



Ueber

zwei neue Dynamometer, oder Kraftmesser,

um

vermittelst derselben die Kräfte der Menschen, der Pferde, des Wassers und des Windes, bei kreisförmiger Bewegung von Maschinen, bestimmen zu können.

Von Herrn Mechaniker Uhlhorn, in Grevenbroich.

(Nebst 1 Kupfertafel.)

Aus den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preußen besonders abgedruckt.

Um die Kräfte der Menschen beim Heben, Ziehen und Drücken nach einem angenommenen Gewicht zu bestimmen, haben Graham, Veron, Regnier und Mücke Kraftmesser angegeben, welche, nebst den damit angestellten Versuchen, im 2ten Bande des Gehlerschen physikalischen Wörterbuchs neuer Bearbeitung, Leipzig 1826, beschrieben sind. Zur Bestimmung der natürlichen Kräfte des Wassers und des Windes, um Mühlen und andere Maschinen zu treiben, hat Smeaton, ein englischer Mechaniker, ein Verfahren angewendet, welches in Geißlers Beschreibung und Geschichte der neuesten und vorzüglichsten Instrumente und Kunstwerke vierten Theil beschrieben ist. Es besteht darin, daß an die Welle eines Wasserrades ein Seil befestigt und über eine an einem hohen Gerüst angebrachte Rolle geleitet wird. Hierauf geht dasselbe wieder bis auf den Boden herunter und wird alsdann unter einer zweiten, mit einer Wageschale versehenen, Rolle durchgeführt und oben an dem Gerüst befestigt. Auf diese Art wird sich das Seil beim Herumdrehen des Wasserrades um die Welle desselben winden und die Wageschale mit dem darin befindlichen Gewicht in die Höhe ziehen; dieses gehobene Gewicht mit der Geschwindigkeit desselben multiplicirt giebt alsdann das mechanische Moment der Kraft des Wasserrades an. So einfach auch dieses Verfahren ist, so ist es doch kostspielig, deswegen ein Gerüst zu bauen; hierzu kommt noch, daß die Wageschale mit dem Gewicht zu geschwind bis zu der Höhe des Gerüsts gehoben wird, um aus einem so kurze Zeit dauernden Versuch die Kraft des Wasserrades mit Sicherheit zu berechnen zu können.

Bei dem Apparat, den Prony zur Bestimmung des dynamischen Effekts der Maschinen vorgeschlagen hat, und welcher in Dingers polytechnischem Journal VIII. Band beschrieben ist, sind die eben erwähnten Nachteile vermieden. Derselbe besteht darin, die Kraft eines sich dre-

henden Wellbaums durch die Reibung zu bestimmen, welche vermittlest eines denselben umschließenden Zaums, oder einer Bremse, hervorgebracht wird. Diese Reibung setzt sich der Umdrehung des Wellbaums entgegen, und, wenn sich durch Anziehung der Stellschraube die Reibung so reguliren ließe, daß der eine Arm des Zaums, welcher mit einem Stellgewicht versehen ist, immer schwebend in einer horizontalen Lage erhalten werden könnte, so würde man daraus die Kraft des Wellbaums, oder das mechanische Moment desselben, herzuleiten im Stande sein. Nach meinem Dafürhalten ist es wegen der starken Reibung und der dadurch verursachten Erhitzung des Wellbaums und des Zaums nicht möglich, das Stellgewicht vermittlest der Stellschraube fortwährend in der gehörigen Lage zu erhalten, weshalb dieser Apparat auch keine hinlängliche Genauigkeit geben kann. Da es aber in mehr als einer Hinsicht interessant ist, die wirkliche Kraft einer in Gang gesetzten Maschine durch direkte Versuche zu bestimmen, so wurde ich hierdurch veranlaßt, über Verbesserung der Kraftmesser nachzudenken, und es gelang mir bereits im verflossenen Jahre auf eine Einrichtung desselben zu kommen, bei welcher nicht die Reibung, wie bei dem Pronyschen Kraftmesser, benutzt, sondern die Kraft der Maschine vermittlest einer Schnellwage gemessen wird. Vor Kurzem habe ich mich wieder mit diesem Gegenstand beschäftigt und eine noch einfachere Einrichtung, als die frühere, zu Stande gebracht, weshalb ich eine Beschreibung derselben nebst Abbildung zuerst mittheile und alsdann die Beschreibung meines ersten Kraftmessers folgen lassen werde.

Auf Tafel XXXIV. stellt Fig. 1. die Seitenansicht und Fig. 2. die Vorderansicht meines zuletzt erfundenen Kraftmessers vor; in beiden Figuren sind gleiche Theile mit gleichen Buchstaben bezeichnet. ABCD ist ein Gestell von Holz; zur Befestigung desselben sind die Streden PP angebracht. EF ist eine Welle von hartem Holz, um welche ein Ring von Messingblech gelegt und mit Holzschrauben darauf befestigt ist. GH ist eine eiserne Axe, welche durch die ebengenannte Welle geht; die Zapfen derselben, so wie auch der Ring von Messingblech, müssen sehr genau abgedreht und polirt werden. IK ist eine mit der Axe GH verbundene Kurbel. L und M sind zwei Wageschalen, welche vermittlest einer Schnur, die einigemal um die Welle geschlagen wird, verbunden sind. R und S sind zwei Bretter, auf welchen die Wageschalen beim Heruntergehen ruhen werden. NO ist ein Stück festes Holz, welches an dem Gestell so befestigt ist, daß es die Welle kaum berührt; es ist mit Einschnitten versehen, durch welche die Schnur geht, damit sie sich auf der Welle EF nicht verschieben kann. Fig. 3. stellt dieses Stück besonders vor.

Mit dieser Vorrichtung habe ich folgenden Versuch angestellt. Auf die Wageschale L wurde ein Gewicht von 56 Pfund kölnisch gelegt und die Schnur $3\frac{1}{2}$ Mal um die Welle geschlagen. Wurde nun auf die Wageschale M 1 Pfund gelegt und die Kurbel 42 Mal in einer Minute herumgedreht, so wurden die Wageschalen mit den beiden Gewichten schwebend erhalten. Demnach hielt die Wageschale mit dem kleinen Gewicht, und die Reibung zwischen der Schnur und der Welle, dem großen Gewicht mit der Wageschale das Gleichgewicht. Während dieses Versuchs wurde die Schnur und Welle durch Seifenwasser fortwährend naß erhalten, sowohl um die Reibung zwischen der Welle und Schnur zu vermindern, als auch die Erhitzung zu vermeiden.

Um nun aus diesem Versuch das mechanische Moment der Last zu finden, muß der Halbmesser der Welle und Schnur so wie auch das Gewicht der beiden Wageschalen bekannt sein.

Bei dieser Vorrichtung ist der Halbmesser der Welle nach rheinländischem Maaß 3,04 Zoll, die halbe Dicke der Schnur 0,10 Zoll, folglich sind der Halbmesser der Welle und die halbe Dicke der Schnur zusammengenommen 3,14 Zoll; demnach ist der Umfang 19,72 Zoll. Um eben so viel würde die Wageschale L mit dem Gewicht V in einem Umgang der Welle gehoben werden, wenn man die Schnur an derselben befestigt hätte. Bei 42 Umdrehungen der Kurbel würde demnach die Höhe des gehobenen Gewichts = $42 \times 19,72$ Zoll = 69,02 Fuß in einer Minute sein; dieses giebt eine Geschwindigkeit von 1,15 Fuß in der Sekunde. Das Gewicht der kleinen Wageschale ist $\frac{1}{2}$ Pfund und das Gewicht der großen $2\frac{1}{2}$ Pfund, folglich wog die kleine Wageschale mit dem Gewicht $1\frac{1}{2}$ Pfund und die große Wageschale mit ihrem Gewicht $58\frac{1}{2}$ Pfund. Hiernach ist die Uebersucht auf der Seite der großen Wageschale = 57 Pfund. Diese Last von 57 Pfund mit der vorhin gefundenen Geschwindigkeit von 1,15 Fuß in einer Sekunde multiplicirt, giebt 65,55 für das mechanische Moment derselben. Da diese Last von 57 Pfund der Reibung zwischen der Welle und der Schnur gleich ist, so ist es für den Arbeiter, der die Kurbel dreht, einerlei, ob derselbe die Reibung zu überwinden hat, oder die Last in die Höhe winden muß, wenn die Schnur an der Welle befestigt ist.

Es sei der Halbmesser der Kurbel 8 Zoll, die Halbmesser der Zapfen an der Axe der Welle $\frac{1}{2}$ Zoll; das Gewicht der Welle mit der Axe und der Kurbel 24 Pfund. Werden hierzu nun noch die beiden Wageschalen mit ihren Gewichten genommen, so wiegt das Ganze $24 + 58\frac{1}{2} + 1\frac{1}{2} = 84$ Pfund. Es sei die Reibung = $\frac{1}{8}$ des Drucks, so ist sie = $\frac{84}{8} = 10\frac{1}{2}$ Pfund, und die Kraft, welche der Arbeiter zur Ueberwindung derselben an der Kurbel anwenden muß, ist = $\frac{1}{2} \times \frac{1}{8} \times 84 = 5\frac{1}{4}$ Pfund; folglich ist die Kraft, welche zur Ueberwindung des gesammten Widerstandes an der Kurbel angebracht werden muß, $\frac{3,14}{8} \times 57 + 5\frac{1}{4} = 23,247$ Pfund. Hier ist 3,14 der Halbmesser der Welle und die halbe Dicke der Schnur; die Zahl 8 bedeutet den Halbmesser der Kurbel. Da der Halbmesser 8 Zoll ist, so ist der Durchmesser 16 Zoll, und die Kurbel durchläuft bei einem Umgang $16 \times 3,14 = 50,24$ Zoll = 4,1866 Fuß; dieses giebt bei 42 Umgängen der Kurbel in einer Minute $42 \times 4,1866 = 175,8372$ Fuß. Folglich ist die Geschwindigkeit der Kurbel in einer Sekunde $\frac{175,8372}{60} = 2,93$ Fuß. Demnach ist das mechanische Moment der Kraft des Arbeiters $23,247 \times 2,93 = 68,12$, welches um 2,57 größer ist, als das vorhingefundene Moment des nutzbaren Effekts, oder der gehobenen Last.

Da die Versuche mit dieser kleinen Vorrichtung ganz zu meiner Zufriedenheit ausfielen, so ließ ich einen größeren Apparat nach folgenden Abmessungen verfertigen. Hier ist der Halbmesser der Welle 16 Zoll, die halbe Dicke der Schnur $\frac{1}{2}$ Zoll; ferner ist die Axe an jedem Ende mit einer Kurbel versehen, deren Griffe so lang sind, daß an einem jeden drei Arbeiter drehen können; die Halbmesser der Kurbel sind $12\frac{1}{2}$ Zoll, und die Zapfen an der Axe $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser. Auch ist die Welle, so weit die Schnüre gehen, mit Eisenblech beschlagen, welches sehr genau abgedreht und polirt worden ist. Die Welle mit ihrer Axe und den beiden Kurbeln wiegen zusammen 108 Pfund. Mit diesem Apparat habe ich folgende Versuche angestellt.

Erster Versuch. Die große Wageschale mit dem darauf gelegten Gewicht war 57 Pfund, die kleine Wageschale mit ihrem Gewicht 4 Pfund; die Schnur ging $2\frac{1}{2}$ Mal um die Welle herum, und es konnten drei Arbeiter die Welle 60 Mal in einer Minute herumdrehen. Durch gehörige

Rechnung findet man, daß für einen Arbeiter der Druck auf die Kurbel $23\frac{1}{2}$ Pfund, und die Geschwindigkeit der Kurbel in einer Sekunde 6,54 Fuß ist; demnach ist das mechanische Moment der Kraft eines Arbeiters $6,54 \times 23\frac{1}{2} = 152$, wobei die Reibung mit in Rechnung gebracht ist. Noch ist zu bemerken, daß die Arbeiter bei diesem Versuch, wegen der großen Geschwindigkeit des Drehens, nur 2 bis 3 Minuten aushalten konnten.

Zweiter Versuch. Hier wog die große Wageschale mit dem darauf gelegten Gewicht 98 Pfund, die kleine Wageschale mit ihrem Gewicht 2 Pfund; die Schnur ging $3\frac{1}{2}$ Mal um die Welle herum; die Kurbeln wurden von 6 Arbeitern 44 Mal in einer Minute herumgedreht; alsdann ist die Geschwindigkeit der Kurbel 4,796 Fuß und der Druck eines Arbeiters auf die Kurbel 20,93 Pfund. Folglich ist das mechanische Moment eines Arbeiters $4,796 \times 20,93 = 100$. Bei diesem Versuch konnten die Arbeiter das Drehen nur 3 bis 4 Minuten aushalten; die Welle und Schnur waren durch die Reibung etwas warm geworden.

Dritter Versuch. Bei demselben wurden die Wageschale und das Gewicht, so wie auch die Anzahl der Arbeiter, wie bei dem vorigen, beibehalten, indessen wurde die Kurbel statt 44 Mal jetzt nur 30 Mal in einer Minute herumgedreht. Hiernach ist die Geschwindigkeit der Kurbel 3,27 Fuß in einer Sekunde. Der Druck, den ein Arbeiter auf die Kurbel ausübt, ist 20,93 Pfund. Demnach ist das mechanische Moment eines Arbeiters $3,27 \times 20,93 = 68,4$. Mit dieser Geschwindigkeit und Kraftanwendung konnten die Arbeiter das Drehen wenigstens eine halbe Stunde ununterbrochen aushalten; die Welle und Schnur wurden dadurch nur etwas warm.

Um die Erhitzung der Welle und Schnur bei diesem Kraftmesser zu vermeiden, muß man, wie schon vorhin bemerkt worden ist, die Welle und Schnur mittelst Seifenwasser fortwährend naß erhalten. Zu diesem Seifenwasser nimmt man nur so viel weiße Seife, daß dasselbe, nachdem es gekocht ist, ein wenig schleimig wird. Noch ist bei diesen Versuchen zu bemerken, daß die Schnur, oder das dazu gebrauchte Seil, vorher so lange ins Wasser gelegt werden muß, bis es ganz durchnäßt ist.

Soll dieser Kraftmesser bei großen Wasserrädern, oder Dampfmaschinen, gebraucht werden, so muß man statt der Schnüre vier starke Seile nehmen und diese an jeder Ecke der Wageschale befestigen. Diese Seile werden alsdann gemeinschaftlich einmal um die Welle geschlagen und zwei davon an den beiden Seilen für den zweiten Umgang befestigt. Hierauf werden diese zwei Seile noch einmal um die Welle geschlagen, wovon alsdann das Eine an das dritte Seil befestigt und darauf noch ein oder mehrere Male, nachdem man es nothwendig findet, um die Welle geschlagen wird. Diese Einrichtung ist nothwendig, da die Seile bei der ersten Umwindung das ganze Gewicht mit der Wageschale tragen müssen. Bei der zweiten, dritten und den folgenden Umwindungen nimmt die Spannung des Seils bedeutend ab, und braucht deswegen nicht stark zu sein. In welchem Verhältniß die Reibung des um eine Welle einigemal gewundenen Seils zunimmt, ergibt sich aus folgender Untersuchung.

An die Schnur $Q A B D V$ Fig. 4., die den Halbkreis $A B D$ umfaßt, ziehen die entgegengesetzten Kräfte V und Q nach Richtungen $D V$ und $A Q$, welche die unbewegliche Scheibe $A B D E$ berühren. Es entsteht die Frage: wie groß muß V sein, um mit Q und der zwischen dem Halbkreis $A B D$ stattfindenden Reibung das Gleichgewicht zu erhalten?

Es sei der Halbmesser $B C = r$; die Basis der natürlichen Logarithmen $= e$; der Reibungskoeffizient $= f$; der Exponent des Verhältnisses der Peripherie des Kreises zu seinem Durchmesser $= \pi$: so ist $V = Qe^{f\pi}$, und, wenn die Schnur statt eines halben Umfangs n Halbkreise umfaßt, so ist $V = Qe^{nf\pi}$, und

$$\log V = \log Q + nf\pi \times \log e.$$

(S. Karstens Lehrbegriff der gesammten Mathematik 4ten Theil, Seite 496.)

Für $Q = 1$; $n = 1$; $e = 2,7182$; $f = \frac{1}{6}$ und $\pi = 3,14159$

ist $V = 2,7182^{\frac{1}{6} \times 3,14159}$, oder

$$V = 2,7182^{0,5236} \text{ und } \log V = 0,5236 \times \log 2,7182.$$

Da $\log 2,7182 = 0,4342814$ ist, so ist $\log V = 0,5236 \times 0,4342814 = 0,2273897$.

Demnach ist $V = 1,688\dots$

Werden nun auf diese Art für $n = 3$, $n = 5$, $n = 7$ u. s. w. die Werthe für V berechnet, so erhält man nach:

Tabelle I. für $f = \frac{1}{6}$.

n	Q	V
1	1	1,688
3	1	4,810
5	1	13,707
7	1	39,06
9	1	111,31
11	1	317,16
13	1	903,78

Tabelle II. für $f = \frac{1}{5}$.

n	Q	V
1	1	1,874
3	1	6,585
5	1	23,136
7	1	81,286
9	1	285,58
11	1	1003,34
13	1	3324,8

Aus dieser Berechnung ersieht man: daß die Reibung des um eine Welle einigemal gewundenen Seils ungemein stark ist, so daß bei einem Seil, welches $6\frac{1}{2}$ Mal um die Welle geht, nach der ersten Tabelle 903 Pfund, und nach der zweiten 3324 Pfund mit 1 Pfund und der Reibung im Gleichgewicht sind.

Bei dem ersten Versuch mit dem kleinen Kraftmesser wog die kleine Wageschale mit dem Gewicht $1\frac{1}{2}$ Pfund, und die große Wageschale mit ihrem Gewicht $58\frac{1}{2}$ Pfund; demnach verhalten sich beide Gewichte zu einander wie 1:39, welches mit den Zahlen in der ersten Tabelle übereinstimmt, und für die Reibung der Schnur auf Messing $\frac{1}{5}$ des Drucks giebt. Nach dem zweiten Versuch mit dem großen Kraftmesser ist das Verhältniß der Gewichte wie 1:49, welches das Mittel zwischen den Zahlen in der ersten und der zweiten Tabelle ist. Hieraus geht also hervor: daß die Reibung bei der großen Vorrichtung mehr beträgt, als bei der kleinen, welches vielleicht davon herrührt, daß die Reibung der Schnur auf Eisenblech etwas stärker, als auf Messing ist.

Nun noch einige Bemerkungen über den Gebrauch dieses Kraftmessers bei Wasserrädern und Dampfmaschinen. Es sei z. B. in einer Spinnerei der Durchmesser einer Trommelwalze $30\frac{1}{2}$ Zoll, die Dicke des Seils zu dem Kraftmesser $\frac{1}{5}$ Zoll, so ist der Umfang der Trommelwalze, wenn die halbe Dicke des Seils mitgerechnet wird, 8 Fuß. Wird nun das Seil über diese Trommelwalze

$3\frac{1}{2}$ Mal herumgeschlagen, und wiegt die große Wageschale mit ihrem Gewicht 550 Pfund, die kleine Wageschale mit dem Gewicht 10 Pfund, so ist die Uebersucht 540 Pfund.

Nimmt man nun an, daß die Trommelwalze in einer Minute 60 Umläufe macht und alsdann das große Gewicht mit der Wageschale schwebend erhalten wird, so ist das mechanische Moment der Kraft der Trommelwalze $8 \times 540 = 4320$. Durch Erfahrung hat man gefunden, daß, wenn ein Pferd von mittelmäßiger Stärke täglich, das heißt in 24 Stunden, 12 Stunden arbeiten soll, man die Kraft desselben zum Ziehen auf 180 Pfund kölnisch, bei einer Geschwindigkeit von 4 Fuß rheinländisch in einer Sekunde, annehmen kann. Hiernach ist also das mechanische Moment der Kraft eines Pferdes $4 \times 180 = 720$; folglich hat die vorhin angenommene Trommelwalze, welche durch ein Wasserrad, oder eine Dampfmaschine, in Bewegung gesetzt werden kann, die Kraft von 6 Pferden, weil $6 \times 720 = 4320$ ist.

Wird nun bei dieser Einrichtung angenommen, daß die Axe der Trommelwalze $8\frac{1}{2}$ Fuß über dem Fußboden erhaben sei, und daß die große Wageschale auf demselben ruhen soll, so müssen von den vier Seilen, die an der Wageschale befestigt werden, die beiden kürzeren, welche nur einmal um die Trommelwalze herumgehen, jedes $8\frac{1}{2} + 8 = 16\frac{1}{2}$ Fuß lang sein. Das dritte Seil, welches zweimal um die Walze geht, muß alsdann $16\frac{1}{2} + 8 = 24\frac{1}{2}$ Fuß, und das vierte Seil, welches von dem Fußboden an hinauf, und alsdann 3 Mal um die Trommelwalze und von da zur Befestigung der kleinen Wageschale wieder heruntergeht, etwa $24\frac{1}{2} + 8 + 7\frac{1}{2} = 40$ Fuß lang sein. Diese vier Seile werden zur hinreichenden Befestigung in einander geflochten und außerdem noch durch Bindfaden mit einander verbunden. Schlußlich ist noch zu bemerken, daß, wenn bei diesen Versuchen die Trommelwalze in Umlauf ist, und die beiden Wageschalen mit ihren Gewichten schwebend erhalten werden, es zur Verhinderung des Schwankens derselben nothwendig ist, die kleine Wageschale mit der Hand etwas anzuhalten. Findet man nun Alles im gehörigen Gleichgewicht, so kann man auf der kleinen Wageschale noch so viel zulegen, bis dieselbe auf dem Fußboden ruht, folglich kein Schwanken mehr statt finden kann.

Bei dem zweiten oben erwähnten Versuch hielten 2 Pfund mit der Reibung 98 Pfund das Gleichgewicht; wurde nun auf der kleinen Wageschale $\frac{1}{2}$ Pfund zugelegt, so bekam sie schon die Uebersucht und ruhte auf der Unterlage, woraus also hervorgeht, wie genau sich die Kraft einer Maschine mit diesem Apparat bestimmen läßt. Ferner wird noch nachträglich bemerkt, daß man vermittelst dieses Kraftmessers das Maximum des nutzbaren Effekts eines Wasserrades bei einem gegebenen Gefälle und einer bekannten Wassermenge finden kann, wenn bald mehr, bald weniger Gewicht auf die Wageschale gelegt, und alsdann die Umlaufsgeschwindigkeit der Trommelwalze beobachtet wird. Wird nun die Geschwindigkeit jedesmal mit dem dazu gehörigen Gewicht multiplicirt, so erhält man die verschiedenen mechanischen Momente, von welchen das Größte das Maximum des Nutzeffekts giebt.

Beschreibung meines ersten Kraftmessers mit der Schnellwage, um vermittelst desselben die Kraft eines Wasserrades zu bestimmen.

Fig 5 stellt die Seitenansicht und Fig. 6 die Vorderansicht desselben vor; auch hier sind in beiden Figuren gleiche Theile mit gleichen Buchstaben bezeichnet. AA ist ein unterschlächtiges

Wasserrad; BB ist die Welle, deren Zapfen C und D in den Lagern E und F liegen; GG ist ein an der Welle BB befestigtes Stirnrad, welches in den Trilling HH greift, und denselben mit der Welle II, mit welcher die Trommelwalze KK verbunden ist, herumdreht, wenn das Wasserrad in Bewegung gesetzt wird. Mit dem Lager F, in welchem der Zapfen D liegt, wird die gebogene eiserne Stange LLLL fest verbunden; diese Stange ruht oben auf der Unterlage M, und das eine Ende des Wasserrades wird auf diese Art wie eine Wageschale an ihrem Haken schwebend erhalten. Damit sich aber das Lager F nicht weiter, als eben nothwendig ist, bewegen kann, wird auf dem Fußboden eine Widerlage NN angebracht, welche das Lager F umfaßt; dieses hat darin nur so viel Spielraum, daß es sich etwa einen halben Zoll hin und her bewegen kann. abc ist eine Schnellwage, welche sich um den Zapfen b dreht; sie ist mit einem Laufgewicht P versehen, um vermittelst desselben den Druck, welchen der kurze Arm ab auf das Lager F ausübt, zu bestimmen. Ferner ist Q der Schwerpunkt des eingetauchten Theils der Schaufel. R ist ein Punkt in den Theilkreisen, wo die Kämme und Triebstöcke mit einander in Berührung kommen.

Nimmt man nun an, daß vermittelst der Trommelwalze KK Maschinen in Gang gesetzt werden sollen, so wird sich die Kraft, welche zur Bewegung derselben erforderlich ist, der Umdrehung des Wasserrades entgegensezen, und, da die Kämme des Stirnrades in R auf die Triebstöcke des Trillings drücken, so wird, wenn sich das Wasserrad nach der Richtung des Pfeils herumdreht, das frei schwebende Lager F sich nach e bewegen. Diese Bewegung wird aber durch den Arm ba der Schnellwage aufgehalten, und es läßt sich die Kraft, mit welcher das Lager auf denselben drückt, vermittelst des Laufgewichts P bestimmen. Um dieses durch ein Beispiel zu erläutern, ziehe man (Fig. 4) durch C und R die gerade Linie CRW; ferner wird die gerade Linie QX mit CR parallel und XDY auf CW senkrecht gezogen. Nach Gründen der Statik und Mechanik verhält sich der Druck des Wassers auf den Schwerpunkt der Schaufel in Q zu dem Druck, mit welcher das Lager F auf den kurzen Arm der Schnellwage in a drückt, wie DY zu XY. Nach der Zeichnung ist $DY:XY = 2:3$; ist nun der Druck des Wassers auf die Schaufeln 270 Pfund, so ist der Druck des Lagers F auf die Schnellwage in $a \frac{2}{3} \times 270 = 405$ Pfund. Ist nun der lange Arm der Schnellwage 12mal länger als der kurze, so wird das Gewicht P $\frac{405}{12} = 33\frac{3}{4}$ Pfund sein. Umgekehrt läßt sich, wenn vermittelst der Schnellwage der Druck des Lagers bestimmt ist, daraus der Druck des Wassers auf die Schaufeln berechnen. Dieser Druck mit der Geschwindigkeit der Schaufeln multiplicirt giebt alsdann das mechanische Moment der Kraft des Wasserrades.

Diesen Kraftmesser habe ich im Modell ausgeführt, und mich auf diese Art von der Ausführbarkeit desselben auch praktisch überzeugt. Indessen ist der zuerst beschriebene Kraftmesser, sowohl wegen seiner Einfachheit, als auch wegen der großen Genauigkeit, welche derselbe giebt, dem letzteren weit vorzuziehen.

Fig. 2.

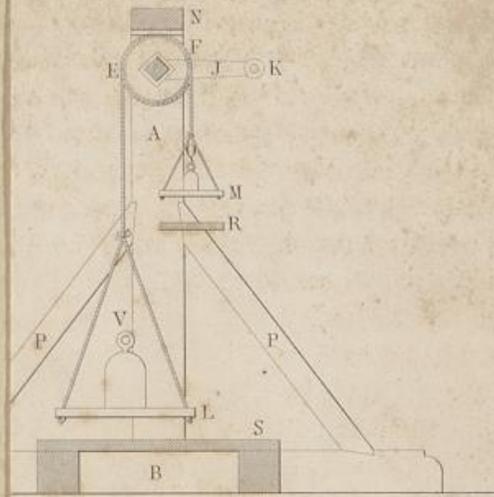
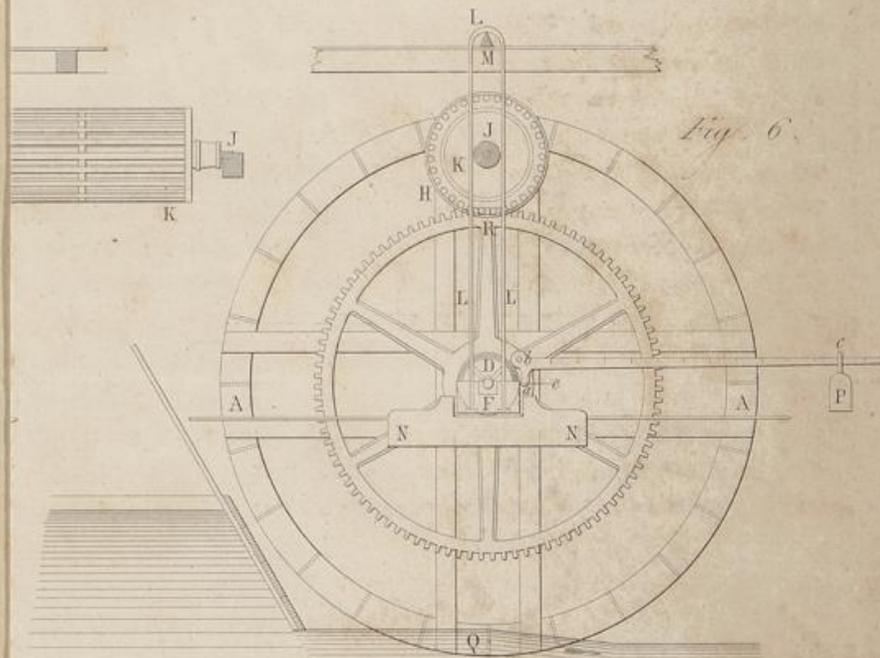


Fig. 4.



Fig. 6.



gest. v. Brönn

gest. v. Brönn