesetzte werden, wie das erste Element der Bewegung ein zweites, dieses ein drittes, u. f. w., nothwendig machen und ein Continuum der Bewegung bilden könne. Ich habe diese Eine Frage oben in drei besondere Fragen gestellt, und ich werde nun jede derselben, so kurz wie möglich, zu beantworten suchen.

Beantwortung der ersten Frage. Das Wiederöffnen des ersten Ventils rührt von keiner andern Ursache, als von der Oscillation her, in welche das Wasser nach dem Eindringen in die Steigeröhre geräth. Diese Oscillation bleibt bei keinem einzigen Schlage des einen oder andern Ventils im Stofs-

heber aus. Will man sich durch den Augenschein davon überzeugen, so nehme man anstatt der kupfernen Leitröhre *BLMC* eine durchsichtige gläserne, setze die Maschine in Bewegung, und bringe dann, vermittelst einer dünnen etwas krumm gebogenen Röhre, etliche Luftblasen in die Leitröhre. *) So bald dieses geschehen ist, zeigt sich die oscillirende Bewegung des Wallers in der wagerecht liegenden Leitröhre sehr deutlich; denn wenn eine Luftblase in dem Augenblicke, in welchem das erste Ventil zugestossen wird, sich bei *M* befindet, so geht sie, bald nachdem man den Schlag oder das Zufallen des zweiten Ventils hört, von *M* nach *L* zurück, und zeigt außerdem noch, bei langsamen Oeffnen und Verschließen des ersten Ventils, eine kleine zitternde Bewegung; Beweis genug, daß das Wasser in der Leitröhre, nach dem Zufallen des zweiten Ventils, eine rückgängige oder negative Bewegung hat. Diese ist nun Schuld daran, daß das erste Ventil sich jedes Mal wieder öffnen muß, wenn das zwei-

*) Dieser Versuch wurde in derselben feierlichen Versammlung der philomathischen Gesellschaft, bei der ich gegenwärtig zu seyn das Vergnügen gehabt habe, mit einem Modelle des Stofshebers angestellt, welches ein Freund der praktischen Mechanik, Herr Schäfrinsky, Assessor bei dem königl. Fabriken-Departement, gearbeitet hatte und vorzeigte. Es entsprach ganz der obigen Beschreibung, und wirkte auf das beste. Auch Herr Prof. Wrede wiederholte in dieser Versammlung seine oben beschriebenen Versuche. d. H.

te sich geschlossen hat; denn der Druck des Wassers gegen das erste Ventil läßt nun nach, da es sich aus dem obern Theile der elliptischen Erweiterung und aus der Krümmung unterm zweiten Ventile zurück zieht, und gleichsam in der Ebbe begriffen ist; folglich dem Gewichte des ersten Ventils keinen Widerstand leistet. Dazu kommt noch der Umstand, daß durch dieses Zurücktröten des Wassers in dem obern Theile der elliptischen Erweiterung bei C, wieauch in der Krümmung unterm zweiten Ventile ein Paar luftleere Räume entstehen, in welche die Luft von aussen einzudringen strebt; folglich das erste Ventil in das Innere der elliptischen Erweiterung hinein drückt. Aus dieser Ursache kann das erste Ventil sich wieder öffnen, wenn gleich seine Achse schräge gegen den Horizont oder wohl gar wagerecht liegt. *) Uebrigens wird wohl niemand glauben, daß die Bewegung des Wassers in der Leitröhre, ingleichen die Bewegung des ersten Ventils durch die Oscillation des Wassers und den Luftdruck von aussen, mit dieser Erklärung auf den Fall nicht

*) Es muß hier bemerkt werden, daß es nicht zuträglich ist, die Krümmung der Leitröhre unterhalb des zweiten Ventils beträchtlich hoch zu machen, und das erste Ventil in der elliptischen Erweiterung so tief zu legen, daß die äußere Luft wirklich in jene Krümmung gelangen und darauf in den Windkessel eindringen kann; denn dadurch würde dieser zuletzt mit zu viel Luft angefüllt werden, und der Effekt der Maschine wegfallen. *W.*

zu vereinbaren sey, wenn die ganze Leitröhre, folglich auch das erste Ventil, unter Wasser getaucht wird;*) denn wenn gleich die Luft nun nicht unmittelbar auf das erste Ventil drückt, um die bei der rückgängigen Bewegung des Wassers in der Leitröhre entstandenen luftleeren Räume anzufüllen, so thut sie es doch mittelbar, indem sie auf das außerhalb der elliptischen Erweiterung befindliche Wasser drückt, wodurch das erste Ventil einwärts geschoben werden muß, wenn ja sein eignes Gewicht nicht groß genug seyn sollte, *die Friction in dem Bügelkopfe E* zu überwinden. Dies ist das *Einzige*, was es bei seinem Wiederöffnen zu überwinden hat; denn das rückgängig bewegte, mithin ausweichende Wasser leistet ihm in dem Augenblicke keinen Widerstand: folglich muß das Ventil, wenn seine Achse lothrecht steht, wie es am vortheilhaftesten ist, schon von selbst fallen, ohne daß noch ein Druck von außen nöthig wäre.

Beantwortung der zweiten Frage. Auch die *Bewegung des zweiten Ventils* wird durch die Oscillation des Wassers hervor gebracht, bei der jede

*) Wenn man die ganze Leitröhre nebst dem Windkessel, und einen Theil der bis oben angefüllten Fallröhre ins Wasser senkt, so dauert die Bewegung des Helix, wiewohl vermindert, fort. Indessen ist es ein großer Irrthum, wenn einige der Physik Unkundige glaubten, er werde, (bei der jetzigen Einrichtung,) nicht aufhören zu spielen, obgleich die ganze Fallröhre mit untergetaucht würde. *Wr.*

Wasserfäule in den verschiedenen Röhren abwechselnd eine zwiefache Bewegung hat, nämlich eine durch den Fall gleichförmig beschleunigte, und eine durch die Schwere gleichförmig verminderte. Dadurch, daß das Wasser in der Röhre *AB* fällt, erlangt es die Kraft, das Wasser in der Steigeröhre aufwärts zu bewegen. Indessen wirkt die Schwere diesem letztern in jedem kleinsten Zeittheilchen entgegen, wodurch die aufwärts gerichtete Bewegung in eine gleichförmig verminderte verwandelt und zuletzt $= 0$ wird. So bald dies geschehen ist, sinkt die über dem Ventile in der Steigeröhre befindliche Wasserfäule wieder herab, vermöge ihrer Schwere, und schiebt nicht nur das Ventil, sondern auch das darunter vorhandene Wasser, von welchem es getragen wurde, so weit zurück, bis der Widerstand des Ventils unüberwindlich geworden ist, das heißt, bis es den Boden des Windkessels berührt. Das zweite Ventil schließt sich also deshalb so schnell wieder, weil die aufwärts gehende Bewegung des Wassers in der Steigeröhre nur eine sehr kurze Zeit dauert, und weil es durch die von oben herab drückende Wasserfäule der Steigeröhre, (ingeleichen durch die comprimirte Luft des Windkessels,) mit Gewalt gegen die Oeffnung der Leitröhre zurück gestoßen wird. Hieraus läßt sich begreifen, warum der Heber von dem Zuschlagen eines jeden Ventils zittert; denn dies könnte unmöglich bei dem zweiten Ventile Statt finden, wenn dieses bloß durch sein eignes Gewicht, das im Wasser noch um ein

beträchtliches geringer ist, zuhelfe. Uebrigens wird ein jeder leicht einsehen, daß nicht alles Wasser, welches von unten in den Windkessel hinauf gestiegen ist, in demselben bleibt, sondern daß ein großer, und vielleicht der größte Theil wieder in die Leitröhre zurück tritt, indem die Wassersäule in der Steigeröhre zu sinken anfängt; denn dieses Zurücktreten findet nicht eher ein Hinderniß, als bis das zweite Ventil völlig geschlossen ist. Nun vergeht aber, während es herab sinkt, immer eine meßbare, (endliche,) Zeit: folglich muß auch diese Zeit hindurch, in welcher der untere Ausgang des Windkessels nicht gesperrt, die Bewegung des Wassers in der Leitröhre aber schon rückgängig ist, eine gewisse Menge Wasser wieder aus dem Windkessel heraus treten. Diesem nach ist der eigentliche Zuwachs, den das Wasser in der Steigeröhre leidet, der Differenz gleich, zwischen der in den Windkessel mit jedem Elemente der Bewegung hinein gestossenen und wegen der Oscillation wieder heraus tretenden Menge. Weiß man diese letztere, so läßt sich, bei einem Heber mit einer gläsernen Steigeröhre, die ganze Menge des in den Windkessel getriebenen Wassers, und aus dieser die Größe der Stosskraft berechnen. Es ist aber klar, daß die Menge des, mit jedem Elemente der Bewegung, aus dem Windkessel zurück tretenden Wassers nicht eher eine beständige Größe seyn kann, wenn das Spiel des Hebers eine Zeit lang fort dauert, als bis der Druck in der Steigeröhre und im Windkessel

eine constante Gröfse wird, das heist, bis das Wasser oben bei I überfließt und bei K herab stürzt.

Beantwortung der dritten Frage: Wie ist die so niedrige Wasserfäule in der Fallröhre im Stande, einer so viel Mahl höhern Wasserfäule in der Steigeröhre nicht nur das Gleichgewicht zu halten, damit sie, bei dem Oeffnen des zweiten Ventils, nicht zum Theil in die Leitröhre herab stürzt, — sondern sie sogar noch zu überwältigen und zu nöthigen, aus der obern Mündung der Steigeröhre auszufließen? Auch diese Frage beantwortet sich nun leicht. Der Boden des Windkessels $DG = a$ leidet, einen Druck, welcher dem Gewichte einer Wasserfäule gleich ist, die a zur Grundfläche und $DI = b$ zur Höhe hat. Offenbar kann der statische Druck der Wassermasse f in der Fallröhre AB , gegen das Gewicht dieses Wasservolums ab nichts ausrichten, beide Säulen mögen auch durch eine noch so enge Communicationsröhre mit einander verbunden werden. Es muß also die Geschwindigkeit, mit welcher f sich bewegt, wenn das erste Ventil geöffnet worden ist, eine bewegende Kraft hervor bringen, vermöge welcher das Wasser in der Leitröhre den Druck aby überwältigen kann, wenn nämlich $\gamma =$ dem absoluten Gewichte eines Kubikfusses Wasser ist. Diese bewegende Kraft nun ist *Stoß*, und hängt von der Geschwindigkeit, oder vielmehr von der Menge Wasser ab, welche in dem Zeittheile t , d. h., mit jedem Elemente der Bewegung, aus dem ersten Ventile ausströmt.

Hätte das erste Ventil eine Oeffnung, deren Quadratfläche $= e$ ist, und wäre e unbedeutend groß, z. B. 1 Quadratzoll; so würde das Wasser, (wenn h die Höhe desselben in der Fallröhre und g den Fallraum in der ersten Secunde bezeichnet,) mit einer Geschwindigkeit $2\sqrt{hg}$ ausfließen, folglich mit jedem Zeittheile t , (welcher kleiner oder größer als eine Secunde seyn kann,) eine Wassermenge von $2et\sqrt{hg}$ Kubikzollen aus der Leitröhre verloren gehen. Wäre dann die Durchschnittsfläche der cylindrischen Leitröhre $= ne$ und $n > 1$, so würde die Länge (oder Höhe) des ausgeleerten cylindrischen Raums in der Leitröhre $= \frac{2t\sqrt{hg}}{n}$, und daher die Länge desselben für 1 Secunde $\frac{2\sqrt{hg}}{n} < 2\sqrt{hg}$ seyn. Folglich ist die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser in einer Leitröhre fortrückt, deren Durchschnittsfläche die Fläche der Ausgufsöffnung am ersten Ventile übertrifft, jederzeit kleiner, als die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser aus dieser letztern springt.

Man setze diese Geschwindigkeit, oder $\frac{2\sqrt{hg}}{n} = c$, und die Masse des Wassers in der Leitröhre, welches diese Geschwindigkeit hat, $= M$; so ist die bewegende Kraft p desselben, der Lehre vom Stosse gemäß, dem Produkte Mc proportional. Folglich ist erstens die bewegende Kraft bei einer gleichen Masse des Wassers in der Leitröhre desto größer, eine je größere Geschwindigkeit man demselben verschafft. Dieses letztere läßt sich nur dadurch

bewerkstelligen, daß man eine größere Ausgufsöffnung am ersten Ventile anbringt. Daher entsteht die allgemeine Regel für die Construction eines Stofshebers: *man gebe der Ausgufsöffnung am ersten Ventile eine solche Größe, daß dadurch die größtmögliche Geschwindigkeit des Wassers in der Leitröhre hervor gebracht werden kann*: eine Regel, auf welche die Erbauer dieses Hebers, gleich vom Anfange, durch empirische Versuche geleitet worden sind; nur fehlte es ihnen an der Einsicht, das gehörige Verhältniß der Ausgufsöffnung zur Weite der Leitröhre und Fallröhre zu treffen, weshalb die Effekte dieser Maschinen anfangs äußerst verschieden und unproportionirt ausfielen.

Wäre die Leitröhre in Vergleichung mit der Fallröhre sehr enge, so würde, nach den Gesetzen der Hydraulik, die Ausgufsöffnung des ersten Ventils völlig so weit seyn dürfen, als die Höhlung der Leitröhre, weil alsdann der Widerstand der beim ersten Ventile hervor sprudelnden Wassersäule nicht beträchtlich wäre, und keinen bedeutenden Gegen-
druck hervor bringen könnte, durch welchen die Gewalt der Wassersäule geschwächt, und die Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers vermindert werden würde. (Vergl. Karsten's Lehrbegriff u. s. w., Th. 5, §. 29.) Für andere Fälle muß das Maximum der Geschwindigkeit durch Versuche und Rechnungen gefunden, und darnach die Größe • bestimmt werden.

Da zweitens bei gleichen Geschwindigkeiten die bewegenden Kräfte sich wie die Massen verhalten, so wird auch *der Wasserstofs in der Leitröhre desto stärker seyn müssen, je mehr Wasser sich in derselben bewegt*, je grösser also der ganze innere Raum oder die Höhlung der Leitröhre ist. Nun läst sich ihr Raumgehalt auf zweierlei Weise vergrößern, entweder nach der Weite oder nach der Länge. Im erstern Falle müste aber, nach dem, was oben erwiesen worden ist, die Geschwindigkeit des Wassers in der Leitröhre verlieren, es sey denn, daß die Ausgufsöffnung verhältnismässig groß genommen würde; eine Einrichtung, welche den unvermeidlichen Nachtheil haben würde; daß eine sehr große Menge Wasser verloren ginge, ohne einen grössern Effekt hervor zu bringen, als wenn es, bei derselben Geschwindigkeit, sparsamer ausflösse. Man wird daher die Leitröhre zweckmässiger *weniger weit*, aber *dafür desto länger* zu nehmen haben, damit sie eine große Menge Wasser auf ein Mal fassen; und dieses *einen desto stärkern Stofs thun könne*. Dies ist eine Bedingung, für deren Nothwendigkeit die Erfahrung spricht; denn man hat bei allen bisher sorgfältig angestellten Versuchen gefunden, *daß längere Leitröhren besser wirken, als kürzere*.

So viel wäre also ausgemacht, daß es die Kraft des *Wasserstoffes* *) ist, welche einzig und allein im

*) Mag dies auch zur Rechtfertigung der Benennung: *Stofsheber*, dienen, welche mir der Sache angemessener zu seyn scheint, als die Benennung: *Wasser-*

hydraulischen Heber wirksam ist. Woher es aber komme, daß das in der Fallröhre und Leitröhre bewegte, und an das zweite Ventil anschlagende Wasser den Widerstand im Windkessel überwinden, und das Wasser in der Steigeröhre zu einer seine Fallhöhe viel Mal übersteigenden Höhe empor zu treiben vermöge; — das erkläre ich mir daraus, weil der Widerstand nur so viel beträgt, als der Druck einer Wasserfäule, welche die Fläche des zweiten Ventils, (nicht die des ganzen Bodens des Kessels,) zur Grundfläche und die Höhe der Steigeröhre zur Höhe hat, — indess der Stoß des Wassers in der Leitröhre nicht an die Fläche des zweiten Ventils gebunden ist. Denn wäre das der Fall, so müßte sich die Kraft des Stosses vermindern, wenn das zweite Ventil kleiner gemacht würde, als das erste, womit die Erfahrung nicht übereinstimmt. Vielmehr lehrt sie, daß die Gewalt des Stosses, wenn das Wasser, wie hier im Belier, auf allen Seiten eingeschlossen ist, der Friction ungeachtet, weit größer ausfällt, als wenn das Wasser frei gegen eine ruhende Fläche stößt. *)

widder oder *hydraulischer Widder*, wie einige das französische *belier hydraulique* übersetzt haben. Daß diese Maschine ein Heber sey, leidet keinen Zweifel; daß sie durch den Stoß des Wassers wirke, ist offenbar. Daher darf sie wohl den Namen: *Stoßheber*, führen, um sie von andern Hebern zu unterscheiden, die unter den Namen: *Saugeheber*, *Stechheber*, *Senkheber*, u. dgl., vorkommen. *Wr.*

*) In dieser Erklärung kann ich mit dem Herrn

Hieraus würde nun folgen: 1. dafs es nicht nothwendig sey, die Steigeröhre so enge zu nehmen, wie es gewöhnlich geschieht, indem der Widerstand durch ihre Erweiterung nicht gröfser wird; nur würde es eine längere Zeit erfordern, bis die Steigeröhre dann so weit gefüllt wäre, dafs sie überfliefsen könnte, ohne darum mehr Wasser zu geben. — 2. Es mufs bei einer niedrigern Höhe der Steigeröhre, wenn alles übrige gleich ist, mehr Wasser gehoben werden können, als bei einer gröfsern, weil in jenem Falle der Widerstand kleiner wird.

Verfasser nicht überein stimmen. Er scheint mit einem einfachen Grund übersehen zu haben, der diese Frage sehr genügend beantwortet, und dadurch auf diese Vorstellungen geleitet zu seyn, zu der ein Hydrodynamiker ihn schwerlich für befugt halten möchte. In so fern die bewegende Kraft beim Stofse, den Produkten aus Masse in Geschwindigkeit proportional ist, und eine ruhende Masse als eine solche betrachtet werden darf, deren Geschwindigkeit 0 ist, hat die kleinste bewegte Masse im Stofse eine gröfsere Kraft, als die grösste ruhende, und mufs diese in Bewegung setzen, ob schon mit desto kleinerer Geschwindigkeit, je gröfser die Summe beider Massen ist. Dieses ist die wahre Ursache, warum das mit einer zwar sehr kleinen, aber immer noch angeblichen Geschwindigkeit sich bewegende Wasser in der Fall- und Leitöhre, bei jedem Stofse den Druck des ruhenden Wassers in der Steigeröhre, stehe es auch noch so hoch, überwinden mufs. d. H.

wird. — 3. Es muß die Steigeröhre sich verlängern lassen, wenn man die Oeffnung am zweiten Ventile verhältnißmäfsig verkleinert, und die Ausgangsöffnung des ersten Ventils noch etwas vergrößert, (wofern sie nämlich ihr Maximum noch nicht hätte,) um eine desto grössere Geschwindigkeit zu erhalten, sofern etwa die Kraft, durch Verminderung des Querschnitts des unmittelbar anschlagenden Wassers abnehmen sollte. — 4. Es muß überhaupt das zweite Ventil kleiner als das erste seyn. Mit dieser letztern Folgerung trifft die aus den bisherigen Versuchen mit dem Stofsheber abgezogene Regel: *man mache das zweite Ventil kleiner als das erste*, sehr genau zusammen. Uebrigens ist leicht einzusehen, dafs es hierbei, für jede besondere Einrichtung des Hebers, ein Maximum und Minimum beider Ventile geben, und dafs der Effekt der Maschine vorzüglich mit auf dem gehörigen Verhältnisse beruhen müsse, welches bei den Ventilen Statt findet. *)

Das wesentlichste Erforderniß bei der ganzen Einrichtung der Maschine ist, für eine hinreichende Geschwindigkeit des anschlagenden Wassers in der Leitröhre zu sorgen; und dies hängt nicht blofs

*) Einige der ersten Stofsheber hatten 1 Theil Wasser gehoben, wenn dagegen 50 oder 60 Theile ausgeflossen waren. Dafs der Effekt indess zugleich von der Höhe, bis zu welcher das Wasser in der Steigeröhre gehoben wurde, und von der Höhe desselben in der Fallröhre abhängt, ist bekannt. Hr.

von der Gröſſe der Fallhöhe, ſondern auch von der Form der Leitröhre, von dem Spielraume des erſten Ventils, u. ſ. w., ab. Ein trichterförmiger Aufſatz an der Einmündung der Leitröhre, den einige für den Fall, wenn dieſe in einem Strome läge, und die Fallröhre ganz fehlte, für nützlich gehalten haben, dürfte wenigſtens nicht zu kurz ſeyn, weil er ſonſt die Richtung der Waſſerfäden an den Seitenwänden brechen, gegen die andere Fläche lenken, und entgegen geſetzte Bewegungen erzeugen würde, welche die Geſchwindigkeit der Waſſermaſſe verzögern müſſen. Wenn man die ganze Leitröhre trichterförmig machte, ungefähr wie in Fig. 6, ſo könnte, wie es auf den erſten Anblick ſcheint, eine ganz außerordentliche Verſtärkung der Kraft des Stoßhebers bewirkt werden. *) Indeſſ ſetzte dieſes vor-

*) Es iſt nämlich erwieſen, (Karſten's Lehrbegriff u. ſ. w., Th. 5, Abſchn. 1, §. 6,) daß in keilförmigen, conischen, oder pyramidalſchen Leitröhren die Geſchwindigkeit des Waſſers an jeder engeren Stelle ſich umgekehrt verhält, wie die Durchſchnittsfläche dieſer letztern zur Durchſchnittsfläche jeder vorher gehenden weitem Stelle. Setzt man nun die Durchſchnittslinien $ab = m$, $cd = n$, $ef = r$, $gh = s$, und die Geſchwindigkeit in $m = v$, in $n = x$, in $r = y$, in $s = z$: ſo hat man $n^2 : m^2 = v : x$; $r^2 : n^2 = x : y$; $s^2 : r^2 = y : z$. Demnach würde das Waſſer mit einer Geſchwindigkeit $= z = \frac{m^2}{s^2} v > v$, weil $m^2 > s^2$ iſt, in den Raum gk ſtrömen, und die bewegendende Kraft $p = \frac{z^2 s^2}{2g}$

aus, daß das Wasser aus dem Raume gk schnell fortgeschafft werden könnte, weil es widrigen Falls nur bei dem *ersten* Stosse seine ganze Gewalt ausüben könnte. Denn wenn es gehindert wird, nach dem Oeffnen des ersten Ventils eben so schnell auszufließen, als es zufließt, so wird eben dadurch die der Form der Leitröhre angemessene Geschwindigkeit unmöglich. Daher dürfte man, bei der hier erwähnten Einrichtung der Leitröhre, zweierlei nicht aus der Acht lassen: fürs erste, die Oeffnung des ersten Ventils recht groß zu nehmen; und fürs zweite, das Ventil auch langsam spielen zu lassen, damit das anschlagende Wasser Zeit gewinnen könnte, die größtmögliche Geschwindigkeit des ersten

$= \frac{m^4 v^2}{2g s^2} \gamma$ seyn. Wenn also die Leitröhre eines Bellier in einen Strom gelegt würde, dessen Wasser die Geschwindigkeit v hätte, und in einer Leitröhre von dem Durchmesser $gk = ik = s$ nur mit der Gewalt $p = \frac{v^2 s^2}{2g} \gamma$ auf das zweite Ventil flossen könnte; so wäre man vermittelst der vorigen Einrichtung im Stande, eine $\frac{m}{s^4}$ -fache Stosskraft p hervor zu bringen. Man nehme z. B. $m = 4$ Zoll, $s = 2$ Zoll, $v = 3$ Fufs; so ist $p = \frac{v^2 s^2}{2g} \gamma = \frac{9 \cdot 0,104}{31,25} 66 = 0,76$ Pfund, und $\frac{m}{s^4} p = \frac{256}{16} 0,76 = 12,16$ Pfund. Wenn nun nach Abzug der Friction, die besonders in engen Röhren beträchtlich ist, auch nur 7,6 Pfund Stosskraft übrig blieben, so würde das doch schon den zehnfachen Effekt hervor bringen können.

Wr.

Stosses auch für jeden nachfolgenden Stofs wieder zu erlangen. Liefse sich dann ein solcher Heber an irgend einer Stelle eines Flusses anbringen, wo dieser ein bedeutendes Gefälle hat; so würde man vielleicht im Stande seyn, gröfsere Wirkungen hervor zu bringen, als bisher geschehen ist, besonders wenn man sich starker, von Bohlen zusammen gefügter Leit- und Steigeröhren bediente, und diesen einen Durchmesser von mehrern Zollen und Fussen gäbe.

Es verdiente wenigstens untersucht zu werden, was Röhren dieser Art leisten, und ob man im Stande sey, vermittelt dieses Werkzeugs irgendwo so viel Wasser zu heben, dafs oberflächliche Räder dadurch in Bewegung gesetzt, oder Wiesen und Felder gewässert werden könnten. Bei der bisherigen Form und Gröfse der Stofsheber schränkt sich ihr Nutzen blofs darauf ein, hoch liegende kleine Wasserbehälter allmählig anzufüllen, oder in Gegenden, wo keine Bergquellen vorhanden sind, Springbrunnen anzulegen; wiewohl sie im letztern Falle schon sehr gut wirken müssen, wenn ein ununterbrochener Wasserstrahl von beträchtlicher Dicke und Höhe springen soll.

Im Ganzen genommen ist der Nutzen dieser Werkzeuge darum sehr eingeschränkt, weil man überall *fließendes* Wasser nöthig hat, um sie spielen zu lassen, und in keinem Falle einen bedeutenden Wasserverlust vermeiden kann, wenn die Wirkung von einigem Belange seyn soll. Zwar lassen sich in *stehenden Teichen* Stofsheber anlegen, wenn

man der Leitröhre auf dem Ende, wo die Steigerröhre angefügt wird, eine solche Einrichtung giebt, wie sie Fig. 3 zeigt, in der dafür gesorgt ist, daß das Wasser in dem Stofsraume *AB* mit dem übrigen Wasser des Teiches außer Verbindung gesetzt sey, und doch Abfluß habe. Dieses wird durch die *Fangklappe*, (das zweite oder kleinere Ventil,) bei *E*, und durch die *Sperrklappe* oder *Einhaltsklappe* *CD*, (das erste oder grössere Ventil,) bewerkstelligt, welche in der schräge liegenden Seitenwand *BF* angebracht, und bei *D* mit einem Gegengewichte versehen ist, um das Oeffnen der Ausmündung zu erleichtern. Sollte indess das stehende Wasser eines Teiches diese Maschine in Gang setzen, so müßte die Leitröhre noch hinter der Scheidewand *BF* fortgehen, und das bei *C* ausfließende Wasser durch die Einfassung des Teiches ableiten können. Und wo das der Fall ist, könnte man auch die Einrichtung Fig. 2 ganz beibehalten, und nur die Leitröhre *BLMC* durch den Wall, der das stehende Wasser umgiebt, hindurch führen, so daß die Einmündung der Fallröhre *innerhalb* des Teiches unter Wasser, und die beiden Ausmündungen der Leitröhre, das heisst, die beiden Ventile, *ausserhalb* des Teiches befindlich wären.

Auf jeden Fall muß also freier Abfluß des Wassers vorhanden seyn, wenn der Stofsheber wirken soll; und man sieht hieraus, was von den Einfällen derjenigen zu halten sey, die sich und andern der theoretischen Mechanik Unkundigen vorspie

geln wollten; am Stofsheber mit zwei Klappen so vortheilhafte Einrichtungen zu treffen, daß er in stehenden Wassern gebraucht werden könnte. Dies Projekt ist ganz nichtig, wenn man unter stehenden Wassern kleine Teiche versteht, und sich einbildet, gar kein Wasser verlieren zu dürfen, um eine gewisse Menge desselben in die Höhe zu schaffen.

Allerdings lassen sich mit dem Stofsheber noch einige Veränderungen in Rücksicht auf seinen innern Bau vornehmen, und es ist sehr gut möglich, von ihm in stehenden Wassern, und zwar im Meere oder in großen Landseen, Gebrauch zu machen. Denn die mechanische Einrichtung dieses Werkzeugs dreht sich um die einzige Aufgabe: *Wie ist Wasser in Bewegung zu setzen, um auf das in einer löthrechten oder gegen den Horizont geneigten Steigeröhre befindliche Wasser unmittelbar, (d. h., ohne Dazwischenkunft der Luft,) zu stoßen?* Bekanntlich haben die sinnreichen Erfinder des Werkzeugs, durch Fall- und Leitröhre, und durch die Sperrklappe am ersten Ventile, dieser Aufgabe Genüge geleistet. Man kann aber diese Mittel ganz entbehren, wenn man sich einer bloßen Leitröhre, etwa von der Form bedient, wie sie in Fig. 6 vorgeschrieben ist, die Fangklappe bei *gh* anbringt, und die erweiterte Einmündung *ah* dann in *stark fluctuirendes* oder große Wellen werfendes Wasser senkt. Legte man z. B. am Strande des Meeres, oder in irgend einer Brandung, einen Stofsheber dieser Art an; so würde seine Wirkung

bei jedem heftigen Winde, besonders zur Zeit eines Sturms, alles übertreffen, was menschliche Kunst auf einem andern Wege durch ähnliche Werkzeuge jemahls zu erreichen vermag.

Nachschrift des Herausgebers.

Ein Werk voll sehr schätzbarer Versuche über den Stoßheber haben wir von einem unsrer ersten Hydrodynamiker, Herrn geheimen Oberbaurath Eytelwein in Berlin, zu erwarten. Der Druck desselben ist schon bedeutend vorgerückt, und noch vor Ostern dürfte es die Presse verlassen. Mit dem ziemlich im Großen ausgeführten Stoßheber, an welchem Hr. Eytelwein seine mannigfaltig abgeänderten Versuche angestellt hat, stimmt Herrn Wrode's Beschreibung dieser Maschine S. 60 ziemlich überein. Ich habe im vorigen Jahre das Vergnügen gehabt, bei einer Reihe dieser Versuche gegenwärtig zu seyn. Die außerordentliche Gewalt der Stöße, mit denen das erste Ventil zugeworfen wurde, das regelmäßige Spiel der Maschine und ihr auffallender Effekt überraschten mich nicht weniger, als alle, welche sie sahen. Bei jedem Stoße tönte das ganze Metall der Leit- und Fallröhre, und, was auffallend schien, am stärksten an den Stellen, welche am weitesten von dem Ventile ablagen, das ist, an der Einmündung der Fallröhre, unter dem darüber befindlichen Wasserbehälter.

Die Wirkung des Stoßhebers scheint mir nach ähnlichen Gesetzen wie die Pendelschwingungen zu erfolgen. Während das erste Ventil offen ist, und das Wasser eine Zeit lang aus demselben ausfließt, kommt die ganze Wassermasse in der Fall- und Leitröhre in eine