Anleitung zur Hydraulik für praktische Künstler und Werkmeister mit vorzüglicher Hinsicht auf das Brunnenwesen

Mitterer, Hermann

München, 1820

2896 Rør

K.

Anleitung

zur

Hydraulik

für praktische Künstler und Werkmeister

mit vorzüglicher Hinsicht auf das

Brunnenwesen,

von

Hermann Mitterer,

Lehrer der Zeichnungs-Kunst am königlichen Gymnasium und der bürgerlichen Feyertags-Schule.

Mit XXI. gezeichneten Tafeln.

München, 1820.

Im Verlage der lithographischen Kunst-Anstalt bey der Feyertags-Schule.

Vorrede.

In dem hier folgenden Werke über Hydraulik war meine vorzügliche Absicht, dieselbe für praktische Künstler und Werkmeister brauchbar zu machen, daher ich nur solche Kenntniße voraussetzen durfte, die man bey diesen Männern gewöhnlich anzutreffen pflegt. Diese können nicht anders als sehr gering seyn; indem der künftige Werkmann schon frühzeitig sich aus den Schulen in die Werkstätte begeben, und dort seine fernere Lebenszeit sich mit der Handarbeit beschäftigen muß, daher bey ihm in Hinsicht der Mathematik selten andere Kenntniße, als die der gewöhnlichen Rechnungsarten anzutreffen sind. Um aber das Abgängige einigermaßen zu ersetzen, habe ich diesem Werke einen kleinen Unterricht über die dazu nöthigsten Kenntniße beygefügt, die der Werkmann sich vor der Durchlesung dieses Werkes eigen machen muß, wozu noch die Kenntniß der Grund- und Aufrisse der Maschinen, und ihrer Profile kömmt. Wollte der praktische Künstler sich alle zur Baukunst, Mechanik und Hydraulik nöthigen mathematischen Kenntniße so eigen machen, daß er über die dort vorkommenden Fälle überall strenge Beweise führen könnte, so müßte er seine Kunst beynahe ganz auf die Seite legen, und sich vollkommen mit diesen Wissenschaften beschäftigen, welches jedoch mit seinem Berufe nicht übereinkömmt. Ich habe mich daher bemüht, die verschiedenen Rechnungen so leicht als möglich zu machen, und in manchen Fällen die nöthigen Formeln als bloße Vorschriften, selbst ohne Beweis hinzustellen; weil ich den Künstler nicht gerne derjenigen Vortheile berauben wollte, die verdienstvolle Gelehrte für die Ausübung verschiedener Zweige erfunden hatten.

Da dieses Werk mit vorzüglicher Hinsicht auf das Brunnenwesen bearbeitet wurde, so bediente ich mich dabey mit großem Vortheile der Zylinder-Rechnung, die ich auf das Baierische Maaß und Gewicht anwendete. Dessen ungeachtet glaube ich, daß diese Rechnungen auch auf das Maaß und Gewicht anderer Länder selbst dann angewendet werden können, wenn man auch keine Reduktions-Tabellen bey Handen hat, wie dieses meistens bey Werkleuten der Fall ist. Will man nähmlich für den freyen Fall der Körper die Geschwindigkeit, die auf Seite 5, Nro. 41. und 42. nach dem Französischen Maaße angegeben ist, in der Formel $G = \sqrt{60 \times H}$ die Zahl 60 im landesüblichen Maaße ausdrücken, so trägt man den Französischen Fuß, wovon ich in Tafel III. Fig. 53. die Hälfte auf die Linie CF gesetzt habe, auf eine Linie, z. B. 6 Mahl, und mißt sodann diese Länge mit dem gewöhnlichen landesüblichen Fußmaaße, wovon man den Fuß zuvor in 10 Zoll, und den Zoll in 10 Linien eintheilen kann, um das Maaß bis auf Linien finden zu können. Multiplizirt man nun die gefundene Zahl mit 10, so erhält man diejenige Zahl, die man anstatt der Zahl 60 in die obige Formel setzen kann.

In Hinsicht des Gewichtes eines Kubikfußes Wassers nach einem jeden landesüblichen Fußmaaße und Gewichte, kann man sich des auf Seite 1, Nro. 6. angezeigten Verfahrens bedienen, und sich ein Gefäß von einem Kubikfuß nach dem landesüblichen Maaße bloß aus Holz verfertigen lassen, das man mit Wasser gefüllt genau abwägen, und die Schwere des Gefäßes davon abziehen kann, wodurch man die Schwere des Kubikfußes Wassers nach dem begehrten Maaß und Gewicht erhält, die man anstatt der Zahl 44 setzen kann, welche Letztere die Schwere des Baierischen Kubikfußes Wassers anzeigt. Aus der Schwere des Kubikfußes läßt sich sodann auch die eines Zylinderfußes finden, wenn man die Schwere des erstern mit

113 multiplizirt, und durch 144 dividirt, weil sich die Grundfläche des Zylinderfußes zu der des Kubikfußes wie 113 zu 144 verhält. Die gefundene Zahl kann man alsdann in die Formel Seite 20, Nro. 150. $\frac{H \times 35 \times D^2}{144}$ anstatt der Zahl 35 setzen. Um nun auch zu wissen, wie viele Zylinderzolle das landesübliche Maaßgefäß in sich enthalte, kann man, da dasselbe meistens nicht ganz zylindrisch ist, eine Maß Wasser in ein kleines viereckigtes Gefäß schütten, und die Grundfläche dieses Gefäßes mit der Höhe des Wassers multipliziren, wodurch man die Anzahl von Kubikzollen erhält, die ein solches Maßgefäß in sich fassen kann. Werden nun die gefundenen Kubikzolle nach Seite 7, Nro. 56. mit 144 multiplizirt, und das erhaltene Produkt durch 113 dividirt, so erhält man dadurch auch die Zahl von Zylinderzollen, die die landesübliche Maß in sich enthält, die man in der Formel Seite 7, Nro. 57. anstatt der Zahl 94 setzen kann.

Durch dieses sehr leichte Verfahren kann man also die nöthigsten Angaben zur Führung der Rechnungen nach dem Maaße und Gewichte eines jeden Landes mit hinreichender Genauigkeit finden, und daher dieses Werk auch in den übrigen Deutschen Ländern brauchen. Da es in unserm Vaterlande noch durchgehends an einem Werke fehlet, nach welchem der praktische Künstler in Gegenständen der Hydraulik seine Berechnungen nach dem eingeführten Maaß und Gewicht anstellen, und sich die dazu nöthigen Kenntniße erwerben könnte, so hoffe ich, daß das gegenwärtige die lange gefühlte Lücke wenigstens größtentheils ausfüllen werde. Die hier enthaltenen Kenntniße werden ihn in den Stand setzen, nicht nur die hydraulischen, sondern auch die mechanischen Werke, wovon die bedeutendsten ihre Bewegungen ebenfalls durch das Wasser erhalten, mit mehr Sicherheit und Bestimmtheit anzulegen, und auszuführen, als er es ohne dieselben jemahls hoffen durfte. Da diesem Werke nächstens auch noch eine Anleitung zur praktischen Mechanik folgen wird, die sowohl die Hebellehre, als die Eintheilung und Konstruktion der verschiedenen Räderwerke enthalten soll, so hoffe ich, daß der praktische Künstler und Werkmeister, in Hinsicht dieser beyden Fächer bestens zufrieden gestellt werde, welches auch das Ziel meiner bisherigen Arbeiten war.

München, den 1. May 1821.

Der Verfasser.

Von den Eigenschaften, dem Druck und Gleichgewichte tropfbar flüßiger Körper.

1. Derjenige Theil der Mechanik, der sich mit der Bewegung tropfbar flüßiger Körper beschäftiget, wird die Hydraulik genannt. Unter tropfbar flüßigen Körpern versteht man diejenigen, die sich durch eine sehr leichte Kraft, und selbst durch ihr eigenes Gewicht trennen, derer Grundtheile aber doch noch so sehr zusammenhängen, daß sie sich in Tropfen sondern, wie Wasser, Weingeist, Oehle, Quecksilber und Andere. Diese Flüßigkeiten haben zugleich die Eigenschaft, daß sie entweder gar nicht, oder nur höchst wenig zusammengedrückt werden können; daher sie auch unelastische Körper heißen. In diesem Werke soll vorzugsweise nur von Einer dieser Flüßigkeiten, nähmlich von dem Wasser, die Rede seyn; das Nähmliche aber, was von diesem gesagt wird, auch von den übrigen tropfbar flüßigen Körpern verstanden werden.

2. Ehe wir von der Bewegung des Wassers handeln, müssen wir zuvor das Gleichgewicht betrachten, welches dasselbe theils mit sich selbst, theils mit andern flüßigen, und theils mit festen Körpern beobachtet. Die Lehre von dem Gleichgewichte tropfbar flüßiger Körper nennt man die Hydrostatik.

3. Aus der Erfahrung wissen wir, daß die Oberfläche des stillstehenden Wassers allemahl eine horizontale Fläche bildet; denn da das Wasser als ein Körper betrachtet werden kann, der aus lauter sehr kleinen leicht trennbaren Theilchen besteht, die alle gemäß ihrer Schwere, wie die festen Körper, einen Druck abwärts außern, so können sie nicht eher in Ruhe kommen, bis sie alle miteinander im Gleichgewichte stehen, wodurch die horizontale Fläche gebildet wird.

4. Der Druck des Wassers auf die darunter liegende Fläche ist so groß, als die Schwere der senkrecht darüber stehenden Wassersäule, ohne daß dasjenige, welches an die Seite der Wände stößt, einen Einfluß auf ihre Schwere äußert. Es ist also der Druck in einem weiten Gefäße, Tab. I. Fig. I. auf die Fläche AB so groß, als die Schwere der Wassersäule ABCD.

5. Um sich von dieser Wahrheit zu überzeugen, kann man in einem Gefäße einen beweglichen Boden AB Fig. 2. so anbringen, daß er sich genau an die Wand A und B schließt. Verbindet man nun diesen Boden vermittelst eines feinen Drahtes OQ mit einer Wage, und füllet das Gefäß CDEF mit Wasser; so wird das Gewicht P, um den Boden von dem Durchfallen zu erhalten, eben so schwer seyn müssen, als die Wassersäule ABHG, welches man finden kann, wenn man die Masse des Wassers eines eben so großen Gefäßes, als die Wassersäule ABHG, abwiegt. Das Wasser, welches sich über CDA und BEF befindet, hat also keinen Einfluß auf den Druck der Wassersäule ABHG, sondern drückt nur senkrecht auf den Boden DA und BE, und auf die Seiten des Gefäßes CD und EF. Der Druck auf die Fläche AB ist also nicht im Verhältnisse mit der Menge des Wassers im ganzen Gefäße, sondern besteht nur aus dem Produkte, welches entsteht, wenn man die Grundfläche AB mit der Höhe MN multiplizirt. Hätte man also ein Gefäß, wovon die Grundfläche AB 2 Quadratfuß, und die Höhe MN 3 Fuß hätte, so wäre der körperliche Inhalt = 6 Kubikfuß. Weiß man nun die Schwere von einem Kubikfuß Wasser, so kann der Druck dieser Wassersäule nach Pfunden leicht angegeben werden.

Der baierische Kubikfuß Wasser wird gewöhnlich zu $44\frac{1}{2}$ Pfund baierisches Gewicht angegeben, wovon wir aber für unsere Rechnungen nur 44 Pfund beybehalten wollen. Werden also die obigen 6 Kubikfuß mit 44 multiplizirt, so erhält man 264 Pfund als die Schwere, mit welcher die obige Wassersäule ABHG Fig. 2. auf den Boden des Gefäßes AB drückt.

6. Um die Schwere eines Kubikfußes Wasser nach dem herkömmlichen Maaße und Gewichte eines jeden Landes zu finden, kann man sich ein hohles würfelförmiges Gefäß von einem landesüblichen Fuß Länge, Breite und Tiefe machen lassen, und dieses Gefäß ohne Wasser abwägen. Man gießt dann das Gefäß voll Wasser, und wiegt dasselbe ebenfalls sammt dem Gefäße. Wird nun das vorher gefundene Gewicht des leeren Gefäßes von dem letzteren Gewichte abgezogen; so erhält man dadurch das Gewicht des reinen Kubikfußes Wassers. Die Schwere des Rheinischen Kubikfußes Wassers hält nach Eytelwein 66 Pfund Rhein. Gewicht, nach welchem man in diesen Gegenden die Schwere der gegebenen Kubikfuße berechnen kann.

7. Nimmt man ein rundes Gefäß Fig. 3., das unten mit einem andern kleinern in Verbindung steht, und gießt in eines der beyden Wasser, so wird dieses in beyden Gefäßen bis zu einer gleichen Höhe AB steigen. Hier ist nähmlich die Säule AC mit einer eben so großen EFIH des größern Gefäßes im Gleichgewichte, der übrige Theil des Wassers HIGB aber drückt auf den Boden GI, wie wir bereits oben bey der Fig. 2. gesehen haben. Verbindet man mehrere Gefäße von allerley Durchmessern unter verschiedenen Neigungen mittelst einer Röhre, die das Wasser in alle diese Gefäße führen kann, wie Fig. 4., so wird dasselbe in allen eine gleich hohe wagrechte Linie annehmen, die Communications-Röhre mag nun weiter oder enger seyn, oder was immer für eine Beugung haben. Hieraus ist abzunehmen, daß die tropfbaren Flüßigkeiten nicht nur auf den Boden des Gefäßes, sondern auch aufwärts, abwärts und nach allen Seiten und Richtungen drücken, und nicht eher in Ruhe kommen, bis ihre Theile aller Orten im Gleichgewichte stehen, daher sie auch die Form aller Gefäße annehmen. Auf den obigen wagrechten Stand des Wassers in zwey communicirenden Röhren, gründet sich die Einrichtung der Nivelir-Instrumente, deren Gebrauch bereits in der Geometrie für Künstler und Werkleute beschrieben wurde.

8. Ungeachtet in der Fig. 3. die kleinere Wassersäule nur mit einem Theile des Wassers, das ist mit einer eben so großen Säule des größern Gefäßes im Gleichgewichte steht; so kann man doch sagen, daß diese kleinere Säule der ganzen Masse des größern Gefäßes das Gleichgewicht halte; dann gießt man Wasser in die kleinere Röhre; so wird dasselbe auch in die größere dringen, und dort nach Verhältniß der Weite des Gefäßes die Oberfläche erhöhen, oder wenn dasselbe einen Widerstand findet, einen eben so großen Druck hervorbringen, als wenn die beyden Röhren eine gleiche Größe hätten. Um sich von dieser Wahrheit wirklich zu überzeugen, kann man Fig. 5. in die größere Röhre einen Deckel AB so einsetzen, daß kein Wasser durchdringen kann; legt man nun auf AB ein Gewicht P, und füllt die kleine Röhre von C bis D mit Wasser; so wird das Gewicht eben so groß seyn müssen, als die Schwere einer Wassersäule, die die Fläche über AB zur Grundfläche, und die Höhe CD zur Höhe hat, das ist, die die Größe von ABFE in sich faßt. Hält z. B. die Grundfläche über AB 2 Quadratfuß, und die Höhe CD 4 Fuß, so gibt dieß eine Masse Wassers von 8 Kubikfuß, welche mit 44, als der Schwere eines Kubikfußes, multiplizirt 352 Pfund geben, die das Gewicht P wiegen muß, um der Höhe der Wassersäule CD das Gleichgewicht zu halten. Aus dieser fast unglaublichen Wirkung des Wassers kann man die Kraft und den Druck ersehen, die eine auch nur ganz dünne Wasserfläche unter einem Gebäude hervorbringen muß, wenn zu derselben aus einer darüber oder daneben liegenden Wassermasse nur eine kleine Oeffnung vorhanden ist. Denn da sich der Druck des wenigen Wassers in der kleinen Röhre wegen dessen Beweglichkeit nach und nach der ganzen Masse in der großen Röhre mittheilet, so werden alle einzelnen Theile der Oberfläche mit einer so großen Schwere gedrückt, als die kleinere Röhre in sich enthält, daher sich der Druck auch der ganzen Wassermasse mittheilt, die mit einer solchen Säule in Verbindung steht. Es läßt sich übrigens schon aus Fig. 3., wo beyde Wassersäulen in einer gleichen Höhe stehen, abnehmen, daß, wenn das Wasser auf der Höhe BE soll erhalten werden, ein Druck vorhanden seyn müsse, der mit der Masse des Wassers BEFG im Gleichgewichte stehe.

9. Der Druck des Wassers auf den Boden eines schiefstehenden runden oder viereckigten Gefäßes ist eben so groß, als der eines gleich großen gerade stehenden, und besteht also in Fig. 6. aus der Multiplikation der Grundfläche AB mit der Höhe BC. Ist nähmlich Fig. 7. der Durchschnitt einer kurzen schiefliegenden Röhre, und man betrachtet die Linien 1 2, 3 4, 5 6 als den Gang der Bewegung von den einzelnen Wassertheilchen, so wird der Theil 1 auf 2 drücken, dort aber einen Gegendruck von 3 bis 4 hervorbringen, der, da er in 4 durch die Wand DB verhindert wird, wieder auf die Grundfläche zurückwirken muß, die also durch 3 4 eben so stark, als durch 1 2 gedrückt wird. Das Nähmliche geschieht auch von den Theilchen bey 5 6, 7 8, die ihrerseits von den Ersten ihren Druck, und von der Seite 4B ihren Gegendruck erhalten. Da nun die Wassertheilchen überhaupt nicht so, wie die festen Körper, einen bloß senkrechten Druck ausüben, sondern wegen ihrer Beweglichkeit nach allen Seiten drücken, so ist hier der Druck auf den Theil 3B eben so stark, als die Schwere der ganzen Säule 3 4 CB. Theilt man die Röhre in der Fig. 6. in mehrere Theile, so kann das, was in der Fig. 7. bemerkt wurde, von diesen einzelnen Theilen ABDE und DEFG gelten, von welchen sich die Wirkungen bis an die Grundfläche fortpflanzen, so, daß man mit Grund behaupten kann, der Druck auf die Grundfläche AB sey eben so groß, als der Quadratinhalt dieser Fläche multiplizirt mit der Höhe BC. Wegen der Beweglichkeit des Wassers gilt dieses auch für alle Röhren, sie mögen was immer für eine Wendung oder Beugung annehmen, daher auch in der Fig. 8. der Druck auf den Boden dieses Gefäßes aus der Multiplikation der Fläche AB mit der Höhe CD besteht.

10. In der Fig. 9. drückt der Theil des Wassers ACE auf die Seitenwand des Gefäßes AE, daher der Druck auf den Boden AB nur eben so groß ist, als die Schwere des Cylinders ABCD, ohne daß hier auf das Wasser außer diesem Cylinder Rücksicht genommen werden dürfte. Der Druck in dem Gefäße AKEB, Fig. 10., besteht hingegen nach der in Fig. 7. gezeigten Ursache aus der Schwere einer Wassersäule, die gleich ist dem Cylinder ABCD. Wird das Gefäß AKEB oben verschlossen, und in dasselbe eine dünne Röhre FR gesetzt; so ist nach Fig. 5. und 7. der Druck auf den Boden AB gleich der Schwere der Wassersäule AGHB, das ist, wie die Grundfläche AB multiplizirt mit der Höhe IF, obschon die ganze Masse des Wassers ein bey weiten geringeres Gewicht ausmacht.

11. Nachdem wir bisher den Druck des Wassers auf die Grundflächen gesehen haben, so wollen wir nun zu denjenigen Wirkungen übergehen, die dasselbe auf die Seitenwände der Gefäße hervorbringt. Denken wir uns das Wasser, das in einem viereckigten Gefäße, ABCD Fig. 11., wovon AB = BC ist, sich befindet, in lauter dünne viereckigte Schichten abgetheilt; so werden immer die obern vermöge ihrer Schwere auf die untern drücken, die dann, wegen der Beweglichkeit ihrer kleinen Theilchen, diesem Drucke auszuweichen suchen, und ihn den Seitenwänden des Gefäßes, von denen sie eingeschlossen sind, mittheilen; daher derselbe allemahl von dem Mittelpunkte des Gefäßes aus in einer senkrechten Richtung gegen die Wände geschieht. Dieser Druck wird desto größer seyn, je mehr solche Schichten auf einander liegen, oder je größer die Höhe des Gefäßes ist. Bey jeder solchen Schichte wird der Druck um die Schwere einer Schichte zunehmen, und daher füglich mit einer arithmetischen Progressiou verglichen werden können, die sich durch das Dreyeck AOB vorstellen läßt. Da dieser Druck nach der Art dieses Dreyeckes von oben bis unten immer zunimmt; so muß auch die Fläche AB einen um so viel größern Druck ausstehen, als die Fläche GF, als die Erstere tiefer liegt, als die Letztere.

Um aber diesen Druck gegen die Seitenwände noch deutlicher vorzustellen; so denke man sich, als wären Fig. 12. an der Seitenwand BC des nähmlichen Gefäßes so viele Röhren angebracht, als an derselben Platz finden können, die mit ihrer obersten Mündung alle bis an die Linie CE gehen; so wird auch das Wasser aus dem Gefäße, wenn dieses voll gehalten wird, bis an diese Linie steigen, und dort mit dem im Gefäße befindlichen, im Gleichgewichte seyn. Es muß daher gegen die Oeffnungen an der Wand BC ein Druck vorhanden seyn, der dieses Wasser bis CE bringt, und dort im Gleichgewichte hält. Denkt man sich von den Oeffnungen an BC lauter wagrechte Röhren bis an die Diagonale AC, und von hier eben so viele senkrechte bis CD, so wird man sich die Ursache des obigen Druckes und Gleichgewichtes leicht erklären können; indem z. B. die Wassersäule DA durch die Communications-Röhre AB der Röhre BE das Gleichgewicht hält, welches eben so bey den übrigen Röhren der Fall ist. Nimmt man nun anstatt den Oeffnungen zu den Röhren an der Seitenwand BC eine ganze länglichte Oeffnung von ungefähr 2 Zoll Weite, und von der ganzen Höhe BC; so wird dieses von dem ganzen Dreyecke CAD, das zugleich die Dicke der obigen Oeffnung von 2 Zoll hat, gedrückt werden. Es muß also auch Fig. 13. die ganze Seitenfläche BCHI den Druck von dem ganzen Wasser-Prisma CHKLDA aushalten. Da nun dieses Prisma gleich ist dem gegenüberstehenden CABIHK, so können wir für die Berechnung auch dieses Letztere anstatt des Ersteren annehmen. Der Druck gegen die Seitenwand BCHI Fig. 13., ist also allemahl einem Prisma gleich, welches das Dreyeck ABC zur Grundfläche, und BI zur Höhe hat, wo aber die Grundlinie AB = BC ist.

12. Der kubische Inhalt eines solchen Prisma besteht aus der Grundfläche ABC multiplizirt mit der Höhe BI; die Grundfläche ABC erhalten wir, wenn wir die Länge AB mit der halben Höhe OC multipliziren. Da hier die Grundlinie gleich der Höhe seyn muß, so ist, wenn wir AB und BC zu 6 Fuß, und BI zu 10 Fuß annehmen, die Grundfläche gleich $6 \times 3 = 18$, und $18 \times 10 = 180$ Kubikfuß. Da nun das Gewicht von einem Kubikfuß Wasser 44 Pfund beträgt, so muß die obige Zahl noch mit 44 multiplizirt werden, wodurch 7920 Pfund entstehen, welche den Druck gegen die Seitenwand anzeigen. Läßt sich BC nicht bequem in 2 Theile zerfällen, so kann AB auch mit der ganzen Höhe BC multiplizirt, und das Produkt durch 2 dividirt werden. Eben so kann man auch, da AB = BC ist, das Quadrat der Höhe BC mit BI multipliziren, und das Produkt durch 2 dividiren. Ist BC = 5 Fuß und BI = 10 Fuß, so ist der Druck $= \frac{5 \times 5 \times 10 \times 44}{2} = 5500$ Pfund. Da nun BC × BI den Flächeninhalt von BCHI ausmacht; so können wir den Druck gegen eine jede Fläche finden, wenn wir den Quadratinhalt derselben mit der halben Höhe multipliziren, oder wenn der Quadratinhalt mit der ganzen Höhe multiplizirt, und das Produkt durch 2 dividirt wird, welches eben so viel ist, als wenn das Quadrat der Höhe BC mit BI multiplizirt, und das Produkt durch 2 dividirt würde, wie man sich durch die wirkliche Berechnung leicht überzeugen kann.

13. Bey der obigen Rechnung hat man auf die Dicke AB, Fig. 13., gar keine Rücksicht zu nehmen, weil dieselbe auf den Druck der Fläche BCHI gar keinen Einfluß hat, wie man gleich aus folgendem Versuche abnehmen kann. Man gieße, Fig. 14., in die kleinere Röhre AL so lange Wasser, bis dasselbe auch in die größere Röhre übergeht, und in beyden Röhren etwa bis auf die Höhe LL' steigt, wo dann das Wasser in den beyden Röhren gleich hoch, und also im Gleichgewichte stehen wird. Das Wasser in der größern Röhre wird also auf die Fläche GHIK drücken, und diesen Druck durch die Verbindungs-Röhre GB bis in die Röhre BA fortsetzen, wo ihm ein eben so großer Druck durch die Fläche BCDE entgegen gesetzt werden muß; weil sonst das Gleichgewicht gestört, und das Wasser in beyden Gefäßen nicht gleich hoch stehen würde. Da nun dieses der Erfahrung gemäß allemahl geschieht, es mag die Röhre AL in ihrer Dicke AB zu- oder abnehmen; so ist es offenbar, daß dieselbe auf BCDE keinen ihrer Dicke gemäßen Eindruck verursachet, sondern daß bloß in Fig. 13. der Flächeninhalt von BCHI mit der dazu gehörigen Höhe BC berücksichtiget werden muß.

14. Haben wir also was immer für eine Fläche vor uns, hinter welcher sich das Wasser wie z. B. in Fig. 15. bis AD befindet; so brauchen wir nur die Höhe AB und die Breite BC zu messen, nach welchen wir sogleich die obige Rechnung ansetzen können. Hält AB 4 Fuß und BC 6 Fuß; so ist $4 \times 6 = 24$, gleich dem Quadratinhalte von ABCD; dieses mit der halben Höhe von AB = 2 Fuß multiplizirt gibt $48^{c'}$, welche mit der Schwere von 1 Kubikfuß Wasser, nähmlich mit 44 Pfund abermahls multiplizirt, 2112 Pf. oder 21 Zentner 12 Pf. als den Druck gegen diese Fläche hervorbringen.

Wäre die Höhe eines Schutzbrettes = 3' und die Breite = 4', so könnte man, weil sich 3 nicht ohne Bruch in 2 gleiche Theile zerfällen läßt, auch die ganze Höhe in Rechnung bringen, und das Produkt durch 2 dividiren, wie wir bereits oben gezeigt haben. Es wäre also $\frac{3 \times 4 \times 3}{2} = 18$. Dieses mit 44 multiplizirt = 792 Pfund, gleich der Kraft, welche angewendet werden muß, um das Brett in die Höhe zu ziehen, wobey aber noch auf die Reibung des Brettes, die dasselbe an den Falzen verursachet, so wie auf die Schwere desselben die gehörige Rücksicht genommen werden müßte.

Diese beyden Rechnungen können noch bequemer geführt werden, wenn man die Höhe der Fläche, wie oben gezeigt wurde, zum Quadrat erhebt, und dieses mit der halben Grundlinie multiplizirt. Es wäre also nach dem eben angeführten Beyspiele $3 \times 3 = 9$ und 9×2 als der halben Breite = 18, und diese Zahl mit 44 multiplizirt = 792 Pf., wie oben.

15. Es ist öfters der Fall, daß Schutzbretter oder andere Oeffnungen in Behältern und Schleussen angebracht sind, über die das Wasser weit erhoben liegt; es fragt sich nun, wie man den Druck auf dergleichen tief unter dem Wasser stehende Oeffnungen und Wände angeben soll. Es sey ABCD Fig. 16. ein viereckigtes Gefäß, das bis oben an die Linie BC mit Wasser angefüllt ist, und EFGH eine bewegliche Wand, die das Ausfließen des Wassers verhindert, wie groß wird der Druck auf diese Wand seyn? In diesem Falle hat die Fläche EFGH nicht nur den Seitendruck des Wassers hinter dieser Fläche auszuhalten, sondern auch noch den Druck der Wassersäule von N bis M zu tragen. Da nun der Druck gegen die Fläche EFGH, wenn das Wasser nur bis FG geht, aus der Multiplikation dieser Fläche mit der halben Höhe ON besteht, so muß der ganze Druck des Wassers, welcher bis BC steigt, auf die nähmliche Fläche, aus der Multiplikation derselben mit der Höhe OM bestehen. Es seye die Grundlinie EH = 6 Fuß, die Höhe EF = 4 Fuß, und die ganze Höhe OM = 10 Fuß; so ist $6 \times 4 \times 10 \times 44 = 10560$ Pfund.

16. Ist die Oeffnung an einer vertikalen Seitenwand eine Kreisfläche, wie Fig. 17. und befindet sich dieselbe in einer gleichen Höhe mit der obern Wasserfläche CD; so besteht der Druck auf dieselbe aus der Multiplikation der Kreisfläche AB mit der Höhe OP. Ist aber eine Kreisrunde Oeffnung unten an einem Behälter angebracht, wie EF in der nähmlichen Figur; so ist der Druck auf dieselbe gleich der Kreisfläche multiplizirt mit der Höhe QR. Es sey nach dieser letzten Art der Durchmesser des Kreises EF = 9 Dezimalzoll, und die Höhe QR gleich 2 Fuß = 20 Dez. Zoll; so ist, weil der Flächeninhalt des Kreises aus dem Quadrat des Durchmessers multiplizirt mit der Zahl 314, dividirt durch 400 besteht, $\frac{9 \times 9 \times 314}{400} \times 20 = 1271\frac{28}{40}$ Kubikzoll, oder mit Hinweglassung des Bruches 1,271 Kubikfuß, oder 1 Kubikfuß 271 Kubikzoll, die mit 44 multiplizirt ein Gewicht von $55\frac{924}{1000}$ Pf. geben, welche den Druck auf die Fläche EF anzeigen.

17. Der Druck des Wassers auf schiefstehende Flächen geschieht ebenfalls senkrecht, und kann daher, wie der Druck gegen vertikale Flächen berechnet werden. Es drücken nähmlich, wenn Fig. 18. als der Durchschnitt eines Gefäßes angesehen wird, die Wassertheilchen des Dreyeckes ABC in der Richtung von DE auf die Seitenwand BC, und die übrige Wassermasse in der Richtung FE, wodurch die Richtung des Druckes nach der Linie EG hervorgebracht wird, die senkrecht auf BC ist. Um also den Druck auf die Seitenfläche ABCD, Fig. 19., zu finden, muß wieder der Quadratinhalt dieser Fläche mit der halben Höhe AN, das ist, mit AM multiplizirt werden, anstatt welcher auch die ganze Höhe AN genommen, und am Ende das Produkt mit 2 dividirt werden kann, wie bereits oben mehrmahl erwähnt wurde.

18. Den Druck des Wassers an die Seitenwände runder Röhren Fig. 20. kann man sich ebenfalls als aus lauter aufeinander liegenden dünnen Schichten vorstellen, wo die untern von den obern von ihren Mittelpunkten aus nach ihren Radien gegen die Wände der Röhren gedrückt werden. Entwickelt man die runde Oberfläche einer solchen Röhre, so erhält man Fig. 21. ein länglichtes Viereck, wovon der Druck gegen dasselbe eben so, wie oben gegen die vertikalen Seitenwände berechnet werden kann. Hält z. B. der Durchmesser AB, Fig. 20., 7 Dezimalzoll, und die Höhe AC 6 Fuß = 60 Dezimalzoll; so ist der Umkreis DE, Fig. 21., = 22, und die halbe Höhe = 30 solcher Zolle. Es ist also $22 \times 60 \times 30 = 39^{c'}, 600^{c''}$. Diese mit 44 Pf. multiplizirt, geben $1742\frac{2}{5}$ Pf. als den Druck auf die ganze Fläche der Röhre, der aber begreiflich von oben bis unten immer stärker wird. Bequemer kann diese Rechnung wieder geführt werden, wenn man die Höhe zum Quadrat erhebt, und dieses mit dem halben Umkreise multiplizirt. So ist in dem vorhergehenden Beyspiele das Quadrat von der Höhe von 60 Dez. Zollen = $60 \times 60 = 3600$, dieses mit dem halben Umkreis = 11 Dez. Zoll multiplizirt = $39^{c'}, 600^{c''}$, wie oben.

19. Es läßt sich leicht abnehmen, daß man durch eine ähnliche Berechnung auch den Druck erfahren könne, den das Wasser auf irgend einen Ring einer Röhre, wie z. B. in Fig. 22. auf den untersten ABEF ausübt; indem man nach Fig. 16., nur die Höhe AE bey O in zwey gleiche Theile zerfällen, und den Quadratinhalt von GHIK suchen, dann mit der Höhe OM multipliziren darf, wodurch der Druck auf den Ring AEFB oder auf den entwickelten Streifen GHIK hervorgeht.

20. Der Druck, in welchem man sich den Nachdruck, den das Wasser gegen eine Fläche ausübt, concentrirt denken kann, kömmt nicht mit dem Schwerpunkte der Fläche überein, und muß daher auf eine andere Art bestimmt werden. Es ist oben Fig. 11. gesagt worden, daß man den Druck des Wassers, den die ganze Fläche ABCD leidet, unter einem gleichschenklichten Dreyecke AOB vorstellen könne, wo der Druck des Wassers nach Art dieses Dreyeckes von O bis M immer stärker wird. Da nun der Schwerpunkt dieses Dreyeckes auf dem zweyten Drittheile der Linie OM, nähmlich in N sich befindet; so ist dieses zugleich der Punkt, in welchem der gesammte Nachdruck, den das Wasser auf das Viereck ABCD ausübt, concentrirt gedacht werden kann. Theilt man daher in Fig. 15. die Mittellinie EF in 3 gleiche Theile; so ist O der Punkt des Nachdrucks auf die Fläche ABCD. Ist dieser Punkt gehörig unterstützt; so kann das Wasser die Fläche nicht überwärtigen. Der Schwerpunkt des Viereckes ABCD wäre bey S in der Durchkreuzung der beyden Diagonallinien AC und BD, der sich also oberhalb dem Nachdruckspunkt befindet, welches wohl bemerkt werden muß.

21. Verlangt man den Druck auf die Grundfläche einer schiefliegenden Röhre AB Fig. 23. zu wissen; so darf man sich nur erinnern, was oben über die schiefstehenden Flächen gesagt wurde, daß sie nähmlich eben so, wie die senkrechten berechnet werden müssen, daher der Druck auf die obige Fläche gleich ist dem Produkte, welches entsteht, wenn die Grundfläche AB mit der Höhe OM und mit der Zahl 44 multiplizirt wird, wenn die Rechnung nach Fussen geschieht. Ist hingegen die Grundfläche in Zollen gegeben, und die Rechnung geschieht nach Kubikzollen, so muß nach der Multiplikation mit 44 beym zwölftheiligen Maaß das Produkt wieder durch 1728, und beym zehntheiligen durch 1000 dividirt werden.

22. Um das Wasser durch Mauern einzuschränken, muß man diesen eine verhältnißmäßige Dicke geben, durch die sie dem Drucke des Wassers widerstehen können, wozu man das Verhältniß der Schwere des Mauerwerks zur Schwere des Wassers wissen muß. Da der Kubikfuß Mauerwerk sich zu dem des Wassers ungefähr wie 12 : 7 verhält; so hat man daraus eine Formel gefunden, nach welcher das Mauerwerk dem Drucke des Wassers das Gleichgewicht zu halten im Stande ist. Hat in Fig. 24. das Wasser die nähmliche Höhe, wie die Mauer; so ist nach Belidor die unbekannte Dicke $AC = \sqrt{\frac{AB^2 \times 7}{36}}$) welche Formel anzeigt, daß, wenn die Höhe AB gegeben ist, die Dicke AC erhalten wird, wenn man die gegebene Höhe zum Quadrat erhebt, dieses mit der Zahl 7 multiplizirt, und durch 36 dividirt, wo dann aus dem Quotienten die Quadratwurzel ausgezogen werden muß, die die Dicke der Mauer AC gibt.

Ist zum Beyspiel die Höhe der Mauer und des Wassers 12 Fuß; so ist $12 \times 12 = 144$ = dem Quadrate von der Höhe der Mauer; dieses mit der Zahl 7 multiplizirt $= 1008$, und durch 36 dividirt $= 28$ Quadratfuß. Wird aus dieser Zahl die Quadratwurzel ausgezogen; so erhält man 5′, 2″ Dez. Maaß. Weil aber nach dieser Dicke bloß das Gleichgewicht des Wassers zum Mauerwerk hergestellt wird; so kann man derselben noch nach Umständen etwas zugeben. — Theilt man die gegebene Höhe AB, Fig. 24., in 7 gleiche Theile, und gibt der Dicke AC, 3 solche Theile; so kömmt dieses Verhältniß der obigen Berechnung hinreichend nahe, und kann daher von dem Praktiker mit Zuverläßigkeit angewendet werden, wobey jedoch wieder wegen dem Uebergewichte nach Verhältniß der Höhe einige Zolle beygegeben werden müssen.

23. Es ereignet sich öfters, daß die Mauer höher, als das Wasser seyn soll, in welchem Falle auch die obige Formel eine Abänderung leidet. Geht z. B. in Fig. 24. das Wasser nur bis D, und ist nur 10 Fuß, die Mauer AB aber 12 Fuß hoch; so wird die Dicke $AC = \sqrt{\frac{AD^3 \times 7}{AB \times 36}}$) das heißt: die Dicke der Mauer AC wird erhalten, wenn man die Höhe AD zum Kubus erhebt, diesen mit der Zahl 7 multiplizirt, und dieses Produkt durch das, welches aus der Höhe AB multiplizirt mit 36 entsteht, dividirt, wornach aus dem Quotienten die Quadratwurzel ausgezogen werden muß. — Berechnet man das obige Beyspiel wirklich; so ist $AD^3 \times 7 = 7000$, und $AB \times 3 = 432$. Wird die erste Zahl durch die zweyte dividirt; so entsteht 16,2, aus dieser Zahl die Quadratwurzel ausgezogen = 4 Fuß, als die Dicke der Mauer AC.

24. Will man der Mauer lieber eine Böschung geben, wie Fig. 25., und das Wasser hat ungefähr eine gleiche Höhe mit der Mauer AB; so ist die Dicke $AC = \sqrt{\frac{AB^2 \times 7}{36} + \frac{EC^2}{3}}$) wo EC die Dicke der Böschung bedeutet. Diese Formel zeigt, daß man die Dicke AC erhält, wenn man die Höhe der Mauer AB mit 7 multiplizirt, und durch 36 dividirt, dann zu den Quotienten den dritten Theil von dem Quadrate der Böschung EC addirt, aus welcher Summe sodann die Quadratwurzel ausgezogen werden muß. — Nehmen wir wieder, um den Unterschied dieser Berechnungen zu sehen, die Höhe der Mauer und des Wassers = 12 Fuß, und die Böschung $EC = 2$; so ist $AB^2 \times 7 = 1008$, und diese Zahl durch 36 dividirt = 28 Quadratfuß. Dann das Quadrat $EC = 4$, und durch 3 dividirt = 1,33. Wird diese Zahl zu 28 addirt, so hat man 29,33, und nach ausgezogener Quadratwurzel 5,4 Fuß = AC, als die untere Dicke der Mauer. Um die obere Dicke BF zu erhalten, darf man nur die angenommene Böschung EC zu 2 Fuß, von AC = 5, 4 Fuß abziehen, wo für AE = BE, 3,4 Fuß übrig bleiben.

25. Geht das Wasser in der nähmlichen Fig. 25. nur bis D = 10 Fuß, und die Mauer bis B = 12 Fuß, so ist wieder $AC = \sqrt{\frac{AD^3 \times 7}{AB \times 36} + \frac{EC^2}{3}}$) welchen Ausdruck man nach den vorhergehenden Beyspielen leicht verstehen wird. Berechnet man dieses Beyspiel wirklich, so ist $AD^3 \times 7 = 7000$, diese Zahl durch $12 \times 36 = 432$ dividirt, gibt den Quotienten 16,2, zu welchem der dritte Theil des Quadrates von 2, das ist 1, 33 addirt werden muß, wodurch 17,53 entsteht. Wird aus dieser Zahl die Quadratwurzel ausgezogen; so hat man 4,18 Fuß, als die Dicke von AC. Zieht man von dieser die Böschung von 2 Fuß ab; so bleiben 2,18 Fuß für AE = BF, gleich der obern Mauerdicke.

26. Betrachtet man die beyden Mauern Fig. 24. und Fig. 24., wo die erste ohne Böschung, die zweyte aber mit Böschung berechnet ist; so findet man bey der ersten die Dicke = 5′, 2″, und bey der zweyten die unterste Dicke = 5′, 4″, also die letzte nur um 2 Zoll in ihrer Grundlinie dicker, als die erste; wo hingegen die obere Dicke der Böschungsmauer nur 3′, 4″ Dicke erhält; daher bey einem gleichen Widerstande in der Böschungsmauer beynahe das Dreyeck FGH, Fig. 25., an Material erspart wird. Dieser Unterschied läßt sich zum Theil daraus erklären, daß das Dreyeck FGH bey einem Umsturz der Mauer von B gegen G durch seine Schwere selbst mitwirkt, den Körper aus seinem Gleichgewichts-Stande zu bringen; indem die Schwere dieses Dreyeckes ihn von F gegen G zieht, und also die Mauer umwerfen hilft, welches bey Mauern mit Böschungen nicht der Fall ist, bey denen sich auch der Schwerpunkt tiefer, als bey Mauern ohne Böschung befindet. Bey allen hier angegebenen Mauerdicken muß jedoch denselben nach Umständen etwas zugegeben werden; weil alle diese Dicken so berechnet sind, als wenn sie mit dem Wasser im Gleichgewichte ständen.

27. Uebrigens ist die hier gefundene Stärke des Mauerwerkes so zu verstehen, als wenn die Grundlinie der Mauer ohne weiteres Fundament mit der Grundfläche des Stromes in Einer Richtung läge, und die Höhe des Wassers gleich der Höhe der Mauer wäre, welches nur da vorkommen kann, wo ein Kanal zwischen zwey Mauern eine Strecke weit fortgeführt werden muß, und wo also auch die Grundfläche des Kanals gemauert werden soll. In Fällen, wo hinter den Mauern Erde sich befindet, die dem Druck des Wassers widerstehen hilft, darf auch die Dicke der Mauer geringer seyn. Eben so können die Mauern eine etwas geringere Dicke bey Cisternen erhalten, die zur Aufbewahrung des Wassers gebaut werden; weil diese gewöhnlich eine quadratförmige, oder doch dem Quadrate nahe kommende Form erhalten, wo durch die Verbindung der vier Mauern ein größerer Widerstand erhalten wird, welches noch mehr bey runden Mauern der Fall ist, die unter allen den größten Widerstand leisten, und also die geringste Dicke erhalten können. Daß übrigens diese Mauern mit guten Cement gebaut werden müssen, ist Jedermann ohnehin bekannt.

28. Der Druck auf den Boden der Gefäße verschiedener ungleichartiger Flüßigkeiten, wie z. B. Wasser und Oehl, verhält sich bey gleichem Umfange (Volumen), wie ihre eigenthümliche Schwere. So ist der Druck des Quecksilbers 14 Mahl größer, als der des Wassers, wenn beyde in gleichweiten Gefäßen eine gleiche Höhe haben; weil das spezifische Gewicht des Quecksilbers 14 Mahl größer ist, als das des Wassers. Gießt man daher in zwey communicirende Röhren, wie Fig. 26., in eine Quecksilber, und in die andere Wasser; so wird das letztere vierzehn Mahl höher stehen, als das Erstere. Umgekehrt ist der Fall mit den Oehlen, die geringer sind als das Wasser, daher sie auch höher als dieses stehen müssen. Gießt man mehrere Flüßigkeiten von verschiedener Schwere in ein Gefäß; so werden die schwersten die unterste und die geringeren die oberste Stelle behaupten.

29. Bey der Untersuchung des Gleichgewichtes flüßiger Körper mit festen kömmt es ebenfalls auf die Größe ihrer spezifischen Schwere an. Ein Würfel von Wachs wird im Wasser bis an seine oberste Fläche untertauchen, weil das Wachs ungefähr eben so schwer ist, als das Wasser; bey seinem Eintauchen wird er also eben so viel Wasser auf die Seite drängen, als sein Umfang groß ist. Ein eben so großer Würfel von Holz wird nur mit einem Theile seiner Flächen untertauchen, der übrige Theil sich aber über dem Wasser erhalten; weil ein Würfel vom Wasser von dem nähmlichen Umfange schwerer ist, als der von Holz; dieser wird also nur einen so großen Theil vom Wasser verdrängen können, als mit seiner ganzen Schwere im Gleichgewichte steht. Ein Würfel von Bley wird endlich im Wasser ganz untergehen; aber nicht mit der ganzen Schwere seines Gewichtes, sondern nur

mit der, um welche er schwerer ist, als ein eben so großer Würfel von Wasser. Man sieht hieraus, daß diejenigen Körper, die mit dem Wasser eine gleiche spezifische Schwere haben, so wie die, welche spezifisch geringer sind, als das Wasser, in demselben ihre ganze Schwere verlieren. Hingegen verlieren die spezifisch schwereren Körper nur einen Theil ihres Gewichtes, und fallen nur mit dem Ueberreste vom Gewichte zu Boden. Alle diese Körper lassen sich also im Wasser weit leichter bewegen; weil sie ihre Schwere entweder ganz, oder doch einen beträchtlichen Theil davon verlieren.

30. Das Gewicht, welches ein schwerer Körper im Wasser verliert, ist so groß, als das Gewicht des Wassers, das er aus seiner Stelle verdrängt. Ein Stein von der Größe eines Kubikfußes wird auch einen Kubikfuß Wasser verdrängen; da nun der Kubikfuß Wasser 44 Pfund wiegt; so muß auch der Stein im Wasser um 44 Pfund geringer werden. Wiegt z. B. ein Kubikfuß Stein außer dem Wasser 120 Pf.; so wird er im Wasser nur mehr 76 Pf. wiegen. Hieraus läßt sich erklären, warum das Wasser bey großen Strömungen im Stande ist, oft ziemlich große Steine mit sich fortzuwälzen; indem hier nicht nur das Gewicht des Wassers, sondern die ganze Kraft, welche aus der Geschwindigkeit multiplizirt mit der Schwere der Wassermasse besteht, in Betracht gezogen werden muß. Bey Wasserbauten soll daher immer auf diese Gegenstände Rücksicht genommen werden.

31. Je dichter ein Körper ist, der im Wasser ganz untertaucht, desto weniger verliert er von seinem spezifischen Gewichte; weil er wegen seiner Dichtigkeit einen kleinern Raum einnimmt, und daher auch weniger Wasser verdrängen kann. Um die eigentliche Schwere, und die daraus entspringende Dichtigkeit der Körper zu erfahren, werden dieselben, wie Fig. 27., in einem reinen Wasser gewogen, und nach dem jedesmahligen Verlust derselben ihre eigenthümliche Schwere und Dichtigkeit angegeben.

32. Die Mathematiker haben auf diese Art besondere Tabellen angegeben, wo das Wasser als 1 angenommen wurde, wozu man noch einen Dezimalbruch von 1000 Theilchen, also 1,000, gesetzt hat, um nach diesem die Schwere der Körper desto genauer bestimmen zu können. So ist nach diesen Tabellen Platina =20,000, also 20 Mahl schwerer als Wasser; Silber =10,552, oder $10\frac{552}{1000}$ Mahl schwerer, als Wasser, und Buchenholz =0,852, oder $\frac{852}{1000}$ Theile des Wassers, ist also geringer als dieses. Weiß man daher die Schwere eines Kubikfußes Wasser, so kann man aus diesen Tabellen auch die Schwere eines Kubikfußes von jedem der beygesetzten Körper finden; indem man die diesem Körper beygesetzte Zahl nur mit 44 multipliziren, und die letzten 3 Zahlen wegen dem Dezimalbruch abschneiden darf, wo die Zahlen vor dem Striche die Ganzen, und die nach dem Striche die Tausendtheile geben. So ist z. B. Eisen =7,800; diese Zahl mit 44 multiplizirt =343,200, oder $343\frac{200}{1000}$ Pf. $=343\frac{1}{5}$ Pf. Ebenso ist Buchenholz =0,852 $\times$ 44 =37,488 Pf. $=37\frac{488}{1000}=37\frac{61}{125}$ Pfund. Da es in verschiedenen Fällen oft nützlich ist, die Schwere der Körper zu wissen; so habe ich die in der Technik am meisten vorkommenden hieher setzen wollen.

Platina	20,000	Baumöhl	0,913
Gold	19,640	Leinöhl	0,928
Quecksilber	14,110	Terpentinöhl	0,792
Bley	11,352	Buxbaumholz	1,328
Silber	10,552	Ebenholz	1,209
Kupfer	8,876	Mahagonyholz	1,063
Eisen	7,800	Gewöhnliches Eichenholz	0,929
Stahl	7,833	Eichenholz vom grünen Aste	0,852
Zinn	7,291	Buchenholz.	0,852
Gemeiner weißer Sand .	2,631	Lerchenholz	0,845
Gemeiner Kiesel . . .	2,542	Erlenholz	0,800
Holländischer Ziegelstein .	2,006	Ahornholz	0,755
Italienischer Marmor .	2,700	Eschenholz	0,734
Französischer Mühlstein .	1,571	Apfelbaumholz	0,793
Reine Kalkerde . . .	2,720	Pflaumenbaumholz . .	0,785
Gute Gartenerde . . .	1,630	Birnbaumholz	0,616
Gemeines Glas . . .	2,642	Haselholz	0,600
Reines Kochsalz . . .	1,918	Ulmenholz	0,600
Steinsalz	2,143	Lindenholz	0,604
Weißer Zucker	1,606	Weidenholz	0,585
Steinkohlen	2,240	Tannenholz	0,550
Branntwein	0,936	Pappelholz	0,383
Weingeist	0,815	Fichtenholz	0,300
Rheinwein	0,999	Korkholz	0,240
Rindertalg	0,955	Reines Wasser . . .	1,000
Hammeltalg	0,943	Eis	0,916
Schweinschmalz . . .	0,954	Meerwasser	1,030
Weißes Wachs . . .	0,966	Flußwasser	1,009
Gelbes Wachs. . . .	0,960	Atmosphärische Luft . .	0,00125

Nach diesen Tabellen läßt sich die Schwere eines Kubikfußes, und also auch eines kleinern Theiles der hier angeführten Körper nach dem Maaß und Gewicht eines jeden Landes finden, wie man aus dem angenommenen Verhältnisse des Wassers zu diesen Materialien leicht einsehen wird. Sucht man z. B. die Schwere eines Kubikfußes Buchenholz nach Rheinischem Maaß und Gewicht, wo der Kubikfuß Wasser 66 Pfund wiegt; so hat man 0,852 $\times$ 66 = 56,232 Pfund, anstatt welchen man oben nach Baierischem Maaß und Gewicht nur 37,488 Pf. gefunden hat. Zugleich läßt sich aus diesen Tabellen auch die Dichtigkeit der verschiedenen Holzarten übersehen, wo die schwersten allemahl auch die dichtesten und daher die dauerhaftesten sind, von denen mehrere im Wasser ganz untergehen, wie das Buxbaumholz, das Ebenholz, und das Mahagonyholz.

33. Die Dichtigkeit zweyer verschiedener Flüßigkeiten findet man, wenn man in beyden einen und den nähmlichen schweren Körper wiegt, und überall den Verlust seiner Schwere bemerkt, wo dann diejenige Flüßigkeit die schwereste ist, in der der Körper am meisten von seinem Gewichte verliert. Um diese Dichtigkeiten genau bestimmen zu können, hat man eigene aus Glas verfertigte Instrumente (Aräometer), wie Fig. 28., die oben eine dünne Röhre AB und an dieser eine hohle Kugel BC haben, an die unten ein kleiner zugespitzter Kolben CD befestiget ist, in welchem sich Quecksilber befindet. In AB ist eine Eintheilung von Linien in verschiedene Grade angebracht, die die Schwere der verschiedenen Wasser anzeigen, und wo das gemeine Wasser einen gewissen obersten Theil erhält, der mit 0 bezeichnet ist. Je schwerer das Wasser ist, desto weiter wird das Rohr AB aus demselben emporsteigen, und zugleich die Grade der Schwere anzeigen. Man hat diese Wagen nach verschiedenen Einrichtungen, von welchen sie auch ihre Nahmen erhalten, als Salzwagen, Bier- und Salpeterwagen: dann auch einige, wo man diejenigen Wasser wiegt, die geringer als das gemeine Wasser sind, und die man Branntweinwagen nennt, die aber zu diesem Behufe wieder besonders eingerichtet seyn müssen.

34. Körper, welche spezifisch schwerer sind, als das Wasser, lassen sich dessen ungeachtet so zubereiten, daß sie auf dem Wasser schwimmen; wenn man nähmlich ihre Masse so ausdehnt, daß sie einen größeren Raum einnimmt, als das Wasser von der nähmlichen Schwere einnehmen würde. So wird eine hohle Kugel aus Eisenblech mit Leichtigkeit schwimmen; weil ihr Gewicht geringer ist, als eine volle Wasserkugel von der nähmlichen Größe. Werden schwere Körper mit leichten so verbunden, daß sie einen größeren Raum einnehmen, als eine eben so schwere Masse Wassers; so können diese Körper auch auf diese Art zum Schwimmen gebracht werden.

35. Wie viel ein leichterer Körper, als das Wasser ist, auf seiner Oberfläche tragen kann, bis er mit der Oberfläche des Wassers in gleicher Höhe steht, läßt sich dadurch finden, wenn man die Fläche desselben ausrechnet, und mit der Höhe, mit der er über dem Wasser schwimmt, multiplizirt, wodurch man die Anzahl von Kubikfußen erhält, die er von dem Wasser verdrängen müßte. Diese mit 44 Pfund, als der Schwere eines Kubikfuß Wassers multiplizirt, gibt das Gewicht, welches man dem Körper auflegen kann, bis er an seine Oberfläche untertauchen wird. Hieraus läßt sich auch abnehmen, wie man die Ladung eines Schiffes finden könne, welche dasselbe tragen kann, bis es zu einer gewissen Tiefe gesenkt ist. Man mißt nähmlich die Höhe von dem Wasserspiegel bis an den Punkt, nach welchem das Schiff gesenkt werden soll, und multiplizirt diese Höhe mit der mittleren Grundfläche des Schiffes; so erhält man den Kubikinhalt des Wassers, das durch das Schiff verdrängt werden soll. Hält z. B. die mittlere Grundfläche des Schiffes 500 Quadratfuß, und die Höhe der Senkung 4 Fuß; so hat man einen Inhalt von 2000 Kubikfuß, die mit 44 Pf. multiplizirt 88000 Pf. oder 880 Zentner geben, welche das Schiff tragen kann, bis dasselbe auf den bestimmten Punkt untergetaucht ist. Dabey ist jedoch Rücksicht zu nehmen, ob das Schiff auf dem Meere, oder auf einem Flusse zu gehen habe, indem die Schwere des Meerwassers beträchtlich größer, als die des Flußwassers ist, daher auch Schiffe auf dem Meere mehr tragen können, als auf Flüssen. Hierin liegt auch die Ursache, daß Schiffe, wenn sie aus dem Meere in die Flüsse kommen, beträchtlich tiefer gehen, und manchmahl wohl gar versinken.

Von der Bewegung des Wassers, und zwar vom Ausfluße desselben durch den Boden und die Seitenwände der Gefäße.

36. Nachdem wir bisher das Gleichgewicht des Wassers sowohl mit sich selbst, als mit anderen Flüßigkeiten und festen Körpern betrachtet haben; so gehen wir nun zu der Bewegung desselben und den damit verbundenen Wirkungen über. Diese Abtheilung wird im eigentlichen Sinne die Hydraulik, oder die Lehre von der Bewegung des Wassers genannt.

37. Bringt man an den Boden, oder an die Seitenwände eines Gefäßes eine Oeffnung an, so wird sogleich eine Bewegung gegen diese Oeffnung erfolgen, und das Wasser mit einer größeren oder geringeren Geschwindigkeit ausfließen, je nachdem die Umstände verschieden sind, die mit diesem Ausfluße in Verbindung stehen. Das Vorzüglichste, was dabey bemerkt werden muß, ist die eben erwähnte Geschwindigkeit, die auf die Masse des ausfließenden Wassers den größten Einfluß hat, und die wir daher näher betrachten müssen.

38. Durch die Erfahrung hat man gefunden, daß der Fall der Körper im freyen Raume eine gleichförmig beschleinigte Bewegung sey, bey welcher die Geschwindigkeit alle Augenblicke vermehrt wird, so, daß der Körper in der ersten Sekunde 15 Pariser Fuß, in der zweyten 45, in der dritten 75, und in der vierten 105 solche Fuße durchläuft. Addirt man diese Höhen zusammen; so findet man für die erste Sekunde 15 Fuß, für die zweyte $15+45=60$, für die dritte $15+45+75=135$, und für die vierte $15+45+75+105=240$ Fuß, woraus man ersieht, daß der durchlaufene Raum in der zweyten Sekunde 4 Mahl größer ist, als in der ersten; indem 4 Mahl $15=60$ ist; in der dritten Sekunde ist derselbe 9 Mahl, und in der vierten 16 Mahl größer, als in der ersten Sekunde. Da nun die Zahlen 4, 9, 16 die Quadrate von 2, 3, 4 Sekunden sind, während welchen der Körper gefallen ist; so ist es offenbar, daß sich die durchfallenen Räume oder Höhen, wie die Quadrate der Zeiten verhalten. Nennt man die durchfallenen Höhen zweyer Körper H und h, und die dazu gehörigen Zeiten Z und z; so hat man folgendes Verhältniß:

$$H : h = Z^2 : z^2.$$

39. Die durchfallenen Räume oder Höhen verhalten sich noch ferners wie die Quadrate der Geschwindigkeiten der fallenden Körper. Denn die obigen Höhen hätten nicht durchfallen werden können, wenn die Geschwindigkeit nicht in der zweyten Minute 4 Mahl, in der dritten 9 Mahl, und in der vierten 16 Mahl größer geworden wäre, als sie in der ersten war. Nennt man also wieder die Geschwindigkeiten zweyer Körper G und g; so ist:

$$H : h = G^2 : g^2.$$

40. Ist der Körper in der ersten Sekunde 15 Fuß tief gefallen; so erhält er am Ende dieses Falls eine noch so große Geschwindigkeit, vermöge der er, wenn er ferners keinen Zuwachs von Geschwindigkeit erhält, das Doppelte von 15, nähmlich 30 Fuß in 1 Sekunde durchlaufen würde. Da wir nun wissen, daß sich die Höhen wie die Quadrate der Geschwindigkeiten verhalten; so können wir auch finden, wie groß die Geschwindigkeit eines Körpers nach dem Falle von einer jeden bestimmten Höhe geworden sey. Ist z. B. ein Körper von einer Höhe von 6 Fuß herunter gefallen, und man will wissen, was für eine Geschwindigkeit er am Ende dieses Falls erlangt hat; so darf man nur bedenken, daß ein Körper nach dem Falle von 15 Fuß Höhe eine Geschwindigkeit von 30 Fuß in 1 Sekunde erlangt hat, und da sich die durchfallenen Räume wie die Quadrate der Geschwindigkeiten verhalten; so kann man nach diesen Verhältnissen folgende Proportion anstellen: $15' : 30^2 = 6' : x^2$; das ist: Fünfzehn Fuß Höhe verhält sich zum Quadrate von 30, wie sich verhält die Höhe von sechs Fuß zum Quadrate von x, welches die unbekannte Geschwindigkeit anzeigt.

Durch die Multiplikation der äußeren und mitteren zwey Glieder erhält man also $15 \times x^2 = 30^2 \times 6$. Befreyt man x^2 von der Zahl 15; so hat man $x^2 = \frac{30^2 \times 6}{15}$. Wird ferners von x^2 die Wurzel ausgezogen, und 30 zum Quadrate erhoben; so erhält man $x = \sqrt{\frac{900}{15} \times 6} = \sqrt{\frac{5400}{15}} = \sqrt{360}$, und nach ausgezogener Quadratwurzel $x = 18', 9''$, als die Geschwindigkeit, die der Körper nach dem Falle von 6 Fuß Höhe für 1 Sekunde erlangt. — Diese Geschwindigkeit kann man sich als eine für die folgenden Zeiten immer gleichförmige denken, die also in jeder folgenden Sekunde den nähmlichen Raum zurücklegt.

41. Da in der obigen Gleichung $x = \sqrt{\frac{900}{15} \times 6}$, sich die Zahl 900 durch 15 ohne Rest dividiren läßt, wodurch die Zahl 60 entsteht, die das Vierfache des Falls in der ersten Sekunde vorstellt; so wird $x = \sqrt{60 \times 6}$. Durch diese Veränderung erhält man eine bequeme Formel oder Regel, nach welcher man die verlangte Geschwindigkeit sogleich finden kann, *wenn man die gegebene Höhe, von welcher der Körper gefallen ist, mit der Zahl 60 multiplizirt, und aus dem erhaltenen Produkte die Quadratwurzel auszieht.* Ist z. B. die Höhe des Falls $=5$ Fuß; so muß 5 mit 60 multiplizirt, und aus dem Produkte die Quadratwurzel ausgezogen werden. Es ist also $5 \times 60 = 300$, und hieraus die Quadratwurzel $= 17', 3''$, Dez. Maaß, als die Geschwindigkeit, die der Körper nach dem Falle von 5 Fuß für 1 Sekunde erhält.

42. Da sich aus der gegebenen Höhe des Falls die Geschwindigkeit finden läßt; so muß auch aus dieser die Höhe wieder gefunden werden können; wenn man die Geschwindigkeit zum Quadrat erhebt, und dieses durch die Zahl 60 dividirt; indem dadurch das Produkt in die nähmlichen Faktoren zerlegt wird, aus welchen es entstanden ist. Nehmen wir die im vorigen Beyspiele gefundene Geschwindigkeit von $17', 3''$, und erheben dieselbe zum Quadrat; so haben wir $17{,}3 \times 17{,}3 = 299{,}29$, diese Zahl durch 60 dividirt gibt $4', 9'', 8'''$, anstatt daß dieselbe 5 ganze Fuß geben sollte, welches von der oben nicht ganz vollendeten Ausziehung der Quadratwurzel herkömmt.

43. Die bisherigen Rechnungen wurden im Pariser Fußmaaße geführt; weil die Höhe des Falls eines Körpers in der ersten Sekunde zu 15 Pariser Fuß angenommen wurde. Da aber der Pariser Fuß um $1'', 4''', 3'''', 3^{v}$, größer ist, als der Baierische; so geben die 15 Pariser Fuß $16', 8'', 4''', 0'''', 9^{v}$ Baierisches Maaß. Multiplizirt man diese Zahl mit 4, um die obige Zahl 60 im Baierischen Fußmaaße zu erhalten; so ist das Produkt $66', 9'', 4'''$ zwölftheiliges Maaß. Wollte man die $9'', 4'''$ lieber im Dez. Maaß haben, um bequemer rechnen zu können; so geben dieselben $7'', 8'''$ Dez. M., daher die Zahl $66', 7'', 8'''$ gleich 60 Pariser Fuß genommen werden kann. Bey gewöhnlichen Fällen kann man jedoch die Linien hinweg lassen; weil sie bey der Ausziehung der Quadratwurzel größtentheils keinen bedeutenden Einfluß haben, und bey der Berechnung des Wassers wegen den vielerley Hindernissen die berechnete Wassermasse ohnehin alle Mahl größer ist, als die wirklich erhaltene. In Fällen, wo eine größere Genauigkeit nöthig ist, müssen aber auch die Linien beybehalten werden, wie wir weiter unten sehen werden.

Sucht man also die Geschwindigkeit nach dem eben gefundenen Baierischen Fußmaaße von 5 Fuß Fallhöhe; so ist dieselbe $5 \times 66, 7 = 333{,}5$, hieraus die Quadratwurzel $= 18', 2''$ Dez. M., anstatt daß wir im Pariser Fußmaaße $17', 3''$ gefunden haben.

44. Da das Wasser ebenfalls unter die schweren Körper gehört, und in Hinsicht dieser Eigenschaft den nähmlichen Gesetzen unterworfen ist; so müssen die hier angeführten Berechnungen auch für dieses gelten. Der große Einfluß, den die Geschwindigkeit auf den Ausfluß des Gewässers hat, macht, daß dieselben in der Hydraulik immerwährend vorkommen, daher man sich eigene Vorschriften oder Formeln dafür machen kann, nach welchen die Rechnungen ohne weiteres Nachdenken sogleich angesetzt werden können. Nennt man die Geschwindigkeit G, und die Höhe H; so ist, um die Geschwindigkeit zu finden, $G = \sqrt{H \times 66', 7''}$, das heißt: die Geschwindigkeit erhält man, *wenn man die Höhe des Falls mit der Zahl 66,7 multiplizirt, und aus dem gefundenen Produkte die Quadratwurzel auszieht.* Will man aber die Höhe H aus der Geschwindigkeit erhalten; so ist $H = \frac{G^2}{66', 7''}$, das ist: die Höhe wird erhalten, *wenn man die Geschwindigkeit zum Quadrat erhebt, und dieses mit der Zahl 66,7 dividirt.* Diese Formeln gelten nur für das Baierische Maaß; für andere Länder müßte die Reduktion des gewöhnlichen Fußmaaßes erst nach dem Pariser Fuß gefunden werden. So sind z. B. im Rheinischen Fußmaaße $62', 5'' = 60$ Pariser Fuß, daher man beym Gebrauche der obigen Formeln im Rheinischen Maaße die Zahl 62, 5 anstatt 66, 7 setzen kann.

45. Betrachten wir in zwey verschiedenen Gefäßen von gleicher Grundfläche A und B, Fig. 29. Taf. II. den Druck des Wassers auf den Boden der Gefäße; so muß derselbe desto größer seyn, je größer die Höhe des Wasserstandes im Gefäße ist. Werden also im Boden gleich große Oeffnungen O und O′ gemacht; so widersteht dem Falle der Wassersäulen AO und BO′ nichts mehr, und sie können auf die nähmliche Art ausfließen, als wenn das Wasser von A bis O gefallen wäre, und in O die Geschwindigkeit von dem Falle AO erhalten hätte. Es wird also in dem Gefäße A, wo das Wasser höher steht, als in B, auch die Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers größer seyn, als in dem Gefäße B. Die beyden Geschwindigkeiten werden sich also nothwendig verhalten, wie der Druck auf die Flächen O, O′, oder was Eines ist, wie die Höhe der beyden Wassersäulen AO und BO′. Je größer also die Höhe der Wassersäule ist, desto größer wird auch die Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers seyn. Diese Geschwindigkeit kann daher so betrachtet werden, als wenn dieselbe durch den freyen Fall, das ist, durch eine beschleunigte Bewegung von A bis O wäre erhalten worden, und dort mit der in O erhaltenen Geschwindigkeit gleichförmig fortdauern würde.

Um die Wassermenge, die aus der Oeffnung eines Gefäßes fließt, zu bemessen, nimmt man eine bestimmte Zeit, gewöhnlich eine *Sekunde*, als Einheit an. Da man nun unter der Geschwindigkeit den Weg versteht, den ein Körper während einer Sekunde durchläuft; so kann man unter der Geschwindigkeit des Wassers diejenige Länge des Strahls verstehen, die in einer Sekunde aus einem Gefäße läuft. Besitzt z. B. das Wasser eine Geschwindigkeit von 3 Fuß in einer Sekunde; so wird der auslaufende Strahl eine Länge von 3 Fuß, und eine Dicke von der Größe der Oeffnung des Gefäßes haben. Ist diese Oeffnung 2 Quadratzoll; so hat die in einer Sekunde ausgeströmte Wassermasse eine Länge von 3 Fuß, oder 36 Zoll, und eine Durchschnitts-Fläche von 2 Quadratzoll. Wird die Durchschnitts-Fläche mit der Länge multiplizirt; so erhält man ein Wasser-Prisma von 72 Kubikzoll. Hieraus ersieht man, daß, wenn man den Flächeninhalt der Oeffnung des Gefäßes mit der Geschwindigkeit multiplizirt, man alle Mahl die Menge des ausströmenden Wassers erhält.

46. Wird in einem Gefäße durch Zufluß des Wassers die Höhe des Wasserstandes immer gleich erhalten, welches geschieht, wenn der Zufluß gleich dem Ausfluße ist; so behält das Wasser beym Ausfließen immer die nähmliche Geschwindigkeit, die dasselbe durch den Fall oder Druck von A bis O erhalten hat, das ist, die Geschwindigkeit bleibt gleichförmig. Läßt man hingegen das Wasser aus einem Gefäße ohne einen Zufluß frey auslaufen; so wird die Geschwindigkeit nach der Abnahme der Höhe des Wasserstandes immer geringer, und daher auch der Ausfluß des Gewässers immer weniger, jemehr sich dasselbe dem Boden des Gefäßes nähert. Sucht man aus dieser immer abnehmenden Geschwindigkeit die Mittlere; so kann dieselbe nur die Hälfte derjenigen seyn, die durch den Fall von A bis O erlangt worden wäre. Es würde also in zwey gleich großen Gefäßen, wovon das Erste immer vollgehalten, das Zweyte aber seiner freyen Entladung überlassen würde, aus dem Ersten doppelt so viel Wasser ausfließen, als aus dem Zweyten; daher sich das Erste zwey Mahl ausleeren würde, bis sich das Zweyte nur ein Mahl ausgeleeret hätte.

47. Es ist bereits bey dem Falle der festen Körper gesagt worden, daß die Geschwindigkeit, die ein Körper nach dem Falle von einer bestimmten Höhe erhält, für 1 Sekunde gefunden wurde, wenn man die in Fußen und Zollen gegebene Höhe mit der Zahl 66,7 multiplizirt, und aus dem gefundenen Produkte die Quadratwurzel auszieht. Ist also in Fig. 29. die Höhe des Druckwassers $AO = 2$ Fuß; so ist $2 \times 66,7 = 133,4$, und von dieser Zahl die Quadratwurzel ausgezogen $= 11', 5''$. Das Wasser erhält also bey dem Ausströmen aus einem 2 Fuß hohen Gefäße eine Geschwindigkeit von $11', 5''$ Dez. Maaß für 1 Sekunde. Gibt man dem obigen Gefäße eine Ausfluß-Oeffnung von 3 Quadratzoll Dez. Maaß; so ist $3'' \times 11,5'' = 345^{c''}$, welche in einer Sekunde ausfließen.

Da wir nun den Ausfluß des Wassers für 1 Sekunde wissen; so können wir denselben auch für 1 Minute finden, wenn wir das gefundene Produkt mit 60 multipliziren, wodurch $345 \times 0 = 206^{c'}, 700^{c''}$ entstehen, woraus hervorgeht, daß man die ausfließende Wassermasse auch für jede beliebige Zeit finden könne.

48. Aus der eben gemachten Rechnung ersieht man, daß die Masse des ausfließenden Wassers gleich ist der Geschwindigkeit multiplizirt mit dem Flächeninhalte der Ausflußöffnung multiplizirt mit der Zeit. Nennt man die ausfließende Wassermasse M, die Geschwindigkeit G, die Ausflußöffnung O, und die Zeit Z; so hat man folgende Gleichung:

$$G \times O \times Z = M.$$

Da man nun in einer Gleichung eine jede Größe finden kann, wenn man die damit verbundenen Größen auf die entgegengesetzte Seite überträgt, und die dort befindlichen damit dividirt; so sind wir auch im Stande, wenn drey der hier befindlichen Größen gegeben sind, die vierte unbekannte durch Rechnung zu finden.

Nehmen wir wieder das obige Beyspiel zur Hand, und setzen, es wäre uns die Zeit Z, in welcher die Wassermasse von $20^{c'}, 700^{c''}$ ausfließt, unbekannt; so müßten in der eben erwähnten Formel die mit Z verbundenen Größen auf die entgegengesetzte Seite unter M gebracht werden, wo die Formel so stehen würde: $Z = \frac{M}{G \times O}$. Setzt man anstatt der Buchstaben die gleichbedeutenden Zahlen; so hat man $Z = \frac{20^{c'}, 700^{c''}}{11', 5'' \times 3''}$. Es muß also die Geschwindigkeit $11', 5''$ mit der Ausflußöffnung von 3 Quadratzoll multiplizirt, und die Wassermasse von $20^{c'}, 700^{c''}$ durch diese Zahl dividirt werden, wo die Zahl 60, als die Anzahl der Sekunden, zum Vorschein kömmt.

Wäre uns in dem nämlichen Beyspiele die Ausflußöffnung O unbekannt; so ist die Formel $O = \frac{M}{G}$, wo Z hinweggelassen werden kann; weil schon $G \times O = M$ ist, in welchem Falle M das ausströmende Wasser für 1 Sekunde, und also $345^{c''}$ bedeutet. Setzt man anstatt der obigen Buchstaben die gleichbedeutenden Ziffern; so ist $O = \frac{345^{c''}}{11', 5''} = 3''$ gleich dem Flächeninhalte der Ausflußöffnung.

Wird endlich aus der gegebenen Masse, und aus der Ausflußöffnung die Geschwindigkeit verlangt; so ist $G = \frac{M}{O}$. Setzt man anstatt der Buchstaben wieder die gleichbedeutenden Ziffern; so hat man $G = \frac{345}{3} = 11,5 =$ der oben gefundenen Geschwindigkeit.

49. Bey der Formel $O = \frac{M}{G}$, wo die Ausflußöffnung gefunden wird, erscheint allemahl der Quadratinhalt dieser Oeffnung. Wollte man diesen Inhalt als ein wirkliches Quadrat gelten lassen, und die Seite dieses Quadrates wissen, um dasselbe genau zeichnen zu können, so müßte man aus dem gefundenen Produkte die Quadratwurzel ausziehen.

50. Eben so erscheint auch bey runden Ausflußöffnungen der Flächeninhalt der Rundung, aus welchem, wenn es nöthig ist, der Durchmesser erst gesucht werden muß. Da der Quadratinhalt einer Kreisfläche aus dem Quadrate des Durchmessers multiplizirt mit der Zahl 314 dividirt durch 400 besteht; so findet man den Durchmesser, wenn man die gegebene Fläche mit 400 multiplizirt und durch 314 dividirt, wornach aus dem erhaltenen Quotienten die Quadratwurzel ausgezogen werden muß. Hat man z. B. eine Kreisfläche von 15,3 Quadratzoll, so ist $15,3 \times 400 = 61200$; dieses durch 314 dividirt $= 19,49$, und aus dieser Zahl die Quadratwurzel ausgezogen $= 4'', 4'''$. — In beyden Fällen soll die Ausziehung der Quadratwurzel wenigstens bis auf die Linien geschehen; weil der Unterschied einer Linie bey der Zeichnung einer Fläche schon einen wesentlich größeren oder kleineren Flächeninhalt erzeugt, durch den der Unterschied bey der Masse des ausfließenden Wassers noch bedeutender wird.

51. Wenn anstatt der Quadratfläche nur die Länge und Breite der Ausflußöffnung gegeben ist; so versteht es sich, daß diese Fläche erst durch die Multiplikation dieser beyden Linien gesucht werden müsse. Hält z. B. die Länge 4 Zoll und die Breite 3 Zoll; so hat man 12 Quadratzoll für die Oeffnung. Ist bey runden Oeffnungen anstatt der Quadratfläche nur der Durchmesser gegeben, wie dieses gewöhnlich der Fall ist; so erhält man bekanntlich die Kreisfläche, wenn man das Halbmesser□ mit der Zahl 314 multiplizirt, und das Produkt durch 100 dividirt. Läßt sich der Durchmesser nicht bequem in zwey Theile zerfällen; so kann auch das Durchmesser□ mit der Zahl 314 multiplizirt, das Produkt aber durch 400 dividirt werden. Es halte z. B. der Durchmesser 5 Zoll; so ist $5 \times 5 = 25$, das Quadrat des Durchmessers, dieses mit 314 multiplizirt und durch 400 dividirt $= 19,62$; das ist, 19 Quadratzoll und 62 Quadratlinien, als der Flächeninhalt des Kreises, der mit der Geschwindigkeit multiplizirt den Kubikinhalt des ausfließenden Wassers gibt. — Da in diesem Beyspiele die Ausflußöffnung bis auf Linien angegeben ist; so muß auch die Quadratwurzel für die Geschwindigkeit bis auf Linien ausgezogen werden, damit beyde Produkte bey der Multiplikation gleichartig werden.

52. Da wir nun im Stande sind, die Zeit zu berechnen, in welcher eine bestimmte Menge Wassers aus einem Gefäße fließt, das einen beständigen hinreichenden Zufluß erhält; so können wir auch diejenige Zeit angeben, in welcher sich ein Gefäß, das ohne diesen Zufluß gelassen wird, gänzlich ausleeren würde, indem wir nur die ganze in dem Gefäße enthaltene Wassermasse berechnen, und dann nach dem obigen Verfahren die Zeit suchen dürfen, in welcher eine solche Masse aus einem Gefäße fließen würde, das beständig voll gehalten wird. Diese Zeit wird bey dem letzten Gefäße doppelt genommen; weil, wie wir schon oben gehört haben, aus einem Gefäße, das sich gänzlich ausleeret, in der nähmlichen Zeit nur halb so viel Wasser ausfließt, als aus demjenigen, das immer voll gehalten wird, daher das Erstere, um eben so viel Wasser auszuleeren, die doppelte Zeit dazu nöthig hat. Haben wir z. B. einen Behälter, der eine Länge von $6'$, eine Breite von $4'$ und eine Wasserhöhe von 3 Fuß hat; so müssen wir zuvor seinen Kubikinhalt berechnen, welcher also besteht aus $6 \times 4 \times 3 = 72^{c'}$, woraus wir also ersehen, daß sich 72 Kubikfuß Wasser ergießen müssen. Da die Höhe des Wasserstandes $3'$ beträgt; so ist $3 \times 66,7 = 200,1$, und die Wurzel von dieser Zahl $= 14', 1''$ gleich der Geschwindigkeit für 1 Sekunde. Nehmen wir nun eine quadratförmige Oeffnung in dem Boden des Gefäßes von 2 Zoll in der Länge und Breite; so erhalten wir 4 Quadratzoll für dieselbe, wornach sich also frägt, wie viele Zeit nöthig seye, bis die obige Wassermasse von $72^{c'}$ durch diese Oeffnung des Behälters gänzlich ausfließen werde. Wir haben also nach der obigen Formel $M = 72^{c'}$, $O = 4''$, $G = 14', 1''$, und Z unbekannt. Es ist also $Z = \frac{M}{G \times O}$. Setzt man für diese Buchstaben die gleichbedeutenden Zahlen; so ist $\frac{72^{c'}}{14,1'' \times 4''} = \frac{72000''}{564''} = 127$ Sek. und diese Zahl doppelt genommen $= 254$ Sek. $= 4$ Min. 14 Sek., in welcher Zeit sich das Gefäß vollkommen ausleeren wird.

53. Nach mehreren angestellten Versuchen hat man gefunden, daß die Menge des ausfließenden Wassers bey einerley Druckhöhe die nähmliche bleibt, die Oeffnung mag an einer horizontalen oder an einer vertikalen Wand eines Behälters angebracht seyn. Da die Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers von der Druckhöhe abhängt; so kann man sich bey dergleichen Seitenöffnungen der nähmlichen Berechnungsart bedienen, die wir bisher bey der Oeffnung am Boden der Gefäße angewendet haben. Befindet sich in einem Behälter Fig. 30. eine kreisförmige Oeffnung von 5 Quadratzoll, und die Höhe des Druckwassers von dem Mittelpunkte C bis A hält 4 Fuß; so ist die Geschwindigkeit $= 66,7 \times 4 = 266,8$, und die Wurzel von dieser Zahl $= 16', 3''$; diese mit der Oeffnung von 5 Quadratzoll multiplizirt, gibt $815^{c''}$ für 1 Sekunde.

54. In den bisherigen Beyspielen wurde die Menge des ausfließenden Wassers bloß nach Kubikschuhen und Kubikzollen bestimmt, aus welchen nach Bedarf dasselbe in Maßen und Eymern angegeben werden kann; indem 43 Dez. Kubikzoll genau eine Baierische Maß, und 60 Maß einen Eymer ausmachen. Da nun der Kubikfuß 1000 zehntheilige Kubikzolle, und 1728 zwölftheilige solche Zolle in sich enthält; so darf die Zahl 43 nur mit 1728 multiplizirt, und durch 1000 dividirt werden, wodurch wir 74,3 zwölftheilige Kubikzolle für die Baierische Maß erhalten, wovon wir aber in gewöhnlichen Rechnungen nur 74 solche Zolle beybehalten wollen.

55. Weil die Berechnung der Kreisflächen nach Quadratfußen und Zollen, und aus dieser die Berechnung nach Kubikfußen immer etwas beschwerlich ist, und in der Hydraulik immerwährend vorkömmt; so kann man sich anstatt dieser der Berechnung mit Zylinderfußen und Zollen bedienen, wodurch die Rechnung beträchtlich leichter und kürzer wird. Ein Zylinderfuß ist ein runder Körper, der zur Grundfläche einen Kreis von einem Fuß im Durchmesses, und einen Fuß zu seiner Höhe hat. Nehmen wir nun an, daß die Grundfläche 144 runde Zolle, die wir Zirkelzolle nennen wollen, enthalte, wie der Quadratfuß 144 Quadratzolle, so gibt diese Grundfläche mit 12 multiplizirt 1728 Zylinderzolle, also eben so viele, als der Kubikfuß Kubikzolle gibt, wodurch die Rechnung bey runden Flächen und Körpern eben so, wie die Quadrat- und Kubikrechnung, geführt werden kann, nur daß man Zirkelzolle und Zylinderzolle anstatt Quadrat- und Kubikzolle erhält.

Sucht man also den Kubikinhalt eines zylindrischen Körpers; so darf man nur das Quadrat des Durchmessers mit der Höhe oder Länge dieses Körpers multipliziren, wodurch sogleich der Kubikinhalt in Zylinderfußen oder Zollen hervorgeht. Hält z. B. der Durchmesser 4 Zoll und die Länge des Körpers 18 Zolle; so hat man $4 \times 4 = 16$ Zirkelzolle, und $16 \times 18 = 288$ Zylinderzolle.

56. Um aber auch diesen Inhalt in Baierischen Maßen angegen zu können, muß man wissen, wie viel solche Zylinderzolle eine Baierische Maß ausmachen. — Berechnet man einen Kreis von 1 Fuß im Durchmesser nach Quadratzollen; so erhält man 113 solche Zolle, wo der Quadratfuß 144 Quadratzolle gibt. Es verhält sich also die Kreisfläche zum Quadrate wie 113 zu 144. Weil sich ferners ähnliche gleichhohe Körper verhalten wie ihre Grundflächen, so verhält sich auch der Zylinderfuß zum Kubikfuß wie 113 zu 144.

Da wir nun wissen, daß die Baierische Maß 74,3 zwölftheilige Kubikzolle gibt; so verhalten sich die noch unbekannten Zylinderzolle zu den 74,3 Kubikzollen, wie 113 : 144, jedoch im umgekehrten Verhältnisse; weil je kleiner die Zolle sind, desto größer ihre Anzahl seyn muß, um einen gleichen Raum auszufüllen. Es ist also 113 : 144 = 74,3 : X; und $X = \frac{144 \times 74{,}3}{113} = 94{,}6$, wornach 94,6 Zylinderzolle 1 Baierische Maß ausmachen, wovon wir aber in den gewöhnlichen Rechnungen nur 94 solche Zolle beybehalten wollen.

Haben wir also in dem obigen Beyspiele Nro. 55. 288 Zylinderzolle gefunden; so erhält man, wenn diese durch 94 dividirt werden, $3\frac{6}{94}$ Maß.

57. Bey dem Ausfluße des Wassers aus runden Oeffnungen, kann man also den ausfließenden Strahl als einen Zylinder ansehen, der die Länge der Geschwindigkeit, und die Durchschnittsfläche der Ausflußöffnung hat, und der also eben so, wie der obige Zylinder, berechnet werden kann, wodurch die ausfließende Wassermasse für 1 Sekunde hervorgeht. Nennt man die ausfließende Wassermasse M, die Geschwindigkeit G, und die Durchschnittsfläche oder das Quadrat des Durchmessers D^2; so hat man im Allgemeinen $\frac{G \times D^2}{94} = M$, welche Formel anzeigt, daß, um die Menge des ausfließenden Wassers in Baierischen Maßen für 1 Sekunde zu wissen, man die Geschwindigkeit mit dem Quadrate des Durchmessers der Ausflußöffnung multipliziren, und dieses Produkt durch die Zahl 94 dividiren müsse. Da man aber öfters diese Wassermasse für 1 Minute wissen möchte; so muß dieses Produkt noch mit 60 multiplizirt werden, wodurch $\frac{G \times D^2 \times 60}{94} = M$, als die Anzahl von Maßen für 1 Minute hervorgeht, wobey es sich versteht, daß die Geschwindigkeit, und die Durchschnittsfläche in Zollen genommen werden müssen. — Hat man also eine Geschwindigkeit von 2′, 3″, und einen Durchmesser von 4 Zoll, dessen Quadrat = 16 ist, und man verlangt die Anzahl von Maßen für 1 Min. zu wissen; so ist $\frac{27 \times 16 \times 60}{94} = 275{,}7$ Maß.

58. Die Austheilung des Wassers in unseren Städten geschieht nach Steften, welches ein kleines Ausgußrohr ist, das in 1 Minute 2 Maß Wasser gibt. Weiß man also die Anzahl von Maßen; so kann auch die Anzahl von Steften leicht gefunden werden, wenn die in 1 Minute ausfließende Anzahl von Maßen mit 2 dividirt wird.

59. Bisher haben wir bey unsern Rechnungen keine Rücksicht auf die Hinderniße genommen, die dem Wasser bey seinem Ausfluße im Wege stehen, daher diese Berechnungen auch mit dem wirklichen Ausfluße nicht übereinstimmen, indem die ausströmende Wassermasse um ein Beträchtliches geringer ist, als sie durch die Rechnungen angegeben wird. Die Ursache dieser Erscheinung ist die bey der Ausflußöffnung entstehende Friktion, die eine Zusammenziehung des Strahls verursacht, wodurch die Geschwindigkeit des ausfließenden Wassers vermindert, und diesem Strahle eine ganz andere kleinere Form gegeben wird, als er nach der vorhandenen Oeffnung haben sollte. Schon Mariotte hat über diesen Gegenstand Versuche angestellt, und gefunden, daß der wirkliche Ausfluß des Gewässers aus einer Offnung von 3 Linien im Durchmesser, und einer Druckhöhe von 15 Fuß nur 14 Pinten Wasser gegeben hatte, da solcher doch nach der Rechnung 20 Pinten hätte geben sollen. Noch bestimmtere Versuche hat uns Herr Bossút hinterlassen, nach welchem die wirklich ausfließende Wassermenge aus der Oeffnung einer dünnen Wand, wie sie bey Eichgefäßen vorkömmt, nur $\frac{5}{8}$ der berechneten beträgt. Nach dieser Angabe müßte also die durch Rechnung erhaltene Wassermenge mit 5 multiplizirt, und durch 8 dividirt werden, wodurch die eigentliche Wasserergießung erhalten würde. Da in dem, Nro. 53. angeführten Beyspiele, die berechnete Wassermenge 815 Kubikzoll beträgt; so ist $\frac{815 \times 5}{8} = 509$ Kubikzoll die wirklich ausfließende Wassermenge für 1 Sekunde.

60. Diese Berechnung ist jedoch nur von ganz dünnen Wänden, und kleinen Oeffnungen zu verstehen; bey großen Oeffnungen ist der Unterschied nicht so beträchtlich, so wie dieses auch der Fall bey dicken Wänden ist, wo die Oeffnungen gleichsam eine Röhre bilden, wodurch auch die Friktion um ein Beträchtliches vermindert wird. Noch mehr geschieht diese Verminderung durch kurze konische Ansatzröhren, die die Form des zusammengezogenen Strahls haben, und also von innen gegen außen sich verengen, wie sie der Herr geheime Oberbaurath v. Eitelwein in Berlin zu seinen interessanten Versuchen anwandte, und die nur sehr wenig von der berechneten Wassermenge verlieren. Diese Form ist in Fig. 31. angezeigt, wo AB die Ausmündung, und CD die Einmündung vorstellt. Theilt man AB in 4 gleiche Theile; so können für die Länge der Röhre OM drey solche Theile genommen werden. Für MC und MD nimmt man überall $2\frac{1}{2}$ Theil, wodurch die Einmündung CD 5, und die Ausmündung 4 Theile, die Länge der Röhre aber 3 Theile erhält, wo jedoch bey C und D die scharfen Kanten etwas abgerundet werden müssen. Da sich den Beobachtungen gemäß der Strahl in der dünnen Wand bey seinem Ausfluße nach den nähmlichen Verhältnissen verengt, wie diese kurze Ansatzröhre; so wird durch diese Vorrichtung die Friktion beynahe ganz aufgehoben, so, daß die wirklich auslaufende Wassermenge nur ungefähr $\frac{1}{30}$ geringer, als die berechnete ist.

Außer diesen Ansatzröhren kann die Wassermenge noch durch Röhren vermehrt werden, die man außen an die Behälter anbringt, bey denen aber der Durchmesser der Ausflußöffnung AB Fig. 32. um $\frac{4}{5}$ Mahl größer ist, als der Durchmesser der Einmündung CD, und wovon die Länge von 3 bis 10 Zoll betragen kann. Herr Venturi, und nach ihm der geheime Oberbaurath von Eitelwein, haben mit dieser Röhre Versuche angestellt und gefunden, daß die dadurch erhaltene Wassermenge beträchtlich größer ist, als die berechnete. Wird in einer solchen Röhre die Einflußöffnung CD Fig. 33. nach der Form des zusammengezogenen Strahls erweitert, das ist, nach der Form der vorhergehenden Röhre Fig 31. gestaltet; so gibt diese Zusammensetzung um die Hälfte mehr Wasser, als wenn dasselbe durch den freyen Fall, wie ein anderer schwerer Körper, wäre beschleuniget worden, das ist, um die Hälfte mehr, als die Berechnung angibt, welches in der That sehr merkwürdig ist. Werden jedoch auf die Oeffnungen von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll die Längen dieser Röhren größer als 1 Fuß gemacht; so fangen dieselben wieder an nach dem Verhältniße der zunehmenden Länge weniger Wasser zu geben.

61. Aus den hier angeführten Vorfällen und Bemerkungen ersieht man, daß sich die Menge des ausfließenden Wassers nach den jedesmahl dabey vorkommenden Umständen richtet, indem dieselbe anders bey dünnen Wänden, anders bey kurzen Ansatzröhren, und anders in den verschiedenen Gerinnen gefunden wird. Die Ursache dieser Verschiedenheiten ist die durch die Friktion mehr oder minder verhinderte Geschwindigkeit, die natürlich auch eine größere oder geringere Wassermenge erzeugt, und die also eine besondere Aufmerksamkeit verdient. In dem oben angeführten sehr schätzbaren Werke des Herrn geheimen Oberbaurath von Eitelwein finden wir für diese Geschwindigkeit verschiedene Formeln angegeben, die er theils aus eigenen Erfahrungen, theils aus dem Werke des Herrn du Buat gezogen, und bey der wirklichen Ausführung bewährt gefunden hat, und die ich auch hier so, wie sie in diesem Werke enthalten sind, genau anführen will; nur daß ich zu unserm Gebrauche dem Rheinischen Fußmaaße noch das Baierische Maaß beyfüge. G bezeichnet hier wieder die Geschwindigkeit für 1 Sekunde, und H die Höhe, von welcher das Wasser herunter fällt, wodurch die Geschwindigkeit erzeugt wird. Es ist also:

I. Die Geschwindigkeit für den freyen Fall eines schweren Körpers nach dem

Rhein. Maaße.	Nach Baier. Maaße.
$G = \sqrt{62{,}5 \times H}.$	$G = \sqrt{66{,}78 \times H}.$
$H = \frac{G^2}{62{,}5}$	$H = \frac{G^2}{66{,}78}$

II. Bey Mündungen an einem Behälter nach der Gestalt des zusammengezogenen Strahls

Rh. M.	Baier. M.
$G = \sqrt{58{,}46 \times H}.$	$G = \sqrt{62{,}46 \times H}.$
$H = \frac{G^2}{58{,}46}$	$H = \frac{G^2}{62{,}46}$

III. Bey breiten Gerinnen, deren Sohle bey ihrer Einmündung mit dem Boden des Behälters gleichhoch liegt; bey Freyschleußen mit Flügelwänden ohne Schutzöffnung bey langem Einbauen, welche eine schräge Lage haben, und bey Brückenpfeilern mit zugespitzten Vordertheilen

Rh. M.	Baier. M.
$G = \sqrt{56{,}85 \times H}.$	$G = \sqrt{60{,}74 \times H}.$
$H = \frac{G^2}{56{,}85}$	$H = \frac{G^2}{60{,}74}$

IV. Bey schmalen Gerinnen, deren Sohle bey ihrer Einmündung mit dem Boden des Behälters gleichhoch liegt; bey Schutzöffnungen in Freyarchen mit Flügelwänden; bey steilen Einbauen und Brückenpfeilern mit geraden Vordertheilen

Rh. M.	Baier. M.
$G = \sqrt{45{,}7 \times H}.$	$G = \sqrt{48{,}82 \times H}.$
$H = \frac{G^2}{45{,}7}$	$H = \frac{G^2}{48{,}82}$

V. Bey kurzen zylindrischen Ansatzröhren, deren Länge 2 bis 4 Mahl so groß ist, als der Durchmesser der Oeffnung.

Rh. M.	Baier. M.
$G = \sqrt{41{,}22 \times H}.$	$G = \sqrt{44 \times H}.$
$H = \frac{G^2}{41{,}22}$	$H = \frac{G^2}{44}$

VI. Für Schützöffnungen ohne Flügelwände im Bord eines Behälters mit dicken Wänden, oder an Schleußenthoren:

Rh. M.

$G = \sqrt{25 \times H.}$

$H = \frac{G^2}{25}$

Baier. M.

$G = \sqrt{26{,}7 \times H.}$

$H = \frac{G^2}{26{,}7}$

VII. Für Oeffnungen an einer dünnen Wand:

Rh. M.

$G = \sqrt{23{,}95 \times H.}$

$H = \frac{G^2}{23{,}95}$

Baier. M.

$G = \sqrt{25{,}58 \times H.}$

$H = \frac{G^2}{25{,}58}.$

Beyspiel. In einem Behälter von einer dünnen Wand ist eine Ausflußöffnung von 4 Quadratzoll Dez. M. Die Druckhöhe halte 3 Fuß, wie viel Wasser wird in einer Sekunde ausfließen?

Da hier die Höhe $H = 3$ Fuß gegeben wird; so ist nach Nro. VII. $\sqrt{3 \times 25{,}58} = \sqrt{76{,}74} = 8', 7'' = G$. Wird diese Geschwindigkeit mit der obigen Ausflußöffnung von 4 Quadratzoll multiplizirt; so erhält man $8', 7'' \times 4'' = 348^{c''}$ in 1 Sekunde.

Beyspiel. Es sey in dem nähmlichen Behälter, und unter der nähmlichen Druckhöhe von 3 Fuß eine kurze Röhre nach der Art des zusammengezogenen Strahls von einer Oeffnung von 4 Quadratzoll angebracht, wie groß wird hier die ausfließende Wassermasse in 1 Sekunde seyn?

Es ist also hier nach Nro. II. $\sqrt{3 \times 62{,}46} = \sqrt{187{,}38} = 13{,}6 = G$. Diese Geschwindigkeit mit der Ausflußöffnung von 4 Quadratzoll multiplizirt $= 544^{c''}$; also um $196^{c''}$ in 1 Sekunde mehr, als unter der nähmlichen Ausflußöffnung und Druckhöhe in einer dünnen Wand.

Beyspiel. Die Schutzöffnung in einem Schußgerinne halte $2\frac{1}{2}$ Quadratfuß, der Wasserstand über die Oeffnung sey $3\frac{1}{2}$ Fuß, wie viel wird in 1 Sekunde Wasser ausfließen?

Es ist also $H = 3\frac{1}{2}$ Fuß $= 3{,}5$ Fuß Dez. M. und daher nach Nro. IV. $\sqrt{3{,}5'' \times 48{,}82} = \sqrt{170{,}87}$. Aus diesen die Wurzel ausgezogen $= 13' = G$. Wird diese Geschwindigkeit mit der Ausflußöffnung von $2\frac{1}{2}$ Quadratfuß $= 250$ Quadratzoll multiplizirt; so erhält man $130 \times 250 = 32\frac{1}{2}^{c'}$ für 1 Sekunde.

62. Wenn sich stillstehendes Wasser hinter der Wand DE eines Behälters Fig. 34. befindet, und man macht eine oben freye Oeffnung abcd in dieselbe, so, daß das Wasser wie in einen Ablaß ohne Flügelwände frey herauslaufen kann; so erhält das Wasser bey seinem Ausfluße die Form einer halben Parabel ABC, wovon der Flächeninhalt $\frac{2}{3}$ Theile von $AC \times CB$ ausmacht. Es müssen also, wenn man die Oeffnung abcd mit der Geschwindigkeit multiplizirt, und dadurch die ausfließende Wassermasse für 1 Sekunde erhält, von dieser Masse nur $\frac{2}{3}$ Theile genommen werden, welche die eigentliche Menge des ausfließenden Wassers anzeigen. Es ist aber zur Berechnung der Geschwindigkeit bey Oeffnungen ohne Flügelwände oben Nro. VI. die Formel $G = \sqrt{26{,}7 \times H}$ angegeben worden. Hält daher in Fig. 34. die Breite ab 4 Fuß, die Höhe AC 3 Fuß; so ist $G = \sqrt{26{,}7 \times 3} = \sqrt{80{,}1}$ und die Wurzel von dieser Zahl $= 8', 9''$ gleich der Geschwindigkeit in 1 Sekunde. Da nun die Weite der Oeffnung 4′ und die Höhe 3′, daher die Durchschnittsfläche $= 3 \times 4 = 12'$ ist; so gibt $12' \times 8', 9'' = 106{,}8$ Kubikfuß, wovon nur $\frac{2}{3}$ genommen werden dürfen. Es ist also $\frac{106{,}8 \times 2}{3} = 71{,}2$ Kubikfuß, als die wirklich ausfließende Wassermasse in 1 Sekunde. Hier ist aber wohl zu merken, daß die Höhe des ausfließenden Wassers Fig. 35. nicht bey BD, sondern bey AC genommen werden müsse, wo sich der Wasserspiegel noch nicht gesenkt hat.

Von der Bewegung des Wassers in Flüssen und Kanälen.

63. Die Bewegung des Wassers in Flußbetten wird nur dann Statt finden, wenn diese mit einem Abhange versehen sind; da, wo das Wasser auf einer ebenen Fläche sich ausbreitet, oder auf andere Hinderniße stößt, wird auch die Bewegung gehindert, oder nach Umständen ganz aufgehoben, wodurch der Wasserspiegel eine ganz wagrechte Fläche erhält. Jn größer die Neigung des Flußbettes ist, desto größer wird auch die Geschwindigkeit, und die Masse des durchfließenden Wassers seyn. Die Geschwindigkeit, welche das Wasser über den Abhang einer schiefen Fläche erhält, müßte mit dem Fortlaufen desselben immer größer werden; wenn sie nicht durch die Ungleichheit des Bodens, durch die Krümmungen der Gestade, und die an denselben befindlichen Unebenheiten gehindert würde. Selbst die natürliche Eigenschaft des Wassers, vermöge welcher sich dasselbe leicht an andere Körper hängt, als der eigene Zusammenhang der Wassertheilchen unter sich setzen dem Laufe desselben ein natürlicher Hinderniß entgegen. Hieraus läßt sich auch leicht begreifen, daß man in Hinsicht der Geschwindigkeit des Wassers in Flußbetten kein allgemeines Gesetz hat festsetzen können; nur hat man angenommen, daß in ganz geraden durchaus gleichen Flußbetten der Widerstand, den dasselbe erleidet, eben so groß ist, als die beschleunigende Kraft, welche durch den Abhang der Oberfläche des Wassers erzeugt wird, daher das Wasser nicht mit einer beschleunigenden, sondern mit einer gleichförmigen Bewegung fortfließet.

Was die Hindernisse des Wassers durch die Flußbetten ferners betrifft; so wird man leicht abnehmen, daß dieselben bey einer geringen Tiefe, und in einem breiten Flußbette weit beträchtlicher seyn müssen, als bey einem schmalen und tiefen Gerinne, wo dasselbe nach der nähmlichen Neigung seinen Lauf fortsetzen kann; indem bey dem ersten der Umfang weit größer, und also auch die Hindernisse weit beträchtlicher seyn werden. Selbst die größeren Geschwindigkeiten setzen der abfließenden Masse größere Hinderniße entgegen, und zwar so, daß man annimmt, daß sich die Widerstände, wie die Quadrate der Geschwindigkeit verhalten; das ist, wenn die Geschwindigkeit doppelt so groß ist, der Widerstand viermahl größer werden muß; weil das Wasser in der Hälfte der Zeit einen doppelten Widerstand zu überwältigen hat.

64. Da nun die Flußbetten der Geschwindigkeit des Wassers so große Hinderniße entgegensetzen; so kann auch ihre Form keineswegs gleichgültig seyn, sondern muß jedesmahl so angeordnet werden, daß der Umfang bey gleich großen Wassermassen so klein als möglich werde. Da man nun weiß, daß die Kreisform unter allen Figuren bey gleich großem Flächeninhalte den kleinsten Umfang enthält; so wäre in dieser Hinsicht der halbe Kreis Fig. 36. als Durchschnitts-Profil am ersten zu wählen, daher man diese Form auch bey steinernen Wasserleitungen gewöhnlich in Anwendung bringt. Dieser könnte in Hinsicht der vielseitigen Figuren das halbe Quadrat Fig. 37. folgen, wo die Grundlinie doppelt so groß, als die Höhe ist, welches sich vorzüglich zu solchen Gerinnen eignet, deren Seitenwände und Grundflächen mit Brettern belegt sind, die nach dieser Form unter allen rechtwinklichten nicht nur am wenigsten Holz erfordern, sondern auch das Gewässer am schnellsten abführen.

Will man zu größeren Profilen lieber trapezförmige Figuren wählen, wie Fig. 38. und 39.; so können diese aus dem obigen halben Quadrate erhalten werden; indem man die Weite AB in 6 gleiche Theile zerfällt, und in Fig. 38. von A nach E, und von B nach F einen Theil auswärts, dann von C nach G, und von D nach H, einen Theil einwärts tragen darf. Fände man hier die Wände zu steil; so könnte man auch, wie in Fig. 39. zwey solche Theile ein- und auswärts tragen, wodurch die ganze Figur flächer würde, und die Erde leichter herausgeschafft werden könnte; daher sich diese Form mehr für größere Profile eignet. Auf diese Art wird der Flächeninhalt des obigen halben Quadrates zwar beybehalten, aber auch die Linie des Umfanges beträchtlich vergrößert, wodurch das Wasser einen Theil der Geschwindigkeit verliert. Bey der Anlegung der Kanäle kann man sich jedoch nicht immer an die hier vorgeschriebenen Formen halten; indem öfters die Umstände keine so großen Tiefen verstatten; daher man sich in solchen Fällen nach den Umständen zu richten gezwungen ist.

65. Hat man einmahl das Profil richtig bestimmt, oder bey schon vorhandenen Kanälen daselbe genau gemessen; so kann man auch die durch selbes in einer Sekunde strömende Wassermasse durch Rechnung finden. Denn man sieht leicht ein, daß diese Masse desto größer seyn wird, je größer das Profil, und je größer die Geschwindigkeit des durchfließenden Wassers ist; daher auch hier die Multiplikation des Flächeninhaltes des Profiles mit der Geschwindigkeit die Menge des durchfließenden Wassers gibt. Die Hauptsache bey dieser Berechnung ist die Ausfindigmachung der Geschwindigkeit, wozu außer dem Gefälle, und der Länge, auf welche sich dasselbe bezieht, auch noch der Quadratinhalt des Profiles und der Umfang desselben, mit Ausnahme des Wasserspiegels, in Rechnung kommen müssen. Diese Rechnung kann jedoch nur in solchen Kanälen Statt finden, wo das Wasser eine ganz gerade Richtung erhält, der Boden mit dem Wasserspiegel parallel ist, und alle Querprofile durchaus einander gleich sind. In solchen Fällen hat man nach vielen Versuchen gefunden, daß die mittlere Geschwindigkeit des Wassers in der ganzen Fläche des Querprofiles erhalten werde, wenn man

1) den Quadratinhalt des Profiles durch den Umfang dividirt, und den erhaltenen Quotienten mit dem Gefälle multiplizirt, das aber zuvor durch die Länge dividirt werden muß;
2) aus dem daraus entstandenen Produkte die Quadratwurzel auszieht, und
3) diese Quadratwurzel mit der Zahl 97, multiplizirt, wo das letzte Produkt die Geschwindigkeit des Wassers in 1 Sekunde anzeigt.

Nennt man die Geschwindigkeit G, den Quadratinhalt des Profiles, oder die Oeffnung desselben O, den Umfang dieses Profiles U, das Gefäll oder den Abhang A, und die dazu gehörige Länge L; so entsteht folgende Formel:

$$G = 97 \times \sqrt{\left(\frac{O}{U} \times \frac{A}{L}\right)}.$$

Beyspiel. Der Durchschnitt eines rechtwinklichten Profiles halte in seiner Breite 10 Fuß, in der Höhe 5 Fuß; und das Gefäll betrage auf 1000 Fuß Länge 3 Zoll; wie groß wird die Geschwindigkeit des durchfließenden Wassers seyn?

Da die Grundlinie, multiplizirt mit der Höhe, den Flächeninhalt des Profiles gibt; so ist $10 \times 5 = 50 = O$, und $10 + 5 + 5 = 20$ gleich dem Umfange des Profiles $= U$. Ferners das Gefäll $A = 3$ Zoll, wofür wir in diesem Falle $\frac{1}{4}$ Fuß zwölftheiliges Maß ansetzen wollen, und die Länge $L = 1000$ Fuß, woraus der folgende Aufsatz entsteht:

$$G = 97 \times \sqrt{\left(\frac{50}{20} \times \frac{1}{1000 \times 4}\right)}.$$

Multiplizirt man nun die beyden Brüche mit einander, so erhält man $\sqrt{\frac{50}{800000}}$, und aus diesem Bruche die Quadrat-Wurzel ausgezogen $= \frac{7}{283{,}8}$. Diese mit der Zahl 97 multiplizirt $= \frac{7 \times 97}{282{,}8} = \frac{679{,}0}{282{,}8} = 2', 4''$ Dez. M. als die mittlere Geschwindigkeit für 1 Sekunde.

Will man nun die Wassermenge wissen, die in einer Sekunde durch das oben angezeigte Profil von 50 Quadratfuß fließt, so muß die gefundene Geschwindigkeit mit 50 multiplizirt werden, wo man 120c′ erhält.

66. Es ereignet sich öfters, daß man einen Kanal oder Mühlenbach zur Betreibung einer Mühle oder einer andern Maschine anzulegen wünscht, wo eine bestimmte Menge Wassers für jede Sekunde verlangt wird, und wo man also auch das Profil wissen muß, nach welchem man einen solchen Graben anlegen kann. Man hat zwar für diese Fälle einige Formeln, die aber auf Kenntnissen beruhen, die ich bey praktischen Werkmeistern nicht voraussetzen darf. Ich habe mich also bemüht, ein Verfahren ausfindig zu machen, nach welchem man eine solche Arbeit, ohne einen beträchtlichen Fehler zu begehen, vornehmen kann.

Wir haben nämlich gesehen, daß der Kubik-Inhalt des zufließenden Wassers erhalten werde, wenn man die durch die obige Formel gefundene Geschwindigkeit mit dem Durchschnitts-Profile des Kanals multiplizirt. Gibt man nun auf 1000 Fuß Länge 4 Zoll Gefäll, so erhält man ungefähr eine mittlere Geschwindigkeit von 2 Fuß in einer Sekunde. Ist nun die Wassermenge, welche man für 1 Sekunde nöthig hat, in Kubikfußen gegeben, so kann diese durch 2 als der angenommenen Geschwindigkeit dividirt werden, wodurch der Inhalt der Durchschnitts-Fläche in Quadratfußen bekannt wird.

Will man z. B. für jede Sekunde 36 Kubikfuß Wasser, so ist $\frac{36}{2} = 18$ Quadratfuß gleich den Flächen-Inhalt des Profiles, welches man ausgraben lassen muß. Gibt man den Profile die Form eines halben Quadrats, das ist, eines länglichten Vierecks, wovon die Breite doppelt so groß, als die Höhe ist, so kann man der Breite 6 Fuß und der Höhe 3 Fuß geben, wodurch $6 \times 3 = 18$ Quadratfuß, gleich den angenommenen Profile wird, woraus zugleich der Umfang $6+3+3 = 12$ entsteht.

Um aber zu erfahren, ob dieses Profil auch wirklich mit der verlangten Menge von Kubikfußen übereinstimmt, kann man dasselbe nach der vorher angegebenen Formel berechnen. Wir haben also den Quadrat-Inhalt des Profiles $O = 18$ Quadratfuß, den Umfang $U = 12'$, das Gefäll $A = 4$ Zoll $= \frac{1}{3}$ Fuß, und die Länge für dieses Gefäll $L = 1000$ Fuß, daher der Ansatz: $\sqrt{\left(\frac{18}{12} \times \frac{1}{1000 \times 3}\right)}$. Sucht man den Inhalt der eingeklammerten Zahlen, so ergibt sich dieser $= \sqrt{\frac{18}{36000}}$; aus diesem die Wurzel ausgezogen $= \frac{4{,}2}{189{,}7}$ und diese mit der Zahl 97 multiplizirt $= \frac{407{,}4}{189{,}7} = 2', 1''$ gleich der gesuchten Geschwindigkeit, welche auch mit der oben angenommenen beynahe übereinkömmt. Wird diese mit dem Profile von 18 Fuß multiplizirt, so erhält man 37,8, anstatt 36 Kubikfuß, welcher Unterschied unbedeutend ist.

Werden 50 Kubikfuß in einer Sekunde verlangt, so gibt nach den obigen Voraussetzungen $\frac{50}{2} = 25$ Quadratfuß als Inhalt des Profiles, anstatt welchen man 24 Quadratfuß annehmen kann, wodurch die Breite 8′, die Höhe 3′, und der Umfang 14′ erhalten würde. Es wäre also mit Beybehaltung des obigen Gefälls $97 \times \sqrt{\left(\frac{24}{14} \times \frac{1}{1000 \times 3}\right)} = \frac{4{,}8}{204{,}9} \times 97, = 2', 2''$, gleich der gesuchten Geschwindigkeit. Diese mit dem Profile von 24 Quadratfuß multiplizirt, gibt 52 Kubikfuß, wo der Unterschied in solchen Fällen ebenfalls unbedeutend ist.

Für 100 Kubikfuß in 1 Sekunde wäre $\frac{100}{2} = 50$ Quadratfuß Durchschnittsfläche, und also die Breite 10′, die Höhe 5′, und der Umfang 20′, wonach der Ansatz: $97 \times \sqrt{\left(\frac{50}{20} \times \frac{1}{1000 \times 3}\right)} = \frac{7}{244{,}8} \times 97 = 2', 7''$, als die gesuchte Geschwindigkeit, welche mit dem obigen Profile von 50 Quadratfuß multiplizirt 135 Kubikfuß, und also um 35 Kubikfuß mehr als man verlangt hat, gibt; daher man das Profil etwas kleiner annehmen, und der Breite ungefähr 9′ der Höhe aber 4′ geben könnte.

Auf diese Art kann man sich also versichern, daß man dem verlangten Kubikinhalte in solchen Fällen hinreichend nahe komme. Sollte man die Profile nach der Form eines länglichten Viereckes nicht beybehalten wollen, so kann man dieselben vor der Berechnung leicht in trapezförmige nach der oben angezeigten Art verwandeln; den Flächeninhalt des Profils aber etwas größer annehmen; weil der Umfang in der Trapezform beträchtlich größer ist, und also auch der Widerstand durch denselben vermehrt wird. Aus der Zeichnung eines solchen Profiles läßt sich sodann der Umfang leicht bestimmen, und in Rechnung bringen, wo man im Uebrigen eben so, wie bisher gezeigt wurde, verfahren kann.

67. Bey Kanälen, die für die innere Schiffahrt eines Landes angelegt werden, kann das obige Verhältniß der Breite zur Tiefe nicht angewendet werden; indem hier eine große Tiefe zwecklos wäre. Vauban bestimmt für die größten Flußschiffe, die in einen Kanal gebraucht werden können, die Tiefe zu 6 Fuß, die untere Breite zu 36, und die obere zu 54 Fuß Fig. 40. wo also die Schiffe eine hinreichende Tiefe für ihre Senkung, und genugsamen Raum für das Ausweichen bey ihren Begegnen haben.

68. Für Wasserleitungen, durch welche das Quellwasser von den Gebürgen, oder andern hochliegenden Orten in die Städte geleitet wird, und die oft weite Strecken über hohe gemauerte Bogen in steinernen Rinnen, oder halbrunden Kanälen fortgeführt werden müssen, gibt Vitruv auf 1000 Fuß Länge 6 Zoll Gefäll an, welches wahrscheinlich auch die alten Römischen Wasserleitungen hatten. Belidor hält 2 Zoll Gefäll auf 600 Fuß für hinreichend, wo man sogar bey den französischen Wasserleitungen dasselbe noch geringer findet. Da indessen dergleichen Werke einen ungemein großen Kostenaufwand verursachen, so muß auch auf den möglichst größten Effekt, den sie geben können, gesehen, und daher auf ein ziemlich großes Gefäll angetragen werden; damit sie eine für den Bedarf einer Stadt hinreichende Wassermasse herbeyführen können, welches aber alles von der Lage der Quellen und von ihrer Ergiebigkeit abhängt, daher in solchen Fällen nur die Umstände entscheiden können.

69. Die Geschwindigkeit bey Flüssen, die verschiedene Krümmungen haben, und deren Profile nicht überall gleich sind, kann nur durch besondere Instrumente, die man Strom-Geschwindigkeits-Messer nennt, gefunden werden, bey deren Gebrauche aber eine große Genauigkeit angewendet werden muß. Die gewöhnlichsten sind der Stromquadrant, und die Pitotische Röhre, wovon ich nur die letzte anführen will, weil bey ihrem Gebrauche weniger Vorkenntnisse nöthig sind, als bey den Stromquadranten.

Dieses Instrument hat seinen Namen von seinem Erfinder Pitot, einem französischen Gelehrten, der die Einrichtung desselben zuerst angegeben hat. Sie dient nicht nur die Geschwindigkeit des Wassers an der Oberfläche, sondern auch in der Mitte, und auf den Boden zu messen. Sie besteht aus einer einfachen blechernen Röhre, Fig. 41., die sich unten mit einem umgebogenen Trichter endet. Dieser Trichter wird dem Strome entgegengehalten, wo durch den Stoß, den die Geschwindigkeit auf den Trichter hervorbringt, das Wasser in der Röhre zum Steigen bis über den gewöhnlichen Wasserspiegel gebracht wird, daher oben eine gläserne Röhre aufgesetzt, und mit der blechernen verbunden werden muß, um das Steigen des Wassers darin genau bemerken zu können. Setzt man diese Röhre in ein stillstehendes Wasser, so wird dasselbe nur bis auf die Höhe des Wasserspiegels A steigen. Wird aber diese Röhre mit dem Trichter einem schnellfließenden Strome entgegengehalten, so steigt das Wasser in der Röhre von A gegen B aufwärts, und zwar mehr oder weniger, nachdem die Geschwindigkeit des Stroms größer oder kleiner ist. Damit man aber das Steigen des Wassers genau angeben kann, ist es nöthig, das gewöhnliche Fußmaaß nach Zollen und Linien eingetheilt, neben oder auf der Röhre anzubringen. Auch wird es gut seyn, wenn man neben dieser unten erweiterten und umgebogenen Röhre noch eine ganz gerade gläserne setzen läßt, an welcher man den Stand des Wasserspiegels genau beobachten kann; indem in dieser letztern das darin befindliche Wasser nie die Oberfläche desselben überschreitet, und darin weit ruhiger steht, als außerhalb der Röhre, wo die beständige durch den Lauf verursachte Bewegung den Wasserspiegel immer ungleich macht. Beyde Röhren verbindet man mit einem Holze, welches von der Seite, die dem Wasser entgegengesetzt wird, nicht viel dicker als die Röhre seyn darf, und sich unten mit einer Spitze endet, womit dasselbe in der Tiefe des Wassers festgestellt werden kann. Um diese Vorrichtung in jeder Höhe des Wassers brauchen zu können, muß man mehrere Mittelstücke vorräthig haben, die man nach Erforderniß aufstecken kann.

Setzt man nun dieses Instrument in das fließende Wasser, und bemerkt an demselben von dem Wasserspiegel A Fig. 41. bis B, z. B. 4 Zoll 2 Linien Dez. Maaß, so kann man die Sache so ansehen, als wenn das Wasser durch den Fall von einer Höhe von 4″, 2‴ seine Geschwindigkeit erlangt hätte; indem der Stoß des Wassers auf die entgegengesetzte Oeffnung der Röhre eben so groß ist, als der Stoß, der durch den Fall desselben von der Höhe von 4″, 2‴ hervorgebracht worden wäre. Will man also wissen, welche Geschwindigkeit das Wasser durch den Fall von 4″, 2‴ erhalten habe, so muß, wie dieses bereits oben gezeigt wurde, diese Höhe mit der Zahl 66,78 multiplizirt, und aus dem Produkte die Quadratwurzel ausgezogen werden. Es ist also $\sqrt{4'', 2''' \times 66{,}78} = 28{,}04{,}76$, und nach ausgezogener Quadratwurzel $= 5', 2'', 9'''$, gleich der verlangten Geschwindigkeit in 1 Sekunde. Bey reißenden Strömen ist das Verfahren mit diesem Instrumente vielen Beschwerlichkeiten unterworfen; weil die grössere Geschwindigkeit des Wassers eine beständige Erschütterung hervorbringt, die die Beobachtungen sehr erschweret.

70. Für Fälle, wo keine gar große Genauigkeit erfordert wird, kann man sich, um die mittlere Geschwindigkeit des Wassers in Flüssen zu erhalten, des von Mariotte angegebenen Verfahrens bedienen, welches im Folgenden besteht: Man verbinde zwey Kugeln von Holz oder Blech, wovon man eine mit Bley oder Schrott beschweren kann, so, daß eine im Wasser untertaucht, während die andere etwas über den Wasserspiegel heraussteht. Ueber den Kanal oder Fluß ziehe man eine Schnur, oder stecke durch zwey gegenüberstehende Pfähle eine gerade Linie ab-

mit der man eine andere, ungefähr 40 bis 50 Fuß weiter unten über den Fluß ziehen kann, welche Absteckung aber in einer ausgesuchten ganz geraden Gegend des Flußes geschehen muß. Man lege nun oberhalb der ersten Linie die beyden Kugeln in die Mitte des Stromes, und beobachte genau die Zeit, wo dieselben durch die erste Linie gehen. Von hier bis zur zweyten Linie zähle man nach einer guten Sekunden-Uhr die Anzahl der Sekunden, welche während dem Durchgange durch diese Strecke verflossen sind. Hat man nun gefunden, daß der schwimmende Körper zur Durchwanderung der abgesteckten Strecke, z. B. von 50′, eine Zeit von 20 Sekunden gebraucht hat, so dividire man die Zahl 50 durch 20, wodurch man $2\frac{1}{2}$ Fuß für eine Sekunde erhält, welches auch die Geschwindigkeit des Flusses ist, die man als die mittlere ansehen kann; weil die untere Kugel tiefer, und also langsamer als die obere geht, und daher beyde in Verbindung ungefähr die mittlere Geschwindigkeit vorstellen können. Diese Versuche kann man mehrmahlen wiederhohlen, und auch näher an den Gestaden versuchen, wo aber die Geschwindigkeit gewöhnlich geringer befunden werden wird; daher man beyde miteinander vergleichen, und aus denselben die mittlere Proportional-Zahl nehmen kann. Gewöhnlich ist aber der Versuch an den Gestaden nicht so genau, wie in der Mitte zu erhalten; weil die Kugeln sehr oft, entweder ganz an die Gestade, oder in die Mitte des Stromes getrieben werden, daher dieses Verfahren auch nur für solche Fälle angewendet wird, wo keine gar große Genauigkeit nöthig ist, wie dieses bereits oben bemerkt wurde.

Bey Gegenständen, wo man nur die Geschwindigkeit an der Oberfläche des Wassers nöthig hat, wie bey Panster- und Schöpfrädern, die man in offene Füße hängt, hat man, um diese zu beobachten, auch nur Eine Kugel nothwendig; weil diese Räder nie tief unter der Oberfläche des Wassers gehen.

71. Um die richtige Durchschnittsfläche eines Flusses oder Kanals zu erhalten, steckt man sich über den Fluß eine gerade Linie AB in einer solchen Gegend aus, wo die Ufer an den beyden Seiten gerade und ziemlich parallel gehen. Man mißt nun Fig. 42. die Längen AC, CD, DE ꝛc. und die dazu gehörigen Tiefen CM, DL, EK ꝛc. und zieht beym Aufzeichnen dieser Längen die untersten Punkte durch gerade Linien zusammen, wodurch man die einzelnen Flächen ACM, CMLD leicht nach ihrem Quadratinhalt berechnen kann. Zwischen den Linien AC, CD, DE ꝛc. sucht man über am, bl, ck ꝛc. die mittleren Geschwindigkeiten, welche nicht an allen Orten des Flusses gleich sind, und multiplizirt diese mit den dazu gehörigen Flächen; wodurch man den Kubikinhalt des durchfließenden Wassers für jede Schichte besonders erhält. Werden diese Produkte am Ende zusammen addirt; so ergiebt sich dadurch der gesammte Kubikinhalt des durchfließenden Wassers so genau, als es in solchen Fällen möglich ist.

Von der Bewegung und Leitung des Wassers in Röhren.

72. In denjenigen Fällen, wo man durch große Hindernisse, die Thäler und Anhöhen der Leitung des Wassers in Kanälen entgegensetzen, gezwungen wird, zu andern Mitteln seine Zuflucht zu nehmen, bedient man sich der Röhrleitungen, die vorzugsweise zur Erhaltung des guten trinkbaren Wassers angelegt werden. Es ist oben bey der Betrachtung des Gleichgewichts des Wassers gezeigt worden, daß dasselbe in einer an beyden Enden aufgebogenen Röhre, wie Tab. II. Fig. 43 und 44, allemahl eine gleiche Höhe erhalte, die Röhre mag in ihrer Mitte Beugungen haben, welche sie will, wenn diese nur die Höhe der Einfluß-Oeffnung nicht übersteigen. Wird also aus irgend einem hohen Punkte z. B. in E Fig. 44. Wasser in die Röhre ECF geleitet, so erscheint dasselbe wieder bey F in der nähmlichen Höhe, aus welcher es bey E hineingelassen wurde; obschon das Wasser durch Thäler und Anhöhen wandern mußte. Wären die Berge, über welche das Wasser geleitet werden soll, höher, als die Einfluß-Oeffnung, so müßte die Leitung entweder um den Berg herumgezogen, oder wenn keine niedere Stelle ausfindig gemacht werden könnte, der Berg nur so weit durchgegraben werden, daß die Leitung niederer, als die Einfluß-Oeffnung würde.

73. Um die Anlage einer Wasserleitung mit Sicherheit unternehmen zu können, muß vor Allem die Linie, auf welcher dieselbe angelegt werden soll, mit einem Nivellier-Instrumente gehörig abgewogen, und untersucht werden, ob der Punkt beym Einmünden des Wassers höher gelegt werden könne, als der Punkt der Ausmündung, und ob sich zwischen diesen zweyen Punkten keine solchen Hindernisse befinden, die sich nicht aus dem Wege räumen lassen. Erst nach einer solchen Untersuchung kann man mit Sicherheit zur Anlage einer Leitung schreiten, und die Wirkung, die man von derselben verlangt, mit Erfolg erwarten. Zum Nivelliren kann man sich desjenigen Instrumentes und Verfahrens bedienen, das ich in der Geometrie für Künstler und Werkleute beschrieben habe.

74. Die Menge des bey diesen Leitungen ausfließenden Wassers wird desto größer seyn, jemehr der Punkt A Fig. 43. den Punkt D an Höhe übertrifft; weil durch die größere Höhe die Geschwindigkeit, und mit dieser die Menge des ausfließenden Wassers vermehrt wird. Diejenige Röhre, in welcher das aus einer Quelle hineingelassene Wasser abwärts drückt, nennt man die Fallröhre, und die in welcher das Wasser bis znm Ausgusse aufwärts steigt, die Steigröhre; diejenige aber, die das Wasser von der Fallröhre bis zur Steigröhre bringt, heißt die Leitröhre. So ist in Fig. 43. AB die Fallröhre, CD die Steigröhre, und BC die Leitröhre.

75. Bey dem Ausfluße des Wassers aus einer Röhrleitung kömmt alles auf die größere oder geringere Geschwindigkeit an, mit welcher dasselbe fortgeleitet wird. Ist die Geschwinvigkeit des Wassers bekannt, so läßt sich die Menge des ausfließenden Wassers leicht finden, wenn man die Ausflußmündung mit der Geschwindigkeit multiplizirt. Allein, diese Geschwindigkeit auszumitteln, ist eine nicht so leichte Sache; indem dieselbe hier nicht nur von dem Druck und der Höhe der Wassersäule, sondern auch von der Länge der Wasserleitung abhängt, welche letztere nach Maaßgabe ihrer Länge die Geschwindigkeit mehr oder minder verhindert; weil die Wände der Röhren das Wasser wegen seiner Klebrigkeit überall aufhalten. Man kann sich von dieser Wirkung leicht überzeugen, wenn man Wasser in eine etwas abwärts geneigte Rinne gießt, und das Fortfließen desselben beobachtet, wo man bemerken wird, daß die Geschwindigkeit in der Mitte beträchtlich größer ist, als an den Seiten, an die sich das Wasser anhängt, und dadurch an seinen Fortfließen verhindert wird.

76. Um die mittlere Geschwindigkeit in den Röhrleitungen ausfindig zu machen, hat Herr Du Buat eine Menge Versuche gemacht, und unter allen Schriftstellern die besten Formeln angegeben, wovon ich hier nur die einfachste, die ganz nach Pariser-Zollen berechnet ist, beybringen will. — Nennt man die Druckhöhe der Wassersäule, um welche die Einfluß-Oeffnung höher als die Ausfluß-Oeffnung liegt, H, die Länge der gesammten Röhren L, den Durchmesser der Röhre D, und die Geschwindigkeit G; so ist nach ihm:

$$G = \sqrt{\left(\frac{478 \times H}{\frac{L}{53 \times D} + 1}\right)} \quad \text{alles in Pariser Zollen.}$$

Diese Formel will so viel sagen, daß, wenn man die Geschwindigkeit des aus Röhren fließenden Wassers wissen will, man die Höhe des Druckwassers in Zollen mit 478 multiplizіren, und dieses Produkt durch die Zahl dividiren soll, welche entsteht, wenn die Länge aller Röhren durch das Produkt aus der Multiplikation des Durchmessers mit der Zahl 53 dividirt, und zum Quotienten 1 addirt wird, wonach aus der, durch diese Division entstandene Zahl die Quadrat-Wurzel ausgezogen werden muß. Durch ein Beyspiel wird die Sache deutlicher werden.

Es seye, Fig. 43. eine Wasserleitung, wo ABCD die ganze Länge der Röhren = 2400 Fuß = 18800 Zoll; die Druckhöhe = 30 Zoll, und der Durchmesser der Röhre = 4 Zoll ist; wie groß wird die mittlere Geschwindigkeit des Wassers in den Röhren für 1 Sekunde seyn?

Es ist also nach der obigen Formel $G = \sqrt{\left(\frac{478 \times 30}{\frac{18800}{53 \times 4} + 1}\right)}$

Bey der wirklichen Berechnung hat man daher $478 \times 30 = 14340$; und $53 \times 4 = 212$, und $\frac{18800}{212} + 1 = 89{,}6$, dann $\frac{14340}{89{,}6} = 160$. Wird aus dieser Zahl die Wurzel gezogen, so entsteht 12″, 6‴ = G, gleich der mittlern Geschwindigkeit des Wassers in den sämmtlichen Röhren.

Will man nun die nach dieser Geschwindigkeit ausfließende Wassermasse wissen, so muß zuvor der Flächeninhalt der Ausfluß-Oeffnung nach den gegebenen Durchmesser von 4 Zoll gesucht werden, welcher 12,5 Quadratzoll gibt. Werden diese mit 12,6 multiplizirt, so hat man 157,5 Kubikzoll für 1 Sekunde. — Diese Rechnung ist nur von denjenigen Leitungen zu verstehen, die in einer ganz geraden Richtung angelegt werden; muß aber die Leitung eine Wendung nach der Seite, auf oder abwärts, wie Fig. 44 machen, so findet dadurch auch das Wasser, besonders bey horizontalen Wendungen, ein größeres Hinderniß, daher in solchen Fällen auf eine geringere Wassermasse angetragen werden muß.

77. Bey einer jeden Leitung muß so viel möglich auf die Vermeidung der scharfen Ecken im auf- und abwärtssteigen der Röhren gesehen werden; weil auch dadurch die Hindernisse beträchtlich vermehrt werden, so, daß nach der Beobachtung des Herrn Venturi die ausfließende Wassermasse bey einer nach einen rechten Winkel scharf gebogenen Röhre um $\frac{1}{3}$ vermindert wurde; daher die Wendungen allemahl Bogenförmig angelegt werden sollen. Auch ist dahin zu sehen, daß die Fallröhre immer ganz mit Wasser angefüllt seye, welches am Besten dadurch erzweckt wird, wenn man die Einmündung beträchtlich weiter, als die Röhre macht, und die scharfen Ecken wohl abrundet; damit das Wasser beym Eingange in die Röhren nirgends einen Widerstand findet. Eben so wäre es auch besser, da, wo die Röhren eine gähe Wendung machen, den Durchmesser derselben zu erweitern, welches auch an denjenigen Stellen geschehen könnte, wo man Wechsel anordnet, damit der Durchgang des Wassers nirgends gehindert würde.

Aus den bisherigen Bemerkungen läßt sich leicht einsehen, daß man bey Berechnung der zu erhaltenden Wassermassen nicht immer die größte Genauigkeit zu erwarten habe, sondern mit einem der Wahrheit nur nahe kommenden Produkte zufrieden seyn müsse, wo auch dieses für die praktische Ausübung von Wichtigkeit ist. Wer genauere Formeln, als die oben angegebene, wünscht, kann sie in den schätzbaren Werke des Herrn Du Buat, das von Herrn Professor Kosmann in Berlin übersetzt wurde, finden, wo für diejenigen, die mit der Trigonometrie bekannt sind, auch Formeln für Röhrleitungen mit Krümmungen vorkommen, die ich aber hier nicht beybringen kann, indem ich die Kenntnisse der Trigonometrie und der Berechnung mit Logarithmen bey meinen Lesern nicht voraussetzen darf.

78. Die Leitungs-Röhren sind entweder aus Holz, oder aus Thon, oder bey größern Wassermassen aus Eisen. Die aus Bley sind zu kostspielig, und werden nur da gebraucht, wo das Wasser verschiedene Wendungen, wie in Gebäuden, und beym Ausgusse vornehmen muß.

79. Die hölzernen Röhren bestehen aus ganz geraden Stämmen von Fichten, Ferchen oder Erlen, die eine Länge von 12 bis 15 Fuß, und eine Dicke von 7 bis 12 Zoll haben, je nachdem die Röhren weiter oder enger seyn sollen. Die Bohrer, die bey der Verfertigung dieser Röhren gebraucht werden, sind von $1\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ Zoll, welche Letztern die größten sind. Diese Röhren müssen außer ihrer Mündung noch wenigstens 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Holzdicke haben, wenn sie gegen den Druck des Wassers eine hinreichende Haltbarkeit haben sollen. Bey den Legen der hölzernen Röhren werden dieselben mittelst eiserner Büchsen, Fig. 45. A, zusammen gefugt, welche in die beyden Röhren-Bäume bis an die Mittellinie AB eingetrieben werden. Damit aber die Röhren genau aufeinander passen, legt man zuvor in beyde Mündungen einen runden Stock, der in der Mitte dicker ist, und genau in die Röhren paßt, stoßt dann die Röhren mit der dazwischen gelegten Büchse etwas zusammen, wodurch man die genauen Einschnitte im Holze erhält, nach welchen sie, wenn der kurze Stock wieder herausgenommen ist, gänzlich zusammengefügt werden können.

80. Was die Erhaltung der hölzernen Röhren betrifft, so ist immer dahin zu sehen, daß sie stets ordentlich bedeckt sind; weil sie sonst durch die Sonne leicht aufgerissen werden, und Spränge erhalten, durch die nachher das Wasser dringt, und weil sie überhaupt im Freyen mehr der Fäulniß ausgesetzt sind, als unter der Erde. Am längsten dauern sie da, wo sie in Thon gelegt werden, in welchen eichene Röhren über 100 Jahre aushalten können; die man aber wegen ihrer Kostspieligkeit nur unter Gebäuden, wo schwer dazu zu kommen ist, anlegen soll. Endlich soll noch darauf Rücksicht genommen werden, daß die schwachen Röhren in die höhern Gegenden, die starken und dicken aber in die Thäler gelegt werden, wo sie dem Druck des Wassers mehr ausgesetzt sind, als in der Höhe, und daß sie endlich im Winter vor den Einfrieren gesichert werden. Dieses geschieht, wenn man sie da, wo es seyn kann, etwas tiefer legt, und da, wo sie höher liegen, mit Stroh, Schilf oder Moos überdeckt.

81. Weil das Holz in manchen Orten selten ist, und auch bald in Fäulniß übergeht; so hat man nun angefangen sich thönerner Röhren zu bedienen. Diese werden aus der nähmlichen Thonerde gebrannt, wie die Krüge, die mit Sauerwasser zu uns kommen. Sie haben eine Mündung von 3 bis 5 Zoll, und können einen Druck von einer ziemlich hohen Wassersäule aushalten. An der vordern und hintern Seite sind sie mit einem Einschluff versehen, wo sie mit einer eigenen Kitte zusammen verbunden werden. Beym Legen dieser Röhren muß man wohl auf ihre Gebrechlichkeit Rücksicht nehmen, und sie wegen den Erschütterungen, und im Winter wegen Frost etwas tiefer legen, als die hölzernen, auch das Erdreich nach ihrer Lage wohl abebnen, wo sie sich dann sehr lange erhalten.

82. Bey Wasserleitungen, wo die Röhren über 6 Zoll Weite haben müssen, ist man schon gezwungen, eiserne Röhren anzulegen, wie sie in Fig. 46 abgebildet sind. Die Länge dieser Röhren ist gewöhnlich 3 Fuß, und die Dicke des Eisens auf 6 Zoll Durchmesser 5 Linien, auf 8 Zoll 6 Linien, auf 10 Zoll 7 Linien, und so in diesem Verhältnisse weiter. An ihrer Mündung sind sie von Außen mit viereckigten Rändern oder Lappen versehen, mittelst welcher sie miteinander durch Schrauben verbunden werden. Zwischen zwey Röhren wird jedesmahl kalte Kitte, und über diese Leder gelegt, und die Schrauben zusammengezogen, wodurch sie Wasserdicht werden.

83. Legt man nun von was immer für Röhren Wasserleitungen an, so müssen dieselben ungefähr alle 3 bis 400 Fuß mit Wechseln oder Hahnen, Fig. 47, versehen seyn, damit man, wenn das Wasser ausbleiben sollte, diejenigen Stellen ausfindig machen könne, wo das Wasser nicht mehr durchfließen kann. Diese Wechsel müssen sich in vertieften gemauerten Gruben befinden, die oben mit einen Rahmen und Deckel versehen sind, damit das Wasser, wenn man dasselbe auslaufen läßt, in diese Gruben abfließen und dort versickern kann. Bey Stellen, wo sich das Wasser in mehrere Aerme vertheilt, baut man in größern Wasserleitungen eigene kleine Häuschen darüber, um die Wechsel und bleyernen Röhren, die in solchen Fällen nöthig sind, desto besser zu verwahren. Bey hölzernen Röhren kann man die Stelle, wo das Wasser zu fließen aufhört, auch durch Anbohren der Röhren mit einen kleinen Bohrer finden, bey welchem sich sodann zeigt, ob das Wasser lebhaft herausspringt oder nicht, wo man im ersten Falle die Oeffnung wieder mit einem kleinen Zapfen vermachen muß; daher bey solchen Röhren die Wechsel etwas weiter auseinander stehen dürfen, als bey irdenen Röhren. Diese Wechsel werden größtentheils an den niedrigsten Orten der Wasserleitungen angelegt, weil sie dort wegen den Ablassen und Reinigen der Röhren die besten Dienste leisten.

84. Die Reinigung der Röhren von Schlamm und Unrath geschieht, wenn man ein Stück Kork, das etwas kleiner als die Oeffnung der Röhre ist, an eine lange und starke Schnur befestiget, und bey der Einfluß-Oeffnung mit in die Röhre fließen läßt, wo dieses Stück Holz wieder bey dem nächsten Wechsel zum Vorschein kömmt. An diese Schnur wird sodann ein runder länglichter Borst gebunden, und in die Röhre gezogen. Befestiget man auch an die entgegengesetzte Seite dieses Borstes eine Schnur, so kann derselbe in der Röhre hin nnd her gezogen, und diese dadurch hinreichend gereiniget werden. Kömmt das Korkholz bey dem nächsten Wechsel nicht zum Vorschein, so ist dieß ein Zeichen, daß es durch irgend einen Unrath verhindert wurde, wo dann die Länge der eingezogenen Schnur den Punkt angiebt, wo diese Hindernisse sich befinden. Kürzere Röhren können auch mit einem Borst gereiniget werden, den man an mehrere zusammengebundene reifenartige Stangen befestiget, und mit diesen in die Röhren fährt. Am meisten setzt sich der Schlamm in den Thälern, und in den Beugungen der Röhren an, daher diese Letztern immer in einem großen Bogen, und nach einem größern Durchmesser, als die Röhren, gemacht werden sollen.

85. Wenn das Wasser anfangs, oder nach einer vorgenommenen Reparatur, wieder in die Röhren gelassen wird, so hat dasselbe die in den Röhren befindliche Luft vor sich herzutreiben, wodurch der Gang des Wassers sehr erschwert, und manches Mahl ganz gehindert wird. Es ist daher in diesem Falle nothwendig, daß man von einer Stelle zur andern die Wechsel ganz öffnet, und erst dann wieder schließt, wenn das Wasser im vollen Guße bey demselben angekommen ist. Am meisten sperrt sich die Luft, wenn die Leitung sich über Anhöhen erhebt, daher man an solchen Orten etwas unter dem höchsten Punkt der Anhöhe, Windsäulen anlegen muß, die aber höher als der Ort des Ausflußes seyn müssen. Diese Säulen, wenn sie von Holz, wie gewöhnlich, sind, sollen oben geschlossen seyn, und an den Seiten eine Oeffnung haben, die mit einem Seigerblech bedeckt ist, damit kein Unrath in dieselben fallen kann, wobey sie auch noch vor Beschädigung wohl verwahrt bleiben müssen. In Städten werden die Wasserleitungen und die dazu gehörigen Wechsel auch so eingerichtet, daß sich in Zeiten der Feuers-Gefahr an diese Wechsel Schläuche anbringen lassen, durch die man das Wasser aller Orten, wo es die Noth erfordert, hinleiten kann, welches eine sehr nützliche Einrichtung ist.

Von der Austheilung des Wassers, und der Verwendung desselben zum öffentlichen und Privat-Gebrauche.

86. In Städten, wo man das Wasser theils zu den öffentlichen Brunnen, theils zum Gebrauche in Fabriken und Privat-Gebäuden nöthig hat, wird dasselbe in besondere Kufen, oder Wasser-Behälter geleitet, die sich in einer ziemlichen Höhe in eigends dazu bestimmten Gebäuden oder Wasserthürmen befinden. Da, wo das Wasser nicht durch hochliegende Quellen aufwärts in die Kufen gebracht werden kann, wird dasselbe durch Maschinen in die Höhe getrieben. Erst von diesen Sammelkästen erhält dasselbe seinen Lauf in die verschiedenen Gegenden der Stadt, und wird dort denjenigen, die dessen benöthiget sind, für eine bestimmte jährliche Bezahlung überlassen. In Fig. 48 ist der Durchschnitt eines solchen Wasser-Behälters, und in Fig. 49 der Grundriß desselben vorgestellt, der eine runde oder viereckigte Form erhalten kann; wo man aber immer dahin sehen muß, daß derselbe ganz frey gestellt werde; damit man seiner Zeit an der Ausbesserung der schadhaften Theile nicht gehindert ist. Ein solcher Behälter, der entweder aus dicken Bleyplatten zusammengesetzt wird, oder aus eichenen mit Bley ausgelegten Bohlen bestehen kann, stellt in manchen Orten, wie in Paris, zugleich eine Eichkufe vor, aus welcher die verschiedenen Theile der Stadt ihr Wasser, das ihnen hier genau zugemessen wird, erhalten.

In Fig. 48. ist A die große Steigröhre, die oben das Wasser in den Kasten ausgießt, der bey C eine unten offene Zwischenwand hat, die durch eiserne Klammern aufrecht erhalten wird. Diese Wand dient, die starke Bewegung des Wassers zu mäßigen, die dasselbe durch den Ausguß des Wassers in den Kasten erhält, damit der Ausfluß bey D ruhiger vor sich gehen könne. In der Wand DD, Fig. 49 sind mehrere kleine Röhrchen von 1 Zoll Oeffnung angebracht, durch welche den Fallröhren bey E, F, G, H ihre bestimmte Wassermasse zugemessen wird; indem man in Städten, wo das Quellwasser mit großen Kosten herbeygeleitet werden muß, mit demselben ein genaues Ausmaaß handzuhaben pflegt. Aus den Fallröhren bey E, F, G, H wird sodann das Wasser in die verschiedenen

Abtheilungen der Stadt, oder auch gleich in diejenigen Orte geleitet, die einen Theil desselben durch Akkord an sich gebracht haben.

Die kleinen Röhrchen, anstatt welchen man auch eine runde Oeffnung in einer dünnen Wand von Bley oder Kupfer gebrauchen kann, müssen zuvor wohl versucht werden, ob sie die für eine Minute verlangte Wassermasse geben. Ist die ausfließende Menge zu gering, so muß die Oeffnung der Röhre so lange erweitert werden, bis das gehörige Maaß in einer Minute erfüllt wird. Bey diesem Ausfluße läßt man das Wasser gewöhnlich 1 Linie hoch über die Ausfluß-Oeffnung stehen, in welchem Zustande die ausfließende Wassermenge immer dieselbe bleibt.

87. In den meisten Orten wird aber das Wasser von den Sammelkasten gleich durch die Fallröhre abwärts geleitet, und von der Hauptröhre AB Fig. 50. in mehrere Zweige C, D, E vertheilt, die dann durch kleine bleyerne Röhren angezapft das Wasser in die verschiedenen Gebäude bringen.

Bey jedem Hause, das von diesen Röhren Wasser empfängt, befindet sich ein kleiner Wechsel W mit einer bleyernen Röhre, durch welche die größere Röhre C angezapft oder angestochen wird. Dieser Anstich geschieht bey abwärtsgehenden Leitungen an den obern Theile der Hauptröhre, bey aufwärtsgehenden an den untern, und bey flachen an der Seite der Hauptröhre. Durch diese Röhren wird sodann das Wasser bis zu den Mündungen in den Gebäuden fortgeleitet, und dort zum Ausguß gebracht. Bey diesen Ausgußmündungen muß jedoch bemerkt werden, daß in verschiedenen Häusern gleiche Mündungen in gleichen Zeiten nicht allemahl gleiche Wassermassen geben; indem bey Gebäuden, die näher an den Wasserthürmen sich befinden, der Druck, und daher auch die Geschwindigkeit des Wassers größer ist, als bey denjenigen, die weiter entfernt sind, welches sich ebenso mit denjenigen Gebäuden verhält, die höher oder niederer liegen. Damit also Jedermann das ihm bedingte Wasser-Quantum richtig erhalte, so ist es nöthig, daß die Ausguß-Oeffnung nicht zu groß gemacht, die in 1 Minute ausgelaufene Wassermasse mit einem Maßgefäß genau gemessen, und der Ausguß so lange verändert werde, bis die verlangte Wassermasse erhalten wird.

88. Die Ausmessung des Wassers geschieht bey uns nach Steften. Ein Ausgußrohr, das in 1 Minute 2 Maaß Wasser gibt, wird ein Steften genannt, wie dieses bereits in Nro. 58 Seite 7 gesagt wurde. Um also die Anzahl von Steften zu wissen, die ein gewisses Ausgußrohr gibt, braucht man nur die in 1 Sekunde auslaufende Wassermenge in ein Gefäß zu sammeln, und nach dem gewöhnlichen Maßgefäße auszumessen, wodurch sogleich die Anzahl von Steften bekannt wird. Gibt eine Ausgußröhre in 1 Minute 12 Maß, so hat man 6 Steften Wasser. Eben so kann man auch die Wassermenge erfahren, die eine Quelle herbeyführt; wenn man das Wasser in eine Rinne zusammenfaßt, und in ein großes Gefäß nur 1 Minute lang, oder bey größern Quellen auch nur einige Sekunden lang laufen läßt, und die ausgelaufene Wassermasse mit einem Maßgefäß ausmißt. Dieses Verfahren nennt man das Abeichen der Quellen. Das Abrichen der Gefäße ist ebenfalls nichts Anders, als das Abmessen derselben nach Maßen; wornach auf ein solches Gefäß oder Faß von Seite der Eich-Vorstände ein Zeichen zur Bestätigung der enthaltenden Maß oder Eimer gebrannt wird.

89. In Fig. 50 haben wir gesehen, daß die Hauptröhre AB in mehrere kleinere C, D, E vertheilt wurde, wovon also die Oeffnungen im Verhältnisse der aufzunehmenden Wassermassen seyn müssen. Hier ist vorzüglich zu bemerken, daß eine runde Oeffnung, wovon der Durchmesser 2 Zoll hält, keineswegs 2 Wasser-Zolle, und die, wovon der Durchmesser 3 Zoll hält, 3 Wasserzolle gebe, sondern die Oeffnung von einem 2 Zoll großen Durchmesser gibt 4 Wasserzolle, und die von 3 Zoll Durchmesser 9 solche Zolle; weil sich die Kreisflächen verhalten, wie die Quadrate ihrer Durchmesser, und also 4 das Quadrat von 2, und 9 das Quadrat von 3 ist. Eben so verhält es sich auch bey einer quadratförmigen Ausfluß-Oeffnung, wo, wenn man eine Seite doppelt so groß annimmt, der Flächeninhalt viermahl größer wird. Will man also ein Quadrat zeichnen, dessen Flächeninhalt noch so groß ist, als ein gegebenes ABCD, Fig. 51, so ziehe man nur die Diagonal-Linie BC, und konstruire aus dieser Linie ein Quadrat; so wird dieses seinem Flächen-Inhalte nach noch so groß als das gegebene seyn; weil das Quadrat der Hypothenuse eben so groß ist, als die Quadrate der beyden Katheten AB und AC zusammen genommen. Nimmt man die Länge CB in den Zirkel, und trägt sie von A nach E, so ist EC die Seite eines Quadrats, das dreymahl so groß ist, als das Quadrat ABCD, welches sich eben so mit der Seite EC verhält, wenn diese von A nach F getragen, und FC gezogen wird, wodurch FC ein Quadrat gibt, das viermahl größer ist, als ABCD.

90. Auf die nähmliche Art kann auch die Kreisfläche verdoppelt werden, wenn man, Fig. 52, ein rechtwinklichtes Dreyeck GAC errichtet, den Durchmesser AB von A nach C trägt, und die Linie BC zieht, die den Durchmesser einer Kreisfläche gibt, die ihrem Flächen-Inhalte nach noch so groß ist, als die aus AB. Trägt man die Länge CB von A nach E, so ist EC der Durchmesser einer 3 Mahl so großen Fläche, als AB, und so weiter.

91. In Fig. 53 habe ich einen Quadrat-Maaßstab beygesetzt, durch den man verschiedene Aufgaben ohne viele Rechnung, wenn sie im Baierischen Zollmaaße gegeben sind, leicht auflösen kann. Trägt man nähmlich nach der, in Fig. 52. gezeigten Art, die gefundenen Längen der Durchmesser auf eine Linie AB, Fig. 53, in 1, 2, 3, 4, 5 rc., so erhält man einen Maaßstab, der, wenn man ihn an den Durchmesser einer zirkelrunden Oeffnung hält, sogleich anzeigt, wie viele Zirkelzolle in derselben enthalten sind. Hält man ihn aber an eine quadratförmige Röhre, so zeigt er die Quadratzolle dieser Oeffnung ohne Rechnung an. Der hier gezeichnete Quadrat-Maaßstab Fig. 53, wurde genau nach dem Baier. Fußmaaße berechnet, und die einzelnen Theile mittelst den in Fig. 54 beygesetzten tausendtheiligen Maaßstab aufgetragen; weil sich derselbe nach dem in Fig. 52 angezeigten Verfahren nicht so genau verfertigen läßt. Man kann ihm also von dieser Zeichnung auf Holz oder Messing, oder auf die entgegengesetzte Seite eines gewöhnlichen Zollstabes bringen, und ihn zum Gebrauche aufbehalten. Die auf der Linie CD befindlichen Abtheilungen zeigen die einzelnen Zolle im Längen-Maaße an, die nur bis 6 Zoll gehen, daher man auch nur Röhren von 6 Baier. Zollen und darunter messen kann.

Aus diesem Maaßstabe ersieht man, daß eine Kreisfläche von 6 Zoll im Durchmesser, 36 Zirkelzolle enthalte, wovon jeder einen Flächen-Inhalt von 1 Zoll vorstellt, der aber natürlich kleiner, als der eines Quadrat-Zolles ist, daher eine Fläche von 12 Zoll im Durchmesser auch 144 Zirkelzolle enthalten kann. Nach Fig. 55 kann man sich einen Begriff machen, wie diese 144 Zirkelzolle in der Grundfläche aneinander liegen können, wo nähmlich die mittlere Fläche eine Kreisfläche, und die um diese herum befindlichen bloße Flächenringe vorstellen, die immer schmäler werden, jemehr ihre Peripherien an ihrer Größe zunehmen; daher AB den Durchmesser von 1 Zirkelzoll, CD den von 2, EF den von 3 solchen Zollen rc. vorstellt, die sich auch nach dieser Länge auf dem Quadrat-Maaßstabe, Fig. 53, befinden.

Außer dem, daß man durch den obigen Quadrat-Maaßstab die Anzahl der Zirkelzolle von den gegebenen Oeffnungen erfahren kann, dient derselbe noch verschiedene andere Aufgaben aufzulösen, wovon ich hier einige anführen will. Hat man z. B. eine 5 Zoll weite Röhre, die 25 Zirkelzolle in ihrer Durchschnitts-Fläche gibt, und man will 3 Röhren daraus ableiten, wovon die erste 12, die zweyte 8, und die dritte 5 Zirkelzolle haben soll, wo man von jeder den Durchmesser wissen will; so darf man dieselben nur von den, bey den Quadrat-Maaßstabe, Fig. 53, befindlichen Längen, auf der Linie AB abnehmen, wo A 12 den Durchmesser zur ersten, A 8 den zur zweyten, und A 5 den zur dritten Röhre gibt, die zusammen obige 25 Zirkel- oder Wasser-Zolle ausmachen.

Will man mehrere Röhren in Eine zusammenbringen, und davon den Durchmesser wissen, so braucht man nur die Zahl der Zirkelzolle zusammen zu addiren, und nach der Summe den neuen Durchmesser auf dem Maaßstabe abzunehmen. Enthält die erste Röhre 3, die zweyte 6, die dritte 10, und die vierte 15 Zirkelzolle, so hat man $3+6+10+15=34$ Zirkelzolle, wovon der Maaßstab den Durchmesser A 34 gibt.

Soll von einer Röhre, z. B. von 4 Zoll, also von 16 Zirkelzollen, eine andere abgeleitet werden, die nur 5 Zirkelzolle enthält, so fragt es sich, wie weit der Durchmesser von der neuen Röhre, und wie weit der, für den Ueberrest seyn müsse. Zieht man 5 von 16 ab, so hat man $16-5=11$ Zirkelzolle, daher die beyden Durchmesser A 5 und A 11 seyn müssen.

Auch die Quadratwurzel kann durch diesen Maaßstab ausgezogen werden; indem er ohnehin nichts anders, als die Quadrat-Wurzeln der gegebenen Flächen darstellt. Hat man z. B. eine Fläche von 26,5 Quadratzoll, so ist die Wurzel davon A $26\frac{1}{2}$, wobey die Länge zwischen 26 und 27 in 2 Theile zerfällt wird, von welchen einer die Länge für die obigen 5 Dez. Linien hinlänglich genau gibt.

92. Die bisherigen Aufgaben sind bloß im Baierischen Maaße zu verstehen; hätte man aber die Weite einer Röhre in dem Zollmaaße eines andern Landes, und man wollte die nähmlichen Auflösungen veranstalten, so könnte man die Theile des obigen Quadrat-Maaßstabes auf einer geraden Linie MN Fig. 56. tragen, und bey 1 eine Senkrechte errichten, auf die man 1 Zoll z. B. Französisches Maaß, von 1 bis 1′ tragen könnte. Legt man nun an die Punkte A 1′ ein Lineal, und zieht die Linie M 1′ O; so gibt die Senkrechte 2 2′ zwey Französische Zirkelzoll, die 3 3′, drey solcher Zolle und so weiter, wodurch man also auf diesen Linien die nähmlichen Aufgaben, wie nach dem Baierischen Maaße, auflösen kann.

93. Selbst ein willkührlich zur Einheit angenommenes Maaß könnte man auf die Linie ST Fig. 57. von 1 nach P tragen, und dieses als einen verjüngten Zoll gelten lassen, wo ebenfalls, wenn die Linie SPQ gezogen wird, die übrigen Senkrechten auf 2, 3, 4 rc. die Anzahl der Zirkelzolle in der Größe von 1 P geben. Diese Aufgaben wurden sonst mit den gewöhnlichen Proportional-Zirkel aufgelößt, den man aber auf diese Art entbehren kann.

94. Wollte man den in Fig. 53 gezeichneten Quadrat-Maaßstab fortsetzen, so könnte man sich dazu des Fig. 54 gezeichneten tausendtheiligen Maaßstabes bedienen, und die gefundenen Theile nach diesem in die Fig. 53 übertragen. Sucht man z. B. die Länge des Durchmessers für 37 Zirkelzolle, die hier nicht mehr angegeben ist, so muß aus der Zahl 37 die Quadratwurzel bis auf Punkte ausgezogen werden, wodurch man 6, 0, 8, das ist 6 Zoll und 8 Dez. Punkte erhält, die in Fig. 54. die Linie ao gibt, und die von hier auf die verlängerte AB, Fig. 53 getragen werden könnte, wo sie den Durchmesser für 37 Zirkelzolle vorstellt.

95. Die verschiedenen Mündungen der Röhren lassen sich auch durch Rechnung zusammen addiren, von einander abziehen, multipliziren und dividiren; wenn man nur die gegebenen Zahlen zum Quadrat erhebt, diese Quadrate zusammen addirt oder subtrahirt, und von dem erhaltenen Produkte die Quadratwurzel auszieht. — Soll z. B. die 7 Zoll weite Oeffnung einer Röhre zu einer andern von 3 Zoll addirt werden, so erhebt man beyde Zahlen zum Quadrat, wo $7 \times 7 = 49$, und $3 \times 3 = 9$ entsteht. Diese beyden Produkte addirt, gibt $9 + 49 = 58$ Quadratzoll, und aus dieser Zahl die Wurzel ausgezogen $\sqrt{58} = 7\tfrac{6}{10}''$, oder $7''$, $7'''$, $2''''$ zwölftheil. Maaß. — Bey der Subtraktion werden die beyden Quadratflächen von einander abgezogen, und aus dem Rest die Wurzel gezogen.

Bey der Multiplikation und Division müssen die Durchmesser ebenfalls zum Quadrat erhoben, und die beyden Operationen mit diesen Quadraten vorgenommen werden. Will man z. B. 4 Röhren, jede zu 3 Zoll im Durchmesser in eine einzige verwandeln, so muß diese Letztere 4mahl größer werden als die Erste. Da nun das Quadrat von $3 = 9$ ist, so muß diese Zahl mit 4 multiplizirt werden, wo das Produkt 36 entsteht. wird aus dieser Zahl die Quadratwurzel ausgezogen, so hat man $6''$ für den Durchmesser der Röhre.

Soll eine Röhre von 12 Zoll im Durchmesser in 3 Röhren vertheilt werden, und es fragt sich, wie groß der Durchmesser von Einer dieser Röhren werden wird, so muß zuvor der Durchmesser von 12 Zoll zum Quadrat erhoben $= 144''$, und diese Zahl durch 3 dividirt werden, wodurch die Zahl 48 entsteht. Wird aus dieser die Quadratwurzel ausgezogen, so erhält man 6, 92, anstatt welchen man 7 Zoll nehmen kann; weil die Friktion in kleinen Röhren nach Verhältniß allemahl größer ist, als in großen, welches für immer wohl bemerkt werden muß.

Hätte man eine Röhre von 12 Zoll Durchmesser, und man wollte wissen, wie viele Röhren von 2 Zoll Durchmesser aus derselben abgezapft werden könnten; so müßte man das Quadrat von $12 = 144$ durch das Quadrat von $2 = 4$ dividiren, wo $\frac{144}{4} = 36$ als die Zahl der Röhren von 2 Zoll Durchmesser entsteht, die aus der obigen 12 Zoll weiten abgezapft werden können. — Die bisherigen Operationen und Rechnungen gründen sich größtentheils auf das Quadrat der Hypothenuse, und auf die dazu gehörigen Folgesätze, wie sie bereits in der Geometrie für Künstler und Werkleute vorgekommen sind.

96. Um eine gegebene Quadratfläche in eine Kreisfläche, oder umgekehrt, durch Ziehung zu verwandeln, muß man wissen, daß sich der Durchmesser der Kreisfläche zur Diagonal-Linie eines gleich großen Quadrates ungefähr verhalte, wie 8 zu 10. Theilt man also die Diagonal-Linie AB Fig. 58 in 10 gleiche Theile, und nimmt 8 davon für den Durchmesser CD, so kann mit diesem ein Kreis beschrieben werden, der den Flächen-Inhalte nach dem Quadrate AEBF beynahe gleich ist. — Dieses Verfahren ist jedoch nicht ganz genau; besser ist es daher, wenn man das gegebene Quadrat nach seinem Flächen-Inhalte berechnet, und diesen als eine Kreisfläche ansieht, aus welcher sodann nach Seite 6. Nro. 50. der Durchmesser durch Rechnung kann gefunden werden. — Will man hingegen eine Kreisfläche in ein Quadrat verwandeln, so darf man nur den gefundenen Flächeninhalt als den eines Quadrates ansehen, und aus demselben die Quadratwurzel ausziehen, wodurch man die Seite des Quadrates erhält, aus welcher das Quadrat leicht konstruirt werden kann.

Von den Springbrunnen.

97. Die springenden Strahlen wurden vormahls als eine vorzügliche Zierde der Gärten angesehen, und kein Garten konnte damahls ohne springende Wässer angelegt werden; in unsern Tagen aber, wo die Englische Gärtnerey die vormahlige Französische oder symetrische verdrängt hat, sind auch diese Kunstwerke fast gänzlich außer Anwendung gekommen. Was noch zum Theil besteht, sind die ganz dicken, und sehr hohen Wasserstrahlen, die sich in einigen fürstlichen Lustschlössern befinden, und die in der That unsern Augen ein sonderbares Schauspiel darbieten, die aber größtentheils durch Druckwerke, die weiter unten vorkommen, getrieben werden. Das übrige Gewässer in den Englischen Gärten wird nur zu Wasserfällen, und Grotten verschiedener Art verwendet, denen nur selten springende Strahlen beygegeben sind. Werden diese Wasser-Parthien in den neuen Gärten gut und mit Geschmack angelegt, so läßt sich nicht läugnen, daß sie eine angenehme Wirkung auf den Zuseher hervorbringen; indem uns das Wasser, vorzüglich in heißen Sommertagen, immer ein sehr angenehmer Gegenstand bleibt, den wir in seinen wunderbaren Erscheinungen stets mit Vergnügen betrachten. Hier soll indessen von den springenden Strahlen nur das Nothwendigste und Brauchbarste vorkommen.

98. Es ist bekannt, daß die springenden Wasser in Gärten gemeiniglich dadurch erhalten werden, daß man in einer gewissen Höhe auf Wasserthürmen Sammelkasten anbringt, in die man das Wasser durch Maschinen aufwärts treibt, und durch besondere Fall- und Leitröhren bis zur Mündung des ausfließenden Strahls bringt; oder wenn sich aus nahen Bergen Gelegenheit darbietet, dasselbe von den Höhen herunter leitet. Bey einer solchen Vorrichtung müßte der ausspringende Strahl nach den Gesetzen des Druckes wieder die nähmliche Höhe erreichen, wie diejenige ist, von der das Wasser heruntergefallen ist. Die Hinderniße aber, die den springenden Strahlen durch die Luft, und durch die Friktion in den Röhren entgegen gesetzt werden, fordern, daß die Sammelkästen allemahl höher stehen müßen, als die verlangte Höhe des springenden Strahls. Mariotte hat gefunden, daß der Verlust zweyer Strahlen in Hinsicht ihrer Behälter mit den Quadraten ihrer Höhen im Verhältnisse stehe; das ist: wenn ein Wasserstrahl doppelt so hoch steigt, als ein anderer, so ist sein Verlust an der Höhe viermahl größer, als der Verlust des andern. Da man nun aus der Erfahrung weiß, daß ein Behälter, dessen Wasserspiegel 5 Fuß 1 Zoll über die Sprung-Oeffnung erhöht liegt, einen 5 Fuß hohen Strahl hervorbringt, und dieser also nur 1 Zoll an seiner Höhe verliert; so muß eine doppelte Strahlhöhe, nähmlich 10 Fuß Höhe, das Vierfache, und also 4 Zoll verlieren, um welche der Sammelkasten höher, als die verlangte Sprunghöhe gelegt werden muß. Hieraus erhalten wir ein Verhältniß, durch welches, wenn die Strahlhöhe gegeben ist, sogleich die Höhe des Sammelkastens gefunden werden kann. Es verhält sich nähmlich das Quadrat von 5 zum Quadrate der gegebenen Sprunghöhe, wie sich verhält 1 zu x oder zur gesuchten Zahl. Soll die Höhe des Sprunges 30 Fuß betragen, so ist $5^2 : 30^2 = 1 : x$, oder $25 : 900 = 1 : x$, und $25 \times x = 900 \times 1$, daher $x = \frac{900}{25} = 36$ Zoll $= 3$ Fuß, um welche der Wasserspiegel des Kastens höher, als die Höhe des Sprunges liegen muß. Bequemer wird die Rechnung, wenn man die gegebene Strahlhöhe zum Quadrat erhebt, und durch die Zahl 25 dividirt. Soll z. B. die Sprunghöhe 24 Fuß betragen, so ist $24 \times 24 = 576$, diese durch 25 dividirt $= 23\tfrac{1}{25}$ Zoll. — Diese Höhen werden jedoch wegen der Länge der Leitröhren und den damit verbundenen Hindernissen, niemahls erreicht, daher man der Höhe des Wasserbehälters nach Verhältniß der Länge der Leitröhren immer etwas zugeben muß. Man hat beobachtet, daß bey 600 Fuß langen Leitröhren die Höhe des Strahls beynahe um 1 Fuß abgenommen hat, welches man sich bey längern Leitungen zur Richtschnur nehmen kann.

99. Was die Weite der Leitröhren betrifft, so ist es begreiflich, daß dieselben so weit seyn müssen, daß sie das Wasser in hinreichender Menge herbeyzuführen im Stande sind. Da die springenden Strahlen desto mehr Wasser nöthig haben, je höher sie springen, und je größer der Durchmesser der Gußmündungen ist; so muß auch die Weite oder der Durchmesser der Leitröhren mit der Höhe der Wasserbehälter, und mit der Größe der Gußmündungen im Verhältniße stehen. Belidor hat uns eine Tabelle hinterlassen, in welcher wir, wenn die Höhe des Wasserbehälters, und der Durchmesser der Leitröhren bekannt ist, sogleich die Weite der Gußmündungen finden können. Hier ist ein Auszug derselben von 10 zu 10 Fuß Höhe des Behälters beygefügt:

Höhe der Behälter.	Durchmesser der Leitröhren in Zollen.					
	2	4	6	8	10	12
	Durchmesser der Gußmündungen in Linien.					
5	7	14	21	28	35	42
10	6	12	18	24	30	36
20	5	10	15	20	25	30
30	4	9	13	18	23	27
40	4	8	12	17	21	25
50	4	8	12	16	20	24
60	3	7	11	15	19	23
70	3	7	11	14	18	22
80	3	7	10	14	17	21

Diese Tabelle ist leicht zu verstehen. Hat man z. B. einen Behälter in einer Höhe von 40 Fuß, und eine Leitröhre von 4 Zoll Weite; so findet man die Gußöffnung, wenn man in der Reihe der 4 Zoll abwärts, und von der Zahl 40 einwärts fährt, wo man da, wo sich diese beyden Reihen begegnen, die Zahl 8 finden wird, welches 8 Linien für die Gußmündung bedeutet. Nimmt man die Leitungs-Röhren zu 6 Zoll, so erhält man schon 12 Linien für die Gußmündung, wie dies die Tabelle zeigt. Die Zwischenzahlen, die hier nicht beygebracht sind, lassen sich leicht durch Vergleichung der nächst kleinern und größern Zahlen finden, die man dadurch hinreichend genau erhält.

100. Noch entsteht die Frage, ob auch eine hinreichende Wassermenge für einen Strahl von einer bestimmten Höhe und Gußmündung vorhanden sey, daher man auch die Menge des dazu nöthigen Wassers wissen soll. Auch darüber findet man bey Belidor wieder eine Tabelle, die ich hier ebenfalls auszugsweise beyfügen will.

Höhe der Behälter.	Durchmesser der Gußmündungen in Linien.										
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	21	24
	Das in einer Minute ausspringende Wasser in Maaßen.										
5	4	14	33	59	93	134	182	238	302	411	537
10	6	21	48	85	113	192	261	341	432	588	768
20	8	30	68	120	189	272	370	483	605	826	1088
30	10	37	83	149	232	335	456	595	753	1025	1340
40	11	43	97	173	270	390	530	693	877	1193	1490
50	12	48	109	192	301	434	590	771	976	1329	1736
60	14	53	119	212	331	477	649	848	1073	1460	1971
70	15	57	130	231	361	520	701	924	1170	1592	2077
80	16	61	138	245	383	552	751	981	1242	1690	2208

Will man nach dieser Tabelle wissen, wie viel Wasser für einen Strahl z. B. von 8 Linien Dicke, und einen Wasser-Behälter von 30 Fuß Höhe in 1 Minute nöthig sey; so gehe man von der Zahl 8 aus der obersten Reihe abwärts, und von der Zahl 30 einwärts; wo sich diese beyden Reihen begegnen, befindet sich die Zahl 149, welche die Anzahl von Maaßen bedeutet, die in 1 Minute ausfließen, wonach man also den Zufluß des Wassers richten kann.

Wäre die Menge des zufließenden Wassers in Maaßen bekannt, so ließe sich auch leicht die Gußmündung, und die Höhe des Behälters angeben; wenn man von der bekannten Zahl aufwärts und seitwärts fährt, und in der ersten Reihe oben, und der ersten von der Seite, die dort befindlichen Zahlen bemerkt. Ist die gegebene Zahl nicht vollkommen vorhanden, so nimmt man diejenige, die der gegebenen am nächsten kömmt. Hat man z. B. einen Zufluß von Wasser, der in 1 Minute 125 Maaß beträgt; so ist die nächste Zahl zu dieser 120, zu der oben die Ausgußmündig von 8 Linien und an der Seite die Höhe des Behälters von 20 Fuß gehört. Will man zu der gefundenen Gußmündung, und der Höhe des Behälters den Durchmesser der, in der vorhergehenden Tabelle befindlichen Leitröhre finden, so sucht man zuvor die Höhe des Behälters von 20 Fuß, geht dann von dieser Zahl einwärts bis 10, welche Zahl der gefundenen Gußmündung von 8 Linien am nächsten kommt, und fährt von 10 aufwärts bis in die oberste Reihe, wo die Zahl 4 die Größe des Durchmessers der Leitröhren anzeigt, wofür man aber, weil 10 zu groß, $3\frac{1}{2}$ Zoll nehmen kann.

Die obigen Tabellen sind nach dem Französischen Fußmaaße, und nach dem Französischen Getränkmaaße (Pinte) angegeben, wovon ein Pinte ungefähr eine Baierische Maß ausmacht. Man kann aber bey dem Gebrauche dieser Tabellen das Baierische Maaß ohne Rücksicht annehmen; indem der daraus entstehende Unterschied nie so beträchtlich werden kann, daß er in der Ausübung einen bedeutenden Einfluß haben könnte.

101. Die Gußmündungen bey Springbrunnen werden gewöhnlich zylindrisch, oder konisch gemacht, wovon die Letztern besser als die Erstern sind. Mariotte hat die in einer dünnen Platte, wie in Fig. 58, am besten gefunden, wo das Wasser in gleicher Dicke bis zur Gußmündung A geleitet wird, und von dort aus erst zu einen engern Strahl sich bildet. Bey B kann diese Auffatz-Röhre so gerichtet werden, daß sie sich abschrauben läßt, um die allenfallsige Reinigung damit vornehmen zu können. Uebrigens ist noch zu bemerken, daß die Aufsatzröhre so kurz als möglich seyn soll, und daß das Wasser nicht erst durch tiefer liegende Röhren geleitet werde; weil sonst die beyden Geschwindigkeiten der Fall- und Steigröhre erst von einander abgezogen werden müßten, wo dann der Strahl um vieles von seiner Geschwindigkeit, und daher auch von seiner Höhe verliehren würde. Auch ist es nothwendig, daß, wenn die Wasserleitung eine beträchtliche Länge hat, mehrere Wechsel angelegt werden, welches besonders vor dem Basin geschehen soll, damit man dort das Wasser sperren, und das Basin reinigen könne.

102. Die Fig. 59 zeigt den Durchschnitt, und die Fig. 60 den halben Grundriß des Basins zu einem Springbrunnen, das, wenn es das Wasser gut halten soll, auf folgende Art angelegt werden muß. — Man bestimme zuvor die Weite, oder den Durchmesser des ganzen Basins, und beschreibe damit einen Kreis AKB. Dem Durchmesser AB, Fig. 60, gebe man auf beyden Seiten um 3 Fuß mehr, und grabe nach dem letzten Umkreis CED das Erdreich aus. Die Tiefe des Basins soll ungefähr $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß betragen, welche man ebenfalls um 3 Fuß vermehren kann. Man legt dann die Grund- und Seiten-Mauern HFGI Fig. 59 an, die eine Dicke von 12 Zoll haben können, und durchaus mit guten Cement-Mörtel gemauert werden müssen. Ist dieses Mauerwerk gut ausgetrocknet, so legt man sowohl auf den Boden, als an die Seitenwände eine Lage Thon, ebenfalls 12 Zoll dick, der aber zuvor gut abgearbeitet werden muß, über den wieder eine Mauer von 12 Zoll Dicke zu stehen kömmt. Den Boden kann man auch mit Steinplatten belegen, und auf den Umkreis einen Ring aus Stein, oder Rasen legen. Um das Wasser abzuleiten, muß auch ein Abzugs-Kanal MN mit einer Sinkgrube S angeordnet werden, in welche das Wasser beym Reinigen des Kessels abgelassen werden kann.

Von dem Stoße des Wassers gegen ebene Flächen, und von der Wirkung desselben auf die verschiedenen Arten von Wasserrädern.

103. Richtet man eine ebene Fläche gegen die Ausfluß-Oeffnung eines Behälters, so wird man durch die ausströmende Wassermasse einen Stoß empfinden, der desto größer seyn wird, je größer die Höhe des in den Behälter stehenden Wassers, und je weiter die Oeffnung desselben ist. Dieser Druck oder Stoß kann kein anderer seyn, als den die Schwere des über der Oeffnung befindlichen Wassers, oder diejenige Wassersäule, die senkrecht über der Oeffnung sich befindet, hervorbringt. Berechnet man diese Wassersäule, welche aus der Multiplikation der Ausfluß-Oeffnung mit der Höhe des Wassers besteht; so erhält man die stoßende Masse in Kubikfußen und Kubikzollen, aus welchen sodann die Stärke des Stoßes nach Pfunden hervorgeht, wenn man die Anzahl der Kubikfuße mit 44, als dem Gewichte eines Kubikfußes Wassers multiplizirt. Bey diesem Stoße wird aber vorausgesetzt, daß diejenige Fläche, welche dem ausfließenden Wasser entgegengesetzt wird, ungefähr die nähmliche Größe enthalte, wie die Ausfluß-Oeffnung, oder der Strahl vor seiner Ausbreitung. Ist diese Fläche aber viermahl größer, als der Durchschnitt des Wasserstrahls; so ist der Stoß nach den Beobachtungen des Herrn von Langsdorf doppelt so groß, wie im ersten Falle; weil sich das Wasser auf derselben bey weitem mehr ausbreiten kann, wodurch auch der Stoß beträchtlich vergrößert wird.

Bezeichnet man für denjenigen Fall, wo die entgegengesetzte Fläche nicht größer, als der Wasserstrahl ist, den Stoß des Wassers mit St; die Fläche, welche dem Wasser entgehen steht mit F, und die Höhe des Wassers über der Oeffnung mit H; so ist $St = F \times H \times 44$; das heißt, die Kraft des Stoßes ist gleich dem Produkte, welches entsteht, wenn man die entgegengesetzte Fläche mit der Höhe des Wassers und mit der Zahl 44 multiplizirt. Für diejenigen Fälle, wo die gestoßene Fläche wenigstens 4 mahl größer ist, als die Durchschnittsfläche des Strahls wäre also $St = 2 \times F \times H \times 44$, wo F die Durchschnittsfläche des Wasserstrahls, und nicht die gestoßene Fläche bedeutet.

104. Wenn sich eine Fläche in einem engen Gerinne, wie bey Mühlen, in Schußgerinnen und unterschlächtigen Rädern, dem Wasser entgegensetzt, so ist nach den Versuchen des Herrn Bossut der Stoß ebenfalls $= 2 F \times H \times 44$. Dabey müssen aber die Seitenwände, und die dem Stoße entgegengesetzte Fläche eine solche Größe haben, daß alle Wassertheile zum Stoße gelangen, welches geschieht, wenn die entgegengesetzte Fläche wenigstens um die Hälfte höher ist, als der ausströmende Wasserstrahl. Hingegen ist der Stoß im unbegränzten Wasser gegen die entgegengesetzte Fläche eines Rades nach den nähmlichen Versuchen nur die Hälfte des obigen Stoßes, das ist $St = F \times H \times 44$; weil hier die auf die Fläche zuströmenden Wassertheile nicht alle zum Stoße kommen, sondern schon in einiger Entfernung von der Fläche eine schiefe Richtung annehmen, und dadurch theils abgelenkt werden, theils auch eine geringere Wirkung hervorbringen.

105. Wenn ein Körper über eine schiefe Fläche, wie Fig. 61 über BC, herunter rollt, so ist aus der Mechanik bekannt, daß derselbe bey C eine eben so große Geschwindigkeit erhält, als er erhalten würde, wenn er von A bis C gefallen wäre. Das nähmliche verhält sich auch bey Fig. 62 und 63, wo überall die Geschwindigkeit bey C eben so groß ist, wie durch den Fall von A nach C. — Hat man also ein unterschlichtiges Wasserrad, und man will die Größe des Stoßes wissen, so muß die der Geschwindigkeit bey C zugehörige Höhe AC mit der Durchschnittsfläche des Wassers und mit der Zahl 44 multiplizirt, und dieses Produkt, wenn das Wasser in einem engen Gerinne sich bewegt, doppelt genommen werden.

Beyspiel. Das Gefäll A C bey einen unterschlächtigen Wasserrade, Fig. 61, in eine Schußrinne, sey 3 Fuß, die Breite der Durchschnitts-Fläche des Wassers 2 Fuß, und die Höhe desselben 1 Fuß; wie groß wird der Stoß an die Schaufeln dieses Rades seyn, wenn dieselben 18 Zoll, und also um die Hälfte höher sind, als die Durchschnitts-Fläche des Wassers?

Da die Durchschnitts-Fläche hier 2 Quadratfuß enthält, so ist $F = 2$, und $H = 3$; daher $St = 2 \times 3 \times 44 \times 2 = 528$ Pfund = dem Stoße des Wassers auf obiges Wasserrad.

106. Diese Kraft wird bey unterschlächtigen Rädern gewöhnlich nur am Anfange, wenn das Rad noch im Stillstande begriffen ist, angewendet. Hat das Rad einmahl eine gewisse Geschwindigkeit erlangt, so kann der Stoß, da das Rad immer ausweicht, keine so große Wirkung mehr auf dasselbe ausüben. Gewöhnlich nimmt man an, daß das Rad, welches eine Maschine treibt, nur mit der halben Geschwindigkeit des Wassers umgedreht werde; daher auch der Stoß nur die Hälfte der obigen Kraft hervorbringen kann, in welchem Falle man also die am Ende vorgenommene Multiplikation mit 2 unterlassen müßte. Es wäre demnach $St = 2 \times 3 \times 44 = 264$ Pfund.

107. Nach diesem Beyspiele wird es leicht seyn, auch den Stoß für Räder zu berechnen, die bloß in einem unbegränzten Strom gehangen werden, wo aber nicht die Durchschnitts-Fläche des Wassers, sondern die eingetauchte Fläche der Schaufel in Rechnung kömmt, wie sich dieß ohnehin versteht. Auch bey der Berechnung des Stoßes in begränzten Gerinnen ist es besser, die Schaufelfläche, soweit sie unter Wasser steht, anstatt der Durchschnitts-Fläche des Wassers im Gerinne zu messen, indem wegen den Anstreifen des Rades am Boden, und an den beyden Eisbänken immer ein Raum statt finden muß, der am Boden ½ bis 1 Zoll, und an den Seitenwänden 1 bis 2 Zoll betragen kann; daher man in der Folge unter F allemahl die eingetauchte Schaufelfläche verstehen muß.

108. Ist das Wasser vor einer Schußrinne aufgestaut, wie in Fig. 64, und das Rad befindet sich so viel möglich nahe an dem aufgestauten Wasser; so muß nicht nur die Höhe AB, sondern auch die Höhe BM, im Ganzen also die Höhe AM in Rechnung gebracht, und mit der Durchschnitts-Fläche des Wassers bey C multiplizirt werden; weil das Wasser durch den Druck und Fall die nähmliche Geschwindigkeit erhält, als wenn dasselbe von A nach M gefallen wäre. Es ist also in diesem Falle $St = 2 \times F \times AM \times 44$, vorausgesetzt, daß die Schaufeln des Rades ½ mahl höher sind, als die Durchschnitts-Fläche des Wassers, wovon aber doch nur der eingetauchte Theil derselben in Rechnung kömmt. — Bey den aufgestauten Wasser wird es jedoch besser seyn, wenn die Schütze eine schiefe Lage AD Fig. 64 erhält, weil bey einer senkrechten Lage durch die Friktion an der Ausfluß-Oeffnung die Geschwindigkeit des Wassers, und mit dieser auch der Stoß sehr verringert wird.

109. Der Anstoß des Wassers auf die Schaufeln des unterschlächtigen Wasserrades geschieht immer auf mehrere Schaufeln zugleich, daher der Stoß dieselben nicht senkrecht, sondern größtentheils schief treffen muß. Es ist aber erwiesen, daß, soviel immer Schaufeln ins Wasser zugleich eintauchen mögen, die Wirkung auf alle nur so groß seyn könne, als wenn eine einzige senkrecht von dem anstoßenden Wasser getroffen würde; daher die obigen Rechnungen auch in diesem Falle ihren völligen Werth behalten. Die Zahl der im Wasser gehenden Schaufeln soll jedoch nie weniger als 3 seyn, wenn man will, daß sich das Rad gleichförmig fortbewegen soll.

Wäre in gewissen Fällen anstatt dem Gefälle die Geschwindigkeit des Wassers gegeben; so müßte nach der, Seite 5, Nro. 44. bey dem Fall der Körper angegebenen Formel $H = \frac{C^2}{66{,}7}$ die Höhe erst gesucht, und mit den oben angezeigten Zahlen multiplizirt werden.

110. Um die Wirkung des Stoßes auf die verschiedenen Arten der unterschlächtigen Wasserräder, und die dazu gehörigen Vorrichtungen näher beurtheilen zu können, ist es nothwendig, hier einige Zeichnungen davon beyzubringen. Fig. 65 stellt ein Strauberrad in einem flachen Kropfgerinne vor, wie dieses im ganzen südlichen Deutschland gewöhnlich ist; Fig. 68 ist ein Rad mit gebrochenen Schaufeln in einem kreisförmigen Gerinne, und Fig. 70 ein sogenanntes Staberrad, welche beyde letztern im nördlichen Deutschland noch üblich sind. Mit den ersten zwey Arten von Rädern habe ich mit Herrn Werkmeister Zimmermann die folgenden 5 Versuche angestellt, und mich eines sehr fleißig gearbeiteten Modelles von 15 Zoll Höhe bedient, wo überall das Gefäll A B eine gleiche Höhe, und die Durchschnitts-Fläche des Wasserausgusses bey allen eine gleiche Größe hatte. Diese Räder haben in den folgenden 5 Vorrichtungen nachstehende Resultate gegeben:

Das Rad Fig. 65 mit einem flachen Kropfstücke, machte in 1 Minute 70 Umläufe.

Wurde das Kropfstück mehr kreisförmig gemacht, und dem Rade näher gerückt, wie Fig. 66, so gab dasselbe 61 Umläufe.

Wurde eine Schußrinne wie Fig. 67 angebracht, so gab dasselbe 65 Umläufe in 1 Minute.

Das Rad mit den Kropfschaufeln, Fig. 68, wo der Ausfluß des Wassers bey D war, und das also, wie es bey diesen Rädern gewöhnlich ist, Druckwasser, und einen kreisförmigen Kropf hatte, gab in 1 Minute 55 Umläufe.

Endlich ging das Rad in der Vorrichtung mit Stauwasser, Fig. 69, wie ich dasselbe in Belidor fand, auffallend langsam, so daß ich die Umläufe gar nicht zählte, sondern sogleich einsah, daß diese Vorrichtung durchaus untauglich wäre. Dabey wurde eine sehr große Menge Wasser verschwendet, das beym Ausflusse eine strudelnde Bewegung machte, und beym Anstoß an das Rad alle Geschwindigkeit verlohren hatte.

Läßt sich also nach diesen Versuchen die Wirkung im Modelle mit der im Großen vergleichen, so ist es unstreitig, daß der Stoß des Wassers in flachen Kropfgerinnen auf das Strauberrad am vortheilhaftesten wirke, und daß also diese Vorrichtung vor allen Uebrigen den Vorzug verdiene. Zugleich ersieht man auch, daß es beym Stoße des Wassers gegen die entgegengesetzte Fläche auf solche Vorrichtungen ankomme, die die Wasserstrahlen mit der der Höhe angemessenen Geschwindigkeit an diese Flächen bringen, wozu für die obigen Räder der flache Kropf der geeignetste zu seyn scheint; indem diese Form einer Parabel nahe kömmt, die allemahl den freyen Fall des Wassers aus einem Gerinne am angemessensten ist. — Für die gespannten oder aufgestauten Wasser scheinen diese Versuche kein günstiges Resultat zu gewähren; indem das Wasser bey dem Ausflusse durch die Friktion beträchtlich verhindert wird, und bey dem Eintritte in die kreisförmigen Kröpfe seine Geschwindigkeit größtentheils verliehrt. Dabey kann der Druck des Wassers in der Kropfrinne von keiner großen Bedeutung seyn; indem dasselbe mit seiner Schwere größtentheils auf den Boden der Rinne drückt, und das zwischen den Schaufeln befindliche Wasser eine sehr zweifelhafte Wirkung hervorbringt, auf die man keine große Rechnung machen darf.

Außer den hier angeführten Rädern hat man noch die sogenannten Staberräder, Fig. 70, welche aus zwey Kränzen bestehen, zwischen welche die Schaufeln nach der Richtung der Halbmesser eingeschoben werden. Diese Räder können zwar ebenfalls in flache Kropfrinnen gelegt werden, wie die Strauberräder; da aber die beyden Kränze, jeder 3 Zoll dick, und die an den Eisbänken befindlichen Zwischenräume von 2 Zoll Weite, im Ganzen also 10 Zoll Raum erfordern, auf welche das Wasser zur Umdrehung keine Wirkung hervorbringen kann; so ist es offenbar, daß der Stoß des Wassers auf diese Räder keine so vortheilhafte Wirkung äussern könne, wie auf die obigen Strauberräder, welches vorzüglich da von Folgen seyn kann, wo das Wasser nicht im Ueberflusse vorhanden ist.

Das Strauberrad hat übrigens nicht die feste Konstruktion, wie das Staberrad, welches aber dem Erstern öfters zum Vortheile dient; indem die Schaufeln, wenn ungefähr Eis oder andere Körper zwischen dieselben kommen, sich leicht von dem Rade ablösen, ohne demselben einen bedeutenden Schaden zuzufügen, welches bey Staberrädern nicht der Fall ist, wo oft durch dergleichen Zufälle das ganze Rad Schaden leidet, der sich dann nur mit Mühe ausbessern läßt, da hingegen bey dem Strauberrad nur eine andere vorräthige Schaufel aufgesteckt werden darf. Diese Vortheile, verbunden mit einer weit geringern Kostspieligkeit, mögen auch Ursache seyn, daß bey uns die Strauberräder allenthalben eingeführt, und die Art ihrer Konstruktion selbst auf die Pansterräder ausgedehnt wurde.

111. Bey den oberschlächtigen Rädern wird die Umdrehung des Rades mehr durch das Gewicht des Wassers, als durch den Stoß desselben bewirkt; daher dieses Rad auch eine ganz andere Einrichtung, als das unterschlächtige erhalten muß. Das bey E, Fig. 72, Taf. IV. ausfließende Wasser wird hier durch besondere Zellen aufgefangen, und wenn diese einmahl gefüllt sind, das Rad durch die Schwere dieses Wassers in Bewegung gesetzt. Um also die wirkende Kraft, die die Schwere des in den Zellen enthaltenen Wassers auf den Halbmesser OM hervorbringt, zu erfahren, kann man zuvor folgenden Versuch machen: Man lege, Fig. 71, um die Hälfte eines kleinen Rades einen bleyernen Ring CDE von einer durchaus gleichen Dicke; hänge dann auf der entgegengesetzten Seite an den Halbmesser $OM = OD$ ein bleyernes Prisma GH von der nähmlichen Dicke und Breite, wie CDE, aber nur von der Höhe CE; so wird dieses Prisma den halben Reifen CDE genau das Gleichgewicht halten, und also anzeigen, daß die Schwere des Bogens CDE gleich ist, einem Prisma, das die Durchschnitts-Fläche HI, oder DF, und die Höhe des Durchmessers $CE = GH$ zur Höhe hat.

Wären also in den oberschlächtigen Rade, Fig. 72, die Zellen alle ganz mit Wasser gefüllt; so würde ihre Schwere, mit welcher sie auf den Durchmesser OM wirken, gleich seyn, der Durchschnitts-Fläche $AB \times CD \times 44$. Durch die genaue Berechnung eines oberschlächtigen Rades von 14 Fuß Höhe, und einem Quadratfuß in der Durchschnitts-Fläche fand ich, daß der leere Raum in der halben Seite dieses Rades 8 Kubikfuß, und die in demselben befindlichen Schaufeln 3 Kubikfuß, zusammen also 11 Kubikfuß einnahmen. Da nun das nähmliche halbe

Rad in seinem ganzen Inhalte 22 Kubikfuß enthielt, so blieben nach Abzug der obigen Summe 11 Kubikfuß für das in denselben enthaltene Wasser, welches gerade die Hälfte des ganzen obigen Inhalts von 22 Kubikfuß ausmachte. Wird also in der obigen Fig. 72 die Durchschnitts-Fläche AB mit der Höhe CD und der Zahl 44 multiplizirt, so muß dieses Produkt noch durch 2 dividirt werden, wodurch das eigentliche Gewicht, das auf dem Helbmesser OM wirket, hervorgeht. Nennt man also in dem oberschlächtigen Rade den Druck oder Stoß des Gewichts wieder St, die Durchschnitts-Fläche F, und den Durchmesser D; so hat man die Formel $St = \frac{F \times D}{2} \times 44$, nach welcher man die Kraft des Rades nach Pfunden finden kann.

Beyspiel. Es sey die Durchschnitts-Fläche AB, Fig. 72, $= 1\frac{1}{2}$ Quadratfuß, die Höhe $CD = 16$ Fuß, wie groß wird das Gewicht der auf das Rad wirkenden Wassersäule seyn? — Es ist also nach der obigen Formel $\frac{1,5 \times 16}{2} \times 44 = 528$ Pfund, gleich dem Gewichte, welches auf den Halbmesser OM wirket.

112. Die Geschwindigkeit der verschiedenen Wasserräder läßt sich bey unterschlächtigen Rädern leicht aus der gegebenen Höhe des Gefälls erhalten; wenn man die zu dieser Höhe gehörige Geschwindigkeit nach der bereits weiter oben gezeigten Formel sucht, und das erhaltene Produkt durch 2 dividirt; weil das Rad, wenn es die größte Wirkung in einem mechanischen Werke leisten soll, gewöhnlich mit der Hälfte der Geschwindigkeit des Wassers umgedreht wird. Nehmen wir ein Gefäll von 4 Fuß Höhe, so haben wir nach der Formel Seite 5, Nro. 44. $G = \sqrt{4 \times 66{,}7} = 16', 3''$, diese durch 2 dividirt gibt $8', 1''$, Geschwindigkeit in 1 Sekunde. Das Rad muß also an seiner Peripherie in jeder Sekunde 8 Fuß 1 Dez. Zoll zurücklegen. Nimmt man ein Rad von 8 Fuß Durchmesser, so beträgt der Umkreis 25 Fuß; werden diese durch 8,1 Fuß dividirt, so erhält man den Quotienten 3, welcher die Zahl der Sekunden anzeigt, in welchen das Rad Einmahl umläuft, daher dasselbe in 60 Sekunden, oder in 1 Minute 20 Umläufe macht; weil $\frac{60}{3} = 20$ ist.

113. Bey oberschlächtigen Rädern hat man die Geschwindigkeit noch nicht genau ausmitteln können. Gewöhnlich hält man sie der Geschwindigkeit des einstürzenden Wassers gleich. Nimmt der Zufluß des Wassers zu, so werden auch die Zellen dieses Rades schneller gefüllt, und dadurch das Rad in eine schnellere Bewegung gesetzt.

114. Ein Wasserrad wird eine desto größere Last zu überwältigen im Stande seyn, je größer die drückende Wassersäule, und je länger der Halbmesser des Rades ist. Multiplizirt man die Schwere der Wassersäule mit dem Halbmesser; so hat man das statische Moment der Kraft, welches auf den Mittelpunkt des Rades, und auf die Umdrehung desselben wirket. So ist in dem obigen Beyspiele der Halbmesser des Rades = 8 Fuß, und die Schwere der Wassersäule = 528 Pfund, daher $528 \times 8 = 4224$ Pfund, als das statische Moment des oberschlächtigen Rades. — Vergleicht man mit diesem Rade ein anderes von 14 Fuß Höhe, und 2 Fuß Durchschnitts-Fläche; so hat man $\frac{2 \times 14}{2} = 14$, und $14 \times 44 = 616$ Pfund; diese mit dem Halbmesser 7 multiplizirt $= 4312$ Pfund, daher das erste Rad um 88 Pfund weniger Kraft äußert, als das zweyte.

115. Die vollständige Wirkung eines Wasserrades beym Betrieb einer Maschine hängt aber nicht allein von dem statischen Momente der Kraft, sondern auch von der Geschwindigkeit ab, mit welcher diese Kraft in Thätigkeit oder Bewegung gesetzt wird. Multiplizirt man das statische Moment mit der Geschwindigkeit des Rades, so erhält man das mechanische Moment, oder das Maaß der Bewegung, nach welchem sich die Wirkung eines Rades bey einer Maschine beurtheilen läßt. Hat das oben berechnete oberschlächtige Wasserrad eine Geschwindigkeit von 8 Fuß in 1 Sekunde; so ist $4224 \times 8 = 33792$, gleich dem mechanischen Momente dieses Rades. — Aus dem mechanischen Momenten zweyer Räder lassen sich auch die Wirkungen derselben mit einander vergleichen, die sie in den Maschinen hervorzubringen im Stande sind, welches in vielen Fällen der praktischen Ausübung von Nutzen ist. — Daß das, was hier von den beyden Momenten der oberschlächtigen Räder gesagt wurde, auch für die unterschlächtigen verstanden werde, ist für sich klar.

Von den Eigenschaften der gemeinen oder atmosphärischen Luft.

116. Außer den tropfbar flüßigen Körpern gibt es noch andere, die man elastische Flüssigkeiten nennt, wovon die gemeine oder atmosphärische Luft, die uns aller Orten umgiebt, für unsern Zweck die wichtigste ist. Die Lehre von der Natur und den Eigenschaften der Luft, sammt den daraus entspringenden Wirkungen, nennt man die Aerometrie.

117. Die Luft ist ein sehr durchsichtiger und immerwährend flüßiger Körper, den wir mehr durch unser Gefühl, als durch unser Auge wahrnehmen. Machen wir mit einem Fächer eine schnelle Bewegung gegen unser Gesicht, so empfinden wir an demselben einen sanften Druck, der uns von dem Daseyn eines Körpers überzeugt, den wir die Luft nennen. Sie befindet sich überall, und ist allen lebendigen Geschöpfen zu ihrer Erhaltung unumgänglich nothwendig. Sie läßt sich ausdehnen, und zusammendrücken, und besitzt das Vermögen, nach dem Drucke ihre vorige Gestalt und ihren Raum wieder einzunehmen, welche Eigenschaft man die Schnellkraft, oder Elasticität nennt. In einer mit Luft angefüllten Blase kann man diese Eigenschaft deutlich wahrnehmen. Bringt man eine solche Blase in die Wärme, so nimmt sie an Ausdehnung zu; so, wie dieselbe in der Kälte wieder abnimmt.

118. Aus diesem Ausdehnen und Zusammenziehen der Luft lassen sich auch die verschiedenen Erscheinungen, die wir bey dem Rauche in den Schornsteinen wahrnehmen, erklären. Ist der Rauch erkaltet, so fällt er gemäß seiner größern Schwere wieder in den Schornstein zurück. Das nähmliche geschieht auch im Sommer, wo die durch die Sonne erwärmte und ausgedehnte obere Luft leichter wird, als der Rauch, daher derselbe auch dadurch an seinem Aufsteigen verhindert wird. Eine zu weite Herumführung des Rauches durch verschiedene Röhren ist daher allemahl dem Rauchen ausgesetzt; indem dieser dadurch erkaltet wird, und sich an die Röhren setzt, wo er Ruß und Pech erzeugt, die oft feuergefährlich werden können.

Eben so bemerkt man auch in geheitzten Zimmern, daß die obere Luft allemahl leichter und wärmer ist, als die untere. Hält man in einem solchen Zimmer ein Licht unten an den Boden an eine nur etwas geöffnete Thüre, so wird die Flamme gegen das Zimmer einwärts schlagen, da hingegen dieselbe an dem obern Theile der Thüre auswärts zieht, und nur in der Mitte in gerader Richtung fortbrennt, welches ein deutlicher Beweis ist, daß unten die kältere und dickere Luft einwärts, und oben die dünnere und leichtere auswärts zieht. Man bringt daher die Windräder oder Ventilatoren zur Reinigung der Luft allemahl an den obersten Theilen der Fenster an, damit sie die erwärmte, und mit Dünsten angefüllte unreine Luft abführen, der dann die kältere und reinere unten nachfolgen kann. Die nähmliche Wirkung erfolgt auch durch eine unter der Decke angebrachte kleine Oeffnung, wenn man eine andere an den Boden des Zimmers anbringt, durch die die frische Luft eindringen kann. — Von der Kompression und der Elastizität der Luft zeugen die Windbüchsen, in welchen die Luft sehr stark zusammengepreßt wird, wo sie bey ihrer Loslassung eine Kugel mit einem heftigen Knall durch die stärksten Bretter zu treiben im Stande ist.

119. Da wir die Luft fühlen können, so ist sie auch ein ordentlicher Körper, der eine Schwere, wie die übrigen Körper haben muß. Man kann sich von dieser Eigenschaft deutlich überzeugen, wenn man mittelst der Luftpumpe die Luft aus einer großen hohlen Kugel zieht, und diese auf einer empfindlichen Wage wiegt, wo man finden wird, daß dieselbe wirklich geringer als zuvor geworden ist; auf welche Art man die Luft 800 mahl geringer, als das Wasser gefunden hat. Da der Baierische Kubikfuß Wasser 44 Pfund wiegt, so ist die Schwere eines Kubikfußes Luft $= \frac{44}{800}$ Pfund = 1 Loth 3 Quintel, oder = 7 Quintel Baierisches Gewicht.

120. Toricelli, Mathematiker von Florenz, und Schüler des berühmten Gallilài war der Erste, der den Druck der ganzen atmosphärischen Luft auf unsere Erde ausfindig machte. Er füllte eine ungefähr 3 Fuß hohe gläserne Röhre, Fig. 73, die an einem Ende A genau verschlossen war, mit Quecksilber, und stellte dieselbe mit dem offenen Ende in ein Gefäß, das ebenfalls mit Quecksilber gefüllt war; wo er bemerkte, daß das in der Röhre befindliche Quecksilber bis auf eine Höhe von ungefähr 28 Zoll ausfloß; das übrige aber in der Röhre unbeweglich stehen blieb. Er merkte sogleich, daß die Ursache der Verhinderung dieses Ausflusses keine andere seyn könne, als der Druck der uns allenthalben umgebenden Luft, die der Quecksilber-Säule das Gleichgewicht zu halten im Stande wäre; woraus er schloß, daß eine Quecksilber-Säule von 28 Zoll Höhe mit einer Luftsäule im Gleichgewichte stehe, die eine eben so große Grundfläche, und die ganze Atmosphäre zur Höhe habe. Da wir nun wissen, daß das Quecksilber 14 mahl schwerer als das Wasser ist, so muß eine Wassersäule von der nähmlichen Grundfläche eine 14 mahl größere Höhe haben, als die Quecksilber-Säule, welches $28 \times 14 = 392$ Zoll $= 32$ Fuß beträgt.

121. Hieraus folgt also, daß eine Wassersäule von 32 Fuß Höhe mit einer Luftsäule im Gleichgewichte stehe, die mit der Wassersäule eine gleiche Grundfläche, und die ganze Atmosphäre zur Höhe hat. Wird daher aus einer Röhre die Luft ausgezogen, so muß durch die äußere Luft das Wasser 32 Fuß hoch in dieser Röhre aufwärts getrieben werden. Da sich aber die Luft nie genau aus den Röhren ziehen läßt, so wird auch die hier angegebene Höhe in etwas beschränkt, daher sie nie höher, als 30 bis 31 Fuß gebracht werden kann. Hierin liegt der Grund zur Emporhebung des Wassers durch die Saugwerke bey den gewöhnlichen Brunnen, wo die Luft mittelst eines genau in die Röhren passenden Kolbens ausgezogen wird, den sodann das Wasser nachfolgt, das durch weiteres Emporheben zum Ausgusse gebracht wird.

122. Berechnet man eine Wassersäule von 1 Quadratfuß Durchschnitts-Fläche, und 32 Fuß Höhe, so ist der kubische Inhalt 32 Kubikfuß, die mit 44 multiplizirt ein Gewicht von 1408 Baier. Pfunden geben, mit welchen die Luft nur auf einen einzigen Quadratfuß unserer Erde drückt. Ungeachtet dieses großen Druckes empfindet der Mensch doch von demselben gar nichts; weil die in ihm

befindliche Luft der übrigen das Gleichgewicht hält. Die Sache verhält sich hier ungefähr so, wie beym Wasser, von dem man auch, wenn man sich in demselben befindet, ungeachtet seiner großen Schwere, keinen Druck bemerkt. Da die Luft zugleich ungemein Theilbar ist, so hindert sie auch unsere Bewegungen nicht, die immer mit der nähmlichen Leichtigkeit geschehen, als wenn gar kein Körper vorhanden wäre. — Die obigen Versuche des Toricelli gaben zuerst Gelegenheit zur Erfindung der Barometer (Wettergläser), denen nachher die Thermometer (Wärmemesser), gefolgt sind.

123. Eine ganz besondere Wirkung verursacht der Druck der Luft auf das Wasser bey den Hebern. Setzt man eine gläserne Röhre ABC, Fig. 74, in ein Gefäß mit Wasser, und zieht bey C die Luft aus, bis das Wasser in C zum Vorschein kömmt; so wird dasselbe bis auf die Oeffnung A oder die Linie DAE auslaufen, ohne daß man ferners etwas damit vorzunehmen nöthig hat. — Die Ursache dieser Erscheinung ist der Druck der atmosphärischen Luft, auf die Wasserfläche FG, und durch diese auf die Mündung A, wo sich der Druck gegen das Wasser im Heber fortpflanzt, das so lange auslaufen muß, als sich Wasser über der Oeffnung A befindet, und dieses selbst dann noch, wenn der Schenkel BC kürzer als BA ist. Wird die Höhe GB größer als 32 Fuß, oder der Druck der Luft von der ganzen Atmosphäre; so kann das Wasser den Punkt B nicht mehr übersteigen, sondern fällt in das Gefäß zurück. — Die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser auf den Heber wirket, läßt sich aus dem Drucke der Wassersäule GE, welche auf das auslaufende Wasser wirket, abnehmen, woraus sich auch die in einer bestimmten Zeit ausfließende Wassermasse berechnen läßt.

Der Gebrauch des Winkelhebers, Fig. 74, findet seine Anwendung bey Fässern, die man ohne große Bewegung ausleeren, und das darin befindliche Getränk in andere Gefäße bringen will. Wünscht man nur einen geringen Theil durch das Spundloch herauszuheben, so bedient man sich des Stechhebers, Fig. 75, dessen Wirkung sich ebenfalls auf den Druck der Luft gründet, und dessen Gebrauch Jedermann bekannt ist.

Noch verdient hier eine Anordnung eines Hebers bemerkt zu werden, die sich in Fig. 76 befindet, wo der Einfluß des Wassers bey B angebracht ist. Das in diesem Becher gegossene Wasser kömmt nicht eher zum Ausguß, bis dasselbe den Punkt A übersteigt, wonach sich der ganze Becher bey C ausleert. Einen solchen Heber kann man zwischen zwey hohle Wände eines aus Blech verfertigten Bechers verstecken, und dadurch diejenigen in Verwunderung setzen, die die Ursache davon nicht kennen.

124. Fig. 77 zeigt einen Springbrunnen, der auf folgende Art konstruirt werden kann: Die ganz kleine Sprung-Oeffnung O soll mit einer Schraube versehen seyn, damit man sie abnehmen, und durch die Röhre OM Wasser eingießen kann, durch das der Sprung bey O unterhalten wird. Auf den Boden des Gefäßes AB befindet sich eine Oeffnung C, und eine Röhre CD, durch die das Wasser, wenn es in den Aufsatz AB gegossen wird, in das Gefäß EF fließt, wo es durch seine Schwere die Luft ober EF zusammendrückt, welcher Druck sich durch die Röhre GH bis in die bey H befindlichen leeren Räume fortpflanzt, und auf das Wasser in IK, und die Oeffnung M drückt, wodurch der Sprung über MO hervorgeht. — Die beyden Angaben, Fig. 76 und 77, sind von Heron, einem Alexandrinischen Mathematiker, wovon die Letzte den Nahmen Heronsbrunnen erhalten hat. Der Druck ist bey diesem so groß, als die Schwere der Wassersäule CD, daher auch aus M ein beynahe eben so hoher Strahl, wie CD, springen soll. Aus dieser Angabe läßt sich ein schöner Aufsatz, wie Fig. 78 konstruiren, durch den man in einem Zimmer beständig springendes Wasser unterhalten kann; indem dasselbe nach seinem Ausflusse immer wieder in die Röhre CD zurück fällt.

125. Die ausdehnende Kraft der Luft hat auch auf die Seile einen besondern Einfluß. Hängt man eine große Last, z. B. 100 Zentner an ein starkes Seil, und bemerkt, wie weit die Last vom Boden entfernt sey, so wird man wahrnehmen, daß dieselbe bey feuchter Luft, oder wenn das Seil naß gemacht wird, beträchtlich höher steigt, beym trocknen aber wieder niedersinkt, welches nur von den feinen wäßrigen Theilen der Luft herkömmt, die sich in die trocknen Räume des Seiles drängen, und dieselben erweitern, wodurch auch das Seil kürzer wird. — Eben diese Ausdehnungs-Kraft zeigt sich auch bey Steinbrüchen, wo man, um ein Stück Stein vom Ganzen abzulösen, nur eine kleine Furche um den Stein herum einhauet, und in diese Keile von nicht gar festem Holze schlägt. Werden diese Keile mit Wasser begossen, und über Nacht stehen gelassen; so findet man den andern Tag das Stück genau nach der eingehauenen Furche von der Steinmasse abgelößt.

126. Uebrigens kann man sich von der Größe des Drucks, und der Schwere der Luft eine deutliche Vorstellung machen, wenn man die Wirkungen des Windes und der Stürme betrachtet, die im Stande sind, ganze Gebäude umzustürzen. Sie erhalten ihre Entstehung durch das aufgehobene Gleichgewicht der Luft, welches geschieht, wenn dieselbe durch die Wärme verdünnt, oder durch die Kälte verdickt, und auf diese Art die Schwere und der Druck der Luft abgeändert wird. Die Winde sind die bewegende Kraft der Windmühlen, und der Segelschiffe. Von ihrer größern und geringern Geschwindigkeit hängt die Kraft ab, mit welcher sie auf diese Maschinen wirken. Es gibt Winde, die in einer Stunde 2 bis 3 Meilen zurücklegen; die heftigsten legen wohl 4 bis 5 Meilen in einer Stunde zurück. Die nähere Bestimmung der Winde, und ihrer Wirkungen auf die Windmühlen, so wie der Bau dieser Mühlen, soll weiter unten vorkommen.

Von den Wasserpumpen.

127. Die Kunst, das Wasser durch Pumpen aus den Brunnen empor zu heben, ist für die menschliche Gesellschaft eine der nützlichsten, und verdient daher unsere ganze Aufmerksamkeit. Die Erfindung dieser Pumpen wird dem Ktesibius, einem Mathematiker zugeschrieben, der ungefähr vor zweytausend Jahren in Alexandrien lebte, dessen Schüler der oben genannte Heron, der Erfinder des Heronsbrunnen war.

Die Einrichtung der Wasserpumpen besteht darin, daß durch das Auf- und Abschieben eines Kolbens in einer Röhre das Wasser entweder durch Ausziehung der Luft in die Höhe gezogen, oder durch den Druck desselben mit Gewalt in die Höhe getrieben wird. Die erste Art nennt man Saugpumpen, und die zweyte Druckpumpen. Werden beyde Arten des Saugens und Druckens miteinander vereinigt, so gibt dieß eine Saug- und Druckpumpe. Alle drey Arten sollen hier ihrer Ordnung nach genau betrachtet, und beschrieben werden.

Von den Saugpumpen.

128. Wir haben bereits bey der Betrachtung der Eigenschaften der Luft gesehen, daß eine Wassersäule von 32 Fuß Höhe mit der ganzen Atmosphäre im Gleichgewichte stehe, und daß, wenn die Luft aus einer solchen vollkommen ausgezogen werden könnte, das Wasser von selbst auf eine Höhe von 32 Fuß steigen müßte. Da nun bey der Saugpumpe das Wasser durch das Ausziehen der Luft mittelst eines genau in eine Röhre passenden Kolbens geschieht; so könnte man nach der obigen Angabe diesen Kolben 31 bis 32 Fuß hoch über die Oberfläche des Wassers setzen, und auf diese Art das Wasser wenigstens 30 Fuß hoch emporheben. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß sich die Kolben nicht leicht so genau bearbeiten lassen, daß sie mit der Röhre ganz luftdicht wären, daher man sich in der Ausübung gewöhnlich mit einer Höhe von 18 bis 20 Fuß begnügt. Bey Saugwerken, wo über dem Kolben noch hohe Aufsatzröhre gesetzt werden, nimmt man zur Höhe des Kolbens nur 12 bis 15 Fuß, wo sodann das Wasser durch den Kolben weiter aufwärts gehoben wird.

129. Die Einrichtung einer bloßen Saugpumpe ist in Fig. 79 vorgestellt, und besteht aus folgenden Theilen: AB ist die Saugröhre, CD der Stiefel, E die Ausgußröhre, K der Kolben, V das Ventil über der Saugröhre, und U das Ventil des Kolbens. Der Kolben, der in Fig. 94 im Durchschnitte vergrößert dargestellt ist, hat in der Mitte eine Oeffnung, die ungefähr so weit seyn kann, als die Saugröhre; weil bey einer zu kleinen Oeffnung das Wasser beym Aufsteigen zu viel Widerstand finden würde. Damit also der Kolben eine hinreichende Stärke erhalten könne, muß der Stiefel weiter werden, als die Saugröhre. Am untern Theile der Saugröhre bey G wird ein starkes durchlöchertes Eisenblech angebracht, wodurch die Röhre vor dem Eindringen verschiedener Unreinigkeiten verwahrt wird. Der Hebel OH, womit der Kolben aufwärts gezogen wird, hält gewöhnlich 5, 6 bis 7 Theile von OP, wodurch die zum Aufziehen nöthige Kraft um eben so vieles erleichtert, aber auch der Hub des Kolbens nach Verhältniß kürzer wird, so daß derselbe meistens nur 6 bis 7 Zoll Höhe erhält. — Die Weite der Saugröhre kann bey diesen Brunnen 2 Zoll, und die Weite des Stiefels 4 Zoll seyn, welches auch bey den hölzernen Brunnen der Fall ist.

Beym Schöpfen des Wassers muß man sich den Kolben anfangs ganz nahe über den Ventile V denken, aus welcher Stellung derselbe aufwärts gegen die Ausgußröhre E gezogen wird, wodurch sich das Ventil V öffnet, während sich das bey U schließt. Dadurch wird die Luft zum Theil aus der Saugröhre AB gezogen, wodurch das Wasser schon etwas aufwärts steigt. Drückt man den Kolben K wieder gegen das Ventil V abwärts, so schließt sich dieses, während sich das bey U öffnet, und die in den Stiefel zusammengepreßte Luft oben hinausläßt. Bey dem zweyten Hub des Kolbens steigt das Wasser in der Saugröhre wieder höher; weil die Luft noch mehr ausgezogen wird, bis sich dasselbe nach und nach über das Ventil V erhebt. Da es aber hier beym Abwärtsgehen des Kolbens wegen den geschlossenen Ventile V nicht mehr zurück kann, so wird dasselbe gezwungen, durch die Oeffnung des Kolbens über U sich zu drängen, wo es durch denselben weiter aufwärts gehoben, und bey der Mündung E zum Ausgusse gebracht wird. — Die Saugröhre AB kann bey diesem Brunnen von Bley, und der Stiefel CD von Messing oder Eisen seyn, wovon der Letztere gut ausgebohrt werden soll, damit der Kolben leichter auf und abgehen kann, und das Leder nicht sobald abgenutzt werde. Uebrigens müssen beyde Röhren bey C und A mit vorstehenden Lappen versehen seyn, damit sie durch eiserne Schrauben zusammengezogen werden können, wo aber zuvor zwischen diese Lappen ein dickes Leder, und über und unter dasselbe noch eine Lage Kitt gelegt werden muß, wodurch beyde Theile sich so vereinigen, daß sie luftdicht werden.

130. Sind die Brunnen tiefer, als daß das Wasser durch eine Saugröhre von 15 Fuß auf die verlangte Höhe gebracht werden könnte, so kann das Saugrohr doch bey dieser Höhe gelassen, über dem Stiefel aber noch eine Röhre, die man Steigröhre nennt, angebracht werden, wie dieses bey hölzernen Röhren meistens der Fall ist. Bey dieser Einrichtung wird sodann das Wasser durch Saugen bis über das erste Ventil gebracht, und wenn dasselbe über den Kolben gestiegen ist, durch diese bis zur Ausfluß-Mündung gehoben, welches sodann ein Saug- und Hebewerk genannt wird, wie dieses die Fig. 80 mit hölzernen Röhren vorstellt. Diese Röhren werden bey ihrem Zusammenstoße B bloß mit einer eisernen Büchse verbunden, und über die Saugröhre gewöhnlich ein Klapperventil gelegt. Der Kolben wird meistens an eine hölzerne Stange befestigt, und die Saugröhre unten an der Seite bey D mit einem Seigerblech, und bey A mit einem Zapfen versehen. Sollen übrigens diese Brunnen vielfältig gebraucht werden, so können sie auch einen Stiefel aus Messing oder Kupfer erhalten, den man bey B in die obere Röhre steckt, und der so lang, als der Hub des Kolbens seyn kann, wodurch die Spielung dieses Letzteren erleichtert, und das Leder desselben mehr geschont wird. Zur größern Festigkeit und Dauer der Röhren werden meistens eiserne Reifen bey A und B um dieselben gelegt.

131. Bey Brunnen in Städten, so wie bey einigen andern Wasserwerken, bedient man sich auch vielfältig der verkehrten Saugpumpen, Fig. 81, wo die Saugröhre bis an das Ventil AB im Wasser stehen kann, und der Kolben durch ein Gatter CDEF aufwärts gezogen wird, der dann das Wasser über das Ventil U, und von da bis zum Ausguß erhebt. Der Stiefel sowohl als der Kolben können hier von Messing seyn, wo aber der Letztere wohl in den Erstern eingerieben werden muß, damit er leicht spiele, und doch nicht zu viel Wasser verliere. Indessen lassen sich auch geliederte Kolben anbringen, die aber öfters erneuert werden müssen. Die Ventile können Muschel-Ventile seyn, weil sie bey öffentlichen Brunnen eine längere Dauer gewähren. Diese Vorrichtung hat den Nutzen, daß die Kolbenstange nicht in der Steigröhre gehen darf, und daß sich daher diese, die von Bley seyn kann, hinleiten läßt, wo man will.

132. Noch gibt es Einige, die das Ventil ganz unten in die Röhre setzen, so, daß dasselbe öfters unter Wasser zu stehen kömmt, wie Fig. 82, wodurch aber auch der Kolben eine solche Lage erhalten muß, daß er beym Abwärtsgehen das untere Ventil V beynahe erreicht. Dieß ist also mehr eine Heb- als Saugpumpe, weil hier das Wasser größtentheils durch den Kolben in die Höhe gehoben wird. Bey hölzernen Röhren, und nicht gar großen Tiefen, wo man die Kolbenstange zugleich aus Holz machen kann, läßt sich diese Vorrichtung in manchen Fällen gut anbringen.

133. Das Versetzen der Ventile und Kolben ist übrigens nicht willkührlich, weil es auch Lagen geben kann, die der Einrichtung eines Werkes nachtheilig werden können. Wollte man z. B. bey Fig. 82 das Ventil unten an seiner Stelle lassen, und den Kolben in der Gegend von CD anbringen, so könnte es leicht geschehen, daß die Luft zwischen den Kolben und Ventile träte, und das Wasser kaum bis in die Hälfte der Röhre VD steigen könnte, wo man dann Fälle hat, in welchen dasselbe in dieser Höhe unveränderlich stehen blieb. Man nennt daher den Raum DV, der zwischen den Kolben, wenn er abwärts gedrückt ist, und zwischen dem Ventile bleibt, den schädlichen Raum, den man so viel möglich vermeiden, und den Kolben so nahe als es sich thun läßt, an das Ventil V setzen muß. Bey Druckwerken, wie Fig. 110, Taf. VI., läßt sich aber dieser Raum nicht leicht vermeiden; weil dort das Wasser oberhalb dem Ventile V in eine Seitenröhre G getrieben wird, und also der Kolben K nicht bis auf das Ventil V, sondern nur bis an die Oeffnung von G gehen kann. Indessen bleibt hier der Raum KV immer mit Wasser angefüllt, und kann also keinen Nachtheil verursachen. Vermeidet man den obigen Fall Fig 82, wo der Kolben bis D erhoben wurde, der durchaus nie statt finden soll; so können die übrigen Einrichtungen in Hinsicht des leeren Raumes kein bedeutendes Hinderniß hervorbringen; weil, wenn die Pumpen einmahl ganz mit Wasser gefüllt sind, dieser Raum ganz verschwindet, und die Wasser-Ausgabe ohne Unterlaß fortdauert. Um den schädlichen Raum zu vertreiben, und zugleich den Kolben mit dem Stiefel luftdicht zu machen, gießt man bey größern Maschinen gewöhnlich, ehe das Werk angelassen wird, Wasser in den Stiefel, wodurch zugleich die trockne Liederung weicher gemacht wird, und sich besser an das Stiefelrohr schließt. Dieses Verfahren ist bey neuen Werken auch deswegen zu empfehlen, weil man geschwinder Wasser erhält; obwohl dieses sonst auch durch längeres Pumpen erhalten werden könnte.

Von den Ventilen.

134. Die Hauptsache bey der Einrichtung der Brunnen, sie mögen Saug- oder Druckwerke seyn, ist die Konstruktion der Ventile und der Kolben; weil von der Güte dieser beyden fast ausschließlich der gute Erfolg, und die Dauer dieser Werke abhängt. Sowohl von den Ventilen als Kolben gibt es vielerley Arten, wovon ich hier nur die gewöhnlichsten und brauchbarsten anführen will. In Fig. 83 ist ein Klappenventil im Durchschnitte vorgestellt, wie dasselbe in Fig. 79 und 80 angebracht wurde. Dieses Ventil besteht aus einer Scheibe von Sohlleder A Fig. 84, an der ein Schweif B gelassen wird, wie dieses die etwas dunkler schattirte Zeichnung darstellt. Auf dieses Leder wird eine runde eiserne Scheibe C, Fig. 85, die etwas größer, als die Oeffnung EF seyn muß, durch eine Schraube befestiget; damit, wenn durch das Aufziehen des Kolbens das Ventil sich öffnet, die Klappe beym Niedergehen desselben sich durch seine eigene Schwere sogleich schließe, und kein Wasser durchlasse. In Fig. 85 ist in ABC das zwischen die äußern runden Lappen gehörige Leder vorgestellt, aus welchem ein Stück AC geschnitten werden muß, an dessen Stelle nachher der Schweif B, Fig. 84 zu stehen kömmt. Diese Ventile geben fast unter allen am meisten Wasser, und empfehlen sich noch vorzüglich durch ihre geringe Kostspieligkeit, und ziemlich lange Dauer.

135. Weil man aber in manchen Fällen die Einrichtung der Ventile so dauerhaft als möglich zu machen sucht; so haben Einige bey solchen Werken, die beständig im Gange sind, die Muschel-Ventile, Fig. 86, vorgezogen, die, wenn sie die beste Wirkung thun sollen, auf folgende Art eingerichtet werden müssen. Man theile den halben Durchmesser des Stiefels MN in 5 gleiche Theile, und gebe dem halben Durchmesser der kleinsten Kreisfläche der Muschel AB drey, und dem der größern CD vier solche Theile. Zerfällt man ferners den großen halben Durchmesser DE in zwey gleiche Theile, so erhält die schräge Fläche EF Einen solchen Theil. Die ganze Ventil-Muschel gleicht daher in ihrer Durchschnitts-Fläche dem Abschnitte eines gleichseitigen Dreyeckes, welches aus der Grundlinie CE nach O beschrieben wird. Nach dieser Muschel richtet sich auch die Hülse GH, und der Steg KL. Die Muschel und Hülse, welche aus Messing gegossen sind, werden als ein ganzes Stück zwischen die beyden Röhren eingesetzt, und durch Schrauben mit denselben verbunden, wie die Zeichnung Fig. 86 zeigt. In Fig. 87 ist dieses Ventil von der untern Ansicht mit dem Steg K′L′ im Grundrisse vorgestellt.

Nach der Meinung Belidors fordern diese Ventile durch die Hindernisse, die die untere Fläche der Muschel dem Wasser entgegensetzt, einen 12mahl stärkern Druck, als wenn das Wasser frey durch die Oeffnung gehen könnte. Dessen ungeachtet sind sie oberhalb der Saugröhre doch gut anzubringen; weil, wenn diese nicht zu hoch ist, die atmosphärische Luft, die einen Druck von 32 Fuß Höhe bewirken kann, doch noch Kraft genug besitzt, das Wasser mit der gehörigen Geschwindigkeit durch das Ventil zu treiben. Man hat übrigens bey diesem Ventile schon den Fall gehabt, daß die Muschel, wenn sie gar zu glatt eingerieben war, sich so sehr an die Hülse festsetzte, daß dasselbe unbeweglich blieb, so, daß durchaus kein Wasser mehr durchfließen konnte. Bey hölzernen Röhren sind die Muschel-Ventile wie Fig. 88 gestaltet, die oben in die Saugröhre fest eingetrieben, und wohl verkeilt werden müssen.

136. In Fig. 89 und 90 ist ein Ventil mit doppelten Klappen vorgestellt, das in der Ausübung das Wasser mit Leichtigkeit durchlassen wird. Bey A ist ein doppelter Steg, der im Grundrisse Fig. 90 bey AB sichtbar ist, zwischen welchen das Leder, das hier in einer ganzen runden Scheibe durchgeht, fest eingezwängt wird. Das Ueberschlagen beym Aufgehen dieser Klappen wird durch einen runden Knopf C verhindert, der auf den Steg A befestigt ist. Auf die nähmliche Art kann man auch doppelte Ventile mit Scharniren machen, die aber mehr für Quell- als Flußwasser zu gebrauchen sind; weil die Flüsse manchmahl viel Schlamm mit sich führen, der sich dann in die Scharnire legt, und dieselben am Ende unbeweglich macht.

137. Noch hat man eine Art Ventile, die Belidor angegeben hat, und Balancier-Ventile nennt. Sie bestehen in einer runden Scheibe, die sich um zwey feste Punkte oder Stifte bewegt, die aber nicht auf dem Durchmesser, sondern etwas außerhalb demselben angebracht sind. Da sich diese Ventile nur langsam öffnen und schließen, so müssen sie nothwendig beym Niedergange des Kolbens viel Wasser durchlassen, daher sie nicht wohl zu empfehlen sind.

138. Uebrigens kommen noch die Kugel-Ventile, wo über die Oeffnung der Saugröhre eine ganz freye Kugel gelegt wird, und die Kegel-Ventile, die wie ein abgeschnittener Kegel gestaltet sind, vor; wovon aber das erste sich nicht allemahl richtig schließt, und also viel Wasser durchläßt, und das zweyte ein noch größeres Hinderniß dem durchfließenden Wasser entgegensetzt, als das Muschel-Ventil, daher beyde fast ganz außer Gebrauch gekommen sind. Zeichnungen von den letztern 3 Arten von Ventilen kann man in den Werken Belidor's finden.

Von den Kolben.

139. Bey Saugwerken sind die Kolben ebenfalls mit Ventilen versehen, welches aber bey Druckwerken nicht der Fall ist. Es läßt sich leicht begreifen, daß, wenn man einen durchbohrten Kolben hat, sich ein jedes der bisher beschriebenen Ventile über die Oeffnung desselben setzen läßt; nur muß hier auf die Zugstange, die den Kolben in Bewegung setzt, Rücksicht genommen werden.

Bey den gemeinen Brunnen besteht der Kolben aus einem recht harten Stück Eichen- oder Erlenholz, das von Einigen zuvor in Oel gekocht, und abgedreht wird. Dieses hat in der Mitte eine Oeffnung AB Fig. 91, von der nähmlichen Weite, wie die Saugröhre, und ist oben mit einem Klappen-Ventile versehen. Durch die Seitenwände dieses Holzes gehen 2 kleine eiserne Stängelchen, E und F, die unten mit einer Schraube, oder Schließe versehen sind, und oben sich in einem Biegel G vereinigen, an dem die Kolbenstange befestigt wird. Um den obern Theil dieses Kolbens wird ein Streifen von Rindleder CD, am besten aber von Wallroßleder, mit Nägeln befestigt, das nach oben zu etwas weiter seyn soll, so, daß dasselbe eine ordentliche Kappe oder Sturz formirt, in welchen sich beym Aufziehen des Kolbens das Wasser legt, das sodann dieses Leder fest an den Stiefel drückt, und diesen dadurch luftdicht macht. Zur mehreren Befestigung dieses Kolbens werden von Einigen unter dieses Leder bey M, und unten bey N eiserne, oder besser kupferne glatte Ringe angelegt, und zwischen diesen der Kolben mit Hanf umwunden, welches letztere aber nicht überall zu rathen ist. In Fig. 92 ist dieser Kolben von der äußern Ansicht vorgestellt, aber in einer konischen Figur und ohne Reifen, wie er meistens bey gemeinen Brunnen, wo man die Kosten spart, gebraucht wird.

140. Es gibt auch hölzerne Kolben mit zwey Oeffnungen, und zwey Klappen-Ventilen, wie ein solcher in Fig. 93 gezeichnet ist, wo die Kolbenstange durch die Mitte des Kolbens geht, und unten mit einer beygelegten Platte, und einer Schraube befestiget wird. Die beyden Ventile öffnen sich hier gegen die Kolbenstange, die zugleich das Ueberschlagen derselben verhindert. Bringt man bey M und N kupferne Ringe an, so müssen dieselben wohl in den Stiefel eingerieben werden, der also in diesem Falle von Eisen oder Messing seyn muß.

141. Fig. 94 zeigt den Durchschnitt eines Kolbens mit einem Muschel-Ventile, wo das Rohr und die Hilse ABCD sammt dem Ventile von Messing gegossen sind; zwischen die beyden Platten AB und EF werden lederne Ringe MN gelegt, und durch den Ring EF, der mit einer Schraube versehen ist, zusammengepreßt. Die Oeffnung CD soll, wenn es sich thun läßt, ungefähr so weit als die Saugröhre seyn.

142. Der Kolben Fig. 95 wird gewöhnlich ganz von Messing gegossen. Er besteht aus einen hohlen Zylinder ABCD, der in die Platte EF eingeschraubt, und oben über AC mit einer runden Scheibe OO so lange zusammengerieben wird, bis beyde luftdicht werden. Diese glatt aufgeriebene Scheibe vertritt die Stelle eines Ventils, welches unsere Werkleute ein Thalerventil nennen. Zwischen EF und GH werden lederne Ringe aufgelegt, und durch die untere Platte GH zusammen gepreßt, die bey S, und auf der gegenüberstehenden Seite zwey Einschnitte erhält, um diese Platte fest anziehen zu können. Fig. 96 zeigt den Grundriß dieses Kolbens, wo man wahrnimmt, daß die runde Scheibe OO zwischen drey aufstehenden Säulchen ABC seine Spielung verrichtet. — Von Metall gegossen ist dieser Kolben etwas kostspielig, daher man den Gedanken mit dieser Scheibe auch bey einer wohlfeilern Konstruktion anwenden könnte.

143. Fig 97 stellt den Durchschnitt eines hohlen aus Messing gegossenen Kolbens vor, wie er bereits früher bey der verkehrten Saugpumpe, Fig. 81, im Kleinen angebracht wurde. Er besteht aus einer Röhre BH, die in den dazu gehörigen Stiefel HE genau eingerieben werden muß. Oben bey V befindet sich ein Muschel-Ventil, und unten bey B eine kugelförmige Rundung, die mit vielen Löchern versehen ist, in welche das Wasser beständig eindringen kann. Weil der Zug des Gatters senkrecht gehen soll, so gibt man gewöhnlich der Aufsatzröhre oberhalb dem Ventile V eine Beugung, durch welche mittelst einer bleyernen Röhre das Wasser bis zur Ausguß-Oeffnung fortgeführt wird. Bey EFG und H werden Lappen aus Messing angegossen, durch die man Schrauben steckt, und das Ganze auf ein starkes eichenes Brett befestiget.

144. Fig. 98 stellt den gewöhnlichen Kolben für Druckwerke vor, der in Fig. 99 im Durchschnitte gezeichnet ist. Die ledernen Scheiben MN, die zuvor wohl mit den Hammer geschlagen werden müssen, können durch zwey Platten AB und CD, und durch die Schraube bey E zusammen gepreßt, und gut abgedreht werden, wobey man aber auf das Anschwellen des Leders im Wasser, wodurch der Kolben größer wird, Rücksicht zu nehmen hat.

145. Der in Fig. 100 im Durchschnitte vorgestellte Kolben zu Druckwerken wird gewöhnlich dem Vorhergehenden seiner Wirkung nach vorgezogen. Der innere Theil desselben ist von festem Holz oder Bley, über welches oben und unten eine Scheibe aus Korkholz gelegt wird, auf die wieder zwey andere aus Eisen zu stehen kommen, die durch den Schrauben bey S eine starke Verbindung erhalten. Von Außen werden zwey Nuethen A und B schräg eingedreht, und in dieselben zwey Streifen Leder, sowohl nach unten als oben, mit Nägeln so befestiget, daß überall ein runder Sturz entsteht, durch den sowohl ein Saugen, als Drucken hervorgebracht werden kann.

146. Der in Fig. 101 vorgestellte Kolben ist von innen hohl, und die Kolbenstange auf den Boden A angebracht, welches wegen dem schiefen Druck, den diese Stangen manchmahl, besonders bey Feuerspritzen erhalten, vortheilhaft ist. Bey S wird die Kolbenstange durch eine Schraube befestigt, und oben durch den Ring CD das Leder bey MN zusammen gepreßt, wozu dieser Ring ein Paar Kerben oder Löcher haben muß, um ihn mit irgend einem Hebel desto besser anfassen zu können.

147. In Fig. 102 ist im Aufrisse, und Fig. 103 im Grundrisse ein Kolben für gewöhnliche Saugwerke vorgestellt, der aus einer mit vielen Löchern versehenen eisernen Scheibe besteht, die durch die Schraube S an einen Stiel T befestigt wird. Ueber diese Platte kommen zwey übereinander gelegte runde Stücke gutes Rindleder AB zu stehen, die beym Abwärtsgehen des Kolbens sich aufwärts bewegen, und das durch die Löcher eindringende Wasser in den Stiefel lassen; beym Aufwärtsziehen des Kolbens aber die Löcher der Scheibe bedecken, und das Wasser empor heben. Eine solche Scheibe kann man auch aus guten starken Maserholz, nur nach Umständen etwas dicker machen, und anstatt der eisernen gebrauchen.

148. Es ist für die Dauer der Kolben und Ventile sehr vortheilhaft, wenn das dazu gehörige Leder vor dem Gebrauche wohl mit warmen Fett gesättiget wird, wozu man eine Mischung von Oel, Unschlitt und Fischschmalz machen kann, die dem Leder eine weit längere Dauer geben, als dasselbe sonst erhalten würde.

Von der Schwere der durch die Saugwerke emporzuhebenden Wassersäulen.

149. Die Kraft, mit welcher eine Wassersäule durch Saugwerke emporgehoben werden soll, muß nothwendig mit der Schwere dieser Säule im Verhältnisse stehen. Um die Luft aus der Saugröhre zu ziehen, wird eine eben so große Kraft erfordert, als nöthig ist, eine gleich hohe Wassersäule im Gleichgewichte zu erhalten. Diese Kraft kann daher keine andere seyn, als die Schwere der Wassersäule selbst, die durch den Kolben emporgehoben werden soll. Diese erhält man, wenn man die Durchschnitts-Fläche des Kolbens EF Fig. 80, mit der Höhe der Wassersäule GB und mit der Zahl 44 multiplizirt, welches allemahl statt findet, die Saugröhre mag eine Weite haben, welche sie will, wie aus dem, was früher von der Schwere und dem Druck des Wassers gesagt wurde, deutlich hervorgeht. Da sich nun gewöhnlich auch oberhalb dem Stiefel bis zur Ausguß-Oeffnung D Fig. 80 Wasser befindet, so erhält man die Schwere der ganzen Wassersäule GD, wenn man die Durchschnitts-Fläche des Kolbens EF mit der Höhe GD und mit der Zahl 44 multiplizirt. Die auf diese Art in Pfunden erhaltene Schwere gibt zugleich die Kraft an, welche nöthig ist, die obige Wassersäule im Gleichgewichte zu erhalten, die, wenn sie um etwas vermehrt wird, das Wasser sogleich in Bewegung, und zum Ausflusse bringt.

150. Um aber das Gewicht der verschiedenen zylindrischen Wassersäulen leichter berechnen zu können, wollen wir uns in Fig. 104 eine solche Säule vorstellen, die einen Durchmesser von 1 Fuß und eine Höhe von 6 Fuß hält, wovon wir gerne die Schwere wissen möchten. Wäre uns hier die Schwere von ABCD, welches Stück 1 Fuß im Durchmesser und 1 Fuß Höhe hat, und das wir oben einen Zylinderfuß genannt haben, bekannt, so ließe sich auch leicht die Schwere des ganzen 6 Fuß hohen Zylinder-Stückes angeben. Da wir nun wissen, daß der Baierische Kubikfuß Quellwasser 44 Pfund wiegt, so läßt sich daraus auch leicht der Zylinderfuß finden, wenn man diesen Letztern in Kubikzollen sucht, und die Schwere dieser Kubikzolle besonders ausrechnet, wo sich dann $34\frac{1}{7}$ Pfund ungefähr ergeben, anstatt welchen wir 35 Pfund annehmen wollen, weil es immer besser ist, etwas zuviel Kraft als zu wenig zu erhalten. Multipliziren wir nun diese 35 Pfund mit der Höhe des obigen Zylinders Fig. 104 von 6 Fuß, so erhalten wir $6 \times 35 = 210$ Pfund als das Gewicht der ganzen Säule AEFB.

Vergleichen wir nun mit dieser Säule eine eben so hohe, aber nur 4 Zoll im Durchmesser weite Röhre MOPN, Fig. 105, so wissen wir aus der Geometrie, daß die Kubikinhalte gleich hoher Zylinder sich verhalten, wie die Quadrate ihrer Durchmesser, daher sich das Quadrat von AB zum Quadrate von MN verhält, wie der Kubikinhalt von AEFB zum Kubikinhalte von MOPN. Da nun der Kubikinhalt von AEFB = 210 Pfund, und der von MOPN unbekannt $= x$ ist; das Quadrat von AB aber $= 144$, und das von MN nur 16 Quadratzoll beträgt; so ließe sich die unbekannte Größe x nach folgender Proportion finden:

$$144 : 16 = 210 : x$$

$$x \times 144 = 210 \times 16$$

$x = \frac{210 \times 16}{144} = 23\frac{48}{144}$ Pfund, als die Schwere des kleinen Zylinders MOPN, wo der Bruch allemahl hinwegbleiben kann; weil wir den Zylinderfuß ohnehin um etwas schwerer angenommen haben.

Aus der angeführten Berechnungsart läßt sich nun wieder eine bequeme Formel erhalten, nach der man die Schwere der zylindrischen Wassersäulen mit Leichtigkeit finden kann. Da die Zahl 210 aus der Multiplikation der Schwere eines Zylinder-Fußes mit der Höhe der Wassersäule besteht, und die Zahl 16 das Quadrat des Durchmessers ist, so kann man die gegebene Höhe $= H$ und das Quadrat des Durchmessers $= D^2$, dann die ganze Schwere der Wassersäule $=$ Schw. setzen, wodurch

$$\frac{H \times 35 \times D^2}{144} = \text{Schw. entsteht,}$$

welche Formel zeigt, daß, wenn man die Schwere was immer für einer Wassersäule wissen will, man die gegebene Höhe in Fußen mit der Zahl 35 und mit dem Quadrat des Durchmessers in Zollen multiplizíren, und das Produkt durch 144 dividiren soll, wo der Quotient die Schwere der Wassersäule in Pfunden gibt.

Setzt man nach der obigen Fig. 109 anstatt H die Zahl 6, und anstatt D^2 die Zahl 16; so hat man nach dieser Formel

$$\frac{6 \times 35 \times 16}{144} = 23\tfrac{48}{144} \text{ Pfund,}$$

welche Zahl ganz die nähmliche, wie oben ist.

Noch ein Beyspiel. Wie schwer wird eine Wassersäule von 20 Fuß Höhe, und 5 Zoll Durchmesser seyn? — Hier muß also nach der obigen Formel anstatt H die Zahl 20, und anstatt D^2 das Quadrat von 5, das ist die Zahl 25 gesetzt werden, wonach die Rechnung so steht:

$$\frac{20 \times 35 \times 25}{144} = 121 \text{ Pfund.}$$

Sollen die Rechnungen im Rheinischen Fußmaaße geführt werden, so darf man nur anstatt der Zahl 35, die Zahl 52 setzen, die die Schwere eines Rheinischen Zylinder-Fußes Wasser anzeigt, indem der Rheinische Kubikfuß 66 Pfund wiegt.

151. Außer der Schwere der Wassersäulen wird auch noch öfters die in denselben enthaltene Wassermasse nach dem Baierischen Getränkmaaße zu wissen verlangt, wozu wir die bey der Bewegung und dem Ausflusse des Wassers Seite 7. Nro. 57. angezeigte Formel $\frac{G \times D^2}{94} = M$ anwenden können; indem wir nur anstatt der Geschwindigkeit G, die Höhe des Zylinders H setzen dürfen, wonach wir

$$\frac{H \times D^2}{94} = M \text{ erhalten.}$$

Aus dieser Formel ersieht man, daß die Masse des in einer Röhre befindlichen Wassers im Baierischen Maßen erhalten wird, wenn man die Höhe der Röhre mit dem Quadrate des Durchmessers multiplizirt, und das Produkt durch die Zahl 94 dividirt.

Hat die Wassersäule eine Höhe von 3 Fuß $=36$ Zoll, und einen Durchmesser von 5 Zoll, so ist dessen Quadrat $5 \times 5 = 25$, daher $\frac{36 \times 25}{94} = 9{,}5 = 9\tfrac{1}{2}$ Maß. Diese beyden Formeln zur Berechnung der Schwere und zur Wasserausgabe, kommen bey der Berechnung der Pumpen beständig vor.

152. Bey größern Werken, wo das Wasser durch besondere Maschinen oder Wasserräder in die Höhe gehoben wird, und die in einem beständigen Gange erhalten werden sollen, muß außer der Schwere nothwendig auch auf die Geschwindigkeit der zu bewegenden Wassersäule Rücksicht genommen werden; weil die Kraft zum Aufheben des Wassers desto größer seyn muß, je größer die Geschwindigkeit der Bewegung ist, und weil bey einer größern Geschwindigkeit auch mehr Wasser zum Ausfluße kömmt. Stellen wir uns die oben Nro. 150 berechnete Wassersäule von 121 Pfund Schwere als in einer Röhre AB Fig. 106 vor, und denken uns eine andere CD von der nähmlichen Höhe und Dicke, die beyde mit einander in Verbindung stehen; so wird die Säule CD der von AB vollkommen das Gleichgewicht halten, aber das Wasser bey A noch nicht ausfließen. Verlängern wir aber die Wassersäule CD z. B. bis E, so wird sogleich der Ausfluß bey A erfolgen, und zwar mit einer so viel größern Geschwindigkeit, als die Säule ED an ihrer Höhe zunimmt. Wollen wir z. B. das Wasser bey A mit einer Geschwindigkeit von $1\tfrac{1}{2}$ Fuß in einer Sekunde laufen lassen; so fragt es sich, um wie vieles die Wassersäule von C bis gegen E müßte verlängert werden, um diese Geschwindigkeit hervorzubringen. In diesem Falle müßten wir also die Geschwindigkeit, die ein freyfallender Körper erhält, der von der Höhe C bis D gefallen ist, nach der Seite 5, Nro. 44 angezeigten Formel $G = \sqrt{H \times 66{,}78}$ suchen, und zu dieser die oben angegebene von $1\tfrac{1}{2}$ Fuß addiren, wodurch wir diejenige Geschwindigkeit erhalten, die uns die Höhe einer Wassersäule angibt, durch dessen Druck die verlangte Geschwindigkeit des Ausflusses bey A hervorgebracht werden kann. Behalten wir nun die in dem obigen Beyspiele angegebene Höhe von 20 Fuß bey; so ist $20 \times 66{,}78 = 1335{,}60$, und die Quadratwurzel von dieser Zahl $= 36{,}54 =$ der Geschwindigkeit in 1 Sekunde, zu der wir noch die obigen $1\tfrac{1}{2} = 1{,}5$ Fuß addiren müssen, wodurch 38,04 Fuß entstehen. Suchen wir die dieser Geschwindigkeit zugehörige Höhe nach der Formel $H = \frac{G^2}{66{,}78}$, so haben wir $\frac{38{,}04 \times 38{,}04}{66{,}78} = 21{,}66$ Fuß Höhe für diejenige Wassersäule, die die oben verlangte Geschwindigkeit hervorbringen würde.

153. Außer der für die Geschwindigkeit angenommenen Kraft muß auch noch die Friktion, welche der Kolben mit den Stiefelwänden hervorbringt, in Betrachtung gezogen werden. Diese richtet sich nach den verschiedenen Umständen, die bey den Stiefeln und Kolben vorkommen, daher sie nicht überall gleich groß in Rechnung gebracht werden kann. Betrachtet man bey einer Saugpumpe die Reibung des Kolbens im Aufwärtssteigen, so ist es eben diese Reibung, die die Luft aus der Saugröhre hebt, und dadurch der atmosphärischen Luft das Uebergewicht verschaft, die dann die untere Wassersäule zum Steigen bringt, für welche die ganze Schwere der untern Wassersäule in Rechnung kömmt. Was die Reibung betrifft, die durch das über den Kolben in der Steigröhre befindliche Wasser verursacht wird, so ist nicht zu läugnen, daß bey Sturzliederungen, wie bey dem Kolben Fig. 91, das Leder oben durch die darauf drückende Wassersäule desto stärker an die Stiefelwände gedrückt wird, je höher die darüberstehende Wassersäule ist. Bey der Scheibenliederung, wie am Kolben, Fig. 94, kann jedoch dieser Druck nicht so groß seyn, weil hier die Wassersäule nur senkrecht auf den Kolben wirkt, und denselben nicht an den Stiefel drücken kann. Eine größere Reibung entsteht vielleicht noch bey dem Durchfluße des Wassers durch die Ventilöffnung der Saugröhre, die aber durch das Uebergewicht der atmosphärischen Luft hinreichend überwältiget wird. Nimmt man daher noch auf die Reibung des Wassers an den Wänden der Röhren, und auf die Kraft Rücksicht, die zur Bewegung der jedesmahl stillstehenden Wassermassen nöthig ist; so könnte man vielleicht, um alle diese Hindernisse zu überwältigen, bey hölzernen Röhren und schlechten Stiefeln mit dem siebenten, und bey gutgebohrten Stiefeln von Eisen oder Messing mit den neunten bis zehnten Theil der Höhe der gegebenen Wassersäule ausreichen, welches also auf die jedesmahligen Umstände ankömmt.

Nach dieser Voraussetzung würde nach unserm obigen Beyspiele, wo die Last eine 5 Zoll dicke, und 20 Fuß hohe Wassersäule beträgt, der zehnte Theil der Höhe 2 Fuß ausmachen, die zu der obigen Säule der Kraft von 21,66 Fuß addirt, eine 23,66 Fuß hohe Wassersäule geben. Sucht man hievon die Schwere nach der oben Nro. 150 angezeigten Formel, so erhält man 143 Pfund als die Kraft, mit welcher die obige Wassersäule von 20 Fuß Höhe und 5 Zoll Durchmesser, mit einer Geschwindigkeit von 18 Zoll in 1 Sekunde, zum Ausguß gebracht werden kann.

154. Die Menge des Wassers, welches bey jedem Kolbenhub durch ein Saug- und Hebewerk ausgegossen wird, besteht aus einem Wasser-Zylinder von der Höhe des Hubes multiplizirt mit der Durchschnitts-Fläche des Stiefels. Nehmen wir in unserm Beyspiele die Höhe des Hubs zu $1\tfrac{1}{2}$ Fuß, und behalten den obigen Durchmesser des Stiefels zu 5 Zoll; so ist sein Quadrat $5 \times 5 = 25$, und die Höhe $= 1\tfrac{1}{2}$ Fuß $= 18$ Zoll, daher die Wasserausgabe, nach der Nro. 150 gezeigten Formel $\frac{H \times D^2}{94} = \frac{18 \times 25}{94} = 4{,}7$ Maß.

Braucht nun der Kolben zum Auf- und Niedergehen, oder zu Einem Kolbenspiele 2 Sekunden, so muß, wenn man die Ausgabe des Wassers für 1 Minute wissen will, die obige Zahl von 4,7 mit 30 multiplizirt werden, wodurch man 141 Maß für 1 Minute erhält.

155. Bey dieser Berechnung muß jedoch bemerkt werden, daß, da bey dem Niedergange des Kolbens immer einiges Wasser durch die Ventil-Oeffnung in die Saugröhre zurück tritt, ehe sich das Ventil schließen kann, man auch die volle oben berechnete Ausgabe nicht erwarten darf. Ueberhaupt zeigt die Erfahrung, daß auch bey sehr gut eingerichteten Werken der Verlust allemahl wenigstens $\tfrac{1}{5}$, und bey etwas abgenutzten Kolben wohl gar $\tfrac{1}{4}$ der berechneten Wasserausgabe beträgt, daher auch von der obigen Zahl $\tfrac{1}{5}$ abgezogen werden muß, wodurch die wahre Ausgabe von 113 Maß in 1 Minute übrig bleibt.

156. In dem obigen Beyspiele wurde zugleich vorausgesetzt, daß die Aufsatzröhren die nähmliche Weite wie die Stiefel haben; weil sonst, wenn die Röhren ober dem Stiefel enger würden, das Wasser eine größere Geschwindigkeit als die des Stiefels, erhalten müßte, wozu auch mehr Kraft vonnöthen wäre. Das Verhältniß der Saugröhre zu dem Stiefel darf eben nicht ängstlich gesucht werden; weil der Erfahrung gemäß auch etwas weitere Saugröhren, als die oben angezeigten, gute Dienste leisten, und bey etwas engern die atmosphärische Luft doch eine hinreichende Kraft besitzt, das Wasser mit der gehörigen Geschwindigkeit empor zu treiben.

157. Die Kraft zum Niederdrücken des Kolbens in den Stiefel ist, wie sich leicht einsehen läßt, bey weitem geringer, als die zum Aufziehen desselben; indem sich der Kolben nur durch das Wasser drängen, und die Friktion beym Abwärtsgehen überwinden darf, zu welcher noch die größere oder geringere Geschwindigkeit

kömmt, mit welcher sich das Wasser durch das Ventil drängen muß. In manchen Fällen, wo die Weite des Stiefels nicht bedeutend, und das Gewicht der Kolbenstange etwas beträchtlich ist, fällt der Kolben wohl von selbst zurück, wogegen bey etwas großen Kolben doch eine ziemliche Kraft angewendet werden muß, die man hier nicht ganz unbeachtet lassen kann. Diese Kraft wied desto größer seyn müssen, je größer der Durchmesser des Kolbens, und je größer die Geschwindigkeit desselben ist. Diese Letztere ist bey Werken, die durch Wasserräder getrieben werden, gewöhnlich zwischen 9 bis 12 Zoll in 1 Sekunde, und kann also zwischen diesem 3 Zoll weiten Raume keine gar bedeutende Veränderung bewirken; wo hingegen der Unterschied der Wirkung des Kolbens von 4 bis 12 Zoll weit bedeutender seyn, und sich wie die Quadrate der Durchmesser verhalten muß. Das unbestimmteste, und zugleich bedeutendste Hinderniß ist aber, wegen den verschiedenen Einrichtungen der Kolben, die Friktion, die ebenfalls mit der Größe des Durchmessers sich vermehren und vermindern muß; weil sich mit diesem die Höhe des Kolbens, und dadurch auch die um denselben befindliche Friktions-Fläche vergrößert. Wüßte man nun das Gewicht, welches nöthig ist, um einen Kolben nach einem bestimmten Durchmesser mit einer Geschwindigkeit von 9 bis 12 Zoll abwärts zu treiben, so könnte man auch, wenn man das obige Verhältniß der Quadrate der Durchmesser annähme, leicht die Kraft für die Ueberwindung aller übrigen Kolben von verschiedener Größe angeben, wobey die Geschwindigkeit als eine Mittlere zwischen 9 und 12 Zoll als beständig, und die Ventil-Oeffnung der Kolben nach einer verhältnißmäßigen Weite angenommen werden müßte.

Durch einen Versuch, den ich mit Herrn Bauwerkmeister Zimmermann veranstaltete, fand ich, daß der mit einer Sturzliederung versehene Kolben in einer 4 Zoll weiten Röhre zu seinem Niedergange mit der Geschwindigkeit von 10 bis 12 Zoll in 1 Sekunde eine Schwere von ungefähr 6 Pfund nöthig hatte. Die Kolbenstange war dabey von einer solchen Schwere, daß sie mit dem Wasser ungefähr im Gleichgewichte stand. Nach dieser Erfahrung würde sich also auch die Kraft zum Niederdrücken für einen Kolben, z. B. von 10 Zoll Breite, nach dem obigen Verhältniße der Quadrate der Durchmesser finden lassen. Es wäre nähmlich das Quadrat von 4, das ist 16, zum Quadrate von $10 = 100$, wie die Schwere von 6 Pfund zu x, oder zu der Schwere, welche nöthig ist, den obigen Kolben von 10 Zoll Durchmesser niederzudrücken, welches Verhältniß so angesetzt würde: $16 : 100 = 6 : x$, und $x = \frac{100 \times 6}{16} = 37\frac{1}{2}$ Pfund.

Hieraus ließe sich also eine leichte Formel konstruiren, nach welcher, wenn der Durchmesser irgend eines Kolbens oder Stiefels gegeben würde, die Kraft zum Niederdrücken desselben leicht bestimmt werden könnte. Nennt man nähmlich die Kraft K, und das Quadrat des Durchmessers D^2, so hat man $K = \frac{D^2 \times 6}{16}$, welches anzeigt, daß die Kraft zum Niederdrücken eines Kolbens erhalten werde, wenn das Quadrat des Durchmessers mit der Zahl 6 multiplizirt, und das Produkt durch die Zahl 16 dividirt wird, wo der Quotient die Kraft in Baierischen Pfunden anzeigt. Sucht man z. B. die Kraft zum Niederdrücken für einen Kolben von 7 Zoll Durchmesser, so ist das Quadrat desselben $= 49$, und daher $\frac{49 \times 6}{16} = 18\frac{3}{8}$ Pfund. — Hier ist freylich auf das Wasser ober dem Kolben keine Rücksicht genommen, von welchem ich auch glaube, daß dasselbe fast gar keinen Einfluß habe; indem das Wasser unter und ober dem Stiefel sich das Gleichgewicht hält, und der Kolben in demselben gleichsam nur als schwimmend betrachtet werden kann, wobey also nur die Friktion an den Stiefelwänden, und der Wiederstand beym Durchdringen des Wassers durch das Ventil in Betracht kömmt.

Wäre die Geschwindigkeit einer Maschine bedeutend größer, so könnte auch bey der Berechnung die Zahl 6 nach Verhältniß vergrößert werden. Die höchste Geschwindigkeit für 1 Sekunde soll jedoch nie über 2 Fuß, und die kleinste nicht leicht unter 9 Zoll betragen; weil im ersten Falle sich die Maschine zu bald abnützen, und im letztern das Wasser zu viel durchsickern würde, wenn die Kolben einmahl nicht mehr ordentlich schließen sollten, wodurch die Wasser-Ausgabe gar zu gering ausfallen dürfte. Bey Wasserrädern kömmt eine so große Geschwindigkeit, wie die erste ist, fast nie vor, wenn man dieselbe nicht besonders durch Vorgerichte, wie Fig. 107, beabsichtigen will, welches jedoch nur sehr selten geschieht. Eben so könnte auch die Zahl 6 verändert werden, wenn anstatt der Sturzliederung beym Kolben die Scheibenliederung gewählt würde, besonders wenn diese neu wäre, und mit einer etwas beträchtlichen Geschwindigkeit in Verbindung stünde, wo anstatt der Zahl 6 die Zahl 8 zu nehmen vielleicht besser wäre, so daß sich die Kraft nach den jedesmahligen Umständen richten würde.

158. Da nun die Kraft zum Niederdrücken des Kolbens so sehr gering gegen der Kraft des Hubes ist, so geht durch Zusammensetzung zweyer Saugpumpen ein sehr wesentlicher Vortheil hervor, wodurch nähmlich durch die Vermehrung einer nicht sehr bedeutenden Kraft eine doppelte Wirkung hervorgebracht werden kann. In Fig. 108 sieht man die Zeichnung eines solchen Werkes, wo A und B die beyden Steigröhren, O den festen Punkt, um den sich der Hebel OC bewegt, und CD die Zugstange bedeutet, die durch die Kraft des Wasserrades den Hebel OC in Bewegung setzt. Bey E sind die Gußmündungen, die das Wasser in den Kessel der Fallröhre FG ausschütten, von der dasselbe vermittelst der Leitröhren L an den Ort gebracht wird, wo es zum Gebrauch wieder aufwärts steigen kann. — Fig. 109 zeigt den Grundriß des vorhergehenden Werkes. R ist das Wasserrad, C die Kurbel, und D die Zugstange, DO der Hebel, womit die Welle OM und dadurch die beyden Hebel A und B in Bewegung gesetzt werden. Verlängert man die Welle OM, so können noch ein Paar Hebel wie A und B angebracht, und dadurch vier Pumpen in Bewegung gesetzt werden. Da sich nun auch auf der entgegengesetzten Seite des Wasserrades P eine Kurbel mit der nähmlichen Zahl von Pumpen anbringen läßt, so kann dadurch, wenn dieses Rad Kraft genug hat, eine bedeutende Menge Wassers emporgehoben, und dabey die sonst so kostspieligen doppelten und dreyfachen Kurbeln vermieden werden. Die Kosten eines solchen Werkes können nicht sehr bedeutend seyn, weil alles aus Holz verfertigt werden kann, und nur die Stiefelröhren mit Messing gefüttert werden dürfen, wodurch auch eine ziemliche Dauer des Ganzen erzielt wird.

159. In den bisherigen Beyspielen haben wir die Weite der Röhren als bekannt angenommen, nach welcher sodann die Kraft zum Aufwärtstreiben erst bestimmt werden mußte. Ist aber die Kraft bekannt, mit der das Wasser auf eine bestimmte Höhe getrieben werden soll; so fragt es sich, wie weit die Röhren seyn müssen, damit die aufwärts zu treibende Wassersäule als Last, der gegebenen Kraft angemessen seye. Nennt man die in Pfunden gegebene Kraft K, die Höhe der Wassersäule, die dieser Kraft gleich seyn muß, H, und das Quadrat des Durchmessers, welches gesucht werden soll, D^2, und bedenkt, daß 44 Pfund gleich der Schwere eines Kubikfußes, oder 1728 Kubikzollen gleich sind; so findet folgende Proportion statt:

$$44 : 1728 = K : x,$$

wo x einsweilen diejenige Wassersäule bedeutet, von der man das Quadrat des Durchmessers finden will, und die die Last zu der obigen Kraft K ausdrückt. Da diese Säule aus der Grundfläche, die eine Kreisfläche ist, und sich zu D^2 wie 113 zu 144, oder kürzer, wie 11 zu $14 = \frac{11}{14}$ verhält, und aus der Höhe H besteht, diese Höhe aber in Zollen in Rechnung gebracht, also $H \times 12$ gesetzt werden muß; so ist diese Säule $= \frac{D^2 \times H \times 12 \times 11}{14}$. Setzt man daher anstatt x diese gleichbedeutende Wassersäule, so wird sich die obige Proportion in folgende verändern:

$$44 : 1728 = K : \frac{D^2 \times H \times 12 \times 11}{14},$$

und wenn die Produkte der äußern und innern Glieder mit einander multiplizirt werden,

$$\frac{D^2 \times H \times 12 \times 11 \times 44}{14} = K \times 1728.$$

Da wir nun D^2 allein suchen, so müssen die damit verbundenen Größen unter das gegenüberstehende Produkt gesetzt, und der obere Theil mit der Zahl 14 multiplizirt werden, wodurch

$$D^2 = \frac{K \times 1728 \times 14}{H \times 12 \times 44 \times 11}$$

entsteht. Dividirt man die obere und untere Reihe zuerst durch 12, und dann durch 4; so hat man

$$D^2 = \frac{K \times 36 \times 14}{H \times 11 \times 11}.$$

Werden die obern und untern Zahlen wirklich miteinander multiplizirt, so verwandelt sich das Ganze in

$$D^2 = \frac{K \times 504}{H \times 121},$$

welches eine bequeme Formel gibt, das verlangte Quadrat des Durchmessers zu erhalten. Sie zeigt nähmlich an, daß man die gegebene Kraft K in Pfunden mit der Zahl 504 multipliziren, und dieses Produkt durch das, welches aus der in Fußen gegebenen Höhe H multiplizirt mit 121 entsteht, dividiren müsse, wo der Quotient das Quadrat des Durchmessers gibt, aus dem, um den Durchmesser selbst zu erhalten, die Quadratwurzel ausgezogen werden muß.

Haben wir nun z. B. eine Kraft von 60 Pfund, und eine Höhe, auf welche das Wasser soll getrieben werden, von 20 Fuß; so kann in der Formel anstatt K die Zahl 60, und anstatt H die Zahl 20 gesetzt werden, wo $D^2 = \frac{60 \times 504}{20 \times 121}$ erscheint. Wird die Multiplikation und Division wirklich vorgenommen, so hat man 12,49 Quadratzoll, als das Quadrat des Durchmessers, und nach ausgezogener Quadratwurzel 3,5 Zoll für den wirklichen Durchmesser der Röhre. Weil aber bey der Ausführung eines Werkes auch auf die Geschwindigkeit, und auf die Reibung Rücksicht genommen werden muß, so kann man der Röhre 3 Zoll und ungefähr 2 Linien Weite Dez. M. geben, die übrigen 3 Linien aber zur Unberwindung der obigen Hinderniße anwenden.

Um die Richtigkeit dieser Rechnung zu erfahren, kann man nach der früher angegebenen Formel $\frac{H \times 35 \times D^2}{144}$ die Schwere einer Wassersäule suchen, die 20 Fuß Höhe, und 3,5 Zoll Durchmesser hält, wovon das Quadrat nach der obigen Rechnung 12,49 Quadratzoll ist. Man hat also $\frac{20 \times 35 \times 12{,}49}{144} = 60$ Pfund Kraft, wie sie oben gegeben wurde, welches den Beweis der Richtigkeit der frühern Rechnung gibt.

160. Durch das bisherige Verfahren sind wir zwar versichert, daß das Wasser auf 20 Fuß Höhe kann erhoben werden; allein die Wassermenge für jede Sekunde läßt sich dadurch noch nicht bestimmen; weil uns die Geschwindigkeit des Kolbens noch unbekannt ist. Um diese zu erfahren, müssen wir zuvor die Schwere der oben angenommenen 20 Fuß hohen, und 3,2 Zoll im Durchmesser haltenden Wassersäule nach der bereits bekannten Formel suchen. Da das Quadrat des Durchmessers = 10,24 Quadratzoll beträgt, so hat man $\frac{20 \times 35 \times 10.24}{144} = 49$ Pfund, werden diese 49 Pfund von der Kraft = 60 Pfund abgezogen, so bleiben für die Geschwindigkeit, und die Ueberwindung der Friktion noch 11 Pfund übrig. Sucht man die Höhe der Wassersäule, die mit diesem Ueberschusse im Gleichgewichte steht, so kann dieselbe durch folgende Proportion gefunden werden: 60 Pfund : 20′ = 11 Pf. : x, und $x = \frac{20 \times 11}{60} = 3,6$ Fuß. — Werden diese 3,6 Fuß Höhe zu den obigen 20 Fuß addirt, so erhält man eine Wassersäule von 23,6 Fuß, welche die von 20 Fuß mit einer gewissen Geschwindigkeit überwältigen wird, die erst noch ausfindig gemacht werden muß.

Zur Ueberwindung der Friktion bey der Emporhebung der 20 Fuß hohen Wassersäule braucht man den zehnten Theil derselben, das ist 2 Fuß; daher uns von den obigen 3 Fuß noch 1,6 Fuß für die Geschwindigkeit übrig bleibt, wodurch wir für die Kraft eine 21,6 Fuß hohe Säule erhalten. Sucht man nun die beyden Geschwindigkeiten von 20 und 21,6 Fuß nach der Seite 5. Nro. 44. angezeigten Formel, so erhält man für die erste 36,5, und für die zweyte 37,9 Fuß, und nach Abzug der erstern von der zweyten 1,4 Fuß, als die Geschwindigkeit des Kolbens für 1 Sekunde, die im zwölftheiligen Maaße etwas über 16 Zoll ausmachen.

Da nun die Geschwindigkeit bekannt ist, die wir zugleich als die Höhe des Kolbenhubes annehmen wollen, so brauchen wir nur nach der bereits bekannten Formel, $\frac{H \times D^2}{94} = M$, das obige Quadrat des Durchmessers = 10,24 Zoll mit der Höhe dieses Hubes = 16 Zoll zu multipliziren, und das erhaltene Produkt durch 94 zu dividiren, wodurch wir $\frac{10.24 \times 16}{94} = 1,7$ Maß für 1 Kolbenzug erhalten. Braucht der Kolben zum Auf- und Niedergehen 2 Sekunden, so gibt dieß in 1 Minute oder 60 Sekunden 30 Kolbenspielungen, daher die obige Zahl von Maßen mit 30 multiplizirt werden muß, wodurch 51 Maß für 1 Minute entstehen, wovon aber nach den bereits oben gemachten Bemerkungen $\frac{1}{5}$ abgezogen werden muß. — Wird die Anzahl der Kolbenspielungen in 1 Minute gleich mit dem Quadrate des Durchmessers und mit der Höhe des Hubes multiplizirt, und dann erst das ganze Produkt mit 94 dividirt, so hat man $\frac{10.24 \times 16 \times 30}{94} = 51$ Maß, welche Rechnungsart bequemer ist, und die Anzahl von Maßen gleich für 1 Minute gibt.

161. Wäre in der obigen Formel $D^2 = \frac{K \times 504}{H \times 121}$ die Kraft in Pfunden, und der Durchmesser in Zollen bekannt, und man wollte die Höhe wissen, auf welche sich das Wasser treiben läßt, so ändert sich die Formel in folgende:

$$H = \frac{K \times 504}{D^2 \times 121}$$ wo D^2 anstatt H zu stehen kömmt.

Diese Formel zeigt an, daß man die Höhe erhalten könnte, wenn man die gegebene Kraft mit der Zahl 504 multiplizirt, und dieses Produkt durch die Zahl, welche aus der Multiplikation des Durchmesser-Quadrats mit der Zahl 121 entsteht, dividirt. Haben wir nach dem obigen Beyspiele eine Kraft von 60 Pfund, und einem Durchmesser von 3,5 Dez. Zoll, setzen dann in die obige Formel anstatt K die Zahl 60, und anstatt D^2 die Zahl $3,5 \times 3,5 = 12,25$, so ist $60 \times 504 = 30240$, und $12,25 \times 121 = 1482$ und $\frac{30240}{1482} = 20$, als die Höhe, auf welche das Wasser durch die obige Kraft von 60 Pfund und den Durchmesser des Stiefels zu $3\frac{1}{2}$ Zoll getrieben werden kann. Dabey müßte aber erst diejenige Höhe von dieser Wassersäule abgezogen werden, die für die Geschwindigkeit, und die Friktion verwendet werden müßte, anstatt welcher man nach dem obigen Beyspiele den Durchmesser des Stiefels etwas kleiner annehmen, und daher die oben gefundenen 3″, 2‴ Dez. Maaß beybehalten könnte.

Wollte man die erste Formel $D^2 = \frac{K \times 504}{H \times 121}$, im Rheinischen Maaße anwenden, wo der Kubikfuß 66 Pfund wiegt, so wäre $D^2 = \frac{K \times 1728 \times 14}{H \times 12 \times 66 \times 11}$, und wenn diese Zahl anfangs mit 12 und dann mit 6 dividirt würde, $D^2 = \frac{K \times 336}{H \times 121}$, wodurch man das Quadrat des Durchmessers nach dem Rheinischen Fußmaaße erhalten würde. Die zweyte Formel, wodurch die Höhe gefunden wird, wäre $H = \frac{K \times 336}{D^2 \times 121}$, wo der Quotient die Höhe, auf welche das Wasser könnte getrieben werden, im Rheinischen Fußmaaße anzeigt.

162. Bey der Berechnung der Schwere einer Wassersäule wird bloß auf die senkrechte Höhe, und nicht auf die schiefe Lage derselben, nach welcher das Wasser öfters über Berge geleitet wird, Rücksicht genommen; so daß jedesmahl die Durchschnitts-Fläche mit der senkrechten Höhe den Kubikinhalt und die Schwere des Wassers gibt, die Röhre mag eine Wendung annehmen, welche sie will. Dessen ungeachtet ist nicht zu läugnen, daß die Wassersäule bey einem längern Wege, den sie über schiefe Flächen machen muß, auch mehrern Hindernissen und einer größern Friktion ausgesetzt sey, daher, wenn es sich thun läßt, die senkrechte Lage doch allemahl der schiefen vorgezogen werden soll.

Von den Druckpumpen.

163. Diese bestehen aus einem Stiefel AB Fig. 110, der mit einem Seitenrohr verbunden ist, wovon GH die Gurgel, und ST die Steigröhre genannt wird. Der Stiefel steht zum Theil mit seinem Ventile V unter Wasser; das zweyte Ventil aber bey U befindet sich gewöhnlich am Anfange der Steigröhre, so, daß, wenn der Kolben aufgezogen wird, sich das Ventil V erhebt, und das Wasser in den Stiefel läßt, während sich das Ventil bey U zuschließt. Wird hingegen der Kolben niedergedrückt, so schließt sich das Ventil V, und das bey U öffnet sich, wo die durch den Kolben gepreßte Wassermasse durch die Gurgel in die Steigröhre fließt, nach welchem sich das Ventil U beym Zurückgange des Stiefels wieder schließt, und den in das Steigrohr gedrungenen Wasser den Rückweg versperrt. Das Wasser wird also hier vorzüglich durch den Druck des Kolbens aufwärts gefördert, wo das Saugen nur wenig im Betracht kömmt.

164. Es ist leicht einzusehen, daß, wenn die aufsteigende Wassermasse im Gleichgewichte soll erhalten werden, eine eben so hohe Wassersäule als Kraft erfordert werde, als die, auf welche das Wasser soll getrieben werden, und daß also, wenn der Kolben sich über der Gurgel befindet, derselbe bey offenen Ventile U, eine Last zu tragen habe, die gleich dem Produkte ist, welches entsteht, wenn die Grundfläche des Kolbens mit der Höhe dieser Säule multiplizirt wird. Um also die Schwere einer solchen Säule zu finden, können wir wieder eben so verfahren, und die nähmlichen Formeln anwenden, die wir oben bey den Saugpumpen gebraucht haben.

165. Was die Geschwindigkeit betrifft, mit welcher das Wasser auf die gegebene Höhe getrieben werden soll, so muß man auch hier wieder die Wassersäule der Kraft um so vieles erhöhen, als es nöthig ist, die verlangte Geschwindigkeit hervorzubringen, welches auf die nähmliche Art, wie bey den Saugpumpen geschehen kann. Man sucht nähmlich wieder diejenige Geschwindigkeit, die ein frey fallender Körper erhalten würde, wenn er von der gegebenen Höhe, auf welche das Wasser soll getrieben werden, herunter gefallen wäre; zu dieser Geschwindigkeit addirt man diejenige, die man dem Kolben in 1 Sekunde geben will, und sucht die Höhe, die der Summe dieser Geschwindigkeit zukömmt, welche wieder diejenige Wassersäule gibt, die im Stande ist, die Gegebene mit der verlangten Geschwindigkeit aufwärts zu treiben.

166. Eben so muß auch auf die Friktion, und auf diejenigen Hinderniße Rücksicht genommen werden, die sich dem Wasser beym Durchfließen durch die Röhren entgegensetzen, zu deren Ueberwältigung wir oben bey den Saugpumpen den zehnten Theil der gegebenen Höhe genommen haben. Da das Wasser bey Druckpumpen eine ganz andere Richtung erhalten, und mit Gewalt durch die Gurgelröhre und das Ventil U getrieben werden muß, so glaube ich, daß man hier den neunten Theil der gegebenen Höhe annehmen könnte, wodurch wir also, wenn dieser Theil zu den obigen für das Gleichgewicht und die Geschwindigkeit bestimmten, addirt würde, eine Wassersäule erhalten würde, die im Stande wäre, das Wasser mit Ueberwindung aller Hindernisse, und mit der gegebenen Geschwindigkeit auf die verlangte Höhe zu treiben. Sucht man die Schwere dieser Wassersäule nach der oben gezeigten Formel, so erhält man dasjenige Gewicht, welches die Kraft haben muß, die oben verlangte Wirkung hervorzubringen. Das ganze Verfahren wollen wir noch einmahl durch ein Beyspiel erläutern.

167. Es soll durch ein Druckwerk, wovon der Stiefel und die Steigröhre 5 Zoll Weite haben, das Wasser auf eine Höhe von 48 Fuß mit einer Geschwindigkeit von 10 Zoll in 1 Sekunde getrieben werden, wie viel Kraft wird dazu nöthig seyn?

Wir haben also für das Gleichgewicht der obigen Höhe ebenfalls eine Säule von 48 Fuß nöthig. Suchen wir nun diejenige Geschwindigkeit, die ein Körper, wenn er von einer Höhe von 48 Fuß herunter fällt, erhalten würde, so hat man $\sqrt{66,7 \times 48} = 56,5$ Fuß Geschwindigkeit in 1 Sekunde. Zu dieser die gegebene Geschwindigkeit von 10 Zoll = 8″, 3‴ Zoll Dez. Maaß addirt, gibt 57,33 Fuß. Sucht man für diese Geschwindigkeit die Höhe des Falls, so hat man nach der bey dem freyen Falle der Körper angezeigten Formel $\frac{57.33 \times 57.33}{66.7} = 49,2$ Fuß. Nimmt man nun zur Ueberwindung der Friktion, und der übrigen Hindernisse, den neunten Theil der ganzen Höhe von 48 Fuß; so gibt dieß 5,3 Fuß, die zu den obigen 49,2 addirt, 54,5 Fuß ausmachen, anstatt welchen wir 55 Fuß annehmen wollen. Sucht man die Schwere dieser Säule nach der obigen Formel $\frac{H \times 35 \times D^2}{144}$, so hat man $\frac{55 \times 35 \times 25}{144} = 334$ Pfund als die Kraft, die eine Wassersäule von 48 Fuß Höhe, und 5 Zoll Dicke mit einer Geschwindigkeit von 10 Zoll in 1 Sekunde empor treiben wird.

168. Bey diesem Beyspiele wurde die Weite der Saugröhre gleich der Weite des Stiefels angenommen; wäre dieß nicht der Fall, so müßte man entweder die Kraft um vieles vermehren, wenn man in der nähmlichen Zeit eine gleich große Wassermasse aufwärts treiben wollte, oder man müßte die Zeit verlängern, und also weniger Geschwindigkeit, daher auch weniger Wasser in 1 Minute erhalten. Um den Unterschied, der hier durch die Verengung der Auffsatzröhren an der Kraft entsteht, zu sehen, wollen wir setzen, der Durchmesser des Stiefels AB Fig. 111, sey noch einmahl so groß, als der Durchmesser der Steigröhre CD; so ist es sicher, daß die Geschwindigkeit des Wassers bey CD größer seyn müsse, als die bey AB, und zwar im verkehrten Verhältnisse, wie die Quadrate ihrer Durchmesser; das ist, wenn der Durchmesser CD um die Hälfte kleiner wird, als der große AB, die Kraft in diesem Falle viermahl größer werden muß.

Nennt man daher die größere Geschwindigkeit in der kleinen Röhre G, und die kleinere in den Stiefel g, dann den größern Durchmesser D, und den kleinern d, so haben wir folgende Proportion: $G : g = D^2 : d^2$. Erheben wir die ganze Gleichung zum Quadrat, so ist $G^2 : g^2 = D^4 : d^4$. Da nun auch diejenigen Kräfte, die dem Wasser die Geschwindigkeiten geben, sich verhalten, wie die Quadrate dieser Geschwindigkeiten; so haben wir, wenn die größere Kraft K, und die kleine k heißt: $K : k = G^2 : g^2$. Setzen wir aus der obigen Proportion anstatt $G^2 : g^2$, die gleichen Glieder $K : k$; so haben wir $K : k = D^4 : d^4$, welches anzeigt, daß die angewendeten Kräfte mit der vierfachen Potenz der Durchmesser AB und CD im verkehrten Verhältnisse stehen. Hat also der größere Durchmesser AB 4 Zoll, und der kleinere CD 2 Zoll, oder stehen sie im Verhältnisse wie 2 : 1, und erhebt man beyde zur vierten Potenz, das ist, multiplizirt beyde Zahlen mit sich selbst, und das Produkt noch einmahl mit sich selbst, so hat man bey der ersten Zahl $2 \times 2 = 4$, und $4 \times 4 = 16$, und bey der zweyten Zahl $1 \times 1 = 1$, und $1 \times 1 = 1$, also das Verhältniß wie 1 zu 16; und da dieses Verhältniß verkehrt genommen werden muß, so ist die Kraft bey den kleinen Durchmesser 16 Pfund, wenn sie bey dem größern 1 Pfund beträgt.

Will man nun in jedem Falle die Kraft wissen, die für kleinere Steigröhren als der Stiefel ist, zum Auswärtstreiben des Wassers mit der nähmlichen Geschwindigkeit, wie bey gleichweitem Röhren, nöthig wird; so sind gewöhnlich die beyden Durchmesser D und d sammt der Kraft k, die das Wasser in gleichweiten Röhren überwältigen würde, schon bekannt, daher nur die größere Kraft K, für die kleinere Steigröhre noch zu suchen übrig bleibt. Wir haben also in der obigen Formel $K : k = D^4 : d^4$, und $d^4 \times K = D^4 \times k$. Sucht man die Kraft K, so ist $K = \frac{D^4 \times k}{d^4}$; das ist: Die größere Kraft, welche für engere Steigröhren nöthig wird, erhält man, wenn man den Durchmesser des Stiefels zur vierten Potenz erhebt, diesen mit der bekannten Kraft multiplizirt, und durch die vierte Potenz des Durchmessers der Steigröhre dividirt. Ist also die Weite des Stiefels 5 Zoll, und die der Steigröhre 3 Zoll, dann die Kraft für gleichweite Röhren $= 60$ Pfund; so hat man $5 \times 5 = 25$, und $25 \times 25 = 625$; dann $3 \times 3 = 9$, und $9 \times 9 = 81$; und daher $\frac{625 \times 60}{81} = 462$ Pfund, gleich der Kraft, die in diesem Falle nöthig wird, wenn man in der nähmlichen Zeit eine gleich große Wassermasse, wie mit gleich weiten Röhren, empor heben will.

169. Wäre die Kraft, das Wasser mit einer eben so großen Geschwindigkeit aufwärts zu treiben, nicht vorhanden, und man wollte die Kosten für so weite Steigröhren nicht verwenden; so müßte das Werk nothwendig langsamer gehen, und also auch in der nähmlichen Zeit weniger Wasser aufwärts fördern. In diesem Falle stehen die Zeiten mit dem Quadraten der Durchmesser im verkehrten Verhältniße, so, daß je kleiner der Durchmesser der Steigröhre wird, je größer die Zeit zum Aufwärtstreiben einer gleich großen Wassermasse werden muß. Könnte also eine Kraft mit gleich weiten Röhren eine gewisse Wassermasse in 3 Sekunden aufwärts fördern, so würde dieselbe bey einer um die Hälfte kleinern Steigröhre 12 Sekunden, also eine viermahl längere Zeit nöthig haben. Nennt man wieder die beyden Durchmesser D und d, und die beyden Zeiten Z und z, so hat man $Z : z = D^2 : d^2$, und $d^2 \times Z = D^2 \times z$. Da nun die größere Zeit Z gesucht werden muß, so ist $Z = \frac{D^2 \times z}{d^2}$; das ist: Man erhält die Zeit, welche für engere Steigröhren nöthig ist, wenn man das Quadrat vom Durchmesser des Stiefels mit der gegebenen Zeit für gleichweite Röhren multiplizirt, und das Produkt durch das Quadrat des Durchmessers der Steigröhre dividirt. — Hält der Durchmesser des Stiefels 6 Zoll, und der der Steigröhre 4 Zoll, dann die Zeit für gleichweite Röhren 2 Sekunden, so ist $\frac{36 \times 2}{16} = 4\frac{1}{2}$ Sekunde als die Zeit, welche nothwendig wird, eine eben so große Wassermasse, wie mit gleichweiten Röhren, aufwärts zu treiben; daher die Wasserausgabe um eben so viel abnehmen müßte, als die Zeit zunimmt.

Bey den meisten Druckwerken, die mit Wasserrädern getrieben werden, ist gewöhnlich die Kraft so groß, daß sie die obigen Hindernisse, die ihr durch engere Steigröhren in den Weg gesetzt werden, mit einem geringen Verlust an Zeit hinlänglich zu überwältigen im Stande sind, daher man in diesen Fällen die engern und minder kostspieligen Steigröhren wohl beybehalten kann. Wäre aber die Kraft eben nicht gar groß, wie bey Maschinen, die durch Menschen und Thiere getrieben werden, so müßte auch nothwendig auf die obigen Verhältnisse eine genauere Rücksicht genommen werden.

170. Die Kraft zum Aufziehen des Kolbens ist bey Druckwerken sehr gering, und richtet sich bloß nach der Höhe des Hubes, wo der Kolben eine eben so hohe Wassersäule tragen muß. Da die Steigung nicht viel über 2 Fuß betragen kann, so ist das Gewicht einer gleich hohen Wassersäule eben nicht beträchtlich, und läßt sich leicht durch die bereits mehrmahls gezeigte Berechnung finden, wo man die Geschwindigkeit, und das Reiben des Kolbens größtentheils außer Acht lassen kann; indem eben diese Reibung die Kraft ausmacht, durch welche die Wassersäule aufwärts gezogen wird, wobey die atmosphärische Luft durch ihren Druck die nöthige Geschwindigkeit hervorbringt. Aus dieser Ursache ist es auch ungemein vortheilhaft, wenn man zwey Druckpumpen zugleich anlegt, wo wechselsweise der Kolben bey einer aufgezogen wird, während er bey der andern niedergeht. Auf diese Art bleibt die Kraft immer gleichförmig, und darf nur um das geringe Gewicht der beym Aufziehen des Kolbens gehobenen Wassersäule vermehrt werden, um zugleich eine doppelte Wirkung hervorbringen zu können. Die Steigröhre darf bey einem solchen Druckwerke nur die Weite eines Stiefels haben, obschon das Wasser von beyden Stiefeln in derselben emporgetrieben wird, weil bey dieser Vorrichtung der Druck wechselsweise geschieht. Daß die Steigröhre da, wo hinreichende Kraft vorhanden ist, auch kleiner als die Stiefel angelegt werden könne, ist bereits oben gesagt worden.

171. Ehe man ein Druckwerk in Gang setzt, wird es gut seyn, wenn man die Stiefel ganz mit Wasser füllt, und die Kolben hart auf dieses Wasser setzt, damit keine Luft zwischen den Stiefel und das Wasser kömmt, die dort einen leeren Raum erzeugen, und leicht verursachen könnte, daß der Druck weniger Wasser als es seyn soll, geben würde. Die Geschwindigkeit des Kolbens bey Druckwerken soll wenigstens 8 Zoll in 1 Sekunde betragen, weil sie bey einem langsamern Gange, wenn sie einmahl etwas abgenutzt sind, zu viel Wasser verliehren.

172. Die Dicke der Stiefel, die bey Druckwerken fast durchgehends von Messing gegossen werden, richtet sich nach der Schwere derjenigen Wassersäule, welche aufwärts getrieben werden soll. Um überhaupt den Widerstand zu erfahren, den die Röhrwände aus verschiedenen Metallen sowohl, als aus Holz leisten können, will ich hier die zu ihrer Berechnung nöthigen Formeln aus Herrn v. Langsdorfs Lehrbuche der Hydraulik anführen, die sich auf die in dieser Hinsicht gemachten Erfahrungen gründen. Nennt man die Höhe der Wassersäule in Fußen H, den Durchmesser derselben in Zollen D, und die Dicke oder Stärke der Röhren in Linien St; so hat man:

Für bleyerne Röhren $St = \frac{H \times D}{80}$,

wo die gefundene Zahl die Dicke der Röhren in Linien anzeigt.

Für metallene Röhren $St = \frac{H \times D}{240}$.

Für gegossene eiserne Röhren $St = \frac{H \times D}{200}$;

diese dürfen aber nie weniger als vier Linien dick seyn, wenn gleich die Rechnung weniger geben sollte.

Für die gewöhnlichen fichtenen Röhren $St = \frac{H \times D}{4}$,

die aber nie weniger als 8 Linien haben dürfen.

Hat man z. B. eine metallene Röhre von 8 Zoll Durchmesser, und eine Wassersäule von 150 Fuß Höhe, so ist $H = 150$, und $D = 8$, folglich $\frac{150 \times 8}{240} = 5$ Linien.

Weil aber die Abnützung der Röhren vorzüglich bey Eisen und Holz für die Länge der Zeit ebenfalls in Rechnung kommen muß, so kann man der gefundenen Dicke bey Bley 1 Linie, bey Eisen 2 Linien, und bey Holz 6 Linien beysetzen; daher eine fichtene Röhrwand nie weniger als $1\frac{1}{2}$ Zoll Dicke haben darf. Bey Stiefeln von Druckwerken kann man der gefundenen Dicke 1 bis 2 Linien zugeben.

Hier noch ein Beyspiel zur Uebung in der Berechnung eines Druckwerkes:

173. In einer großen Oekonomie mit Bräuhaus, Garten und andern Zugehörungen wünscht man 48 Steften Wasser zu erhalten, die durch ein Druckwerk von 2 Stiefeln 80 Fuß hoch aufwärts getrieben werden sollen; wie weit werden die Stiefel und die Steigröhre seyn müssen, wie groß die Geschwindigkeit und die Kraft?

Da uns schon bekannt ist, daß bey jedem Pumpwerke allemahl wenigstens der fünfte Theil des Wassers verlohren gehe, so ist es besser, gleich vor der Berechnung auf diesen Abgang Rücksicht zu nehmen; daher wir unsern Antrag anstatt auf 48 Steften, auf 60 solche machen wollen. Diese 60 Steften müssen also in einer Minute 120 Maß Wasser geben, daher für jeden Stiefel 60 Maß aufwärts zu fördern kommen. Es hält aber die Baierische Maß 94 Zylinder-Zolle, daher $60 \times 94 = 5640$ solche Zolle ausmachen, die in 1 Minute gehoben werden müssen. Nimmt man die Geschwindigkeit des Kolbens für 1 Sekunde $= 9\frac{1}{2}$ Zoll, und den ganzen Kolbenhub in 2 Sekunden zu 19 Zoll, so wird dieselbe, da nur die halbe Zeit zum Druck verwendet wird, in einer Minute 15 mahl $19 = 285$ solche Zolle der Höhe nach durchlaufen, die den obigen Kubikinhalt von 5640 Kubikzoll in dieser Zeit zum Ausflusse bringen müssen.

Da nun der Kubikinhalt dieser Wassersäule aus der Multiplikation der Grundfläche mit der Höhe besteht, so erhält man die Grundfläche, wenn man mit der gefundenen Höhe in den obigen Kubikinhalt dividirt. Es ist also $\frac{5640}{285} = 19{,}78$ = dem Quadrate des Durchmessers. Wird aus dieser Zahl die Quadratwurzel ausgezogen, so erhält man 4,44 Zoll, anstatt welchen wir $4\frac{1}{2}$ zwölftheilige Zolle als eine bequeme Größe für den Durchmesser annehmen wollen.

Die Höhe, auf welche das Wasser getrieben werden soll, ist aber zu 80 Fuß angegeben worden, daher wir nun eine Wassersäule von 80 Fuß Höhe und $4\frac{1}{2}$ Zoll Dicke haben, die mit einer Geschwindigkeit von $9\frac{1}{2} = 8$ Dez. Zoll empor getrieben werden soll. Um dieses zu bewerkstelligen, müssen wir nach der bereits oben gezeigten Art das Gewicht einer andern Wassersäule suchen, die mit Ueberwindung aller Hinderniße dieses zu thun vermag. Suchen wir die Geschwindigkeit eines von 80 Fuß herabgefallenen Körpers, so haben wir $66{,}7 \times 80 = 5336{,}0$, und aus dieser Zahl die Wurzel ausgezogen = 73 Fuß Geschwindigkeit in 1 Sekunde; zu dieser die obigen 8 Zoll addirt, gibt 73,8 Fuß Geschwindigkeit, von welcher die Höhe gesucht werden muß, welches geschieht, wenn diese Zahl zum Quadrat erhoben, und durch 66,7 dividirt wird. Es ist also $73{,}8 \times 73{,}8 = 5446{,}44$; diese Zahl durch 66,7 dividirt, gibt 81,6 Fuß, als Höhe für die Wassersäule, wodurch die verlangte Geschwindigkeit hervorgebracht werden kann. Nimmt man nun den neunten Theil der Höhe für die Friktion, und andere Hinderniße, welcher 8,8 Fuß ausmacht, und addirt sie zu 81,6 Fuß, so erhält man eine Höhe von 90,4 Fuß, zu welcher noch diejenige Wassersäule kömmt, die den Kolben des zweyten Stiefels beym Aufwärtsgehen im Gleichgewichte erhalten muß, und die gleich der Höhe des Hubes, das ist in dem gegenwärtigen Falle = 19 Zoll = 1,6 Fuß Dez. Maaß ist. Diese zu 90,4 Fuß addirt, gibt die ganze Wassersäule = 92 Fuß Höhe, die als Kraft die 80 Fuß hohe Wassersäule mit der verlangten Geschwindigkeit überwältigen wird.

Um diese Kraft in Pfunden zu erhalten, kann die Schwere dieser Wassersäule nach der obigen Formel $\frac{H \times 35 \times D^2}{144}$ berechnet werden. Es ist also die Höhe $H = 92$, der Durchmesser $= 4'', 6''' = 4{,}5$ Zoll Dez. Maaß, und dessen Quadrat $4{,}5 \times 4{,}5 = 20{,}25$, daher $\frac{92 \times 35 \times 20{,}25}{144} = 452{,}8$ Pfund, anstatt welchem wir Sicherheits halber 460 Pfund annehmen wollen.

Nun kömmt es noch darauf an, durch welche mechanische Vorrichtung diese Kraft erzeugt werden soll. Nehmen wir das oben bereits angeführte Wasserrad mit einer Kurbel, so ist es räthlich, den halben Kolbenhub etwas höher, als er oben angenommen wurde, zu machen; weil es sonst leicht geschehen könnte, daß er bey der wirklichen Bewegung der Kurbel, und der damit angewendeten Hebel verkürzt werden dürfte, daher wir denselben anstatt 8 Dez. Zoll, 9 solche Zolle geben wollen. — Nehmen wir ein 8 Fuß hohes Wasserrad, so muß dasselbe in 4 Sekunden einmahl umgehen. Da nun ein solches Rad ungefähr 25 Fuß Umkreis hat, und sich nur mit der Hälfte der Geschwindigkeit des Wassers bewegt, so ist ein Gefäll von ungefähr 2 Fuß 7 Zoll nöthig, welches eine Geschwindigkeit von 12,9 Fuß gibt, die also in 2 Sekunden den ganzen Umkreis des obigen Wasserrades, nähmlich 25 Fuß ausreicht, welches aber, da das Rad nur die halbe Geschwindigkeit haben kann, 4 Sekunden zu seinem Umlaufe braucht, wie dieses zu unserer Bestimmung nöthig ist.

Der Halbmesser des Wasserrades hat nach der obigen Angabe 4 Fuß Länge, und macht also mit der Kurbel von 9 Dez. Zoll einen Hebel, der sich wie 9'' zu 40'' Zoll verhält. Dividirt man mit 9 in 40, so hat man 4, 4, als denjenigen Theil der obigen Kraft von 460 Pfund, der der Kurbel noch zu überwinden bleibt, wird diese Kraft wirklich mit 4,4 dividirt, so erhält man $\frac{460}{4{,}4} = 104$ Pfund, welche das Wasserrad noch überwinden muß.

Nimmt man für die Länge der Schaufeln dieses Rades 20 Zoll, und für die Höhe 12 Zoll, dann für die Höhe des einströmenden Wassers 10 Zoll; so haben wir die Anstoßfläche $20 \times 10 = 200$ Quadratzoll, wenn man auf die Ausbreitung des Strahls über die noch übrigen 2 Zolle keine Rücksicht nimmt. Werden diese 200 Quadratzoll mit der Höhe des Gefälls von 2 Fuß 7 Zoll = 31 Zoll multiplizirt, so erhalten wir die anstoßende Kubikmasse von 6200 Kubikzoll. Da wir nun wissen, daß 1 Kubikfuß, oder 1728 Kubikzoll Wasser 44 Pfund wiegt, so kann das Gewicht dieser 6200 Kubikzoll leicht gefunden werden, wenn man diese Zahl mit 44 multiplizirt, und durch 1728 dividirt, wodurch man $\frac{6200 \times 44}{1728} = 157$ Pfund erhält. Diese geben gegen der obigen Last von 104 Pfund einen Ueberschuß von 53 Pfund, die zur Ueberwindung der mechanischen Friktion beybehalten werden können.

In Fig. 112 habe ich ein solches doppeltes Druckwerk gezeichnet, wo A und B die beyden Stiefel, und C und D die Gurgeln vorstellen, über welchen sich die beyden Ventile U und U′ befinden. EF ist ein weites Rohr, mit dem sich die Steigröhre GH verbindet, die die nähmliche Weite wie der Stiefel hat. Sowohl die Gurgeln, als die Ventilröhren bey U sind erweitert, damit sich das Wasser ungezwungen durch dieselben bewegen könne. KK′ sind die beyden Kolbenstangen, und O der feste Punkt, um den sich der Hebel MN bewegt, welche Bewegung durch den Hebel LP hervorgebracht wird, der mit der Kurbel k in Verbindung steht, die deutlicher in den Seiten-Profile Fig. 113 bemerkt werden kann. Die Fig. 114 stellt den Grundriß dieses doppelten Druckwerkes vor.

174. Die Druckwerke sind diejenige Vorrichtung, durch die das Wasser in einem ununterbrochenen Laufe auf die größte Höhe getrieben werden kann. Es ist jedoch bey ganz hohen Wassersäulen nothwendig, daß in den Steigröhren mehrere Ventile angeordnet werden, damit die Schwere der ganzen Wassersäule nicht auf das unterste Ventil allein zu stehen komme. Auch haben die Druckwerke den Vortheil, daß sie keine großen kostspieligen Gebäude nöthig machen, und das Wasser doch auf jeden Platz gebracht werden kann, wo man dasselbe zu haben wünscht.

Von den vereinigten Saug- und Druckpumpen.

175. Es ergeben sich manchmahl Fälle, wo das trinkbare Wasser, ehe dasselbe durch Druckwerke aufwärts gefördert wird, erst aus tiefen Brunnen gehoben werden muß, in welchem Falle man also ein vereinigtes Saug- und Druckwerk anlegen kann. Die Fig. 119, Taf. VII. stellt ein solches doppeltes Saug- und Druckwerk vor, dessen Vorderseite die Fig. 120 zeigt, wo AB die Saugröhre, CD den Stiefel zum Saug- und Druckwerke, DE die Gurgel und EF die Steigröhre vorstellt. Der Kolben ist hier wieder ganz massiv, und bringt das Wasser beym Aufwärtsgehen bis über das Ventil bey A; beym Niedergehen aber treibt er dasselbe durch das Ventil der Gurgel DE bis in die Steigröhre EF, wo dasselbe bis zum Ausgusse befördert wird.

176. Bey der Berechnung der Kraft, welche bey dieser Einrichtung verwendet werden muß, darf bey einfachen Druckwerken nur die Wassersäule AB für den Aufzug, und EF bis zum Ausgusse für den Niedergang des Kolbens berechnet werden, wodurch man die beyderseitigen Kräfte erhalten wird. Bey doppelten Stiefeln kann aber die Höhe von B bis zum Ausgusse des Wassers, bey gleich weiten Röhren, als eine einzige Wassersäule in Rechnung kommen; weil zur nähmlichen Zeit Ein Stiefel niedergeht, während der Andere gehoben wird, und also die Kraft auf einmahl die beyden Wassersäulen überwinden muß.

177. Aus den bisherigen Beyspielen zur Berechnung der Pumpen haben wir gesehen, daß zur Hervorbringung der gewöhnlichen Geschwindigkeit eine Wassersäule von 1 Fuß Höhe hinreichend sey. Nimmt man nun auch den zehnten Theil der gegebenen Höhe zur Ueberwindung der Friktion, so ist ohne große Rechnung sogleich die Höhe einer Wassersäule bekannt, die im Stande ist, eine andere gegebene bis auf den bestimmten Punkt aufwärts zu treiben. Soll z. B. das Wasser auf 120 Fuß Höhe getrieben werden, so hat man für die Friktion 12 Fuß, und für die Geschwindigkeit 1 Fuß, welches zusammen 133 Fuß ausmacht. Nimmt man für die Weite der Stiefel z. B. 4 Zoll, so erhält man nach der obigen Formel $\frac{H \times 35 \times D^2}{144} = \frac{133 \times 35 \times 16}{144} = 517$ Pfund als die Schwere der Wassersäule, welche die Kraft zur Emporbringung derselben ausmacht.

178. Um die Menge des gehobenen Wassers für jeden Hub, und für Stiefel von verschiedenen Durchmessern zu finden, habe ich die nachstehende Tabelle Nro. I. nach Baierischem Längen- und Getränk-Maaße berechnet, wo man die verlangte Wassermenge für jeden Kolbenhub ohne Rechnung finden kann.

I.

Durchmesser der Stiefel in Zollen.	Höhe des Hubes in Zollen.								
	4″	8″	12″	16″	20″	24″	28′	32″	36″
	Anzahl von Baierschen Maßen für 1 Hub.								
2″	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	1	1,1	1,3	1,5
3″	0,3	0,7	1,1	1.5	1,8	2,2	2,6	3	3,4
4″	0,6	1,3	2	2,7	3,3	4	4,7	5,2	6,1
5″	1	2,1	3	4,2	5,3	6,3	7,4	8,4	9,5.
6″	1,5	3	4,5	6	7,6	9,1	10,6	12,1	13,7
7″	2	4,1	6,2	8,3	10,3	12,4	14,5	16,6	18,7
8″	2,7	5,4	8,1	10,8	13,5	16,2	18,9	21,7	24,5
9″	3,4	6,8	10,3	13,7	17,1	20,5	24	27,4	31
10″	4,2	8.5	12,7	16,9	21,2	25,4	29,7	33,9	38,2
11″	5,1	10,2	15,4	20,5	25,7	30,8	36	41,1	46,3
12″	6,1	12,2	18,3	24,5	30,6	36,7	42,8	49	55,1

Die erste Reihe dieser Tabelle zeigt die Durchmesser der Stiefel, sowohl von Druck= als Saugwerken; die übrigen Reihen enthalten die Wassermenge in Baierischen Maßen, nach der verschiedenen Höhe des Hubes, und der Weite der Stiefel, die man erhält, wenn die Kurbel oder das Wasserrad nur Einen Umgang gemacht hat. Will man z. B. wissen, wie viel ein Stiefel von 6 Zoll Weite auf Einen Hub Wasser schütte, wenn die Kurbel 12 Zoll Länge hält, und also einen Hub von 24 Zoll oder 2 Fuß im Umgange macht; so darf man nur vorne von der Zahl 6 einwärts, und oben von der Zahl 24 abwärts fahren; wo sich diese beyden Reihen begegnen, findet man die Zahl 9,1, das ist $9\frac{1}{10}$ Maß, die der Stiefel auf einen Hub ausschüttet.

179. Weiß man nun auch, wie viele Umgänge die Kurbel oder das Wasserrad in 1 Minute macht, so darf diese Zahl nur mit der Anzahl von Maßen multiplizirt werden, wodurch sogleich die Menge Wassers nach Maßen in 1 Minute hervorgeht. Ich habe daher auch zu diesem Behufe die nachstehende II. Tafel berechnet, wo man die Anzahl der Umgänge eines Wasserrades, und also auch der damit verbundenen Kurbel nach der verschiedenen Höhe des Gefälls und der Höhe des Wasserrades finden kann.

II.

Gefäll des Wassers.	Durchmesser oder Höhe der Wasserräder in Fußen.							
	6′	8′	10′	12′	14′	16′	18′	20′
	Zahl der Umläufe in 1 Minute.							
6″ Zoll.	9 mahl	6,8	5,4	4,5	3,8	3,4	3	2,7
1′ Fuß.	13	9,8	7,8	6,5	5,5	4,8	4,4	3,9
1′, 6″	15,9	11,9	9,5	7,9	6,7	5,9	5,4	4,7
2′	18,5	13,9	11	9,2	7,9	6,9	6,2	5,5
2′, 6″	20,5	15,4	12,3	10,2	8,8	7,7	6,9	6,1
3′	22,6	16,9	13,5	11,3	9,7	8,4	7,6	6,7
3′, 6″	24,4	18,2	14,6	12,1	10,4	9,1	8,2	7,3
4′	26,1	19,6	15,6	13	11,2	9,8	8,8	7,8
4′, 6″	27,5	20,6	16,5	13,8	11,8	10,3	9,3	8,2
5′	29,2	21,8	17,4	14,6	12,5	10,9	9,8	8,7
6′, 6″	30,6	22,9	18,9	15,3	13	11,4	10,3	9,1
6′	31,2	23,9	19,1	15,9	13,6	11,9	10,8	9,5

Die erste Reihe zeigt das Gefäll bey unterschlächtigen Wasserrädern, und die folgenden Reihen die Zahl der Umläufe in 1 Minute, wenn das Rad schon wirklich die Last bewegt, und also nur die halbe Geschwindigkeit des Wassers hat, durch die dasselbe auch die beste Wirkung hervorbringt. Die oberste Reihe von 6 bis 20 enthält die Größe der Durchmesser, oder die Höhe der Wasserräder. Will man z. B. wissen, wie viele Umgänge ein Wasserrad von 10 Fuß Durchmesser bey einem Gefäll von 2 Fuß in 1 Minute mache, so darf man nur oben von der Zahl 10 abwärts, und an der Seite von der Zahl 2 einwärts fahren, wo man da, wo sich die beyden Reihen begegnen, die Zahl 11, als die Anzahl der Umgänge dieses Rades in 1 Minute finden wird. Nimmt man nun zu diesem Rade einen Stiefel z. B. von 6 Zoll Weite, und eine Kurbel von 12 Zoll Länge, die einen Hub von 24 Zoll gibt; so kann in der I. Tafel nach dem oben gezeigten Verfahren die Wassermenge gefunden werden, wenn man die in beyden Tafeln befindlichen, und zur obigen Angabe gehörigen Zahlen mit einander multiplizirt. Da die erste Zahl 11, die zweyte aber 9,1 ist, so gibt $11 \times 9{,}1 = 100{,}1$ Maß in 1 Minute, wovon aber, wie oben bereits gesagt wurde, $\frac{1}{5}$ abgezogen werden muß.

Wenn übrigens in den beyden Tafeln die Größe der Durchmesser, und die Höhe des Hubes nicht von Fuß zu Fuß, oder von Zoll zu Zoll angegeben ist, so geschah dieses darum, weil man die Produkte der Zwischenzahlen leicht durch Vergleichung der darnebenstehenden ermessen, und für die praktische Ausübung und Ueberschläge hinreichend genau bestimmen kann.

Bey dem oben angeführten Beyspiele ist aber noch zu wissen übrig, ob das 10 Fuß hohe Wasserrad auch die 6 Zoll dicke Wassersäule auf die gegebene Höhe, z. B. von 50 Fuß Höhe aufwärts zu treiben im Stande sey. — Zu dieser Wassersäule wird also eine andere von 56 Fuß Höhe als Kraft nöthig seyn, wobey 5 Fuß für die Friktion, und 1 Fuß für die Geschwindigkeit in Rechnung kommen. Sucht man die Schwere dieser Säule, so kommen nach der dazu gehörigen Formel 490 Pfund als Kraft zum Vorschein. Da wir nun ein Rad von 10 Fuß im Durchmesser, und eine Kurbel von 1 Fuß Länge angenommen haben, so gibt dieß bey A, Fig. 115., Taf. VI. eine fünffache Kraft gegen die Last, die in C angebracht ist, daher die obigen 490 Pfund mit 5 dividirt werden müssen; wodurch 98 Pfund zur Ueberwindung für die Schaufeln bey A übrig bleiben. Hat die Schaufel eine Breite von 2 Fuß = 24 Zoll, und geht das Rad 10 Zoll, nähmlich bis GH im Wasser, so hat man $24 \times 10 = 240$ Quadratzoll Anstoßfläche. Werden diese mit der Höhe des Gefälls von 2 Fuß = 24 Zoll multiplizirt, so erhält man $240 \times 24 = 5760$ Kubikzoll. Um das Gewicht dieser Kubikzolle zu wissen, müssen dieselben nach der oben angeführten Art mit 44 multiplizirt, und durch 1728 dividirt werden, wodurch man $\frac{5760 \times 44}{1728} = 146$ Pfund erhält, die also ein Uebergewicht von 48 Pfund geben, die man zur Ueberwindung der mechanischen Friktion anwenden kann.

Von der Reibung (Friktion).

180. Obschon die Friktion ein Gegenstand der Mechanik ist, und dort abgehandelt werden soll, so will ich doch hier, da die Bewegung der Wasserwerke vielfältig durch Wasserräder geschieht, das Nöthigste davon beybringen. — Die Erfahrung hat gezeigt, daß, wenn man ein gehobeltes Bret, Fig. 116., mit einem darauf liegenden Gewichte A auf einen Tisch legt, und ein anderes Gewicht B über eine Rolle hängt, man dem Gewichte B ein Drittheil des Gewichtes A geben müsse, ehe eine Bewegung erfolgt; daher das Gewicht B 10 Pfund haben muß, wenn A 30 Pfund enthält. Dieses gilt auch, wenn die Fläche breiter oder schmäler, länger oder kürzer wird, wo allemahl das nähmliche Verhältniß statt findet. — Nimmt man einen Zylinder von Holz, wie Fig. 117., legt denselben in ein Zapfenlager CD, und bringt an umgewundene Schnüre zwey Gewichter A und B an, wovon jedes z. B. 18 Pfund, und daher beyde eine Schwere von 36 Pfund haben, so muß auch hier, es mag der Zylinder groß oder klein, die Auflage der Zapfen breit oder schmal seyn, dem Gewichte B ein Drittheil der ganzen aufgelegten Last, das ist 12 Pfund, beygelegt werden, wenn eine Bewegung erfolgen soll; woraus deutlich hervorgeht, daß auch zur Ueberwindung der Friktion bey Zapfen der dritte Theil der auf den Zapfen lastenden Schwere nöthig ist. Bey Zapfen aus Eisen aber, die in Pfannen von Messing oder Eisen laufen, beträgt die Friktion selten mehr als den fünften Theil der obigen Schwere.

181. Da aber der Zapfen gewöhnlich kleiner, als der damit verbundene Zylinder ist, und bey Wasserrädern an diesem noch Aerme angebracht sind, die man als Hebel an den Zapfen betrachten kann; so wird die Ueberwindung der Friktion um so viel leichter, als der Halbmesser des Zapfens AC, Fig. 118., öfters in dem Hebel BD enthalten ist. — Hat z. B. der Halbmesser des Zapfens 2 Zoll, und der Hebel BD 40 Zoll, so ist die Friktion nur der zwanzigste Theil des obigen Drittheils, weil 2 in 40 zwanzig Mahl enthalten ist. — Will man also die Friktion des Zapfens an einem Wasserrade wissen, so muß die Schwere des ganzen Rades in Pfunden mit 5 dividirt, und der erhaltene Quotient mit der halben Dicke des Zapfens multiplizirt werden, welches Produkt man das Moment der Friktion nennt. Wird dieses Produkt mit der in Zollen gegebenen Länge des Hebelarms dividirt, so erhält man das zur Ueberwindung der Friktion nöthige Gewicht in Pfunden.

Hat z. B. ein Wasserrad von 10 Fuß im Durchmesser einen Zapfen von 3 Zoll, und eine Schwere von 2400 Pfund, so ist $\frac{2400}{5} = 480$, diese Zahl mit $1\frac{1}{2}$, als der Hälfte der obigen 3 Zoll multiplizirt, gibt 720 als das *Moment der Friktion*; wird dieses durch den Halbmesser von 5 Fuß = 60 Zoll dividirt, so erhält man $\frac{720}{60} = 12$ Pfund als das zur Ueberwindung der Reibung nöthige Gewicht.

Will man sich zu dieser Berechnung eine Formel machen, um sogleich die Rechnung darnach ansetzen zu können, so kann man die Friktion F, die Schwere Schw., den kleinen Halbmesser oder Radius des Zapfens r, und den größern des Rades R nennen, wodurch man $F = \frac{\text{Schw.} \times r}{5 \times R}$ erhält, welches anzeigt, daß die Friktion an den Zapfen gleich sey dem Produkte, welches entsteht, *wenn man die Schwere des Rades mit dem Halbmesser des Zapfens multiplizirt, und dieses Produkt durch den Halbmesser des Rades, multiplizirt mit 5, dividirt.* — Hält z. B. ein großes Wasserrad sammt Kurbelzapfen und andern Eisen 8000 Pfund, und der Zapfen 4 Zoll Dicke, der Halbmesser des Rades aber 9 Fuß = 108 Zoll; so hat man $\frac{8000 \times 2}{5 \times 108} = 29$ Pfund, als das Gewicht zur Ueberwindung der Friktion am Zapfen.

Was die Friktion der Zapfen an den beyden Hebelarmen, wie Fig. 119., Taf. VII. bey GH betrifft, so kann dieselbe größten Theils außer Acht gelassen werden; weil die Zapfen von keiner beträchtlichen Dicke sind, und dieser Hebel wieder mit dem Halbmesser des Wasserrades als zweyten Hebel in Verbindung steht, wodurch die Friktion bis zu einer Kleinigkeit herab kömmt, auf welche man bey der praktischen Ausübung keine große Rücksicht nehmen kann.

182. Die Schwere eines Wasserrades läßt sich hinreichend genau aus dem kubischen Inhalte desselben finden, den man also zuvor durch Rechnung erhalten muß, wobey man die Schwere des nassen Eichenholzes gleich der Schwere des Wassers, also zu 44 Pfund Baierischen Gewichts annehmen kann. Das Eisenwerk, wie die Kurbelzapfen und Ringe, dann Ziehbänder und Anderes, können nach einer ungefähren Schätzung angesetzt werden. Bey dieser Rechnung läßt sich die obige Tafel, Seite 4. Nro. 32., von der spezifischen Schwere der Körper mit Nutzen anwenden.

183. Ungeachtet aller genauen Rechnungen, wodurch die Kraft zum Aufwärtsfördern des Wassers in Pumpen bestimmt wird, ist es doch allemahl räthlich, daß ein guter Ueberschuß an Kraft vorhanden sey; damit bey unvorhergesehenen Fällen das Werk keine zu großen Hinderniße finden, und ohne Anstand fortgehen könne. Es gibt bey der Anordnung der Pumpwerke mit Wasserrädern nur zwey Fälle, die vor allem berücksichtiget werden müssen; entweder ist die Kraft beschränkt, oder sie ist in hinreichender Menge vorhanden. Im ersten Falle muß dieselbe auf das genaueste bestimmt, der Zufluß des Wassers und das Gefäll untersucht, und das Wasserrad darnach angeordnet werden; wobey jedoch die Kraft nie zu groß angenommen werden darf. Erst nach dieser Festsetzung der Kraft kann die Weite der Stiefel, und die Menge des zu fördernden Wassers bestimmt werden, die in diesem Falle keineswegs willkührlich angenommen werden darf. — Ist hingegen die Kraft im Ueberfluße vorhanden, wie dieß mehrentheils bey Flüssen und Kanälen der Fall ist; so kann die Menge des Wassers, und die dazu nöthige Weite der Stiefel voraus bestimmt, und nach dieser Bestimmung erst die Anordnung des Wasserrades und Gefälles getroffen werden, wo zu beyden Fällen die obigen Tabellen und Rechnungen gute Dienste leisten.

Von den verschiedenartigen Konstruktionen der Pumpen, und den dazu gehörigen Beygeschirren.

184. Die verschiedenen Kräfte, wodurch das Wasser theils durch Menschen, theils durch Thiere, vorzugsweise aber durch Wasserräder mittelst der Pumpen in die Höhe getrieben wird, fordern auch verschiedenartige Einrichtungen und Beygeschirre, durch welche dieses auf eine vortheilhafte und bequeme Art geschehen kann. Eben so kömmt es auch auf die verschiedenen Umstände und Lagen an, die bey der Anwendung der Pumpen vorfallen, und die jedesmahl gehörig berücksichtiget werden müssen, wenn der Zweck, den man sich vorgesetzt hat, sicher erreicht werden soll. Diese Vorrichtungen sollen hier in der Ordnung, wie sie in den folgenden Tafeln gezeichnet sind, näher erklärt, und die nächsten Ursachen und Gründe dabey angegeben werden.

Aus dem, was bisher von dem Druckpumpen gesagt wurde, geht hervor, daß da, wo die Kraft beschränkt ist, welcher Fall vorzugsweise bey Maschinen eintritt, die durch Menschen und Thiere getrieben werden, das Wasser überall einen leichten Durchgang erhalten soll, daher die Steigröhre eben so weit, wie der Stiefel seyn muß, wie Fig. 110. die Weite AB = CD angegeben wurde. Aus der nähmlichen Ursache soll auch die Gurgel so kurz als möglich, und weiter als der Stiefel angeordnet werden, damit das Wasser mit Leichtigkeit durchfließen kann. Am weitesten soll aber die Röhre da seyn, wo die Ventile sitzen, welches vorzugsweise bey den Muschel-Ventilen beobachtet werden muß, weil sonst das Wasser einen außerordentlichen Zwang leidet, und mehr als die gewöhnliche Kraft fodert, die sonst zum Emportreiben einer Wassersäule nöthig ist. Nach dieser Voraussetzung wurde also in Fig. 110. der untere Theil des Stiefels erweitert, um die Gurgel GH ebenfalls weiter als den Stiefel machen zu können, auf welcher sodann der Hut über das Ventil U eine noch etwas größere Weite erhält. Auf die Größe des Ventils bey V darf man hier nicht viel Rücksicht nehmen, weil das Wasser durch den atmosphätischen Druck doch hinreichend nachfließt, wenn dieses auch beträchtlich kleiner, als das bey U ist. Diese Regeln wurden auch größtentheils bey der Fig. 112. beobachtet.

Hat man hingegen bey einem Druckwerke hinreichende Kraft, wie dieses vielmahls bey Wasserrädern der Fall ist, so kann man die Steigröhre kleiner als den Stiefel machen, um dadurch an Kosten zu ersparen; die Gurgel aber doch kurz und eben so weit, wie den Stiefel, und den Ventilhut noch etwas weiter halten, um die Kraft nicht gar zu sehr vergrößern zu müssen, welche Konstruktion bey der Fig. 111. angewendet wurde.

Gewöhnlich werden die Stiefel der Druckwerke auf ein Grundholz QRST, Fig. 112. gesetzt, und dieses mit Löchern WW versehen, durch die das Wasser zu den Ventilen bey V kömmt. Diese Löcher müssen aber mit einem Seigerblech versehen werden, damit keine Unreinigkeit in die Stiefel komme, wie dieses in Fig. 110. bey W' vorgestellt ist, wo man den Durchschnitt dieses Holzes sehen kann. Oben bey XX Fig. 112. werden die Stiefel an ein Querholz durch eiserne Ringe befestigt, welches in Fig. 111. bey Q im Durchschnitte gezeigt ist. Das ganze Werk, sammt den Grund- und Querholz, setzt man in einen aus eichenen Bohlen zusammengesetzten Kasten, Fig. 112., in den man das Quellwasser leitet, und der von außen mit einem festen Gerüstwerk umgeben, auch manchmahl ein Paar Fuß tief in die Erde gesetzt wird. Dieser Kasten muß oben eine Seitenöffnung haben, durch welche das überflüßige Wasser abfließen kann.

Die Vorrichtung, durch welche der Druck der beyden Kolbenstangen KK', Fig. 112., hervorgebracht wird, besteht in einem Kunstkreutze MNOP, das in der Mitte von L bis P eine Oeffnung hat, in welcher der an die Welle eines Wasserrades befestigte Kurbelzapfen B auf und nieder geht, und auf diese Art die Bewegung bey M und N hervorbringt. — In Fig. 113. ist diese Vorrichtung im Profile, und in Fig. 114. im Grundrisse vorgestellt, wo man zugleich die Lage der Stiefel, und die Verbindung der übrigen Theile sehen kann.

185. In den ältern Druckwerken hat man zur Bewegung der Druckstangen zwey- drey- bis vierfache Kurbeln angewendet, die aber, da sie sich nie gar hoch über den Stiefel anbringen lassen, den Nachtheil haben, daß sie die Druckstange immer nach einer schiefen Richtung in den Stiefel bewegen, wie man sich durch die Fig. 122.* Taf. VII. überzeugen kann, wo die beyden Punkte A und B das Aeußere der kreisförmigen Kurbelbewegung vorstellen, die um so viel schiefer wird, je größer der Hub oder die Beugung der Kurbel ist, und je näher sich der Stiefel bey der Kurbel befindet. Diese Vorrichtung bringt den Nachtheil hervor, daß nicht nur die Druckkraft vergrößert werden muß, sondern daß auch die Kolben und Stiefel an den beyden entgegengesetzten Seiten sich mehr ausschleifen, und die letztern oft ganz ihre zirkelrunde Form verlieren, wodurch der Kolben selbst bey einer neuen Liederung des Wassers beträchtlich durchläßt. Um dieser Unvollkommenheit abzuhelfen, und die öfters schon vorhandenen Kurbeln doch beybehalten zu können, ist es am Besten, die Bewegung wie Fig. 119. einzurichten, und ein Paar Leithebel GH und IH von ungefähr 15 Fuß Länge anzuordnen, die durch die beyden Bleuel OPP' mittelst einer doppelten Kurbel Fig. 123. auf- und nieder bewegt werden. Auf diese Art erhält man eine beynahe senkrechte Bewegung für den Kolben; indem die Lage KL, nach welcher die Bewegung geschieht, nur wenig von der senkrechten Richtung abweicht. In Fig. 120. sieht man die beyden Stiefel mit den damit verbundenen Gurgeln, sammt der Gabel MN von vorne, und in Fig. 121. die nähmlichen im Grundrisse vorgestellt. In Fig. 122. ist ein Leithebel von unten mit den Pfannen Q und R, und bey S und T der eiserne Bleuel zu sehen, wo unten bey U zwey Stücke von Messing sich befinden, zwischen welchen die Kurbel umgeht. Der Zapfen T, der an den Bleuel befestiget ist, läuft in eisernen Pfannen, zwischen welche hölzerne Platten gelegt werden, damit, wenn sich die Zapfen und Pfannen ausgehen, die Schrauben wieder angezogen werden können.

186. Die obigen Leithebel lassen sich auch unmittelbar an doppelte oder einfache Kurbeln anbringen, wenn sie wie Fig. 124. angeordnet werden, wo die Kurbelzapfen in einer länglichten Oeffnung hin und her gehen, und also die Druckstange AB auf- und abwärts bewegen, welche Bewegung, wie in der vorhergehenden Figur, ebenfalls eine beynahe senkrechte Richtung erhält. Bey C läßt sich noch eine Zugstange anbringen, die man zu irgend einer andern Bewegung benützen kann. Um diese Hebel mit ihrer Oeffnung GE an den Kurbelzapfen oder an die Kurbelärme, wie Fig. 123. an A und B zu bringen, muß das Stück EF, Fig. 124. durch Abnehmung der Schrauben ST losgemacht, und

der Hebel durch diese Oeffnung an die Kurbel geschoben werden, wonach das Stück EF wieder beygelegt, und durch die nähmlichen Bänder und Schrauben festgemacht wird. Bey V sieht man ein Klappenventil in einer schiefen Lage, das, wenn der Kolben den untersten Punkt erreicht, sich durch seine eigne Schwere schließt, noch ehe der Kolben seinen Rückweg begonnen hat. Von hier wird das Wasser durch hölzerne Röhren weiter gegen U fortgeleitet, und an denjenigen Ort gebracht, wo man dasselbe zu haben wünscht.

In der Fig. 125. ist eine einfache Kurbel mit ihren Schaufelzapfen ABCD vorgestellt, wo sich bey E ein rundes Loch befindet, durch das ein starker Nagel MN, Fig. 123. gestecket, und auch bey N mit einem Kloben versehen wird. Dadurch, und durch die um die Welle gelegten Ringe wird dieser Kurbelzapfen unwandelbar, und kann zur Bewegung der größten Lasten gebraucht werden. Bey F wird an der Schaufel ein Kern gelassen, der von der Tragwelle G ausgeht, und gegen E immer abnimmt; H ist der Arm, an dem sich die Welle I für die Druckstange samt der Warze W befindet, wobey jedoch die Welle G allemahl dicker als die Welle I seyn muß. Die Stärke dieser Zapfen richtet sich natürlich nach der Kraft, die man damit hervorbringen will. Man nimmt gewöhnlich bey Werken von mittlerer Stärke $\frac{1}{3}$ von der Höhe KW, zur Dicke der Welle I, und giebt der Welle G noch etwas nach der Schwere des Wasserrades zu. Die Kurbel samt der Schaufel und dem dazu gehörigen Theile des Wasserrades muß eine solche Schwere haben, daß der Widerstand der Kraft dieselbe nicht aus seiner Lage schieben kann. In der Praktik hat man angenommen, daß diese Schwere dreymahl größer seyn müsse, als die Schwere der aufwärts zu treibenden Wassersäule.

187. In Fig. 126. habe ich noch eine Pumpe nach der Zeichnung des Herrn Mechanikus Liebherr in München beygebracht, der dieselbe in der Gegend dieser Stadt angewendet hat, und die das Wasser sowohl durch Saugen als durch Drucken in die Höhe bringt, wodurch ein ununterbrochener Ausguß unterhalten wird. Der Gedanke dieser Pumpe ist zwar schon in dem Werke Leupolds enthalten, allein die dort befindliche Zeichnung ist für die Ausübung ganz unbrauchbar. In dem Stiefel befinden sich zwey Kolben, wovon der unterste größere mit einem Ventile versehen, der obere kleinere aber ganz massiv gemacht wird. Sobald der ganze Stiefel AB einmahl mit Wasser angefüllt ist, und die beyden Kolben aufwärts gezogen werden, so drückt der größere bey A das über ihm befindliche Wasser in die kleinere Röhre BC, wo aber nur ein Theil desselben Platz findet, daher der Ueberschuß durch die Steigröhre DE aufwärts getrieben werden muß. Beym Heruntergehen der beyden Kolben wird das unter dem großen Kolben befindliche Wasser durch das Ventil U in den Stiefel getrieben, während der obere Kolben abwärts drückt, daher wieder ein Theil des Wassers in die Steigröhre getrieben werden muß, wodurch der Ausfluß ohne Unterlaß fortgeht.

Soll die Wirkung gleichförmig seyn, so muß der kleinere Stiefel der Durchschnittsfläche nach nur die Hälfte des größern haben, welche Größe man auch der Steigröhre geben, und oben die Gußmündung etwas enger machen kann, wodurch das Wasser in vollen Guße ausfließen wird. Diese Pumpe gibt zwar nicht mehr Wasser, als eine gewöhnliche Saug- oder Druckpumpe von der nähmlichen Weite des größern Stiefels, weil sie auf jedem Hub nur immer die Hälfte des im größern Stiefel enthaltenen Wassers zum Ausgusse bringt; hat aber das Angenehme, daß das Wasser nicht stoßweis, sondern ununterbrochen fortfließt.

188. In Taf. VIII. Fig. 127, 128 und 129. ist eine Vorrichtung dargestellt, mit der man acht Pumpen in Bewegung setzen kann, welche da gute Dienste leistet, wo eine große Menge Wassers auf eine nicht gar große Höhe in verschiedene Gebäude und Oerter getrieben werden soll. Das Kreuz, Fig. 127, das durch die Schubstange H hin und her bewegt wird, ist in der Mitte bey AB Fig. 128. angebracht, und doppelt so stark, als die bey 1, 2, 3, 4, die an beyden Seiten überall eine Pumpe treiben. Alle diese Kunstkreutze sind an eine Welle CD befestiget, die mit mehreren eisernen Reifen beschlagen werden muß, um der Last hinreichenden Widerstand leisten zu können. Durch eine solche Vorrichtung können auch acht Saug- und Hebewerke in Bewegung gesetzt werden, wozu in der Höhe des Ausgusses noch eine solche Welle angeordnet werden kann, die durch die erste bewegt wird, und die also das Wasser auf eine beliebige Höhe aufwärts fördern kann. Zu diesem Saug- und Hebewerke kann man bloß hölzerne 5 Zoll weite Röhren gebrauchen, die mit geringen Kosten eine große Menge Wassers aufwärts fördern können. In Fig. 129. ist ein Theil des Grundrisses vorgestellt, wo aber nur vier Pumpen zum Vorschein kommen.

189. Die Fig. 130. der VIII. Tafel stellt eine Vorrichtung für Druck- oder auch Saugwerke vor, wo eine immer abwechselnde Bewegung durch einen einzigen Kurbelzapfen hervorgebracht wird. Sie besteht in zwey übereinander liegenden Wellen, WW', wovon die obere durch einen senkrechten Bleuel AC, und die untere durch einen wagrechten BC in Bewegung gesetzt wird, wodurch auch die Druckstangen DEFG ihre Bewegungen erhalten. Auf diese Art wird der Kolben an der Druckstange F am höchsten Punkt seyn, während der bey E sich in der Mitte des Stiefels befindet, wodurch eine weit gleichartigere Bewegung hervorgebracht wird, als bey den vorausgegangenen Angaben; weil dort die entgegengesetzte Bewegung der Stiefel zugleich geschieht; indem der eine in den höchsten, und der andere in den niedrigsten Punkt zu stehen kömmt. — In Fig. 131. sieht man diese Einrichtung von der Seite vorgestellt, wo bey A und B die beyden Bleuelstangen, und bey D und G die beyden wagrechten Hebel, an die Druckstangen befestiget, zum Vorschein kommen.

190. In Fig. 132. ist ein Druckwerk vorgestellt, wo der Ausfluß des Wassers eine Strecke weit in einer wagrechten Richtung fortgeführt wird, daher eine Leitröhre an der Seite bey A angebracht werden muß. Bey B und C befinden sich Klappen-Ventile, die auch eine schiefe Lage, wie Fig. 133. erhalten können. Da man die beyden Stiefel leicht von der Röhre BC abheben kann, so lassen sich hier auch diese Ventile, wenn sie schadhaft werden, leichter, als bey andern Vorrichtungen anwenden. Das Ganze könnte von Eisen gegossen, und die Stiefel gut ausgebohrt werden.

191. Bey einigen Gegenständen, wie bey Springbrunnen und Feuerspritzen, wird erfordert, daß der ausfließende Strahl ununterbrochen fortdaure, zu welchem Behufe man die sogenannten Windkessel, Fig. 133. ABCD mit Nutzen anwenden kann. Bey dieser Vorrichtung muß das Wasser von den Stiefeln in den Windkessel gedrückt werden, wo dasselbe die darin befindliche Luft stark zusammenpreßt, so daß das Wasser nur ungefähr bis AB steigt, der über AB befindliche Theil aber mit der zusammengepreßten Luft angefüllt ist. Sind nun die beyden Stiefel auf ihren höchsten und niedrigsten Druckpunkt, und im Rückgange begriffen, wo also der Druck einigermaßen unterbrochen würde, so drückt die in den Kessel eingeschlossene Luft auf das Wasser, und befördert einen Augenblick die Bewegung desselben, auf welche Art also eine ununterbrochene Ausströmung erhalten wird. Die beyden Einflußöffnungen sind bey C und D, und die Ausflußöffnung bey O in den Windkessel angebracht, von welchem letztern Orte das Wasser entweder gleich aufwärts in die Steigröhre, wie bey Feuerspritzen, oder erst in eisernen Röhren bis an den Platz eines Springbrunnens getrieben wird, wo dasselbe dann senkrecht aufsteigt.

Die Fig. 134. zeigt den Windkessel von der Seite, und im Durchschnitte, und die Fig. 135. A und 135. B, zeigen die runden Lappen, durch welche die Röhren mittelst Schrauben miteinander verbunden werden, zwischen welche jedesmahl Leder mit Kitt gelegt werden muß. Bey kleinen Röhren braucht man nur 4 Schrauben, wie bey A; bey großen aber, wie bey B 5 bis 6, je nachdem nähmlich die Scheiben größer oder kleiner werden.

192. In der 136. Figur Tafel IX. ist eine Vorrichtung gezeichnet, wodurch das Wasser aus den Gruben der Bergwerke emporgehoben wird. Die Bewegung geschieht durch ein oberschlächtiges Wasserrad, das in einiger Entfernung von den Pumpen angelegt ist. Die Kurbel dieses Rades treibt den Bleuel AB, der mit dem Lenker L, und durch diesen mit der Schubstange CD in Verbindung steht, die die beyden Halbkreutze EF und GH in Bewegung setzt. Da diese beyden Kreutze durch die Stange FG in Verbindung stehen, so geht der Punkt N abwärts, wenn der bey M aufwärts steigt. Der Grundriß Fig. 137. zeigt die Konstruktion dieser Vorrichtung deutlicher. Man sieht hieraus, daß ein jedes dieser Halbkreutze zwey Pumpen in Bewegung setzt, die sich das Wasser auf diejenige Art einander zuheben, wie dieses in Fig. 160. Taf. XI. angezeigt ist. Die beyden Kolbenstangen sind hier in eine besondere Zugstange AB Fig. 162. befestiget, die durch einen Zug das Wasser aus zwey Röhren zugleich empor hebt. Dieses wird nach einer gewissen Höhe in einen Kasten T, Fig. 160. ausgegossen, und durch die entgegengesetzten Röhren weiter aufwärts befördert, bis dasselbe endlich oben bey W zum Vorschein kömmt. Aus der nähmlichen Fig. 160. wird begreiflich, warum in der Zeichnung Fig. 136. Taf. IX. nur Eine Röhre R sichtbar ist, auf der gegenüber stehenden Seite aber nur die Schachtstange S gesehen wird.

193. Fig. 138. Diese stellt eine liegende Pumpe vor, wo der Kolben in einer horizontalen Richtung hin und her geht. Wird der Kolben von A gegen B zurückgezogen, so entsteht bey A ein luftleerer Raum, wodurch sich das untere Ventil A öffnet, und das Wasser einströmen läßt. Geht der Kolben von B wieder gegen A, so öffnet sich das Ventil C, und das Wasser wird in die Steigröhre CD gedrückt, welches alles auf der entgegengesetzten Seite bey B auf die nähmliche Art geschieht. Die eiserne Kolbenstange muß hier ganz rund seyn, und genau durch die runde Oeffnung bey F und G gehen. Bey E ist ein Hals, in welchen man Leinenzeug, das auch mit Oel getränkt werden kann, um die Kolbenstange wickelt, und mittelst der Platte F wohl zusammenpreßt. Dieses schwillt durch das bey G nach und nach eindringerde Wasser so sehr auf, daß es bey F durchaus kein Wasser mehr durchläßt, und die Kolbenstange doch eine leichte Spielung erhält. Damit die Schubstange H in einer wagrechten Richtung gegen F gehe, kann man dieselbe durch ein Paar Walzen W laufen lassen, und ihr vorderhalb diesen einen langen Lenker, wie Fig. 139. geben. Man kann auch die Kolbenstange H vorderhalb den Walzen W

mit einem Lenker, wie Fig. 140. verbinden, wo der Kurbelzapfen in einer Oeffnung AB auf und niedergeht. Ein solcher Lenker kann entweder unten oder oben an einem Balken befestiget werden, und der Schub wird sich desto mehr der horizontalen Lage nähern, je länger derselbe gemacht wird. Die noch übrigen kleinen Seitenbewegungen werden durch die Beugung der Schubstangen aufgehoben.

Ein solches liegendes Druckwerk kann durch Einen Stiefel die nähmliche Wirkung hervorbringen, die man sonst durch zwey stehende erhält. Ueberhaupt räumt man ihm den Vorzug vor den gewöhnlichen Druckwerken mit zwey stehenden Stiefeln ein.

194. Bey Bergwerken geschieht es bisweilen, daß die wirkende Kraft, oder das Wasserrad eine ziemliche Strecke von dem Orte entfernt ist, an welchem das Wasser aus Tiefen durch Pumpen emporgehoben werden soll. In diesem Falle muß eine sogenannte Stangenkunst erbauet, und die Bewegung öfters nach verschiedenen Winkeln, sowohl in vertikaler, als horizontaler Richtung fortgeführt werden. Gehen die Stangen in einer ganz geraden Richtung, wie Fig. 141. Tafel IX., so werden dieselben auf Walzen W gelegt, die zwischen zwey Säulen, wie bey Fig. 141 * umlaufen, und oberhalb der Stange ein Nagel bey B durchgesteckt. Die einzelnen Stangen können ungefähr eine Länge von 20 bis 25 Fuß haben, wo sie nach der hohen Kante 5 bis 7 Zoll, und nach der Breite 4 bis 6 Zoll erhalten können, welche Maaße auch für die größte Kraft hinreichend sind. Ihre Verbindung geschieht mittelst Schrauben, und beygelegten eisernen Schienen, wie sie in Fig. 141. bey A angezeigt ist, wobey jede Stange von 25 Fuß auf eine Walze W gelegt wird, und einen Pfeiler WD erhält.

Soll die Bewegung einen Winkel aufwärts machen, wie Fig. 142, so kann man sich der doppelten Lenker, die man Zwillinge nennt, bedienen, und sie durch eine eiserne Stange AB fest miteinander verbinden. Die Schubstangen S und T müssen so angeordnet werden, daß sie senkrecht auf die Lenker AD und BC stehen, wo sich dann der Winkel, den diese Lenker mit einander bilden sollen, leicht ergibt. Geht die Bewegung in die Tiefe, und von dieser wieder aufwärts, so wird dieselbe am besten durch einen hängenden Zwilling wie Fig. 143. hervorgebracht, der eben so, wie der von 142. konstruirt werden kann, nur daß die untere Welle zu oberst über zwey auf einem Bock befestigte Querhölzer zu stehen kömmt.

Soll aus einer schiefen Bewegung eine wagrechte, oder aus dieser eine schiefe wie Fig. 144. entstehen, so ist es nothwendig, daß dieselbe so angeordnet werde, daß die Schubstange AB bey ihrem Abwärtsgehen von A nach C nicht an den Kopf des Lenkers D stoße, welches man aus den Bogen OC und DE ersehen, und darnach die Höhe des Lenkers MA richten kann.

Bey Bewegungen nach Winkeln in horizontaler Richtung ist die Vorrichtung wie Fig. 145. brauchbar, welche ebenfalls aus doppelten Lenkern, wie die bisherigen bestehen kann, nur daß hier die Winkel sich in horizontaler, anstatt in einer auf- oder abwärts gehenden Richtung brechen.

In Fig. 146. befindet sich noch eine Vorrichtung, wo die Bewegung durch die Schubstange bey A in einer höhern Richtung bey B fortgeleitet werden kann, zu welchem Behufe sich auch die oben angeführten Kunstkreutze sehr gut gebrauchen lassen, die besonders da gute Dienste leisten, wo eine größere Kraft angewendet werden muß.

195. In Fig. 147. Taf. X. habe ich eine Zusammensetzung von doppelten Hebepumpen gezeichnet, deren Röhren eine viereckigte Form haben, wo die Kolben und Ventile durchaus von Holz konstruirt werden können. Sie lassen sich meines Erachtens da gut anwenden, wo das Wasser höher, als es mit den gewöhnlichen Wasserschnecken geschehen kann, getrieben werden muß, welches manchmahl bey Kellern und andern tief liegenden Gebäuden der Fall ist. Die beyden Röhren AB werden mit einem Falz wie in Fig. 150. zusammen verbunden, den man zuvor mit Theer oder mit einem andern wasserhaltenden Kitt bestreicht, und von Außen mit eisernen oder hölzernen Reifen befestiget. Das Ventil A Fig. 151. kömmt in Fig. 147. unten bey V zu stehen, über welches der Kolben, der in Fig. 151. B im Großen gezeichnet ist, gesetzt wird, so daß beyde sich so tief als möglich unter dem Wasser befinden. Die beyden Röhren werden in einen viereckigten Kasten T gesetzt, der mit vielen Löchern von der Weite eines Zolles versehen ist. Die Bewegung der beyden Kolbenstangen geschieht durch den Hebel CD, der viermahl länger als CE ist, wodurch die Last bey D um das Vierfache vermindert wird. Dieser Hebel wird in eine Welle befestiget, durch die das halbe Kunstkreuz AB, Fig. 148. zugleich in Bewegung gesetzt wird. Diese Welle kann über zwey quer durchlaufende Balken gelegt, und die beyden Pumpen mit ihrem Zugehörungen darunter befestiget werden. An den Hebel bey D Fig. 147. werden nach Umständen 4 bis 6 Krücken angebracht, die von eben so vielen Menschen bewegt werden können, wodurch eine große Menge Wasser empor gehoben wird, die vielleicht mit keiner andern Vorrichtung schneller aufwärts befördert werden kann. Der Kolben, Fig. 151. B, kann aus guten starken Holz verfertigt werden, und oben ein Klappenventil erhalten, unten aber bey CD ein Streifen Leder aufgenagelt werden, wo sich beym Aufwärtsheben dasselbe etwas weniges umschlägt, und das Durchfallen des Wassers verhindert. In Fig. 149. ist diese Maschine im Grundrisse vorgestellt.

196. Noch ist in Fig. 152. eine viereckigte kleine Handpumpe gezeichnet, die eben so, wie die vorhergehende, in Hinsicht der Ventile und Kolben eingerichtet werden kann, und die sich in den gewöhnlichen Kellern zur Ausschöpfung des Wassers gut gebrauchen läßt. Sie wird nach Umständen ihrer Höhe von einem oder zwey Mann mittelst einer Handhebe, die sich bey A befindet, in Bewegung gesetzt, und gibt eine beträchtliche Menge Wasser.

197. Die große Kostspieligkeit der Druckpumpen aus Messing, oder auch aus Eisen gegossen, verhindert Manchen, diese nützliche Maschine selbst zu gemeinnützlichen Zwecken anfertigen zu lassen; ich habe daher versucht, in Fig. 153. eine solche größtentheils aus Holz verfertigte darzustellen, wo nur die ganz dünnen Stiefel aus Messing oder Eisen, die Ventile bey V und U sammt dem Kolben K aber durchaus von Eisen seyn können. Die Stiefel müssen bey A und B mit eisernen Reifen beschlagen, und zwischen zwey eichene Läden AE und CD fest eingesetzt werden, so daß sich dieselben bey G und H streng an das Mittelstück GH schließen, das ebenfalls mit ein Paar Reifen beschlagen werden kann. Bey O kann eine eiserne Büchse angesetzt, und das Wasser durch hölzerne Röhren aufwärts geleitet werden. Das Ventil V wird bey P eingeschoben, und eine hölzerne Büchse darunter gesetzt, die aber streng eingetrieben und gut verkeilt werden muß. Das Ventil U, welches bey M im Großen gezeichnet ist, besteht aus einer Klappe, die in zwey Ringen A umläuft, und das Ventil V, das sich bey N im Großen befindet, aus einem eisernen dicken Ringe bc, über dem eine eiserne Platte d glatt aufgerieben wird, und der unten bey e einen Steg erhält. Die beyden Stiefel und das Mittelstück GH können aus guten eichenen Stammenden seyn, und in einen Kasten gesetzt werden, wo sie, wenn sie ganz unter Wasser stehen, beynahe hundert Jahre dauern können.

198. Ich komme nun zu der Einrichtung der verschiedenen Arten von Brunnen, bey denen die Pumpen große Vortheile gewähren, und wovon die bequemsten die gemeinen Ziehbrunnen sind, die wie Fig. 154. eingerichtet werden können. Bey einer gewöhnlichen Tiefe von 20 bis 30 Fuß bestehen dieselben meistens aus zwey hölzernen Röhren, wovon die untere, oder die Saugröhre AB, eine Weite von 2 Zoll, und die obere, oder die Steigröhre CD, eine Weite von 4 Zoll erhält, und die beyde an ihren äußern Enden mit eisernen Ringen beschlagen werden. Bey Brunnen, die unter 30 Fuß Tiefe haben, wird gewöhnlich die Saugröhre eben so lang, als die Steigröhre gemacht. Bey solchen aber, die über 30 Fuß Tiefe erhalten, gibt man der Saugröhre nur 15 Fuß Höhe, und setzt, wenn es nöthig ist, mehrere Röhren für die Steigröhre aufeinander. Die Saugröhre erhält an ihrem obern Ende bey A ein Ventil, gewöhnlich ein Muschel-Ventil, wie dasselbe in Fig. 88. Taf. IV. vorgestellt wurde; weil dieses weit dauerhafter als das Klappenventil ist. Ober diesem Ventile geht der Kolben auf und nieder, der eine, von denen in der Tafel V. gezeichneten Formen haben kann. Von C bis E, soweit nähmlich der Kolben steigt, wird gewöhnlich eine messingene rein ausgearbeitete Röhre, etwa von 1 Linie Dicke, eingeschoben, in der der Kolben desto genauer luftdicht gemacht werden kann, so, wie dieselbe dazu beyträgt, daß das Kolbenleder nicht so bald abgenutzt, und die oftmahlige Liederung erspart werde. Bey AC, wo die beyden Röhren zusammenstoßen, wird eine eiserne Büchse eingetrieben, wodurch die beyden Röhren luftdicht werden. Bey S wird das Saugrohr mit einem Zapfen vermacht, und bey B erhält dasselbe einen Einschnitt, über den ein dickes Eisenblech, das mit vielen Löchern versehen ist, genagelt wird. Um das Auf- und Absteigen in den Brunnen ohne große Hinderniße unternehmen zu können, werden die Röhren gewöhnlich ganz an die Mauer gesetzt, und da, wo die beyden Röhren miteinander verbunden werden, mit starken Latten, wie FA, abgesteift, welches auch oben, ehe das Rohr aus den Brunnen geht, geschehen kann. Die Weite dieser Brunnen MN beträgt gewöhnlich 4 Fuß.

Ein solcher Brunnen kann in Städten und Marktflecken schön verkleidet, und an der Seite mit einem eisernen Winkelhebel H versehen werden, wie dieß die Fig. 154. zeigt, wovon die Vorderseite auf der Tafel XI. Fig. 157. vorgestellt ist. Obschon das Wasser nur bey dem Hub des Kolbens aufwärts steigt, so bleibt doch der Wasserausguß beständig gleich, und ununterbrochen; weil das Ausgußrohr W kleiner als die Weite der Steigröhre ist, und also der Ueberschuß des gehobenen Wassers über das Ausgußrohr gegen D zu steigen gezwungen wird, das den Ausguß bey W ununterbrochen befördert. Die Kraft, welche bey diesen Brunnen angewendet werden muß, ist hier sehr gering, und auch die Reparaturen sehr selten; indem, wenn bey A ein Muschelventil eingesetzt wird, nur der Kolben bisweilen ausgewechselt werden darf, der allein sich abnützen kann, zu welchem Behufe man den obern Deckel des Aufsatzes abhebt, und die Kolbenstange sammt den Kolben oben hinaus zieht, der sogleich mit einem andern verwechselt werden kann.

199. In der XI. Tafel ist in Fig. 155 und 156 ein Brunnen mit einem steinernen Aufsatze vorgestellt, dessen Pumpe ganz die nähmliche ist, wie sie in Tafel V. Fig. 97. vorgezeichnet wurde, und die eine verkehrte Saugpumpe ist, die sich ganz unter Wasser befindet. Diese wird an ein eichenes starkes Bret AB Fig. 156. befestiget, das seiner Seits wieder an starke Riegel R, Fig 155. angeschraubt wird, die in die Mauer eingesetzt sind. Durch den Hebel H wird die eiserne Zugstange DE, und durch diese das Gatter bey A′ in Bewegung gesetzt, und das Wasser mittelst der Pumpe A in die Steigröhre FC getrieben, und bey W zum Ausguß gebracht. Da man beym Aufwärtstreiben des Wassers nicht nur die Wassersäule AFCW, sondern auch die eiserne Zugstange DE sammt dem Gatter bey A zu ziehen hat, so würde dieses eine beträchtliche Kraft erfordern, der man aber mit einem Gegengewichte G zu Hülfe kommen, und dieses mit der Last bey D ins Gleichgewicht bringen kann, wodurch der Hebel H beträchtlich leichter bewegt werden kann. Die übrige Einrichtung wird durch die beyden Zeichnungen Fig. 155 und 156 hinreichend genau dargestellt.

In Fig. 158. ist noch ein antiker Brunnenstein gezeichnet, der ungeachtet seines einfachen Aussehens doch eine gute Wirkung hervorbringt.

200. Es ereignet sich bisweilen, daß der Platz des Ausgusses in einiger Entfernung von dem Brunnen angelegt werden muß, wo man sich dann, wie in Fig. 159. eines Winkelhebels A bedienen kann, der durch den senkrechten Hebel B in Bewegung gesetzt wird, wo bey G sich ein Gegengewicht anbringen läßt, das die Last bey A mit überwältigen hilft. Die nähmliche Wirkung kann auch mit einem bloßen Saugwerke, wie Fig. 79. Taf. IV. erzielt werden, wenn man die Saugröhre eine Strecke weit wagrecht fortführt, und dann erst senkrecht in den Brunnen gehen läßt, welches aber nur da anzurathen ist, wo die senkrechte Tiefe nicht mehr als 20 Fuß höchstens beträgt. In bergigten Orten hat man dergleichen Brunnen auch aus schiefgelegten hölzernen Röhren, die aber mit dazwischen gelegten eisernen Büchsen wohl luftdicht gemacht werden müssen.

201. Anstatt der in Fig. 155 und 156. angezeigten Pumpen kann man auch die gewöhnlichen einfachen und doppelten Druckwerke gebrauchen, die, wenn man ihnen ganz aus Messing gedrehte, und wohl eingeriebene Kolben gibt, und die ganze Pumpe unter Wasser setzt, vielleicht eine eben so lange Dauer gewähren würden, als die in Fig. 155 und 156. angezeigten Vorrichtungen. Dabey wäre wahrscheinlich die anzuwendende Kraft minder beträchtlich, weil die Schwere des Kolbens, und der eisernen Kolbenstange den Druck gegen die Wassersäule befördern würde; nur müßte hier auf das Schwanken der Druckstangen Rücksicht genommen werden, das durch ein Paar Zwingen leicht verhütet werden könnte. Die Anordnung solcher Druckwerke kann nach dem, was oben von den einfachen und zusammengesetzten Druckpumpen gesagt wurde, keine Schwierigkeit haben.

202. Man findet bisweilen Gegenden, wo die Brunnen 60 bis 80 und mehr Fuß tief werden müssen, in welchem Falle man darauf bedacht seyn muß, daß die Weite des Stiefels nicht zu groß angenommen werde, weil sonst die Wassersäule zum Aufziehen eine zu große Schwere erhalten würde. Es ist daher nothwendig, daß die Schwere einer solchen Wassersäule, mit Zugabe des zehnten Theils ihrer Höhe für die Friktion, nach der oben angezeigten Art berechnet, und der Durchmesser des Stiefels so angenommen werde, daß die Wassersäule noch mit ziemlicher Leichtigkeit gehoben werden könne, wozu auch der Zughebel nach Umständen verlängert werden kann.

203. In Bergwerken, wo das Grubenwasser oft über 200 Fuß hoch durch Pumpen gehoben werden muß, können die Röhren nicht in einer ununterbrochenen senkrechten Richtung aufeinander stehen, sondern die untern müssen ihr Wasser in einen besondern Wasserkasten ausgießen, und von diesem das Wasser durch andere Röhren weiter aufwärts gezogen werden, wie man dieß in Fig. 160. bey T sehen kann. Um aber eine größere Menge Wassers aufwärts fördern zu können, stellt man zwey Röhren nebeneinander, wie der Grundriß Fig. 137. Tafel IX. zeigt, die beyde ihr Wasser in den Wasserkasten T ausgießen, aus dem die obern zwey Röhren dasselbe bis W aufwärts bringen. Eine solche Aufeinandersetzung der Röhren, wie von A bis T oder von T bis W, nennt man einen Kunstsatz, der entweder ein hoher, wie hier, oder ein niederer seyn kann. Bey dem ersten wird das Wasser mehr durch das Heben, und bey dem zweyten mehr durch das Saugen emporgebracht. Die letzten sind also bloße Saugwerke, die keine größere Höhe als 24 bis 30 Fuß haben können, da hingegen ein hoher Kunstsatz bis auf 100 Fuß steigen kann. Da, wo die Saugröhre mit der Steigröhre zusammenstößt, werden kurze etwas dickere Stöcke S, eingesetzt, die mit einem Spund versehen sind, durch dem man das Ventil der Saugröhren reinigen kann, sowohl diese, als die hölzernen Röhren müssen mit eisernen Reifen versehen werden, damit sie dem Druck der hohen Wassersäule hinreichend widerstehen können. Die hohen Kunstsätze wären unstreitig den niedern vorzuziehen, wenn die Auswechslung der Kolben und Ventile nicht so viele Beschwernisse verursachte; indem hier die Röhren abgehoben werden müssen, welches wegen der darauf stehenden großen Last viele Unbequemlichkeiten verursacht, daher man in vielen Orten lieber die niedern Sätze beybehalten hat, bey welchen dieses Geschäft um vieles leichter bewerkstelliget werden kann.

204. Um zwey Kolbenstangen mit einem Zug zugleich zu heben, braucht man dazu besondere Stangen, die in Fig. 160. von M bis nach N gehen, und die man Schachtstangen nennt. Eine solche ist in Fig. 162. im Großen vorgestellt, wo AB die Schachtstange, und C und D die beyden Kolbenstangen vorstellen, die man mittelst zweyer Hängeisen an die erste befestigen kann, wodurch sie zugleich mit dieser Auf- und Abwärts bewegt werden. Da, wo die Stangen wegen ihrer Länge zusammen geschiftet werden müssen, kann man sich der Verfahrungsart Fig. 163. bedienen, wo die beyden Stangen mit Hacken und Schrauben verbunden vorgestellt sind.

205. Die Einrichtung mit dem Stöckel S, Fig. 160. könnte man bey sehr tiefen Brunnen nützlich nachahmen, und demselben einen großen Spund geben, durch den man das Ventil der Saugröhre reinigen könnte, wodurch man des sehr beschwerlichen Abhebens der Röhren enthoben würde. Nähme man nun zu dem Ventile für die Saugröhre ein Muschel-Ventil, so würde dasselbe so lange keine wesentliche Reparatur brauchen, als die hölzernen Röhren dauern würden, wodurch man viele Mühe und Kosten ersparen könnte. Es versteht sich, daß diese Ventile bey solchen Brunnen sehr gut schließen, und kein Wasser durchlassen müssen.

206. Um die hohen Sätze beyzubehalten, hat man in England eiserne Röhren dazu angewendet, wovon in dem vortrefflichen Werke unsers Herrn Oberst Bergraths von Baader, zwey verschiedene Einrichtungen angegeben sind. Die erste Fig. 161. Tafel XI., wird bey solchen Tiefen angewandt, die nicht viel über 60 Fuß betragen; die zweyte, Fig. 164. Tafel XII. hingegen an Orten, die über 100 Fuß Tiefe haben müssen, wodurch aus der Zusammenstellung zweyer solcher Sätze eine Tiefe von 200 Fuß und darüber entsteht. Die Saugröhren AB werden bey beyden nicht über 14 Fuß hoch gemacht, und sammt den durchlöcherten Schlund B aus Einem Stücke gegossen. Der Stiefel AC, Fig. 161. ist rein ausgebohrt, und etwas weiter, als die Saugröhre. Die Aufsatz- oder Steigröhre CD wird ebenfalls etwas weiter als der Stiefel gemacht, wodurch bey einer neuen Liederung der Kolben leicht oben hinaus gezogen, und ein anderer an seine Stelle gesetzt werden kann. Sowohl das Ventil bey A, als der Kolben K sind aus Eisen gegossen, rein abgedreht, und oben mit zwey Klappen versehen, die das Wasser mit Leichtigkeit durchlassen. Bey einer neuen Liederung wird nicht nur der Kolben K, sondern auch das Ventil bey A mittelst einer langen Stange, die mit einem Hacken versehen ist, aus seinem Sitze gehoben, und nach vollendeter Ausbesserung eben so wieder dahin gebracht. —

Die ganz hohen Sätze, wie Fig. 164. Tafel XII., sind auf die nähmliche Art angeordnet, nur daß hier bey C und D Vorsprünge mit Oeffnungen angebracht sind, mittelst derer man die Ventile und Kolben reinigen, und bey einer neuen Liederung andere an ihre Stelle setzen kann; indem wegen der großen Höhe beyde nicht wohl oben hinausgezogen werden können. Es versteht sich, daß die beyden kleinen Thüren bey C und D recht luftdicht verschlossen, und zu diesem Zweck an den Rändern mit Leder und Kitte belegt, dann durch Schrauben fest zusammen gezogen werden müssen. Um bey C keinen schädlichen Raum zu erhalten, kann man, ehe der Kolben K bey der Auswechslung eingesetzt wird, bey D Wasser eingießen, bis die Oeffnung über C ganz damit angefüllt ist. Der Kolben kann dann durch die Schließe E befestiget, und die Thüre bey D geschlossen werden, wo man bey dem Gang der Maschine immer vollen Hub erhalten wird. In Fig. 165. ist diese Thüre von vorne, und in Fig. 166. von der Seite geschlossen dargestellt.

Um den Kolben deutlicher vorzustellen ist derselbe in Fig. 167. in einem größern Maaßstabe gezeichnet, wo A das Leder oder die Kappe, B der kupferne Ring, der das Leder festhält, und C die aus Eisen gegossene Hülse des Kolbens vorstellt, wovon sich der Durchschnitt in Fig. 169 befindet, wo bey M die Oeffnung zum Vorschein kömmt, durch die die Kolbenstange Fig. 168. durchgesteckt, und unten bey S mit einer Schließe festgemacht wird, die in Fig. 167. bey S sichtbar ist. Die Fig. 170. stellt bey A den Grundriß des Kolbens von oben offen, und bey B den nähmlichen mit den zwey Klappen geschlossen vor, wo man beym letztern die Schrauben bemerken kann, durch die das Leder mit den eisernen halbzirkelförmigen Scheiben verbunden wird. Durch diese Vorrichtungen fallen alle jene Beschwerlichkeiten hinweg, die sonst bey hohen Sätzen unvermeidlich wären, und die Reinigung und Auswechslung der Kolben und Ventile kann ohne viele Mühe und großen Zeitverlust geschehen.

Die nähmlichen Vortheile könnte man vielleicht auch bey hölzernen Röhren erzielen, wenn man anstatt des kurzen Stöckels S, Fig. 160. Tafel XI. ein längeres eichenes Aufsatzrohr, wie Fig. 171. Tafel XII. verfertigte, und dasselbe bey A und C mit zwey Oeffnungen versähe, durch die man bey A das Ventil, und bey C den Kolben herausnehmen könnte, in DE aber eine messingene oder eiserne Röhre, wie dieß ohnehin seyn muß, als den Stiefel anlegte, wo das Ganze, wie Fig. 171. im Durchschnitte aussehen würde. Die Oeffnung könnte dann mit einem länglichten Spund luftdicht verschlagen, und mit zwey eisernen Schraubenringen fest zugehalten werden. Durch diese Vorrichtung würde man also die Reinigung und Auswechslung der Ventile und Kolben auch bey hölzernen Röhren mit einer weit größern Bequemlichkeit verrichten können, als dieses sonst möglich wäre.

Beschreibung zweyer Maschinen, wodurch das Wasser auf eine leichte Art in Gebäuden aufwärts getrieben werden kann.

207. Bekanntlich muß in Städten, wo oft mehrere Familien in einem Hause übereinander wohnen, das Wasser auf eine sehr mühevolle Art über mehrere Stiegen aufwärts getragen werden, ungeachtet oft zur ebenen Erde laufendes Wasser angetroffen wird. Durch Anordnung von einer der beyden folgenden Maschinen könnte vielleicht dem Dienstpersonale diese beschwerliche Arbeit erleichtert, oder nach Umständen gar gespart werden. Beyde Maschinen habe ich aus dem hydraulischen Werke Leupolds entnommen, welcher sagt, daß sie sich in den Dinglingerischen Hause in Dresden befinden, und dort nach der Angabe des königlichen Modellmeisters Gärtner errichtet wurden.

Die erste dieser beyden Maschinen ist in der Tafel XII. Fig. 173. von Vorne, in Fig. 174. von der Seite, und in Fig. 175. im Grundrisse vorgestellt. Sie besteht aus einem Schwungrad A, das durch die Kurbel K getrieben wird, an dessen Achse sich ein Getriebe B von 12 Spindeln befindet, das in ein eisernes Stirnrad C von 36 Kämmen greift. Durch den Mittelpunkt dieses Stirnrades geht eine doppelte Kurbel DD, durch die die zwey Kolbenstangen EE getrieben werden. FF sind die zwey Stiefel, die die nähmliche Weite, wie die Steigröhre G haben. Die Buchstaben HITL zeigen ein Gefäß, das bis MN mit Wasser gefüllt ist, und seinen Zufluß durch die Röhre R erhält. Die ganze Maschine steht auf einem Gerüste von Eisenstangen SSS, das in das viereckigte kupferne Gefäß HITL gestellt, und mit demselben befestiget wird. Im Durchschnitte Fig. 174. und im Grundrisse Fig. 175. sind die gleichen Theile überall mit den nähmlichen Buchstaben bezeichnet. Die Verbindung der beyden Stiefel mit der Steigröhre befindet sich in Fig. 176 und 177., wo bey den ersten der Durchschnitt der Gabel mit dem Ventile sichtbar wird.

Die 178. und 179. Figur zeigt den Grundriß und Durchschnitt des Kolbens in vergrößertem Maaßstabe. Dieser ist ein hohler Zylinder, dessen Grundfläche Fig. 179. ganz durchbrochen wird. Unter dieser ist Fig. 178. ein starkes Leder CC angeschraubt, das sich abwärts beugt, wenn das Wasser, welches bis MN über den Stiefel stehen muß, beym Aufwärtsziehen des Kolbens durch dessen Oeffnungen dringt, und auf diese Art das Wasser in den Stiefel durchfallen läßt. Wird der Kolben wieder niedergedrückt, so schließt sich dieses Leder an die Grundfläche des Kolbens, daher kein Wasser ferners zurück treten kann, sondern durch die Gurgel in die Steigröhre gehen muß, wo dasselbe nach und nach bis zur verlangten Höhe getrieben wird. In der Leupoldschen Zeichnung befinden sich auch bey V, Fig. 174. Ventile, die ich aber weggelassen habe, weil ich glaube, daß der Druck des Wassers durch die Oeffnung des Kolbens Fig. 179. hinreichend seyn wird, den Stiefel bey den jedesmahligen Aufwärtssteigen vollkommen mit Wasser zu füllen.

Die Maaße der hier beschriebenen Theile dieser Maschine sind folgende: Die Weite der Stiefel beträgt im Durchmesser nach Umständen der Höhe, auf welche das Wasser getrieben werden soll, 2 bis 3 Zoll, welche Weite auch die Steigröhre erhalten muß. Die Höhe der Stiefel ist 11 bis 12 Zoll, und die Länge der Steigröhre kann nach Erforderniß 60 bis 90 Fuß haben, je nachdem die Stiefel enger oder weiter angenommen werden. Der Durchmesser des Stirnrades hat 12 Zoll, und der des Schwungrades $4\frac{1}{2}$ Fuß. Der Durchmesser des Kreises, den die doppelten Kurbeln DD beschreiben, beträgt 9 Zoll, und die Länge der einfachen Kurbel OK, womit das Schwungrad getrieben wird, 14 Zoll. Diese Maschine, die durch einen Menschen leicht kann getrieben werden, läßt sich in einem Gebäude so in die Mauer setzen, daß man davon nichts als die Kurbel bemerkt, und ist also sehr bequem, das Wasser in alle Theile des Hauses zu treiben.

208. Die zweyte Maschine ist in Fig. 180. im Durchschnitte von Vorne, und in Fig. 181. im Durchschnitte von der Seite vorgestellt. Sie besteht aus einem kleinen oberschlächtigen Wasserrade ABC aus Eisen- oder Kupferblech, das in seinem Umkreise 64 Schaufeln hat. Die Bewegung dieses Rades wird durch einen Röhrbrunnen NA im Hofe des Hauses hervorgebracht, der sein Wasser bey A auf dieses kleine Rad gießt. Das ganze Rad ist mit einer Hülse ALM aus Kupferblech umgeben, die durch die eiserne Stange PQ gehalten wird, an welche zugleich ein starkes Blech DEO befestiget ist, an dem sich bey O die Welle des Rades befindet. Bey T ist ein Kessel, in dem sich das ablaufende Wasser ergießt, und wo der Stiefel S unter Wasser steht. Der Kolben K, der eben so, wie in der vorhergehenden Maschine, eingerichtet ist, wird durch die Stange KW, und durch die Kurbel WO in Bewegung gesetzt, und treibt das Wasser in die Steigröhre FG, an der sich bey V ein Ventil befindet. Der Kessel T muß unten bey Z eine Oeffnung erhalten, durch die das Wasser in das äußere Gefäß abgeleitet, und von dort weiter fortgeführt werden kann.

Die Maaße bey dieser Maschine sind folgende: Der Stiefel und die Steigröhre haben im Durchmesser $\frac{1}{2}$ Zoll in Lichten; die Höhe des Stiefels ist $3\frac{1}{2}$ Zoll, die Höhe der Steigröhre 60 Fuß. Der Durchmesser des Wasserrades beträgt 22 Zoll, und die Kurbel WO beschreibt einen Kreis von 2 Zoll im Durchmesser; das ganze Gehäus hat im Durchmesser nur 2 Fuß, und der untere Kasten TZ 9 Zoll in der Höhe. Diese Maaße richten sich jedoch allemahl nach der Menge des Aufschlagwassers, welches man zur Betreibung einer solchen Maschine zu verwenden hat, wie sich dieses von selbst versteht. Die Größen der übrigen Theile zeigt der beygesetzte Maaßstab an.

Von den Feuerspritzen.

209. Eine sehr nützliche Anwendung der Pumpen ist die bey der Einrichtung der Feuerspritzen, die nichts als Druckpumpen in Verbindung mit einem Windkessel sind. Es gibt zweyerley Vorrichtungen dieser Spritzen, wovon die erste nur mit Einem Stiefel, die zweyte aber mit zwey Stiefeln, wie die doppelten Druckwerke, versehen ist. Bey dem einfachen Stiefel soll nach der Angabe des Hrn. Hofrath Karsten, der Durchmesser des Windkessels ungefähr fünfmahl größer, als der Durchmesser des Stiefels seyn, und zur Höhe desselben der Hub $2\frac{3}{4}$ Mahl genommen werden. Bey doppelten Stiefeln ist es hingegen genug, wenn der Durchmesser des Windkessels die doppelte Weite vom Durchmesser der Stiefel, und die Höhe der Stiefel erhält; weil dort der Druck der Kolben schneller auf einander folgt, als bey der einfachen Vorrichtung, daher der Windkessel bey dieser den Strahl länger bey seinem Nachdruck erhalten, und also auch größer seyn muß. Selbst die Kraft kann in beyden Vorrichtungen durch den Windkessel vermehrt werden, wenn die Geschwindigkeit des Kolbens den Abgang des Wassers immer schnell genug ersetzt; weil in diesem das Wasser immer in Bewegung bleibt, und die Pressung nach der Schnelligkeit der Kolben vermehrt wird, welches bey bloßen Druckwerken ohne Windkessel nicht der Fall ist. Ein zu großer Windkessel würde jedoch den Nachtheil haben, daß der Strahl zu lange seine gehörige Höhe nicht erhalten würde, weil nur der Ueberschuß der Kraft nach und nach die eingeschlossene Luft zusammen pressen würde. Der Rohrführer muß daher bey Windkesseln das Gußrohr so lange verschlossen halten, bis die Luft im Kessel genugsame Kraft erhält, um das Wasser mit der gehörigen Geschwindigkeit empor zu treiben.

210. Auf der XIII. Tafel Fig. 182. habe ich eine kleine Tragspritze mit einen einfachen Stiefel im Aufrisse vorgestellt, wovon der Durchschnitt sich in Fig. 183. und der Grundriß in Fig. 184. befindet.

Der Stiefel A Fig. 183. hält 5 Zoll und der Windkessel B 14 Zoll im Durchmesser. Dieser ist nach der obigen Angabe zwar zu klein, allein ein größerer Windkessel würde zu schwer ausfallen, und zu viel Wasser fordern, und also nicht auf der Stelle gebraucht werden können, welches bey diesen Spritzen, die man gewöhnlich sehr nahe zum Feuer bringt, die Hauptsache ist. Der Stiefel ist unten mit einem Muschelventile V, und an der Knieröhre mit einem Klappenventile K versehen. Bey O ist die Oeffnung in die Steigröhre R, die bey dergleichen Tragspritzen gewöhnlich mit einer ledernen Schlange verbunden wird, an dessen obern Ende das Gußrohr befestiget ist, das hier eine Oeffnung von ungefähr $7\frac{1}{2}$ Linie haben kann. Der Windkessel kann auf durchlaufende Bohlen befestiget werden, die auf vier Riegeln liegen, die unten ausgeschnitten sind, damit das Wasser frey durchfließen kann. Bey E ist der Einguß des Wassers, der mit einem kupfernen Seigerblech versehen werden muß, um den Unrath von den Ventilen abzuhalten. Zu dem nähmlichen Zweck bringen Einige auch noch unter dem Ventile V ein solches Blech an, das aber füglich wegbleiben kann; indem es leicht geschehen könnte, daß, wenn die Löcher zu eng wären, der Zug des Wassers dadurch gehindert, und die Bewegung erschwert würde.

In Fig. 185. habe ich noch das Klappenventil bey A im Durchschnitte, und bey B nach der vordern Ansicht gezeichnet, wo man bey diesem zwey walzenförmige Ringe a und b wahrnehmen wird, die, weil sie den durchgesteckten Nagel nur mit einer Linie berühren, durch die eindringende Unreinigkeit nicht leicht unbeweglich gemacht werden können, wie dieses öfters bey den gewöhnlichen Scharnieren der Fall ist. Die Konstruktion der übrigen Theile dieser Spritze wird durch die verschiedenen Zeichnungen klar. Gewöhnlich werden Spritzen mit Einem Stiefel nur zu Tragspritzen angewendet, und selten für mehr als für 2 bis 3 Mann zu bearbeiten vorgerichtet; indem bey einer größern Anordnung, theils durch den grössern Windkessel, theils auch durch die Bewegung des Querhebels Hindernisse entstehen; indem die Arbeiter diesen Hebel nach dem Druck allemahl wieder bis auf eine beträchtliche Höhe emporheben müßten, die sie jedoch nur selten erreichen, daher der Hub gewöhnlich nur kurz bleibt, und also auch eine geringere Wirkung hervorbringt. Dieß ist bey Spritzen mit doppelten Stiefeln nicht der Fall, weil dort der Hebel durch den Druck auf der entgegengesetzten Seite von selbst gehoben wird, ohne daß die Arbeiter an denselben mitwirken dürfen, daher auch der Hub eine größere Höhe, und die Spritze eine stärkere Wirkung erhält.

211. In Fig. 186. ist eine solche Spritze mit zwey Stiefeln im Durchschnitte vorgestellt. Die Weite der Stiefel ist hier 7 Zoll, die Weite des Windkessels 14 Zoll, und die Weite der Gußmündung $9\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser. Die Entfernung der beyden Stiefel OM vom Mittel O beträgt 15 Zoll, die Länge des halben Hebelarms ON 6 Fuß 8 Zoll, und die Weite der Knieröhre $4\frac{1}{2}$ Zoll. Der Hut des Windkessels ist hier durch Schrauben mit dem untern Theile verbunden, wodurch man bey einer Beschädigung der Ventile leicht zu denselben kommen kann. Die ganze Spritze wird auf einen starken Rüstwagen gesetzt, um bey Feuersgefahr schnell an Ort und Stelle kommen zu können. Damit der eiserne Theil des Hebels HL beym Fahren keine Hindernisse hervorbringe, kann derselbe auch so gerichtet werden, daß er sich von L gegen H zurück legen läßt. Bey G und K sind eiserne Gabeln angeordnet, damit der Querhebel nicht hin und her wanken kann.

Auf der XIV. Tafel ist Fig. 188. diese Spritze im Aufrisse in Verbindung mit dem dazu gehörigen Rüstwagen vorgestellt, und in Fig. 189. befindet sich der Grundriß derselben, wo besonders die Länge des Griffs AB am Querhebel sichtbar wird, an dem 8 Mann arbeiten können, wonach die Spritze von 16 Mann betrieben werden kann. Eine vorzügliche Rücksicht verdienen die Wendungs-Röhren an dem Gußrohre M und N, Fig. 188., die so eingerichtet werden müssen, daß sich das Gußrohr NO nach allen Seiten wenden läßt. Um dieses zu bewerkstelligen, werden die Röhren so in einander gesteckt, wie sie in der vorhergehenden Figur im Durchschnitte sichtbar sind. Um die Wendung zu erhalten, muß die runde Platte 1. 2. fest an die untere Röhre Q gegossen, die obere 3. 4. aber beweglich um M seyn. Am untern Theil der Röhre M befindet sich ein kleiner fest an diese Röhre angegossener Ring, der unter der Platte 3. 4. sammt dem Rohr M herumgedreht werden kann, und durch die obige Platte mittelst der Schrauben fest an die Röhre Q gehalten wird. Die nähmliche Vorrichtung erhält auch das Rohr N, an das sodann die Gußröhre angeschraubt wird, wie dieß der Durchschnitt zeigt. Die Beugung der beyden Röhren M und N läßt sich so anordnen, daß sie beyde einen Quadranten oder Viertelskreis bilden, dessen Mittelpunkt sich in E befindet, und wo die Bewegungslinie mit der Linie EP zusammen fällt. Anstatt der Gußröhre kann auch eine lederne oder aus Hanf ohne Nath verfertigte Schlange angeschraubt, und durch diese das Wasser in verschiedene Winkel der Gebäude geleitet werden. Diese Schlangen bestehen aus Stücken von 20 bis 30 Fuß Länge, und sind so eingerichtet, daß sie sich Stückweise zusammen schrauben lassen. Die Steigröhre wird durch einen Ring R und durch eine eiserne Strebe S fest gehalten. Bey Q befindet sich ein Hahn, der so lange geschlossen bleibt, bis die Luft in den Windkessel hinreichend zusammen gepreßt ist, um den Strahl sogleich nach der verlangten Höhe zu treiben. Der Hub der Arbrieer ist hier bey AB sichtbar, aus welchem der Hub des Stiefels CD hervorgeht. Der Spritzen-Kasten wird durch starke Bänder mittelst Schrauben an die beyden Rüstbäume befestiget, und hält ungefähr 20 Kubikfuß Wasser.

Außer diesen Spritzen gibt es noch andere mit einfachen und doppelten Stiefeln ohne Windkessel, die das Wasser zwar auf eine beträchtliche Höhe bringen können, dasselbe aber nicht ununterbrochen, sondern nur Stoßweise ausspritzen, daher sie auch den Namen Stoßspritzen erhalten haben.

212. Die Ursache, durch die das Wasser bey Feuerspritzen auf eine so beträchtliche Höhe gebracht werden kann, liegt in dem Verhältnisse des Durchmessers der Gußmündung zum Durchmesser des Stiefels, zu dem noch der größere oder geringere Druck des Stiefels kömmt. Hält z. B. der Durchmesser der Gußmündung 1 Zoll, und der des Stiefels 8 Zoll, so ist die Zirkelfläche von 1 Zoll in der von 8 Zoll 64 Mahl enthalten, daher auch, wenn alles Wasser durch die Gußmündung in der nähmlichen Zeit soll hinaus getrieben werden, dasselbe eine 64 Mahl größere Geschwindigkeit erhalten muß. Nimmt man nun für die Geschwindigkeit des Kolbens 1 Fuß 2 Zoll Dez. Maaß = 1,2 Fuß, so ist $64 \times 1{,}2 = 76{,}8$ Fuß, gleich der Geschwindigkeit, die der Wasserstrahl bey seinem Ausgange durch die Gußmündung erhält. Sucht man aus dieser Geschwindigkeit nach der bereits bekannten Formel $\frac{G^2}{66{,}7} = H$ die Höhe, so muß die obige Zahl 76,8 zum Quadrat erhoben, und dieses durch 66,7 dividirt werden. Es ist also $\frac{76{,}8 \times 76{,}8}{66{,}7} = 88{,}4$ Fuß $= H$, welche Höhe der vertikale Strahl erreichen müßte, wenn nicht verschiedene Hindernisse, wovon die Luft das vorzüglichste ist, denselben aufhalten würden. Um also die wahre Höhe zu erhalten, muß nach Mariotte die gefundene Höhe mit 300 multiplizirt, zu diesem Produkte die Zahl 22500 addirt, aus der Summe die Quadratwurzel ausgezogen, und von dieser die Zahl 150 abgezogen werden, wo sodann der Rest die wahre Höhe des Strahls anzeigt. Nennt man die oben berechnete Höhe H, und die wirkliche Höhe h, so ist $h = \sqrt{(H \times 300 + 22500)} - 150$, welche Formel die obige Verfahrungsart in Kürze ausdrückt. Da also in dem obigen Beyspiele die berechnete Höhe $H = 88{,}4$ ist, so hat man $\sqrt{(88{,}4 \times 300 + 22500)} = 221$, und von dieser die Zahl 150 abgezogen $= 71$ Fuß, als die wirkliche Höhe h, die der vertikale Strahl erreichen kann.

Wünscht man zu der obigen Berechnung eine Formel zu haben, so kann man den Durchmesser des Stiefels D, den Durchmesser der Gußmündung d, die kleinere Geschwindigkeit des Kolbens g, und die größere der Gußmündung G, dann die berechnete Höhe des Strahles H, und die wirkliche Höhe h heißen; so erhält man $\frac{D^2}{d^2} \times g = G$ und $\frac{G^2}{66{,}7} = H$; und die $\sqrt{(H \times 300 + 22500)} - 150 = h$. Hat man also einen Stiefel von 7 Zoll = 84 Linien Weite, und eine Gußmündung von 10 Linien, dann eine Geschwindigkeit des Kolbens = 1,2 Fuß, so ist $84 \times 84 = 7056 = D^2$, und $10 \times 10 = 100 = d^2$, also $\frac{7056}{100} \times 1{,}2 = 84{,}6 = G$; dann $\frac{84{,}6 \times 84{,}6}{66{,}7} = 107 = \frac{G^2}{66{,}7} = H$, und $\sqrt{(107 \times 300 + 22500)} - 150 = 83$ Fuß $= h$, gleich der vertikalen Höhe, die der Strahl wirklich erreichen kann. Der vertikale Strahl ist jedoch der kürzeste; richtet man die Gußröhre unter einen Winkel von 45 Grad, so erreicht derselbe eine noch so große Weite; also im gegenwärtigen Falle $71 \times 2 = 142$ Fuß.

213. Bey dieser Berechnung muß, weil man die Höhe in Fußen sucht, die Geschwindigkeit des Kolbens allemahl in Fußen genommen werden. Diese ist bey Feuerspritzen gewöhnlich 1, bis 1,3 Fuß höchstens. Um diese Geschwindigkeit aus der Konstruktion der Spritze, und aus der Geschwindigkeit der Arbeiter zu finden, muß man wissen, wie weit die Kolbenstange KL Fig. 187. Taf. XIII. vom Mittel O entfernt ist, und welche Geschwindigkeit die Arbeiter bey dem Niederziehen in AB anwenden. Diese letztere hat Hr. Hofr. Karsten = 5,3 Fuß bey seinen Spritzproben in 1 Sekunde gefunden. Da bey dergleichen Proben die Arbeit nur kurze Zeit dauert, bey längerer Dauer aber die Kraft der Arbeiter, obschon sie mehrmahls abgelöset werden, dennoch vermindert wird, so wollen wir dieselbe nur zu 5 Fuß annehmen, wonach die Bewegung so angesehen werden könnte, als wenn sie bey AB in 1 Sekunde 5 Fuß durchlaufen hätte, in welcher Zeit der Kolben bey K, die Höhe KL machen würde, die die Geschwindigkeit desselben für eine Sekunde vorstellen kann. Die Länge der halben Druckstange AO ist bey Feuerspritzen gewöhnlich zwischen 5 und 7 Fuß, und die Entfernung der Kolbenstange K vom Mittel O selten mehr als 12 bis 15 Zoll. Setzt man die größere Geschwindigkeit $AB = G$ und die kleinere $KL = g$, den Radius $AO = R$, und den von $KO = r$; so verhält sich $G : g = R : r$, und $G \times r = g \times R$. Da man nun die kleinere Geschwindigkeit g sucht, so ist $\frac{G \times r}{R} = g$, gleich der Geschwindigkeit des Kolbens in 1 Sekunde. Diese Geschwindigkeit wird also nach dieser Formel erhalten, wenn die Geschwindigkeit der Arbeiter mit der Entfernung der Kolbenstange vom Mittelpunkt O multiplizirt, und durch die Länge der halben Druckstange dividirt wird. Ist z. B. $AO = 5\frac{1}{2}$ Fuß = 66 Zoll, und die Entfernung der Kolbenstange vom Mittel $O = 14$ Zoll, die Geschwindigkeit der Arbeiter aber nach der obigen Bemerkung = 5 Fuß = 60 Zoll, so hat man $\frac{60 \times 14}{66} = g$, und nach vorgenommener Multiplikation und Division = 12,7 Zoll = 1,07 Fuß.

214. Die Höhe AB von 5 Fuß ist jedoch nicht die Höhe des Zuges, den die Arbeiter gewöhnlich machen; denn dieser beträgt meistens nur 4 Fuß, daher in einer Sekunde etwas mehr als 1 Hub oder Zug gemacht werden muß, weil sonst die Geschwindigkeit nicht 5 Fuß erreichen könnte. Um also die Steigung des Kolbens für jeden Hub zu erhalten, darf man in Fig. 187. nur die Höhe AB zu 4 Fuß = 48 Zoll annehmen, und in die obige Formel anstatt G setzen, dann die unbekannte Steigung x nennen, so wird sich diese Formel in folgende ändern: $\frac{48 \times r}{R} = x$. Behalten wir wieder für R und r die nähmliche Länge, so ist $\frac{48 \times 14}{66} = 10$ Zoll, gleich der Höhe des Hubes. Damit aber die Arbeiter den Druck am Hebel bequem 4 Fuß hoch machen können, muß der Angriff desselben 4 bis $4\frac{1}{2}$ Fuß von der Erde in seiner wagrechten Richtung erhoben liegen, damit derselbe beym Niederdrücken auf der entgegengesetzten Seite auf 6 bis $6\frac{1}{2}$ Fuß steigen könne, wodurch die Arbeiter mehr Ziehen als Hebeln müssen, bey welchem ihnen das Gewicht ihrer Körper vortheilhaft zu statten kömmt.

215. Aus der Höhe des Hubs, der dem Druck niederwärts gleich ist, läßt sich wieder, wie bey Druckwerken, die Menge des ausspringenden Wassers finden, die aus der Multiplikation des Durchmesser-Quadrats mit der Höhe des Hubs, dividirt durch 94 besteht, wie die bereits oben angegebene Formel $\frac{H \times D^2}{94} = M$ anzeigt. Nehmen wir den eben gefundenen Hub von 10 Zoll, und einen Stiefel von 6 Zoll im Durchmesser, so ist $\frac{10 \times 36}{94} = 3{,}8$ Maß, welche auf Einen Druck oder Schlag der Arbeiter ausspringen. Weiß man nun die Anzahl der Schläge in 1 Minute, so darf diese nur mit der oben gefundenen Zahl multiplizirt werden, wodurch die Anzahl von Baierischen Maßen in 1 Minute hervorgeht. — Durch Beobachtung bey Spritzenproben hat man gefunden, daß die Anzahl der Schläge in 1 Minute 60 bis 80 seye, welches auf die Zahl der Arbeiter und auf die Anstrengung, mit der sie arbeiten ankömmt. Nehmen wir zu dem obigen Beyspiele 68 Schläge für 1 Minute, so haben wir $3{,}8 \times 68 = 258{,}4$ Maß = 4 Eimer $18\frac{4}{10}$ Maß.

216. Um diejenige Kraft anzugeben, durch die man im Stande ist den Strahl auf eine bestimmte Höhe zu treiben, und die Zahl der Arbeiter zu bestimmen, muß man sich vorstellen, als wenn die Höhe dieses Strahls von dem Drucke einer Wassersäule entstanden wäre, die zu ihrer Grundfläche die Durchschnittsfläche des Stiefels, und zu ihrer Höhe die Höhe des emporgetriebenen Strahles H hätte, zu welcher man noch wegen der starken Friktion den achten Theil dieser Höhe hinzu thun könnte. Nehmen wir die in dem ersten Beyspiele gefundene Höhe H von 88 Fuß, so haben wir $\frac{88}{8} = 11$ und $11 + 88 = 99$ Fuß. Sucht man die Schwere dieser Wassersäule nach der Formel $\frac{H \times 35 \times D^2}{144} =$ Schw. und behält den obigen Durchmesser zu 8 Zoll bey, so hat man $\frac{99 \times 35 \times 64}{144} = 1540$ Pf. Weil aber diese Schwere bey Feuerspritzen durch einen Hebel NO Fig. 186. Taf. XIII. um eben so viel vermindert wird, als MO in NO enthalten ist; so muß zuvor die Länge NO durch die Entfernung der Kolbenstange vom Mittel MO dividirt werden. Behalten wir die obigen Angaben zu $5\frac{1}{2}$ Fuß $= 66$ Zoll für NO und 14 Zoll für MO, so ist $\frac{66}{14} = 4,7$, und also die Kraft bey N um 4,7 Mahl kleiner als bey M. Wird daher die obige Zahl von Pfunden durch 4,7 dividirt, so erhält man $\frac{1540}{4,7} = 327$ Pf. als die Schwere, die bey N zu überwinden ist. Rechnet man nun bey dieser Arbeit, wo die Arbeiter öfters abgelößt werden, die Kraft eines Mannes zu 40 Pfund, und dividirt die oben gefundenen 327 Pfund durch 40, so erhält man die Zahl 7, als die Anzahl der Arbeiter, welche für 1 Stiefel nöthig sind, daher man zu einer Spritze von 2 Stiefeln nach den obigen Maaßen 14 Mann anstellen muß.

217. Wird anstatt der oben berechneten Höhe H = 88 Fuß, die wirkliche Höhe h = 71 Fuß gegeben, so ist nach Mariotte $H = \frac{h^2}{300} + h$; das ist: Man findet die berechnete Höhe H, wenn man die wahre Höhe h zum Quadrat erhebt, dieses durch die Zahl 300 dividirt, und zu dem gefundenen Quotienten die wahre Höhe h addirt. Es wäre also $\frac{71 \times 71}{300} = 16,8$, und $16,8 + 71 = 87,8$ anstatt 88, welcher Unterschied von der das erste Mahl nicht ganz ausgezogenen Quadratwurzel herkömmt.

218. Weil sich nun aus der gegebenen Höhe die Kraft, und also die Anzahl der Arbeiter finden läßt, so muß sich auch aus der gegebenen Zahl der Arbeiter wieder die Höhe des Strahles finden lassen. Will man z. B. eine Spritze verfertigen, wozu man für 1 Stiefel nur 4 Mann gebrauchen will, so erhält man eine Kraft $= 4 \times 40 = 160$ Pfund. Nimmt man den Hebel NO Fig. 186. = 5 Fuß, und die Länge MO = 1 Fuß, so wird bey N die Kraft 5 Mahl größer, also $160 \times 5 = 800$ Pfund, welche bey M auf den Stiefel drücken. Nimmt man für den Stiefel 5 Zoll im Durchmesser, so hat man eine Wassersäule von 25 Zirkelzoll Durchschnittsfläche, und von einer Höhe die erst gesucht werden, von der man den achten Theil für die Friktion abziehen muß, daher von den obigen 800 Pfund 700 Pfund übrig bleiben. Die Höhe für diese 700 Pfund schwere Säule kann aus der bekannten Formel $\frac{H \times 35 \times D^2}{144} =$ Schw. = K erhalten werden, wo K die Kraft bedeutet, die mit der Schwere einerley ist. Sucht man bey dieser Formel H allein, so ist $H = \frac{K \times 144}{35 \times D^2} = \frac{700 \times 144}{35 \times 25} = 115$ Fuß gleich der Höhe H, aus welcher nach dem in Nro. 212. angezeigten Verfahren leicht die wirkliche Höhe h gefunden werden kann, welche hier = 88 Fuß ist.

219. Auch der Durchmesser des Stiefels läßt sich aus der gegebenen Kraft und der bekannten Höhe nach der obigen Formel finden; indem $D^2 = \frac{K \times 144}{H \times 35}$ wird. Behalten wir die obige Kraft von 700 Pfund und die Höhe von 115 Fuß, so ist $D^2 = \frac{700 \times 144}{115 \times 35} = 25 =$ dem Quadrate des Durchmessers, und nach ausgezogener Quadratwurzel = 5 Zoll, gleich dem Durchmesser des Stiefels.

220. Noch ist übrig aus der bekannten Höhe, und dem gegebenen Durchmesser des Stiefels die Gußmündung zu finden. Um diese zu erhalten, muß zuvor aus der Höhe H die Geschwindigkeit gesucht werden, die das Wasser beym Ausströmen der Gußmündung erhalten wird. Da wir nun wissen, daß $G = \sqrt{H \times 66,7}$, und die obige Höhe H = 115 ist, so hat man $115 \times 66,7 = 7670,5$, und die Wurzel von dieser Zahl $= 87,5 = G$. Es ist aber auch bekannt, daß diese Zahl aus der Multiplikation der Geschwindigkeit des Kolbens mit demjenigen Quotienten besteht, welchen man erhält, wenn das Quadrat des Durchmessers des Stiefels durch das Quadrat des Durchmessers der Gußmündung dividirt wird. Nimmt man die Geschwindigkeit wie oben Nro. 213. = 1 Fuß, so ist $\frac{87,5}{1} = 87,5$, gleich dem obigen Quotienten. Da nun der Durchmesser des Stiefels bekannt = 5 Zoll = 25 Quadratzoll ist, so muß diese Zahl durch die oben gefundene Geschwindigkeit = 87,5 dividirt werden, wodurch $\frac{25}{87,5}$ entsteht. Werden die 25 Quadratzolle zu Quadratlinien gemacht, so hat man $25 \times 144 = 3600$ Quadratlinien. Diese durch 87,5 dividirt, gibt $\frac{3600}{87,5} = 41,14$, als das Quadrat der Gußmündung, und nach ausgezogener Quadratwurzel = 6,4 Linien als Durchmesser der Gußmündung. Man gibt aber in der Ausführung der Gußmündung nicht leicht weniger als $7\frac{1}{2}$ bis 8 Linien, welches auch bey diesem Beyspiele beobachtet werden könnte, wo aber der Strahl, der hier 88 Fuß beträgt, etwas erniedriget würde, welches bey bürgerlichen Gebäuden, die nur eine Höhe von 60 Fuß bedürfen, keinen Nachtheil bringen würde. Für die Form der Gußmündungen kann man die Tafel XIII. Fig. 186. gezeichnete konische Form beybehalten, die, nach den gemachten Beobachtungen, wenn sie genau bearbeitet und rein polirt wird, keiner der übrigen Formen nachstehen wird.

221. Die Dicke des Messings am Stiefel kann 1 Linie wenigstens betragen, indem der Guß nicht an allen Stellen gleich ausfällt. Diese Dicke genügt für eine 130 bis 140 Fuß hohe Wassersäule. Die Stiefel müssen gut gebohrt und rein polirt werden. Der Steigröhre mit dem Gußrohre kann man die nähmliche Dicke geben, weil diese sonst leicht Schaden leiden könnten. Auch der Windkessel, obschon er aus geschlagenen Kupfer besteht, das dauerhafter als Messing ist, kann die Dicke von 1 Linie bekommen, indem er eine größere Weite als der Stiefel erhält, und also auch stärker als dieser seyn muß. Der runde Deckel dieses Kessels kann zur größern Sicherheit und Stärke mit Schrauben befestiget, anstatt gelöthet werden, welches noch den Vortheil bringt, daß man leicht, wenn an den Ventilen etwas schadhaft wird, zu denselben kommen kann.

Die Knieröhre und Ventilöffnung soll nicht über $\frac{1}{3}$ enger als die Stiefel seyn, damit das Wasser keinen zu starken Zwang leide. Bey einfachen Spritzen soll das untere Ventil, welches Wasser in den Stiefel läßt, nicht zu klein genommen werden, weil der Rückzug des Stiefels bey diesen Spritzen sehr schnell geschieht, und also das Wasser bey einer zu kleinen Oeffnung nicht mit der gehörigen Geschwindigkeit folgen könnte. Bey eben diesen Spritzen darf auch die Höhe des Querhebels nicht so groß wie bey doppelten Stiefeln genommen werden, weil die nähmlichen Arbeiter, die den Balken niederdrücken, denselben auch wieder erheben müssen, wo er dann nicht so bequem, wie bey doppelten Druckwerken, gebraucht werden kann, daher auch hier der Hub etwas geringer ausfallen muß.

222. Man hat sonst auch Spritzen verfertiget, die zugleich das nöthige Wasser durch eine Schlange an sich saugen. Es ist aber besser, dazu einen eigenen Zubringer anzuordnen, der nichts als eine Feuerspritze ist, die auf einer Seite das Wasser durch eine Schlange an sich saugt, und auf der andern dasselbe durch eine andere Schlange in den Spritzenkasten bringt. Dieser Kasten soll bey doppelten Druckwerken eine solche Weite haben, daß er wenigstens 20 bis 25 Kubikfuß Wasser aufnehmen kann. Werden die Schlangen am Spritzenrohr selbst angebracht, so kann das Wasser eine größere Höhe, als ohne dieselben erreichen, wobey aber auch die Mündungen der Gußröhren etwas weiter gemacht werden müssen.

223. Noch will ich hier die Abmessungen zweyer Feuerspritzen beysetzen, die Hr. Hofrath Karsten in seiner Preisschrift im Rheinländischen Maaße angegeben hat, und die dem praktischen Künstler bey Verfertigung dieser Maschinen zur Richtschnur dienen können.

Abmessungen

für eine große Feuerspritze mit doppelten Stiefeln, die durch 16 Mann bearbeitet werden soll.

	Rheinisches Maaß.		
	Fuß.	Zoll.	Linien.
Weite der Stiefel im Lichten	—	6	—
Ganze Länge der Druckstange	11	—	—
Entfernung der Stiefel vom Mittel	—	14	—
Höhe des Kolbenzugs	—	10	7
Die Weite der Knieröhren im Lichten zwischen dem Stiefel und dem Windkessel	—	4	—
Die Höhe des Kolbens	—	4	—
Die Höhe der Stiefel im Lichten	—	19	6
Durchmesser des Windkessels	1	—	—
Die Höhe desselben	—	20	—
Durchmesser der Gußmündung	—	$\frac{3}{4}$	—
Durchmesser der Gußmündung am Schlangen-Schlauch	—	1	—

Die Wassermenge, die diese Spritze in 1 Minute gibt, beträgt beynahe 14 Kubikfuß, und die Höhe, die durch den Strahl erreicht werden kann, 76 bis 80 Fuß. Wird aber eine Schlange angeschraubt, und diese 40 bis 60 Fuß in die Höhe gezogen, so kann das Wasser auf 100 Fuß hoch gebracht werden.

Abmessungen
für eine Feuerspritze mit doppelten Stiefeln, die durch 8 Mann bearbeitet werden soll.

	Rheinisches Maaß.		
	Fuß.	Zoll.	Linien.
Die Weite der Stiefel im Lichten	—	5	—
Die Länge der Druckstange	10	—	—
Entfernung der Stiefel vom Mittel	1	—	—
Höhe des Kolbenzugs	—	10	—
Weite der Knieröhren	—	4	—
Höhe des Kolbens	—	4	—
Höhe der Stiefel im Lichten	—	19	—
Durchmesser des Windkessels	—	10	—
Höhe desselben	—	20	—
Durchmesser der Gußmündung	—	—	$7\frac{2}{3}$
Durchmesser der Gußmündung bey einer Schlange	—	—	$9\frac{1}{2}$

Diese Spritze treibt in 1 Minute 9 Kubikfuß Wasser auf eine Höhe von 60 Fuß, welches für die bürgerlichen Gebäude hinreichend ist.

224. Die Abmessungen dieser beyden Spritzen sind im Rheinischen Fußmaaße angegeben, daher man bey der wirklichen Konstruktion dieses Maaß bey Handen haben muß. Da der Rheinische Fuß 13913 Theile eines in 14400 Theile getheilten Pariser Fußes, der Baierische Fuß aber 12938 solche Theile in sich enthält, so können die Letztern von den Erstern abgezogen, und der Rest in Linien und Punkten gefunden werden, wie dieses in der oben angeführten Geometrie für Künstler und Werkleute bereits gezeigt wurde, wodurch man 10 Linien und 10 Punkte im Baierischen Maaße erhält, um welche der Rheinische Fuß größer als der Baierische ist. Setzt man also zu dem Baierischen Fuß die obigen 10 Linien und 10 Punkte, und theilt die ganze Länge in 12 gleiche Theile, so erhält man dadurch den Rheinischen Fuß, von welchem man die obigen Abmessungen abnehmen kann.

Von den Wassersäulen-Maschinen, und den dazu gehörigen Vorrichtungen.

225. Die Wassersäulen-Maschinen leisten vorzüglich da gute Dienste, wo ein sehr hohes Gefäll, oder sehr wenig Aufschlag Wasser vorhanden ist. Sie werden als bewegende Kraft, sowohl zu Saug- und Hebepumpen, als zu Druckpumpen, angewendet. Diese Kraft besteht aus einer meistentheils senkrechten Wassersäule AB Fig. 190. Taf. XV., die mit einem nach Umständen größern Stiefel HD in Verbindung steht, und dort den Kolben durch den Druck ihrer eignen Schwere bis CD hebt. Da dieser Druck aus der Multiplikation der Grundfläche des Stiefels CD mit der Höhe der Fallröhre EF besteht, so läßt sich einsehen, daß durch eine ansehnliche Vergrößerung des Stiefels der Druck bedeutend vermehrt werden könne, wenn gleich die Wassersäule in der Fallröhre AB an ihrer Dicke nicht zunimmt, wie dieses aus Seite 1. Nro. 10. hervorgeht. Bey M werden die Schacht- oder Kolbenstangen TS der unter dieser Vorrichtung stehenden Steigröhre QN befestiget, und dadurch mit der Kolbenstange MC zugleich in Bewegung gesetzt. BK ist die Kommunikations-Röhre des Stiefels mit der Fallröhre, W der Wechsel oder die Wendungs-Pipe, wodurch die Maschine in der Bewegung erhalten wird, und P der Wechsel, durch den die Fallröhre geschlossen, und die Maschine zum Stillstehen gebracht werden kann.

Es ist nun leicht einzusehen, daß der Kolben, der Anfangs sich in GH befindet, von dieser Stelle durch die Gewalt des Druckwassers in der Fallröhre bis CD aufwärts getrieben werde; aber man begreift nicht sogleich, wie dieser Kolben wieder abwärts gehen, und dadurch die Kolbenstange TS die nöthige Wechselbewegung erhalten könne. Dieses geschieht durch den Wechsel W, der Anfangs das Wasser durch die Kommunikations-Röhre läßt, aber auf einmahl durch eine besondere Vorrichtung mittelst einer kleinen Hebelstange HL gegen die Seite der Fallröhre geschlossen wird, und der zugleich die Ausgußöffnung a aufschließt, durch die das Wasser aus dem Stiefel laufen, und der Kolben durch die Schwere der Schacht- und Kolbenstangen wieder abwärts gedrückt werden kann.

226. Die eben erwähnte Vorrichtung, den Wechsel W auf einen Zug zu öffnen, und zu schließen, besteht in einer Welle Z, von zweyerley Durchmessern wie die 192. Fig. Taf. XVI. zeigt, die mit einer Fallkugel F versehen ist. Diese wird durch zwey leichte Ketten fn und kg, die sich um den kleinen Theil der Welle Z herumschlingen, und in den Punkt h befestiget sind, bis über die senkrechte Lage nach f gebracht; wo sie sodann durch ihre eigene Schwere bis nach m fällt, und dadurch einen schnellen Zug an den Ketten HZ und Ln, die an den dickern Theil der Welle Z befestiget sind, hervorbringt. Durch diesen Schlag wird der Hebel HL um einen Viertelskreis herumbewegt, und der Wechsel W auf- oder zugeschlossen. Die ganze Bewegung geschieht durch den obern Hebel bc, der mit der Kolbenstange M bey b verbunden ist, und sich um den festen Punkt c bewegt, wodurch beym Auf- und Niedergange des Kolbens auch die beyden Punkte d und e höher oder niederer zu stehen kommen, die dann ihrer Seits die Fallkugel bald auf die rechte, bald auf die linke Seite wenden, wodurch ein immerwährendes Auf- und Niedergehen des Kolbens hervorgebracht wird. In Fig. 192. Taf. XVI. ist die ganze Vorrichtung im Grundrisse vorgestellt, wo die größere Welle P mit den Wechseln in Verbindung steht, und der mit der Kolbenstange M Fig. 190. verbundene Hebel bc die Bewegung an der kleinern Welle Q Fig. 192. hervorbringt, wodurch die Fallkugel hin und her bewegt wird.

Der Zug an den Ketten kg und fn Fig. 190. muß so eingerichtet werden, daß die Fallkugel F im Fallen bereits von f bis z, nähmlich 45 Grad weit, gekommen ist, ehe die Kette ZH den Wechsel anzieht, und daß dann diese Kugel noch einen rechten Winkel qm durchfällt, durch den der Wechsel erst in einem Viertelskreis herum bewegt wird, daher auch die Länge des Zuges am Hebel H gerade so groß seyn muß, wie der Bogen ph, worauf man bey der Dicke der Welle wohl zu merken hat. Auch die Länge der Hebel cd und ce muß so eingerichtet werden, daß sie mit dem Bogen, den die kleinere Welle während ihres Umdrehens beschreiben muß, im Verhältniße stehen. Von e bis r, und von d bis t, kann man dünne Eisenstangen anbringen, und erst von da aus die Ketten anfangen lassen, welches auch bey den Ketten am Wechsel beobachtet werden kann. Das Wasser, welches durch den Wechsel bey a abfließt, und das, welches durch die Kolbenstange ST empor gehoben wird, kann in eine Abzugsrinne R geleitet, und von derselben weiter abgeführt werden.

In Fig. 191. sind die verschiedenen Stellungen des Hahns der Wendungs-Pipe W vorgestellt, wo A den Durchgang des Wassers durch die Kommunikations-Röhre KB in den Stiefel GH, und B den Durchgang des Wassers aus dem Stiefel nach a zeigt, von welchen beyden Stellungen die Grundrisse in A′ und B′ angegeben sind. Bey M ist eine Vorrichtung gezeichnet, wodurch der Hahn nie weiter, als einen Viertelskreis bewegt werden kann. Diese läßt sich auf der obern Platte anbringen, wovon der Theil 1. 2. 3. fest an der untern Hülse, der Theil 3. 4. aber beweglich gemacht wird.

227. In Fällen, wo das Wasser oft aus 100 bis 200 Fuß tiefen Schachten heraufgezogen werden muß, ist es nothwendig, sich dazu der bereits oben beschriebenen Schachtstangen zu bedienen, die wegen der starken Beschlagung mit Eisen, und den daran gehängten Kolbenstangen oft eine Schwere von mehreren Zentnern haben, und die also einen sehr beträchtlichen Theil der Kraft dieser Maschine aufheben würden. Man ist daher gezwungen, diese Schwere durch ein Gegengewicht zu überwältigen, welches in einem Kasten X besteht, der auf einen Hebel OX befestiget wird, und seinen Ruhepunkt in Y hat. Dieser Kasten wird so lange mit Steinen gefüllt, bis die Schachtstangen nur noch so viel Uebergewicht behalten, daß sie vermögend sind, den Kolben CD mit der nähmlichen Geschwindigkeit abwärts zu drücken, mit der er durch die Wassersäule aufwärts getrieben wurde.

228. Die Einrichtung der hier gezeichneten Wassersäulen-Maschine ist die Erfindung des Herrn Ober-Kunstmeisters Höll, der schon 1749 in Schemnitz im Leopoldi-Schacht eine solche erbaut hat, dessen Wirkung so vortheilhaft befunden wurde, daß man bereits mehrere derselben in verschiedenen Orten angelegt hat. Noch früher haben Denisard und de la Dueille in Frankreich Wassersäulen-Maschinen errichtet, die Belidor in seinen hydraulischen Werke beschreibt, der auch seine eigene Erfindung einer solchen Maschine mit einen liegenden Stiefel beybringt, wovon jedoch die beyden Vorrichtungen ganz verschieden sind, wie man aus den im obigen Werke beygefügten Zeichnungen ersehen kann. Ueberhaupt lassen sich die Bewegungen bey Wassersäulen-Maschinen auf verschiedene Art anbringen, wovon ich hier noch die Vorrichtung mit einem liegenden Stiefel beybringen will.

229. In der Fig. 192. Taf. XVI. ist ein solcher bey AB vorgestellt, wo bey C und D die Einfluß-Oeffnungen angebracht sind, durch die das Wasser in den Stiefel tritt, und den Kolben von D nach C, und von da wieder zurück nach D treibt. Bey E und F befinden sich zwey Wechsel, die das Wasser aus der Fallröhre G bald auf der einen, und bald auf der andern Seite in den Stiefel lassen, je nachdem dieselben die Zuflußröhren öffnen, oder zuschließen. Ist die Röhre gegen G durch den Wechsel F geschlossen, so dringt das Wasser aus dem Stiefel bey C gegen F, und wird bey H durch eine Ansatzröhre abgeleitet, da hingegen der Wechsel bey E die Zuflußröhre offen, und die Ausflußröhre I geschlossen hält, wodurch das Wasser bey D eindringt, und den Stiefel gegen C drückt, durch welche Oeffnung das Wasser zur nähmlichen Zeit bey H abfließt. Die Ausflußröhren bey H und I könnten etwas aufgebogen seyn, damit das Wasser nicht ganz aus den Röhren DE und CF läuft, die also beym Wechsel erst wieder neu gefüllt werden müßten. Bey K ist der Hebel für die Bewegung der Fallkugel angebracht,

die hier durch eine in etwas abgeänderte Vorrichtung geschieht, wie dieß die Fig. 193. zeigt. Es ist nähmlich der Hebel K' der mit K in Fig. 192. verbunden ist, in eine besondere Welle L befestiget, durch die noch ein Querholz MN gesteckt ist, das, wenn bey K' eine Bewegung erfolgt, die Welle W mit der Fallkugel bald auf die eine, bald auf die andere Seite wendet, wodurch auch die beyden Wechsel ihre Stellungen erhalten. Bey R Fig. 192. kann mit der verlängerten Kolbenstange ein Kunstkreuz verbunden, und dadurch das Wasser aus großen Tiefen herausgezogen werden. Wollte man dasselbe aber auf eine beträchtliche Höhe aufwärts treiben, so könnte man sich der in Fig. 138. vorgestellten Pumpe mit dem liegenden Stiefel bedienen, und dadurch das Wasser weit über seinen Abfall empor heben.

230. Herr Ritter von Reichenbach hat in Illsang, nahe an der Saline bey Reichenhall, eine der größten Säulen-Maschinen errichtet, und dort die Salz-Sohle auf 1500 Fuß Höhe über eine weite Strecke von Bergen getrieben, um sie nach Traunstein zum Versieden zu leiten. Das Aufschlagwasser, das diese Salzsäule empor treibt, hat eine Höhe von 100 Fuß. Der große Stiefel, der über 2 Fuß im Durchmesser hält, steht dort senkrecht und ist unten ganz offen. Die beyden Kolben sammt der sehr dicken Kolbenstange, durch die sie mit einander verbunden werden, sind von Messing gegossen, und erhalten dadurch eine beträchtliche Schwere, die nicht nur alle Friktion gänzlich überwinden, sondern auch noch vortheilhaft auf die Ueberwältigung der Last wirken kann. Das Kolbenspiel wird durch keine Wendungs-Pipe und Fallkugel, sondern auf eine sinnreiche Art durch Springkolben bewirkt, die den Zufluß des Wassers öffnen oder verschließen.

In Fig. 194. Taf. XVI. habe ich eine solche Säulen-Maschine gezeichnet, die in der Zusammensetzung der drey Hauptröhren ABC der eben erwähnten beynahe gleich kömmt, bey der aber die Wechsel W mit der Fallkugel an der Welle Z beybehalten wurde. Das Wasser kömmt durch die Fallröhre FR und die Leitröhre RL über den großen Kolben K, und drückt denselben in den Stiefel B abwärts, während welcher Zeit auch der Kolben D bis nach P, und der Kolben M bis nahe an V kömmt, der dann das Wasser durch das Ventil U treibt. Ist der Kolben M bey V angekommen, so fällt die Fallkugel auf die entgegengesetzte Seite, und öffnet den obern Wechsel W, während der untere Q geschlossen wird, wodurch das Wasser durch die obere Leitröhre GE dringt, und den Kolben D wieder aufwärts treibt, der zugleich die beyden Kolben K und M mit sich aufwärts zieht. Durch diese Bewegung wird das Wasser im großen Stiefel B durch die Oeffnung Q getrieben, wo dasselbe durch die darunter gelegte Rinne abfließt. Eben so tritt das Wasser durch das Aufwärtsgehen des Kolbens M aus der Saugröhre durch das Ventil V in den Stiefel VM, aus dem dasselbe beym Abwärtsgehen des Stiefels M wieder in die Leitröhre US getrieben wird, und von dort nach und nach aufwärts steigt. Damit das Wasser aus den kleinen Stiefel A nicht in den großen B dringen kann, ist bey N eine Büchse angebracht, die mit Oel und Theer getränkten Leinnenzeug vollgestopft wird, und also die beyden Stiefel vollkommen schließt. Die Bewegung der Welle Z mit der dazu gehörigen Fallkugel geschieht durch das Auf- und Niedergehen der Kolbenstange T, die in Fig. 195. mit dem dazu gehörigen Hebel HI besonders abgebildet ist, und die durch die beyden Punkte X und Y den Hebel HI um den festen Punkt O auf- und abwärts bewegt, wodurch auch die Welle Z ihre Bewegung erhält. Durch eine solche Vorrichtung kann nicht nur das Wasser auf eine sehr beträchtliche Höhe gebracht, sondern auch noch aus einer Tiefe von 15 bis 20 Fuß bis über V gehoben werden.

231. Die zur Anordnung der Wassersäulen-Maschinen nöthigen Berechnungen kommen größtentheils mit denen überein, die bey der Anordnung der Pumpwerke bereits vorgekommen sind. Es besteht nähmlich die bewegende Kraft aus der Multiplikation der Grundfläche des großen Kolbens mit der Höhe des Wassers in der Fallröhre. Nimmt man auf die Geschwindigkeit des Kolbens Rücksicht, so muß diese von der Geschwindigkeit, die der obige Fall hervorbringt, abgezogen werden, anstatt daß sonst dieselbe zu der Geschwindigkeit der Höhe addirt wird; weil hier der Höhe wegen des schon bestimmten Wasserstandes nichts zugegeben werden kann. Aus der noch übrig gebliebenen Geschwindigkeit wird sodann nach der bekannten Formel $\frac{G^2}{66{,}7} = H$, die Höhe gesucht, und diese mit dem Quadrate des Durchmessers vom größern Stiefel multiplizirt, wodurch ein Produkt hervorgeht, welches sowohl der Wassersäule der Kraft als der der Last gemein seyn muß, und aus dem sich wechselsweise die unbekannten Theile finden lassen. Ein Beyspiel wird das Ganze deutlicher darstellen.

Es halte die Fallröhre 40 Fuß, und der Durchmesser des großen Stiefels 18 Zoll, wie hoch wird man das Wasser empor treiben können, wenn man den kleinen Durchmesser zu 4 Zoll annimmt?

Betrachten wir zuerst die Geschwindigkeit, die ein Körper durch den Fall von 40 Fuß Höhe erhalten würde, so ist dieselbe nach der bekannten Formel $G = \sqrt{H \times 66{,}7} = \sqrt{40 \times 66{,}7} = 51{,}6$. Gibt man dem großen Kolben eine Geschwindigkeit von 1', 2'' Dez. M., so muß diese von der obigen abgezogen werden, daher von der ersten noch 50', 4'' übrig bleiben, welche nach der ebenfalls bekannten Formel $H = \frac{G^2}{66{,}7} = \frac{50{,}4 \times 50{,}4}{66{,}7} = 38$ Fuß Höhe geben. Wird diese mit dem Quadrate des größern Stiefels gleich $18 \times 18 = 324$ multiplizirt, so entsteht das Produkt 12312, welches beyden Wassersäulen gemein ist. Da nun der kleine Durchmesser von 4 Zoll gegeben wurde, so braucht man nur mit dem Quadrate desselben $= 16$ das obige Produkt zu dividiren, wodurch $769\frac{1}{2}$ Fuß als die Höhe entsteht, auf welche das Wasser mit der oben gegebenen Geschwindigkeit kann getrieben werden. Es muß aber hier noch auf die Hindernisse der Friktion, die die beyden Kolben sammt der Bewegung der Fallkugel hervorbringen, Rücksicht genommen werden, die Belidor dem fünften Theil der Schwere der aufwärts zu treibenden Wassersäule gleich schätzt, daher von der obigen Höhe noch der fünfte Theil abgezogen werden muß, wodurch eine Höhe von 615 Fuß übrig bleibt, auf welche das Wasser wirklich kann getrieben werden.

232. Nach dieser Berechnung läßt sich eine Gleichung ansetzen, nach welcher, wenn drey Stücke gegeben sind, sich das vierte leicht finden läßt. Nennt man das Quadrat des Durchmessers des großen Stiefels D^2, und das Quadrat des kleinen d^2, die kleinere Höhe der Fallröhre h, und die größere der Steigröhre H, so ist $D^2 \times h = d^2 \times H$, weil beyde Wassersäulen sich das Gleichgewicht halten müssen. Wäre nun in dem obigen Beyspiele der kleinere Durchmesser d unbekannt, so hätte man $\frac{D^2 \times h}{H} = d^2$, und nach der vorhergegangenen Rechnung $\frac{324 \times 38}{615} = 20$ als das Quadrat des kleinen Durchmessers, welches nach ausgezogener Quadratwurzel 4,4 Zoll gibt, wovon aber der Dezimalbruch wegen der Friktion außer Acht gelassen werden muß.

Wünscht man die Höhe der Fallröhre h zu wissen, so ist diese nach der obigen Gleichung $h = \frac{d^2 \times H}{D^2}$, und sucht man die Weite des größern Stiefels, so hat man $D^2 = \frac{d^2 \times H}{h}$, anstatt welchen Buchstaben man nur überall die diese Größen bedeutenden Zahlen setzen darf. Bey allen diesen Rechnungen muß jedoch allemahl auf die verlangte Geschwindigkeit, und auf die dabey vorfallende Friktion Rücksicht genommen werden, wie sich dieses von selbst versteht.

Bey der Anordnung der Säulen-Maschine Fig. 194, kömmt auch noch der Stiefel A, der den Kolben aufwärts zieht, in Betracht, wovon sich die Weite nach der Schwere richtet, die der Kolben D beym Aufwärtssteigen zu überwinden hat. Diese besteht aus der Schwere der gesammten Kolbenstangen mit ihren Kolben; dann aus der Schwere der Wassersäulen B und C, sammt derjenigen, die aus der Steigröhre unter V noch emporgehoben werden muß, die man alle nach der bekannten Formel $\frac{H \times 35 \times D^2}{144} =$ Schw. leicht berechnen kann, wobey noch auf die Geschwindigkeit und die Friktion die gehörige Rücksicht genommen werden muß.

233. Bey allen bisherigen Rechnungen versteht es sich aber, daß die Steigröhren wenigstens die nähmliche Weite, wie der kleinere Stiefel C haben muß, damit das Wasser bey dem Durchgange nirgends einen beträchtlichen Widerstand finde. In Fällen, wo dasselbe eine weite Strecke schief fortgeleitet werden soll, wie dieß bey Leitungen über Anhöhen und Berge geschieht, ist es sogar gut, wenn die Steigröhren etwas weiter, als die Stiefel gemacht werden, damit die Wände dem Wasser keine Hindernisse entgegen setzen.

234. Eine Hauptsache bey diesen Maschinen ist, daß man denselben einen langen Hub geben kann, der selten weniger als 6 bis 8 Fuß beträgt, wodurch das Wasser, wenn es einmahl seine Bewegung erhält, dieselbe mit Leichtigkeit fortsetzt, anstatt daß dasselbe bey einem kurzen Hub die Bewegung alle Augenblicke von neuem anfangen muß, wozu jedesmahl wieder etwas mehr Kraft erfordert wird. Aus der Länge des Hubes, multiplizirt mit dem Quadrate des Durchmessers des größern Stiefels, dividirt durch 94, geht nach der Formel $\frac{D^2 \times H}{94} = M$ die Masse des Aufschlag-Wassers in Baierischen Maßen hervor, die der Stiefel für 1 Hub nöthig hat. Braucht nun der Kolben zu Einem Hub 5 Sekunden, welches man aus der oben bestimmten Geschwindigkeit wissen kann, so macht er in 60 Sekunden oder 1 Minute 12 solche Hube, daher die oben gefundene Wassermasse mit 12 multiplizirt werden muß, wodurch man das zur Betreibung dieser Maschine nöthige Aufschlag-Wasser genau bestimmen, und den Zufluß desselben darnach bemessen kann. Auf die nähmliche Art wird auch die aufwärts getriebene Wassermasse bestimmt, indem dieselbe ebenfalls aus dem Quadrate des Durchmessers des kleinen Stiefels multiplizirt mit der Länge des Hubes, multiplizirt mit der Anzahl der Kolbengänge in 1 Minute, dividirt durch 94 besteht.

Von den Wasserpressen.

235. Die große Kraft, welche durch die Wasserpressen hervorgebracht werden kann, die die der Schraubenpressen bey weiten übertrifft, ist Ursache, daß sie heut zu Tage in den meisten großen Fabriken eingeführt werden, wo sie zugleich einen kleinern Raum als die Schraubenpressen einnehmen, und mit mehrerer Leichtigkeit behandelt werden können. Man hat von diesen Pressen zweyerley Arten, nähmlich

die durch den Grafen Real angegebene, und die, welche Brahma in England erfunden hat. Beyde gründen sich auf die, Seite 1. Nro. 10. angezeigte Erfahrung, vermöge welcher der Druck des Wassers auf den Boden eines Gefäßes, wenn dieses gleich nur durch eine dünne Röhre in dasselbe geleitet wird, so groß als die Grundfläche des Gefäßes multiplizirt mit der Höhe der Röhre ist. Bey der Realschen Presse, Fig. 196, drückt diese Wassersäule unmittelbar auf die darunter liegenden Gegenstände; bey der Brahmaischen aber, Fig. 197, wird dieselbe mit Gewalt, durch ein Druckwerk in die Grundfläche des Gefäßes getrieben, daher durch die letztere eine weit größere Kraft, als durch die erstere erreicht werden kann.

236. Man sieht leicht ein, daß sich die Real'sche Presse nach verschiedenen Konstruktionen anordnen lasse, je nachdem nähmlich Gegenstände gepreßt werden, die eine größere oder kleinere Oberfläche haben, oder aus denen der Saft und die Oehle herausgetrieben werden sollen. Zu diesem letztern Zweck habe ich die Angabe, Fig. 196. gezeichnet, die aus zwey ungleichen Zylindern A und B besteht, wovon in den untern B die Gegenstände, die gepreßt werden sollen, fest eingestampft werden; in dem obern großen A aber sich ein Kolben K befindet, über den das Wasser aus der Fallröhre EH tritt, und auf denselben mit einer Schwere drückt, die gleich einer Wassersäule ist, die die Durchschnittsfläche des Kolbens zur Grundfläche, und die Höhe der Röhre EH zur Höhe hat. Dieser Kolben drückt auf den kleinen Kolben K′, und auf die unter diesem befindliche Materie in dem Zylinder B, und preßt also den Saft oder die Oehle in den Untersatz G. Will man den obern Zylinder abheben, so kann dieß entweder durch die Ringe R mittelst zweyer Stangen, oder durch Niederlassen des Zylinders B geschehen, der zu diesem Ende auf einen beweglichen Untersatz gestellt werden muß. In beyden Fällen müssen die Schrauben bey C zuvor abgenommen, der Wechsel bey W umgewendet, und bey der Pipe P etwas Wasser herausgelassen werden, wodurch die Wassersäule EH ihre Wirkung verliert. Bey LL kann man ein Paar kleine Oeffnungen anbringen, durch die die zusammengepreßte Luft ausströmen kann; indem sie sonst den Niedergehen des Stiefels einiges Hinderniß entgegensetzen würde. Man könnte die Röhre EH auch unmittelbar über den kleinen Kolben K′ anbringen, wo aber auch der Druck beträchtlich kleiner ausfallen würde. Wollte man nur den obern Zylinder A beybehalten, und die zu pressenden Gegenstände gleich unter den größern Kolben K mit Hinweglassung der Druckstange D legen, so würde dieses ebenfalls geschehen können, wobey aber doch der Widerstand der zu pressenden Gegenstände größer werden würde, daher man in beyden Fällen die Fallröhre EH beträchtlich erhöhen müßte. Diese Röhre kann aus mehrern Stücken bestehen, die man, wie bey M zusammen schrauben kann. Bey E ist dieselbe mit einem kleinen eisernen Hebel versehen, um sie nöthigen Falls von den übrigen Theilen losschrauben zu können. Der größere Zylinder A kann auch von Eisen, der kleinere B aber von Messing seyn.

237. Eine bey weiten bequemere Anordnung einer Wasserpresse, besonders für Gegenstände von breiten Flächen, ist die in Fig. 197. gezeichnete. Hier wird der Stiefel A durch die Leitröhre L mittelst der Pumpe P, die durch den Hebel H bewegt wird, gefüllt, und wenn die Kraft der größern Pumpe P nicht mehr hinreicht, die kleinere p in Bewegung gesetzt, durch die die Kraft ungemein vermehrt werden kann; daher die erstere nur zum schnellern Füllen des Stiefels A dient, welches mit der kleinern Pumpe zu langsam gehen würde. Bey W ist ein kleiner Hebel angebracht, durch den man den Wechsel X, der im Grundrisse, Fig. 198, bey P sichtbar ist, öffnen, und das in den Stiefel A befindliche Wasser in die Reserve R abfließen lassen kann. Die beyden Reserven RR′ stehen mit einer Kommunikations-Röhre in wechselseitiger Verbindung, wodurch in beyden das Wasser eine immer gleiche Höhe behält. Das während dem Pumpen in den Stiefel A immer höher steigende Wasser treibt den Kolben K sammt dem Stempel S und dem Preßbrette B allmählig höher, bis die zwischen den Brettern liegenden Gegenstände mit einer solchen Kraft zusammen gedrückt werden, als es zu ihrer Zubereitung nöthig ist. Die Linie EF zeigt den Fußboden an, und der ganze Theil dieser Maschine unter EF kommt unter diesen Boden zu stehen.

238. In Fig. 199. ist noch eine Vorrichtung angegeben, womit die Kolbenstange CD immer senkrecht in den Stiefel D gedrückt werden kann. Bewegt sich nähmlich der Hebel OH um den festen Punkt O, und ist bey A eine bewegliche Stange AC angebracht, die mit einer kleinen Scheibe verbunden ist; so wird diese zwischen zwey Schienen EF und GK immer senkrecht auf- und niedergehen, und auch die Kolbenstange CD, die mit der nähmlichen Scheibe in Verbindung steht, senkrecht in den Stiefel drücken, welche Vorrichtung auch bey andern Gegenständen nachgeahmt werden könnte.

239. Um die Kraft dieser beyden Pressen zu berechnen, kann man bey der Realschen, Fig. 196. nach der Formel $\frac{H \times 35 \times D^2}{144} =$ Schw. die Schwere derjenigen Wassersäule suchen, die die Durchschnittsfläche des größern Stiefels K zur Grundfläche, und die Höhe der Fallröhre EH zur Höhe hat, wobey man noch etwas weniges für die Friktion der Kolben abrechnen muß, welches Letztere sich leicht aus der Erfahrung bestimmen ließe. Hält z. B. der Durchmesser des Stiefels 16 Zoll, und die Höhe der Fallröhre 40 Fuß, so ist $16 \times 16 = 256 = D^2$, und $\frac{40 \times 35 \times 256}{144} = 2488$ Pfund, die auf den Kolben K drücken.

240. Bey der Presse, Fig. 197, wird die Kraft desto größer, je öfter die Durchschnittsfläche des kleinern Stiefels p, in der Durchschnittsfläche des großen A enthalten ist; indem der Stiefel P nur zum anfänglichen Füllen des Stiefels A dienen muß. Hält der kleine Stiefel p im Durchmesser 6 Linien, und der größere A 8 Zoll = 96 Linien, so ist das Quadrat des Durchmessers von $6 = 36$, und das Quadrat von $96 = 9216$, und $\frac{9216}{36} = 256$ Pfund, welche in den Stiefel A aufwärts drücken, wenn bey p 1 Pfund drückt. Weil aber diese Pumpe durch einen Hebel HO betrieben wird, von dem wir annehmen wollen, daß die Weite OM sieben Mahl in HO enthalten ist, so muß die obige Zahl 256 noch mit 7 multiplizirt werden, wodurch 1792 Pfund hervorgehen, wenn am Ende des Hebels H 1 Pfund niederdrückt. Da aber ein Mann mittelst seiner Schwere wohl 40 Pfund Kraft zum Niederdrücken anwenden kann, so wird die obige Kraft von 1792 noch mit 40 multiplizirt, wodurch man $1792 \times 40 = 71680$ Pfund erhält, mit welchen der große Kolben K gegen B gepreßt wird. Die Friktion der beyden Kolben, und des Wassers bey seinem Durchgange durch das Ventil und die Leitröhre L müßte auch hier noch durch die Erfahrung bestimmt werden, wenn man die Stärke derselben mit Bestimmtheit angeben wollte.

Beschreibung einer neuen Saug-Schwungmaschine.

241. Diese besteht aus einem Saugrohre AB, Fig. 200, das mit zwey Schwungröhren BC und BD versehen ist. Das Saugrohr A kann aus einem Ferchen-Stamm, dessen dickeres Ende aufwärts genommen wird, gemacht werden, der aber in der Mitte auseinander gesägt, und die beyden Theile rund ausgearbeitet werden müssen. Diese zwey Theile lassen sich am Besten durch eingelegte Federn und beygelegten Kitt wieder luftdicht zusammenfügen, und durch angelegte Schraubenringe befestigen. Die beyden Schwungröhren GC und HD können aus Kupfer, oder aus verzinnten Eisenblech seyn, und gegen B in die große Welle gesteckt werden, wo sie zur bessern Befestigung bey G und H einen Ansatz haben müssen. Oberhalb FH und GE befinden sich zwey dünne Eisenstangen, die mit der Welle bey H und G, und mit den Ringen FM und EL verbunden sind, und die zugleich mit den eisernen Streben MP und NL die beyden Schwungröhren festhalten. Die beyden aufgebogenen Röhren FD und EC erhalten bey FM und EL Ansätze, und werden über die Röhren FH und EG gesteckt. Gegen den Druck, den die Schwungkraft diesen Röhren entgegensetzt, kann man die Stange FH und GE noch mit eisernen Streben ABCD, Fig. 201, versehen, die dem Ganzen eine hinreichende Festigkeit geben. Um einen gleichförmigen Gang dieser Maschine zu erhalten, wird es gut seyn, wenn beyde Säulen mit Schwungrädern QR und Q′R′ versehen werden.

Will man nun diese Maschine wirklich im Gang bringen, so muß man zuvor alle Röhren durch die Oeffnung T mit Wasser füllen, daher bey A ein wohl verschlossenes Klappenventil, das kein Wasser durchsickern läßt, angebracht werden muß. Wird nun die Maschine schnell umgedreht, so drängt sich das Wasser durch die Schwungkraft an die beyden Enden des Schwungrohres C und D, und strömt dort durch die Oeffnungen aus. Da nun dadurch in den Röhren leerer Raum entsteht, so sucht die atmosphärische Luft durch ihren Druck auf das Wasser denselben wieder auszufüllen, und drückt dasselbe durch das Ventil A immerwährend in die Röhre AB, wodurch der beständige Ausguß bey C und D erfolgt. Das Wasser wird in eine runde Rinne UU ausgeschüttet, die sich in den Kasten bey C ausleert, und von dort, wenn es nöthig ist, durch eine gleiche Vorrichtung XY noch weiter aufwärts getrieben werden kann. Da die ganze Maschine auf einem Zapfen Z läuft, und wenn sie einmahl in Bewegung ist, mit Leichtigkeit getrieben werden kann, so glaube ich, daß sich dieselbe leicht durch eine Kurbel K mittelst zweyer oder dreyer Krücken, und der Scheibe S, die zweymahl in der Welle W enthalten ist, herumdrehen läßt, wozu man sich der Riemen, wie in den Schleifmühlen bedienen könnte. Uebrigens versteht es sich, daß der Strahl des ausströmenden Wassers der Bewegung nicht voran gehen, sondern derselben nachfolgen müsse. Zum leichtern Ausflusse des Wassers könnte man noch bey den Ausfluß-Oeffnungen C und D kurze Ansatzröhren nach den zusammengezogenen Strahl Fig. 31. Taf. II. anordnen, wodurch dasselbe immer in vollem Guße ausströmen würde.

Herr von Langsdorf hat erwiesen, daß die Wirkung dieser Maschine die der Pumpen weit übertreffe, besonders wenn das Wasser auf keine gar große Höhe darf getrieben werden. Sie muß aber eine große Geschwindigkeit erhalten, so daß die Ausguß-Oeffnungen in 1 Sekunde wenigstens einen Weg von 50 Fuß machen können. Die Menge des ausfließenden Wassers wird von ihm für dreymahl größer als bey den Pumpen geschätzt, und dieselbe zur schnellen Aushebung des Wassers aus großen Schiffen besonders empfohlen. Auch in Gegenden, wo bloß niedere Quellen vorhanden sind, so wie bey Mühlen und andern Werken, die mit unterschlächtigen Wasserrädern getrieben werden, läßt sich diese Maschine als Beywerk nützlich anbringen. Herr Mechanikus Ramis hat in unserer technischen Kunstschule ein Model davon verfertigen lassen, das die besten Wirkungen zeigt.

Von einigen andern Maschinen, die zur Emporhebung des Wassers in verschiedenen Fällen gebraucht werden.

242. Außer den bisher abgehandelten Pumpen und andern ähnlichen Werken gibt es noch eine große Menge von Maschinen und Werkzeugen, durch die das Wasser auf eine gewisse Höhe gebracht werden kann, wovon aber viele ganz außer Gebrauch gekommen sind. Unter die noch am meisten gangbaren gehören: die Wasserschnecke, das Schaufelwerk, und die Schöpfräder, die in vielen Fällen noch gute Dienste leisten. Die Kapselkünste und Paternosterwerke, die Büschel- und Schüsselkunst, die Wasserzangen und Wasserkluppen, und mehrere dergleichen, sind theils wegen ihrer Gebrechlichkeit, theils wegen andern Unvollkommenheiten, größtentheils außer Anwendung gekommen.

Die Wasserschnecke, Fig. 202, ist ein hohler Zylinder, der inwendig mit einem aus Brettern gemachten schraubenartigen Gange versehen ist, durch welchen das Wasser bey einer schiefen Lage desselben durch Umdrehung aufwärts getrieben wird. Dieser Zylinder, der unten mit einem eisernen Zapfen, und oben mit einer Kurbel versehen ist, wird auf eine Unterlage gelegt, und so mit dem Vordertheile AB in das Wasser gelassen, daß dasselbe ungefähr bis an die Mitte der Linie AO unter Wasser steht. Bey H wird gewöhnlich durch 4 Mann, wovon sich zwey mit Zugstangen auf jeder Seite befinden, umgetrieben, wo dann das Wasser bey W zum Vorschein kömmt. Bey Wasserbauten, und beym Grundgraben zu andern Gebäuden, wo die ausgegrabenen Tiefen oft mit Wasser gefüllt werden, wird diese Maschine noch vielfältig mit Nutzen gebraucht.

Die Konstruktion der Wasserschnecke kann auf zweyerley Arten vorgenommen werden; entweder geschieht dieselbe durch Zusammenlegung von besonders zugeschnittenen Brettchen, die, wie Fig. 203. an einem Ende O durchlocht sind, und an eine $1\frac{1}{2}$ Zoll dicke eiserne Stange gesteckt werden, an der man sie unten mit einer Schraube zusammenzieht; oder, wenn man für die Achse der Schnecke eine ganze Welle nach einer Schraubenlinie so zubereitet, daß die Brettchen in die dazu gemachten Nuethen eingelassen, und durch die äußere Umkleidung zu einem Ganzen verbunden werden können, das durch die von Aussen angelegten Schraubenringe eine hinreichende Festigkeit erhält.

243. Die Konstruktion der ersten Art dieser Schnecken ergibt sich sehr leicht; indem man nur die dazu nöthigen Brettchen nach einer Lehre, Fig. 203. zuschneiden, und so in die Eisenstange aufeinander stecken darf, daß der äußere Rand des obern immer auf den des untern liegt, und an seinem Ende etwas schief gehobelt wird. Der Halbmesser dieses Brettchens OM hat gewöhnlich 9 Zoll, daher die ganze Schraube 18 Zoll im Durchmesser erhält; die Breite AB hat nicht über 6 Zoll, und die Oeffnung bey O $1\frac{1}{2}$ Zoll, die Länge der ganzen Schnecke aber ungefähr 15 bis 16 Fuß. Sind die Brettchen alle an die eiserne Spindel gesteckt, so werden sie mit der Schraube fest zusammengezogen, und eines auf das andere mit ein Paar Nägeln befestiget. Man legt dann diese Schraube auf ein Paar Wellen ganz wagrecht, ungefähr 2 bis 3 Fuß über die Erde, und macht ein ganz gleiches kleines Feuer darunter, wodurch alles gut erwärmt, und mit Theer so lange überstrichen werden kann, bis die Bretter satt sind, und nicht mehr einziehen wollen. Nach diesem werden die äußern langen Bretter des Mantels darauf gelegt, und unten die Schaufeln mit einer Spitze vorgerissen, nach welchem Riß man die Nueth in die Mantelbretter stemmt, um die Schaufeln darein zu lassen. Diese bestreicht man ebenfalls mit Theer, und zieht sie mit eisernen Schraubenringen zusammen, damit alles recht dicht wird. Die allenfallsigen Fugen können sodann mit warmen Kitt verstrichen, und die äußern Bretter an den beyden Seiten etwas dünner gehobelt werden, damit man die eisernen Reifen wie an ein Faß desto besser antreiben kann.

244. Die zweyte Art, die etwas Mühsamer zu bearbeiten ist, besteht aus einer ganz hölzernen runden Spindel, GO Fig. 202. von 8 bis 9 Zoll im Durchmesser, in die eine schraubenförmige Nueth eingestemmt, und die einzeln zugerichteten Schaufel-Bretter darein gesetzt werden. Um diese Nueth richtig auf die Spindel zu bringen, verfährt man auf folgende Art: Man nimmt einen Streifen Papier ABCD Fig. 204, und wickelt denselben um den Zylinder EF so, daß er bey EF genau zusammen paßt. Man legt dann dieses Papier, das die Länge AD erhalten hat, wieder auseinander, und beschreibt mit AD bis G einen Bogen von 90 Grad, auf welchen Bogen dann der Winkel, den der Schraubengang erhalten soll, getragen wird, der hier 30 Grad beträgt, und also den dritten Theil des Bogens DC ausmacht. Durch den Punkt 30° zieht man die Linie AC, und theilt AD in 12 gleiche Theile, aus welchen man lauter Senkrechte errichtet. Den Umkreis des Zylinders EK theilt man ebenfalls unten und oben bey H in 12 gleiche Theile, und schlägt mit der Schnur 12 Linien nach der Länge darauf. Man nimmt dann aus AD die Länge 1 1′, 2 2′, 3 3′, 4 4′ u. s. w., und trägt sie auf EK von 1 nach 1′, von 2 nach 2′, von 3 nach 3′ und so weiters, bis man in F angekommen ist, von wo aus man die krumme Linie FME aus freyer Hand nach den gefundenen Punkten ziehen kann. Bey F macht man einen Kreis um den Zylinder, und setzt über diesen aus AD wieder die nähmlichen Punkte bis L, und so fährt man fort, bis die Schraubenlinie über die ganze Spindel gezeichnet ist. Mit dieser Linie zieht man eine andere, mit der ersten gleichlaufende 1 Zoll weit entfernte, nach welchen beyden sodann die Nueth ausgestemmt wird. Die Zeichnung der steigenden Linie kann auch bloß durch die Umwicklung des aus Papier ausgeschnittenen Dreyeckes ACD geschehen, wo nach der Linie AC der Schraubengang vorgerissen wird. Die Brettchen, welche eingesetzt werden, kann man zuvor nach der äußern und innern Kreislinie, wie Fig. 205, zurichten, und an den beyden Seiten etwas abschrögen, dann in die Nuethen setzen. Weil aber manche bey ihrer Zusammenfügung darin nicht wohl haltbar gemacht werden könnten, so zieht man dieselben durch kleine Klammern zusammen, wodurch der ganze Lauf, bis die Mantelbretter darüber kommen, eine hinreichende Festigkeit erhält. Das übrige Verfahren mit dem Warmmachen und Anstreichen des Theers, so wie mit den Brettern zum Mantel ist das nähmliche, welches oben bey der ersten Art beschrieben wurde.

245. Die Stellung oder Neigung der Schnecke soll mit der Steigung des Schraubenganges in einem gewissen Verhältnisse stehen, wenn man will, daß das Wasser soll gehoben werden. Ist z. B. der Schraubengang der Schnecke, wie Fig. 206, so muß das Wasser abfließen; weil die Lage der Schaufeln horizontal ist. Ist sie hingegen wie in Fig. 202, so wird der Bogen ADC Wasser halten, weil dasselbe nur bis AB abfließen kann. Soll also die Schnecke Wasser geben, so muß der Steigungswinkel des Schraubenganges CAD, und der Neigungswinkel FBE zusammengenommen, weniger als 90 Grad halten. Betragen diese Winkel aber 90 Grad, wie in Fig. 206, wo der Steigungswinkel BAC 30, und der Neigungswinkel MOD 60, zusammen also 90 Grad halten, so kann unter diesen Umständen kein Wasser gehoben werden, welches auch der Fall ist, wenn diese Winkel zusammen mehr als 90 Grad ausmachen.

Bey dem Beyspiele Fig. 202. ist der Steigungswinkel des Schraubenganges, nach Leupold, zu 30 Grad angenommen, welches für jene Fälle, wo die Schnecke mit dem Horizont einen halben rechten Winkel, das ist einen Winkel von 45 Grad, und darunter macht, gute Dienste leistet. Soll aber die Schnecke unter einen Winkel von mehr als 45 Grad, z. B. 50 bis 60 Grad stehen; so müßte auch der Steigungswinkel der Schraubenlinie kleiner, und ungefähr zu 15 bis 20 Grad angenommen werden; weil sonst der Wasserhaltende Bogen zu klein ausfallen würde. Vitruv gibt dem Schraubenwinkel 45 Grad, und dem Neigungswinkel 36 Grad, wonach also das Wasser nicht so hoch, wie nach dem obigen Verfahren gebracht werden kann. Das jedesmahlige Auf- und Niederstellen der Schnecke, welches beym abnehmenden Wasser nothwendig wird, ist eine mühselige Sache, womit nothwendig auch der Ausguß, und der Stand der Arbeiter verändert werden muß. Sie fördert aber auch unreines und schlammigtes Wasser, und zwar in großer Menge in die Höhe, welches bey Pumpen so leicht nicht angeht, daher ihr Gebrauch noch bey vielen Gelegenheiten nützliche Dienste leistet.

246. Die Erfindung der Wasserschnecken, die auch von Einigen Tonnenmühlen genannt werden, wird gewöhnlich dem Archimedes in Syrakus zugeschrieben. Einige glauben aber, daß dieselbe schon früher von den Egyptern zur Austrocknung ihrer Felder bey der Ueberschwemmung des Nils gebraucht wurde, und daher viel älter sey. Noch gibt es eine Art dieser Schnecken, die man aber Wasserschrauben nennt, weil bey diesen der Mantel unbeweglich bleibt, und das Wasser nur durch die darin befindliche Schraube aufwärts geschraubt wird, die aber nicht für so gut gehalten werden, wie die Wasserschnecke.

Von den Schaufelwerken.

247. Die Schaufelwerke sind weniger im Gebrauch, als die Wasserschnecke, auch viel gebrechlicher, und daher mehreren Reparaturen unterworfen; geben aber, wenn sie gut eingerichtet sind, eine große Menge Wasser. Sie bestehen aus einer langen Rinne AB, Fig. 207, in welcher die Schaufeln, die an eine Kette befestiget sind, auf und niedergezogen werden, und beym Aufwärtsgehen eine beträchtliche Wassermasse mitnehmen, die sie bey B ausgießen. Die Weite und Höhe der Schaufeln ist hier nicht gleichgültig; denn wäre z. B. in der Fig. 208. die Weite der Schaufeln gleich AB, so würde das Wasser bis an die wagrechte Linie DB ablaufen, und nur das dreyeckigte Prisma DAB mit Wasser gefüllt bleiben. Setzt man aber in die nähmliche Weite BC zwey Schaufeln, so erhält man zwey viereckigte Prismen EBFK, und GFCL, welche weit mehr Wasser halten, als das vorige dreyeckigte. Die nähmliche Bewandtniß hat es auch mit der Höhe der schiefen Fläche, wo die Wassermasse sich ebenfalls mehr verringert,

wenn die Lage des Schaufelwerks steiler wird. Gewöhnlich nimmt man in der Ausübung die Höhe der Schaufeln gleich ihrer Entfernung von einander, und gibt der Steigung des ganzen Schaufelwerks ungefähr die Hälfte seiner Länge, oder höchstens 35 bis 40 Grad. Die Höhe der Schaufeln, und also auch ihre Entfernung von einander kann 7 bis 8 Zoll, ihre Breite 9 bis 10 Zoll, und ihre Dicke 1 bis $1\frac{1}{4}$ Zoll betragen. Die Kettengelenke sind 2 bis $2\frac{1}{4}$ Zoll ins Gevierte; die Anzahl der Schaufeln, die einen ganzen Kranz bilden, kann zusammen ungefähr 60 bis 70 seyn, und die Länge der Kurbel KL Fig. 209, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß ausmachen, wodurch ein Kreis von 3 bis 4 Fuß im Durchmesser entsteht. Ein solches Schaufelwerk muß durch 8 Mann getrieben werden, wo auf jeder Seite 2 Mann vor- und 2 rückwärts zu stehen kommen, wie die Zeichnung des Grundrisses, Fig. 209, und die Zahl der an der Kurbel angebrachten 8 Krücken zeigt. Die Fig. 210. zeigt den Grundriß des untern Theils des Schaufelwerkes.

Die Schaufeln des Getriebes, durch welches die Kette aufgezogen wird, können entweder, wie Fig. 211, in der Mitte eingeschnitten, und unten mit Zapfen in die Welle gesetzt werden, oder wie Fig. 212, oben ganz gerade seyn. Ihre Zahl ist gewöhnlich 8 an dem untern Getriebe und 10 an dem obern. Die Kette ist am besten von Holz, und kann an dem hintern Theile A, Fig. 214, einen Ansatz, und oben eine Verkeilung erhalten. In Fig. 215. ist die Kette von oben anzusehen, und in Fig. 213. der Durchschnitt in der Mitte der Rinne nach der Linie MN, Fig. 207, vorgestellt, so wie die Fig. 212. zugleich den Durchschnitt am untern Getriebe zeigt. Beym Gebrauche dieser Maschine müssen immer vorräthige Schaufeln mit Kettengliedern vorhanden seyn; damit, wenn etwas zerbricht, man es sogleich wieder ergänzen kann; weil sonst die Arbeit zu sehr aufgehalten würde.

Die Menge des emporgehobenen Wassers erhält man, wenn man den Kubikinhalt, den Eine Schaufel mit sich führt, berechnet, und mit 10 multiplizirt; weil 10 Schaufeln auf einen Umtrieb gehen. Weiß man nun die Anzahl der Umtriebe in 1 Minute; so läßt sich dadurch auch die Masse des emporgehobenen Wassers finden.

Von den Schöpfrädern.

248. Die Schöpfräder leisten wegen ihrer einfachen Einrichtung, und den nicht sehr beträchtlichen Kosten, die sie verursachen, in vielen Fällen die besten Dienste. Vorzüglich brauchbar sind sie zur Bewässerung der Wiesen und Gärten, zu welchem Zwecke das Wasser selten auf eine beträchtliche Höhe getrieben werden darf, welches durch diese Räder nicht wohl möglich ist. Was ihnen aber an der Höhe mangelt, das ersetzen sie durch eine größere Wassermasse, wie man dieß aus dem bekannten Bremerschen Schöpfrade abnehmen kann, das auf jeden Umgang, den es in 1 Minute macht, 35 Eimer auf eine Höhe von 36 Fuß erhebt. Hier habe ich aber nur zum gewöhnlichen Gebrauche ein Paar Zeichnungen beygefügt, von denen ich glaube, daß sie eine gute Wirkung hervorbringen sollen.

In Fig. 216. ist der Aufriß, und in Fig. 217. der Durchschnitt eines solchen Rades nach der Erfindung Leupolds vorgestellt, das nach Art eines oberschlächtigen Wasserrades gebaut ist, nur daß die Zellen oben von A bis B mit Brettchen verschlossen sind, so daß zum Ausschütten des Wassers nur der Theil BC offen bleibt. Kömmt diese Mündung zum Behälter G, so schüttet die Zelle auf einmahl das Wasser in denselben, das sodann von hier weiter fortgeleitet wird. Es läßt sich schon aus der Zeichnung ersehen, daß der Wasserhaltende Bogen dieses Rades eben so, wie ein oberschlächtiges Wasserrad konstruirt werden könne; indem man die Bretter zu den Zellen nur zwischen zwey Felgen einschieben, und den beyden Ringen unten einen Boden geben darf. Der ganze runde Kanal M, Fig. 217, liegt auf mehreren Riegeln CD, die in Fig. 216. bey RR zu sehen sind. Bey dem übrigen Theile dieses Rades werden die Schaufeln auf die Felgen ED, wie bey den gewöhnlichen Strauberrädern aufgesteckt, und sind hier etwas in die Felgen eingelassen. Das Rad hat auf jeder Seite 6 Aerme, die durch die Welle gehen, die daher wenigstens 20 Zoll im Durchmesser halten soll.

249. Um die Kraft zu bestimmen, welche zur Betreibung dieses Rades nothwendig ist, muß man zuvor die Schwere des Wasserhaltenden Bogens wissen, der, wie bey den oberschlächtigen Rädern aus der Multiplikation der Durchschnitts-Fläche FH Fig. 216, mit der Höhe des Durchmessers MN besteht, wobey aber der halbe Bogen ganz mit Wasser gefüllt seyn müßte, welches jedoch nie der Fall seyn kann. Betrachtet man in der nähmlichen Figur die Zelle OPQS, so kann dieselbe nur bis OP mit Wasser gefüllt seyn, welches ungefähr $\frac{2}{3}$ des ganzen Inhalts der Zelle beträgt, daher man von dem obigen Inhalte des Wasserhaltenden Bogens nur $\frac{2}{3}$ nehmen müßte. Hält also in Fig. 217. die Höhe der Zelle M, 8 Zoll, und die Breite 10 Zoll, so hat man 80 Zoll Durchschnitts-Fläche, die mit der Höhe des Durchmessers $MN = 12$ Fuß $= 144$ Zoll multiplizirt, 11520 Kubikzoll geben. Weil man aber von dieser Zahl nur $\frac{2}{3}$ nehmen darf, so muß dieselbe mit 2 multiplizirt, und durch 3 dividirt werden, wodurch $\frac{11520 \times 2}{3} = 7680$ Kubikzoll, als der wahre Inhalt des Wasserhaltenden Bogens entsteht. Sucht man die Schwere dieser Kubikzolle, so hat $\frac{7680 \times 44}{1728} = 195$ Pfund.

Diese 195 Pfund müssen nun durch die Kraft überwunden werden, die durch den Stoß des Wassers an die Schaufeln des Wasserrades entsteht, und die ebenfalls in Kubikzollen gesucht werden muß. Nehmen wir nach der gegenwärtigen Zeichnung die Länge einer Schaufel zu 26 Zoll, beyde also zu 52 Zoll, und die Höhe derselben zu 14 Zoll, so hat man $52 \times 14 = 728$ Quadratzoll. Diese mit der Höhe des Gefälls $= 15$ Zoll multiplizirt, geben 10920 Kubikzolle als Kraft, die die obigen 7680 mit einem Uebergewicht von 3240 Kubikzoll überwältigen werden. Das Gewicht dieses Ueberschusses beträgt $\frac{3240 \times 44}{1728} = 82$ Pfund, die die Friktion, und die übrigen noch vorfallenden Hindernisse hinreichend überwältigen werden.

250. Die Masse Wassers, die durch ein solches Rad in einer Minute gehoben wird, besteht aus dem Kubikinhalte des Trapetzes OPQS multiplizirt mit der Anzahl von Zellen des ganzen Rades, multiplizirt mit der Anzahl der Umgänge des Rades in 1 Minute.

Da das Gefäll des Wassers zu 15 Zoll angenommen werden kann, anstatt welchen wir 1,2 Fuß Dez. M. setzen wollen, so ist nach der Formel, $G = \sqrt{H \times 66{,}7}$, die Geschwindigkeit des einschießenden Wassers gleich der Wurzel $1{,}2 \times 66{,}7 = 8{,}8$ Fuß für 1 Sekunde; weil aber das Rad, wenn es die Last wirklich in Bewegung setzen soll, höchstens nur die Hälfte der Geschwindigkeit des Wassers erhält, so kann dasselbe sich an seiner Peripherie nur 4 Fuß weit bewegen. Nimmt man den Durchmesser des gegenwärtigen Rades zu 13 Fuß, so ist, weil sich der Durchmesser zur Peripherie wie 100 zu 314 verhält, die Peripherie gleich $\frac{314 \times 13}{100} = 40$ Fuß, und diese Zahl durch die obige Geschwindigkeit von 4 Fuß dividirt $= 10$ Sekunden, welche das Rad zu 1 Umgange nöthig hat, daher dasselbe in 60 Sekunden oder 1 Minute 6 Umgänge macht. Suchen wir nun den Kubikinhalt des Wassers in der Zelle OPQS, so hält die Diagonale OQ 26 Zoll, und die halbe Höhe PS 3 Zoll, die miteinander multiplizirt 78 Quadratzoll hervorbringen. Diese mit 10 Zoll als der Tiefe der Zelle multiplizirt geben 780 Kubikzoll, als den kubischen Inhalt von Einer Zelle. Da nun das ganze Rad 24 Zellen enthält, so muß das gefundene Produkt noch mit 24, und mit 6, als der Zahl der Umgänge multiplizirt werden, wodurch $780 \times 24 \times 6 = 112320$ Kubikzoll, oder mit 74 dividirt 1517 Maß entstehen, die das Rad in 1 Minute ausgießt, wovon aber wegen dem Verschütten wenigstens $\frac{1}{5}$ abgezogen werden muß.

251. Auf der XIX. Tafel in Fig. 218. ist die Vorderseite, und in Fig. 219. der Durchschnitt eines Schöpfrades, nach Belidor, gezeichnet, wo das Wasser durch viereckigte Kästchen emporgehoben wird. Das Ganze besteht aus 3 Ringen, ABC, Fig. 219., wovon die beyden A und B mit den Aermen des Rades in Verbindung stehen; der Reif C aber mittelst durchgesteckter Riegel RR mit den Schaufeln des Wasserrades verbunden wird. Die Kästchen hängen an runden Nägeln NN, und werden, wenn sie bey A, Fig. 218. ankommen, durch ein Querholz in die Höhe gehoben, wodurch sie ihr Wasser in den Kasten K ausschütten. Der Theil BC des Rades Fig. 218. ist mit dem vordern Ring, der Theil BDC aber ohne denselben vorgestellt.

252. Die Schwere, die die Schaufeln dieses Rades aufwärts ziehen müssen, besteht aus dem Kubikinhalt der 9 Kästchen, die sich an den halben Umkreis ADE befinden, die aber mit ihrer Schwere in verschiedener Entfernung gegen den Durchmesser OD wirken, daher das Rad wieder wie ein oberschlächtiges berechnet werden muß. Da der gesammte Kubikinhalt der 9 Kästchen ungefähr den vierten Theil eines Wasserhaltenden Bogens von der halben Peripherie ADE beträgt, so muß die Durchschnittsfläche Eines Kästchens mit der Höhe AE multiplizirt, und das erhaltene Produkt durch 4 dividirt werden. Gibt die Durchschnittsfläche ein Quadrat von 10 Zoll Länge und Breite, und der Durchmesser AE hält 18 Fuß $= 216$ Zoll, so ist $\frac{10 \times 10 \times 216}{4} = 5400$ Kubikzoll, deren Schwere der aufwärts zu fördernden Last gleich ist. Will man vorerst diese Last in das Gleichgewicht mit dem Anstoß des Wassers an die Schaufeln des Rades bringen, so braucht man die obige Zahl nur durch die Höhe des Gefälls von 15 Zoll zu dividiren, wodurch $\frac{5400}{15} = 360$ Quadratzoll für die Schaufelflächen entstehen. Gibt man den Schaufeln eine Höhe von 14 Zoll, so ist $\frac{360}{14} = 25{,}7$ Zoll, gleich der Länge der Schaufeln. Nach diesen Abmessungen halten aber die Schaufeln der Schwere des Wassers in den Bogen nur das Gleichgewicht, und es erfolgt noch keine Bewegung. Um diese hervorzubringen, und die Friktion an den Zapfen zu überwinden, hat man in Fig. 219. den Schaufeln eine Länge von 4 Fuß gegeben, wodurch ein Ueberschuß an Kraft von beyläufig 112 Pfund entsteht, die sowohl die Friktion, als andere unvorhergesehene Hindernisse hinreichend überwinden wird.

253. Die Wassermasse, die durch dieses Rad in 1 Minute gehoben wird, besteht aus der Multiplikation des Kubikinhaltes aller 18 Kästchen mit der Anzahl

der Umläufe in 1 Sekunde. Da das Gefäll wieder 15 Zoll, wie bey dem vorhergehenden Rade beträgt, so ist die Geschwindigkeit wieder 4 Fuß für 1 Sekunde. Sucht man nun aus dem Durchmesser zu 20 Fuß Höhe den Umkreis, welcher $\frac{314 \times 20}{100} = 62$ Fuß beträgt, und dividirt diese letzte Zahl durch 4, so erhält man 15 Sekunden, welche das Rad zu 1 Umgang nöthig hat, daher dasselbe in 1 Minute höchstens nur 4 Umgänge macht. Hält nun ein Kästchen 10 Zoll in der Länge, Breite und Tiefe, so hat man $10 \times 10 \times 10 = 1000$ Kubikzoll, und in allen 18 Kästchen 18000 Kubikzoll die mit 4 multiplizirt eine Wassermasse von 72000 Kubikzoll, oder mit 74 dividirt 972 Maß = 16 Eimer für 1 Minute geben.

254. Die bey RP, Fig. 219. durchgeschobenen Riegel, an die auch die Schaufeln des Wasserrades befestiget werden können, sind der Kraft des anstoßenden Wassers keineswegs hinderlich, sondern befördern dieselbe vielmehr, wie dieses erst kürzlich durch die Versuche eines Italienischen Künstlers erprobt wurde, der an den Rand der Wasserschaufeln eine Leiste von 2 Zoll Höhe, wie bey Fig. S, befestigte, und dadurch eine merklich größere Kraft an diesen Rädern verspürte, welches auch leicht einzusehen ist; indem der Druck des Wassers länger an den Schaufeln liegt, und nicht so leicht, wie an geraden Flächen, abgleiten kann.

Von den Windmühlen.

255. So wie das Wasser zur Bewegung der Maschinen sehr vortheilhaft angewendet wird, so bedient man sich auch zu den nähmlichen Zwecken vielfältig des Windes, besonders in jenen Gegenden, wo an schnell strömenden Flüssen und Bächen Mangel ist. Die Windmühlen sind ungefähr zu Ende des zwölften Jahrhunderts errichtet worden, wo diese Erfindung aus Asien durch die Kreuzzüge mitgebracht wurde. Sie werden zu Mahlmühlen, Sägmühlen, Papiermühlen, und zu verschiedenen andern Gegenständen angewendet, wo sie, wenn sie hinreichend Wind haben, eben die Dienste leisten, wie die Wassermühlen; zu den Zeiten der Windstille aber auch gänzlich still stehen. Um diesen Stillstand zu vermeiden, hat man bey vielen die Vorrichtung getroffen, daß sie sodann mit Pferden können getrieben werden, um die Arbeit auf diese Art nicht gänzlich unterbrechen zu dürfen. Allemahl stehen sie auf hohen ganz frey liegenden Orten, wo die Winde in ihrem Gange keine Hindernisse finden.

256. Um die Kraft der aus einer Oeffnung strömenden Luft zu erfahren, hat man sich runder Blasbälge bedient, auf die man Gewichte von verschiedener Schwere legte, mit welchen man eine größere oder geringere Geschwindigkeit hervorbringen konnte. Durch dergleichen Versuche hat man gefunden, daß wenn die Geschwindigkeit der Luft zweymahl größer ist, der Nachdruck, den dieselbe auf eine entgegengesetzte Fläche hervorbringt, viermahl größer werde. War die Geschwindigkeit dreymahl größer, so wurde der Nachdruck neunmahl so groß, woraus abzunehmen war, daß die Nachdrücke sich verhielten, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten, wie dieses auch bey dem Wasser der Fall ist. Durch fernere Versuche entdeckte man, daß die Geschwindigkeit der Luft, wenn sie auf einer gleichgroßen Fläche die nähmliche Wirkung hervorbringen sollte, wie das Wasser, 24 mahl größer seyn müsse, als die des Wassers. Wird daher die Geschwindigkeit des Windes durch 24 dividirt, so erhält man die Geschwindigkeit des Wassers, und man kann den Stoß eben so, wie den des Wassers, finden; wenn man die der gefundenen Geschwindigkeit zugehärige Höhe mit der Fläche der Windflügel multiplizirt. Das Nähmliche erfolgt auch, wenn man die Fläche der Windflügel durch 24 dividirt, und den gefundenen Quotienten mit der, der Geschwindigkeit des Windes zukommenden Höhe multiplizirt.

257. Diese Berechnung kann aber nur auf solche Flächen angewendet werden, die dem darauf wirkenden Windstoße gerade entgegengesetzt sind, welches aber bey Windmühlen nicht der Fall ist; indem hier die Windflügel mit der Achse, um die sie sich herumbewegen, nicht unter einen rechten Winkel stehen, sondern gegen dieselbe eine schiefe Lage erhalten müssen. Nur diese schiefe Lage macht, daß sich die Windflügel in einem Kreis herumbewegen, wo bey einer geraden und rechtwinklichten Lage der Wind vielmehr die ganze Mühle umzustoßen trachten würde. Der Winkel, unter welchen die Windflügel mit der Achse stehen sollen, kann nach Langsdorf unten 50 Grad, und oben an der Spitze bloß 8 Grad betragen. Durch diese Verschiedenheit der Winkel erhält der Flügel eine gewisse Verwindschiefung, durch die die Wirkung derselben um $\frac{1}{4}$ größer wird, als wenn der ganze Flügel von unten bis oben durchaus um 50 Grad wäre geneigt worden. Nach Belidor soll die Neigung der Windflügel 55 Grad betragen, nach welcher Wendung er den Stoß auf dieselben $\frac{5}{13}$ von dem geraden Stoß gefunden hat, der aber nach der obigen Verwindschiefung wenigstens $\frac{1}{4}$ größer seyn müßte, daher der wirkliche Stoß auf die verwindschiefte Fläche beynahe $\frac{1}{2}$ von der geraden wäre, anstatt welchem man aber, um den Stoß nicht zu groß anzunehmen, $\frac{3}{7}$ beybehalten könnte. Wäre also der gerade Stoß auf alle 4 Flügel bekannt, so müßte dieses Produkt mit 3 multiplizirt, und durch 7 dividirt werden, wodurch der eigentliche Stoß auf die windschiefen 4 Flügel hinreichend genau erhalten würde.

258. Da wir nun aus dem Bisherigen wissen, daß die Nachdrücke sich wie die Quadrate der Geschwindigkeiten verhalten, so müßte dieses Quadrat, um einen gleichen Nachdruck, wie durch das Wasser bekommen zu können, durch das Quadrat von $24 = 576$ dividirt werden. Nennen wir die Geschwindigkeit G, so haben wir $\frac{G^2}{576}$. Multipliziren wir diesen Ausdruck durch die Schwere eines Kubikfußes Wasser, so haben wir $\frac{G^2 \times 44}{576}$. Will man nun aus der Geschwindigkeit die dazugehörige Höhe der Wassersäule haben, so muß dieses Produkt durch die Zahl 66,78 dividirt werden, wodurch $\frac{G^2 \times 44}{576 \times 66{,}78}$ entsteht. Multiplizirt man ferners das erhaltene Produkt durch die Fläche der 4 Windflügel, die man F nennen kann, und nimmt wegen der schiefen Lage der Windflügel $\frac{3}{7}$ dieses Drucks, so hat man $\frac{G^2 \times F \times 44 \times 3}{576 \times 66{,}78 \times 7}$. Da dieser Ausdruck aber etwas weitläufig ist, so wollen wir suchen, denselben kürzer zu machen. Multiplizirt man 44 mit 3, so erhält man 132. Wird ferners 66,78 mit 7 multiplizirt, so entsteht 467,46, also $\frac{132}{467{,}46}$, welcher Bruch durch die Division mit 3 auf $\frac{44}{155{,}82}$, und durch die Division mit 44 auf $\frac{1}{3.54}$ gebracht werden kann; obschon sich der Dezimal-Bruch nicht ganz aufhebt, welches aber, da es Hunderttheile beträgt, nichts zu bedeuten hat. Es kann also die Zahl 1 hinweggelassen, und die übriggebliebene Zahl der Formel 576 mit 3,54 multiplizirt werden, wodurch nach Hinwegwerfung des Dezimal-Bruches die ganze Formel auf $\frac{G^2 \times F}{2039} = K$ gebracht wird, wo K die Kraft, oder den Nachdruck bedeutet. Diese Formel zeigt also, daß, **wenn man den Nachdruck eines Windes auf die Windflügel wissen will, man nur die gegebene Geschwindigkeit desselben zum Quadrat erheben, dieses mit dem Quadratinhalt der Windmühlen-Flügel multipliziren, und durch die Zahl 2039 dividiren darf**, wodurch zugleich der Nachdruck in Pfunden hervorgeht, mit welchem der Wind in die Flügel wirket.

259. Setzen wir z. B., wir hätten einen Wind, der 20 Fuß in 1 Sekunde zurücklegte, die Windruthen wären 70 Fuß lang, und die Segeltücher nehmen auf beyden Seiten 5 Fuß weit von dem Mittel der Windmühlen-Welle ihren Anfang, und wären also 30 Fuß auf jeder Seite lang und 6 Fuß breit; so erhält man den Quadratinhalt eines Flügels, wenn man 6 mit 30 multiplizirt, wodurch 180 Quadratfuß hervorkommen. Da nun 4 solche Flügel vorhanden seyn müssen, so gibt 180 mit 4 multiplizirt 720 Quadratfuß im Ganzen. Weil ferners die Geschwindigkeit des Windes 20 Fuß beträgt, so ist das Quadrat von $20 = 400$. Wird nun 720 mit 400 multiplizirt, und durch 2039 dividirt, so erscheint die Zahl 141 Pfund, als die Kraft, welche in die vier Windflügel wirket. Es ist nun bekannt, daß der Punkt des Nachdrucks in die Mitte eines länglichten Viereckes fällt. Da die Windflügel 30 Fuß lang sind, so ist der Punkt des Nachdrucks 15 Fuß von dem Mittel des Flügels bis an sein Ende, und von da noch 5 Fuß bis an den Mittelpunkt der Welle, im Ganzen also 20 Fuß von dem Mittelpunkt der Welle entfernt. Man kann sich also die Sache so vorstellen, als wenn die obigen 141 Pfund an einem 20 Fuß langen Hebel gegen den Mittelpunkt der Welle wirkten, woraus sich auch die Kraft in den verschiedenen Fällen leicht berechnen läßt, wobey aber noch auf die Friktion, die der Hals der Welle hervorbringt, Rücksicht genommen werden muß.

260. Die Geschwindigkeit eines Windes läßt sich aus der Kraft beurtheilen, die derselbe emporzuheben im Stande ist, wozu man sich eine eigene Windwage, Fig. 220. Taf. XIX., verfertigen kann. Diese besteht aus einer viereckigten einen Quadratfuß großen Fläche A, die oben bey B in 2 Fäden aufgehangen, und dem Winde entgegengesetzt wird. Die Fläche A kann aus einer Rahme von dünnen Drath bestehen und mit einer stark geschlossenen Leinwand überzogen werden. Die übrigen Theile kann man aus dünnen Eisenstängelchen verfertigen, und auf einen Ständer von Holz befestigen lassen. Diese Fläche wird an den vier Ecken von Fäden gehalten, die bey C über eine Rolle gehen, und bey G mit einem Gewichte beschwert werden; bey D wird ein Brett vor den Wind gesetzt, damit man ruhig wägen kann. Aus der größern oder geringern Schwere des Gewichtes geht sodann die Wirkung des Windes für 1 Quadratfuß hervor, aus der man auch die Geschwindigkeit desselben erfahren kann. Hebt z. B. der Wind ein Gewicht von 12 Loth, so ist nach der Nro. 258. angezeigten Formel $12 = \frac{G^2 \times 44 \times 32}{576 \times 66{,}7}$, wo die Multiplikation mit 32 die Loth anzeigt. Da aber dieser Ausdruck zu weitschichtig ist, so kann man die Zahl 576 durch 32, und die Zahl 66,7 durch 44 dividiren, wodurch $\frac{G^2}{18 \times 1{,}5} = \frac{G^2}{27}$, und also $12 = \frac{G^2}{27}$ hervorgeht. Sucht man aus dieser Gleichung die Geschwindigkeit G allein; so ist $G = \sqrt{12 \times 27}$, und nach vollendeter Rechnung $G = 18$ Fuß, gleich der Geschwindigkeit, die der Wind in einer Sekunde zurücklegt, wenn derselbe in der Windwage 12 Loth erhebt. Nennt man die Kraft, die der Wind auf der Windwage nach Lothen äußert $= K$, so hat man eine allgemeine Formel $K = \frac{G^2}{27}$, aus welcher sich sowohl die Geschwindigkeit als die Kraft finden läßt, wenn Eines von beyden bekannt ist.

Es läßt sich leicht einsehen, daß man bey Windmühlen, ohne die Geschwindigkeit zu suchen, die Kraft der vier Windflügel bloß aus dem Gewichte, das die Windwage anzeigt, finden könne, wenn man das gefundene Gewicht von 1 Quadratfuß mit der Zahl von Quadratfußen, die die 4 Windflügel in sich enthalten, multiplizirt, und von diesem Produkte $\frac{3}{7}$ nimmt, wobey aber der Rest in Lothen erscheint, daher derselbe, wenn man die Kraft in Pfunden verlangt, erst durch 32 dividirt werden muß. In diesem Falle wäre also $\frac{K \times F \times 3}{7 \times 32} = \frac{K \times F \times 3}{224} = W$, wo W die Kraft der Windflügel bedeutet. Hebt der Wind in der Windwage 12 Loth, und die 4 Windflügel halten zusammen, wie oben, 720 Quadratfuß, so ist nach dieser Formel $\frac{12 \times 720 \times 3}{224} = 115$ Pfund, die die 4 Flügel in ihren Mittelpunkt durch diesen Wind erhalten.

261. Die Kraft des Windes muß in Windmühlen nach den verschiedenen Gegenständen gerichtet werden, die man mahlen will. So braucht man um Weizen oder Roggen zu mahlen einen Wind, der ein Gewicht von 16 bis 20 Loth erhebt, zum Malzbrechen hat man nur 7 bis 8 Loth, und für Grütze zu mahlen, nur 5 bis 6 Loth nöthig, daher sich diese Gegenstände nach den jedesmahl herrschenden Winde richten müssen.

262. Eine Hauptsache bey Windmühlen ist die Zurichtung der Windflügel und der dazugehörigen Höcken, damit der Wind die möglichst größte Wirkung auf dieselben hervorbringe. Die Mühlenruthen müssen auf der Vorderseite AB, Fig. 221. ganz gerade seyn, und nur auf der Rückseite schrög gegen ihr Ende zugehauen werden. Die beyden Aerme sollen, wenn sie bey C auf eine schmale Unterlage gelegt werden, im Gleichgewichte stehen. Die Weite von C bis D, wo die Höckenlöcher anfangen, beträgt gewöhnlich 5 Fuß, und die Höckenlöcher werden ungefähr 12 bis 14 Zoll weit auseinander gesetzt. Die Länge der Löcher beträgt 3 Zoll, und die Breite 1 Zoll. Sie werden zuvor gebohrt, und erst dann viereckigt ausgehauen. Damit die Windflügel die oben berührte Windschiefe Fläche erhalten, müssen die Löcher nothwendig nach verschiedenen Winkeln gebohrt werden, wozu Clausen in seinen Windmühlenbau folgendes Verfahren angibt. Man fängt bey der äußersten Spitze der Windruthe an, und bemerkt bey der Eintheilung zuerst die Punkte 1, 3, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25. Man beschreibt sodann, Fig. 222, auf ein glattes Bret einen Kreisbogen, dessen Halbmesser B 5 einen Fuß hält, und errichtet auf den Halbmesser CB bey B eine Senkrechte BA. Man trägt dann von 3 nach 1 einen Zoll; von 3 nach 7 ebenfalls 1 Zoll, von 7 nach 10 einen halben Zoll, von 10 nach 13 ebenfalls $\frac{1}{2}$ Zoll, und so überall bis 25, einen halben Zoll. Die übrigen Löcher, von 25 angefangen, behalten die nähmliche Richtung wie 25. Diese Linien geben sodann die Richtung, nach welcher die auf der Ruthe mit gleichen Ziffern bezeichneten Löcher gebohrt werden müssen; wobey aber die letztern allemahl von der senkrechten Richtung gegen die Mühle gewendet werden sollen. Sind die angegebenen Löcher richtig gebohrt, so steckt man in jedes einen kurzen Stock, und zieht in gleicher Höhe über diese Stöcke eine Schnur, nach welcher sodann die noch übrigen Löcher gebohrt werden können. In Fig. 223. sieht man die 4 Windflügel nach ihrer Richtung zusammen gelegt, wo aber nur an den obersten AB die Höcken sichtbar sind. Die Latten läßt man auf der entgegengesetzten Seite von AB 8 bis 9 Zoll vorstehen, und beschlägt sie mit dünnen Windbrettern. Die Breite dieser Latten kann 3 Zoll, die Dicke 1 Zoll, und die Länge von A nach B ungefähr 6 bis 7 Fuß betragen, über welche sodann andere der Länge nach gelegt, und auf diese die Windbretter oder Segeltücher befestiget werden, die so eingerichtet seyn müssen, das sie bey sehr heftigen Winden wieder abgenommen, oder zusammengezogen werden können.

Obschon das hier angegebene Verfahren mit der Verwindschiefung der Windflügel weder nach Belidor, noch nach Langsdorf geordnet ist; indem hier oben an der Spitze nicht nur keine Zurücksetzung der Windlatten statt findet, sondern die erste sogar gegen den Wind gesetzt wird; so glaube ich doch der hier durch Clausen, als einen praktischen Mühlen-Baumeister, angegebenen Verfahrungsart den Vorzug einräumen zu müssen; weil der Wind, an der letzten ihm entgegengebogenen Fläche sich länger aufzuhalten gezwungen wird, und also an der äußern Spitze wegen der beträchtlichern Länge des Hebels einen größern Nachdruck hervorzubringen im Stande ist.

263. In Fig. 224. Taf. XX. habe ich nach Belidor eine Saug- und Hebepumpe, die durch den Wind getrieben werden kann, beygefügt. Sie besteht aus einer hölzernen Röhre AB, die in C mit einem Kolben und Ventile versehen ist, wovon der Kolben durch die Kurbel D auf- und abwärts bewegt wird. Durch diese Bewegung wird das Wasser bis zum Ausguß E gebracht, wo es sich in die Rinne F ergießt. Die eiserne Welle GH, an der sich die Kurbel befindet, ist nicht horizontal, sondern etwas schief gestellt, daher auch die Windflügel KL keine senkrechte, sondern eine schiefe Stellung erhalten, die man durch die Erfahrung für den Umlauf der Flügel für besser befunden hat. Die Windfahne W leitet die Windflügel immer gegen den Wind, wodurch die Bewegung nach der Stärke des Windes beständig erhalten wird. Die Röhre AB ist in dem Gerüste MNOP unbeweglich; hingegen der Theil QRST mit den Windflügeln und der Windfahne um die Punkte A und U beweglich, so wie auch die Kolbenstange sich bey O um einen runden Nagel drehen muß; damit nicht der ganze Kolben sich mit der Kolbenstange umdrehen darf. Die Dicke und Länge der einzelnen Theile zeigt der beygefügte Maaßstab.

264. Fig. 225. stellt eine sogenannte Bock-Mahlmühle mit 70 Fuß langen Windruthen vor, die durch eine 20 Fuß lange Welle AB gehen. An dieser Welle befindet sich ein Kammrad CD, welches in einen Trilling E greift, der das Mühleisen mit dem Laufer in Bewegung setzt. Bey F ist der Steg für das Mühleisen angebracht, das durch die Bewegung bey G höher und niederer kann gestellt werden. Die Hauptwelle AB liegt unter einem Winkel von ungefähr 10 Graden. Gewöhnlich wird sie von den Müllern am Halse 2 bis 3 Fuß höher gelegt, als hinten am Zapfen bey B. Der runde Hals ist mit eisernen Schienen eingelegt, die auf einer glatten, größtentheils steinernen Unterlage laufen. Die Ruthen müssen in der Mitte ungefähr einen Fuß ins Gevierte, und an den beyden Enden 4 bis 5 Zoll Dicke haben. Es gibt Mühlen mit 50 bis 60 Fuß langen Ruthen, die aber nicht so eben, wie die 70 Fuß langen laufen, und weniger als diese mahlen. Bey den Holländischen Mühlen hat man gewöhnlich Ruthen von 80 Fuß und darüber, die manchmahl aus mehrern Stücken zusammengesetzt werden. Das Kammrad hat 72 Kämme von 5 Zoll Theilung und ein Getriebe von 9 bis 10 Stäben. Wird die Theilung Fig. 267. in 5 gleiche Theile zerfällt, so können 2 Theile zur Dicke des Kammes und 3 zur Dicke der Spindel genommen werden. Die Breite der Kämme kann $3\frac{1}{2}$ Zoll, und die Dicke des Kammrades 10 bis 12 Zoll betragen. Der Mühlstein kann im Durchmesser 5 Fuß, bis 5 Fuß 3 Zoll seyn.

265. Um den Lauf der Ruthen bey starken Winden oder Stürmen zu mäßigen, wird eine sogenannte Premse, Fig. 226., über das Kammrad gelegt, und über dasselbe fest angezogen, wo dann die starke Friktion den Lauf des Rades mäßiget. Diese Premse besteht aus einem halben kreisförmigen Ringe von weichem Holz, größtentheils aus Ellern- oder Pappelholz, damit dasselbe mit dem Eichenholze des Kammrades eine größere Friktion hervorzubringen im Stande ist. Dieser Ring kann bey A und B abgegliedert seyn, und bey C durch einen Nagel befestiget werden. Wird nun bey D fest angezogen, oder dort eine Last angehängt, so kann dadurch der Lauf der Mühle auch bey sehr starken Winden so viel gemäßiget werden, als dieses zum Mahlen nothwendig ist. Die stärkere Dicke des Kammrades und der Premse tragen hierzu vorzüglich vieles bey.

266. Soll eine solche Mühle in Gang kommen, so müssen die Windflügel immer nach dem Winde gewendet werden, welches vermittelst eines Hebels KL, den man den Sterz nennt, geschehen kann, wozu eine oben angebrachte Windfahne gute Dienste leistet. Diese Bewegung geschieht um den Ständer NMP, der oben bey N einen Zapfen hat, und bey M in einer Rundung läuft. Am Ende des Sterzes L ist ein kleiner Haspel angebracht, durch den die Umdrehung der Mühle erleichtert wird; indem man ein kleines Seil um denselben legt, und dieses an irgend einen, um die Mühle befindlichen festen Punkt anheftet, wodurch die Umdrehung weit leichter von statten geht. Zum Aufziehen des Getreides läßt sich im innern der Mühle an der Welle des Kammrades leicht eine Vorrichtung veranstalten, wodurch diese Last mit Leichtigkeit gehoben wird.

267. Was die Geschwindigkeit der Steine bey diesen Mühlen betrifft, so hat ein Mahlstein von 5 Fuß 3 Zoll Durchmesser einen guten Lauf, wenn er in 3 Sekunden viermahl umläuft. Machen die Ruthen 1 Umgang, so sollen die Mühlsteine wenigstens 13 bis 14 Mahl umlaufen, welches immer ein gutes Verhältniß gibt.

268. Außer den hier beschriebenen deutschen Bockmühlen gibt es noch eine andere Vorrichtung, die man Holländische Windmühlen, Fig. 228. Taf. XXI., nennt, die sich von den Deutschen darin unterscheiden, daß das Gebäude fest stehen bleibt, und nur das Dach oder der Hut mit den Windflügeln und der dazu gehörigen Welle sammt Kammrad beweglich ist. Der Grundriß des Gebäudes, Fig. 229., ist ein Achteck, welches gegen den Hut zusammenläuft. Der Hut besteht aus 2 Ringen, wovon der obere auf den untern mittelst beweglichen Rollen läuft, und durch die Stange oder den Sterz PQ Fig. 228. auf der Altane unter Q bewegt werden kann. Die ganze äußere Verbindung ist aus starken Hölzern zusammengezimmert, deren Länge und Dicke auf dem beygefügten Maaßstabe abgenommen werden kann. Die innere Einrichtung stellt eine vollständige Grütz- und Graupen-Mühle vor, die aus folgenden Theilen besteht:

Aus einer Welle AB mit 80fußigen Ruthen, und einem Kammrad von 72 Kämmen, mit einer Theilung von $5\frac{1}{2}$ Zoll. Dieses Kammrad greift in ein kleineres C von 36 Kämmen, wodurch die stehende Welle CD getrieben wird, an der sich ein Stirnrad D von 140 Kämmen befindet, dessen Theilung $3\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, und die Kämme 3 Zoll lang und $3\frac{3}{4}$ Zoll breit sind. An der nähmlichen Welle befindet sich auch noch ein kleines Kammrad E, das bloß aus runden Scheiben gezimmert ist, und das man einen Bunkler nennt, unter den man eine Welle mit einem Getriebe legen, und damit das Getreide aufziehen kann. Bey F und G stehen zwey Getriebe von 22 Spindeln am großen Kammrad, die die zwey Pellsteine H und K, womit die Gerste von der Hülse befreyt wird, in Bewegung setzen. Ihr Durchmesser ist gewöhnlich 6 Fuß, und ihre Dicke ungefähr 1 Fuß. An der hintern Seite des Kammrades befinden sich noch zwey Getriebe, die die stehenden Wellen R und S bewegen, durch welche der Mehlstein bey M, und der Brechstein bey L getrieben werden, wovon der erste $5\frac{1}{4}$ Fuß, und der zweyte $4\frac{1}{2}$ Fuß im Durchmesser halten kann. Bey N und O befinden sich zwey Sichten, um die verschiedenen Gemahlter zu reinigen, wovon die erste durch die Scheibe bey D, und die zweyte durch die bey T getrieben wird. Bey U sind die vier Stege zu den vier Steinen, die nach der gewöhnlichen Art angeordnet werden. Bey W ist die Vorrichtung eines Hebels, womit die Premse durch einen Stein oder andern schweren Körper bey Y angezogen, oder nachgelassen wird, welches durch das an den Hebel bey X befestigte Seil geschehen kann.

269. In Fig. 229. zeigt A die Schwellen des untersten Grundrisses, B die Kappenhölzer des obern, und C den untern Kroyring oder Rollring mit seinen Ringen oder Walzen, auf welchen der obere I Fig. 228. umgeht. So ist in Fig. 230. F der große Spret, G der kleine Spret, H der Halsblock, I die beyden Wasserleisten, K der Naßbalken, L der Zapfbalken, und M der oberste Kroyring. An den großen und kleinen Spret sind die drey Stangen des Sterzes befestiget, wovon in Fig. 228. zwey bey P und Z sichtbar sind. Auf dem Halsblock liegt noch ein rund ausgehöhlter harter Stein, oder ein großes Stück Metall, auf welchem der Hals der großen Welle AB Fig. 228. läuft.

270. Wollte man anstatt einer Mahlmühle eine Sägmühle, oder ein Pumpwerk durch eine Kurbel K Fig. 231. in Bewegung setzen, so müßte man an die stehende Welle AB, die man den Königswellbaum nennt, ein Getriebe B anbringen, und durch dasselbe ein Kammrad C mit seiner Welle D, und der Kurbel K in Bewegung setzen, wo man die Zahl der Spindeln und Kämme nach der bestimmten Geschwindigkeit einrichten könnte; oder man könnte anstatt des Getriebes B ein Kammrad nehmen, und das Getriebe B an die Welle D setzen, wodurch die nähmliche Bewegung bey K erhalten würde. Ueberhaupt wird es bey Windmühlen keine Schwierigkeit haben, die zu bestimmten Zwecken erforderlichen Bewegungen eben so anzugeben, wie bey Wassermühlen, wenn man zuvor sich eine genaue Kenntniß dieser letztern wird erworben haben.

Druckfehler,

die vor der Durchlesung dieses Werkes verbessert werden müssen.

Seite	Spalte	Zeile	anstatt:	lies:
2	2	36 von oben	10500	10560.
3	1	7 von unten	16,32	16,2.
3	2	16 von oben	17,25	17,53.
3	2	17 von oben	4,15	4,18.
3	2	19 von oben	2,15	2,18.
7	1	1 von oben	Massen	Maßen.
9	1	2 von oben	$\frac{7}{283,3}$	$\frac{7}{282,8}$.
15	2	8 von unten	EF	DF.
38	2	23 von unten	Kraft	Schwere.

Anleitung

zu denjenigen Vorkenntnissen, die bey dem Gebrauche dieses Werkes nothwendig sind.

1

Es wird vorausgesetzt, daß diejenigen, die dieses Werk gebrauchen wollen, die ersten vier Rechnungs-Arten, sammt den gemeinen Brüchen, und der Regel Detri sich eigen gemacht haben. Die übrigen Kenntnisse, die in demselben noch vorkommen, sind: 1) Die Dezimalbrüche. 2) Die Ausziehung der Quadratwurzel. 3) Kenntniß der geometrischen Proportionen, und der daraus entspringenden Gleichungen. 4) Die Quadrat- und Kubikrechnung. Von diesen vier Gegenständen soll hier das Nöthigste abgehandelt werden.

Von den Dezimalbrüchen.

Bekanntlich zeigt ein Bruch einen oder mehrere Theile eines Ganzen. Der Bruch $\frac{2}{3}$ zeigt an, daß man zwey dritte Theile von einem Ganzen nehmen soll. Die untere Zahl bestimmt nähmlich die Anzahl der Theile, in welche das Ganze soll getheilt werden, und die obere, wie viele Theile man davon nehmen soll. Die obere Zahl heißt der Zähler, und die untere der Nenner. Bey den Dezimal- oder zehntheiligen Brüchen besteht der Nenner allemahl aus der Zahl 1, mit Einer oder mehreren Nullen. So sind $\frac{4}{10}$, $\frac{62}{100}$, $\frac{346}{1000}$ Dezimalbrüche; weil das Ganze immer als in Dezimalen eingetheilt betrachtet wird. Bey diesen Brüchen werden aber gewöhnlich die Nenner ganz hinweggelassen, und die Zähler nur durch einen kleinen Strich von dem Ganzen getrennt. Die Zahl 4,6 bedeutet 4 Ganze und 6 Zehntheile eines Ganzen. Die Zahl 24,36 gibt 24 Ganze, und 36 Hunderttheile eines Ganzen, und die Zahl 14,345 zeigt 14 Ganze, und 345 Tausendtheile eines Ganzen; woraus zugleich hervorgeht, daß der Nenner eines Dezimalbruches allemahl nur Ein Ziffer mehr, als der Zähler haben müsse. Will man aber 4 Ganze und 6 Hunderttheile ausdrücken, so muß vor 6 eine Nulle gesetzt werden, wodurch 4,06 entsteht. Zeigt der Bruch nun Tausendtheile an, so müssen ihm zwey Nullen vorgesetzt werden, daher 4,008 soviel als 4 Ganze und 8 Tausendtheile bedeutet. Sind bey einer Zahl auch keine Ganzen vorhanden, so wird für diese ebenfalls eine Null gesetzt, daher der Dezimalbruch 0,6 nur 6 Zehntheile eines Ganzen bedeutet; weil man ohne die Null nicht erkennen würde, daß 6 einen Bruch vorstellen sollte.

Bey den Berechnungen mit Dezimalbrüchen muß man sich also das Ganze jedesmahl in 10, 100 oder 1000 Theile abgetheilt vorstellen, welches zwar mit den gemeinen Eintheilungen der Gegenstände nicht übereinkömmt, aber für die Berechnungen eine große Leichtigkeit hervorbringt. So bedeutet z. B. 4,3 Fuß, 4 Fuß und 3 Zehntheile eines Fußes; daher man sich hier den Fuß in 10 Theile abgetheilt vorstellen muß, obschon derselbe im gemeinen bürgerlichen Maaße in 12 Theile oder Zolle abgetheilt wird. In der Geometrie wird der Fuß wirklich in 10 Theile abgetheilt, welches Maaß daher das zehntheilige oder geometrische heißt. In diesem Maaße hat also der Fuß 10 Zoll, der Zoll 10 Linien, und die Linie 10 Punkte. Es ist also 1 Zoll gleich $\frac{1}{10}$, eine Linie gleich $\frac{1}{100}$, und ein Punkt gleich $\frac{1}{1000}$ eines Fußes. Weitere Abtheilungen kommen nicht leicht vor. Mit Ganzen verbunden stehen diese Brüche so: 4,2 Fuß; das ist 4 Fuß 2 Zoll Dezimalmaaß. 5,06 Fuß; das ist 5 Fuß 6 Linien. 3,008 Fuß; das ist 3 Fuß 8 Punkte. Ist mehr als eine Bruchzahl vorhanden, so kann man sie auch durch besondere kleine Striche abtheilen, wie 9′, 3″, 4‴, 5⁗, anstatt 9,345 Fuß, wo die erste Zahl mit einem Strich oben bezeichnet, die Anzahl von Fußen, die zweyte mit 2 Strichen die Anzahl von Zollen, die dritte mit 3 Strichen die der Linien, und die vierte mit 4 Strichen die der Punkte bedeutet. Die Zahl 25,204 Fuß bedeutet 25 Fuß und 204 Tausendste Theile eines Fußes, oder 25 Fuß und 204 Punkte, oder 25 Fuß 2 Zoll und 4 Punkte.

Eben so, wie es sich mit dem Fußmaaße verhält, ist es auch mit den Gegenständen des Gewichtes und der Flüßigkeits-Maaße zu verstehen. So z. B. bedeutet 6,7 Pfund, eine Anzahl von $6\frac{7}{10}$ Pfunden; 3,4 Maß, eine Anzahl von $3\frac{4}{10}$ Maß; wo man sich sowohl die Pfunde, als die Maß, in 10 gleiche Theile eingetheilt denken muß. — Nach den hier vorausgegangenen Bemerkungen können wir nun zu den verschiedenen Rechnungs-Arten in Dezimalbrüchen schreiten.

Addition in Dezimalbrüchen: Man setze sowohl bey den ganzen Zahlen, als bey den Brüchen, die Einheiten unter die Einheiten, die Zehner unter die Zehner,

2

die Hunderter unter die Hunderter, und addire eben so, als wenn die sämmtlichen Zahlen lauter Ganze vorstellten. Man sehe die folgenden Beyspiele:

$$\left.\begin{array}{r} 934{,}5 \\ 32{,}93 \\ 7{,}013 \\ \hline \text{Summe } 974{,}443 \end{array}\right\} \text{Fuß.} \qquad \left.\begin{array}{r} 72\ 39 \\ 0{,}923 \\ 0{,}003 \\ \hline \text{Summe } 73{,}316 \end{array}\right\} \text{Pfund.}$$

oder: 979′, 4″, 4‴, 3⁗.

Subtraktion. Hier werden die Zahlen eben so, wie bey der Addition gesetzt, und dann so von einander abgezogen, als wenn sie lauter Ganze wären. Siehe die folgenden Beyspiele:

$$\left.\begin{array}{r} 57{,}02 \\ 23{,}58 \\ \hline \text{Rest } 33{,}44 \end{array}\right\} \text{Pfund.} \qquad \left.\begin{array}{r} 4{,}76 \\ 3{,}08 \\ \hline \text{Rest } 1{,}68 \end{array}\right\} \text{Maß.}$$

Hat aber der obere Bruch weniger Ziffern, als der untere, so müssen die abgängigen mit Nullen ersetzt werden. Z. B. Es soll von der Zahl 46,4 die Zahl 28,325 abgezogen werden, so wird die Rechnung so angesetzt:

$$\left.\begin{array}{r} 46{,}400 \\ 28{,}325 \\ \hline \text{Rest } 18{,}075 \end{array}\right\} \text{Fuß.} \qquad \text{Eben so:} \left.\begin{array}{r} 783{,}20 \\ 34{.}09 \\ \hline \text{Rest } 749{,}11 \end{array}\right\} \text{Fuß.}$$

Es ist nähmlich hier vollkommen gleich, ob man im ersten Beyspiele 4 Dezimalzoll, oder 400 Dezimalpunkte setzt; indem 400 Dezimalpunkte 4 Dezimalzoll ausmachen. Eben dieses ist auch der Fall bey Dingen, die nach einem andern Maaße gemessen werden.

Von der Multiplikation. — Man multipliziere die beyden Faktoren mit einander, als wenn es ganze Zahlen wären, ohne Rücksicht auf die Absonderung durch Striche zu nehmen. In dem Produkte werden eben so viele Zahlen als Dezimalen abgesondert, als viele Dezimalziffern in den beyden Faktoren zugleich vorhanden sind. Beyspiele:

$$\begin{array}{r} 423{,}12 \\ 43{,}2 \\ \hline 84624 \\ 126936 \\ 169248 \\ \hline 18278{,}784 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 0{,}043 \\ 264 \\ \hline 172 \\ 258 \\ 86 \\ \hline 11{,}352 \end{array}$$

Es kann sich auch ereignen, daß das Produkt nicht so viele Ziffern in sich enthält, als man abschneiden soll. In diesem Falle werden gegen die linke Seite so viele Nullen hinzugesetzt, als nöthig sind, die gehörige Anzahl von Dezimalen abschneiden zu können. Beyspiel:

$$\begin{array}{r} 2{,}43 \\ 0{,}02 \\ \hline 0{,}0486 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 0{,}223 \\ 0{,}026 \\ \hline 1\,338 \\ 4\,46 \\ \hline 0{,}005\,798 \end{array}$$

Ist eine Rechnung vollendet, und es befinden sich am Ende des Produktes ein oder mehrere Nullen, so können dieselben ohne Schaden des Bruches hinweg gelassen werden, und zwar aus dem nehmlichen Grunde, aus welchem sie oben bey der Subtraktion hinzugesetzt werden konnten. Beyspiel:

$$\begin{array}{r} 8{,}35 \\ 0{.}62 \\ \hline 1670 \\ 5010 \\ \hline 5{,}1770 \\ \text{oder } 5{,}177. \end{array} \qquad \begin{array}{r} 0{,}324 \\ 200 \\ \hline 64{,}800 \\ \text{oder } 64{,}8 \end{array}$$

Von der Division. — Bey der Division kommen vier Hauptfälle vor, auf die jedesmahl besondere Rücksicht genommen werden muß.

1) Kann der Divisor eben so viele Dezimal-Ziffern haben, wie der Dividendus, in welchem Falle der Quotient lauter Ganze anzeigt. Beyspiel:

$$\begin{array}{r|l} 62{,}31 & 12 \\ 5{,}03 & \\ \hline 1201 & \\ 503 & \\ 1006 & \\ \hline -195 & \end{array} \qquad \begin{array}{r|l} 32{,}04 & 51 \\ 0{,}62 & \\ 310 & \\ \hline -104 & \\ 62 & \\ \hline -42 & \end{array}$$

2) Wenn der Dividendus weniger Dezimal-Ziffern, als der Divisor hat, so muß die abgängige Zahl durch Nullen ergänzt werden, wonach der Quotient wieder lauter Ganze gibt. Soll z. B. die Zahl 25462,4 durch 4,136 dividirt werden, so setzt man zu 4 zwey Nullen, wo die Rechnung so stehen wird:

*

3

$$\begin{array}{r|l} 25462{,}400 & 6156 \\ 4{,}136 & \\ 24816 & \\ \hline --6464 & \\ 4136 & \\ \hline 23280 & \\ 4136 & \\ 20680 & \\ \hline -26000 & \\ 4136 & \\ 24816 & \\ \hline -1184 & \end{array}$$

3) Hat der Dividendus mehr Dezimal-Ziffern, als der Divisor, so werden am Ende von dem Quotienten so viele Ziffern zur Rechten abgeschnitten, als der Unterschied der Ziffern zwischen dem Dividendus und Divisor ausmacht. Beyspiel.

$$\begin{array}{r|l} 3469{,}531 & 147{,}01 \\ 23{,}6 & \\ \hline 1109 & \\ 236 & \\ 944 & \\ \hline 1655 & \\ 236 & \\ 1652 & \\ \hline ---331 & \\ 236 & \\ \hline -95 & \end{array}$$

4) Befinden sich nach vollendeter Division nicht so viele Ziffern in den Quotienten, als man abschneiden soll, so werden zur linken Hand so viele Nullen angehängt, als nöthig sind, die gehörige Anzahl zu erhalten. Beyspiel:

$$\begin{array}{r|l} 3{,}2674 & 133 \text{ anstatt welchem die Zahl} \\ 245 & 0{,}0133 \text{ gesetzt wird.} \\ \hline -817 & \\ 245 & \\ 735 & \\ \hline -824 & \\ 245 & \\ 735 & \\ \hline -89 & \end{array}$$

Es ist schon bekannt, daß, wenn man eine Zahl mit 10, 100 oder 1000 dividirt, man nur eben so viele Ziffern von den Dividendus abschneiden darf, als Nullen hinter der Zahl 1 stehen. Eben dieses ist auch bey Zahlen mit Dezimalbrüchen der Fall, wo der kleine Trennungsstrich bey den Ganzen um eben so viele Ziffern vorgerückt wird, als der Divisor Nullen hat, wodurch der angehängte Dezimalbruch um eben so viele Ziffern größer wird. Soll z. B. die Zahl 2695 durch 10 dividirt werden, so hat man 269,5 zum Quotienten; wird die Zahl 456,34 durch 100 dividirt, so gilt dieß 4,5634, wodurch die Ganzen um zwey Ziffern kleiner, und der Dezimalbruch um zwey Ziffern größer wird.

Bey den ersten zwey Beyspielen der Division, wird man bemerkt haben, daß, weil der Quotient dort lauter Ganze anzeigt, am Ende meistens ein beträchtlicher Bruch übrig bleibt, von dem man öfters den Werth wissen möchte. Um diesen zu erfahren, wird dem übrig gebliebenen Bruche eine Nulle beygesetzt, und mit der Division neuerdings fortgefahren, wo aber der erhaltene neue Quotient durch einen kleinen Strich von den vorhergehenden Zahlen getrennt werden muß, welches anzeigt, daß die neu erhaltenen Zahlen Dezimalen sind. Beyspiel:

$$\begin{array}{r|l} 83{,}62 & 16{,}62 \\ 5{,}03 & \\ \hline 3332 & \\ 503 & \\ 3018 & \\ \hline -3140 & \\ 503 & \\ 3018 & \\ \hline -1220 & \\ 503 & \\ 1006 & \\ \hline 214 & \end{array}$$

Durch die angehängten zwey Nullen wird hier der Bruch bis auf Hunderttheile eines Ganzen gefunden, welches in den meisten Fällen hinreichend ist.

Enthält der Quotient nach vollendeter Division ohnehin schon Dezimalen, wie dieses in den Beyspielen des dritten Falles bemerkt werden kann, so ist es in den meisten Fällen nicht mehr nothwendig, die übrig gebliebenen Brüche noch näher zu bestimmen. Sollte dieses jedoch der Fall seyn, so kann man auch hier noch mehrere Nullen beysetzen, und den Bruch so genau bestimmen, als man es für nöthig hält.

Die Probe über die vorhergegangenen Rechnungen wird eben so gemacht, wie bey den gewöhnlichen Rechnungsarten; nähmlich für die Addition die Subtraktion, und für die Subtraktion die Addition; dann für die Multiplikation die Division, und für die Division die Multiplikation, wo allemahl das Gegebene wieder zum Vorschein kommen muß.

Noch müssen wir hier die Veränderung der gemeinen Brüche in Dezimalbrüche, und umgekehrt, die Dezimalbrüche in gemeine vornehmen. — Ein gemeiner Bruch wird in einen Dezimalbruch verändert, wenn man zum Zähler eine Nulle setzt, und die neue Zahl durch den Nenner dividirt. Beyspiel: Es sollen die Brüche $\frac{2}{5}$ und $\frac{5}{8}$ in Dezimalbrüche verändert werden, so stehen die Rechnungen so:

```
2/5  20 | 0,4        5/8  50 | 0,625
      5                    8 |
     20                   48
    ----                 ----
     ——                  —20
                           8
                          16
                         ----
                          40
                           8
                          40
                         ----
                          ——
```

Der erste Bruch ist gleich $\frac{4}{10}$, und der zweyte $\frac{625}{1000}$. Um anzuzeigen, daß es keine Ganzen sind, muß eine Nulle mit einem kleinen Strich vorausgesetzt werden. Es geschieht aber öfters, daß immer noch ein Bruch übrig bleibt, in welchem Falle man also mit 3 bis 4 Dezimalen die Rechnung beschließen, in manchen Fällen aber auch mit 2 Dezimalen zufrieden seyn kann. Denn ein zehntausendster Theil kommt sonst nirgends mehr im Betracht, so wie in den meisten Fällen ein Hundertster Theil schon eine hinreichende Genauigkeit gibt.

Weil außer den Fußmaaßen die wenigsten Gegenstände in 10 oder 100 Theile abgetheilt werden, so geschieht es öfters, daß man den Werth eines Dezimalbruches gerne wissen möchte. In diesem Falle muß der Dezimalbruch in einen gemeinen Bruch verändert werden, und zwar in einen solchen, dessen Nenner die Theile eines Ganz n zeigt, in welche man das Ganze gewöhnlich abzutheilen pflegt. Hat man z. B. 6,7 Eimer, und will wissen, wie viele Maß dieser Bruch ausmacht, so muß, da der Eimer 60 Maß enthält, die Dezimalzahl 7 mit 60 multiplizirt, und durch den Nennen des Dezimalbruchs dividirt, oder, was eben so viel ist, von diesem Produkte so viele Zahlen abgeschnitten werden, als der Nenner des Dezimalbruches Nullen hat. Wird also 7 mit 60 multiplizirt, so erhält man 420. Da nun die Dezimalzahl 7 zu seinem Nenner die Zahl 10 hat, so muß das letzte Ziffer von 420 abgeschnitten werden, wodurch 42,0, oder 42 Maß entstehen. Hätte man z. B. 26,45 Eimer, und man wollte den Werth des angehängten Dezimalbruches wissen, so wäre $45 \times 60 = 2700$, und durch 100, als den Nenner des obigen Dezimalbruches, dividirt $= 27{,}00 = 27$ Maß; also 26 Eimer 27 Maß.

Bleibt nach der Division noch ein Rest übrig, so ist dieß der Zähler eines neuen Dezimalbruches, für den man ebenfalls einen angemessenen Nenner suchen, und eben so verfahren muß, wie bey dem vorhergehenden. Hat man z. B. 46,32 Tage, und man will die Stunden des Dezimal-Bruches wissen, so muß die Zahl 32 mit 24 multiplizirt werden, weil der Tag 24 Stunden hat. Es ist also $32 \times 24 = 768$, und durch 100 dividirt $= 7{,}68$, oder 7 Stunden und $\frac{68}{100}$ Stunden. Da nun die Stunde in 60 Minuten getheilt wird, so muß 68 mit 60 multiplizirt, und durch 100 dividirt werden, wodurch man auch die Minuten erhält. Es ist also $68 \times 60 = 4080$, und durch 100 dividirt $= 40{,}80$ Minuten. Will man diese $\frac{80}{100}$ noch zu Sekunden machen, so muß die Zahl 8, weil man die letzten Nulle ohne Schaden weglassen kann, mit 60 multiplizirt, und durch 10 dividirt werden, wodurch $8 \times 60 = 480$, und durch 10 dividirt $= 48$ Sekunden hervorgehen. Die ganze Rechnung kann so stehen:

```
 46,32 Tage.
    24
 ------
   128
   64
 ------
  7,68 Stunden.
    60
 ------
  40,8 Minuten.
    60
 ------
  48,0 Sekunden.
```

Das nähmliche Verfahren kann auch für die gemeinen Brüche gelten: denn, hat man z. B. $\frac{5}{24}$ Pfund, so gibt dieß $5 \times 32 = 160$, und $\frac{160}{24} = 6\frac{16}{24} = 6\frac{2}{3}$ Loth, und sucht man auch noch die Quintl, so hat man 6 Loth $2\frac{2}{3}$ Quintl.

Von der Ausziehung der Quadratwurzel.

Wenn was immer für eine Zahl mit sich selbst multiplizirt wird, so nennt man diejenige, die durch diese Multiplikation entsteht, eine Quadratzahl, oder ein Quadrat, und diejenige, durch die die Quadratzahl entstanden ist, die Quadratwurzel. So kann z. B. die Zahl 9 als ein Quadrat, und die Zahl 3 als die Quadratwurzel derselben betrachtet werden; weil 3 mit sich selbst multiplizirt die Zahl 9 gibt. Hingegen ist 26 keine vollkommene Quadratzahl, weil es keine Zahl gibt, die mit sich selbst multiplizirt, die Zahl 26 hervorbrächte. Dessen ungeachtet kann auch aus dieser Zahl die Quadratwurzel durch Annäherung ausgezogen werden. Die vollkommenen Quadratzahlen, die aus den einfachen 9 Zahlen, als ihren Wurzeln entstehen, sind folgende:

Quadratzahlen: 1. 4. 9. 16. 25. 36. 49. 64. 81.
Quadratwurzeln: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.

Aus diesen Zahlen ersieht man, daß das Quadrat einer einfachen Zahl nie aus mehr als zwey Ziffern bestehen könne; weil 10 als die kleinste aus zwey Ziffern bestehende Zahl schon 100 zu seinem Quadrate hat. Eben so kann auch eine Wurzelzahl von zwey Ziffern nie mehr als vier Ziffern zu seinem Quadrate haben; weil 100 zu seinem Quadrate schon 10000 hat, woraus man abnehmen kann, daß keine Wurzelzahl mehr als die doppelte Anzahl von Ziffern zu seinem Quadrate haben kann.

Um die Quadratwurzel aus einer Zahl auszuziehen, die mehr als 2 Ziffern hat, wird auf folgende Art verfahren:

Man soll z. B. aus der Zahl 6535764 die Quadratwurzel ausziehen, so steht die Rechnung so:

```
6,53,57,64  | 2556
4           |
------      |
 253
  45
 225
------
 —2857
   505
  2525
-------
  —33264
    5106
   30636
  -------
   — 2628
```

Man theile zuerst die gegebene Zahl von der Rechten zur Linken durch kleine Striche in Klassen ab, so, daß jede Klasse 2 Ziffern erhält, wobey aber die erste bisweilen nur 1 Ziffer bekömmt, wie dieses hier der Fall ist. Man suche dann die Quadratwurzel von der ersten Zahl 6, welche 2 ist, und setze sie hinter den senkrechten Strich, wie bey der Division den Quotienten, und das Quadrat von 2, nähmlich 4, unter die Zahl 6; mache dann einen Querstrich, und ziehe 4 von 6 ab, wodurch 2 übrig bleibt. Man nehme dann die zweyte Klasse 53, und setze sie unter den Querstrich zu 2 herab, wodurch die Zahl 253 entsteht. Man nehme nun die gefundene Wurzel 2 doppelt, also 4, und setze diese Zahl so unter 253, daß das letzte Ziffer 3 frey bleibt, daher die Zahl 4 unter 5 zu stehen kommt, und dividire 4 in 25, welches den Quotienten 5 gibt, weil 6 zu groß seyn würde. Diese neugefundene Zahl 5 setze hinter den senkrechten Strich zu 2, und zugleich zu dem Divisor 4, wodurch die Zahl 45 entsteht, die man als dem ganzen Divisor betrachten, und mit der neu gefundenen Wurzel 5, wie in der gewöhnlichen Division, mit 5, multipliziren kann, wodurch die untere Zahl 225 entsteht. Unter diese Zahl wird wieder ein Querstrich gemacht, und die Zahl 225 von der obern 253 abgezogen, welches den Rest 28 gibt. Zu diesem Rest wird ferners die dritte Reihe 57 herunter gesetzt, wodurch man 2857 erhält. Zur Division nehme man wieder das Doppelte von den gefundenen zwey Ziffern des Quotienten, und sage: zweymahl 5 ist 10, bleibt 1, und zweymahl 2 ist 4 und 1 ist 5, woraus die Zahl 50 hervorgeht, wobey aber die Nulle unter 5, und die Zahl 5 unter 8 gesetzt wird, so daß das letzte obere Ziffer 7 wieder frey bleibt. Es wird nun wieder 5 in 28 dividirt, welches den Quotienten 5 gibt, der hinter den senkrechten Strich zu 5, und zum Divisor 50 unter 7 gesetzt wird. Diese wird wieder mit den neuen Quotienten 5 multiplizirt, woraus die Zahl 2525 entsteht, die von 2857 abgezogen 332 gibt, zu der man die letzte Klasse 64 herunter setzt, und eben so wie mit den bisherigen verfährt, wodurch man endlich die ganze Quadratwurzel von 2552 erhält.

Aus den hier angezeigten Verfahren geht hervor, daß man bey der Ausziehung der Quadratwurzel nur von der ersten Klasse die Wurzel suchen, und das Quadrat derselben von der ersten Klasse abziehen darf; in der Fortsetzung

aber nur allemahl das Doppelte des gefundenen Quotienten zum Divisor angenommen werden könne. Nur muß man darauf bedacht seyn, daß dieser Divisor nicht unter die letzte Zahl gesetzt werde; weil unter das letzte Ziffer allemahl der neue Quotient zu stehen kömmt.

Wird die Zahl unter dem Divisor so groß, daß sie nicht von der untern kann abgezogen werden, so ist dieß ein Zeichen, daß der Quotient zu groß angenommen wurde, wo hingegen derselbe auch manchmahl zu klein angenommen werden kann, welches sich aber bey den Fortfahren der Operation leicht ergibt.

Ist der neue Divisor in der herabgesetzten Zahl nicht enthalten, so wird, wie bey der gewöhnlichen Division, eine Nülle als Quotient gesetzt, und die nächst folgende Klasse herunter genommen.

Die Probe, ob die Wurzel auch richtig ausgezogen wurde, wird gemacht, wenn man die gefundene Wurzel mit sich selbst multiplizirt, und den übrig gebliebenen Bruch dazu addirt, wodurch wieder die als Quadrat gegebene Zahl erscheint.

Aus dem obigen Beyspiele ersieht man, daß am Ende der Rechnung ein ziemlich beträchtlicher Bruch übrig bleibt, der in manchen Fällen genauer bestimmt werden muß. Dieses geschieht, wenn man zu dem übrig gebliebenen Bruche zwey Nullen setzt, und mit der Ausziehung der Wurzel weiter fortfährt, bis man die gehörige Genauigkeit erhalten zu haben glaubt. Durch dieses Verfahren erhält man lauter Dezimalen, die aber von den Ganzen durch einen kleinen Strich getrennt werden müssen. Ein Beyspiel wird die Sache deutlicher darstellen.

Es soll aus der Zahl 1246 die Quadratwurzel ausgezogen werden, wobey die Genauigkeit bis auf 3 Dezimalen verlangt wird.

```
 12,46   | 35,298
  9      |
------   |
  346
   65
  325
-------
  —2100
    702
   1404
 --------
   —69600
     7049
    63441
   --------
   —615900
     70588
    564704
   --------
    —51196
```

Wird aus einer Zahl die Quadratwurzel ausgezogen, wo sich neben den Ganzen auch noch Dezimalen befinden, so wird die Abtheilung in Klassen von dem kleinen Strich, der die Ganzen von den Dezimalen trennt, angefangen, gegen die linke Seite gemacht; der Dezimalbruch aber von der Linken gegen die Rechte abgetheilt; weil bey diesen eine oder mehrere Nullen ohne Schaden beygesetzt werden können. Soll z. B. die Zahl 24367,253 in Klassen abgetheilt werden, so steht sie so: 2,43,67 | 25,3, wo bey dem Heruntersetzen der letzten Klasse 3 eine Nulle beygesetzt wird.

Beyspiel zur Uebung: Man verlangt die Quadratwurzel von der Zahl 243,802.

```
 2,43 | 80,2  | 15,61
 1            |
-----         |
 143
  25
 125
------
 —1880
   306
  1836
 ------
 —-4420
   3121
 -------
   1299
```

Das nähmliche Verfahren in der Klassen-Abtheilung gilt auch bey bloßen Dezimalbrüchen. Beyspiel: Man gibt die Dezimalzahl 0,02463, so wird diese so abgetheilt:

```
 0,02,46,3  | 0,156
 1          |
------      |
 146
  25
 125
------
 —2130
   306
  1836
 ------
   294
```

Soll die Quadratwurzel von einem gemeinen Bruch ausgezogen werden, so geschieht dieses sowohl von dem Zähler, als von dem Nenner, von jedem insbesondere, wodurch also ein kleinerer Bruch als Wurzel erscheint.

Die Probe über die Richtigkeit der Ausziehung der Quadratwurzel wird gemacht, wenn man die erhaltene Wurzel mit sich selbst multiplizirt, und den übriggebliebenen Bruch dazu addirt, wodurch wieder die gegebene Quadratzahl zum Vorschein kömmt.

Die Ausziehung der Kubikwurzel kömmt in diesem Werke nicht vor, daher ich mich in dieser Hinsicht auf meine Geometrie für Künstler und Werkleute berufen muß, die sich in dem nämlichen Verlage, wie dieses Werk befindet, worin dieselbe gezeigt wird. Ueberhaupt muß dasjenige, was in die Geometrie einschlägig ist, dort nachgesucht werden.

Von den geometrischen Proportionen.

Wenn zwey Größen mit einander so verglichen werden, daß es sich fragt, wie oft eine in der andern enthalten ist, so nennt man dieß ein geometrisches Verhältniß. Denkt man sich bey der Vergleichung von 3 zu 6, daß 3 in 6 zweymahl enthalten sey, so hat man ein geometrisches Verhältniß, wovon die beyden Zahlen Glieder heißen. Zwey solche Verhältnisse, die gleiche Quotienten haben, geben eine geometrische Proportion, die also aus 4 Gliedern besteht. So machen die Zahlen 3, 6; 4, 8 eine geometrische Proportion; weil 3 in 6 zweymahl, und 4 in 8 ebenfalls zweymahl enthalten ist.

Man kann zwar auch zwey Größen in Hinsicht ihrer Differenzen, oder um wie viel eine größer als die andere ist, betrachten, welches dann ein arithmetisches Verhältniß gibt. Weil aber dieses Verhältniß nur gar selten vorkömmt, so wollen wir dasselbe gänzlich außer Acht lassen, und nur von den geometrischen Verhältnissen und Proportionen handeln.

Die obigen zwey geometrischen Verhältnisse werden auf folgende Art in eine geometrische Proportion zusammengesetzt: $3 : 6 = 4 : 8$, welches so gelesen wird: 3 verhält sich zu 6, wie sich verhält 4 zu 8.

Geometrische Proportionen gibt es zweyerley: gerade, und verkehrte. Eine gerade geometrische Proportion ist die, wo sowohl im ersten, als im zweyten Verhältniße das zweyte Glied größer, als das erste ist, oder wo das zweyte Glied in beyden Verhältnißen kleiner wird. Diese sind folgende:

$$4 : 8 = 6 : 12$$
$$9 : 3 = 6 : 2$$

Eine verkehrte geometrische Proportion ist diejenige, wo in dem ersten Verhältnisse das erste Glied größer, als das zweyte, und im zweyten Verhältnisse das erste Glied kleiner als das zweyte ist, oder wo im ersten Verhältnisse das erste Glied kleiner als das zweyte, und im zweyten Verhältnisse das erste größer als das zweyte ist. Von beyden sind hier Beyspiele:

$$4 : 8 = 6 : 3$$
$$12 : 4 = 3 : 9$$

Die Zeichen, deren Kenntniß bey der Behandlung der Proportionen, und der daraus entstehenden Gleichungen nothwendig ist, sind folgende: $+$ bedeutet die Addition; $-$ bedeutet die Subtraktion; $\times$ oder ein Punkt (.) ist das Zeichen der Multiplikation; : oder ein Strich zwischen zwey Zahlen, wie $\frac{3}{4}$, das Zeichen der Division.

$=$ ist das Zeichen der Gleichheit; 12^2 bedeutet das Quadrat von 12, oder daß 12 mit sich selbst multiplizirt werden soll. Eben so bedeutet AB^2 das Quadrat von AB; 12^3 bedeutet den Würfel oder Kubus von 12, oder daß diese Zahlen mit sich selbst multiplizirt, und das daraus entstandene Produkt noch einmahl mit 12 multiplizirt werden soll. Auf die nähmliche Art bedeutet D^3 den Würfel von D. $\sqrt{}$ zeigt die Quadratwurzel an; $\sqrt{60 \times 44}$ zeigt an, daß die Quadratwurzel aus der Zahl ausgezogen werden soll, die entsteht, wenn 60 mit 44 multiplizirt wird. Das nähmliche wird auch auf folgende Art ausgedrückt: $\sqrt{(60 \times 44)}$. $\sqrt[3]{}$ zeigt die Kubikwurzel an.

Das unbekannte Glied in einer Proportion wird größtentheils durch den Buchstaben x ausgedrückt.

Eine jede gerade geometrische Proportion hat die Eigenschaft, daß das Produkt der zwey äußern Glieder dem Produkte der zwey innern gleich ist. In der Proportion $3 : 6 = 4 : 8$ ist $3 \times 8 = 24$, und 6×4 ebenfalls $= 24$. Eben dieses ist auch der Fall bey der folgenden Proportion: $12 : 6 = 8 : 4$, wo $12 \times 4 = 48$, und 6×8 ebenfalls $= 48$ ist.

Bey den verkehrten Proportionen ist das Produkt aus dem ersten und dritten Gliede, gleich dem Produkte aus dem zweyten und vierten Gliede. So ist z. B. bey $4 : 2 = 3 : 6$ wo $4 \times 3 = 12$, und $2 \times 6 = 12$ ist. So lange also diese Eigenschaft der Gleichheit bleibt, so lange ist auch die Proportion richtig, es mag nun mit den einzelnen Gliedern was immer für eine Veränderung vorgehen.

Es lassen sich daher die Glieder einer geometrischen Proportion auf verschiedene Art versetzen, ohne daß die Proportion dadurch aufhören sollte. Nehmen wir die gerade Proportion $3 : 6 = 2 : 4$, so ist $3 \times 4 = 6 \times 2$, weil nach vorgekommener Multiplikation überall 12 zum Vorschein kömmt. Versetzt man nun die einzelnen Glieder, wie folgt: $6 : 3 = 4 : 2$; oder $4 : 2 = 6 : 3$; oder $6 : 4 = 3 : 2$; oder $2 : 4 = 3 : 6$; so wird nach der Multiplikation der äußern und innern Glieder wieder überall die Zahl 12 zum Vorschein kommen.

Eben so können auch die einzelnen Glieder mit der nähmlichen Zahl multipliziert oder dividiert werden, ohne daß die Gleichheit aufgehoben wird. Also ist $3 \times 2 : 6 \times 2 = 2 \times 2 : 4 \times 2$, woraus $6 : 12 = 4 : 8$ entsteht, wo also die äußern und innern Glieder die gleichen Produkte 48 haben.

Auch durch die Addition oder Subtraktion kann die Proportion unverändert erhalten werden, wenn diese so geschieht, daß die Produkte der äußern Glieder den Produkten der innern gleich bleiben. Z. B. $3+6 : 6 = 2+4 : 4$, wo $9 : 6 = 6 : 4$ entsteht, deren Produkte überall 36 geben. Eben so ist es auch mit der folgenden Proportion: $6-3 : 9 = 8-4 : 12$, wo die Produkte der äußern überall $= 36$ sind.

Werden die einzelnen Glieder einer geometrische Proportion durch die einer andern der Ordnung nach multipliziert oder dividiert, so bleibt auch in diesem Falle die Gleichheit der äußern und innern Glieder unverändert.

$$\begin{array}{l} 3 : 6 = 2 : 4 \\ 4 : 8 = 5 : 10 \\ \hline 12 : 48 = 10 : 40, \end{array}$$

wo die Produkte $= 480$ sind. — Durch Division:

$$\frac{4}{2} : \frac{8}{4} = \frac{5}{3} : \frac{10}{6}$$
$$\frac{4}{2} \times \frac{10}{6} = \frac{8}{4} \times \frac{5}{3}$$
$$\frac{40}{12} = \frac{40}{12}.$$

Was hier von den geraden Proportionen gesagt wurde, ist auch von den verkehrten zu verstehen, die sich durch Versetzung der Glieder ohnehin in gerade verändern lassen.

Aus dem bisherigen Verfahren haben wir gesehen, daß sich eine jede gerade oder verkehrte Proportion in eine Gleichung auflösen läßt. Mit diesen Gleichungen können nun wieder allerley Veränderungen vorgenommen werden, ohne daß die Gleichheit darunter Schaden leidet. Diese Veränderungen bestehen vorzüglich in den folgenden drey Fällen: 1) Kann man zu gleichen Größen andere gleiche addiren, oder Subtrahiren, ohne daß die Gleichheit gestört wird. 2) Können gleiche Größen mit andern gleichen multipliziert oder dividirt werden, ohne daß dadurch die Gleichheit aufgehoben wird. 3) Können gleiche Größen zum Quadrat oder Kubus erhoben, oder aus beyden die Quadrat- oder Kubikwurzel ausgezogen werden, ohne daß die Gleichheit dadurch Schaden leidet. Ueberhaupt bleibt die Gleichheit allemahl, wenn über gleiche Größen eine gleiche Bearbeitung vorgenommen wird.

Um den Werth derjenigen Größen zu finden, aus welchen eine Gleichung zusammen gesetzt ist, kann man sich folgender Regeln bedienen:

1) Eine jede Größe kann mit Veränderung des Zeichens auf die entgegengesetzte Seite übertragen werden, ohne daß dadurch die Gleichheit aufgehoben wird.

Beyspiel:

$$12 = 10 + 2$$
$$12 - 2 = 10$$
$$10 = 10$$
$$5 \times 6 - 2 = 4 \times 7$$
$$5 \times 6 = 4 \times 7 + 2$$
$$30 = 30.$$

2) Wenn ein Theil einer Gleichung mit einer andern Größe multiplizirt ist, so kann diese Größe auf die entgegengesetzte Seite übertragen, und die dort befindlichen Größen damit dividirt werden.

$$6 \times 15 = 9 \times 10$$
$$15 = \frac{9 \times 10}{6}$$
$$15 = 15.$$

3) Ist ein Theil einer Gleichung durch eine Größe dividirt, so kann diese Division ebenfalls auf die entgegengesetzte Seite übertragen, und die dort befindlichen Größen damit multiplizirt werden.

$$\frac{24}{4} = 2 \times 3$$
$$24 = 2 \times 3 \times 4$$
$$24 = 24.$$

Da wir nun wissen, daß sich eine jede Proportion sowohl eine gerade, als eine verkehrte, in eine Gleichung

verwandeln läßt, so können wir auch, wenn drey Glieder einer Proportion gegeben sind, das vierte durch Rechnung finden. Sind z. B. in der Proportion $3 : 9 = 6 : x$ die ersten drey Glieder bekannt, und das letzte, mit x benannte, unbekannt, so hat man:

$$3 \times x = 9 \times 6$$
$$x = \frac{9 \times 6}{3} = 18.$$

In der folgenden verkehrten Proportion ist z. B. das zweyte Glied unbekannt, so hat man:

$$10 : x = 6 : 12$$
$$10 \times 6 = x \times 12$$
$$\frac{10 \times 6}{12} = x$$
$$\frac{60}{12} = x = 5$$

Die geometrischen Proportionen sind der Grund zur Regel Detri, und zum Kettensatze; indem diese nichts anders als eine geometrische Proportion unter einem veränderten Ansatze vorstellen. In der Mechanik und Hydraulik kommen diese Proportionen immerwährend vor.

Es ereignet sich nicht selten, daß die Proportionen und Gleichungen aus Buchstaben, anstatt aus Ziffern bestehen, die mehrentheils Eigenschaften der Körper im Allgemeinen anzeigen, die sich aber bey der wirklichen Auflösung der Rechnung nach ihren Maaßen und Gewichten wieder in Ziffern ausdrücken lassen. Bey diesen Buchstaben können nun alle diejenigen Veränderungen, und Versetzungen statt finden, die oben bey den Ziffern angezeigt wurden, daher sich auch hier in einer jeden Proportion oder Gleichung das unbekannte Glied finden läßt, wenn drey Glieder bekannt sind. Hat man z. B. die Proportion: $AB : DB = BC : BE$, wo die einzelnen Glieder sämmtlich Längen von Linien anzeigen sollen. Multiplizirt man nun die äußern zwey Glieder mit den zwey innern, so erhält man:

$$AB \times BE = DB \times BC$$

Ist nun AB unbekannt, die übrigen drey Glieder aber alle bekannt, so hat man $AB = \frac{DB \times BC}{BE}$.

Bedeutet DB eine Länge von 4 Fuß, BC eine von 12, und BE eine von 8 Fuß, so hat man in Zahlen:

$$AB = \frac{4 \times 12}{8}, \text{ also } AB = 6 \text{ Fuß}.$$

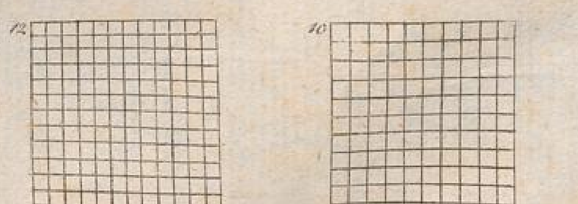
Hat man die Proportion: $A+B : C = E : x$ so ist: $A+B \times x = C \times E$, und $x = \frac{C \times E}{A+B}$, in welchem Falle das Zeichen $+$ nicht verändert wird. Ist hingegen $A + B = C \times D$, und man verlangt den Werth von A zu wissen, so muß $A = C \times D - B$ gesetzt werden, wo das Zeichen $+$ in $-$ verändert wird.

Ist hingegen die unbekannte Zahl mit einer andern dividirt, wie $\frac{x}{A} = C \times D$, so muß A auf die entgegengesetzte Seite kommen, und die dort befindliche Zahl damit multiplizirt werden; also $x = C \times D \times A$.

Ist die unbekannte Zahl zum Quadrat erhoben, und man verlangt die Quadratwurzel derselben zu wissen, wie $x^2 = C \times D$, so wird dafür $x = \sqrt{C \times D}$ gesetzt, welches anzeigt, daß, um x zu erhalten, aus dem Produkte, welches durch die Multiplikation von C mit D entsteht, die Quadratwurzel ausgezogen werden muß.

Von der Quadrat- und Kubikrechnung.

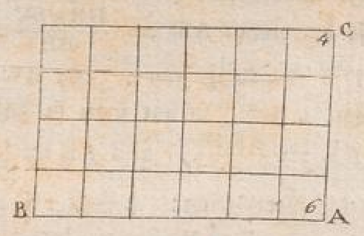
Zur Berechnung der Flächen wird in der Geometrie ein Flächenmaaß von einem Fuß Länge und Breite als Grundmaaß angenommen, welches man einen Quadratfuß nennt. Da die Länge eines Fußes nach dem gemeinen Werkmaaß in 12 Zoll eingetheilt wird, so erhält man durch die Multiplikation der Länge mit der Breite, das ist $12 \times 12 = 144$ Quadratzoll, und wird 1 Zoll wieder in 12 Linien eingetheilt, so gibt der Quadratzoll 144 Quadratlinien. Die beygesetzte Figur stellt einen solchen Quadratzoll in seine Quadratlinien abgetheilt vor.



In der Geometrie theilt man den Fuß in 10 Zolle, und den Zoll in 10 Linien, daher 100 Zoll einen Quadratfuß, und 100 Linien einen Quadratzoll ausmachen, welche Eintheilung für die Berechnung der Flächen um vieles bequemer ist. Denn sollen z. B. 54 Quadratfuß zu Quadratzoll gemacht werden, so müssen beym 12theiligen Maaß diese mit 144 multiplizirt werden, weil nach diesem Maaße der Quadratfuß 144 Quadratzoll in sich enthält. Beym 10theiligen Maaß braucht man hingegen nur 2 Nullen anzuhängen, welches so viel ist, als wenn mit 100 wäre multiplizirt worden. Will man bey diesem Maaß Zolle zu Linien machen, so müssen wieder 2 Nullen angehängt werden, weil 100 Quadratlinien erst einen Quadratzoll ausmachen. Macht man also einen Quadratfuß zu Linien, so muß man am Ende 4 Nullen anhängen; weil 1 Quadratfuß 10000 Quadratlinien in sich enthält. — Sucht man hingegen kleinere Theile zu größern zu machen, so darf man bey diesem Maaße zur rechten Hand nur die 2 letzten Ziffern abschneiden, welches eben so viel ist, als wenn man mit 100 dividirt hätte, wo hingegen bey dem 12theiligen Maaße die gegebene Zahl wirklich mit 144 dividirt werden müßte. Hat man z. B. 3465 zehntheilige Quadratzolle, und man will wissen, wie viele Quadratfuß diese in sich enthalten, so darf man nur die letzten 2 Ziffern abschneiden, 34,65, wodurch man 34 Quadratfuß und 65 Quadratzoll erhält.

Um zu erkennen, ob die Zahl Fuß, Zoll oder Linien bedeute, so bezeichnet man die Fuß oder Schuh mit einem Strich oberhalb der Zahl, die Zoll mit zwey, und die Linien mit drey Strichen, zu welchen man am Ende noch, wenn das Quadratmaaß verstanden wird, ein kleines Quadrat beysetzt. 10′, 15″, 80‴□, bedeutet 10 Fuß, 15 Zoll und 80 Linien Quadratmaaß. Sehr oft wird das kleine Quadrat auch ganz weggelassen, und das Maaß mit Worten (Quadratfuß :c.) bezeichnet, oder es geht schon aus den Umständen hervor, daß hier das Quadratmaaß und kein anderes verstanden werde.

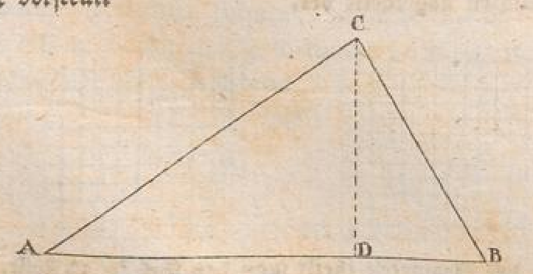
Um eine Fläche nach Quadratschuhen auszumessen, muß das angenommene Quadratmaaß so oft auf derselben herumgelegt werden, als dieses angeht. Hat man z. B. eine viereckigte rechtwinklichte Fläche von 6 Fuß Länge und 4 Fuß Breite, so können nach der beystehenden Figur auf der



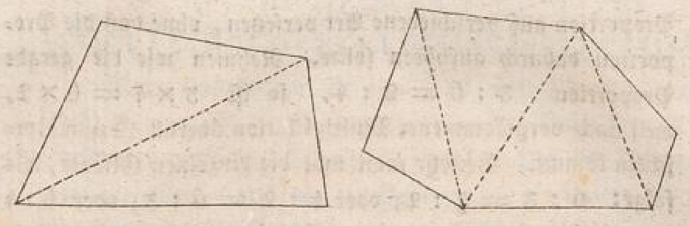
Grundlinie 6 Fuß, und auf der Höhe auf jeden Fuß der Grundlinie, 4 Fuß gelegt werden, wodurch sechsmahl 4, oder 24 Quadratfuß entstehen. Man darf also bey einer jeden rechtwinklichten Fläche nur die Grundlinie AB, und die Höhe AC messen, und die Anzahl von Schuhen und Zollen mit einander multipliziren, wodurch sogleich die Anzahl von Quadratschuhen und Quadratzollen hervorgeht. Hat man z. B. für die Grundlinie 13,4 Fuß Dezimal-Maaß, und für die Höhe 6,7 Fuß, so gibt dieß $13{,}4 \times 6{,}7 = 89{,}78$ Quadratfuß, oder 89 Quadratfuß, und 78 zehntheilige Quadratzoll, aus welchem Beyspiele zugleich die Bequemlichkeit der Berechnung mit Dezimalbrüchen hervorgeht.

Ist die Länge einer rechtwinklicht viereckigen Figur gleich der Breite, so darf nur die Länge oder die Breite mit sich selbst multiplizirt werden, wodurch man den Flächeninhalt eines Quadrates erhält.

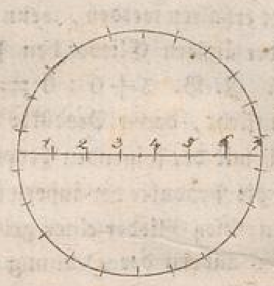
Bey dem Dreyecke erhält man den Flächeninhalt, wenn man entweder die Grundlinie mit der halben Höhe, oder die ganze Höhe mit der halben Grundlinie multiplizirt. Läßt sich keines von beyden bequem halbiren, so kann auch die ganze Grundlinie mit der ganzen Höhe multiplizirt, das Produkt aber durch 2 dividirt werden. Als Grundlinie kann eine jede Linie des Dreyecks angenommen werden, auf welche sodann eine Senkrechte aus der Spitze auf dieselbe gefällt wird, die die Höhe des Dreyeckes anzeigt, wie in der beystehenden Figur, wo AB die Grundlinie, und CD die Höhe vorstellt.



Alle übrigen Flächen, sowohl die viereckigten als vieleckigten, lassen sich durch Diagonalen in lauter Dreyecke zerfällen, von welchen man den Quadratinhalt von jedem besonders ausrechnen, und am Ende die Produkte alle zusammen addiren kann, wodurch der Quadratinhalt der ganzen Fläche hervorgeht. Man sehe die beystehenden Figuren.



Unter denjenigen Flächen, die mit krummen Linien begränzt sind, wollen wir hier noch die Kreisfläche betrachten. Zur Berechnung dieser Fläche muß aber zuvor das Verhältniß des Durchmessers zum Umkreis bekannt seyn. Der Durchmesser eines Kreises ist diejenige gerade Linie, die durch den Mittelpunkt des Kreises von einer Seite zur andern kann gezogen werden; der Umkreis aber die krumme Linie, die die Kreisfläche von Außen begränzt. Theilt man nun den Durchmesser in 7 gleiche Theile, so erhält der Umkreis 22 solche Theile.



Dieses Verhältniß ist für diejenigen Fälle hinreichend, wo keine gar zu große Genauigkeit nothwendig ist; für Fälle aber, wo man eine genauere Rechnung verlegt, kann man den Durchmesser in 100 Theile zerfällen, wovon der Umkreis 314 solche Theile erhält. Das Verhältniß des Durchmessers zum Umkreis ist also wie 7 : 22, oder wie 100 : 314 = 1 : 3,14, welches letztere Verhältniß wir zur Berechnung der Kreisfläche hier beybehalten wollen.

Ist also der Durchmesser bekannt, so kann aus diesem der Umkreis, und ist der Unkreis bekannt, der Durchmesser gefunden werden. Es halte der Durchmesser eines Kreises 24 Fuß, wie groß wird der Umkreis seyn?

Da sich der Durchmesser zum Umkreis wie 7 : 22 verhält, so hat man folgende geometrische Proportion:

$$7 : 22 = 24 : x$$
$$7 \times x = 22 \times 24$$
$$x = \frac{22 \times 24}{7} = 75\tfrac{3}{7}\ \text{Fuß.}$$

Nehmen wir aber das Verhältniß von 1 zu 3,14, so ist:

$$1 : 3{,}14 = 24 : x$$
$$1 \times x = 3{,}14 \times 24$$
$$x = 3{,}14 \times 24 = 75{,}36\ \text{Fuß},$$

oder 75′, 3″, 6‴ Dez. M.

Wollen wir also nach diesem Verhältniße den Umkreis finden, so dürfen wir nur den gegebenen Durchmesser mit der Zahl 3,14 multipliziren. Hat man also einen Durchmesser von 15 Fuß, und man will den Umkreis wissen, so ist die Rechnung folgende:

$$\begin{array}{r} 3{,}14 \\ 15 \\ \hline 1570 \\ 314 \\ \hline 47{,}10 \end{array}$$

47,10 Fuß, oder 47′, 1″.

Ist hingegen der Umkreis bekannt, und man sucht aus diesem den Durchmesser, so muß der gegebene Umkreis durch die Zahl 3,14 dividirt werden. Beyspiel: Der Umkreis halte 65,7 Fuß, wie groß wird der Durchmesser seyn?

$$\begin{array}{r|l} 65{,}70 & 20{,}9 \\ 3{,}14 & \\ 628 & \\ \hline -2000 & \\ 314 & \\ 2826 & \\ \hline --74 & \end{array}$$

Gewöhnlich wird aber der Durchmesser gegeben, weil sich der Umkreis nicht so bequem messen läßt. Es kann jedoch bey Cylindern auch der Umkreis durch eine Schnur gemessen werden, die sich aber nicht zu sehr ausdehnen darf, und die man nach der Messung auf einen zehntheiligen Maaßstab legen, und die Länge nach diesem angeben kann.

Den Quadratinhalt einer Kreisfläche erhält man, wenn man das Quadrat des Halbmessers mit der Zahl 3,14 multiplizirt, und von dem Produkte die letzten zwey Ziffern abschneidet, welche dann, wenn von Quadrat-Fußen die Rede ist, zehntheilige Quadratzolle geben. Hat man z. B. eine Kreisfläche von 12 Fuß Durchmesser, und also von 6 Fuß Halbmesser, so ist $6 \times 6 = 36$, gleich dem Quadrat des Halbmessers, und $36 \times 314 = 113{,}04$, wonach der Flächeninhalt 113 Quadratfuß und 4 Quadratzoll in sich enthält.

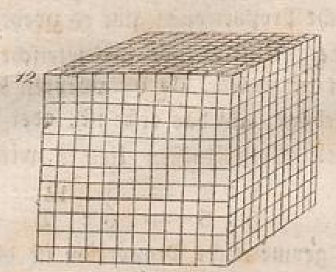
Läßt sich der Durchmesser nicht bequem in 2 Theile zerfällen, so wird der ganze Durchmesser mit der Zahl 3,14 multiplizirt, und das Produkt durch 4 dividirt. Beyspiel:

Der Durchmesser einer Kreisfläche halte 17 Fuß, wie groß wird der Flächeninhalt seyn? — Es ist also das Quadrat von $17 = 289$, und $289 \times 3{,}14 = 907{,}46$, und diese Zahl durch 4 dividirt $= 226{,}86$ Quadratfuß, oder 226 Quadratfuß und 86 Quadratzoll.

Vergleicht man die Fläche eines Quadratfußes mit der eines Kreises von 1 Fuß Durchmesser, so verhält sich die Kreisfläche zum Quadratfuß wie 113 : 144, weil die Kreis-

fläche 113 Quadratzoll, und das Quadrat 144 solche Zolle in sich enthält, welches Verhältniß wohl zu merken ist. Wollte man eine Kreisfläche haben, die 144 Quadratzoll oder 1 Quadratfuß in sich enthält, so müßte der Durchmesser 13,54 Zoll, das ist 13 Zoll, 5 Linien und 4 Punkte halten, wo aber die Zolle 12theilig, die Linien und Punkte 10theilig zu verstehen sind.

Kubikrechnung. — Zur Ausmessung der Körper wird ein Körpermaaß als Grundmaaß angenommen. Dieses ist ein Körper von 1 Quadratfuß Grundfläche und 1 Fuß Höhe, daher die Grundfläche zu 144 Zoll noch einmahl mit 12 multiplizirt wird, wodurch 1728 Kubikzoll entstehen, die ein Würfel (Kubus) von 1 Fuß Länge, 1 Fuß Breite, und 1 Fuß Höhe in sich enthält. In der beystehenden Figur ist ein Würfel von einem Kubikzoll in seine Kubiklinien eingetheilt, vorgestellt.



Bey der Ausmessung eines Körpers fragt es sich also, wie viel solche Kubikfuß, oder auch Kubikzoll, derselbe in sich enthält. Um dieses zu wissen, muß vor allem die Grundfläche gesucht, und diese mit der Höhe des Körpers multiplizirt werden. Hat z. B. die Länge der Grundfläche eines rechtwinklichten viereckigten Steines 6 Fuß, die Breite 5 Fuß, so ist der Quadratinhalt dieser Fläche $6 \times 5 = 30$ Quadratfuß. Beträgt nun die Höhe 10 Fuß, so gibt $10 \times 30 = 300$ Kubikfuß. Sind außer den Schuhen auch noch Zolle enthalten, so ist es am besten, wenn die Ausmessung mit einem Maaßstab verrichtet wird, wo der Fuß in 10 Zoll, und ein Zoll in 10 Linien getheilt ist; weil dadurch, wie wir schon oben bey den Dezimalbrüchen gesehen haben, eine bequemere Rechnung hervorgeht.

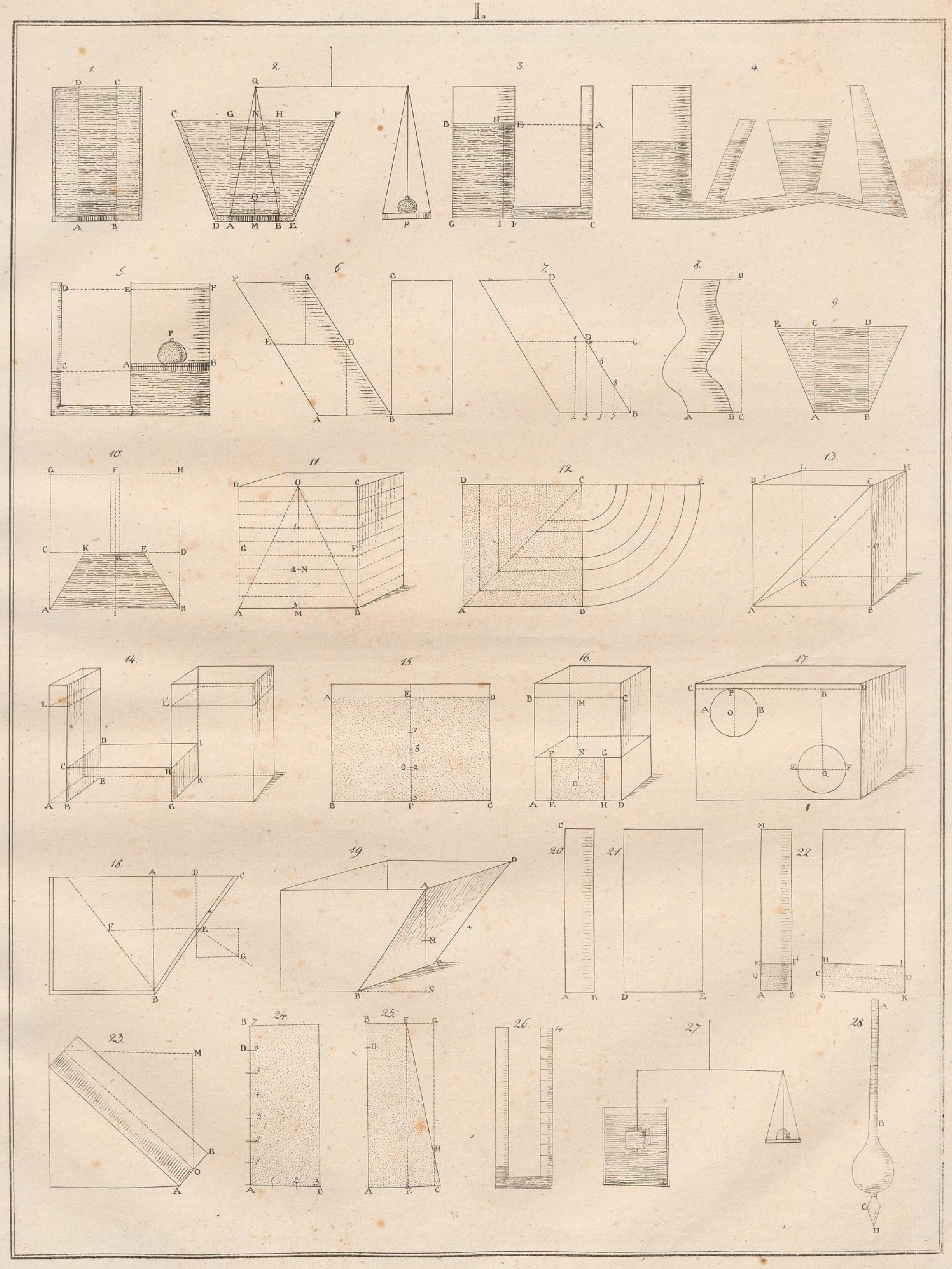
Außer dem viereckigten Körpern kömmt noch die Berechnung der Zylinder vor, von welchen zuerst die Grundfläche gesucht werden muß, wie oben bereits gezeigt wurde. Wird diese mit der Höhe des Zylinders multiplizirt, so hat man den kubischen Inhalt desselben. Beyspiel:

Es halte der Durchmesser einer kreisförmigen Röhre 15 Zoll Dez. Maaß, und die Höhe derselben 24 Fuß, wie groß wird der Kubikinhalt seyn? Sucht man das Quadrat des Durchmessers, so ist dasselbe $15 \times 15 = 225$; diese Zahl mit 3,14 multipl. $= 706{,}50$, und durch 4 dividirt $= 176{,}62$ Quadratzoll. Werden diese mit der Höhe der Röhre $= 24$ Fuß $= 240$ Zoll multiplizirt, so erhält man, mit Hinweglassung der Kubiklinien, $42^{c\prime}$, $388^{c\prime\prime}$, das ist 42 Kubikfuß und 388 Kubikzoll, wo das kleine c oberhalb den Zahlen das Kubikmaaß anzeigt.

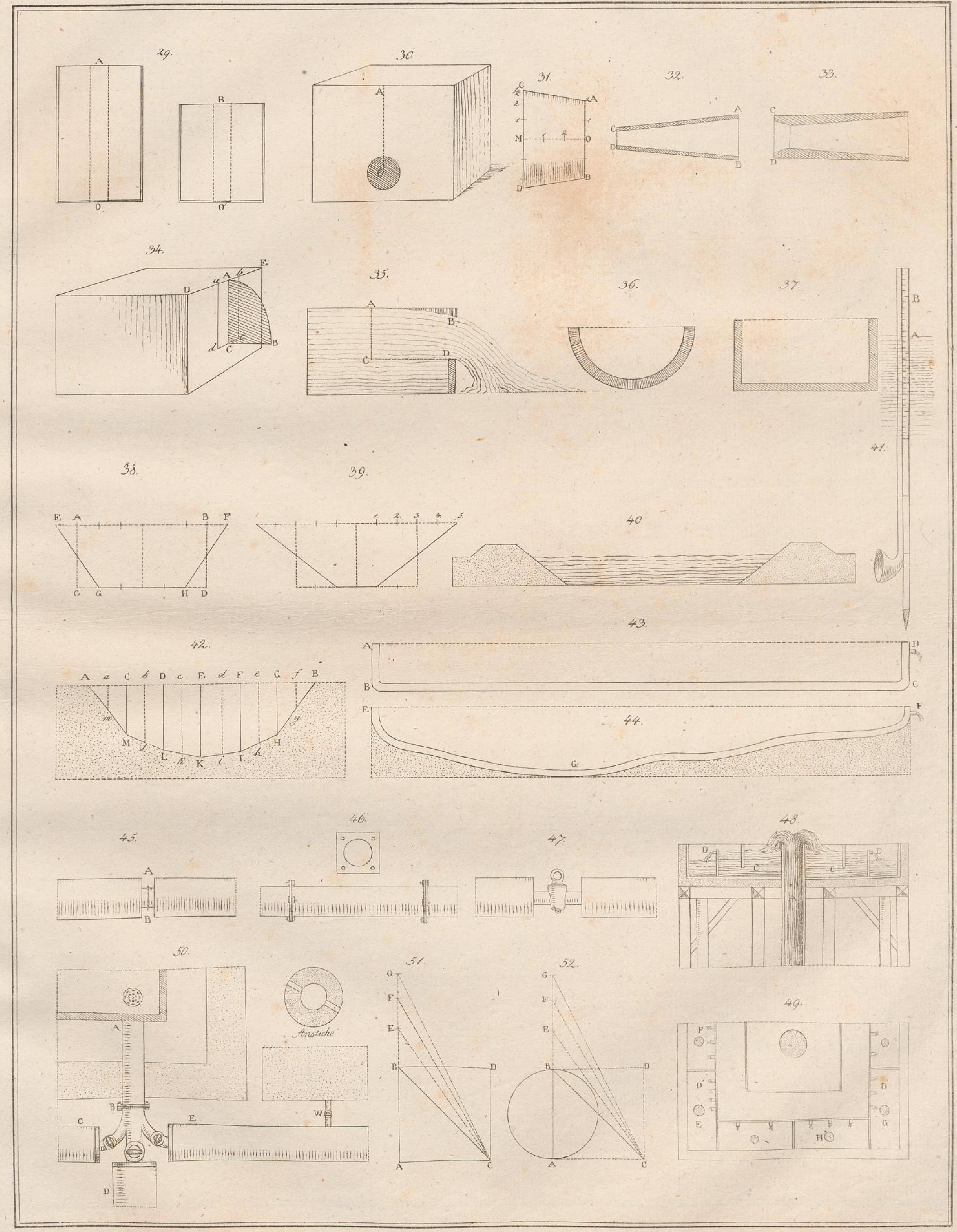
Bey der Kubikrechnung ist noch zu bemerken, daß am Ende, wenn die Rechnung in Zollen geschieht, allemahl drey Ziffern abgeschnitten werden müssen; weil erst 1000 Kubikzoll Einen Kubikfuß ausmachen, daher dieses abschneiden so viel ist, als wenn mit 1000 dividirt worden wäre. Beym 12theiligen Maaße müßte aber die Division wirklich mit 1728 geschehen.

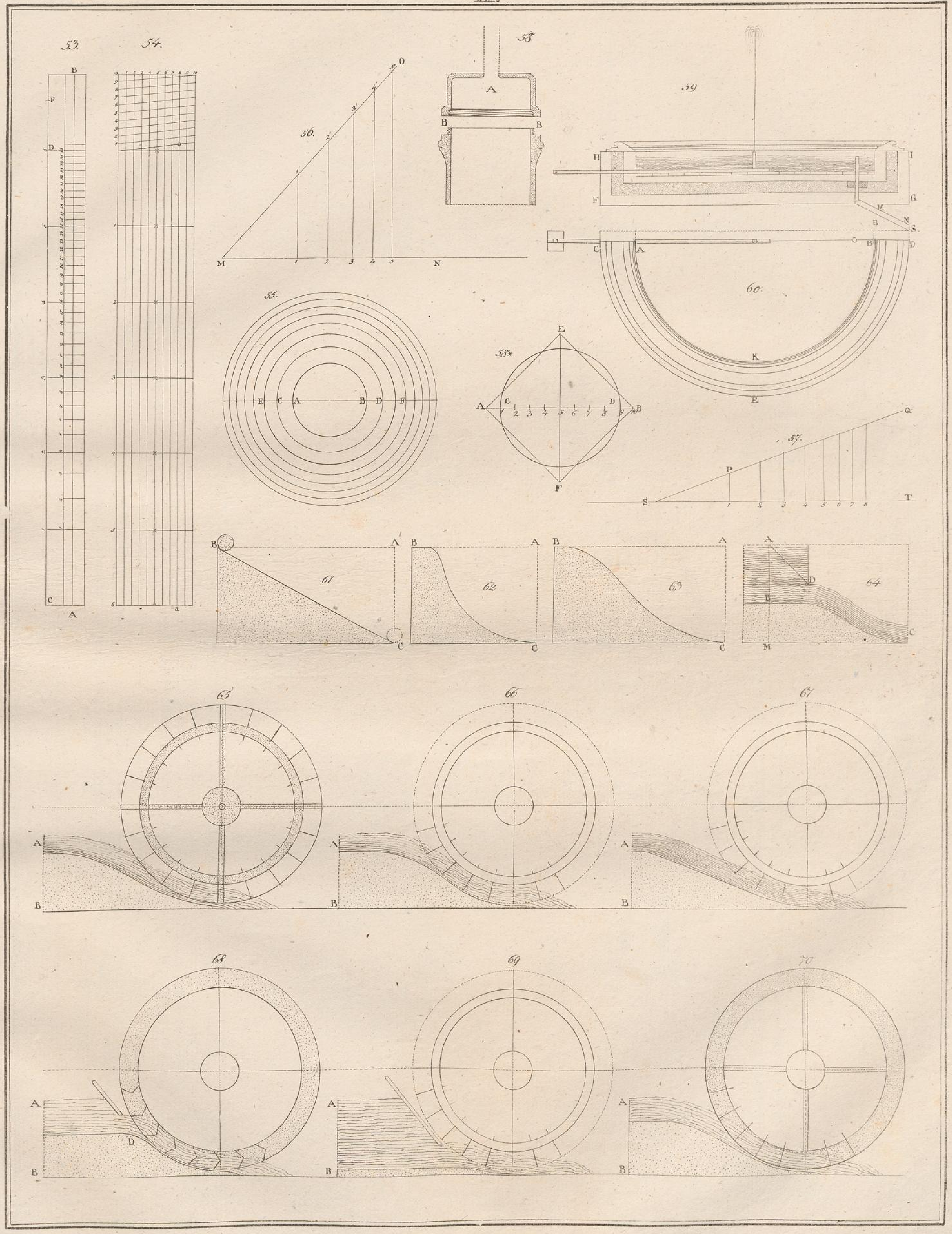
Mit dem hier abgehandelten Kenntnissen, glaube ich nun, wird der praktische Künstler das beyliegende Werk hinreichend verstehen, und benützen können; indem dort diejenigen Gegenstände, die hier nicht vorkommen besonders erklärt werden.

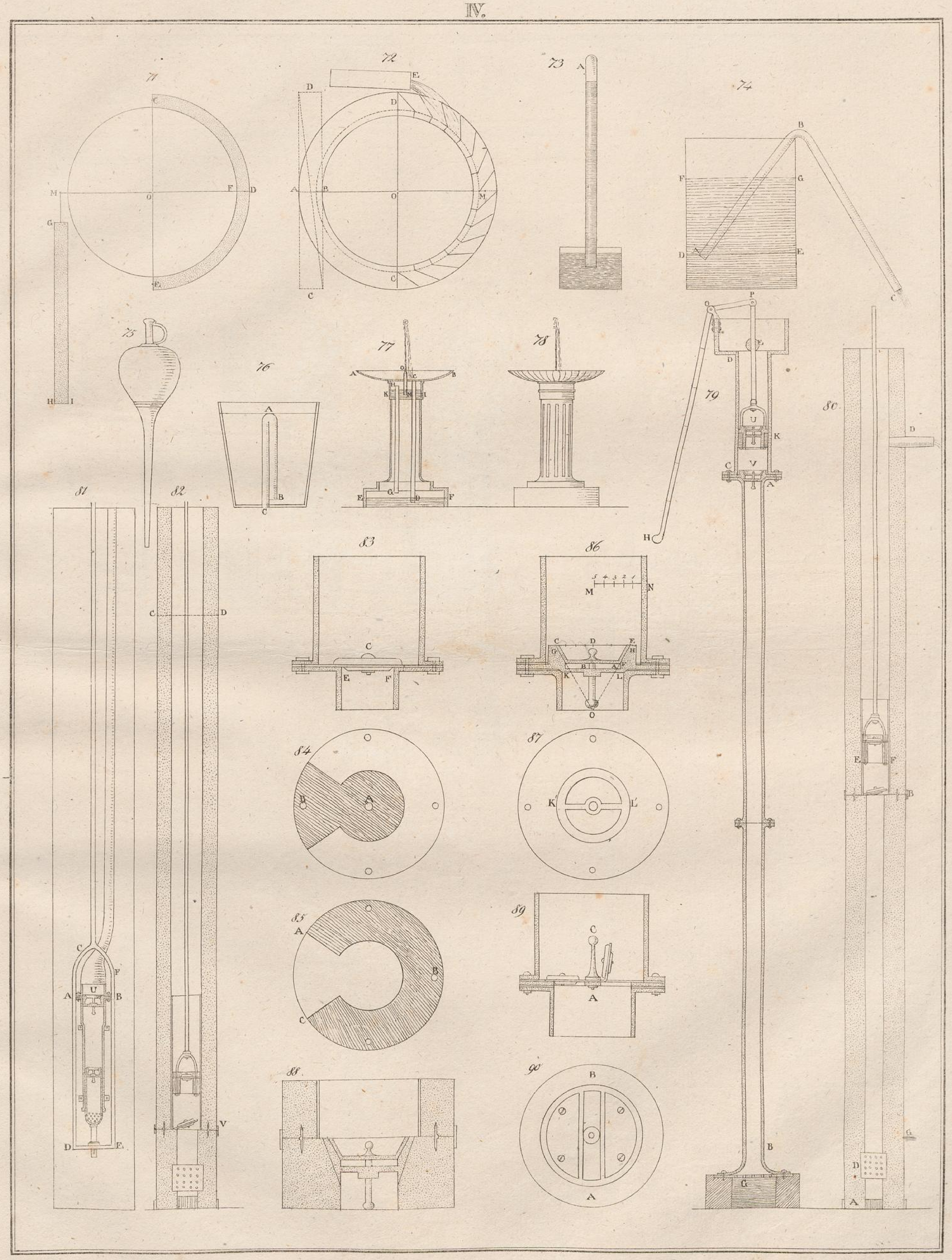
I.



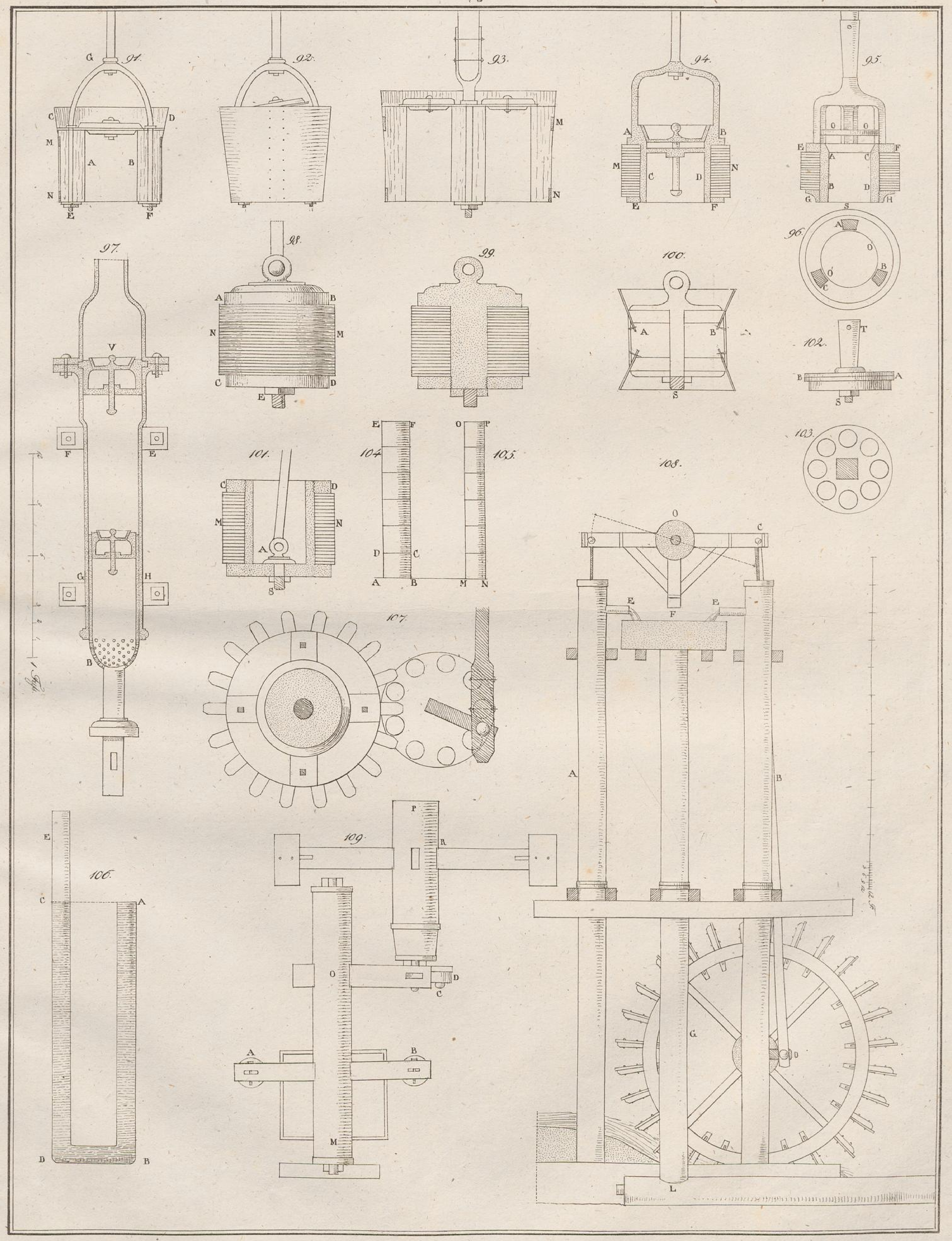
II.


29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.
39.
40
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.
48.
49.
50.
51.
52.
Anstiche

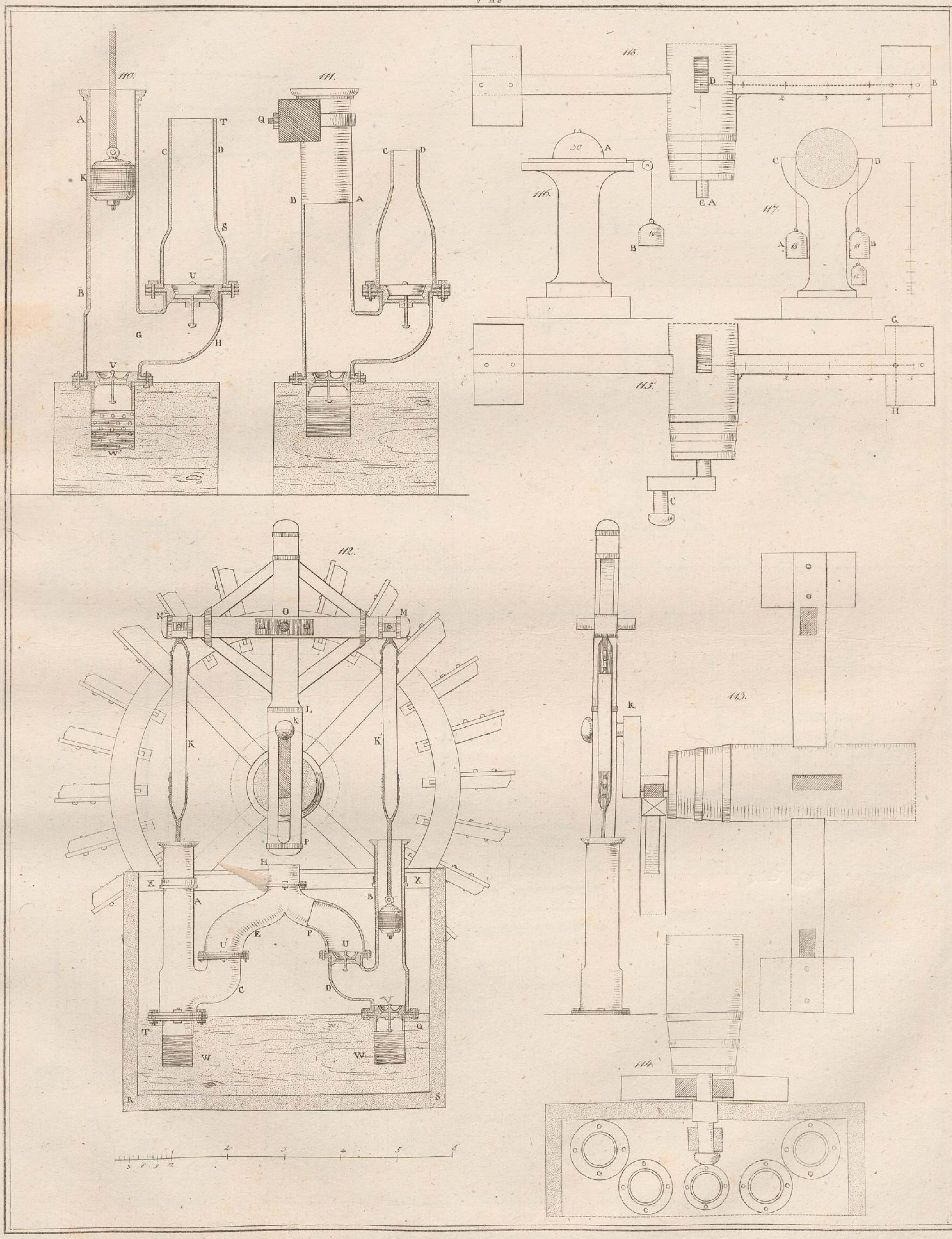

53.
54.
56.
58.
59
55.
58*
60.
57.
61
62
63
64
65
66
67
68.
69
70.


71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90

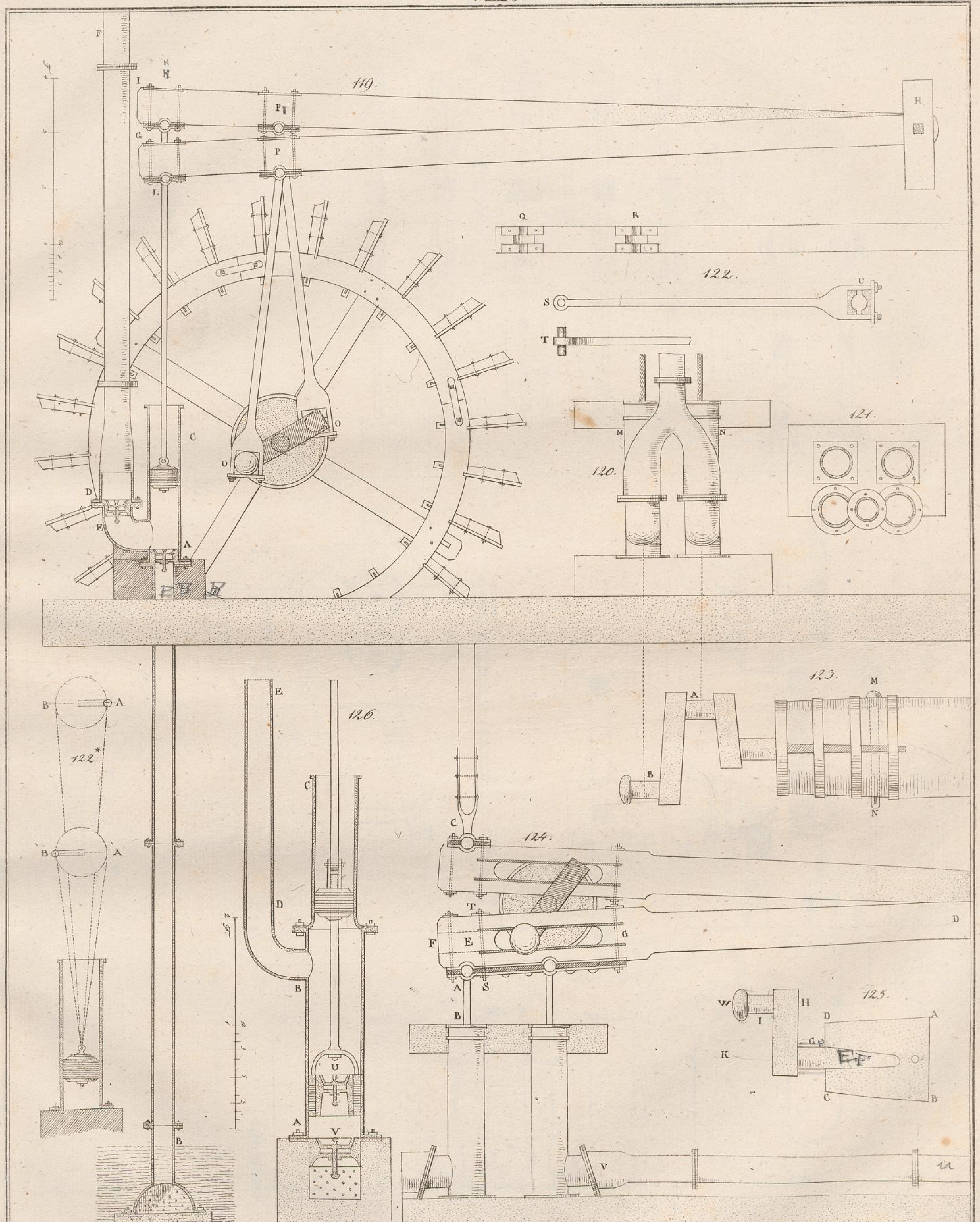
V.

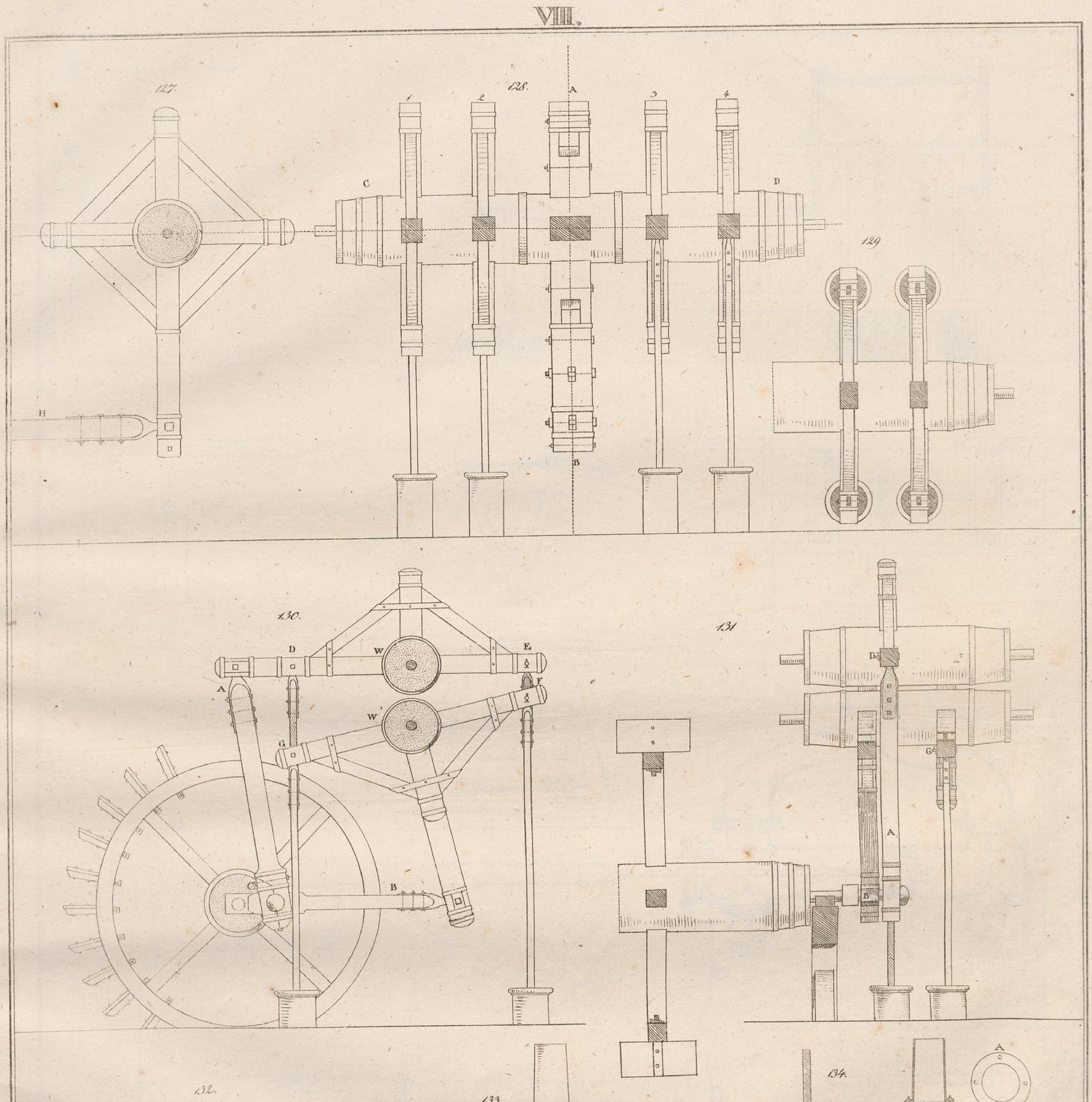


VI.

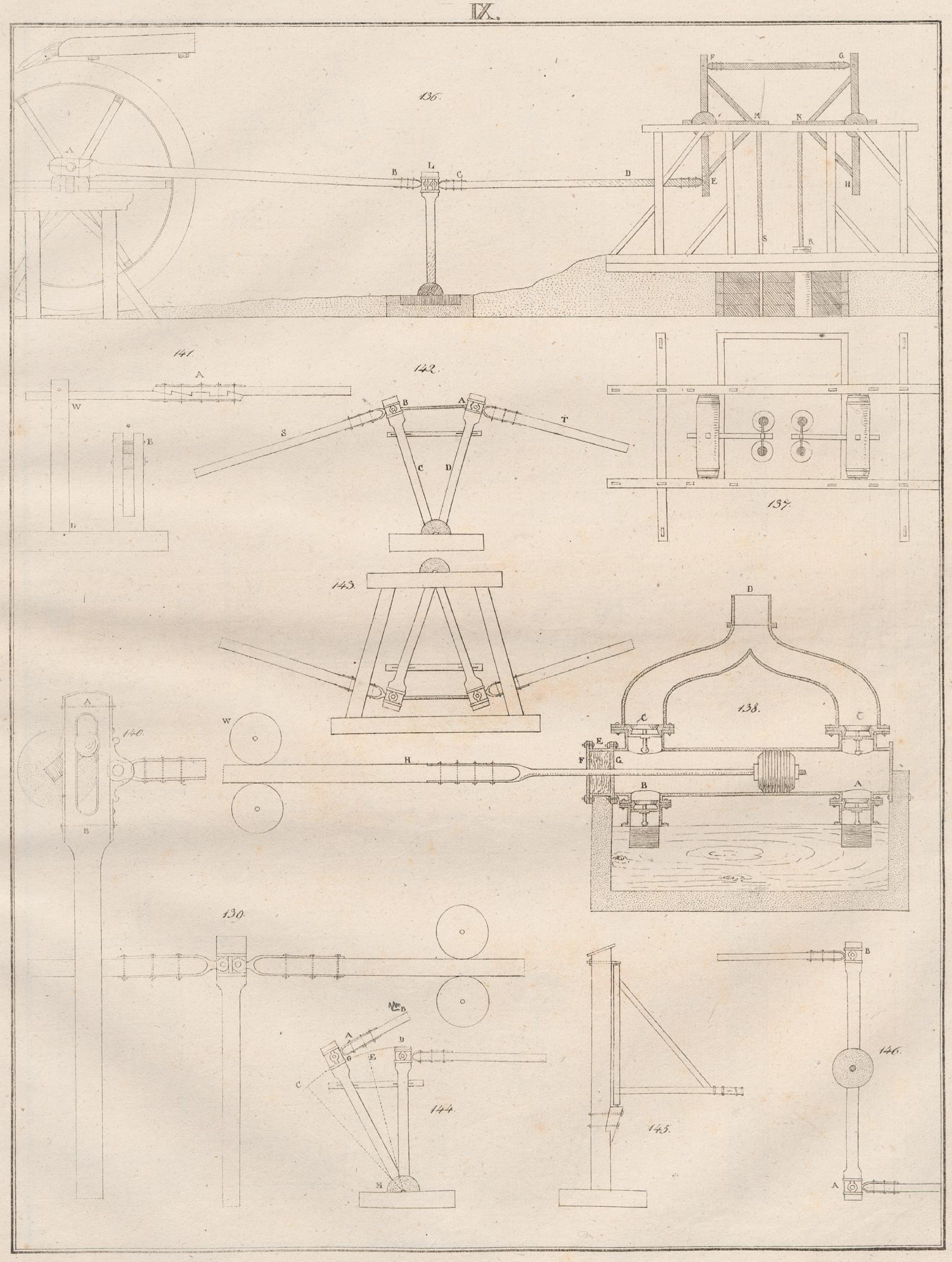


VII.

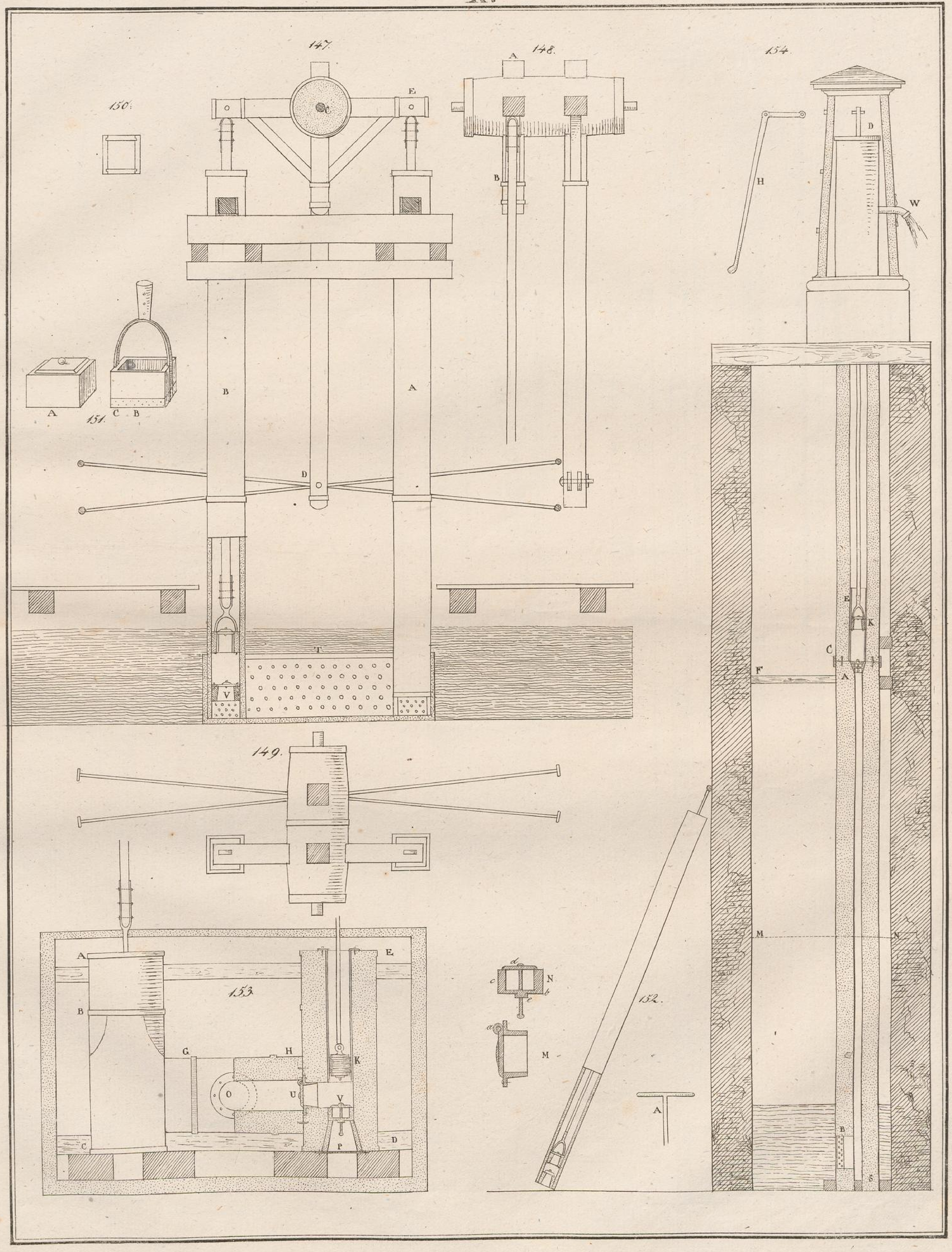



127.
H
128.
1
2
A
3
4
C
D
B
129.
130.
D
E
W
W'
A
F
G
C
B
131.
D
A
B
G
132.
A
B
C
133.
A
B
C
D
O
134.
A
135.
B

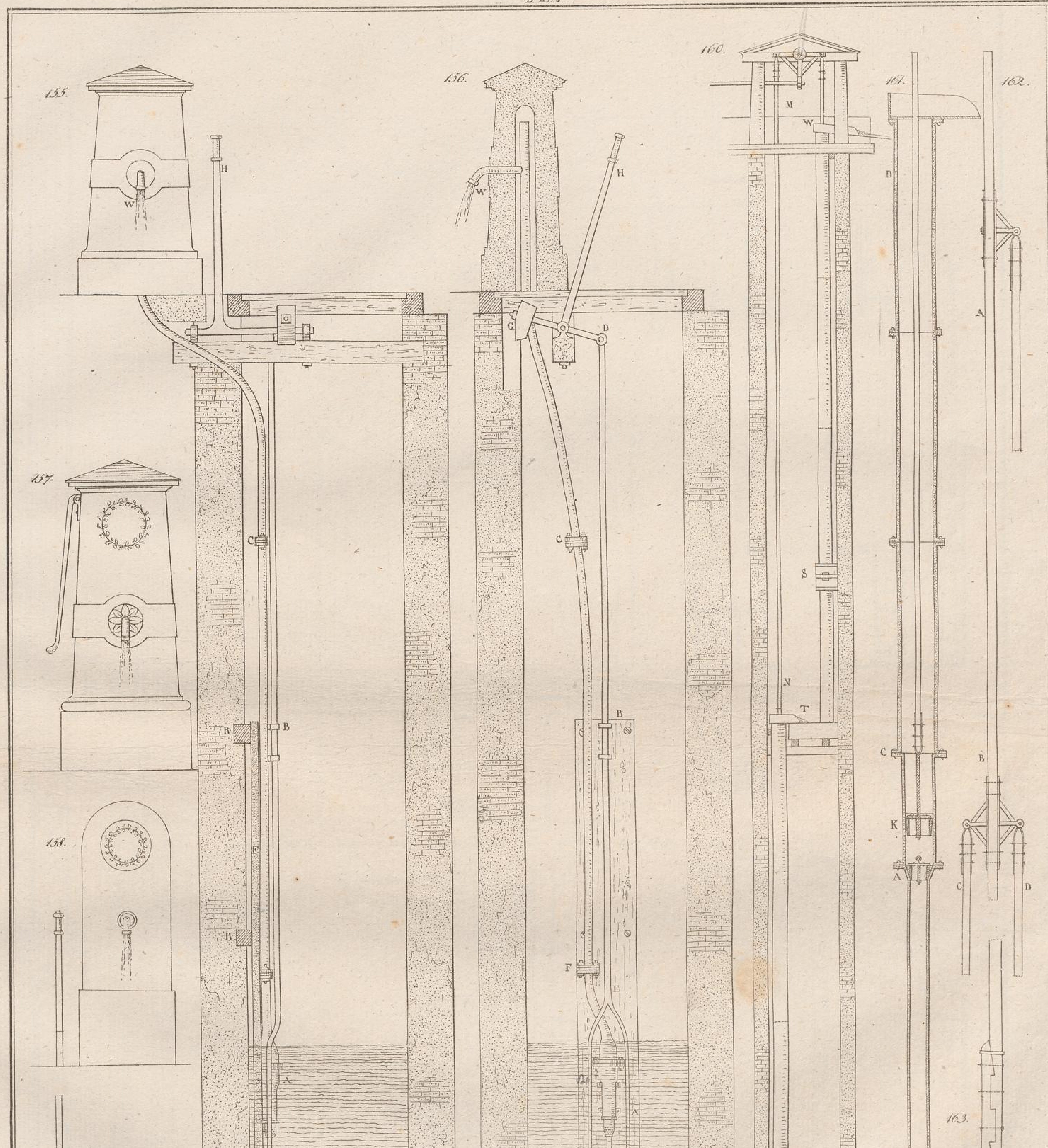
IX.



X.



XI.



XII.

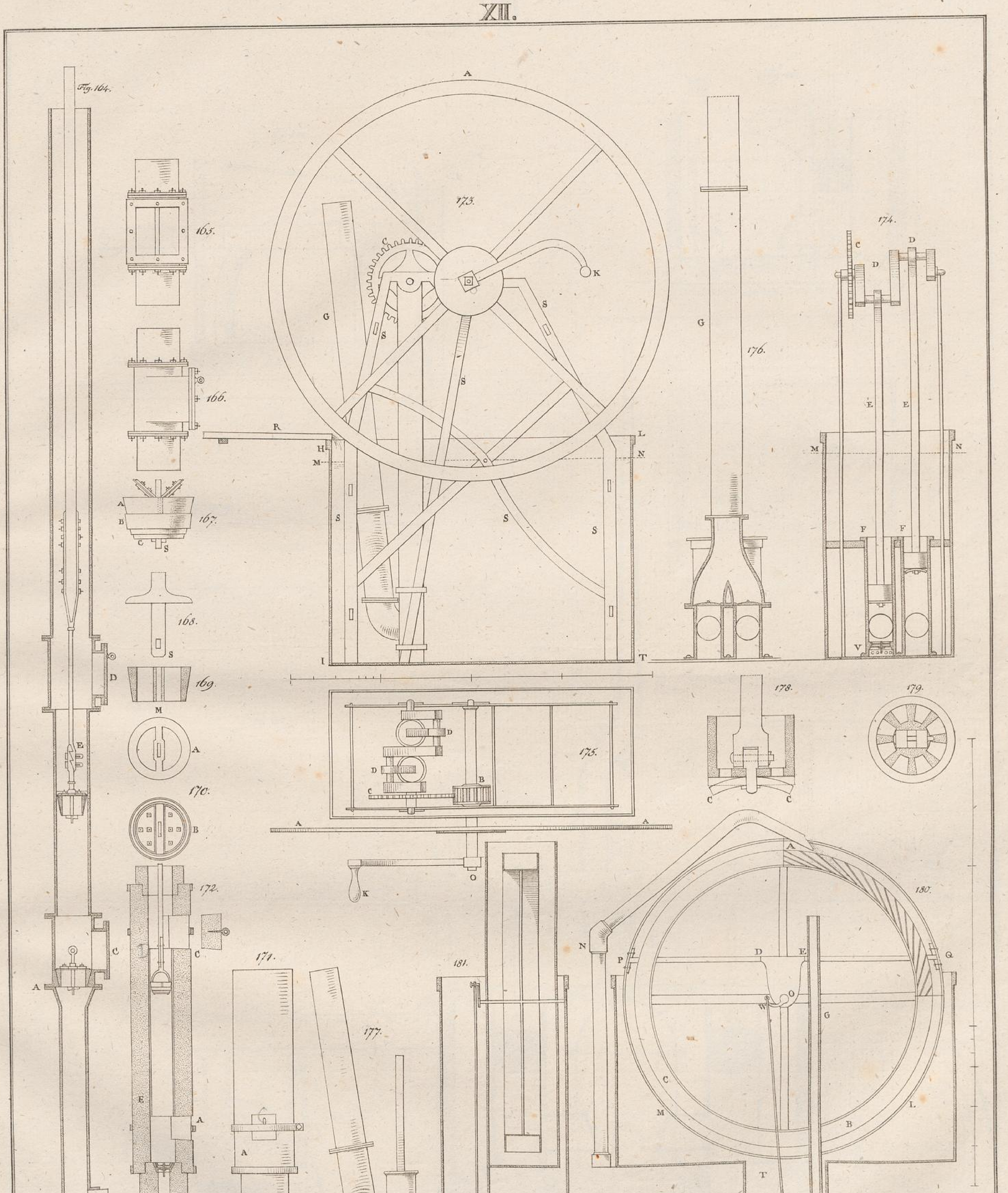


Fig. 164.
165.
166.
167.
168.
169.
170.
171.
172.
173.
174.
175.
176.
177.
178.
179.
180.
181.

Fig. 182.

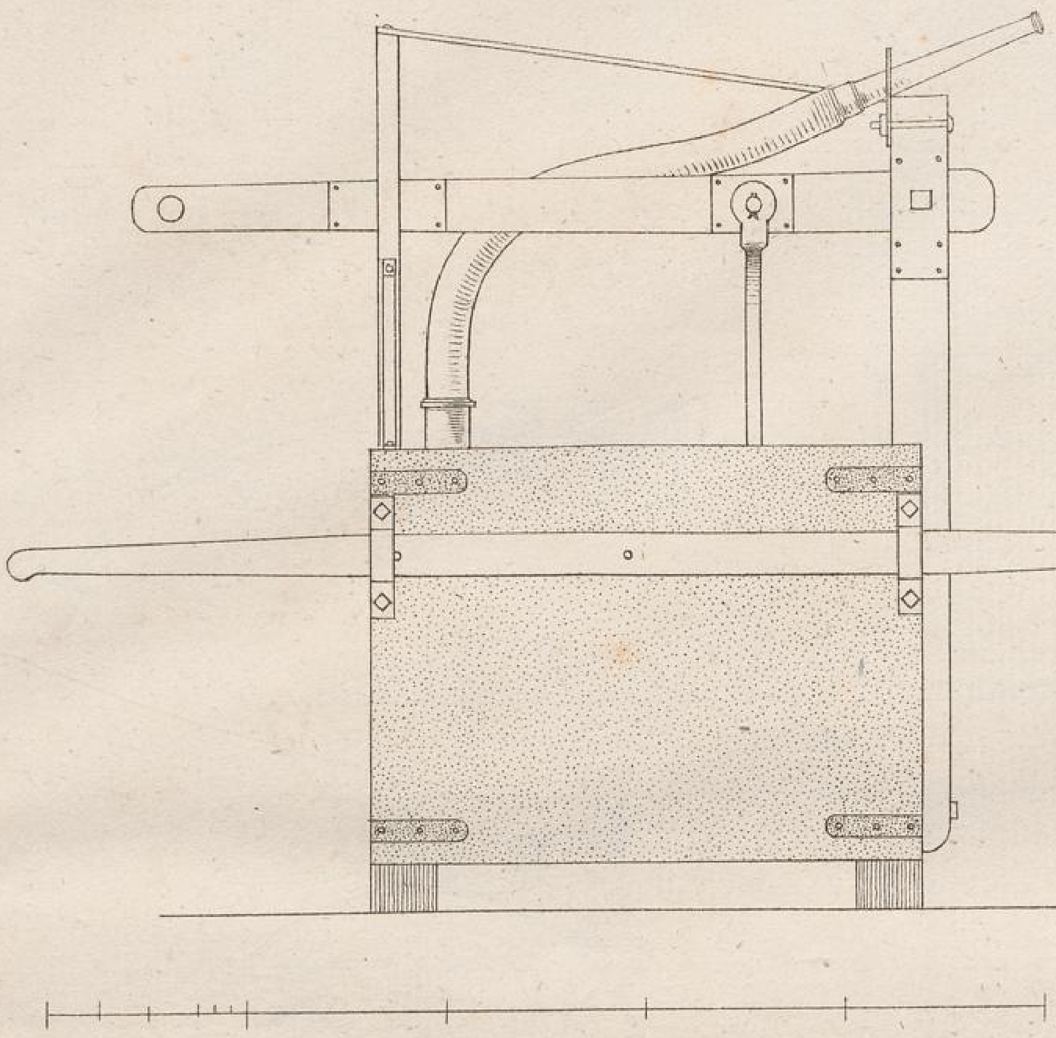


Fig. 183.

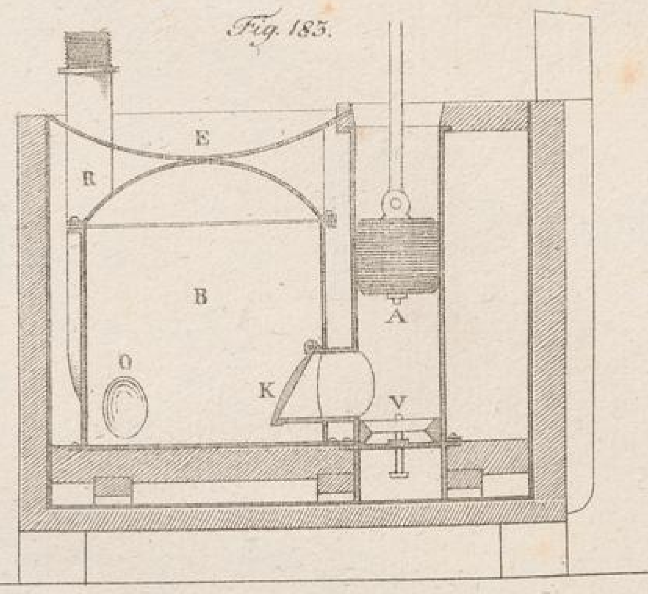


Fig. 184.

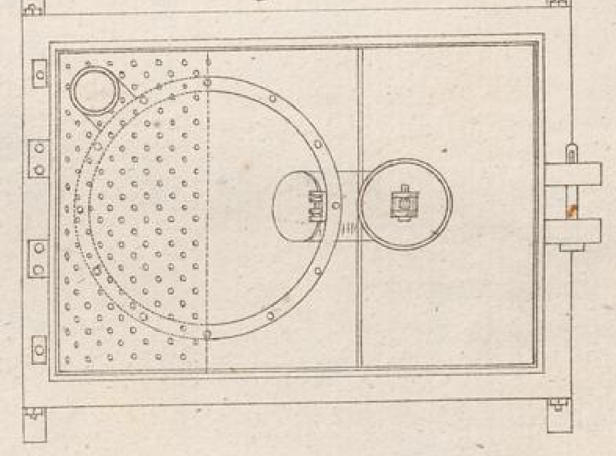


Fig. 185.

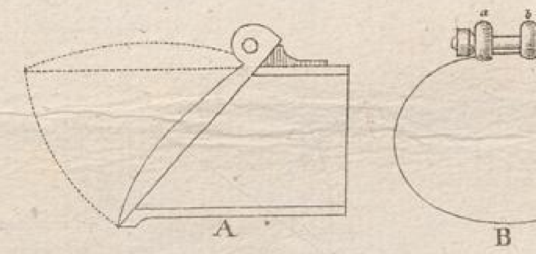
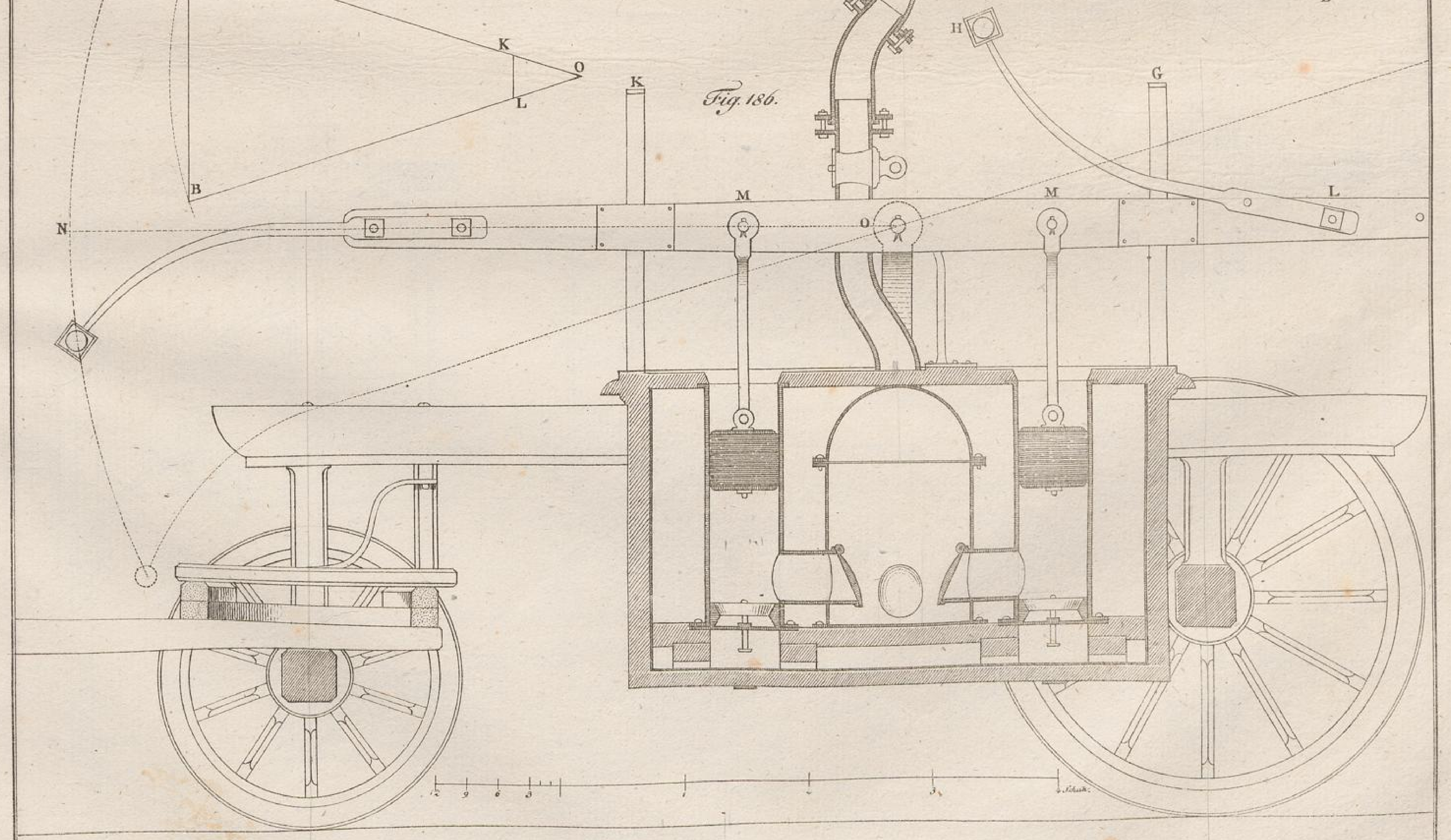


Fig. 187.

Fig. 186.



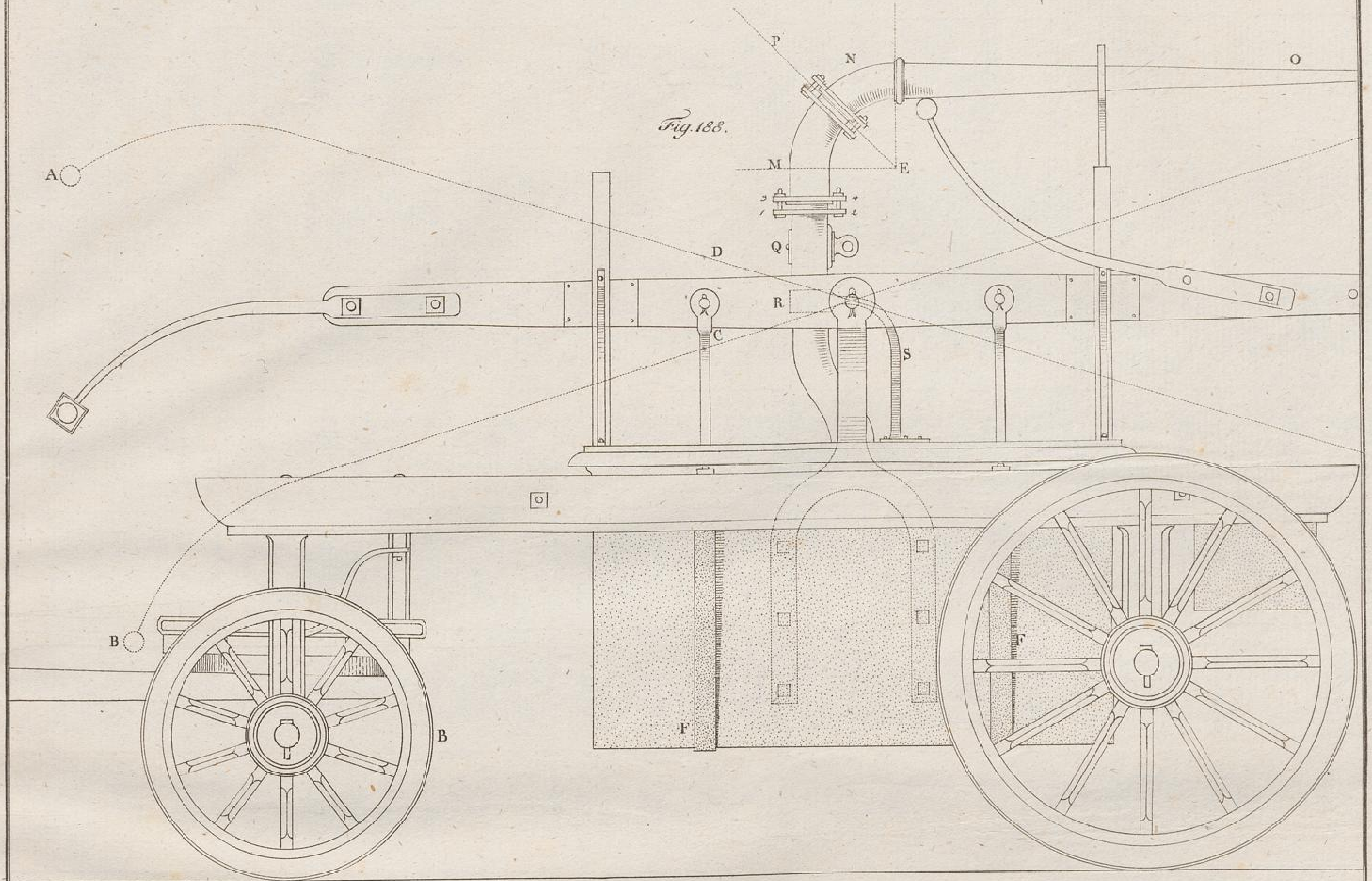


Fig. 188.

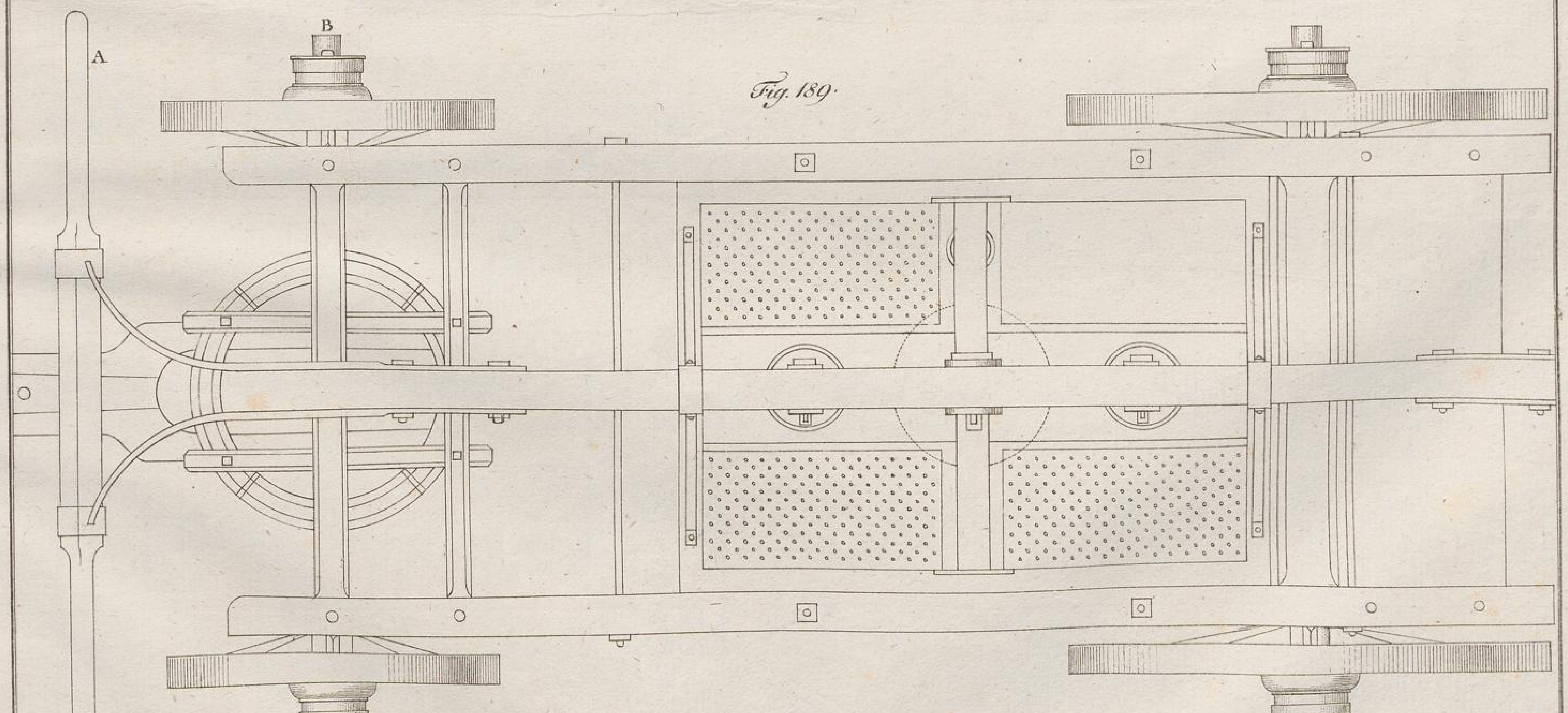
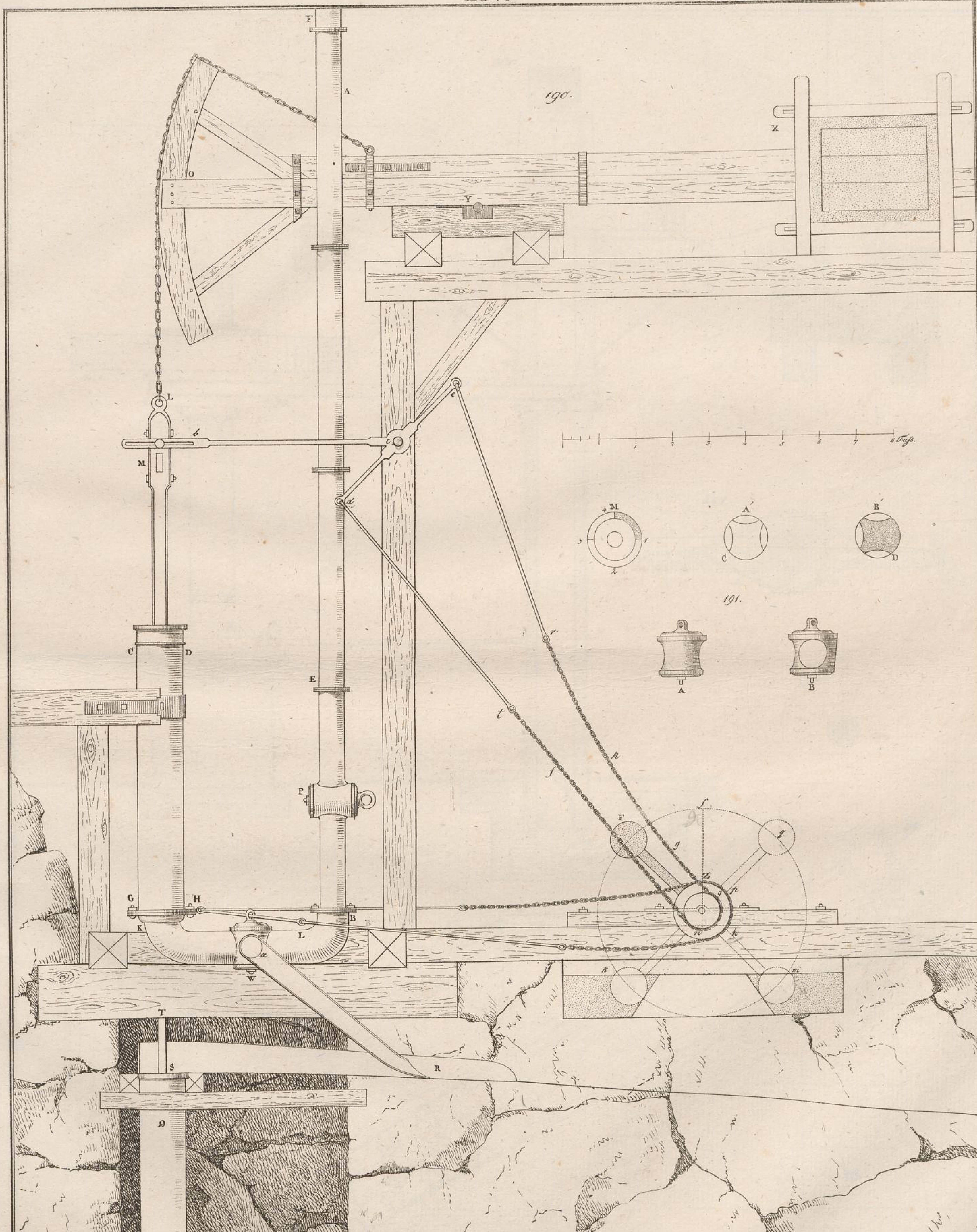
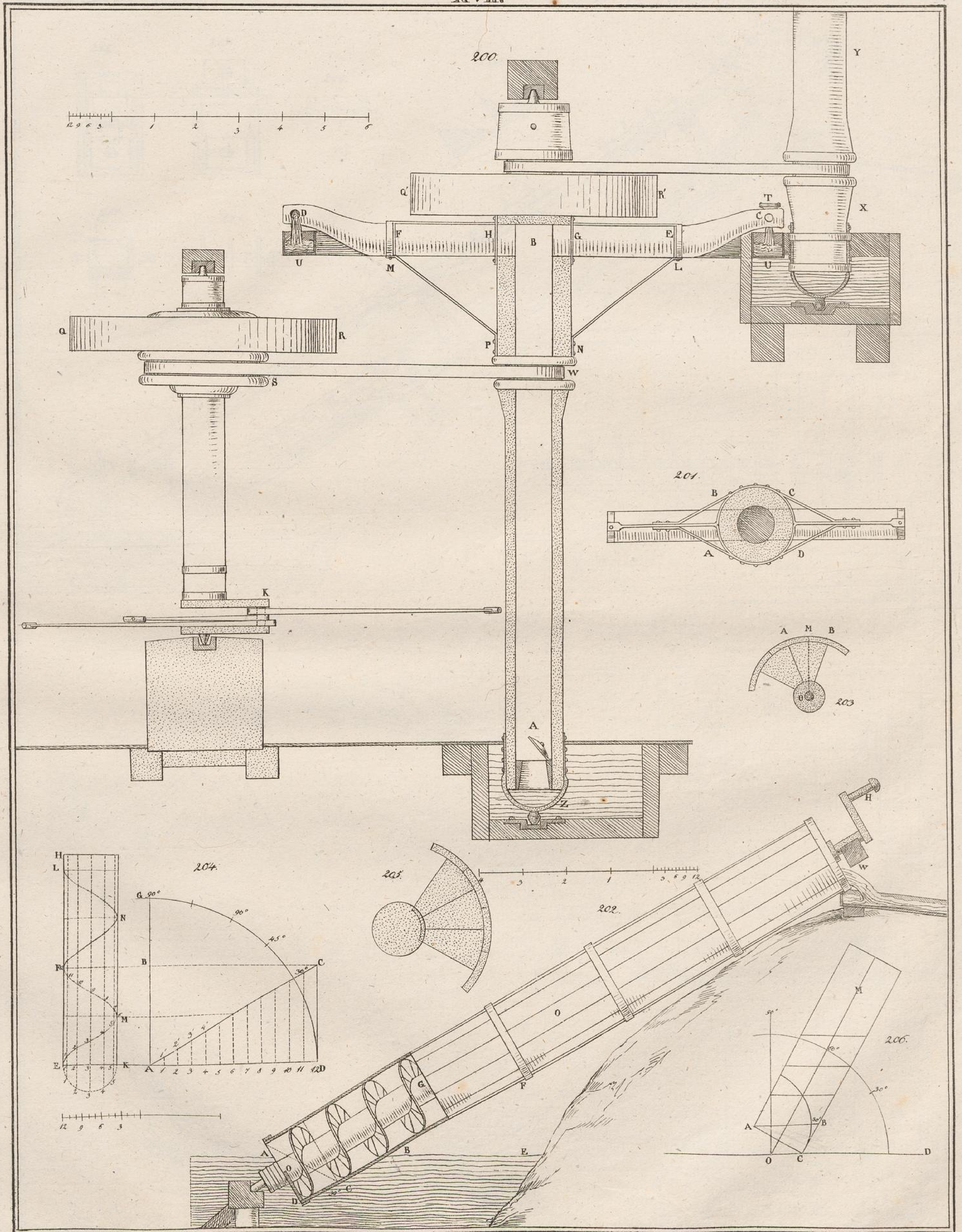
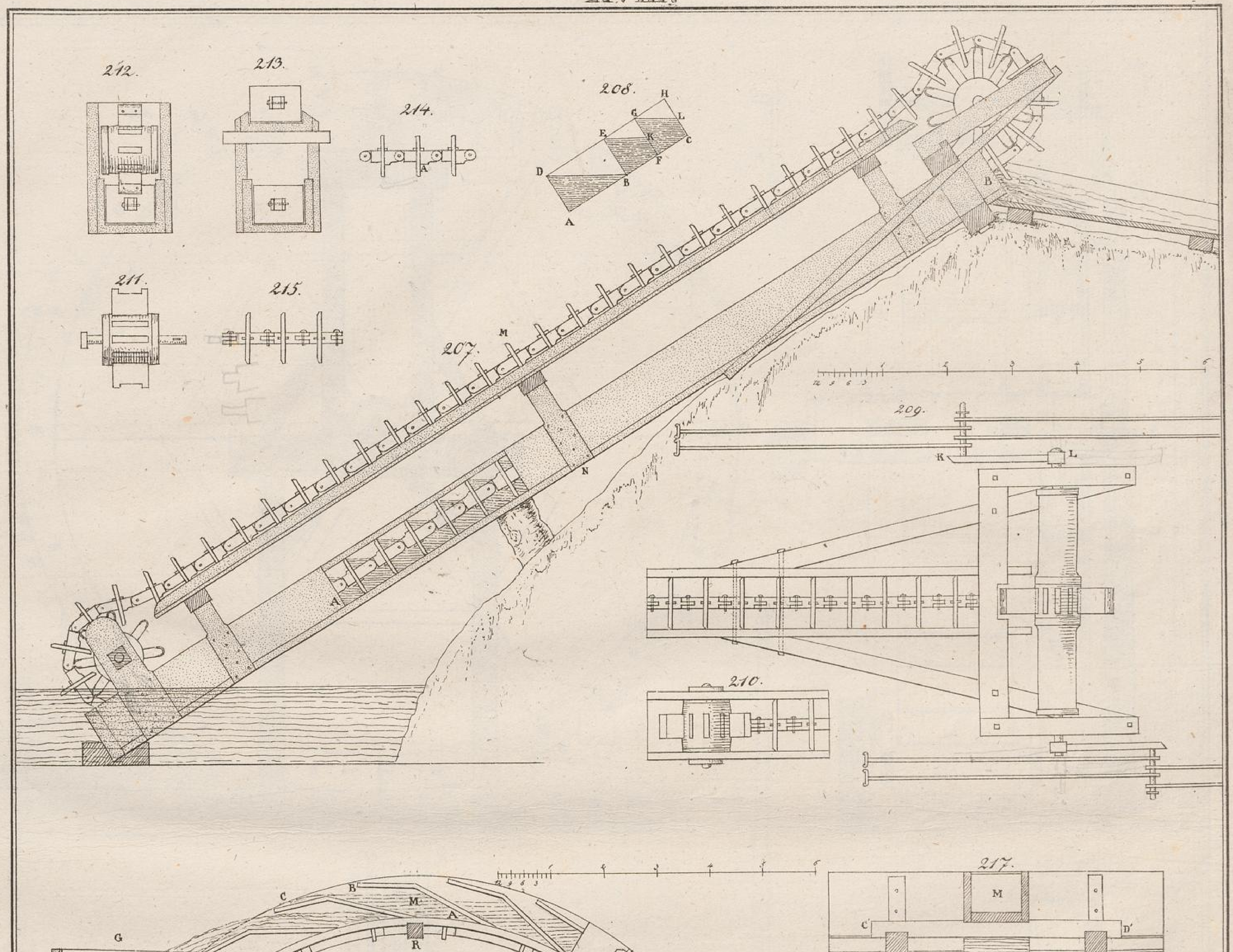


Fig. 189.

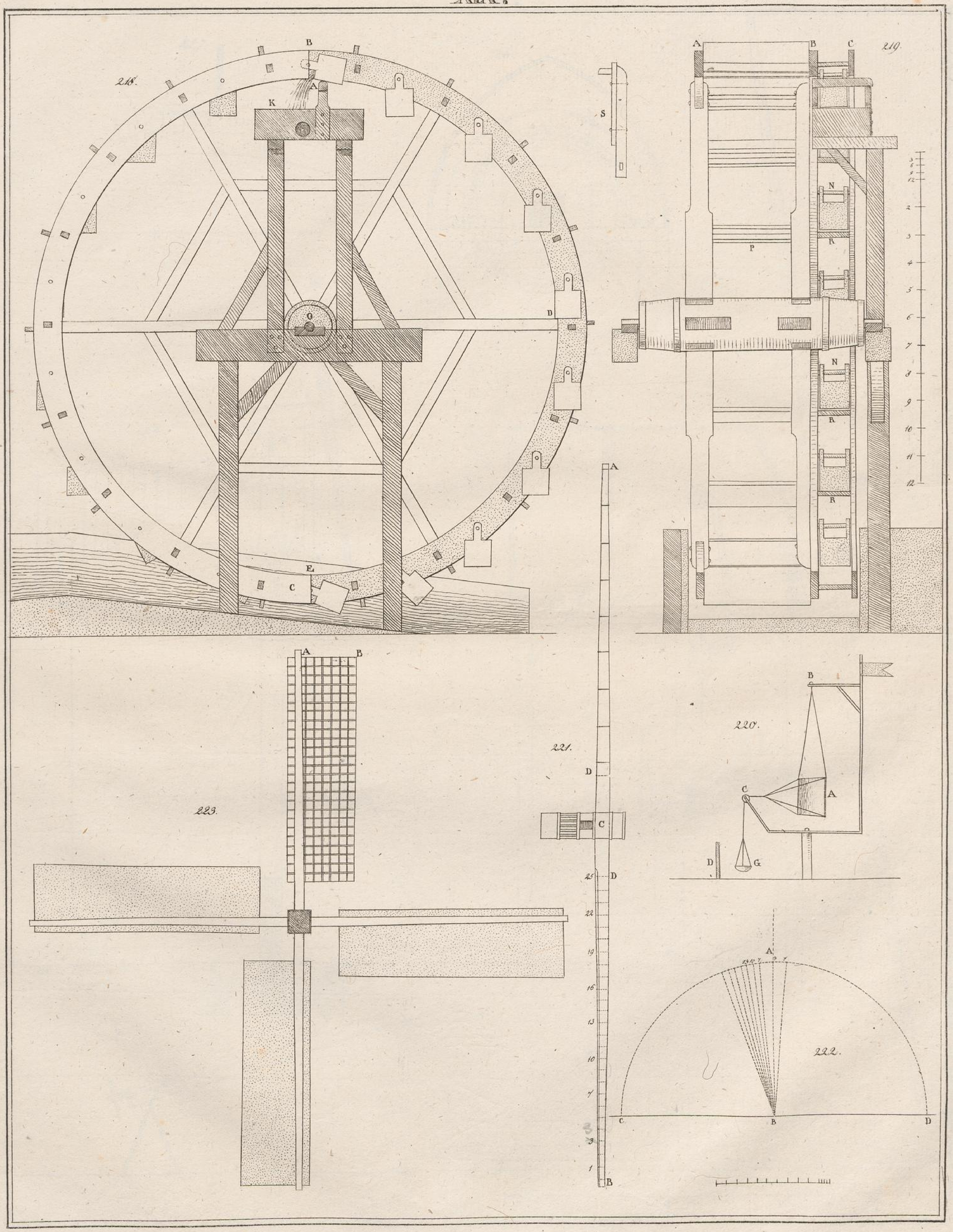

190.
191.
8 Fuss.

XVII.

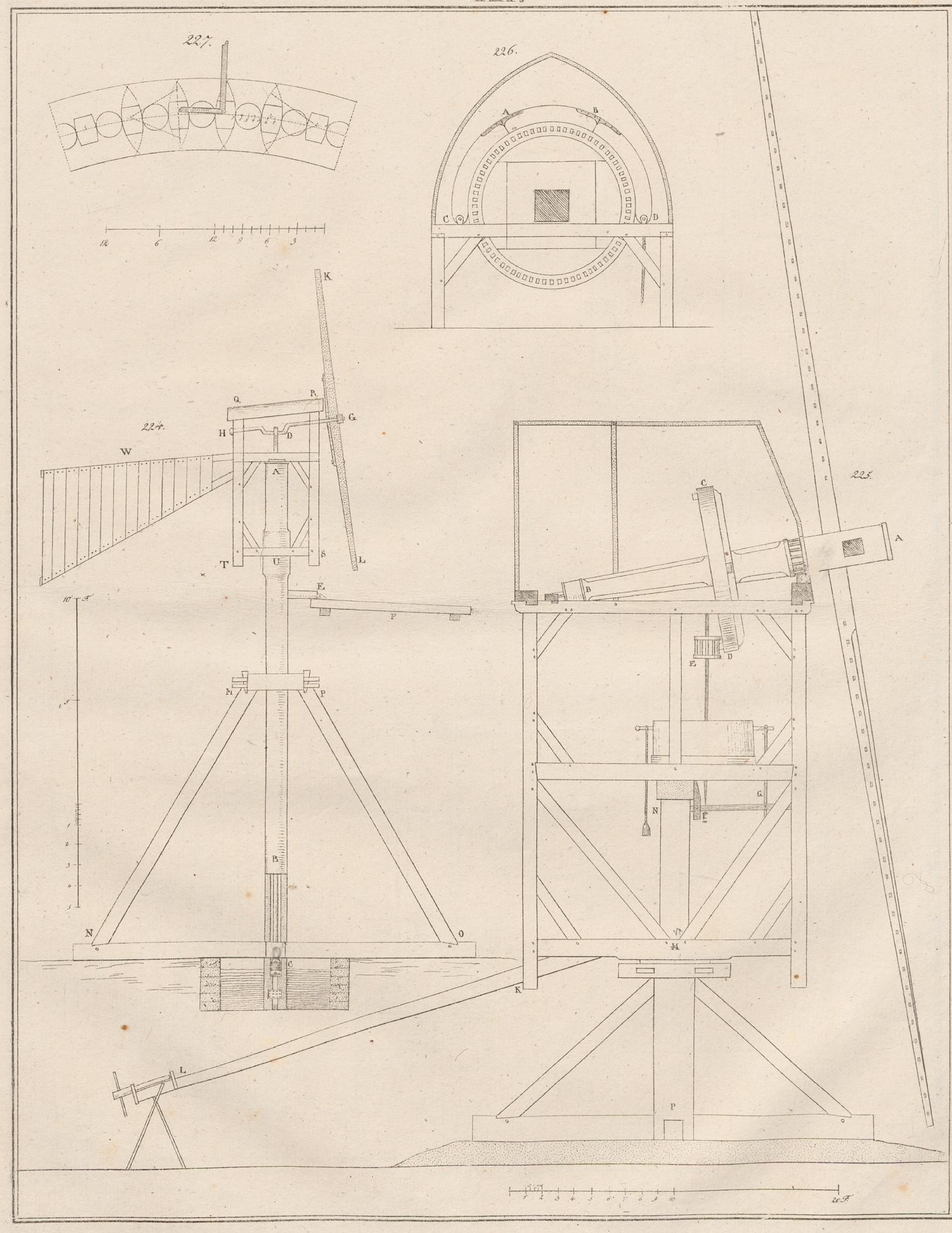


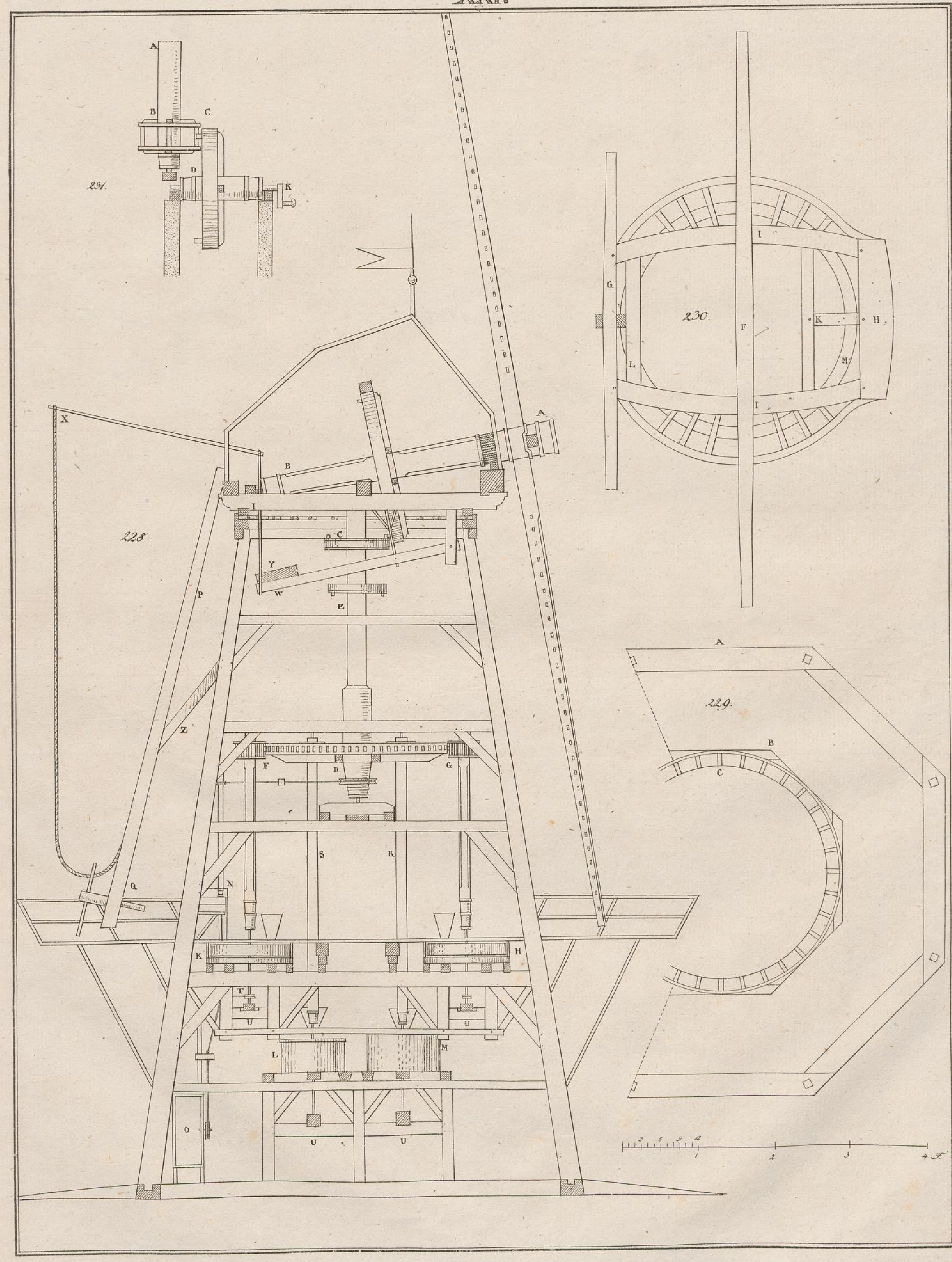

212.
213.
214.
208.
211.
215.
207.
209.
210.
216.
217.
M
N

XIX.



XX.





231.
A
B
C
D
K
230.
G
I
F
K
H
L
M
I
228.
X
A
B
I
C
Y
W
E
P
Z
F
D
G
S
R
Q
N
K
H
T
U
L
M
O
U
U
229.
A
B
C
3 6 9 12
1
2
3
4 F.