

J o u r n a l
für
d i e B a u k u n s t.

In z w a n g l o s e n H e f t e n.

Herausgegeben

v o n

Dr. A. L. Crelle.

Königlich-Preussischem Geheimen-Ober-Baurathe, Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Correspondenten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg und der Königlichen Akademien der Wissenschaften zu Neapel und Brüssel, auswärtigem Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, Ehrenmitgliede der Hamburger Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften.

Vier und zwanzigster Band.

In vier Heften.

Mit fünfzehn Figurentafeln.

B e r l i n.

B e i G. R e i m e r.

1 8 4 7.

Inhalt des vier und zwanzigsten Bandes.

Erstes Heft.

1. Von der Berechnung der Kosten des Bauens aus Quadersteinen. Mit besonderer Rücksicht auf Eisenbahnen. Von dem Herrn Oberbaumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen. Seite 1
2. Die Girardsche Schiffschleuse mit Schwimmer. (Schluss der Abhandlung No. 1. im ersten, No. 7. im zweiten, No. 9. im dritten und No. 14. im vierten Heft vorigen Bandes.) — 14
3. Des Grafen v. Pambour „Theorie der Dampfmaschinen.“ Nach der zweiten Auflage dieses Werkes von 1844; möglichst kurz; und mit einigen Anmerkungen des Herausgebers dieses Journals. (Fortsetzung der Abhandlung No. 8. im dritten und No. 12. im vierten Heft vorigen Bandes.) — 34

Zweites Heft.

4. Auswahl von Abhandlungen berühmter niederländischer Wasserbaukundiger über die Wasserbaue, welche in Holland an den Hauptströmen zum Schutze gegen Verwüstung nöthig sein werden. (Aus dem Holländischen übersetzt und mit einer Einleitung und Anmerkungen begleitet von Herrn Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverschem Wasserbau-Inspector; so wie mit einigen Anmerkungen des Herausgebers dieses Journals.) — 97
5. Des Grafen v. Pambour „Theorie der Dampfmaschinen.“ Nach der zweiten Auflage dieses Werkes von 1844; möglichst kurz; und mit einigen Anmerkungen des Herausgebers dieses Journals. (Fortsetzung der Abhandlung No. 8. im 3ten, No. 12. im 4ten Hefte 23ten und No. 3. im 1ten Hefte dieses Bandes.) — 150

Drittes Heft.

6. Über das Eisenbahnnetz der westlichen Theile von Hannover und Preußen, und dessen Anschluss an die Bahnnetze der angrenzenden Länder. Von Herrn Dr. *Reinhold*, Wasserbau-Inspector a. D. zu Leer in Ostfriesland. — 187
7. Fortsetzung der im 4ten Hefte 12ten Bandes dieses Journals S. 309 bis 333 mitgetheilten Sammlung von Tafeln zur Vergleichung von Französischen, Englischen, Russischen und andern Maassen und Gewichten etc. mit den Preussischen. — 229
8. Einige Bemerkungen und Erfahrungen bei einem vor 6 Jahren erbauten Wohnhause und den zugehörigen Gebäuden. Vom Herausgeber. — 255

V i e r t e s H e f t.

9. Des Grafen v. Pambour „Theorie der Dampfmaschinen.“ Nach der zweiten Auflage dieses Werkes von 1844; möglichst kurz; und mit einigen Anmerkungen des Herausgebers dieses Journals. (Fortsetzung der Abhandlung No. 8. im 3ten, No. 12. im 4ten Hefte 23ten, No. 3. im 1ten und No. 5. im 2ten Hefte dieses Bandes.) Seite 283
10. Über das Eisenbahnnetz der westlichen Theile von Hannover und Preußen, und dessen Anschluß an die Bahnnetze der angrenzenden Länder. Von Herrn Dr. *Reinhold*, Wasserbau-Inspector a. D. zu Leer in Ostfriesland. (Schluß der Abhandlung No. 6. im vorigen Hefte.) — 317
11. Auswahl von Abhandlungen berühmter niederländischer Wasserbaukundiger über die Wasserbaue, welche in Holland an den Hauptströmen zum Schutze gegen Verwüstung nöthig sein werden. Aus dem Holländischen übersetzt und mit einer Einleitung und Anmerkungen begleitet von Herrn Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverschem Wasserbau-Inspector; so wie mit einigen Anmerkungen des Herausgebers dieses Journals. (Fortsetzung der Abhandlung No. 4. im 2ten Heft dieses Bandes.) — 337
-

J o u r n a l
für
d i e B a u k u n s t.

In z w a n g l o s e n H e f t e n.

Herausgegeben

VON

Dr. A. L. C r e l l e,

Königlich-Preussischem Geheimen-Ober-Baurathe, Mitgliede der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Correspondenten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg und der Königl. Akademien der Wissenschaften zu Neapel und Brüssel, auswärtigem Mitgliede der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, Ehrenmitgliede der Hamburger Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften

Vier und zwanzigster Band.

Erstes Heft.

Mit eilf Figurentafeln.

B e r l i n.

Bei G. Reimer.

1 8 4 6.

1.

Von der Berechnung der Kosten des Bauens aus Quadersteinen.

Mit besonderer Rücksicht auf Eisenbahnen.

(Von dem Herrn Oberbaumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen.)

Bei keiner Art von Bauwerken kommt es so sehr auf Ersparung an, als bei Eisenbahnen; denn Alles geht dort ins Grofse und Vielfache, und Eisenbahnen müssen rentiren.

Zu den kostspieligsten Constructionen bei den Eisenbahnen gehören auch Brücken und Viaducte, die sich selten ohne Quadersteine machen lassen; so dafs die Berechnung der Kosten solcher Constructionen nach richtigen, für den Bauherrn und den Bauprofessionisten und Arbeiter gleich billigen Grundsätzen, insbesondere für das Eisenbahnwesen ungemein wichtig und wesentlich ist.

Es ist also sehr nothwendig, bei diesen Berechnungen nach einer klaren Einsicht zu verfahren; denn es pflegen eine Menge „Ortsgewohnheiten“ (us et coutumes) dabei statt zu finden, die, weil sie zwar auf manche Fälle, nicht aber auf alle passen, vielfältige Irrthümer veranlassen können.

In den Lehrbüchern der Baukunst findet sich über diese Berechnung nur Weniges, und nur Ungenügendes: in den ältern, wie in den neuern. In *Penther's* Bau-Anschlag z. B. heifst es unter dem Artikel „Quadersteine“: „Die Bezahlung geschieht nach Cubikfufsen derer aus dem gröbsten ausgehauenen Stücken, und giebt man vor jeden in einem Stücke befindlichen Cubikfufs 16 bis 20 Pf. Brecherlohn und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Ggr. Hauerlohn. Ist Simswerk auszuhauen, giebt man vor den Fufs $2\frac{1}{2}$ bis 3 Ggr. Hauerlohn, nachdem das Simswerk stark erhaben ist. Sind es Bauzierden, wird jeder Cubikfufs des aus dem gröbsten gehauenen Steins, wenn die Arbeit ins reine gebracht, mit $\frac{1}{3}$ Thlr. und mehr, ja wohl mit 1 Thlr. und darüber bezahlt, nach Beschaffenheit der Arbeit und Geschicklichkeit des Künstlers.“ Solche Angaben sind offenbar so ungenügend und ungründlich, dafs sie eigentlich gar keine sind. Den Preis für das Versetzen der Quadern z. B. hat *Penther* ganz vergessen, und die angegebenen Preise sind überhaupt unbestimmt, indem nicht gesagt ist, nach welchen Regeln sie berechnet und modificirt werden müssen.

Spätere deutsche Bauschriftsteller, z. B. *Huth*, in seinem, sonst so sehr practischen Handbuch für Bau-Anschläge, *Gilly* u. a., geben auch kein eigentliches System der Berechnung der Bau-Arbeiten von Quadersteinen, sondern begnügen sich, für einige Quaderstein-Arbeiten, wie sie am häufigsten in den Gebäuden, zu deren Ausführung sie Anleitung geben, vorkommen, einige Localpreise aufzustellen; was aber für andere, verschiedene Örtlichkeiten wenig Nutzen hat.

Triest behandelte unter den Deutschen Bauschriftstellern zuerst den Gegenstand gründlicher, und seine Schriften enthalten nützliche, aber doch meistens nur locale, auf gewisse Stein-Arten passende Angaben; und so die übrigen neuern Deutschen Lehrbücher über Bau-Anschläge.

Viel schärfer schon haben die Französischen Schriftsteller über die Baukunst den Gegenstand ins Auge gefasst und seine Wichtigkeit erkannt. Besonders hat ihn in neuerer Zeit *Gauthey* wissenschaftlich und systematisch behandelt.

Kurhessen ist sehr reich an Quadersteinen; abgesehn von dem schönen Sandstein, welcher in der Grafschaft Schaumburg bei Obernkirchen bricht und höchst dauerhaft und so feinkörnig ist, dafs zarte Bildhauer-Arbeiten daraus gefertigt werden können, weshalb er auch weit und breit versendet wird. Das Amsterdamer Rathhaus z. B. ist aus demselben erbaut. Besonders Niederhessen hat einen großen Reichthum an vortrefflichen, leicht zu brechenden und zu bearbeitenden Quadersandsteinen; die denn auch zu ansehnlichen Gebäuden reichlich verwendet werden.

Der Verfasser hat Gelegenheit gehabt, Quadersteinbaue sehr im Großen ausführen zu lassen, und ist also genöthigt gewesen, aus fremden und eigenen Erfahrungen feste Grundsätze dafür abzuleiten. Es scheint ihm nützlich, diese Grundsätze hier mitzutheilen.

Zu bevorworten ist, dafs es nicht meine Absicht sein kann, die Genauigkeit der Berechnung der Kosten einer Quaderconstruction auf *Veranschlagungen* größerer Bauwerke, namentlich also auch nicht auf Eisenbahnbaue auf die Weise angewendet wissen zu wollen, dafs man z. B. bei einer Brücke, die nach einer zusammengesetzten Bogenlinie aus Quadern gewölbt werden soll, die verschiedenen Motive der Kosten jedes verschiedenen Gewölbsteines angebe und danach rechne; was zu einer endlosen und, bei jeder Modification des Projects, zu einer vergeblichen Weilläufigkeit führen würde; wozu weder Zeit noch Kosten gegeben werden möchten. Bei *Veranschlagungen* genügen

summarische Berechnungen: hoch genug, um den Bauherrn gegen Überschreitungen zu sichern, und doch auch nicht so hoch, um ihn von einer soliden Construction zurückzuschrecken. Ein Anschlag ist keine Baurechnung. Bei der Feststellung *dieser* aber kann man, *wirklich unnütze* Weitläufigkeiten vermeidend, nicht genau genug sein. Ich setze voraus, dafs der Verding einer Construction nicht in Bausch und Bogen, sondern, wie es wohl jetzt überall geschieht, nach den zu berechnenden Quantitäten der verschiedenen Arbeiten geschlossen worden sei; also Rechnungen nöthig seien. Dann ist auch die *specielle* Beurtheilung des Werths der Arbeiten eben zunächst zum Leitfaden beim Abschlufs der Verdinge, so wie hernach zur Feststellung der Rechnungen nothwendig.

Die Kosten einer Quadersteinconstruction beruhen auf den Kosten des Materials, des Transports desselben, der Bearbeitung des Materials, des Geschirrs zur Bearbeitung, des etwaigen Gerüsts zu der Aufstellung, und der Aufstellung selbst.

Zunächst kommen also die Kosten des Steins im Bruch in Betracht. Diese bestimmt die Ortsgewohnheit, und es ist leicht, sich darüber zu unterrichten, indem dabei, als bei einer offenkundigen Sache, kein Betrug oder Irrthum Statt finden kann. Da, wo ein so großer Reichthum an Steinen ist, wie in Kurhessen, sind die Kosten der Steine selbst sehr gering, indem der Inhaber eines Steinbruchs gewöhnlich dem Staat für die Benutzung des ganzen Bruchs, aus welchem er in Einem Jahre viele Tausend Cubikfufs Quadern brechen kann, nur wenige Thaler Pacht zahlt. Diese Kosten werden daher dort gar nicht besonders berechnet, sondern der Steinbrecher betrachtet das Pachtgeld als eine Art Steuer oder Abgabe an den Staat und berechnet nur den Arbeitslohn für das Brechen des Steins.

Dieses Brecherlohn ist verschieden; nach der Gröfse des Steins.

In dem fünf Stunden von Cassel entfernten Balhornwalder Steinbruche, wo ein bunter Sandstein von mittlerem Korne in so günstiger Lagerung bricht, dafs man sehr grofse Steine von genau vorgeschriebenen Maafsen haben kann, ist der altherkömmliche Preis zwei Silbergroschen (eigentlich früher nur $1\frac{1}{2}$ Ggr.) für den Cubikfufs, wenn der Stein weniger als zwanzig Cub. Fufs. hält; über zwanzig Cubikfufs wird ein Viertel zugesetzt, also der Preis auf $2\frac{1}{2}$ Sgr. erhöht; weiterhin, bei *sehr* großem Cubik-Inhalt, entscheidet auch die Gestalt des Steins über den Zusatz; was natürlich nicht oft vorkommt.

Nach diesem Preise richtet sich ziemlich auch der Preis in andern Steinbrüchen von Niederhessen; so jedoch, dafs da, wo die Lagerung des Steins

nicht gestattet, denselben genau nach dem Maafse zu brechen, für Das, was der Stein über das Maafs hat, eine Entschädigung bezahlt wird.

Der Kurhessische Werkschuh ist Eilf Rheinländische Zoll lang, also hält der Cubikfufs 1331 Rheinländische Cubikzoll. Der Cubikfufs Balhornwalder Quadersteine wiegt etwa $\frac{3}{4}$ Centner Cöllnisch Gewicht, wenn der Stein frisch aus dem Steinbruche kommt.

Fuhrlohn bis Cassel wird für den Cubikfufs 3 Sgr. bezahlt; wobei zu bemerken ist, dafs die 5 Stunden Weges vom Balhorne Walde bis Cassel größtentheils *bergab* gehn und chausstirt sind.

Aufserdem wird es häufig vorkommen, dafs der Steinbrecher, besonders bei gröfsern Lieferungen, wie zu Eisenbahnen, eine Vergütung für einen etwa vorkommenden auferordentlichen und beträchtlichen *Abraum* in Anspruch nimmt. In der Regel sind die Kosten davon in dem erwähnten Brecherlohn mitbegriffen, und es kann auch insofern keine besondere Vergütung dafür gefordert werden, als bei einem gröfsern Abraum auch wieder gröfserer Gewinn durch eine bedeutende Lieferung erlangt wird. Dem Steinbrecher fehlt es aber oft an den nöthigen Mitteln zu den Kosten des Abraums; was dann der Grund ist, dafs oft so unvorsichtig gebrochen wird, dafs Unglücksfälle entstehen. Meistentheils wird der Steinbrecher mit einem Vorschusse zu dem Abraume zufrieden sein. Der Mangel an Mitteln, der bei dem Handarbeiter überhaupt nicht selten vorkommt, ist Ursache einer Bedingung, die sich gewöhnlich in den Contracten der Pächter der Steinbrüche mit dem Staate findet und welche für grofse Staatsbauten sehr wichtig ist und darin besteht, dafs für den Fall, dafs der Pächter nicht im Stande sein sollte, die für Staatsbaue bestellten Quadern schnell genug, in genügender Menge und zu den taxenmäfsigen Preisen zu liefern, der Staat sich das Recht vorbehält, selbst in seinem Bruche den fehlenden Bedarf brechen zu lassen. Von dieser Bedingung ist schon wesentlicher Gebrauch gemacht worden.

Der Quaderstein mufs immer so gebrochen werden und rauh so bossirt sein, dafs das bestellte Maafs vollständig herauskommt. Ist dies nicht der Fall, so kann die Annahme des Steins zurückgewiesen werden. Damit nun in einem solchen Falle keine Weitläufigkeit wegen des Fuhrlohns entstehe, ist der Steinbrecher gewöhnlich zugleich Unternehmer des Transports; so dafs an ihn Brecherlohn und Fuhrlohn zugleich bezahlt wird, wenn der Stein gut ist; und keins von beiden, wenn er unrichtig im Maafse, oder fehlerhaft ist. Ist der Stein

unganz, oder stichig, oder hat offene Lager, oder grofse sogenannte Sandlöcher, kann er ebenfalls zurückgewiesen werden.

Die nächste Arbeit, nachdem der Quaderstein auf dem Bauplatz oder in der Hütte abgeladen worden, ist das sogenannte Aufbänken, d. h. die Auflagerung auf hölzerne Klötze oder andere Steine, um ihn bequem bearbeiten zu können. Es ist nicht üblich, dies besonders zu berechnen und zu bezahlen, sondern gehört zu der Arbeit des Steinmetzen oder Steinhauers, der es nach seiner Bequemlichkeit einrichtet und verändert.

Alle Arbeiten, die nun weiter an dem Quadersteine gemacht werden, bis er liegt, werden entweder von dem Steinmetzen und Steinhauer, oder von dem Maurer gemacht. Erstere besorgen die Bearbeitung des Steins selbst: die Maurer sorgen, dafs er an seinem bestimmten Platze im Gebäude in gehörigem Mörtel niedergelegt werde, oder das sogenannte „Versetzen.“

Steinmetzen und Steinhauer unterscheiden sich von einander dadurch, dafs Erstere eine besondere, mit Kaiserlichen Privilegien belehute Gilde ausmachen und keine Maurer-Arbeit verfertigen, während die Steinhauer zugleich Maurer sind.

Das nächste Geschäft des Steinmetzen (was von diesen gesagt wird, gilt auch vom Steinhauer) ist, dem Quadersteine, der im Bruch vierkantig gebrochen ist, durch rauhe Bearbeitung im allgemeinen die Form zu geben, die er bekommen soll, oder, wie der technische Ausdruck heifst: „den Stein in diese Form zu bossiren.“ Man unterscheidet Abbossiren und Ausbossiren (abatage et refouillement).

Nach *Gauthey's* Erfahrung ist für das blofse Abbossiren eines Cubikfufses Stein zehnmal so viel Zeit nöthig, wie für das Abspitzen und Abflächen (Krehndeln) eines Quadratfufses Oberfläche desselben Steins.

Für das Ausbossiren eines cubischen Meters Stein, welches auf dem Lager geschieht, rechnet *Gauthey*:

1. Wenn die Quadratfläche des Durchschnitts der Aushöhlung weniger als 0,0025 eines Quadratmeter beträgt, 100mal die Zeit, welche nothwendig ist, um einen Quadratmeter äufsere Häupter rauh zu bearbeiten;
2. Wenn der Durchschnitt der Aushöhlung zwischen 0,0025 und 0,0100 eines Quadratmeter beträgt, 50mal jene Zeit;
3. Wenn der Durchschnitt der Aushöhlung über 0,01 Quadratmeter ausmacht, 20mal jene Zeit.

Wird die Aushöhlung auf den Spalt des Steins gemacht, so ist $\frac{1}{10}$ Zeit mehr nöthig.

Hierbei ist nur auf bossirte innere Oberflächen gerechnet. Müssen dieselben rein bearbeitet werden, so ist dies besonders verhältnismäßig zu berechnen.

Zu der auf das Ab- und Ausbossiren folgenden Bearbeitung der Oberflächen braucht nach *Gauthey* der Arbeiter:

Zu einem Quadratfuß mit der Spitze und der Fläche (oder dem Krehndel) bearbeiteten Stein	10	Theile	Zeit.
Zu dergleichen gekrehndelt (scharirt) und abgeschliffen	17½	-	-
Zu einem Quadratfuß Lagerfuge	3	-	-
Zu einem Quadratfuß Stoffsuge	8	-	-

Zu einem Quadratfuß runder Oberfläche, wenn die zu einer eben so großen geraden Fläche erforderliche Zeit = T , der Radius der Krümmung = r und die stehende Zahl $\frac{1}{4} = m$ ist, die gesuchte Zeit für die runde Fläche aber = T' , ist die Zeit $T' = \left(1 + \frac{m}{r}\right) T$ nöthig; also ist, wenn z. B. $r = 16$ wäre, $T' = 1\frac{3}{8} \cdot T$, oder in dem obigen ersten Fall von 10 Theilen Zeit für die gerade Oberfläche, $10\frac{5}{8}$ Theile Zeit, während bei einem Radius von 2 F. das gesuchte $T' = 13\frac{3}{4}$ Theile Zeit wäre.

Ist der Stein fertig bearbeitet, so wird er auf einen vierrädrigen Blockwagen geladen, oder, wenn er nicht schwer ist, auf einen zweirädrigen offenen Karrn, welcher von Menschen gezogen wird.

Nach *Gauthey* kann ein Arbeiter an einem Blockwagen ungefähr 0,055 Cubikmeter Steine, deren specifisches Gewicht = 2 ist, ziehn, während man zum Aufladen und Abladen der Quadern nicht leicht mehr als sechs Arbeiter nöthig haben wird. Diese sechs Menschen werden auch zum Zuge des Blockwagens hinreichen, wenn der Cubik-Inhalt des fortzuschaffenden Steins nicht mehr als 0,33 Cubikmeter beträgt. Ist der Stein schwerer, so würde man eine größere Zahl Arbeiter annehmen müssen, die dann beim Auf- und Abladen und auf dem Rückwege unbeschäftigt wären. Da es nun verhältnismäßig wohlfeiler ist, Pferde zum Ziehen zu nehmen, als Menschen, so hat man, nach Verhältniß der Ladung, Menschen oder Pferde zu wählen; wobei zur Grundlage angenommen werden kann, daß Ein Pferd 0,4 cubische Meter ziehen kann. Für die Zeit des Aufladens und Abladens nimmt *Gauthey* bei Quadern, welche 0,75 Cubikmeter halten, auf den cubischen Meter 0,75 Stunde für 1,2 Wagen an, der von sechs Menschen, einem Pferde und dem Führer

des Pferdes bedient wird. Um damit einen Weg von 100 Metern hin und her zurückzulegen wird 0,06 Stunde angenommen, wenn der Transport auf ebenem Wege geschieht.

Ferner ist nach *Gauthey* auf einen Cubikmeter zum Einschnüren und Ablösen des Seils 0,50 Stunde von 1,2 Hebegeschirren, das von zwei erfahrenen Arbeitern und sechs Handlangern bedient wird, nothwendig, und 0,80 Stunde von 1,2 Hebegeschirren, um den Cubikmeter Stein 8 Meter hoch zu heben, nach dem Verhältnisse von 0,1 Stunde auf den Meter Höhe.

Sodann werden, um einen Cubikmeter zu *versetzen*, für drei Maurer (un poseur et deux contreposeurs) und einen Handlanger 3 Stunden, und um den Fugen Kalk zu geben, 2 Stunden Zeit gerechnet.

Die Quantität des Kalks in den Fugen schätzt *Gauthey* vom zehnten bis zum zwanzigsten Theile des Mauerwerks; welches für Quaderconstructions sehr viel wäre und von der nicht nachahmenswerthen Französischen Methode, die Lager der Steine etwas auszuhöhlen, so dafs der Stein blofs auf den Kanten ruht, herrühren dürfte.

In unsern Gegenden werden die zu versetzenden Werkstücke selten eingeschnürt; vielmehr wird meistens ein Zangenloch in jeden Stein gehauen und so mittels der Befestigung des Seils an der eingekeilten Zange der Stein wo möglich unmittelbar vom Karrn oder Blockwagen in die Höhe gezogen. Die Fugen werden bei Quadern nicht übertüncht; dagegen wird ein sogenannter *Druck*, nemlich ein schwacher Ablauf, an den Lagerfugen angearbeitet und da, wo die Stofs-fugen nicht ganz genau passen, werden dieselben mit der Säge nachgeschnitten. Wenn die Quadern eine Zeitlang versetzt gewesen sind, ist von jenem Ablauf der Lagerfugen, besonders wenn sie schwer belastet sind, nichts mehr zu sehn; die Fugen schliessen dann ganz dicht und ohne dafs ein Zwischenraum oder eine Mörtelfuge sichtbar wäre. Wäre der *Druck* nicht angearbeitet, so würden bei unsern Sandsteinquadern die Kanten abspringen.

Ist der Quaderstein gehörig angepafst, so dafs nichts mehr an demselben nachzuarbeiten ist, so wird dem Lager desselben kein Mörtel, sondern nur eine sehr dünne Lage reiner Fliefskalk gegeben, der durchaus nicht auftragen darf, sondern nur bestimmt ist, die kleinsten Zwischenräume der Lagerfugenflächen des obern und des untern Steins auszufüllen. Die Steine werden so gleichsam aufeinander geleimt; der Bedarf an Kalk zu dieser Verbindung ist so gering, dafs er gegen die beträchtlichen übrigen Kosten der Quadersteinconstructions kaum in Betracht kommt. Die nach *Gauthey's* Berechnung er-

forderlichen 0,001 Cubikmeter Mörtel, auf den *laufenden* Meter Fugen, sind *viel* mehr, als nöthig ist. Bei $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Fufs dicken Quadern reichen 0,02 des cubischen Inhalts der Quadern an Fliefskalk, also auf 100 Cubikfufs Quadern 2 Cubikfufs Fliefskalk völlig hin.

Für das Nacharbeiten der Quadersteine beim Versetzen, nimmt *Gauthey* den vierten Theil der Zeit an, die für die erste Bearbeitung einer gleich grossen Fläche nöthig war. Wenn man voraussetzt, dafs ungefähr der fünfte Theil der Oberflächen nachzuarbeiten sei, so bedarf es zu dem Nacharbeiten im Ganzen ungefähr den zwanzigsten Theil der Zeit, die zu der ersten ganzen Bearbeitung nöthig war.

Diesen Grundsätzen sind einige Erläuterungen beizufügen, um Missverständnisse zu verhüten.

Zunächst mufs man das Abbossiren einzelner Theile eines Quadersteins von dem sogenannten Abschroten ganzer Stücke wohl unterscheiden. Bei dem Abbossiren wird vorausgesetzt, der Quaderstein sei in derjenigen paralleloipedischen Form gebrochen, die der Gestalt des nachmals bearbeiteten Steins am nächsten kommt, so dafs also nicht gröfsere Stücke abzubossiren sind, als nöthig ist, um den Stein aus der paralleloipedischen Form in die vorgeschriebene zu bringen. Wo z. B. aus Quadern Werkstücke verfertigt werden, die so sehr viel kleiner sind, dafs ganze und halbe Fufse abgeschrotet werden müssen, würde die oben angegebene Regel für die Kosten des Abbossirens ein viel zu groses Resultat geben.

Ferner ist zu bemerken, dafs, wer die obigen Regeln direct auf die Weise anwenden wollte, dafs er z. B. einen Steinhauer auf Probe arbeiten liefse und, wenn danach einige Resultate abstrahirt sind, nun im Ganzen die Rechnung auf eine solche Basis gründete, leicht durch die Invidualität des auf Probe beschäftigt gewesenen Arbeiters und durch andere Zufälligkeiten in Irrthum gerathen könnte. Es müssen also die Proben mehrmals wiederholt und die Ergebnisse mit den currenten Preisen verglichen werden; welche letztere, wenn sie eine gewisse Sicherheit angenommen haben, überhaupt zuverlässiger zum Leitfaden dienen; jedoch mit den nach den erörterten Grundsätzen nöthigen Modificationen.

Endlich sind noch besondere Regeln für die Berechnung *gegliederter Arbeiten*, z. B. von Gesimsen und Ausladungen aller Art zu beobachten, die ich weiterhin erörtern werde.

Ein Beispiel, wie die currenten Preise zum Leitfaden der Specialrechnungen dienen können, wäre folgendes:

Es kann als eine hier in Cassel sehr gangbare Regel angenommen werden, dafs von einem 8 Fufs langen, $1\frac{1}{2}$ Fufs hohen und $1\frac{1}{3}$ Fufs breiten Balhornwalder Quaderstein, von welchem das 8 F. lange und $1\frac{1}{2}$ F. hohe Haupt rein bearbeitet und geschliffen wird und auferdem die beiden Lagerfugen und die beiden Stofsfugen bearbeitet werden, das hintere Haupt aber, welches an gewöhnliche Bruchsteinmauer stöfst, blofs bossirt ist, der Quadratfufs rein bearbeitetes Haupt, einschliesslich der Lager- und Stofsfugen, mit drei Silber Groschen bezahlt werde; woraus sich denn Folgendes nach den obigen Grundsätzen ergibt.

Wenn t die Zeittheile für jede besondere Arbeit bedeutet, so sind erforderlich:

	Erste Arbeit.	Nach- Arbeit.
Für das reine Haupt	$= 12 \text{ Q. F.} \cdot 17\frac{1}{2}$	$= 210 t$ und $10\frac{1}{2} t$;
- die Lagerfugen	$= 21\frac{1}{3} \text{ Q. F.} \cdot 3$	$= 64 t$ und $3\frac{1}{3} t$;
- die Stofsfugen	$= 4 \text{ Q. F.} \cdot 8$	$= 32 t$ und $1\frac{3}{8} t$;
Zusammen		$306 t$ und $15\frac{1}{10} t$,

und es würden t Zeit $\frac{4}{3}\frac{3}{2}\frac{2}{1}$ Heller kosten (12 Heller machen einen Silber Groschen, 30 auf den Thaler).

Also kostet der Q. F. reines Haupt allein	2 Sgr.	- -
- - - Lagerfugen -	-	- 4 Hlr.
- - - Stofsfugen -	-	- 11 -
- - die Nacharbeit den 20ten Theil der ersten		

Arbeit.

Ferner kostet nach dem angegebenen Verhältnifs der Quadratfufs blofs gespitztes und geflächtes (gekrehdertes) Haupt allein 1 - 2 -

Und da nach *Gauthey's* Erfahrung zum Abbossiren eines Cubikfufses Steins zehnmal so viel Zeit nöthig ist, als zum Abspitzen und Abflächen eines Quadratfufs Oberfläche desselben Steins, so würde der Cubikfufs Balhornwalder Quadern abzubossiren kosten 11 - 8 -

Diese Preise würden, auf einen Gewölbstein einer geraden, halbkreisförmig gewölbten Brücke von 20 Fufs Weite im Durchmesser angewendet, welcher Stein vier Fufs lang, zwei Fufs hoch, unten $1\frac{1}{2}$ Fufs und oben $1\frac{2}{3}$ Fufs breit sein soll, folgende Kostenberechnung geben:

Der Stein, an Brecherlohn und

$$\text{Transport} \quad . \quad . \quad = 4 \cdot 1\frac{7}{8} \cdot 2 = 15 \text{ Cub. F. zu } 5 \text{ Sgr.} = 75 \text{ Sgr.}$$

Das Abbossiren zur

$$\text{Keilform} \quad . \quad . \quad = 4 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2 = 1\frac{2}{3} \quad - \quad - \quad \text{zu } 11 \quad - \quad = 18 \quad - \quad 8 \text{ Hlr.}$$

Bearbeitung des

$$\text{Haupts} \quad . \quad . \quad = 1\frac{5}{8} \cdot 2 = 3\frac{1}{4} \text{ Quadr. F. zu } 2 \quad - \quad = 6 \quad - \quad 6 \quad -$$

Bearbeitung der untern runden

$$\text{Fläche} \quad . \quad . \quad = 4 \cdot 1\frac{1}{2} \cdot 1\frac{3}{8} = 6\frac{9}{8} \quad - \quad - \quad \text{zu } 2 \quad - \quad = 12 \quad - \quad 5 \quad -$$

Bearbeitung der obern

$$\text{Lagerfuge} \quad . \quad . \quad = 4 \cdot 1\frac{7}{8} = 7\frac{1}{2} \quad - \quad - \quad \text{zu } 4 \text{ Hlr.} = 2 \quad - \quad 6 \quad -$$

Bearbeitung der

$$\text{Stoßfugen} \quad (1\frac{5}{8} \cdot 2) + (2 \cdot 4 \cdot 2) = 19\frac{1}{4} \quad - \quad - \quad \text{zu } 11 \text{ Hlr.} = 17 \quad - \quad 7 \quad -$$

Die Nacharbeiten, $\frac{1}{20}$ der ersten Bearbeitung, . . . = 2 - - -

$$\text{Das Versetzen,} \quad . \quad = 4 \cdot 1\frac{5}{8} \cdot 2 = 13 \text{ Cub. F. zu } 2 \text{ Sgr.} = 26 \quad - \quad - \quad -$$

Zusammen 5 Thlr. 10 Sgr. 8 Hlr.

Interessant ist es, diesen Preis mit den Kosten eines Gewölbsteins zu einer *schiefen* halbkreisförmigen Brücke zu vergleichen, deren Axe die Brückenbahnlinie in einem Winkel von 45 Graden durchschneidet, und welche Brücke, rechtwinklig auf ihre Axe gemessen, ebenfalls 20 Fufs Weite im Durchmesser hat, während der Stein auch 2 Fufs hoch, unten $1\frac{1}{2}$ Fufs und oben $1\frac{7}{8}$ Fufs breit sein, die Länge desselben aber ebenfalls nur vier Fufs in der Breite der Bahn messen soll (der diagonal laufende Stein ist länger). Dies giebt Folgendes:

Der Stein, an Brecherlohn und

$$\text{Transport} \quad = 7\frac{1}{2} \cdot 1\frac{7}{8} \cdot 2 = 28 \text{ Cub. F. zu } 5 \text{ Sgr.} = 140 \text{ Sgr.}$$

Das Abbossiren

$$(7\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} \cdot 2) + (1\frac{7}{8} \cdot 1\frac{3}{4} \cdot 2) = 9\frac{3}{4} \quad - \quad - \quad \text{zu } 11 \quad - \quad = 113 \quad - \quad 9 \text{ Hlr.}$$

Die Bearbeitung des

$$\text{Haupts} \quad . \quad . \quad . \quad 2\frac{3}{8} \cdot 2 = 4\frac{3}{4} \text{ Q. F. zu } 2 \quad - \quad = 9 \quad - \quad 6 \quad -$$

Die Bearbeitung der untern runden

$$\text{Fläche} \quad . \quad . \quad 5\frac{5}{8} \cdot 1\frac{1}{2} \cdot 1\frac{3}{8} = 8\frac{3}{4} \quad - \quad - \quad \text{zu } 2 \quad - \quad = 17 \quad - \quad 6 \quad -$$

Die Bearbeitung der

$$\text{Lagerfugen} \quad . \quad . \quad 5\frac{5}{8} \cdot 1\frac{7}{8} = 10\frac{1}{2} \quad - \quad - \quad \text{zu } 4 \text{ Hlr.} = 3 \quad - \quad 6 \quad -$$

Die Bearbeitung der Stoß-

$$\text{fugen} \quad (2\frac{3}{8} \cdot 2) + (2 \cdot 5\frac{5}{8} \cdot 2) = 27\frac{1}{4} \quad - \quad - \quad \text{zu } 11 \text{ Hlr.} = 24 \quad - \quad 11 \quad -$$

Bis hierher 309 Sgr. 2 Hlr.

Bis hierher 309 Sgr. 2 Hlr.

Die Nacharbeiten, $\frac{1}{20}$ der ersten Bearbeitung, 4 - 7 -
 Das Versetzen, $5\frac{5}{8} \cdot 2 \cdot 1\frac{5}{8} = 18\frac{1}{4}$ Cub. F. zu 2 Hlr. 36 - 9 -

Zusammen 11 Thlr. 20 Sgr. 3 Hlr.

Dieses Ergebnifs ist auffallend, da der eine und der andere Stein nach ganz gleichen Preisen berechnet sind und beide ein gleich grofses Stück Brückenbahn liefern, nemlich $7\frac{1}{2}$ Quadratfufs: die Ursache ist die rhomboïdale Gestalt des Gewölbsteins der schiefen Brücke, welche viel mehr Stein und viel mehr Arbeit erfordert, als die rechtwinklig paralleloipedische Form. Es folgt daraus, dafs es, *Erstens*, sehr gut sei, schiefe Brückengewölbe so viel als möglich zu vermeiden; dafs, *Zweitens*, kleinere schiefe Brücken, wo gutes Eichenbauholz nicht allzu kostbar ist (auch selbst dessen Vergänglichkeit berücksichtigt) möglicherweise vortheilhafter Bahnen von Holz als von Quadersteinwölbungen bekommen werden, und dafs es, *Drittens*, selbst kommen kann, dafs es weniger kostspielig ist, einer Brücke, die von Stein über einen nicht allzu schief laufenden Strom gewölbt werden mufs, eine so weite Öffnung zu geben, dafs der Strom auch beim höchsten Wasserstande in schiefer Richtung zwischen schiefen Ufern unter der Breite durchziehn kann, und dann der Brückenbogen mit seinen Widerlagen gerade sei.

Für diese Vergleiche sind Specialberechnungen, wie die vorstehenden, von besonderem Nutzen. Es ist aber nochmals zu erinnern, dafs ich nicht voraussetze, jeder einzelne Stein einer Brücke solle auf die obige Weise berechnet werden; was endlose Weitläufigkeit machen und von keinem Practiker verlangt werden würde. Dagegen kann nichts einzuwenden sein, wenn man *einige* Steine bei jeder Art von Wölbung speciell berechnet und daraus einen Durchschnittspreis des Cubikfufses der Wölbung abstrahirt. Indessen würde es auch wieder sehr ungründlich sein, wenn man wieder einen und denselben Durchschnittspreis für alle Wölbungs-Arten annehmen, oder in einer Rechnung Wölbung, Widerlagsmauer, Ausfüllungsmauer u. s. w. nach einem und demselben Preise ansetzen wollte.

Die obige Berechnung giebt für den Quadratfufs Brückenbahn, mit einer Quaderstein-Überwölbung von der angegebenen Art, wenn die Brücke *gerade* ist, 21 Sgr. 5 Hlr. und wenn sie *schief* ist und die Bahn in einem Winkel von 45 Graden durchschneidet, für den Quadratfufs Bahn 1 Thlr. 16 Sgr. 2 Hlr.

Dafs ich *Gauthey's* Erfahrungen mit meinen eigenen verglichen und jene bewährt gefunden habe, ist nicht erst zu bemerken nöthig. Nur bei dem

Abbossiren läßt sich, in Folge der Beschaffenheit der hiesigen Sandsteine, bei einigermaassen grossen Abbossirungen sparen. Ich habe jedoch an dem Obigen nichts ändern wollen, weil es bei andern Steinen weniger Unterschied macht, und der Steinmetz, wenn er auch bei sehr schiefwinkligen Steinen weniger rechnet, wahrscheinlich auch wieder für den Quadratfuss schiefe Bearbeitung mehr verlangen wird, als für die gerade, wemgleich es nicht mehr Mühe macht, eine Schmiege an einen Stein zu machen, als einen rechten Winkel.

Es ist nun noch übrig, die Art der Berechnung *gegliederter* Steinhauer-Arbeit anzugeben. Hierbei giebt es fast so viel Methoden, als Steinhauermeister; und ich bin deshalb um so mehr genöthigt gewesen, die hiesigen Observanzen für mich in ein System zu bringen.

Dafs zunächst ein Gesimsstein so groß bestellt, also auch so groß veranschlagt werden müsse, dafs die ganze Ausladung des Gesimses herauskommt und doch der Stein noch ein genügendes Auflager behält, auch der Stein, der in horizontalen Lagern bricht, nicht so gedreht werden dürfe, dafs die Lager nicht horizontal versetzt werden, versteht sich von selbst; ebenso wie, dafs bei dem Versetzen nur der wirkliche Cubik-Inhalt des Steins berechnet werde. Die Bezahlung der Bearbeitung aber, wird folgendermaassen ermittelt.

1. Lagerfugen und Stoffsugen werden besonders berechnet; nach den oben erörterten Maassgaben.
2. Um die Gliederungen wird ein Faden oder Bandmaass gelegt und ihr Umfang gemessen.
3. Zu diesem Umfange wird für denjenigen Theil einer Gliederung, der in der ersten Fläche vor dem Haupt liegt, eben so wenig etwas zugesetzt, wie für diejenigen Theile der Gliederungen, die der obern oder der untern Lagerfläche gemäfs liegen: aber für jede Abweichung von der vorhergehenden Richtung, wenn sie nicht mit einer schon berechneten ganz gleich liegt, sei sie gerade, oder rund, setzt man drei Zoll dem Umfange zu. Ausserdem werden für jede einfach-gerundete Gliederung (z. B. für einen Viertelstab) drei Zoll und für jedes zweifach gerundete Glied sechs Zoll zugesetzt. Mit der auf diese Weise vergrößerten Ummessungszahl wird nun die Länge des Gesimses multiplicirt und die so gefundene Zahl Quadratfusse wird nach dem Preise berechnet, welchen man für das rein bearbeitete Haupt des Steins bezahlt.

Nach dieser Regel kann der ausführende Architekt einen Durchschnittspreis für den laufenden Fufs des Gesimses berechnen und dann, um sich gegen alle Nachforderungen aus unverständigen Observanzen zu sichern, den Verding nach laufenden Fufs sen schliessen.

Unter den unverständigen Observanzen ist besonders eine nachtheilig und sehr verbreitet, nemlich die Gewohnheit, alle runde Steinhauer-Arbeit, ohne Rücksicht auf den Radius der Rundung, $1\frac{1}{2}$ mal im Werth zu rechnen. Dies macht z. B. bei einem Gesimse um ein rundes Gebäude, einen sehr bedeutenden Zusatz, wenn die Gliederungen zugleich in der Ummessung mitgerechnet werden und der dadurch vergrößerte Umfang dann noch ein und halb mal gerechnet wird; was dann ein großer Fehler ist. Zusätze für runde Arbeit wird man immer am besten, mit Rücksicht auf ihren Radius, nach der oben angegebenen Regel berechnen; denn bei langen Radien müssen sie geringer sein, wie bei kurzen, weil dort weniger Stein abzubossiren ist, als bei diesen, und was eigentlich nur den wesentlichen Unterschied in der Arbeit macht; denn außerdem muß es dem Steinhauer in der Arbeit ziemlich gleich sein, ob er ein gerades Richtscheit oder einen ausgerundeten *Bug* (technische Benennung der *Lehre* für die Rundung) an den zu bearbeitenden Stein legt.

Cassel, im Januar 1846.

2.

Die Girardsche Schiffschleuse mit Schwimmer.

(Schluss' der Abhandlung No. 1. im 1ten, No. 7. im 2ten, No. 9. im 3ten und No. 14. im 4ten Heft vorigen Bandes.)

Gekuppelte Schleusen mit drei Kammern.

93. **D**a hier die Kammern während der gesammten Bewegung des Schwimmers ganz von den Canalthteilen ober- und unterhalb abgesondert sind, so kommt die Ausdehnung dieser Theile nicht mehr in den Grundgleichungen vor und sie haben keinen Einfluss weiter, wenn nicht zwischen zwei auf einander folgenden Bewegungen die Wasserstände in denselben etwa aus äußern Ursachen sich verändert haben. Doch, wie dem auch sei, die Gleichungen (§. 79. etc.) gehen hier in folgender über:

$$189. \quad A'' = A' = A, \quad B = (\sqrt{2}-1)A = 0,414A, \quad k = k_1 = 1, \\ i = \frac{1}{2}(\sqrt{2}-1) = 0,207,$$

voraus zufolge (§. 17. und 80.) unmittelbar folgt:

$$190. \quad \begin{cases} Q'_1 = Q_1 = (1 - \frac{1}{2}\sqrt{2})Av_1 = 0,293Av_1, & x' = x'' = 0,707H_m, & y_1 = H; \\ H' = H'' = 0,293H, & H = 0,414H, & C' = C'' = 0,293C, & C = 0,414C; \\ z' = 0,707H_m - T_i, & z = z' + C' \text{ etc.} \end{cases}$$

Sodann erhält man nach (§. 29.) für die auf die Regulirung der Wasserstände in den verschiedenen Becken bezüglichen Bedingungen:

$$191. \quad h_1 = 1,707 \cdot \frac{q}{A} - h'_0, \quad h'_1 = h'_0 \quad \text{und} \quad h''_0 = h_1.$$

Hieraus zeigt sich unmittelbar, dass die Vortheile der Vorrichtung in Rücksicht auf den Wasser-Ergufs und die Verminderung der Größe der Fläche des Schwimmers noch bedeutender sind, als in den vorigen Fällen. Man kann also für die Vereinfachung der Anordnung hier ebenfalls die Bedingung machen, dass die Durchmesser der Heber gleich sein sollen; was dann, wenigstens näherungsweise,

$$192. \quad h''_0 = h'_0 = h'_1 = h_1 = 0,854 \cdot \frac{q}{A} \text{ giebt.}$$

94. Setzen wir hier z. B. $L' = L'' = 102$ F. $L' = L'' = 51$ F., was für ein Gefälle von $25\frac{1}{2}$ F. passend ist, so erhält man im Allgemeinen nach (§. 81.):

$$193. \quad a'' = a' = \frac{0,0231}{D'} \quad \text{und} \quad b'' = b' = 1,0822 + \frac{0,8892}{D'}.$$

Setzen wir ferner, wie in dem vorigen Fall doppelter Kammern, $A = 2030$ Q. F. und $v = 9$ Linien, um die Zeitdauer der Bewegung abzukürzen, so ergibt sich

$$194. \quad h''_0 = h'_0 = h''_1 = h'_1 = 3\frac{1}{4} \text{ Zoll, } Q'_1 = Q''_1 = 37 \text{ C. F., } D'' = D' = 48 \text{ Z.}$$

Da die Höhe des Laufs des Schwimmers ungefähr dem ganzen Gefälle gleich ist, so werden darauf, für $25\frac{1}{2}$ F. Gefälle und eine Geschwindigkeit von 9 Linien, 400 Secunden oder etwa 7 Minuten vergehen. Da aber für die drei Kammern der Schleuse die Bewegung dreimal nöthig ist, so würde das Durchschleusen überhaupt 1200 Sec. oder 20 Minuten dauern. Dies ist freilich beinahe eben so viel, als bei dem gewöhnlichen Durchschleusen ohne Schwimmer; indessen läßt sich die Zeit abkürzen, wenn man den gemeinsamen Durchmesser der Heber angemessen vergrößert, oder einen etwas stärkern Aufwand von Wasser gestattet, der hier kaum den 25ten Theil des gewöhnlichen Bedarfs beträgt.

Setzt man $q = 0,2 A$, $v_1 = 13\frac{3}{4}$ Linien, so findet sich

195. $h''_0 = h'_0 = h''_1 = h'_1 = 6\frac{1}{2}$ Zoll, $Q'_1 = Q''_1 = 56$ C. F., $D'' = D' = 49$ Zoll. Die Zeitdauer der Durchschleusung ist aber dann nur noch $\frac{2}{3} \cdot 1200 = 800$ Sec. oder etwa 14 Minuten.

Andrerseits folgt aus den Näherungsformeln (§. 93.), daß die Tiefe Z' des Brunnens unter dem Boden des untern Beckens sich auf 0,707mal das stärkste Gefälle reducirt (wovon die geringste Tiefe des Unterwassers abgeht) also auf etwa $13\frac{1}{4}$ F., für ein Gefälle von $25\frac{1}{2}$ F. und eine Wassertiefe von $4\frac{3}{4}$ F.; was wenig mehr ist, als oben in (§. 91.) für zwei Kammern.

Diese verschiedenen Umstände lassen auf die Ausführbarkeit und die Vortheile der folgenden trefflichen Einrichtung schließen, welche ebenfalls Herr *Girard* vorgeschlagen hat.

Schleusen mit drei Kammern, deren mittlere zum Sammelplatz der Schiffe bestimmt ist.

95. Man setze die beiden äußern Becken gleich groß und das mittlere von der dreifachen Größe; was hinreichend sein wird zur Begegnung zweier einander entgegenkommender Schiffe, die durch eine einzige Bewegung des Schwimmers, das eine gehoben, das andere gesenkt worden sind. Dann geben die Grundgleichungen

$$196. \quad A = 3A'' = 3A', \quad B = (\sqrt{7} - 2)A' = 0,646 A', \quad k = k_1 = 1, \\ i = \frac{1}{8}(\sqrt{7} - 2) = 0,323,$$

und dies führt auf folgende fernere Ausdrücke:

$$197. \left\{ \begin{array}{l} Q'_1 = Q_1 = \frac{1}{8}(5 - \sqrt{7})A'v_1 = 0,392A'v_1; \quad x' = x'' = \frac{1}{8}(\sqrt{7} + 1) = 0,608H_m; \\ H' = H'' = \frac{1}{8}(5 - \sqrt{7})H = 0,392H; \quad H = \frac{1}{8}(\sqrt{7} - 2)H = 0,215H; \\ y_1 = H; \quad C' = C'' = 0,392C; \quad C_1 = 0,215C; \quad Z' = 0,608H_m - T_i; \\ \qquad \qquad \qquad Z = Z' + C' \text{ etc.} \end{array} \right.$$

Die Gleichungen (67. 68. 69. §. 29.) geben, vermöge der Werthe von B , A , k , k_1 und i :

$$198. \quad h'_0 = h_0 = h'_1 = h_1 = \frac{1}{12}(\sqrt{7} + 5) \frac{q}{A'} = 0,637 \frac{q}{A'}.$$

96. Man setze, wie oben, $A' = 2030$ Q. F. $L' = L'' = 102$ F. $L' = L'' = 51$ F., $q = 0,2A'$, $v_1 = q$ Linien, mit welcher Geschwindigkeit der Schwimmer in weniger als 7 Minuten die ganze Höhe y_1 von $25\frac{1}{2}$ F. durchlaufen kann, so erhält man

199. $h'_0 = h_0 = h'_1 = h_1 = 4\frac{3}{4}$ Zoll, $Q'_1 = Q_1 = 50\frac{1}{2}$ C. F. $D' = D'' = 51$ Zoll; welche Maafse sehr passend sind, und welches zeigt, dafs sich auch noch ohne Schwierigkeit die Zeitdauer der drei Bewegungen des Schwimmers auf zwei Dreitheile der obigen, also auf etwa 14 Minuten abkürzen lassen würde, wenn man $v_1 = 13\frac{3}{4}$ Linien setzte; was dann einen Durchmesser der Heber von $61\frac{1}{2}$ Zoll erfordert.

Die Höhe $x' = x'' = 0,608H_m$ der beiden Schwimmertheile und die Tiefe Z' des Brunnens unter dem Boden des obern Beckens sind, wie man sieht, ein wenig kleiner als in dem Fall (§. 93.) gleich großer Becken; aber dieser Gewinn wird gewissermaafsen wieder durch die nöthige Vergrößerung der Heberdurchmesser und besonders der Grundfläche des Schwimmers aufgewogen.

Schleusen mit drei Becken und einem Sparbecken.

97. Diese Einrichtung liefse sich mit jeder der vorigen verbinden; was dann eine Menge verschiedener Anordnungen geben würde. Wir wollen nur den Fall betrachten, wo die drei Schleusenkammern und das Sparbecken gleich groß sind, so dafs $A' = A'' = A''' = A$ ist. Verfährt man dann wie in (§. 77. und 80.), wo $B' = B'' = B''' = B$, $\delta = 0$ etc. gesetzt wurde, so findet man durch die Gleichungen und Ausdrücke von (§. 66. 67. und 71.)

200. $B = (\sqrt{3} - 1)A = 0,732A$, $k = k_1 = k' = 1$, $\frac{1}{i_1} = 3 + 2\sqrt{3} = 6,466$, was zunächst näherungsweise, vermöge (§. 17. und 68. 32. oder 73.),

$$201. \quad Q'''_1 = Q''_1 = Q_1 = (1 - \frac{1}{3}\sqrt{3}) = 0,423Av_1, \\ M = \frac{1}{2}(3 - \sqrt{3}) = 0,634. \quad y_1 = MH = 0,638H$$

giebt. Sodann erhält man durch die Formeln (§. 77. und 33.), wenn die letzten Glieder weggelassen werden,

$$202. \quad \begin{cases} x''' = x'' = x' = \frac{1}{2}(\sqrt{3}-1)H_m = 0,366H_m, & H' = H'' = 0,286H, \\ H = 0,464H, & Z = 0,366H_m - T_i \text{ etc.} \end{cases}$$

und endlich aus (§. 72.), ohne etwas wegzulassen,

$$203. \quad \begin{cases} h_1''' = -1,289 \frac{q}{A} + h_0'' + h_0'; \\ h_1'' = 1,577 \frac{q}{A} - h_0'', \\ h_1' = 1,577 \frac{q}{A} - h_0', \\ h_0''' = 1,867 \frac{q}{A} - h_0'' - h_0'. \end{cases}$$

98. Da in diesen letzten Gleichungen zwei Druckhöhen unbestimmt bleiben, wenn man den Gröfsen v'_m , v''_m , P und E'' etc. Werthe giebt, die den Bedingungsgleichungen (§. 38. 74. und 76.) genuehthun, so kann man in diesem allgemeinen Fall noch die Bedingung machen, dafs die Durchmesser der Heber *gleich* sein sollen. Setzt man ferner, um die Rechnung zu vereinfachen, $L' = L'' = L''' = 102$ F., und für die Zuleitungscanäle $L' = L'' = L''' = 51$ F., wie oben, desgleichen, dafs der Zusammenziehung der Stralen in den Mündungen der verschiedenen Canäle so viel als möglich vorgebeugt werde, was nach (§. 81.)

$$204. \quad a''' = a'' = a' = \frac{0,0231}{D'} \quad \text{und} \quad b''' = b'' = b' = 1,0822 + \frac{0,8892}{D'}$$

giebt, so folgen aus der Gleichheit der Wasser-Ergüsse Q'_1 , Q''_1 , Q'''_1 und aus der Form der Ausdrücke (47. und 49. §. 22.) die Bedingungsgleichungen

$$205. \quad h_1''' = h_1'' = h_1' \quad \text{oder} \quad h_0''' = h_0'' \quad \text{und} \quad 2h_0' - 1,289 \frac{q}{A} = 1,577 \frac{q}{A} - h_0';$$

aus welchen sich für die Berechnung der Druckhöhen unter den angenommenen Bedingungen

$$206. \quad h_1''' = h_1'' = h_1' = 0,622 \frac{q}{A}, \quad h_0''' = h_0'' = 0,955 \frac{q}{A} \quad \text{und} \quad h_0''' = -0,0466 \frac{q}{A}$$

findet.

Der negative Werth von h_0''' giebt, zufolge der obigen Bemerkungen in (§. 90.) bei dem Fall von zwei gekuppelten Becken, ebenfalls eine Auflösung der Aufgabe; hier entsteht daraus auch keine Schwierigkeit für die Standfestigkeit des Schwimmers. Setzt man also die obigen Werthe von A , q und v_1 , so findet sich aus dem hiesigen Ausdrücke und aus denen (§. 22.

und 82.), wegen $Q_1'' = Q_1' = Q_1 = 54$ C. F.,

$$207. \left\{ \begin{array}{l} h_1''' = h_1'' = h_1' = 2\frac{1}{3} \text{ Zoll}; \quad h_0'' = h_0' = 3\frac{2}{3} \text{ Zoll}; \quad h_0''' = -1 \text{ Linien}; \\ D''' = D'' = D' = 61 \text{ Zoll}; \end{array} \right.$$

welche Werthe ganz passend sind. Blofs D ist etwas grofs, läfst sich aber auf $0,84 \cdot 61 = 51$ Zoll reduciren, wenn man q doppelt so grofs annimmt, während v_1 Dasselbe bleibt; es würde $= 63$ Zoll werden, wenn man q doppelt so grofs und $v_1 = 1\frac{1}{2}$ Zoll annähme, um die Zeitdauer der Bewegung abzukürzen.

Die Höhen der Vorrichtung werden, wie aus der Vergleichung der Formeln im Anfange von (§. 95.) mit dem analogen (§. 93.) zu sehen, beträchtlich geringer; wie schon im Bericht bemerkt.

Beispiel in Zahlen.

99. Die bisherigen Anwendungen geben nur Annäherungen, um erst im Allgemeinen über den gegenseitigen Einflufs der Maafse der Vorrichtung auf einander zu urtheilen. Wir wollen nun noch ein Beispiel geben, in welchem auch Das berücksichtigt ist, worauf bis jetzt nicht geachtet wurde. Wir nehmen den Fall (§. 93.) eines zweistöckigen Schwimmers an, bestimmt, Schiffe durch drei übereinander liegende, gleich grofse Becken zu heben. Wir behalten die obigen allgemeinen Voraussetzungen bei und ziehen nun noch auch die Dicke der Wände und die bisher aufser Acht gelassenen, aber unentbehrlichen verschiedenen Spielräume in Betracht.

100. Wir fanden oben näherungsweise

$$208. \quad A = 2030 \text{ Q. F.}, \quad H_m = 25\frac{1}{2} \text{ F.}, \quad q = 0,765 A \text{ C. F.}, \quad v_1 = 1,147 \text{ Zoll.}$$

Die letztern Werthe sind äußerste Grenzen. Die Heberdurchmesser waren $D'' = D' = 49$ Zoll; wir nehmen für den äußern Durchmesser der beweglichen Scheide $49,7$ Zoll an (§. 54. und 61.). Dieses giebt näherungsweise nach (§. 93.) für den horizontalen Querschnitt des Schwimmers, nach Abzug der Fläche (§. 13.), welche an seinem Boden dem Drucke des Wassers von aufsen nicht ausgesetzt ist, und dann für das Gewicht des Wassers, welches äußerstenfalls auf den Boden des obern Stockwerks des Schwimmers drückt,

$$209. \quad \left\{ \begin{array}{l} B = 0,414 A = 841 \text{ Q. F.}, \\ \varepsilon B x_m'' \text{ oder } \varepsilon B x'' = 66 \cdot 841 \cdot 0,707 H_m = 99990 \text{ Pfd.} \end{array} \right.$$

Die gesammte, zum Durchgang der Heber und ihrer beweglichen Scheiden bestimmte Fläche ist $\frac{1}{2} \pi \cdot 49,7^2 \text{ Q. Z.} = 26,9 \text{ Q. F.}$; also ist die gesammte Grundfläche des Schwimmers $= 841 + 26,9 = 867,9 \text{ Q. F.}$ Sein Umfang ist $104,4 \text{ F.}$,

sein Halbmesser 16,6 F.; welches für den Spielraum um den Schwimmer herum, wenn man ihn 6,88 Zoll breit annimmt, 59,9 Q. F. giebt, so dafs also in (§. 13.) $\delta = 0,07$ ist.

Andrerseits vertheilt sich das Gewicht von 99990 Pfd. auf die 841 Q. F. Bodenfläche, und da die Träger von hohlem Eisen unter dem untern Boden mit wenigstens 20 000 Ctr. Kraft auf den Quadratfuß widerstehen, so wird ihr Querschnitt höchstens 0,471 Q. F. betragen müssen. Der Querschnitt der äufsern Wand des Schwimmers, welche 1,376 Linien dick anzunehmen ist, beträgt auf 104,4 F. Umfang 0,997 Q. F. Endlich beträgt die Fläche, welche innerhalb des Schwimmers die Heberscheiden einnehmen, 27,32 Q. F., also 0,42 Q. F. mehr als aufserhalb. Daraus folgt, dafs B nun

$$210. \quad 0,471 + 0,997 + 0,42 = 1,888 \text{ Q. F. oder um } \frac{1}{4\frac{1}{8}} \text{ kleiner ist als } B_1.$$

Die andere Fläche B'' würde von B' um 0,471 Q. F. und um die 26,9 Q. F. Fläche der beweglichen Scheide des untern Schwimmertheils verschieden sein, wenn nicht nach (§. 41.) in dem andern Schwimmertheil zur Ausgleichung eine leere Röhre angebracht wäre, die gerade auf die Mündung des untern Hebers zutreffen mufs.

101. Zufolge dieser verschiedenen Annahmen setze man nun in die Grundgleichung (31. §. 15.)

$$211. \quad B'' = B' = 0,998 B, \quad A'' = A' = A, \quad A = A + \delta B = A + 0,07 B,$$

welches vermöge der Gleichung, wie folgt, ganz durch Zahlen,

$$212. \quad \frac{2A}{B + 1,00A} = \frac{A + 0,07B}{A + 0,07B}, \text{ also } \frac{B}{A} = 0,119 \text{ und dann } B' = 0,418 A$$

giebt; statt 0,414 A in (§. 93.), indem hier A statt A , also = 2030 Q. F. gesetzt werden mufs; was das Resultat einer zweiten Näherungsrechnung nur unmerklich ändert.

Die Formeln (34. 35. 40. 53. 54. und 67. 68. 69. §. 15. 17. 25. und 29.) geben jetzt

$$213. \quad k_1 = k = 1, \quad i = 0,204, \quad Q_1'' = Q_1' = 0,295 A v_1, \quad h_1'' = h_1',$$

$$h_0'' = h_1' = 1,69 \frac{q}{A} = h_0'.$$

Zufolge der obigen Werthe (208.) von A' , v_1 und q und der Bedingung der Gleichheit der Heberdurchmesser findet sich weiter nach (§. 28.)

$$214. \quad \left\{ \begin{array}{l} Q_1'' = Q_1' = 57,25 \text{ C. F.}, \quad h_0'' = h_1'' = h_1' = h_0' = 0,845 \frac{q}{A} = 6,46 \text{ Zoll}, \\ u_1 = 0,69 \frac{q}{A} = 5,35 \text{ Zoll}, \quad u_1'' = u_1' = \frac{q}{A} = 7,65 \text{ Zoll}. \end{array} \right.$$

Alles dieses ist so wenig von den Ergebnissen (§. 94.) verschieden, dafs es fast unnöthig ist, einen zweiten Näherungswerth für die Heberdurchmesser zu suchen.

102. Setzt man die Werthe von $A = 1,07 A$ von B, B'', q, h_0 etc. in die Ausdrücke von (§. 30. etc.), so findet sich

$$215. \begin{cases} M = 1,003, N = 1,71 \text{ F.}, \gamma_1 = 1,003(H - 1,71 \text{ F.}) = 1,003H - 1,72 \text{ F.}, \\ H = 0,408H - 0,255 \text{ F.}, H'' = H' = 0,297H - 0,127 \text{ F.}, \\ x''_m = x'_m = 0,707H_m - 1,211 \text{ F.} = 16,823 \text{ F.}, \gamma_m = 23,86 \text{ F.} \end{cases}$$

Ferner findet sich in (§. 38. und 40.)

$$216. \begin{cases} x' = 16,823 \text{ F.} + E'_m + \nu'_m + e'', & x'' = 16,823 \text{ F.} + E'' + \nu''_m, \\ \nu'_m = H_m - \gamma_m - \text{etc.} = 0,988 \text{ F.} - E'' - e'', \\ h'_0 \text{ oder } 0,54 \text{ F.} = \frac{P}{83800} + 0,998 E'' - e', \end{cases}$$

wenn man in der letzten Gleichung die Glieder mit dem sehr kleinen Factor $B - B'$ wegläfst.

103. Gemäfs dem näherungsweise Werth der Höhe des Schwimmers $x' + x'' = 33,646 \text{ F.}$ (216.) kann man für das Gewicht desselben etwa 34150 Pfd. annehmen. Um dieses Gewicht in die Gleichung für das hydrostatische Gleichgewicht statt P setzen zu können, müfste, wenn man $E'' = 1,91$ Zoll annimmt (§. 42.), die reducirte Dicke e'' des innern Bodens des Schwimmers gerade $= 2,752$ Zoll sein; was nicht anzunehmen ist, ungeachtet der Träger dieses Bodens, falls man sie nicht aus leichtem Holz sehr dick machen und den ganzen Boden mit Holz belegen wollte.

Setzt man so die mittlere oder reducirte Dicke des Bodens e' blofs 1,52 Zoll, so findet sich aus der erwähnten Gleichung $P = 28457$ Pfd., also um 5693 Pfd. geringer, als das wirkliche Gewicht des Schwimmers; welche 5693 Pfd. ist, folglich durch Gegengewichte getragen werden müssen; was hier leicht ist. Sollte das Übergewicht fast dem ganzen Gewicht des Schwimmers gleich sein, was der Fall sein würde, wenn die anfängliche Druckhöhe h_0 nach (§. 90.) fast Null wäre, so müfste gleichwohl der Bedingung des Gleichgewichts durch Gegengewichte genügt werden, welche man dann dadurch vermindern würde, dafs man noch mehr die anfängliche Wasserschicht E'' verringert und dafs man, wie vorhin bemerkt, den Zwischenboden des Schwimmers ganz mit Bohlen bekleidet, worauf die Dicke e' dieses Bodens $= 3$ bis 4 Zoll gesetzt werden kann.

104. Setzt man jetzt, um die Berechnung der Höhe des Schwimmers zu vollenden, die Werthe von $E'_m = 3,82$ Zoll, $E'' = 1,91$ Zoll, $e'' = e' = 1,53$ Zoll, $v''_m = 1,15$ Zoll, so findet sich nach (§. 102.)

217. $v'_m = 0,841$ Zoll, $x' = 17,97$ F., $x'' = 17,08$ F. $x' + x'' = 35,05$ F.

Setzt man endlich, um die Lage der verschiedenen Böden zu bestimmen,

218. $v_m = 7,65$ Zoll, $C = 24,21$ F., $T_i = 4,142$ F., $T'_m = T''_m = 5,416$ F.

wie es der Voraussetzung $H_m = 25\frac{1}{2}$ (208.) angemessen ist, so geben die Formeln (§. 48. 49. 57. und 63.)

$$219. \left\{ \begin{array}{l} C = 9,61 \text{ F.}, C'' = C' = 7,10 \text{ F.}, Z' \text{ oder } Z'' = 14,24 \text{ F.}, Z = 21,25 \text{ F.}, \\ \quad \quad \quad Z'' = 30,91 \text{ F.}, Z' = 37,94 \text{ F.}, \\ \lambda' = 17,27 \text{ F.}, \lambda'' = 7,35, \rho' = 9,24 \text{ F.}, \rho'' = 12,93 \text{ F.}, \rho'' = 13,25 \text{ F.}, \\ \quad \quad \quad \rho'' = 5,48 \text{ F.} \end{array} \right.$$

Die letzten dieser Werthe sind nach (§. 55. und 62.) die Maafse der Scheiden und lothrechten Arme der Heber, welche das Wasser in die verschiedenen Stockwerke des Schwimmers leiten. Die Maafse von ρ' und ρ'' zeigen, dafs die Gipfel der Heber-Arme lange nicht die abgerundeten Theile ihrer Scheiden erreichen (was in (§. 59.) zu fürchten war), so dafs sich recht gut der Werth von ∂_m auch vergrößern und folglich der feste Theil des Hebers unterhalb auch auf Kosten seiner beweglichen Scheide λ' verlängern läfst.

Wir führen diese Rechnungen, die wir nur auf Begehren hergesetzt haben, nicht weiter fort. Es bleibe Denen, welche eine solche Vorrichtung zu bauen haben, überlassen, die Maafse der verschiedenen Theile derselben nach den Umständen angemessen weiter zu ermitteln.

Zusammenstellung der Ergebnisse, und allgemeine Folgerungen.

105. Wir glauben zum Schlufs etwas Nützliches zu thun, wenn wir hier eine Art von Tafel der voraus berechneten Hauptmaafse der Vorrichtung für die verschiedenen oben gedachten Fälle hersetzen, aus welcher sich die Ergebnisse übersehen lassen werden und in vorkommenden Fällen die Wahl der Anordnung entschieden werden kann.

Wasserbecken.	Maafse des Schwimmers.		Höhe der einzelnen Stockwerke des Schwimmers			Theilweise Gefälle		
	Fläche B =	Höhe $x'+x''$ =	x =	x' =	x'' =	H =	H' =	H'' =
Erster Fall. Einfache Schleusenkammer und $A' = A'' = \infty$.	1,000A	2,000H _m	. . . .	1,000H _m	1,000H _m	1,000H	. . .	. . .
Zweiter Fall. Zwei Schleusenkammern und $A' = \infty, A'' = \infty$.	0,618A	1,618H _m	. . . .	1,000H _m	0,618H _m	0,618H	. . .	0,382H
Dritter Fall. Drei Schleusenkammern und $A' = A'' = A$.	0,414A	1,414H _m	. . . .	0,707H _m	0,707H _m	0,414H	0,293H	0,293H
Vierter Fall. Drei Schleusenkammern und ein Hafenbecken und $A' = A'' = \frac{1}{3}A$.	0,646A	1,216H _m	. . . .	0,608H _m	0,608H _m	0,215H	0,392H	0,392H
Fünfter Fall. Drei Schleusenkammern und ein Sparbecken und $A' = A'' = A''' = A$.	0,732A	1,098H _m	0,366H _m	0,366H _m	0,366H _m	0,464H	0,268H	0,268H
Numero	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.

Tiefe des innens unter em untern Wasser.	Gesamter Wasser- Aufwand q , in Cub. F.	Geschwindigkeit der Bewegung des Schwimmers in Linien auf die Secunde.	Gleiche Durch- messer der Heber, für A' oder $A = 2030$ Q. F., in Zoll.	Ganzes Gefälle H in Fulsen.	Zeitdauer der Bewegung in Secunden.	Ersparung	
						an Wasser. pro cent.	an Zeit. pro cent.
,000 H_m	0,6372 A	2,294	48,56	6,37	400	90	0
	0,6372 A	4,588	67,28	12,74	400	95	20
	1,2745 A	4,588	56,21	12,74	400	90	20
,000 H_m	0,3186 A	4,588	50,47	15,93	1000	96	0
	0,3186 A	9,176	71,45	15,93	500	96	50
	0,6372 A	13,764	73,41	15,93	333	92	67
,707 H_r	0,3186 A	9,176	47,79	25,49	1200	92	20
	0,6372 A	9,176	40,15	25,49	1200	85	20
	0,6372 A	13,764	48,94	25,49	800	85	47
608 H_m	0,3186 A'	9,176	60,41	25,49	1200	94	20
	0,6372 A'	9,176	50,94	25,49	1200	88	20
	0,6372 A'	13,764	62,32	25,49	800	88	47
366 H_m	0,3186 A	9,176	60,45	31,86	950	94	37
	0,6372 A	9,176	51,22	31,86	950	88	37
	0,6372 A	13,764	62,70	31,86	634	88	58
9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.

106. Es bezeichnen hier, wie man sich erinnern wird,
B den horizontalen Querschnitt des Schwimmers;
A den horizontalen Querschnitt derjenigen Schleusenkammer, mit welcher der Schwimmerbrunnen an seinem Boden in Verbindung steht;
A' und **A''** die horizontalen Querschnitte der Wasserbecken unterhalb und oberhalb **A**;
A''' den horizontalen Querschnitt des Sparbeckens;
H_m das grösste Maafs des gesammten Gefälles;
H das Gefälle in einem beliebigen Augenblick;
H', H und **H''** die partiellen Gefälle der einzelnen Wasserbecken **A', A** und **A''**.

Nach dieser Erinnerung werden die Angaben der Tafel deutlich sein. Blofs die Spalten No. 10. 15. und 16. erfordern vielleicht noch einige Erläuterung, damit man die eingeschriebenen Zahlen nicht unrichtig deuten möge. Diese Zahlen drücken einerseits die nöthige Zeit zum Durchschleusen und zum Anfüllen des Schwimmers aus, andererseits den Wasser-Aufwand für eine Bewegung des Schwimmers, die ihn wieder in die vorige Lage bringt und zum Durchschleusen einzelner Schiffe nöthig ist, ohne die erste Bewegung des Schwimmers benutzen zu können.

Die Spalten 15. und 16. insbesondere geben die Ersparung gegen eine *gewöhnliche* Durchschleusung *ohne* die *Girardsche* Vorrichtung an; mit der Annahme, dafs zu dieser *eine ganze* Schleusenkammer voll Wasser gehört, wenn die Schleuse nur *eine* Kammer hat, eine *halbe* Kammer voll (für das *ganze* Gefälle berechnet), wenn sie *zwei* Kammern hat, und ein *Drittheil* einer Kammer voll (für das *ganze* Gefälle genommen), wenn sie *drei* Kammern hat. In allen drei Fällen ist die ganze Zeitdauer zum Durchgange der Schiffe der Zahl der Schleusenfälle proportional genommen.

107. Die Zahlen der Spalten 15. und 16. sind übrigens nur näherungsweise richtig; sie können sich mit der Einrichtung und der Handhabung der Vorrichtung ändern. Die Ersparung, welche sie ausdrücken, ist in dem Fall gekuppelter Schleusen gröfser, wenn mehrere Schiffe nach einander durchzuschleusen sind; denn der Wasser-Aufwand reicht dann je für zwei Schiffe hin; was bei den gewöhnlichen Schleusen keinesweges der Fall ist [?]. Noch gröfser ist der Gewinn bei drei Schleusenkammern, und besonders in dem Fall, wenn die einander entgegenkommenden Schiffe in der mittleren Kammer sich begegnen.

Diese Vorzüge des *Girardschen* Systems nehmen den gewöhnlichen gekuppelten Schleusen ihre wesentlichen Übelstände, wegen deren man sie öfters zu vermeiden sucht, ungeachtet der Erleichterungen, die sie beim Übersteigen von Wasserscheiden zu gewähren geeignet sind, indem man durch sie die sonst vielleicht nöthigen Stollen für den Canal erspart und die Hindernisse, welche bei einfachen Schleusen mit geringem Gefälle häufig und zerstreut sind, mehr auf einen Punct vereinigt. Es ist mit Canälen, wie mit Eisenbahnen: wo man einzusehen anfängt, daß es vortheilhaft sei, unvermeidliche Abhänge *auf einmal* zu übersteigen.

108. Die schwächste Quelle, der kleinste Teich oben auf der Wasserscheide wird hinreichen, um eine Schleuse von mehreren Kammern mit *Girard*-schem Schwimmer zu speisen. Unterhalb, wo das Wasser weniger fehlt, selbst für einen lebhaften Verkehr auf dem Canal, kann man starke Gefälle noch zu andern Zwecken benutzen. Endlich läßt sich, wie in dem Bericht bemerkt, durch den *Girardschen* Schwimmer ein Theil des jetzigen Wasserbedarfs der Schleusen, der jetzt ohne Nutzen verloren geht und dessen unrichtige Anwendung eine Haupt-Ursach des Ruins der Schleusen ist, zum Nutzen des Ackerbaus ersparen.

Diese verschiedenen Umstände begründen die Hoffnung, daß die Regierung und die einzelnen Verwaltungen die Benutzung dieser Vorrichtung, nachdem sie darauf aufmerksam geworden sind, ernstlich berücksichtigen werden.

Nachschrift. Wir hatten die Absicht, auf den vorstehenden Aufsatz noch die Untersuchungen folgen zu lassen, die wir über die *Veränderlichkeit* der Bewegung der Vorrichtung und über die Schätzung der Widerstände und desjenigen Verlustes an lebendiger Kraft angestellt haben, welchen die Trägheit der von dem Schwimmer in Bewegung zu setzenden Wassermasse verursacht; welche Berücksichtigung wir hier oben übergangen haben, um die Ausdrücke nicht allzu verwickelt zu machen. Die Ausdehnung, welche schon das Vorstehende bekommen hat, so wie Mangel an Zeit, bewegen uns indessen, die Mittheilung dieser mehr wissenschaftlichen als practischen Untersuchungen aufzuschieben.

Wir nehmen noch die Gelegenheit wahr, um Herrn *Yvon Villarceau*, vormals Schüler der Centralschule für Gewerbe und Fabriken, der sich schon durch nützliche und interessante, in No. 1. 2. 6. und 9. der „Revue générale de l'Architecture et des travaux publics“ vom Jahre 1844 aufgenommene Untersuchungen über die Theorie der Gewölbe bekannt gemacht hat, für die

Gefälligkeit und den Eifer öffentlich unsern Dank zu sagen, mit welchem er, ganz uneigennützig, die Correcturen des Drucks dieser Abhandlung und die Prüfung der Zahlen und Buchstabenrechnungen in derselben übernommen und ausgeführt hat.

Einige Bemerkungen des Herausgebers des Baujournals.

Der Herr Verfasser hat schon in dem Bericht an die Pariser Akademie verschiedener Erinnerungen gegen die practische Ausführbarkeit der *Girardschen* Vorrichtung gedacht, und Mittel angegeben, die Bedenken zu heben. Wir wollen Beidem noch Einiges hinzufügen.

1. Der Schwimmer wird in sehr vielen Fällen eine sehr ansehnliche *Größe* bekommen. Für eine Schleusenammer von 2030 Q. F. Fläche, also von etwa 100 F. lang und 20 F. breit, wie sie im Text angenommen wird, und die noch nicht zu den größten gehört, muß der Schwimmer, wenn man ihm auch nur 8 Zoll Spielraum an den Brunnenwänden giebt, schon etwa 53 F. im Durchmesser bekommen und, wenn z. B. das Schleusengefälle 10 F. hoch ist, über 20 F. hoch sein. Rechnet man, wie im Text, etwa 500 Ctr. für das Gewicht des leeren Schwimmers, so wird er, mit Wasser gefüllt, an 27 000 Ctr. wiegen. Dafs selbst noch ein so großes und schweres Gebäude mit einer Wandbekleidung aus *Blech* sich dauerhaft und wasserdicht bauen lassen werde, ist nicht zu bezweifeln, denn man macht ja noch viel größere *Schiffe* aus zusammengenieteten Blechen, welche den Stößen der Meereswellen von aufsen und der Wirkung mächtiger Dampfmaschinen von innen widerstehen, während hier der Schwimmer in fast stillem Wasser sich befindet. Aber großer Gefahr scheint doch der Schwimmer ausgesetzt zu sein, wenn er mit seinem ungeheuren Gewicht auf irgend eine Weise in Bewegung gerathen und an die Brunnenwände *anstossen* sollte; was in der That wohl geschehen könnte. Denn durch Flutungen in der Schleusenammer kann das Wasser im Brunnen, und mit ihm der Schwimmer, in Schwankungen gerathen; und noch eher können ihn starke *Stürme* dazu bringen: nicht dafs sie den Schwimmer selbst unmittelbar in Bewegung setzten, aber sie können das Wasser in dem obern offenen Stockwerk nach einer Seite treiben, und dann muß der Schwimmer nothwendig bedeutend schwanken; wovon ihn auch wohl die Gegengewichte nicht zurück halten dürften. Geschieht aber das, so kann er auch gegen die Brunnenwände anstoßen. Die Gefahr von starken *Stürmen* ist die

bedeutendste; die andere ist nur gering; aber diese gröfsere Gefahr dürfte sich auch, wie es scheint, leicht abwenden lassen. Statt nemlich den Schwimmer oben *offen* zu lassen, gebe man ihm eine dünne, durchlöchernte blecherne Decke: so können Luftströme nicht mehr auf die Oberfläche des Wassers wirken und nunmehr, wenigstens nicht mehr durch das *Wasser*, den Schwimmer in Bewegung bringen.

2. Aber immer wird es noch nöthig sein, den Schwimmer zu hindern, dafs er sich anders als lothrecht, und dies möglichst geradlinig, auf- und abbewege.

Dafs man ihn nicht mit Rollen an Leitstangen auf- und absteigen lassen dürfe, ist wohl klar. Will man eine so ungeheuer schwere Masse möglichst strenge in ihrer Bahn erhalten, so scheint es könne und dürfe es nur durch Leitungen geschehen, die auf irgend eine Weise *elastisch* und auf *diese* Weise besser jedem *Stofs* gewachsen sind, und deren Widerstand stetig mit dem Drucke zunimmt. Vielleicht also wäre folgendes Mittel anwendbar. Man lasse den Schwimmer mit röhrenförmigen, eisernen, inwendig geglätteten, an den Mündungen ausgerundeten, gleichmäfsig auf seinen Umfang vertheilten *Hülsen*, so lang als der Schwimmer hoch ist, sehr starke, in lothrechter Richtung ausgespannte *Seile*, 8, 10 bis 12 an der Zahl, umfassen; die also durch die Hülsen hindurchgehen und deren untere Enden dann auf dem Boden des *Brunnons*, die obern an der Brunnenmauer befestigt sind. Die Brunnenmauer würde zu dem Ende bis über den höchsten Stand der Oberfläche des Schwimmers zu erhöhen sein; was zugleich auch noch den Schwimmer gegen die Wirkung von Stürmen vollends schützen würde. Dafs die Seile, wenn sie nur hinreichend stark sind, etwa 2 Zoll im Durchmesser, kräftig genug sein werden, den Schwimmer in seiner Bahn zu erhalten, wird man nicht bezweifeln können, wenn man sich erinnert, welcher ungemein viel stärkern Gewalt Ankertaue grofser Schiffe ausgesetzt sind, und wirklich widerstehen. Auch könnte man, wenn man fürchtet, die Seile würden nicht sehr dauerhaft sein, *Ketten* statt der Seile nehmen; eben wie man Ankerketten statt der Ankerseile hat. Es kommt nur darauf an, dafs die Seile, oder Ketten, oben und unten stark genug *befestigt* werden; was aber jedenfalls möglich ist.

3. Ungeachtet der Leitung des Schwimmers durch Seile oder Ketten, und ungeachtet der von Herrn *Poncelet* vorgeschlagenen Gegengewichte, die immer an sich nöthig sind, um den Schwimmer nöthigenfalls zu *heben*, scheint es aber doch noch gut, den Spielraum zwischen dem Schwimmer und der

Brunnenmauer etwas gröfser als 8 Zoll, etwa wenigstens 2 Fufs breit zu machen. Der Schwimmer mufs dann freilich *noch* etwas gröfser sein; auch geht dann etwas mehr Wasser verloren; jedoch ist der Unterschied nicht bedeutend. In dem obigen Beispiele einer Schleusenammer von 2030 Q. F. Grundfläche mufs der Schwimmer, wenn man ihm 2 F. statt 8 Zoll Spielraum giebt, etwa 55 F. statt 53 F. im Durchmesser bekommen, und während bei 8 Zoll Spielraum und 2 Zoll Druckhöhe für den Ein- und Ausflufs des Wassers in den Schwimmer und aus dem Schwimmer, zuletzt statt einer ganzen Schleusenammer voll Wasser bei den gewöhnlichen Schleusen ohne Schwimmer, hier eine Schicht von 8,5 Zoll hoch Wasser verloren geht, beträgt der Verlust bei 2 F. Spielraum eine Schicht von 9,3 Zoll hoch Wasser von der Grundfläche der Schleusenammer; welcher Unterschied wenig bedeutet.

4. Eine ganz besondere Schwierigkeit scheinen mir auch die zur Verbindung des Schwimmers mit dem obern und untern Wasser bestimmten *umgekehrten Heber* zu machen. Auch ihretwegen ist es wohl unumgänglich nöthig, dafs der Schwimmer bei seiner Bewegung nicht schwänke, und nicht aus seiner lothrechten Bahn komme. Starke Abweichungen von der Bahn könnten leicht die Leitungsröhren aus den Hebern *zerbrechen*; und auch selbst, wenn nur geringe Schwankungen Statt finden, ist kaum einzusehen, wie die Verliederung der Röhren *wasserdicht* bleiben könne; was doch unumgänglich nöthig ist. Unter diesen Umständen scheint es mir doch fast rathsamer, den Schwimmer mit dem obern und untern Wasser nicht durch umgekehrte, *nach unten* gebogene Heber, sondern, ungefähr nach der frühern Idee des Herrn *Girard*, durch *eigentlich* sogenannte, *nach oben* gebogene Heber in Verbindung zu setzen, die dann an *den Schwimmer* befestigt werden und mit ihm zugleich sich hinauf und hinunter bewegen. Damit sie nicht Luft schöpfen und ihre Wirkung dadurch unterbrochen werde, müfsten natürlich ihre Enden *niemals* aus dem Wasser hervortreten und also die Enden am Schwimmer in etwas unter seine Böden hinunterreichende röhrenförmige Vertiefungen eintauchen, welche *stets* voll Wasser bleiben. Die andern Enden lasse man *nicht* frei in das obere und untere Wasser tauchen, sondern ebenfalls in röhrenförmige, in diesen Wassern stehende geschlossene Vertiefungen, zwischen welchen und den Heber-Enden der nöthige Spielraum bleibt. Diese Vertiefungen im Canalwasser sind es dann, nicht die Heber selbst, zu welchen dem Wasser der Zutritt durch Ventile geöffnet und verschlossen wird; wovon die Einzelheiten der Anordnung nicht schwierig sind. Die Heber könnten dann aus leicht-

tem Blech gemacht werden, und für den Fall, daß dennoch einmal Luft eindringt, müßten sie an ihren Gipfeln kleine Luftpumpen haben, durch welche die Luft, welche sich immer an den höchsten Puncten sammeln wird, entfernt werden könnte. Freilich würden dann nicht bloß zwei Heber genügen, wie wenn sie nach unten gebogen sind, weil man nicht gut 5 bis 6 F. im Durchmesser haltende Röhren, die dem Texte zufolge nöthig sind, aus Blech machen kann: es hindert aber gerade nichts, statt zweier, auch 10 bis 12 Heberöhren zu machen, die dann jede nur etwa 2 F. im Durchmesser bekommen; was aus Blech ausführbar ist. Man könnte auch je die halbe Zahl dieser Röhren, an den beiden Seiten des Schwimmers, dicht neben einander stellen, ja selbst mit einander sie verbinden und ihnen dann *quadratische* Querschnitte geben.

5. Ganz nothwendig ist es, daß die Stemthore der Schleuse *sehr dicht* schließeln; denn nicht allein, daß, wenn es nicht der Fall ist, ein neuer Wasserverlust entsteht, würde auch, falls etwa durch das eine Thor mehr Wasser dringt, als durch das andere, die Bewegung des Schwimmers wesentlich verändert werden, und es kann, wenn z. B. das obere Thor der Schleusenkammer mehr Wasser zuführt, als durch das andere abzieht, der Schwimmer bei seiner Hinabbewegung zum Stillstand kommen, oder, wenn das Umgekehrte geschieht, seine Bewegung zu sehr beschleunigt werden.

6. *Welche* Druckhöhe endlich zu der Verbindung des Wassers im Canal mit dem im Schwimmer nöthig sein werde, kann wohl allein erst die Erfahrung, nicht an einem Modell, sondern im Großen, ergeben. Daß 2 Zoll Druckhöhe hinreichend sein werden, dürfte zweifelhaft sein.

7. Wenn aber nun auch die Einrichtung, welche dem Schwimmer zu geben ist, im Voraus als völlig ins Reine gebracht betrachtet wird, so bleibt doch noch rücksichtlich seiner Anwendung auf die *Canalschiffahrt* die Hauptfrage übrig, ob, unter welchen Umständen, und wieviel etwa durch denselben in den Fällen, wo es an Wasser zum Durchschleusen der Schiffe fehlt, gegen die Kosten des alsdann ohne den Schwimmer nur allein übrig bleibenden Mittels, das herabgeflossene Wasser durch Dampfmaschinen bei den Schleusen von unten nach oben zu heben, zu ersparen sein dürfte.

Freilich werden die Kosten des einen und des andern Mittels gar sehr von den örtlichen Umständen abhängen, und für die gleiche Wirkung gar sehr verschieden sein. *Ungefähr* aber dürften sie sich doch wohl wie folgt schätzen lassen; besonders da es nicht auf die Höhe selbst der Kosten des einen und des andern Mittels ankommt, sondern nur auf eine *Vergleichung*;

weshalb denn auch *beliebige* örtliche Preise angenommen werden können. Wir nehmen diejenigen von Berlin an.

8. Die Anlagekosten von Dampfmaschinen steigen nicht in geradem Verhältniß mit der Kraft der Maschine, sondern stärkere Maschinen sind *verhältnißmäßig* wohlfeiler, als schwächere. Setzt man die Kosten einer Dampfmaschine von 1 Pferdekraft = K , so werden diejenigen einer Maschine von n Pferdekraften so ziemlich näherungsweise durch $n^{\frac{2}{3}}K$ ausgedrückt, wo $K = 1000$ Thlr. zu setzen ist. Dieser Ausdruck giebt nemlich z. B. für die Kosten einer Maschine von 8 Pferden Kraft $8^{\frac{2}{3}} \cdot 1000 = 4000$ Thlr., für 27 Pferdekraft $27^{\frac{2}{3}} \cdot 1000 = 9000$ Thlr., für 125 Pferdekraft $125^{\frac{2}{3}} \cdot 1000 = 25\,000$ Thlr.; was so ziemlich der Wirklichkeit gemäß ist. Für Maschinen von 1, 2, 3 Pferdekraften paßt der Ausdruck zwar weniger gut, aber so schwache Maschinen werden auch nicht leicht vorkommen.

Mit den Kosten der nöthigen Pumpen und Röhrenleitungen, so wie der Maschinengebäude, wird es sich ähnlich verhalten. Auch sie werden nicht in geradem Verhältniß mit der Kraft der Maschinen, sondern *weniger* zunehmen. Man wird sich vielleicht nicht zu weit von der Wahrheit entfernen, wenn man auch dafür den Ausdruck $n^{\frac{2}{3}}K$ beibehält und dann sogleich *alles* Nöthige dadurch umfaßt, daß man für K etwa die Hälfte mehr, also $K = 1500$ Thlr. setzt.

Auch der Bedarf an Feuerung, Talg, Öl und Schmier nimmt bei Dampfmaschinen nicht in geradem Verhältniß der Kraft der Maschine, sondern ebenfalls nur in einem *ähnlichen* Verhältniß zu. Setzt man die Kosten dieses Bedarfs auf den Tag, und wenn die Maschinen ununterbrochen Tag und Nacht arbeiten sollen, wie es immer am besten ist, = $k = 2\frac{1}{2}$ Thlr. für eine Maschine von 1 Pferdekraft, so drückt so ziemlich $n^{\frac{2}{3}}k$ die Kosten für stärkere Maschinen aus. Der Ausdruck giebt nemlich für Maschinen von 8 Pferdekraften $8^{\frac{2}{3}} \cdot 2\frac{1}{2}$ Thlr. = 10 Thlr. (also für die Pferdekraft 1 Thlr. $7\frac{1}{2}$ Sgr.), für Maschinen von 27 Pferdekraften $27^{\frac{2}{3}} \cdot 2\frac{1}{2}$ Thlr. = $22\frac{1}{2}$ Thlr. (also für die Pferdekraft 25 Sgr.), für Maschinen von 64 Pferdekraften $64^{\frac{2}{3}} \cdot 2\frac{1}{2}$ Thlr. = 40 Thlr. (also für die Pferdekraft 19 Sgr.) u. s. w.; was wieder so ziemlich der Wirklichkeit gemäß ist.

Die Bedienung der Maschinen wird der Schleusenwärter allein wohl niemals besorgen, sondern dabei nur Hülfe leisten können; jedenfalls wird, wenn auch vielleicht nicht bei jeder Schleuse ein eigener Maschinist, so doch wenigstens, auch bei der kleinsten Maschine, ein Heizer, und dann vielleicht für mehrere Schleusen noch ein Maschinist nöthig sein. Größere Maschinen werden

einen eignen Maschinisten mit einem oder mehreren Gehülfen nöthig haben. Auch hiervon steigen aber die Kosten wieder nicht im geraden Verhältniß der Kraft der Maschinen, sondern schwächer; und auch hier wird man nicht zu weit fehlen, wenn man die Kosten in $n^3 k$ unter k mitbegreift. Setzt man für 1 Pferdekraft jährlich 100 Thlr. an, so beträgt dies, angenommen, daß die Canalschiffahrt 250 Tage im Jahr dauert, also die Maschinen jährlich 250 Tage lang zu bedienen sind, auf den Tag 12 Sgr. Dieses macht den 5ten Theil des Obigen aus, also für Maschinen von resp. 8, 27 und 64 Pferdekraften 1 Thlr. 18 Sgr., 3 Thlr. 18 Sgr. und 6 Thlr. 12 Sgr. täglich auf 250 Tage lang im Jahr, und jährlich resp. 390, 890 und 1600 Thlr. jährlich; welche Zahlen, wenigstens für Maschinen von *mittlerer* Kraft, nicht unpassend sein dürften; so daß also nun oben für k , statt 2 Thlr. 15 Sgr., 2 Thlr. 27 Sgr. zu setzen sind.

9. Dieses vorausgeschickt, sei die Höhe des Schleusengefälles = h F. und der horizontale Querschnitt der Schleusenammer = A Q. F.: so sind für jede Durchschleusung mhA C. F. Wasser h F. hoch zu heben, wenn m derjenige Theil von der Schleusenammer voll Wasser ist, der *ohne* Schwimmer *mehr* abwärts fließt, als *mit* Schwimmer.

Eine Pferdekraft hebt, 8 Stunden lang täglich, 110 Pfd. oder $1\frac{1}{2}$ C. F. Wasser in der Secunde $3\frac{1}{3}$ F. hoch, also $3\frac{1}{3} \cdot 1\frac{1}{2} = 5\frac{1}{3}$ C. F. Wasser 1 F. hoch und folglich täglich $8 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 5\frac{1}{3} = 160\,000$ C. F. Wasser 1 F. hoch. Diese Wirkung, welche durch p bezeichnet werden mag, würde die einer Dampfpferdekraft sein.

Demnach würden, um die mhA C. F. Wasser h F. hoch zu heben, zu *einer* Durchschleusung täglich $\frac{mh^2A}{p}$ Pferdekraften nöthig sein. Aber da die Pumpen nur etwa 70 pr. c. Nutz-Effect haben, so muß man noch mit $\frac{10}{7}$ multipliciren. Es ergibt sich daraus, wenn die Zahl der im Durchschnitt täglich nöthigen Durchschleusungen μ ist, für die Zahl der Pferdekraften, welche die Maschine haben muß:

$$1. \quad n = \frac{10m\mu h^2 A}{7p}.$$

10. Dies giebt weiter nach (§. 8.) für die Anlagekosten der Maschine, welche durch M bezeichnet werden mögen,

$$2. \quad M = n^2 K \text{ Thlr.}, \text{ wo } K = 1500 \text{ Thlr. ist,}$$

und für die Bedienung und Heizung etc. der Maschine, welche = N sein

mag, auf 250 Tage jährlich,

$$3. \quad N = 250n^{\frac{2}{3}}k \text{ Thlr.}, \text{ wo } k = 2 \text{ Thlr. } 27 \text{ Sgr. ist.}$$

Der Zinsfuß, mit Einschluss eines Überschusses, welcher hinreicht, um das Anlagecapital in etwa 40 Jahren durch Zins von Zins wieder einzubringen, sei λ , wo man $\frac{1}{2}\%$ oder 5 pro cent für λ setzen kann. Für die Kosten der Erhaltung der Maschinen kann man jährlich $\nu = 8$ pr. c. das Anlagecapitals setzen. Dies giebt für die gesammten jährlichen Kosten, für den Fall *ohne* Schwimmer:

$$4. \quad (\lambda + \nu)M + N = n^{\frac{2}{3}}[(\lambda + \nu)K + 250k];$$

welche Kosten nun mit den jährlichen Kosten des Schwimmers, nemlich mit den Kosten der Verzinsung und Amortisation seiner Anlagekosten, unter Hinzurechnung seiner Erhaltungskosten, zu vergleichen sind.

11. Wir wollen als Beispiel eine Schleuse von $h = 8$ F. Gefälle und mit einer Kammer von $A = 2000$ Q. F. horizontalen Querschnitt annehmen, und es sollen während der 250 Tage im Jahr, welche sie durchfahren wird, 2500, also täglich im Durchschnitt $\mu = 10$ Kammern voll Wasser nöthig sein. Der Schwimmer erspare, der obigen Abhandlung gemäfs, $m = \frac{9}{10}$ dieses Wassers. Dann giebt (1.) für diesen Fall:

$$5. \quad n = \frac{10 \cdot \frac{9}{10} \cdot 10 \cdot 8^2 \cdot 2000}{7 \cdot 160000} = 10\frac{2}{7};$$

also wäre hier eine Maschine von 10 bis 11 Pferdekraften nöthig. Dieses giebt weiter nach (2.) und (3.)

$$6. \quad M = 10^{\frac{2}{3}} \cdot 1500 = 4,69 \cdot 1500 = 7035 \text{ Thlr.}$$

$$7. \quad N = 10^{\frac{2}{3}} \cdot 2 \text{ Thlr. } 27 \text{ Sgr.} = 3400 \text{ Thlr.},$$

und nach (4.) für die gesammten *jährlichen* Kosten:

$$8. \quad (0,05 + 0,08)7035 + 3400 = 4314 \text{ Thlr.}$$

Rechnet man diesem gegenüber für die Anlagekosten des Schwimmers nach der obigen Abhandlung 16 000 Thlr., so giebt dies für Verzinsung und Amortisation des Anlage-Capitals, zu 5 pro cent wie oben, 800 Thlr. Hat nun der Schleusenwärter bei der Handhabung des Schwimmers *keine* Hülfe nöthig, so kommen blofs noch die Erhaltungskosten der Vorrichtung hinzu, die vielleicht 200 Thlr. jährlich betragen werden, so dafs die jährlichen Ausgaben zusammen nur auf 1000 Thlr. sich belaufen. Hier in diesem Beispiel würden also die *Anlagekosten* des Schwimmers *höher* sein als die der Maschine, nemlich 16000 Thlr. statt 7035 Thlr.: dagegen würden die *jährlichen Ausgaben* noch nicht den 4ten Theil betragen, nemlich nur 1000 Thlr. statt 4314 Thlr.

Für eine weniger lebhaftere Schifffahrt würde das Ergebnifs für den Schwimmer weniger günstig, für eine noch lebhaftere Schifffahrt, so wie für höhere Schleusengefälle, noch günstiger sein. Indessen sind allerdings die obigen Kostenschätzungen sehr unsicher, und es ist natürlich ganz nöthig, dafs man die Kosten beider Arten von Schleusen in jedem besondern Falle vorher möglichst genau berechne, ehe man sich für oder gegen den Schwimmer entscheidet. Inzwischen giebt die obige Schätzung wenigstens einigermaafsen eine Bestätigung der Wahrscheinlichkeit, dafs es möglich sei, durch den Schwimmer Ausgaben, und bedeutende Ausgaben, zu ersparen.

Die obigen zusätzlichen technischen Bemerkungen und Vorschläge haben übrigens keineswegs den Zweck, nur noch fernere Bedenken gegen die *Girardsche* Idee zu erheben. Sie gehen vielmehr ebenfalls von einem angelegentlichen Interesse für den Gegenstand aus, und von dem Wunsche, denselben bestens gefördert und die interessante Erfindung benutzt zu sehen.

Berlin, im November 1845.

3.

Des Grafen v. Pambour „Theorie der Dampfmaschinen.“

(Nach der zweiten Auflage dieses Werkes von 1844; möglichst kurz; und mit einigen
Anmerkungen des Herausgebers dieses Journals.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 8. im 3ten und No. 12. im 4ten Hefte vorigen Bandes.)

Dritter Abschnitt.

Beschreibung der verschiedenen Theile der Dampfmaschinen.

127.

Wir werden in diesem Abschnitt die *einzelnen* Theile der verschiedenen Arten von Dampfmaschinen und das übrige Zubehör derselben von dem practischen Gesichtspunct aus beschreiben, damit wir, wenn dann in den folgenden Abschnitten von den verschiedenen Arten der Maschinen selbst die Rede sein wird, nur auf die hier folgende Beschreibung ihrer einzelnen Theile verweisen können, ohne sie dort erst einschalten zu müssen. Da indessen das gegenwärtige Werk mehr die Wirkung der Maschinen als ihre Zusammensetzung zum Gegenstande hat, so wird sich die hier folgende Beschreibung der einzelnen Theile der Maschinen nur mehr auf die Form und Bestimmung derselben beziehen, nicht eine ganz specielle Auseinandersetzung der Art ihrer Anordnung und ihrer Verfertigung geben.

128.

Wie bekannt, muß der Dampf für eine Dampfmaschine in einem abgesonderten Gefäß, *Kessel* genannt, durch ein gleichförmiges Feuer und stets von gleicher Spannung erzeugt, auch das Wasser im Kessel stets auf gleicher Höhe erhalten werden. Darauf wird der Dampf nach dem Dampfstiefel geleitet, und zwar abwechselnd nach der einen und der andern Seite des Kolbens hin, damit er den Kolben *hin und her* treibe. Der Kolben muß sich genau nach der Richtung der Axe des Stiefels bewegen. Während der Dampf den Kolben fortreibt, muß der noch an der andern Seite des Kolbens befindliche Dampf aus dem Stiefel hinausgeschafft werden, damit er den Kolben nicht aufhalte. Endlich muß die Bewegung der Maschine ganz *gleichförmig* sein; auch müssen

Vorrichtungen vorhanden sein, um die Geschwindigkeit und die Kraft der Bewegung der Maschine zu *messen*.

Die verschiedenen Haupttheile einer Dampfmaschine sind also: der *Kessel*, mit den Vorrichtungen, um ihn mit Wasser zu *speisen* und das Wasser darin beständig auf gleicher Höhe zu erhalten, damit der Kessel nicht zersprengt werde; so wie mit der Vorrichtung, um die Verdampfung zu *regeln*; ferner die Vorrichtung, um den Dampf dem Stiefel regelmäfsig *zuzuführen* und diese Zuführung durch die Maschine selbst lenken zu lassen; sodann die Lenkung der *Kolbenstange* während der durch den Kolben hervorgebrachten Auf- und Niederbewegung des grofsen Wagebalkens (balancier); weiter die Vorrichtung zum *Niederschlag* des Dampfes, welcher seine Dienste gethan hat, durch kaltes Wasser, und zur Ausschöpfung des aus dem Dampf entstandenen heifsen Wassers; die Vorrichtungen, um die Bewegung der Maschine *gleichförmig* zu machen, und endlich, die, nicht nothwendig mit der Maschine selbst verbundene Vorrichtung, um ihre Geschwindigkeit und Kraft zu *messen*. Diese verschiedenen Theile einer Dampfmaschine sollen nun einzeln beschrieben werden; und zwar möglichst aufser Beziehung zu der einen oder der andern besondern Art von Maschinen.

I. Von den verschiedenen gebräuchlichen Dampfkesseln; nemlich den Kesseln mit hohlem Boden, den walzenförmigen Kesseln, den Kesseln mit Essen im Innern und mit Kochern, und den Kesseln für Dampfwagen und für Dampfschiffe.

129.

Es giebt verschiedene Arten von *Dampfkesseln* für die verschiedene Bestimmung der Maschinen. Im Allgemeinen mufs der Dampfkessel so fest und so wohlfeil als möglich sein, und dabei möglichst wenig Heizstoff erfordern.

Für Maschinen von *niedrigem Druck*, wo der Kessel keine sehr bedeutende Dampfspannung auszuhalten hat, sucht man ihn nur möglichst wohlfeil und möglichst leicht-heizbar zu machen.

Für Maschinen mit *hohem Druck* sucht man ihm insbesondere eine grofse Festigkeit zu geben; wozu sich vorzüglich die Walzenform eignet.

Für Dampfmaschinen *auf Schiffen* sieht man darauf, dafs der Kessel möglichst wenig Brennstoff erfordere und so wenig als möglich *Raum* im Schiffe einnehme.

Bei *Dampfwagen* endlich kommt Alles auf möglichst schnelle Erzeugung des Dampfes an.

Diese verschiedenen Zwecke werden insbesondere durch die *Gestalt* des Kessels erreicht und es giebt folgende *sechs* verschiedene Formen.

130.

Erstlich. Kessel mit aufwärts gebogenem Boden, oder sogenannte Frachtwagen-Kessel. Diese Kessel heißen so, weil sie ungefähr die Gestalt eines beladenen Frachtwagens haben. Fig. 11. und 12. Taf. No. 2. stellen sie vor. *a* ist der Rost der Esse, auf welchen der Brennstoff gelegt wird. *b, b', b''* sind die Züge für die Flamme und die heißen Gase. Sie liegen unter dem Boden des Kessels und ziehen sich dann um denselben herum nach dem Schornstein hin. Die Decke des Kessels ist nach oben gebogen: der Boden, damit das Feuer um so stärker auf ihn wirke, ebenfalls. Zunächst streicht das Feuer unter den Boden des Kessels seiner ganzen Länge nach hin. Von da strömt es durch den Zug *b* in den Seitenzug *b'* nach der vordern Seite des Kessels, und dann durch den Seitenzug *b''* wieder zurück und in den Schornstein. So durchläuft die Hitze dreimal die Länge des Kessels und setzt also an denselben möglichst viel Wärmestoff ab.

Wenn ein solcher Kessel sehr groß ist, so hat er zuweilen noch inwendig, nach Fig. 13., eine *Röhre*. Dann strömt erst wieder das Feuer unter den Boden des Kessels hin und von da in der wagerechten innern Röhre *b* zurück; immer unter der Oberfläche des Wassers. Hierauf theilt sich die Flamme für die Züge *b', b''* und geht in den Schornstein.

Die Kessel mit aufwärts gebogenem Boden sind wohlfeil, lassen sich leicht ausbessern und bieten dem Feuer viel Fläche dar. Sie sind daher für stehende Maschinen von niedrigem Druck gebräuchlich; also für *Wattsche* Maschinen von einfacher und doppelter Wirkung, und für Luftdruck-Maschinen.

131.

Zweitens. Walzenförmige Kessel mit der Esse unter sich. Diese Art von Kesseln Fig. 14. Taf. No. 2. ist der vorigen in so weit ähnlich, daß das Feuer zunächst unter den Boden und dann an beide Seiten des Kessels hinstreicht, von wo es in den Schornstein gelangt: der Unterschied ist nur, daß dieser Kessel die Gestalt einer Walze hat, und zuweilen, nicht wie die vorige Art mit zwei Ebenen, sondern mit zwei Kugel-Abschnitten zu Stirnen. *a* ist der Feuerrost, *b, b', b''* sind die Züge, *c* ist der Körper des Kessels und *h* die Dampfrohre.

Zuweilen haben diese Kessel auch nach Fig. 15. *zurücklaufende Röhren*. Nachdem hier das Feuer unter den Boden des Kessels hingestrichen ist, kehrt es in einer oder in mehreren Röhren *a*, welche ganz im Wasser liegen, nach der Esse zurück; dann theilt es sich und gelangt in den Zügen zur Seite nach dem Schornstein. Es giebt noch andere Veränderungen dieser Kessel-Art, die aber im Wesentlichen auf das Beschriebene zurückkommen.

Diese Kessel sparen eben nicht sehr den Brennstoff, aber sie sind die einfachsten, wenn es auf grofse Festigkeit ankommt. Man bedient sich ihrer für Maschinen von hohem Druck und für *Evanssche* Maschinen, so wie auch für Schiffdampfmaschinen mit hohem Druck.

132.

Drittens. Walzenförmige Kessel, mit der Esse im Innern. Diese Art von Kesseln Fig. 18. Taf. No. 3. hat einen wagerecht liegenden walzenförmigen Körper, welcher das zu verdampfende Wasser enthält und durch welchen eine wagerecht liegende grofse Röhre der ganzen Länge nach hindurchstreicht, die für das Feuer bestimmt, aber noch ganz von dem Wasser bedeckt ist. Am vordern Ende nimmt die Röhre den Brennstoff auf. Zu dem Ende befindet sich dort, in der Mitte der Höhe, ein wagerechter Feuerrost *c, c* für den Brennstoff. Die obere Hälfte der Röhre ist der Feuerraum; derselbe ist vorn durch eine Thür verschlossen, welche nur um nachzuheizen geöffnet wird. Die untere Hälfte *f* ist der Aschenfall. Derselbe ist vorn offen, für den Luftzug, hinten aber, am Ende des Rosts, durch Mauerwerk verschlossen. Von da ab geht die innere Röhre weiter durch den Kessel hindurch nach den Seitenzügen hin. Die Luft streicht durch den Rost und die Glut; die Flamme strömt zunächst in der innern Röhre durch den Kessel, kommt darauf durch den Seitenzug *g* nach vorn zurück, umströmt die vordere Stirn des Kessels und begiebt sich dann durch den andern Seitenzug *h* in den Schornstein.

Die innere Röhre kehrt auch wohl nach Fig. 19. erst innerhalb des Kessels und des Wassers nach vorn zurück, in eine oder mehrere Röhren, und begiebt sich erst dann in die Seitenzüge und durch sie in den Schornstein. In Fig. 19. ist *a* die innere Heerdröhre und *b* die innere zurückführende Röhre.

Zuweilen hat die Esse im Innern des Kessels *Schenkel* nach unten; das heifst: der Raum über dem Feuer senkt sich an den Seiten mehr oder weniger tief hinunter, ohne jedoch das Feuer ganz zu umgeben, so wie vorhin. Weiterhin, vom Ende der Esse ab, streicht die Flamme wieder durch die innere Röhre hin, nach den Zügen, kommt in dem einen Zuge nach vorn zurück und