

## Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Verfügung vom 25. Mai 1858, das Verfahren bei Entnahme von Chaussee-Bau- und Unterhaltungsmaterialien betreffend.

Es ist wiederholt, insbesondere auch in dem Circular-Erlass vom 15. August 1856 (III. 9347), darauf hingewiesen worden, daß das fiscalische Vorrecht zur Entnahme von Chaussee-Bau- und Unterhaltungsmaterialien mit der den Interessen der Grundbesitzer schuldigen Rücksicht zur Anwendung gebracht werde. Zur Sicherung dieses Zwecks erscheint es erforderlich, daß in allen den Fällen, wo dergleichen Materialien beim Mangel gütlicher Einigung zwischen den Baubeamten und den beteiligten Grundbesitzern auf Grund der für die Staatschassen geltenden Vorschriften, insbesondere auch der Allerhöchsten Ordre vom 11. Juni 1825, im Wege zwangsweiser Enteignung auf der benachbarten Feldflur geworben werden sollen, eine Untersuchung und Regulirung durch den Kreis-Landrath, oder, sofern die betreffenden Grundstücke in dem Bezirke einer städtischen Polizei-Direction belegen sind, durch diese vorhergehe.

An diese Polizei-Behörde haben daher bei Staatschassenbauten der leitende Baubeamte, bei Kreis-, Communal-, Actien- oder Privat-Chausseebauten der Repräsentant des Bauunternehmens resp. die Lieferanten, welche mit denselben wegen Ablieferung der Chausseebau-Materialien contrahirt haben, und welchen dazu die Ausübung der fiscalischen Vorrechte übertragen worden, sich zu wenden, wenn der Anwendung der Letzteren in der von ihnen gewünschten Art ein Widerspruch entgegengesetzt wird. Dem Kreis-Landrath, beziehungsweise der Polizei-Direction liegt es dann ob, mit Zuziehung der Interessenten zu ermitteln, von welchen Grundstücken, in welchem Flächenumfange, und zu welcher Zeit die für den Chausseebau nothwendigen Materialien mit möglichster Schonung der Interessen der Landescultur und der beteiligten Grundbesitzer entnommen werden können, zugleich in den Fällen, in welchen dem Grundbesitzer gesetzlich ein Entschädigungsanspruch zusteht, in Betreff desselben eine vorläufige Festsetzung zu treffen, und sodann, in Ermangelung einer gütlichen Einigung, dem Bauunternehmer eine schriftliche Einweisung in die von ihm in Ausübung des fiscalischen Vorrechts auszuübenden Rechte, unter specieller Bezeichnung der Feldmarken resp. Grundstücke und der Art und Menge des darauf zu erwerbenden Materials, zu ertheilen. Ohne eine solche vorangegangene schriftliche Einweisung Seitens der Behörde, welche zugleich als Legitimation für die zur Ausübung der fiscalischen Vorrechte bevollmächtigten Personen zu dienen hat, ist das Sammeln und Entnehmen von Chausseebau-Materialien von fremden Grundstücken ohne die Zustimmung des Eigenthümers unstatthaft, und unterliegt event. den gesetzlichen Strafen wegen Verletzung fremden Eigenthums oder wegen eigenmächtiger Selbsthülfe. Differenzen über einen Anspruch auf Entschädigung an sich oder in Betreff der Höhe der geforderten Summe dürfen dagegen die Einweisung Behufs Ausübung der fiscalischen Vorrechte nicht verzögern, indem den Betheiligten in dieser Beziehung — soweit nicht besondere gesetzliche Bestimmungen ein Anderes mit sich bringen — der Rechtsweg vorbehalten bleibt.

Die Königliche Regierung hat darauf zu halten, daß bei den Chausseebauten in Ihrem Bezirke überall hiernach verfahren

ren werde, und zu dem Ende die Landräthe resp. Baubeamten mit entsprechender Weisung zu versehen.

Berlin, den 25. Mai 1858.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.  
von der Heydt.

An sämtliche Königliche Regierungen,  
mit Ausnahme der zu Sigmaringen und  
der Rheinischen, und an die Königl.  
Ministerial-Bau-Commission.

Circular-Verfügung vom 20. August 1858, die Aufstellung von Nachweisungen der vorhandenen wichtigeren Backstein- oder Mauerziegel-Bauten des 11. bis 16. Jahrhunderts betreffend.

Der Backstein- oder Mauerziegel-Bau ohne Mörtelputz, bei welchem die Außenfläche des Gebäudes nicht mit Kalkmörtel überkleidet, sondern das Baumaterial sowie die Constructionsweise sich offen darstellt, und die architektonischen Glieder und Verzierungen nicht in Mörtel oder Cemente, sondern mit gewöhnlichen Backsteinen und besonderen Formziegeln hergestellt werden, verdient bei unseren klimatischen Verhältnissen in Gegenden, wo gute natürliche Bausteine nicht zu Gebote stehen, ganz besondere Beachtung. Viele wohlerhaltene Bau-Reste des Mittelalters beweisen, daß Gebäuden derartiger Construction neben einer befriedigenden Kunstform durch sorgfältige Wahl und Bearbeitung des Materials, sowie durch zweckmäßige Anordnungen eine große Dauer verliehen werden kann. Verschiedene ähnliche Bauausführungen der neueren Zeit lassen ein nicht minder günstiges Resultat erwarten, und bei mehreren ist ersichtlich, daß eine dunkelrothe Farbe des Mauerziegels nicht eine unerläßliche Bedingung für dessen Güte ist, sondern daß die Farbe von der Beschaffenheit der Ziegel-Erde sowie der Brenn-Methode abhängt, und eine etwa wünschenswerthe Verschiedenheit in den Farben der Steine zum Schmuck der Façaden erzielt werden kann. Es steht zu erwarten, daß eine Bauweise, bei welcher das Material und die Construction sichtbar bleibt, den Fortschritt in der Backstein- oder Mauerziegel-Fabrication und in der Maurer-Arbeit befördern, und daß bei einer weiteren Ausbreitung des Backsteinbaues die gewonnene Uebung und Erfahrung eine Ermäßigung der Kosten für diese Bauart bewirken wird.

Um die in den Baudenkmalen der Vorzeit dargebotenen Vorbilder und Erfahrungen für die neueren Backsteinbauten nutzbar zu machen und zur allgemeinen Kenntniß zu bringen, ist es meine Absicht, eine Publication der im diesseitigen Staate vorhandenen besten Muster verschiedener Gattung, als Kirchen, Rathhäuser, Stadthore, Wohnhäuser etc. durch Kupferstich oder Lithographie und Beschreibung zu veranlassen, und diese Publication den Baubeamten zum Dienstgebrauch zu überweisen. Zur Begründung einer zweckmäßigen Auswahl ist die Gewinnung einer Uebersicht des Vorhandenen erforderlich; die Königliche Regierung wird daher veranlaßt, eine kurzgefaßte Zusammenstellung der in Ihrem Geschäftsbezirk vorhandenen wichtigeren Backstein- oder Ziegel-Bauten vom 11. bis 16. Jahrhundert einzusenden und diejenigen Bauwerke besonders zu bezeichnen, welche ein hinlängliches artistisches und technisches Interesse gewähren, um in die Publication mit aufgenommen zu werden, oder denen die Königliche Regierung eine vorzugsweise Aufmerksamkeit zuzuwenden wünscht.

Die Zusammenstellung wird enthalten müssen: Namen, Lage und ursprüngliche Bestimmung des Gebäudes, sowie die (muthmaafliche) Erbauungszeit; kurze Angaben über die Hauptanordnung des Gebäudes, dessen Hauptdimensionen (nur ungefähr geschätzt), den Baustyl und die muthmaaflich unveränderten Reste, falls Veränderungen stattgefunden haben; Andeutungen Desjenigen, was in artistischer oder technischer Hinsicht an dem Gebäude bemerkenswerth erscheint, sowie Anführung etwa vorhandener Aufnahmen oder Zeichnungen und wo dieselben zu finden sind.

Die Einsendung dieser Zusammenstellung wolle die Königliche Regierung innerhalb 4 Monaten bewirken.

Berlin, den 20. August 1858.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.  
von der Heydt.

An sämmtliche Königliche Regierungen.

### Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

Des Königs Majestät haben den Geh. Ober-Baurath Severin zu Berlin bei seinem Ausscheiden aus dem Staatsdienste zum Wirklichen Geh. Ober-Baurath mit dem Range eines Raths erster Klasse und die Regierungs- und Bauräthe Malberg und Th. Weishaupt, beide zu Berlin, zu Mitgliedern der K. technischen Bau-Deputation ernannt.

Dem Kreis-Baumeister Ewermann, bisher in Herzberg, ist die Kreis-Baumeister-Stelle zu Pr. Eylau (Reg.-Bezirk Königsberg) verliehen worden.

Ernannt sind:

der Baumeister Grapow zum Eisenbahn-Baumeister bei der Breslau-Posen-Glogauer Eisenbahn,

der Baumeister Franz Lange zum Kreis-Baumeister in Gladbach,  
der Baumeister von Morstein zum Kreis-Baumeister in Düsseldorf,  
der Baumeister Opel zum Land-Baumeister und technischen Hilfsarbeiter bei der K. Regierung zu Merseburg,  
der Baumeister Schwedler zum Eisenbahn-Baumeister im technischen Eisenbahn-Büreau des K. Ministeriums für Handel etc.,  
der Baumeister Marggraff zum Kreis-Baumeister in Oschersleben und  
der Baumeister Werner Spielhagen zum Eisenbahn-Baumeister bei der Oberschlesischen Eisenbahn.

Der Bauinspector Pelizaeus ist von Oschersleben nach Halberstadt versetzt worden.

Der Land-Baumeister Baensch zu Liegnitz ist nach Elberfeld versetzt und mit der commissarischen Wahrnehmung der Geschäfte als technischer Vorsteher des Central-Bau-Büreaus der K. Eisenbahn-Direction daselbst, sowie mit der Vertretung des technischen Mitgliedes derselben in Abwesenheitsfällen betraut worden.

Der Kreis-Baumeister von Nassau zu Landshut tritt am 1. Octbr. d. J. und

der Bauinspector Laacke zu Zeiz am 1. Decbr. d. J. in den Ruhestand.

Die Bauinspectoren Vockrodt in Wreschen und Schnepel in Reichenbach, Reg.-Bez. Breslau, sind gestorben.

## Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

### Original-Beiträge.

### Das Domthor in Cöln.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 60 im Atlas.)

Der zunehmende Verkehr in Cöln bedingte eine Vermehrung der directen Verbindungen der inneren Stadttheile mit den Rheinwerften, weshalb in jüngster Zeit mehrere neue Strafsen und Stadtthore entstanden sind.

Von letzteren dürfte die Mittheilung des auf Blatt 60 durch Ansicht, Grundriß und Details dargestellten Thores nicht ohne Interesse sein. Dasselbe hat wegen der Nachbarschaft unseres herrlichen Domes den Namen Domthor erhalten und öffnet die neu errichtete, auf dem Domkloster beginnende Bischofsgarten-Straße gegen das Frankenwerft. Es ist in derjenigen Architektur errichtet,

über deren Wahl man in unserer, an mittelalterlichen Gebäuden und Denkmälern so reichen Stadt nicht zweifelhaft sein konnte, und ist im Backstein-Rohbau ausgeführt, während Plinten, Thür- und Thor-Einfassungen aus Basaltlava von Hannebach, sämmtliche übrigen Gesimse und Gliederungen aber aus Sandstein von Udelfangen gefertigt wurden. Das Thor und die Thüren sind von Eichenholz zusammengefügt und mit Eisenstienen stark beschlagen, Thürme und Mittelbau sind mit einer Asphaltbedachung versehen.

Raschdorff.

## Die Coaks-Oefen im Saarbrücker Bergbezirk.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 61, 62 und 63 im Atlas.)

Nach einer Menge mehr oder weniger verfehlter Versuche, zweckmäßige Coaks-Oefen zu construiren, haben sich im Saarbrücker Bergbezirk zwei Systeme herausgebildet, welche jetzt bei allen derartigen Anlagen in Anwendung kommen, und allen billigen Anforderungen entsprechen; es dürfte deshalb von Interesse sein, die hier gewonnenen Resultate allgemein zugänglich gemacht zu erhalten.

Das eine der beiden Systeme, mit verticalen Zügen, auf Blatt 61 dargestellt, wird auf allen Privat-Anstalten, also auf den Coakereien von der Französischen Ostbahngesellschaft, von de Wendel und von Haldy & Comp., entweder genau, so wie es die Zeichnung angeibt, oder mit geringen und unwesentlichen Modificationen angewendet; das andere System, mit horizontalen Zügen, auf

Blatt 62 dargestellt, rührt von dem Director der de Wendel'schen Anlage, Hrn. Rexroth, her und hat sich auf den Staats-Anlagen allgemeine Geltung verschafft. —

Bei dem System mit verticalen Zügen treten die entwickelten Gase durch die Oeffnungen im Gewölbe in senkrechte Züge, die sie in den Sohlencanal führen, welcher sie sammelt und in umgekehrter Richtung, wie dies im Grundriß mit Pfeilen angedeutet ist, dem Rauchcanal zuführt.

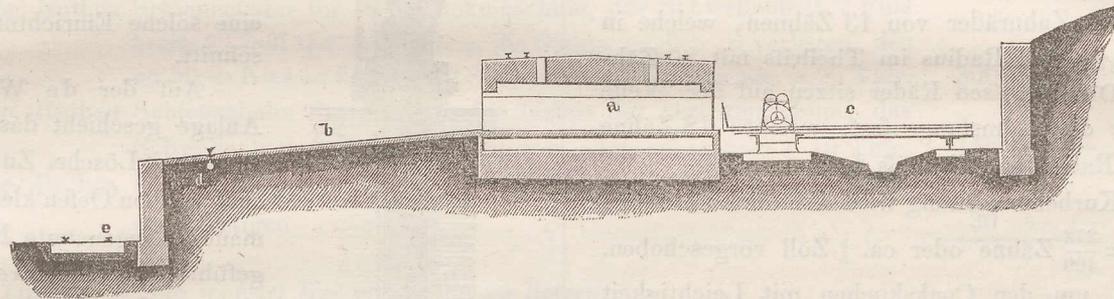
Bei dem System mit horizontalen Zügen treten die Gase durch ähnliche Oeffnungen ein, werden in dem oberen Wandcanal gesammelt, durchstreichen, wie dies aus dem Längenschnitt und dem Grundriß ersichtlich ist, die Wand nochmals, und gehen dann in gleicher Weise unter der Ofensohle hin und zurück, ehe sie in den Rauchcanal resp. den nebenstehenden Ofen treten.

Man sieht leicht, daß das zweite System sich durch vortheilhafte Anordnung der Züge auszeichnet. Die Gase werden in der Wand gesammelt, erhitzen die Ofensohle also vollkommener, und haben dabei einen längeren Weg zu machen, ehe sie in den Rauchcanal entweichen. Außerdem sind dabei die Zugreinigungslöcher, die doch immer Beiluft einlassen, nicht nöthig und vermieden.

Aus diesen Gründen hat sich das Königl. Berg-Amt bei seinen Bauausführungen für dieses System entschieden. Die Betriebs-Directoren der Privat-Coakereien geben die aufgeführten Vorthelle zwar zu, werfen aber, und nicht ganz mit Unrecht, der Ausführung Mangel an Sta-

bilität vor. Eine grössere Haltbarkeit läßt sich indess durch etwas grössere Wandstärken und namentlich dadurch, daß man den Stein *a*, der ganz besonders zu leiden hat, von vorzüglich feuerfester Masse macht, leicht erreichen. —

Die allgemeine Anordnung ist bei beiden Systemen gleich. Die Kohlen werden auf Bahnen, welche auf den Oefen liegen, zugeführt und durch Oeffnungen in letztere gestürzt. Vor den Oefen liegt der Raum zum Löschen der Coaks, hinter denselben der Raum für die Druckmaschine, so daß das allgemeine Arrangement sich macht, wie die nachfolgende Skizze andeutet, in welcher *a* die Oefen mit den Kohlenbahnen, *b* den Kühlraum, *c* die Druckmaschine, *d* die Wasserleitung und *e* den Raum zur Verladung bezeichnet.



Nach beiden Systemen sind die Oefen so eingerichtet, daß dieselben sowohl einzeln als zusammen gehen können. Um das Feuer aus einem Ofen in den andern zu bringen, wird die Platte auf den Zug nach dem Rauchcanal vorgezogen und die Platte resp. der Schieber von der Oeffnung zum folgenden Ofen entfernt. Die Zeichnungen zeigen deutlich, wie die Zugverbindung dann stattfindet. Die Abmessungen der Oefen sind 18 bis 26 Fuß Länge, 3 bis 4 Fuß Breite und etwa 3 bis 4 Fuß Höhe in den Widerlagern. Größere Abweichungen sind zwar versucht, haben aber immer schlechte Resultate gegeben.

Die auf Blatt 62 dargestellten Oefen des Königl. Berg-Amts sind 24 Fuß lang und 3 Fuß breit. Dieselben werden alle 48 Stunden mit 60 Ctr. Kohlen besetzt, und geben also bei 62% Ausbeute in 24 Stunden durchschnittlich per Ofen 18½ Ctr. Coaks. Für die gesammelten Gase eines Ofens legt man hier die Zugöffnung auf 130 bis 150 □ Zoll an, also pro Ctr. Kohlen etwa 2⅓ □ Zoll, und nimmt 18 bis 72 Stück Oefen in einen Schornstein. Derselbe bekommt seine Lage vor den Oefen und zwischen den einzelnen Gruppen, um die Bewegung der Druckmaschinen hinter denselben nicht zu hindern. Der Rauchcanal liegt hinter den Oefen, und wird stets sorgfältig außerhalb der Ofenfundamente angelegt, um ein ungleiches Setzen der Oefen zu vermeiden. Die Zeichnungen zeigen auch, wie die feuerfesten Steine hier eingerichtet werden; ebenso sind die Thürbeschläge etc., so

viel es der Maafsstab von  $\frac{1}{60}$  der natürlichen Gröfse zuläfst, daraus ersichtlich. —

Auf Blatt 63 ist die Druckmaschine abgebildet, durch welche es möglich wird, das Entleeren der Oefen wohlfeil und schnell zu bewirken. Vier Mann sind im Stande, mit derselben die Coaks eines Ofens in einer Masse und in ganz kurzer Zeit herauszuschoben. Ein Kolben, der genau die Gröfse des Ofens einnimmt, sitzt an einer Zahnstange fest, und wird mittelst Kurbelbewegung vorgeschoben.

Die Zeichnung wird für sich verständlich sein, deshalb sei hier nur bemerkt, dafs bei den ausgeführten Maschinen, die sich im Allgemeinen als zweckmäfsig bewährt haben, die Kurbelwelle zwei Räder, das eine mit 2,535 Zoll Radius im Theilrifs und 14 Zähnen, das andere mit 7 Zoll Radius und 36 Zähnen trägt. Durch das erste Rad wird die Bewegung auf ein Vorgelege-Rad von 60 Zähnen übertragen. An derselben Welle sitzen zu beiden Seiten Zahnräder von 13 Zähnen, welche in Räder von 19,728 Zoll Radius im Theilrifs mit 80 Zähnen greifen. Diese grossen Räder sitzen auf der Welle des Triebrades der Zahnstange fest, welches 18 Zähne bei 2,863 Zoll Radius im Theilrifs hat.

Bei jeder Kurbelumdrehung wird also die Zahnstange um  $\frac{14 \cdot 13 \cdot 18}{60 \cdot 18} = \frac{273}{400}$  Zähne oder ca.  $\frac{5}{8}$  Zoll vorgeschoben. Es dient dies, um den Coakskuchen mit Leichtigkeit herauszudrücken. — Das andere Rad der Kurbelwelle, von 36 Zähnen, greift in ein gleich grosses der Vorgelegewelle, so dafs bei jeder Kurbelumdrehung die Zahnstange um  $\frac{36 \cdot 13 \cdot 18}{36 \cdot 80} = \frac{117}{40}$  Zähne oder ca. 3 Zoll vorgeht. Es dient dies, um die Zahnstange bis zum Kuchen vorzuschieben, und die rückgängige Bewegung zu machen.

Die Ausrückung geschieht durch Längenbewegung der Kurbelwelle in ihren Lagern mit blofser Hand, und dienen die aus dem Grundrifs und der Seitenansicht ersichtlichen beiden Fallen, die zwischen das Gestell und einen Bundring greifen, dazu, die Welle in der angewiesenen Lage zu halten.

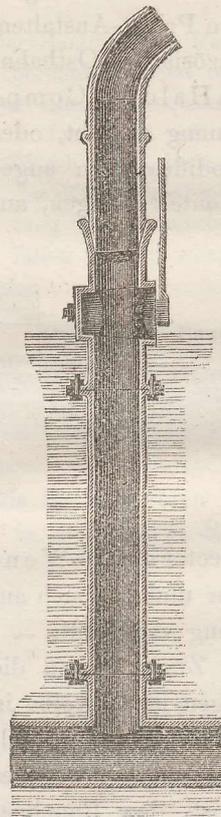
Die Zahnstange ist, um den Raum zu sparen, aus Stücken von etwa 8 Fufs Länge nach der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise zusammengesetzt. Ist genügend

der Raum vorhanden, so bleibt sie natürlich zusammengesetzt und wird durch ein Radgestell unterstützt.

Die ganze Maschine ruht auf einem Gestell, das auf Schienen beweglich ist und vor jeden Ofen geschoben werden kann, und genügt für 40 bis 50 Oefen. —

Der Raum vor den Oefen ist mit Backsteinen gepflastert und etwas geneigt, was aufser dem Wasserabflufs noch den sehr guten Zweck hat, den Coakskuchen, wenn er über den Neigungswinkel geschoben wird, reißen und bersten zu lassen, was das Auseinanderziehen wesentlich erleichtert.

Das Löschen der Coaks geschieht in den meisten Anstalten mit Wasser. In dem Raum vor den Oefen liegt eine Rohrleitung unter einem Wasserdruck von etwa 10 Fufs, an welche Schläuche gesteckt werden. Nebenstehende Figur zeigt eine solche Einrichtung im Durchschnitt.



Auf der de Wendel'schen Anlage geschieht das Löschen der Coaks mit Lösche. Zu diesem Zweck sind vor den Oefen kleine Backsteinmauern, sogenannte Kühlöfen, aufgeführt, zwischen welche der Kuchen geschoben und mit Lösche bedeckt wird. Mit dem folgenden Kuchen wird dann der erste zum Verladen herausgeschoben und hat Zeit gehabt, kalt zu werden.

Bei dem Löschen auf diese Weise gewinnen die Coaks mindestens an Ansehen, dasselbe kommt aber wegen der dabei nöthigen Handarbeit etwas theurer, und ist aus diesem Grunde, wenn sonst Wasser zu nicht zu hohen Kosten zu erreichen war, nicht in allgemeinen Gebrauch gekommen.

Bezüglich der Kosten ist hier im vorigen Jahre eine Gruppe von 36 Stück der auf Blatt 62 dargestellten Oefen auf 28400 Thlr. zu stehen gekommen. Es kosteten nämlich:

	Thlr.	Sgr.	Pf.	Thlr.	Sgr.	Pf.
I. Erd- und Planirungs-Arbeiten . . . . .				830	—	—
II. Maurer-Arbeiten.						
66½ Schtrth. Fundamentmauerwerk von Bruchsteinen mit allen Materialien à 12½ Thlr.	831	7	6			
222 Schtrth. Ziegelmauerwerk do. à 22 Thlr.	4884	—	—			
14935 Kbf. feuerfestes Ziegelmauerwerk do. à 25 Sgr.	12445	25	—			
Sonstige Materialien und Löhne . . . . .	338	27	6			
				18400	—	—
III. Steinmetz-Arbeiten.						
173½ Kbf. die Schwellen auf den Oefen,						
260 do. do. der Druckmaschine,						
110 do. do. des Schornsteinsockels und der Bekrönung,				289	23	4
543½ Kbf. Hausteine in Material und Arbeit . . . . .						
				Latus	19519	23 4

			Transport	19519	23	4
IV.	Zimmer-Arbeiten.					
	20½ Kbf. Holz in 60 Schwellen à 2½ Fufs lang zugerichtet zu liefern à 15 Sgr.	10	12	6		
	Rüstung und Lehrbögen incl. Material und Aufstellen . . . . .	150	—	—		
					160	12 6
V.	Eisen- und Guß-Sachen.					
	5400 Pfd. Ankereisen,					
	1440 - Vorreiber und Ventile,					
	1440 - Thürnägel,					
	190 - Schienennägel,					
	8470 Pfd. Schmiedeeisen à 3 Sgr. . . . .	847	—	—		
	100800 Pfd. Eisenguß zu den Thürständern, den Thüren, Schwellen, Deckeln und Registern à 1000 Pfd. 37 Thlr. . . . .	3729	18	—		
	8640 Pfd. = 360 lfde. Fufs à 24 Pfd. Eisenbahnschienen, 7200 Pfd. = 900 lfde. Fufs à 8 Pfd. Grubenschienen, 15840 Pfd. Walzeisen in Schienen frei zur Baustelle zu liefern à 1000 Pfd. 50 Thlr.	792	—	—		
					5368	18 —
VI.	Schienenbahnen.					
	15 lfde. Ruthen Schienenbahn für die Druckmaschine, das Schwellenbett 7 Fufs breit, 10 Zoll tief auszuheben, die Steinschwellen zu verlegen, den nöthigen Kies zu liefern, die Schienen zu befestigen etc. à 20 Thlr.	300	—	—		
	15 lfde. Ruthen Schienenbahn für das einzelne Geleis der Druckmaschine, das Schwellenbett 3 Fufs breit wie vor auszuheben etc. à 10 Thlr.	150	—	—		
	30 lfde. Ruthen Schienenbahn auf den Oefen mit Hakennägeln in Steinschwellen zu befestigen . . . . .	30	—	—		
					480	— —
VII.	Eine Druckmaschine montirt frei zur Stelle zu liefern . . . . .				900	— —
VIII.	Bauführung . . . . .				800	— —
IX.	Insgemein.					
	Für Anlage einer 4 Zoll weiten eisernen Rohrleitung nebst Ausflusshähnen und Schläuchen . . . . .				650	— —
	Für unvorhergesehene Fälle, Anfuhrwege, Lagerplätze, Kalk- und Bauschuppen, Botenlöhne etc. . . . .				621	6 2
					in Summa 28400 — —	

oder pro Ofen ca. 800 Thlr.

Die auf Blatt 61 dargestellten Oefen der Französi-  
schen Ostbahn-Gesellschaft haben etwas über 1000 Thlr.  
pro Stück gekostet.

Schließlich kann ich nicht unerwähnt lassen, daß  
in neuester Zeit die Gebrüder Appolt in Sulzbach einen

neuen Ofen hergestellt haben, dessen Einrichtung in einer  
kleinen in Metz erschienenen Broschüre beschrieben ist.  
Es ist mir indess nicht bekannt geworden, ob derselbe  
in größerem Maafsstabe ausgeführt sei und dafs er sich  
bewährt hätte.

H. A. Schultz.

## Beschreibung der Französischen Häfen am Mittelländischen Meere und am Canale.

(Zweiter Theil, mit Zeichnungen auf Blatt 64 und 65 im Atlas.)

(Schluß.)

### III. Anordnung und Construction der Hafendämme.

Nachdem ich im Bisherigen die lokalen Verhält-  
nisse der Häfen im Süden und Norden von Frankreich  
beschrieben und die Constructionen der Hafendämme im  
Allgemeinen angedeutet habe, lasse ich hier noch eine  
Zusammenstellung der dabei gemachten Erfahrungen und

der daraus hergeleiteten Grundsätze folgen, indem ich  
zugleich in das Detail der Ausführung näher eingehe.

Die Anwendung von Steinschüttungen, wie solche  
bei unsern Häfen vorkommen, war auch in Frankreich  
üblich, doch begnügte man sich nicht damit, die flachen  
Kronen nur abzupflastern, vielmehr wird es in Frank-  
reich, wie auch in England, für nothwendig erachtet,

dafs jeder Hafendamm in seiner ganzen Länge bei jeder Witterung ohne Gefahr zugänglich sein muß. Nur in einigen der kleinsten Häfen am Canale, wie etwa in Gravelines, ist hiervon eine Ausnahme gemacht.

Das Einlaufen in einen Hafen, namentlich bei stark bewegter See, bei heftiger Strömung und ungünstigem Winde, gehört zu den gefährlichsten Theilen der ganzen Fahrt eines Schiffes. Es ist daher nothwendig, diese Gefahr möglichst zu mäßigen, und dieses geschieht eines Theils, indem man flach auslaufende Böschungen vermeidet. Das Schiff darf alsdann nur von dem hoch über Wasser vorragenden Kopfe frei gehalten werden. Außerdem muß jede irgend mögliche Hülfe von diesem Kopfe und von der ganzen Länge der Mole aus wirklich geleistet werden können. Das Bedürfnis hierzu wird um so dringender, je freier die Lage des Hafens ist.

Die flachen Böschungen aus Bruchsteinen haben sich an den Französischen Häfen nicht bewährt, weil die größten Blöcke, die man von den Ufern noch beschaffen konnte, ein Spiel der Wellen blieben. Sie stürzen aber keinesweges auf den äußeren Dossirungen in die See hinab, vielmehr werden sie vom Stofse der Wellen theils auf die Dossirung heraufgeschoben, theils aber um den Kopf der Mole herumgeworfen. Es ergibt sich hieraus, dafs eine flache Dossirung die Beweglichkeit der Steine nur vergrößert, also, abgesehen von ihrer Kostbarkeit, sogar nachtheilig ist. Besonders gefährlich für die Schifffahrt ist es aber, wenn die Steine um den Kopf getrieben werden und in der Mündung des Hafens ein vortretendes Riff bilden. Die höchst nachtheiligen Erfahrungen, die man hierüber in den Französischen Häfen, und zwar jedesmal, wo ausgedehnte Steinschüttungen angewendet waren, gemacht hat, und wovon vorstehend bei Beschreibung der Häfen von Cassis, Port d'Agde, Cette und Cherbourg die Rede war, sind genau übereinstimmend mit denjenigen, die man in England wahrgenommen hat \*). Selbst in unsern Ostseehäfen wiederholt sich ohnerachtet des viel schwächeren Seeganges dieselbe Erscheinung. Beim Hafen von Swinemünde werden die Steine, die bei Instandsetzung der seeseitigen Dossirung auf derselben liegen, bei heftigem Wellenschlage über die Krone fort nach der Hafenseite geworfen, und die Lotsen haben bereits besondere Marken einrichten müssen, um die Steine zu vermeiden, welche neben dem Kopfe auf dessen innerer Seite liegen, und welche vor die Dossirung des übrigen Theiles der Mole bedeutend vortreten.

Um diese Bewegung der Steine zu verhindern, giebt es gewifs kein einfacheres Mittel, als sie mit Blöcken zu überdecken, die hinreichend groß und schwer sind, um dem Stofse der Wellen zu widerstehn. Dieses ist, wie ich bereits erwähnt habe, vielfach in Frankreich mit

\*) Dieselben habe ich in dem Aufsätze über Sicherheits-Häfen in England mitgetheilt. Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. III, S. 371 und 372.

vollständigem Erfolge gesehn. Wenn aber dennoch hin und wieder bedenkliche Bewegungen eintraten oder sogar der ganze Hafendamm zerstört wurde, so ist dieses kein Beweis für die Unsicherheit der Methode, vielmehr zeigt es nur, dafs man entweder jenen Blöcken zu geringe Dimensionen gegeben, oder dafs man sie übermauert hat, ehe sie sich hinreichend fest schließend auf und zwischen einander abgelagert hatten.

Der Stofs, den die Welle gegen einen Stein ausübt, ist der Gröfse der getroffenen Fläche, also im Allgemeinen dem Quadrate der Höhe oder Länge des Blocks proportional; der Widerstand dagegen, den der Block sowohl durch sein Gewicht, als durch seine Reibung dem Stofse entgegengesetzt, entspricht diesem Gewichte oder der dritten Potenz derselben Längen-Dimension. Es ergibt sich hieraus, dafs es eine gewisse Gröfse der Decksteine giebt, die sie in den Stand setzt, dem stärksten Wellenschlage zu widerstehn, der sich nach den lokalen Verhältnissen bilden kann. Diese nothwendige Gröfse, die sich am sichersten durch Erfahrung feststellen läfst, müssen die Decksteine haben. Da jedoch ihr Transport bei zunehmendem Gewichte immer schwieriger wird, so ist es natürlich, dafs man zuerst kleinere Blöcke versuchte, und nur, wenn diese sich als ungenügend herausstellten, zu größeren überging.

Diese kleinsten Dimensionen sind indessen vergleichungsweise gegen diejenigen, die man bei uns anwendet, schon ganz enorm. Während Steine von 30 bis 40 Cubikfuß bei unsern Hafenbauten nur ausnahmsweise benutzt werden, etwa zur Bedeckung der Kronen, so beträgt jenes Minimum in den Französischen Häfen 10 Cubikmeter oder 323½ Cubikfuß. Nach den bisherigen achtjährigen Erfahrungen genügt diese Gröfse für ziemlich geschützte Häfen, wie z. B. für Marseille. An andern Orten, wie auf dem Wellenbrecher bei Cherbourg, wurden diese Blöcke von den Wellen nicht nur auf die Dossirungen weit heraufgeschoben, sondern sogar umgekantet, oder ihre untere Seite nach oben gekehrt. Man mußte daher hier, wie auch in Cassis, doppelt so große Steine anwenden, und, wie ich bereits erwähnt habe, ist auf dem Wellenbrecher vor Cette sogar der Fall vorgekommen, dafs ein Block von 70 Cubikmeter oder 2264 Cubikfuß einige Fuß weit von einer Welle fortgerückt wurde. Diese Thatsache ist um so überraschender, als man dem Blocke eine solche Form gegeben und ihn so gelegt hatte, dafs er eine möglichst geringe Angriffsfläche dem Stofse darbot. Er liegt nämlich so, dafs die niedrige Seite *a*, Fig. 9 Blatt 49, der See zugekehrt ist. Außerdem hatte er bei dieser Bewegung sich nicht auf einer horizontalen Ebene verschoben, vielmehr war er eine sehr merkliche Böschung angestiegen. Einen Block von dieser Gröfse sah ich in der Bearbeitung: er wurde in einem Senkkasten gemauert. Sobald man ihm aber die Höhe von etwa 3 Fuß gegeben hatte, so bugsirte man den schwimmenden Kasten aus dem Hafen auf die

Böschung des Wellenbrechers und versenkte ihn sogleich, indem man soweit Wasser einlief, daß man die Arbeit im Trocknen fortsetzen konnte.

Indem man nun Steine von diesen Dimensionen in den Brüchen nur selten gewinnt, und ihr Transport bis zum Wasser nur durch außerordentliche Mittel zu ermöglichen, also mit übermäßigen Kosten verbunden sein würde, so wählt man hierzu nicht natürliche Steine, sondern stellt sie künstlich in der Nähe der Baustelle dar. Sie werden entweder aus Béton geformt oder aus Bruchsteinen gemauert. Ihre Fabrication werde ich im Folgenden speciell beschreiben.

Nach den Erfahrungen, die man im südlichen Frankreich gemacht hat, setzt sich der Wellenschlag, wenn große Tiefen nahe davor liegen, so weit unter Wasser fort, daß die Ueberdeckung der Dossirung bis zur Tiefe von 10 Meter oder 32 Fuß hinabreichen muß. Es ergibt sich hieraus aufs Neue, wie sehr die Kosten sich steigern, wenn man flache Dossirungen wählt, und in der That muß man in diesem Falle darauf verzichten, die Ueberdeckung, so weit es nöthig ist, auszudehnen. So oft daher aus älteren Zeiten flache Böschungen bereits bestehn, wie dieses bei den Wellenbrechern von Cette und Cherbourg der Fall war, so muß die Ueberdeckung schon in geringerer Tiefe aufhören, und es entsteht daraus der Nachtheil, daß die davor liegende Steinschüttung immer aufs Neue angegriffen und die einzelnen Steine heraufgeworfen und umhergetrieben werden.

Die Decksteine werden auf zwei verschiedene Arten aufgebracht, indem man sie entweder mittelst großer Schwimmer an den Ort ihrer Bestimmung flößt und sie alsdann versenkt, oder, wo die Wassertiefe hierzu nicht genügt, also zur Ueberdeckung des obern Theils der Böschung, stürzt man sie von dem Hafendamme selbst hinab. Dieses letzte Mittel wird auch jederzeit angewendet, wenn es nöthig ist, Vertiefungen auszufüllen, die durch Unterspülung der Böschung entstanden sind. Endlich hat man vor dem Wellenbrecher von Cherbourg die Béton-Blöcke auch vielfach an den Stellen selbst geformt, welche sie decken sollen.

Bei allen diesen Verfahrensarten bemüht man sich immer, so weit es geschehn kann, die Ueberdeckung recht regelmäßig zu machen. Bei Cherbourg konnte man bei kleinem Wasser sehn, wie vollständig dieses geschehn ist, indem die Blöcke in langen Reihen und in gleichmäßigen Abständen von etwa 2 Fuß liegen, und ihre Oberflächen, den Böschungen entsprechend, gleichmäßig geneigt sind. Wenn dagegen die Blöcke hinabgestürzt werden, so lagern sie sich offenbar ganz unregelmäßig, und dieser Umstand, der sehr auffallend bei der Besichtigung eines solchen Baues sich zunächst darstellt, kann leicht gegen die Zweckmäßigkeit der Constructionsart Bedenken erregen. Man bemerkt in der That, daß die scharfen Ecken und Kanten häufig so schwache Unterstüzungen bilden, daß man ihre Solidität bezweifeln

muß. Dieses Verhältniß ändert sich jedoch bei heftigem Seegange. Die Erschütterungen, die alsdann eintreten und die augenscheinlich bei denjenigen Blöcken am stärksten sind, die am wenigsten sicher unterstützt werden, führen vielfache Bewegungen herbei, und wenn die Blöcke alsdann nicht eine andere Lage annehmen, so reiben sich die berührenden Ecken und Kanten ab, so daß mit der Zeit weit größere Berührungsflächen sich ausbilden. So sah ich bei Cette einen Block mit seiner scharfen Kante auf der scharfen Kante eines andern aufliegen, und in beiden waren Einschnitte von etwa 1 Fuß Tiefe ausgescheuert. Beim Hinabfallen des obern Blockes konnten diese aber nicht entstanden sein; denn es wäre wohl denkbar, daß bei einem so nachtheiligen Aufschlagen einer oder beide Blöcke zerbrächen, aber daß in einer Richtung, die rechtwinklig gegen die des Stoßes gekehrt ist, so große Stücke aus den Steinen herausgestoßen werden sollten, ist gewiß unmöglich.

Wenn demnach diese Blöcke auch ganz unregelmäßig übereinander liegen und sehr große Zwischenräume zwischen sich lassen, so nehmen sie, nachdem sie wiederholt einem heftigen Wellenschlage ausgesetzt gewesen sind, doch eine so sichere Lage an, daß keine Bewegung in ihnen mehr zu besorgen ist, sobald ihre Zwischenräume von oben möglichst ausgefüllt und sie durch Uebermauerung mit einander verbunden werden. Ich muß aber bemerken, daß man auch darauf Rücksicht genommen hat, die scharfen Kanten, so weit es ohne große Erschwerung der Fabrication möglich war, zu beseitigen. In Port Vendres wurden die Blöcke mit gebrochenen Kanten gemauert, wie Fig. 8 auf Blatt 49 zeigt.

Wenn die Blöcke und die darunter liegenden Schüttsteine in der beschriebenen Art sich auch bereits fest abgelagert haben, so ist noch immer eine Bewegung möglich, sobald eine Vertiefung des Grundes daneben eintritt und die unteren Steine ihr sicheres Lager verlieren. Gegen diese Gefahr schützt man sich durch die äußere Böschung des Hafendamms, die in solchem Falle zuerst nachsinkt. Man muß also auf diese aufmerksam bleiben, und so oft es nöthig ist, sie durch neue Blöcke ergänzen. Gemeinhin befindet sich auf dem Damme selbst, und zwar auf der Seeseite, die sogenannte Risberme, d. h. ein 6 bis 12 Fuß breites Banket, vor der eigentlichen Hafenmauer, wie die Profile 1, 2 und 3 zeigen. Hier werden die Blöcke sowohl in Béton geformt, als auch in Bruchsteinen aufgemauert, und von hier stürzt man sie hinab, so oft eine Nachschüttung nöthig ist. Diese Risberme verstärkt außerdem das Profil des Damms, und wenn endlich bei plötzlich eintretenden Vertiefungen Theile von ihr sich lösen und sinken sollten, so wird dadurch die Sicherheit des Hafendamms noch nicht gefährdet, und die Beschädigungen lassen sich wieder herstellen, ohne den Verkehr auf dem Hafendamme zu stören.

Wenn die künstlichen Blöcke von dieser Risberme hinabgestürzt werden, so bleiben sie am Fusse derselben

liegen, und fallen nur in dem Falle über die Dossirung der Steinschüttung fort, wenn diese eben so steil ist, als die Neigung, unter welcher die Blöcke sich ablagern. Dieser Umstand spricht aufs Neue gegen die flachen Dossirungen, denn bei dem großen Gewichte der Blöcke kann man dieselben weder kanten, noch auf der unebenen Oberfläche einer Steinschüttung fortschieben. Eine flache Schüttung kann daher nicht gedeckt werden, und von einer solchen werden die Bruchsteine so lange, und oft zum großen Nachtheile der Schifffahrt so weit umhergeworfen, bis endlich eine starke Vertiefung am Fulse sich bildet und die Blöcke nachstürzen. Bei den neueren Hafendämmen giebt man aus diesem Grunde der äußeren Dossirung eine Anlage von nur  $1\frac{1}{4}$  bis  $1\frac{1}{3}$  der Höhe.

Wo Fluth und Ebbe stattfindet, läßt man den Fuß der Mauer bis zum kleinsten Wasser hinabreichen, und man kann alsdann unmittelbar daneben auch die Blöcke mit Schwimmern hinbringen und versenken. Bei Cherbourg ist dieses theilweise wirklich geschehn, doch überzeugte man sich bald, daß man bei der kurzen Dauer des Hochwassers zu wenig Zeit zum Versenken hatte, und daß bei etwas unruhiger See der Senk-Apparat und die Mannschaft in augenscheinliche Gefahr kommen, wenn zufällig eine Verzögerung eintritt. Man entschloß sich daher, zur Ueberdeckung der höchsten Theile der Dossirung die Blöcke gleich an Ort und Stelle zu formen. Dabei war es indessen nicht möglich, in einer Ebbe einen Block von 20 Cubikmeter fertig zu stellen, und man mußte zu seiner Beendigung jedesmal noch die folgende Ebbe benutzen. Bei den sehr schnell bindenden Portland- und Medina-Cementen gelang dieses Verfahren vollständig, und man beobachtete nur die Vorsicht, ehe der Béton überfluthet wurde, flache Steine darin einzudrücken. Ein Aufmauern der Blöcke konnte in diesem Falle nicht vorgenommen werden, weil solches noch mehr Zeit, als das Einschütten des Bétons erfordert haben würde.

Gegenwärtig ist man in Cherbourg von der Anwendung loser Blöcke ganz abgegangen, und hat eine Deckungsart gewählt, welche sich nicht nur hier als vortheilhaft herausstellt, sondern auch an Meeren, die nicht Ebbe und Fluth zeigen, zum Befestigen des obern Theils der Dossirung vorzugsweise Nachahmung verdienen dürfte; es wird nämlich die Steinschüttung 4 bis 5 Fuß hoch mit Bruchsteinen zusammenhängend übermauert. In ähnlicher Art hatte man auch bei Cette denjenigen Theil der Dossirung, der bereits fest gelagert und dessen Unterspülung nicht mehr zu besorgen war, übermauert und dabei zugleich die vortretenden Ecken der künstlichen Blöcke abgehauen. Man hat dabei ein Profil gewählt, das aus einer sehr flachen Neigung in eine senkrechte Ebene übergeht, um nach dem Vorschlage von Emy die horizontale Bewegung der Welle in eine senkrechte zu verwandeln. Der untere Theil dieser Mauer versieht die Stelle einer Risberme, und man kann, wenn es nöthig sein sollte, hier Blöcke formen und hinabstürzen.

Wenn die Häfen an Meeren liegen, worin starke Fluth und Ebbe stattfindet, so fehlt gemeinlich die Risberme, indem die Dossirung, die zur Zeit des niedrigen Wassers trocken wird, oder die natürliche Sand- und Kiesablagerung deren Stelle vertritt. Nichtsdestoweniger kommen, namentlich an den Köpfen der Hafendämme, auch hier zuweilen Risbermen zur Verstärkung derselben vor, die jedoch unter dem Hochwasser liegen. Bei den Häfen am Mittelländischen Meere wird die Risberme jederzeit einige Fuß über das höchste Wasser gelegt, damit man bei schwachem Wellenschlage darauf noch gehn und die künstlichen Blöcke bauen kann. Sie erhält jederzeit ein Gefälle nach der Seeseite.

An der innern Seite schließt sich an die Risberme die Hafenmauer oder Brustmauer an, die man in früherer Zeit nur so hoch aufzuführen pflegte, daß man in ihrem Schutze selbst beim heftigsten Wellenschlage den Hafendamm passiren konnte, ohne von den Wellen unmittelbar getroffen zu werden. Letztere schlagen indessen, besonders wenn die äußere Dossirung bis zur Krone der Mauer heraufgeführt ist [wie z. B. bei dem alten Hafen Holyhead \*)], noch heftig darüber, und große Wassermassen stürzen auf den Weg an ihrer innern Seite. In neuerer Zeit werden dagegen diese Mauern bis über den Scheitel der höchsten Wellen heraufgeführt, um die horizontale Bewegung des Wassers vollständig aufzuheben. Zu diesem Zwecke muß die Mauer an der Seeseite, wenigstens in ihrem obern Theile, beinahe senkrecht ansteigen. Beim Gegenschlagen der Wellen spritzt das Wasser alsdann neben der Mauer zwar hoch auf, und wenn ein Theil desselben auch vom Sturme noch über die Mauer und den Kai in den Hafen getrieben wird, so ist dieses doch nicht mehr eine zusammenhängende Masse, deren Stoß gefährlich wäre. Der überwiegend größere Theil der Welle fällt aber zurück in die See.

Die Krone der Hafenmauer erhält jederzeit ein starkes Gefälle nach der Seeseite, welches meist  $\frac{1}{10}$  beträgt. Ihre Breite muß so groß sein, daß die erforderliche Stabilität in der ganzen Mauer sich darstellt. Bei Bestimmung des Profils für den Oberbau des Wellenbrechers bei Cherbourg war man von der Voraussetzung ausgegangen, daß beim heftigsten Wellenschlage der Quadratmeter einer entgegenstehenden Fläche einem Drucke von 3000 bis 4000 Kilogramm ausgesetzt ist. Dieses giebt auf den Rheinländischen Quadratfuß etwa 700 Pfund, oder der Druck entspricht demjenigen, den eine Wassersäule von  $10\frac{1}{2}$  Fuß Höhe ausübt. Einzelne Beobachtungen haben nun zwar ergeben, daß der Stoß der Wellen bei heftigem Sturme und vor einem steil aufsteigenden Ufer viel größer ist. Da jedoch ein solcher Stoß immer nur stellenweise eintritt, und der am stärksten getroffene Theil der Mauer sich nicht lösen kann, also der Druck

\*) Zeitschrift für Bauwesen. III. Jahrgang, Taf. 39, Fig. 1.

sich jedesmal vertheilt, so erklärt es sich, daß jene Annahme vollständig genügt. Die Mauer auf dem Damme bei Cherbourg hat in dieser Beziehung nie Bedenken erregt, und selbst bei den heftigsten Stürmen keine Bewegung bemerken lassen.

Endlich besteht der Hafendamm noch aus dem im Schutze dieser Mauer liegenden Wege oder Kai, der nach Maafsgabe des Verkehrs eine grössere oder geringere Breite erhält. Am Hafen la Joliette ist derselbe (Fig. 3) sogar 60 Fuß breit, doch werden hier nicht nur Materialien und Waaren in grossen Quantitäten niedergelegt, sondern es fahren daselbst auch die Personenwagen nach den Dampfschiffen, und man hat sogar Schmieden und andere Werkstätten, Schuppen und selbst kleine Wohngebäude darauf errichtet. Um diesen Kai möglichst gegen das Ueberstürzen grosser Wassermassen zu sichern, befindet sich auf der innern Seite der Hafendamm noch eine kleinere Brustmauer. Die Hafendamm selbst ist aber an sich schon bedeutend höher, als sie nach der obigen Regel zu sein brauchte, weil sie die Verbindung und den Zugang zu den drei darauf liegenden Redouten bildet. Wenn an einen Hafendamm die Schiffe nur gelegentlich anlegen, und die eigentlichen Lösch- und Ladeplätze anderweitig eingerichtet sind, so genügt es, für die Mannschaften, die etwa Schiffe herein oder hinausziehen oder denselben sonst Hülfe leisten, dem Kai die Breite von 12 bis 20 Fuß zu geben.

Damit der Hafenweg möglichst durch die Brustmauer geschützt wird, darf er nicht zu hoch liegen. Bei geringerer Höhe gewinnt er sogar an Bequemlichkeit, weil alsdann Böte überall anlegen können. Es ist nur Bedingung, daß er höher ist, als die Wellen im Hafen. Man legt ihn daher gemeinhin etwa 4 Fuß über den gewöhnlichen Wasserstand. Am Kopfe der Mole ist jedoch der Wellenschlag bedeutender, und man läßt daher hier auch den Weg mittelst einer breiten Treppe, soweit es nöthig ist, ansteigen, während auch die Brustmauer daselbst erhöht wird und oft in einem Bogen den Kopf auf der vordern Seite umgiebt.

Der Hafenweg lehnt sich jederzeit an eine Futtermauer, die auf einer Schüttung von grossen Bruchsteinen steht. Ganz allgemein erhält diese Schüttung nur einfache Anlage, was nach allen Erfahrungen genügt. Wenn der Kai, wie oft geschieht, mit Béton bedeckt oder übermauert wird, so fängt sich darunter beim Anschlagen der hohen Wellen auf der Seeseite die Luft und wird stark comprimirt. Zur Ableitung derselben muß man daher Luftröhren anbringen, die auf der Hafenseite ausmünden. Dieses ist, wie oben erwähnt, im Hafen la Ciotat geschehn.

Bei allen diesen Constructionen wird jede Anwendung des Holzes sorgfältig vermieden, weil dasselbe an der Französischen Küste des Mittelländischen Meeres von den Seewürmern in kurzer Zeit vollständig zerstört wird.

Die Hafendämme an der Küste des Canales, von Fécamp ab bis Dünkirchen und Ostende, sind wesentlich verschieden von den bisher beschriebenen. Der grosse Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasser, sowie die weite Ausdehnung des Strandes bedingen ganz andere Constructionen. Zum Theil bestehen diese Dämme aus Mauern, die steil aufgeführt sind, zum Theil aus Holzbauten, die man mit Steinen gefüllt hat; häufig bildet aber nur der Unterbau, der zur Zeit des Hochwassers stark überfluthet wird, einen dichten Abschluß des Hafens, weil er nur den Spülstrom, den man beim niedrigsten Wasser eintreten läßt, zusammenhalten soll. Die Ueberbrückung ist dagegen ganz offen, weil man den stärksten Küstenstrom nicht unterbrechen mag, wodurch die Anhäufung des Sandes in und neben dem Hafen befördert werden könnte. Die Schiffe, die meist nur beim Hochwasser ein- und auslaufen, sind gegen das Auffahren auf diese niedrigen Dämme durch die erwähnten Ueberbrückungen gesichert. Diese liegen so hoch und sind auch seeseitig durch mehrere mit einander verbolzte Balken so gesichert, daß die Wellen nicht hinüberschlagen, also die Brücken stets zugänglich bleiben. — Außerdem sieht man in diesen Häfen häufig Buchten, die seitwärts liegen, und deren Sohlen flach ansteigen, während ähnliche Brücken sie von dem Hafen trennen. Sie dienen zur Beruhigung des Wassers im Binnenhafen, indem die Wellen in diese Buchten hineinlaufen und beim Ansteigen auf die geneigten Flächen ihre Kraft verlieren.

Ich übergehe die nähere Beschreibung der letzt-erwähnten Hafendämme, da sie theils in den hydrotechnischen Werken häufig beschrieben, theils aber für unsere Verhältnisse nicht anwendbar sind. Außerdem scheint auch noch kein bestimmtes System in ihrer Anordnung sich ausgebildet zu haben.

Ich muß jedoch bemerken, daß diese hölzernen Brücken sich überall in sehr gutem Zustande befanden, und auf meine wiederholte Anfrage über deren Dauer wurde mir jedesmal gesagt, daß der stete Wechsel des Wasserstandes dem Holze nicht merklich nachtheilig ist, es auch von Seewürmern wenig angegriffen wird. Man meinte, daß wenigstens eine Dauer von 15 bis 20 Jahren angenommen werden könne, auch bot sich mir in Tréport die Gelegenheit zu sehn, daß die Aufstellung einzelner neuer Gebinde sehr sicher und leicht zu bewerkstelligen ist.

Es bleibt mir noch übrig, die Construction und die Art der Ausführung einzelner Theile von jenen massiven Hafendämmen, deren Anordnung und Profilierung ich bezeichnet habe, speciell zu beschreiben.

Bei Marseille sah ich die Steinschüttung für den Hafendamm des Bassins Napoleon ausführen. Die dazu benutzten Steine führte man, wie bereits erwähnt, von den Inseln Ratonneau und Pomégues, und zwar in Schiffen herbei, die hierzu besonders eingerichtet waren,

und mittelst deren die Versenkung sehr schnell von statten ging. Das Brechen der Steine habe ich schon oben beschrieben und zugleich mitgetheilt, daß sowohl die größten gesprengten Blöcke, als auch die kleinsten Steine ihre Verwendung beim Hafenaufbau finden. Sie wurden jedoch sorgfältig sortirt, und der Preis für den Cubikmeter stellte sich um so höher, je größer sie waren. Ihr Inhalt wurde aber niemals durch Aufruthen und Nachmessen, sondern immer durch das Gewicht bestimmt. Die kleinsten Steine wurden als Kies bei der Fabrication des Bétons verwendet, hiervon wird später die Rede sein. Zur Schüttung wurden vier Arten von Steinen benutzt, nämlich:

- 1) Steinschrott, wozu Steine von  $\frac{1}{20}$  bis 1 Cubikfuß gehören,
- 2) kleine Steine von 1 bis 16 Cubikfuß,
- 3) Mittelsteine von 16 bis 50 Cubikfuß und
- 4) große Steine von 50 bis 100 Cubikfuß.

In dem Profile Fig. 3 sind diese verschiedenen Größen bezeichnet. Der Steinschrott bildet den untern Theil des Kerns vom Hafendamme, außerdem ist er hinter der Futtermauer unter dem Hafenwege aufgeschüttet. Die kleinen Steine sind nicht besonders verwendet, sondern mit den mittleren in abwechselnden Schichten verstrützt. Beide zusammen bilden den obern Theil des innern Kernes. Die großen Steine endlich umschließen diesen Kern sowohl auf der Seeseite, als auf der Hafenseite.

Ein vielfach verzweigtes System von kleinen Eisenbahnen, die oft umgelegt und verlängert werden müssen, zieht sich durch die Steinbrüche hin. Die Steine werden gleich an Ort und Stelle sortirt und besonders verladen, während eine große Anzahl von leichten Krahnern die größeren Steine heben und bis an die Bahn bringen. Jeder einzelne beladene Wagen läuft, ehe er auf das Schiff oder die Ausladestelle kommt, über eine Brückenswaage, wo er gewogen wird.

Die Schiffe, die jedesmal nur mit einer Sorte von Steinen beladen werden, sind ziemlich flach gebaut und mit einem ganz freien, festen Verdeck versehen, das etwas gewölbt ist und in der Höhe des umgebenden Bordes liegt. Die Tragfähigkeit dieser Schiffe wurde mir zu 150 Tons oder 75 Last angegeben. Sie laden also nahe 12 Schachtrüthen wirklicher Steinmasse.

Der Steinschrott, sowie die kleineren und mittleren Steine werden unmittelbar auf das Deck geschüttet, die großen Steine dagegen in der untern Lage auf Rollen gelegt, die sämtlich parallel zur Axe des Schiffes gerichtet sind, also seitwärts eine leichte Bewegung gestatten. Sobald vier Schiffe beladen sind, so werden sie an ein Dampfboot gehängt und von diesem an die Stellen geführt, wo sie entladen werden sollen. Durch Kreuzmarken sind diese Stellen und zwar für jede Größe der Steine bezeichnet, und daselbst legt sich das Schiff

vor zwei Anker, deren einer vorn und der andere hinten ausgebracht wird.

Nunmehr beginnt eine eigenthümliche Vertheilung der Ladung. Während nämlich auf der einen Seite ein großes Uebergewicht dargestellt wird, so daß das Schiff sich hier sehr stark überneigt, bringt man einige recht große und besonders lange Steine, die zu diesem Zwecke oft absichtlich beigefügt werden, auf die entgegengesetzte Seite, und legt sie so weit über Bord, daß sie nur so eben noch auf dem Schiffe liegen. Man überpackt sie auch wohl mit andern Steinen, doch immer so, daß sie sehr leicht über Bord geworfen werden können. Sobald dieses geschehn und etwa an sechs Stellen solche Steinmassen aufgesetzt sind, so stellen sich jedesmal zwei Mann daneben und kanten diese Massen auf den Ruf des Aufsehers über Bord. Sogleich senkt sich die andere Seite des Schiffes tief unter Wasser und ein großer Theil der Ladung stürzt daselbst hinab. Hierdurch erleichtert sich aber wieder das Schiff an jener Seite und neigt sich nach der entgegengesetzten Richtung, worauf auch hier ein Theil der Ladung hinabfällt. Die oscillirende Bewegung setzt sich noch einige Zeit fort, und etwa während vier Schwankungen fallen Steine hier und dort hinab. Der Rest muß aber aus freier Hand oder durch Brechstangen abgeworfen werden.

Ich sah dieses Manöver einige Male ausführen, und es ging so langsam von statten, daß die Leute, welche die äußern Steine hinabgeworfen hatten, sehr bequem nach dem Vorder- oder Hintertheile des Schiffes gehn konnten, ehe die Bewegung nach dieser Seite wieder eintrat. Mir wurde jedoch gesagt, daß hin und wieder auch Unglücksfälle dabei vorkommen, und daß die Arbeiter, wenn die Steine sie ereilen, gewöhnlich mit diesen verschüttet werden. Durch das beschriebene Manöver entladet sich das Schiff niemals vollständig, gewöhnlich bleibt der dritte oder vierte Theil der Steine auf Deck liegen; in einem Falle sah ich die Versenkung ganz misslingen, indem kaum der vierte Theil hinabstürzte.

Man hatte zu diesem Zwecke früher Prahme mit Bodenklappen, ähnlich unsern Baggerprahmen, anwenden wollen. Einige derselben lagen noch in dem Hafen von Frioul, sie hatten sich aber für die größeren Steine als ganz unbrauchbar erwiesen, da diese in den Trichtern sich gegenseitig einklemmten und nicht hindurchfielen. Ein Lüften mittelst Hebebäume und Brechstangen zeigte sich dabei ganz erfolglos, und es blieb nur übrig, einzelne Steine mit Ketten zu fassen und mittelst sehr kräftiger Winden zu heben, was natürlich einen übermäßigen Zeitverlust verursachte. Dazu kommt auch noch, daß die Prahme mit Klappen im Boden bei gleicher Größe viel weniger Tragfähigkeit haben, und daß man sie nur entladen kann, wenn die Tiefe unter dem beladenen Fahrzeuge noch so groß ist, daß die Klappen vollständig aufschlagen können.

Es ist schon oben erwähnt, daß die Kosten der Steinschüttung in Marseille, nach unserer Art zu rechnen, sich auf 8 Thlr. 24 Sgr. für die Schachtruthe stellen.

In Cherbourg war der Preis wegen der leichteren Beschaffung der Steine und wegen des kürzeren Transportes durchschnittlich etwas geringer. Der Cubikmeter der zum Kerne verwendeten Steine kostete mit Transport nur 6 Francs und der Decksteine 12 Francs, also die Schachtruthe von jenen, und zwar aufgesetzt, 5 Thlr. 10 Sgr. und von diesen 10 Thlr. 20 Sgr.

In Betreff der Fundirung der Mauern auf den Hafendämmen ist wenig zu sagen. Die Hafenmauer selbst braucht, da ihr Fuß von beiden Seiten sich gegen höhere Schüttungen lehnt, nicht tiefer, als in der Höhe des Wasserspiegels fundirt zu werden. Selbst in Cherbourg ist man damit nur bis zum gewöhnlichen niedrigen Wasser der Springfluthen herabgegangen. Man kann also das Mauerwerk im Trocknen ausführen, und braucht nur die Schüttsteine darunter zu reguliren und ihre Fugen zu füllen; doch müssen diese Arbeiten während eines höheren Wasserstandes und bei hohem Seegange ausgesetzt bleiben. Eben dasselbe gilt von der Ausführung der Risberme, wobei der Wellenschlag noch störender wird. Um diesen abzuhalten, wendete man in Cette eine eigenthümliche Art von Fangedämmen an. Man hatte nämlich Säcke, von nahe 1 Cubikfuß Inhalt, lose mit Sand gefüllt, und diese wurden vor der Stelle, wo man gerade mauern wollte, auf die Schüttsteine so hoch aufgepackt, daß die niedrigen Wellen nicht herüberschlügen. Auf diese Art stellte man in der kleinen Baugrube einen ruhigen Wasserspiegel dar. Dasselbe Mittel ist auch beim Cherbourger Damme angewendet.

Die Futtermauer, gegen welche sich der Hafenweg oder der Kai lehnt, muß tiefer fundirt werden, weil kleinere und zuweilen auch größere Schiffe unmittelbar daran anlegen sollen. Im Hafen la Joliette reicht diese Mauer 13 Fuß unter das Wasser hinab. Augenscheinlich kann in diesem Falle von den älteren Fundirungsarten kein Gebrauch gemacht werden, dagegen bietet die Verwendung des Bétons hierbei keine Schwierigkeiten, wenn einige Vorsichtsmaafsregeln berücksichtigt werden.

Die großen Steine, welche den Kern des Dammes umgeben, und auf welche die Kaimauer gestellt werden soll, sind bis zu derjenigen Höhe aufgeschüttet, welche für den Fuß der Mauer bestimmt ist, und in geringem Abstände von diesem beginnt die Dossirung, die unter einem Winkel von 45 Graden bis zur Sohle des Hafens abfällt. Jedenfalls ist es nothwendig, diese Steinschüttung gegen spätere Bewegungen zu sichern. Der Wellenschlag im Hafen wird niemals so stark, daß er diese Steine in Bewegung setzen könnte, und in allen Häfen, wo ich diese Construction angewendet sah, kommt auch keine merkliche Strömung vor, welche etwa den Fuß der Böschung unterwaschen und diese dadurch in Be-

wegung setzen könnte. Wenn es sich darum handeln sollte, diese Methode auf einen Hafen anzuwenden, durch den ein großer Strom ausmündet, und wo man vielleicht sogar, wie in Swinemünde geschehn, durch Einführung einer starken Krümmung den Strom absichtlich hart an den Hafendamm gedrängt hat, alsdann müssen freilich andere Vorsichtsmaafsregeln ergriffen werden, um eine Unterspülung zu verhindern. Es ist hier nicht der Ort, diese näher zu bezeichnen, doch dürften auch solche nicht besonders schwierig sein.

In den Französischen Häfen, die ich sah, kommt es nur darauf an, sich zu überzeugen, daß die Steinschüttung fest und in dem bestimmten Profile gelagert ist. Zu diesem Zwecke wird sie durch Taucher untersucht, und diese schlingen um Steine, welche man entfernen muß, die Ketten, und bezeichnen durch Signale die Stellen, wo eben diese Steine oder andere, die in passender Größe ausgesucht sind, versenkt werden sollen. Ist dieses geschehn, so füllt der Taucher die stärksten Vertiefungen unter der Mauer mit passenden Steinen aus und ebnet auf diese Weise ein sicheres Bette für dieselbe.

Die Taucher-Apparate die man hierzu benutzt, und die ich in jedem größeren Hafen oft in bedeutender Anzahl vorräthig sah, sind die sogenannten Skaphander. Der Taucher hat in demselben die Hände und Füße frei, und durch große Glasscheiben in dem Helme, der seinen Kopf bedeckt, kann er, namentlich in dem klaren Wasser des Mittelländischen Meeres und den damit in unmittelbarer Verbindung stehenden Häfen, alle Gegenstände deutlich erkennen. Er bewegt sich und arbeitet also fast eben so frei, wie sonst, während der stärkere Druck der zugepumpten Luft bei mäßiger Tiefe ihn wenig belästigt. In Toulon sah ich bei dem Bau eines Trocken-Docks gleichzeitig sieben solcher Taucher arbeiten, in Cette wurden mir etwa zwanzig Taucher-Apparate, jeder mit allem Zubehör, also auch mit den Pumpen und Röhren versehen, gezeigt. Der größere Theil derselben war dort angefertigt, und man meinte, daß diese bedeutend besser wären, als die aus England bezogenen.

Auch bei der Aufstellung der leichten Holzwände, zwischen welche der Béton geschüttet wird, bedient man sich der Hülfe des Tauchers. Derselbe sorgt dafür, daß jeder Stiel mit seinem untern Ende zwischen die Steine greift, und er nagelt die Brett-Tafeln daran, nachdem die Köpfe der Stiele unter sich und mit der höhern Steinschüttung zur Seite durch Zangen und Anker gehörig verbunden sind. Obwohl nun der Wellenschlag im Hafen gemeinhin nur mäßig ist, und sonach diese ganze Vorbereitung bei ruhiger Witterung sich sehr sicher ausführen läßt, so ist doch zu besorgen, daß durch größere Fugen in den Holzwänden und ebenso auch zwischen den Steinen, welche die Sohle des Kastens bilden, bei jeder schwachen Welle das Wasser eindringen

und wieder zurückfließen, und hierdurch in dem frisch geschütteten Béton den Kalk auswaschen könnte. Um dieses zu vermeiden, versieht man den ganzen Kasten mit einem Boden von getheerter Leinwand, die der Taucher an die Holzwände nagelt. Dieselbe darf aber nicht fest gespannt werden, vielmehr muß sie so lose sein, daß sie an alle Unebenheiten der Steine sich anlegen kann. Auch große Fugen in den Wänden werden auf gleiche Weise durch Aufnageln von Leinwand gedichtet. Ich darf kaum erwähnen, daß bei diesem Verfahren die Mauer sich sehr scharf an die darunter liegenden Steine anschließt, und dadurch nicht nur selbst gegen ein Verschieben gesichert wird, sondern auch die Steine zusammenhält und gleichsam verankert. Die Bétonschüttung wird alsdann bis zum Wasserspiegel heraufgeführt, woselbst sie in ein Bruchsteinmauerwerk mit eingebundenen Werkstücken an der äußern Seite übergeht. Die Schüttung des Bétons geschieht aber jedesmal mittelst Kasten, die sich unten öffnen. Von der Benutzung der Trichter ist man in Frankreich ganz zurückgekommen.

Ich muß noch bemerken, daß die oben erwähnten künstlichen Steinblöcke, die man bei Cherbourg vielfach an derselben Stelle geformt hat, wo sie die Steinschüttung decken sollen, gleichfalls auf getheerter Leinwand ruhen, indem diese als Boden an dem Formkasten befestigt wurde.

Es bleibt mir noch übrig, die Fabrication und die Art des Transportes der künstlichen Steinblöcke zu beschreiben, und bei der großen Wichtigkeit dieses Gegenstandes scheint es nothwendig, in die Einzelheiten desselben näher einzugehen und zugleich die Erfahrungen mitzutheilen, welche man über die Haltbarkeit des Mörtels und des Bétons im Seewasser gemacht hat.

In Frankreich sind bereits seit einigen zwanzig Jahren, und zwar, soviel bekannt, zuerst in Algier, zur Sicherung von Hafendämmen und andern Bauwerken an der See große künstliche Steinblöcke verwendet. Sie werden theils aus lagerhaften Bruchsteinen aufgemauert, theils aber in Béton geformt. Beide Methoden werden vielfach angewendet, und man zieht im Allgemeinen die erstere vor, weil sie billiger ist, sobald lagerhafte Steine in der Nähe brechen, wie z. B. in Cette und in Port Vendres. Dagegen wählt man das zweite Verfahren, wo die Bruchsteine gar zu unförmlich ausfallen, wie in Marseille, oder auch, wo man nur die kurze Zeit des niedrigsten Wassers nach der Ebbe zur Darstellung dieser künstlichen Steinblöcke benutzen kann, wie vor dem Wellenbrecher bei Cherbourg.

Um die Fabrication der Bétonsteine darzustellen, werde ich die in Marseille getroffenen Einrichtungen speciell mittheilen, weil ich gerade hier Gelegenheit hatte, diese Arbeit in sehr ausgedehntem Betriebe zu sehn, und dabei alle Anordnungen höchst zweckmäßig gewählt waren, so daß theils die verschiedenen Opera-

tionen ohne gegenseitige Störung neben einander ausgeführt wurden und vollständig in einander griffen, theils aber die Controlle über die ganze Arbeit und namentlich über das vorgeschriebene Mischungs-Verhältniß überaus leicht war.

Die Darstellung eines Mörtels, der nicht nur bald und vollständig erhärtet, sondern auch im Seewasser sich dauernd erhält, ist ein Gegenstand, der die Französischen Ingenieure in neuester Zeit sehr beschäftigt hat. Aus früheren sorgfältigen Untersuchungen, die namentlich von Vicat angestellt waren, kannte man in Frankreich eine große Anzahl von Lagern natürlicher magerer Kalke, und außerdem waren viele Fabriken von künstlichem magern Kalke, von Cementen und Puzzolanen entstanden. Man war hierdurch in den Stand gesetzt, in jedem Theile Frankreichs zu mäßigen Preisen hydraulische Mörtel zu bilden, die den erforderlichen Grad von Härte unter dem Wasser und zwar in beliebig kurzer Zeit annahmen. Es schien, daß man in dieser Beziehung bereits volle Sicherheit erreicht hätte, und daß auch bei Bauten an der See kein Grund zu einer Besorgniß vorläge, da die Versuche ergaben, daß wenigstens theilweise diese natürlichen und künstlichen Kalke, Cemente und Puzzolanen im Seewasser sich nicht anders verhielten, als im süßen Wasser, und namentlich in jenem auch schnell und vollständig erhärteten. Um so mehr mußte es überraschen, als im Jahre 1850 der Ingenieur Noel in Toulon die ganz unerwartete Erfahrung machte, daß in Toulon, wie in Algier, der angewendete Mörtel zwar im Seewasser erhärtete und nach 6 bis 12 Monaten einen sehr hohen Grad von Härte annahm, daß er aber einige Jahre später wieder zerfiel und in einzelnen Fällen sich sogar vollständig auflöste. Die Redaction der Annales des ponts et chaussées beeilte sich, diese Thatsache bekannt zu machen und erließ zugleich die dringende Aufforderung, den Gegenstand durch Mittheilung sonstiger Erfahrungen und durch nähere wissenschaftliche Untersuchungen aufzuklären. Es zeigte sich hierauf, daß man in der That auch in andern Häfen, namentlich in la Rochelle, St. Malo und Calais, dieselbe Erscheinung bemerkt hatte, während vielfach, wie in Marseille und Cherbourg, ein solches späteres Erweichen oder Zerfallen des Mörtels durchaus nicht vorgekommen war.

Ueber den Grund dieser eigenthümlichen Erscheinung wurden von sehr namhaften Ingenieuren verschiedene Ansichten ausgesprochen, bis der Ingenieur Ravier in Algier die nachstehende Erklärung gab, der auch Vicat beistimmte\*).

Die schwefelsaure Magnesia und das Chlor-Magnesium, die zusammen im Mittelländischen Meere unge-

\*) Diese Untersuchung, auf vielfache Beobachtungen und chemische Analysen gegründet, ist unter dem Titel *essais et observations sur les mortiers employés en eau de mer* in den *Annales des ponts et chaussées*, 1854, II, Pag. 20 ff., mitgetheilt.

fähr 1 Procent, im Atlantischen Ocean und in der Nordsee dagegen nur etwa  $\frac{1}{2}$  Procent des Seewassers ausmachen, lösen die freie oder nicht fest gebundene Kalkerde jedesmal auf, und verbinden sich mit dieser zu schwefelsaurem Kalk und Magnesia. Diese Verbindung überzieht als feste Decke jeden Mörtel im Seewasser und schützt ihn vollständig vor weitem Angriffen, sobald sie innig an ihm haftet. Letzteres geschieht aber nur, wenn die Kalkerde hinreichend durch Thonerde gebunden ist, entgegengesetzten Falls löst sich der Ueberzug von der innern Masse, zerbricht, und die zerstörende Einwirkung des Seewassers setzt sich allmählig immer weiter fort. Für die Erhaltung des Mörtels im Seewasser ist es sonach Bedingung, daß der Index der Hydraulicität (wie Vicat das Verhältniß der Thonerde und der Magnesia zur Kalkerde genannt hat) nicht unter einer bestimmten Größe bleibt. Jeder natürliche oder künstliche Kalk oder Cement, in welchem dieses Verhältniß nicht unter 36 : 100 ist, bildet im Seewasser einen dauernd haftenden Ueberzug und bleibt sonach unversehrt, während Kalke, die weniger hydraulisch sind, dadurch nicht geschützt werden.

Diese Bedingung wird in vielen Fällen vollständig erfüllt, und namentlich gilt dieses von dem natürlichen magern Kalke von Theil im Departement d'Ardèche, der in Marseille schon früher angewendet war, und der jetzt bei allen Hafenbauten am Mittelländischen Meere, von Toulon bis Port Vendres, ausschließlich benutzt wird.

Dieser Kalk bricht unmittelbar im Ufer der Rhône, sein Transport ist daher verhältnißmäßig wenig kostbar. Im Port le Bouc sah ich große Massen dieses Kalkes im rohen Zustande zur Verladung in Seeschiffe bereit liegen. Er ist theils von blauer, theils von hellgelber, nahe weißer Farbe, der erste gilt für vorzüglicher. Seine chemische Zusammensetzung ist:

	des blauen Steins:	des hellen Steins:
Kalkerde . . . .	44,80	46,48
Kiesel und Thonerde	17,20	15,80
Eisen-Oxyd . . . .	0,10	0,40
Kohlensäure . . . .	35,20	36,52
Wasser und Erdharz	2,70	0,80

Das specifische Gewicht dieses Kalkes beträgt 2,40 bis 2,43. Wenn er lufttrocken ist, und in Wasser getaucht wird, so saugt er 6 bis 7 Procent des letzteren ein, und zwar der helle Stein etwas mehr, als der blaue. Von jenem lösen sich auch merkliche Quantitäten ab und trüben das Wasser.

Zu einigen Bauten wird dieser Kalkstein roh angeliefert und an Ort und Stelle gebrannt, bei andern geschieht das Brennen und Zubereiten des Kalkmehles schon neben den Brüchen in der Fabrik von Pavin und Lafarge in Theil. Im letzten Falle wird die ganze Fabrication durch einen besondern Regierungs-Beamten speciell und dauernd beaufsichtigt. Dieses geschieht z. B. für den Hafenbau bei Marseille, woselbst der Kalk als feines Mehl angeliefert wird.

Es dürfte nicht überflüssig sein, die Behandlung des Kalkes in der erwähnten Fabrik noch zu beschreiben. Nachdem derselbe gebrannt ist, wird er mit Wasser besprengt und in Haufen aufgesetzt. Sobald er alsdann vollständig erkaltet und dabei größtentheils in Staub zerfallen ist, hebt man ihn mittelst einer Eimerkette oder eines Elevators auf eine geneigte Rinne, in deren Boden sich ein eisernes Sieb mit Oeffnungen von etwa 9 Linien Weite befindet. Hier scheiden sich die größeren Kalkstücke aus, und diese werden durch Handarbeit sortirt, je nachdem sie entweder ungar oder, obwohl hinreichend gebrannt, dennoch nicht zerfallen sind. Der Unterschied zwischen beiden ist sehr auffallend, da erstere viel schwerer und viel fester sind, als letztere. Jene werden mit der nächsten Füllung aufs Neue in den Ofen gebracht, diese dagegen wirft man in einen Trichter, der sie unter den Läufer einer Mühle führt.

Der feinere Kalk, der durch das erste Sieb hindurchfällt, kommt in das Beutelzeug. Dieses besteht aus einem Drahtgewebe, das in der Fläche eines Quadrat-Decimeters 20000 Maschen hat, d. h. auf den Quadratzoll treffen 1369 oder auf einen Zoll Länge durchschnittlich 37 Oeffnungen. Das durchfallende Kalkmehl ist das fertige Fabrikat. Die größeren Körnchen und kleinen Stücke, die über das Beutelzeug fortrollen, werden zugleich mit den schon vorher ausgesuchten größeren Stücken des garen Kalkes zwischen gewöhnlichen Mühlsteinen gemahlen. Nachdem dieses geschehn, wird das so gewonnene Mehl nochmals in gleicher Weise gebeutelt, und die Körner, die wieder nicht hindurchfallen, werden fortgeworfen.

Das Kalkmehl aus der Mühle giebt nach den darüber angestellten Versuchen einen etwas weniger bindenden Mörtel, und sonach darf von demselben nur eine bestimmte Quantität, nämlich höchstens 20 Procent dem ersten Fabrikate zugesetzt werden. Die nähere Prüfung ergab, daß von der Masse der in die Mühle gebrachten größeren und kleineren Stücke (grappiers) etwa

- 10 Procent bei nochmaligem Besprengen zerfielen,
- 70 Procent zwar gar gebrannt, aber so fest waren, daß sie nicht zerfielen,
- 10 Procent nicht den gehörigen Grad der Hitze erhalten hatten, und
- 10 Procent aus verglastem Thon und Kohlenschlacken bestanden, die also zufällig in den Kalk gekommen waren.

Indem beim Mahlen dieses letzten Theiles, so wie auch des ungebrannten Kalkes, die Mühlsteine stark angegriffen werden, so liegt es schon im Interesse des Fabrikanten, dafür zu sorgen, daß beide nur in möglichst geringer Quantität vorkommen.

Was die andern Materialien betrifft, welche zur Bétonbereitung in Marseille benutzt wurden, so ist darüber wenig zu sagen. Der Sand ist ein ziemlich scharfer, jedoch nicht reiner Flusssand. Man hat denselben

dem Seesande vorgezogen, weil letzterer in dieser Gegend noch weniger rein ist und sogar grossentheils aus Kalkkörnchen besteht. Im Allgemeinen nimmt man aber in Frankreich keinen Anstand, auch Seesand zum Mörtel zu verwenden, sowie ich auch mehrfach gesehn habe (z. B. in Cette und Cherbourg), daß sogar Seewasser zum Anmachen des Mörtels benutzt wurde, und letzterer dabei vollständig erhärtete. Nach der obigen Auseinandersetzung der chemischen Einwirkungen erklärt es sich, daß weder die Anwendung des Seewassers, noch die des Seesandes einem stark hydraulischen Kalke nachtheilig sein kann. In Marseille benutzt man Quellwasser zur Mörtelbereitung.

Der Kies für den Béton wird zugleich mit den Schüttsteinen im Frioul gewonnen. Jedes einzelne Kiesstück soll durch einen Ring von 6 Centimeter (nahe 3 Zoll) Durchmesser hindurchfallen, während es auf einem Ringe von 3 Centimeter Durchmesser noch liegen bleibt. Es werden jedoch auch Stücke angenommen, die bei grösserer Länge so dünn sind, daß sie durch den letzten Ring fallen, wenn man sie in aufrechter Stellung darauf bringt.

Die Zusammensetzung und Bearbeitung des Mörtels und Bétons geschieht ohnfern der Küste auf einer Rüstung von etwa 60 Fuß Länge und 40 Fuß Breite. Diese ist ganz unbedeckt, auch ist der darunter befindliche Raum nicht mit geschlossenen Wänden umgeben. Auf Blatt 64 Fig. 1, 2, 3 und 4 habe ich diese Rüstung mit allen dazu gehörigen Apparaten dargestellt, doch muß ich erwähnen, daß ich weder auf der Baustelle selbst, noch in den mir vorgelegten Zeichnungen die Dimensionen speciell nachgemessen, vielmehr diese nur bei wiederholtem Besuche nach dem Augenmaasse geschätzt habe.

Auf der erwähnten Rüstung wird sowohl der Mörtel, als der Béton bereitet, der erste in Maschinen, welche durch Dampfkraft getrieben werden, der letztere nur durch Handarbeit. Ein früherer Versuch zur Benutzung einer Mörtelmaschine war, wie mir gesagt wurde, fehlgeschlagen, weil dieselbe den Mörtel nicht schnell genug verarbeitet hatte. Ich muß bemerken, daß ich dieselbe Mörtelmaschine, wie hier, in den meisten Französischen Häfen am Mittelländischen Meere und auch am Canale wiedergefunden habe, jedoch wurde sie grossentheils durch ein Pferd in Bewegung gesetzt, welches an einen Arm des Göpels gespannt war. Ebenso wurde auch der Béton in andern Häfen in gleicher Art wie hier durch Handarbeit dargestellt.

Die Dampfmaschine von 10 Pferdekräften nebst Kessel befindet sich in einem kleinen Gebäude neben der Rüstung, und an dieses schließt sich der große wohl verwahrte Schuppen an, worin die Kalkvorräthe liegen. Die Dampfmaschine setzt zunächst eine lange Triebwelle unter der Rüstung in Bewegung, und diese treibt mittelst conischer Räder, die man auslösen kann, die drei

Mörtelmaschinen. Von letzteren wurden bei meiner Anwesenheit nur zwei benutzt, weil diese genügten, um die erforderliche Anzahl von Béton-Blöcken im Laufe dieses Jahres darzustellen.

Außerdem wird der Dampf desselben Kessels noch zum Betriebe einer Hebemaschine benutzt. Er tritt nämlich theils über, theils unter den Kolben eines Dampfcylinders, der auf der Rüstung steht und dessen Kolbenstange mittelst einer einfachen Lenkerstange den Balancier in der einen oder der andern Richtung bewegt, je nachdem von einer der Bahnen ein Wagen gehoben oder hinabgelassen werden soll. Alle beladenen Wagen werden durch diesen Balancier auf die Rüstung gehoben, während die leeren Wagen theils auf demselben Wege zurückgehn, theils aber durch einen zweiten am andern Ende der Rüstung befindlichen Balancier hinabgelassen werden.

Die Zubereitung des Mörtels erfolgt in den ringförmigen Trögen, welche die Figur zeigt. Der hierzu erforderliche Kalk wird in Säcken von bestimmtem Gewichte auf der Rüstung, und zwar hinter der Eisenbahn in dem mit *a, a* bezeichneten Raume aufgestellt. Man pflegt vor dem Beginne der Arbeit und während der Pausen so viel Säcke anzufahren und hier niederzulegen, daß in den eigentlichen Arbeitsstunden das Anfahren des Kalkes nicht nöthig ist. Den Sand, der für jedes Mörtelbette erforderlich ist, schüttet man in einen Haufen neben der zugehörigen Mörtelmaschine, an die mit *b, b* bezeichneten Stellen. Endlich ist *c* ein eisernes Gefäß, worin das Wasser sich befindet. Letzteres wird, so oft es nöthig ist, durch die Dampfmaschine heraufgepumpt. Die Zubereitung des Bétons erfolgt auf der andern Seite der Rüstung, und zwar in *d, d*, von wo er sogleich hinabgestürzt wird und in die Wagen fällt, die ihn bis über die Kasten führen, in welchen die künstlichen Blöcke geformt werden.

Alle Transporte erfolgen auf Eisenbahnen in Wagen, deren Kasten jedesmal aus Eisenblech bestehen. Diese haben immer solche Größe, daß sie gerade diejenige Quantität des Materials fassen, welche für ein Mörtel- oder ein Bétonbette gebraucht wird. Ich bemerkte sogar einige Wagen, die zum Theil mit Brettern und Bohlen ausgefüllt waren, und dieses war geschehn, um den Kasten, die ursprünglich zu andern Zwecken bestimmt waren, genau den richtigen cubischen Inhalt zu geben. Die Sand- und Kieswagen werden auch bei jeder Füllung wie Hohlmaasse abgestrichen.

Was die Bewegung der Wagen betrifft, so ergiebt sich diese grossentheils schon aus dem Vorstehenden und der Zeichnung. Die Sandwagen, Fig. 10, deren Ladung dem einzelnen Mörtelbette entspricht, fassen etwa 20 Cubikfuß. Ihre Kasten schlagen seitwärts um, und die Wände an dieser Seite bestehen aus beweglichen Klappen, die unten durch Haken festgehalten werden. Diese Wagen laufen auf besonderen Bahnen von der Sandabla-

gerung bis zu den Mörtelmaschinen. Sie werden zu zweien durch ein Pferd bis vor die Rüstung gezogen, wobei sie die Kiesbahn kreuzen. Von hier schiebt man sie einzeln unter der Rüstung fort bis auf die Hebebühne unter dem Balancier. Sie werden alsdann gehoben und von der obern Bahn aus neben den Mörtelmaschinen umgestürzt. Dieses Umstürzen darf aber nur erfolgen, wenn die daselbst vorher abgelagerte Sandmasse vollständig verbraucht ist. Aus diesem Grunde sieht man meist einen, auch wohl zwei volle Sandwagen auf der Rüstung stehn, während die leeren Wagen sogleich entfernt werden. Obwohl diese Wagen auf der Rüstung sich nicht ausweichen können, so tritt hierbei in sofern doch keine Störung ein, als das Vorschieben und Heben, sowie auch das Zurückschieben und Herablassen der Wagen vergleichungsweise zur Fertigstellung eines Mörtelbettes nur sehr kurze Zeit in Anspruch nimmt.

Die Kieswagen, bedeutend kleiner als die Sandwagen, haben dieselbe Einrichtung. Sie führen jedesmal so viel Kies, als ein Bétonbette erfordert, und treten auf der zweiten Bahn unter die Rüstung. Eine eigene Hebebühne, die gleichfalls von dem ersten Balancier bewegt wird, hebt sie auf das zweite obere Geleise. Nachdem sie aber an den mit *d, d* bezeichneten Stellen entleert sind, können sie nicht füglich auf demselben Wege herabgelassen werden, weil das Geleise, über welches sie hingingen, häufig durch andere Kieswagen oder durch Mörtelwagen gesperrt ist; sie werden daher mittelst des zweiten Balanciers herabgelassen und verfolgen alsdann ein anderes Geleise mit starker Krümmung, das sich erst später mit dem Geleise, auf dem sie ankamen, vereinigt. Gewöhnlich werden drei Kieswagen, sowohl leer als beladen, von der Lagerstelle des Kieses bis zum Gerüste und umgekehrt durch ein Pferd gezogen.

Die Mörtelwagen, Fig. 11, unterscheiden sich von den Sand- und Kieswagen dadurch, daß sie drei Kasten tragen, die einzeln um dieselbe Axe seitwärts umgeschlagen werden können. Jeder dieser Kasten ist wieder mit einer Klappe versehen, und jeder faßt den dritten Theil eines Mörtelbettes, so daß der ganze Inhalt der Mörtelmaschine die drei Kasten füllt. Letztere schliessen in den oberen Rändern so scharf an einander, daß man beim Füllen die ganze Masse in die Mitte des Wagens werfen und gleichmäßig vertheilen kann. Diese Wagen entfernen sich nie von den Rüstungen. Nachdem sie auf demjenigen untern Geleise, welches die Kieswagen befahren, den Inhalt einer Mörtelmaschine aufgenommen haben, werden sie durch den Balancier gehoben, und über jeden der drei Kieshaufen *d, d* wird ein Mörtelkasten gestürzt. Während der leere Wagen alsdann auf der Bühne des andern Balanciers steht, treten die drei folgenden beladenen Kieswagen unter die Rüstung. In der Zeit aber, daß diese gehoben werden, nimmt der Mörtelwagen wieder die Stelle neben der betreffenden Mörtelmaschine ein und wird hier aufs Neue beladen; gleichzeitig werden

die leeren Kieswagen herabgelassen. In dieser Weise laufen die verschiedenen Wagen über die obere und untere Bahn, ohne sich gegenseitig hinderlich zu werden.

Für den Transport des fertigen Bétons dient endlich noch eine vierte Art von Wagen (Fig. 12), die sowohl vorn als hinten mit Seitenklappen und geneigtem Boden versehen sind. Sobald ein Bétonbette fertig ist, wird auf der Schiebebühne, die sich unter dem Rande der Rüstung befindet, ein Bétonwagen unter den betreffenden Einschnitt *e, e* gebracht. Hier empfängt er seine Ladung und wird alsdann sogleich auf einer leichten Seitenbahn über die fertigen Béton-Blöcke fort bis zu dem Kasten geschoben, worin ein neuer Block geformt wird. Indem der letzte Transport nur durch Menschen bewirkt wird, auch das Ausschütten des Bétons eine längere Zeit in Anspruch nimmt, so muß man nach Maaßgabe der Entfernung zwei bis drei Steine gleichzeitig in Angriff nehmen und eben so viele Seitenbahnen von der Schiebebühne aus über die fertigen Blöcke legen.

Den Mörtel bildet man, indem 3 Theile Kalkmehl zu 5 Theilen Sand zugesetzt werden, und zum Béton nimmt man auf 1 Theil Mörtel 2 Theile Kies. Diese Verhältnisse beziehen sich auf den Rauminhalt. Auf den Cubikmeter Béton kommen 170 Kilogramme Kalkmehl. Um eine Raumeinheit Béton zu bilden, braucht man daher:

	0,971 Kies
	und 0,486 Mörtel, oder
	0,416 Sand
	und 0,250 Kalkmehl.

Der Inhalt von 18 Kalksäcken stellt mit einer Wagenladung Sand das richtige Verhältniß der Mörtelmischung dar, und das hierbei gewonnene und in die drei Kasten des Wagens gleichmäßig vertheilte Quantum Mörtel giebt mit drei Ladungen der Kieswagen die richtige Mischung des Bétons.

Was die einzelnen Operationen und die dabei benutzten Apparate betrifft, so besteht jede Mörtelmaschine aus einer etwa 12 Fuß im Durchmesser haltenden gußeisernen Rinne, deren Querschnitt Fig. 5 zeigt. Sie ist aus 6 Theilen zusammengesetzt, die in den Boden eingelassen sind; oben ist sie weiter als unten, durchschnittlich etwas über 1 Fuß breit und etwa 10 Zoll hoch. An einer Seite befindet sich eine Oeffnung zum Ablassen des fertigen Mörtels. Dieselbe wird durch eine von unten eintretende Klappe mittelst einer Schraube dicht und zwar so geschlossen, daß in der Rinne sich keine Vertiefung bildet.

In dem Mittelpunkte jeder Rinne befindet sich eine eiserne Axe, welche durch die oben erwähnte Triebaxe und die conischen Räder gedreht wird. Sie ist mit vier eisernen Armen versehen. Auf dreien derselben laufen eiserne Räder, etwa 4 Fuß hoch und in den Felgen 6 Zoll breit. Diese Räder sind so versetzt, daß eines in der Mitte, eines am äußern und das dritte am innern

Rande der Rinne läuft. Der vierte Arm trägt eine Stange, an der zwei schräge gestellte Streichen befestigt sind, welche den Mörtel von den Rändern der Rinne nach deren Mitte schieben (Fig. 6). Die Axe macht etwa in 30 Secunden eine Umdrehung.

Man schüttet zuerst, während die Kuppelung an der Triebaxe noch ausgerückt ist, das Kalkmehl in die Rinne und übergießt es mit dem nöthigen Quantum Wasser. Alsdann setzt man die Maschine in Bewegung. Sobald das Wasser mit dem Kalk vollständig vermengt ist und sich daraus eine gleichmäßige ziemlich dünnflüssige Masse gebildet hat, was sehr schnell geschieht, so werfen zwei Arbeiter mit Spaten nach und nach den daneben abgeladenen Sand hinein. Man darf diese Operation aber nicht übereilen, damit die Maschine nicht zu sehr belastet wird, sie vielmehr jeden neuen Zusatz immer in der ganzen Masse verbreitet.

Nach 20 Minuten ist der Mörtel vollständig durchgearbeitet. Alsdann öffnet man die erwähnte Klappe im Boden, worauf der Mörtel über eine Rinne in den darunterstehenden Wagen fällt. Um das Ausfließen aus dem ringförmigen Troge zu befördern, hängt man an den Arm des Göpels, der die Streichen trägt, eine eiserne Schaufel, Fig. 7, welche nach dem Profile des Troges geformt ist. Sie schiebt große Massen des Mörtels vor sich her. Damit sie aber theils kräftiger wirkt, und theils beim Uebergange über die Oeffnung nicht den Abfluß verhindert, so faßt ein Arbeiter ihren Stiel, den er grobentheils herabdrückt, neben der Oeffnung aber emporhebt. Sobald der Trog beinahe leer ist, so stechen noch zwei Arbeiter den an den Rändern haftenden Mörtel ab, den die Schaufel gleichfalls in die Oeffnung schiebt. Die ganze Operation zur Darstellung eines Mörtelbettes von etwa 24 Cubikfuß dauert ungefähr 25 Minuten, oder da zwei solche Maschinen im Gange sind, so fabricirt man in der Stunde 116 Cubikfuß oder nahe  $\frac{4}{5}$  Schachtruthen Mörtel.

Die Kieswagen, welche ungefähr 16 Cubikfuß fassen, werden, wie bereits erwähnt, neben den Mörtelmaschinen in *d, d* entleert, und zwar geschieht dieses an allen drei Stellen, während gleichzeitig nur an zweien derselben die Zubereitung des Bétons erfolgt. Es muß aber darauf gesehn werden, daß ein Kieshaufen nach dem andern in Angriff genommen wird, weil immer nur ein Wagen auf der Schiebebühne den fertigen Béton aufnehmen kann.

Jeder Kieswagen wird, während er gestürzt wird, hin und her geschoben. Auf diese Art bildet sich ein Haufen von etwa 10 Fuß Länge, 3 Fuß Breite und in der Mitte höchstens 1 Fuß hoch. Der Mörtel wird aus einem der drei Kasten des Wagens in gleicher Weise darüber geschüttet, so daß der Kieshaufen in der ganzen Länge mit einer Mörtellage überdeckt wird. Bei der Bearbeitung jedes Haufens sind 6 Mann beschäftigt. Zwei derselben sind mit zweizinkigen Rechen (Fig. 8)

versehn, deren Zinken etwa 8 Zoll hoch und 4 Zoll von einander entfernt sind. Diese Arbeiter stehn auf der äußern Seite des Haufens. Sie greifen in den letztern so ein, daß sie jedesmal Mörtel und Steine fassen, die sie etwa 18 Zoll weit an sich heranziehn. Dabei werden beide Rechen immer übereinstimmend nahe neben einander eingestellt und gezogen, so daß der Erfolg derselbe ist, als wenn ein einziger Rechen mit 4 Zinken bewegt würde. Hierbei werden diese beiden Arbeiter durch zwei andere ihnen gegenüberstehende unterstützt, welche Stangen mit gabelförmigen Beschlägen (Fig. 9) führen. Diese werden bei jedem Zuge gegen die Nasen auf den Gabeln eingesetzt und fortgestoßen. Diese Operation wurde mit großer Geschwindigkeit und Sicherheit ausgeführt, indem die Arbeiter hierin bereits sehr geübt waren. Endlich stehn zur Seite und hinter dem Haufen noch zwei Arbeiter mit Spaten, welche theils die umherliegenden Steine hinaufwerfen, und theils dafür sorgen, daß die zurückbleibende niedrige Steinschicht gleichmäßig nachrückt; sie werfen dabei aber die Steine und den Mörtel, die sie aufnehmen, immer so, daß die gleichmäßige Vertheilung beider Materialien befördert wird. Sobald sie daher nur trockne Steine gehoben haben, so bringen sie diese auf eine Stelle, wo der Mörtel überwiegend ist.

Wenn der ganze Haufen in dieser Art durchgearbeitet und dabei etwa um 18 Zoll vorgerückt ist, so beginnt genau dieselbe Operation wieder an demselben Ende, wie das erste Mal, und wird in gleicher Art durchgeführt. Hierbei rückt der Haufen schon sehr nahe an den Einschnitt *e*, und beim dritten Durcharbeiten wird er in diesen hineingeschoßen und fällt in den Betonwagen.

Es ist nicht zu verkennen, daß diese Art der Betonbereitung, wenn sie auch sehr schnell von statten geht, dennoch nicht vollständig die Vermengung bewirkt. Viele Kiesstücke, die man herabwirft, sind in der That noch nicht in Mörtel eingehüllt. Man darf indessen nicht übersehn, daß die beschriebene Operation keinesweges die Durcharbeitung beschließt, vielmehr wird solche zum Theil schon beim Herabfallen des Bétons in den Wagen fortgesetzt, vorzugsweise aber beim Ausstürzen des Wagens und beim Füllen der Formkasten.

Das Letztere geschieht mittelst Spaten von dreieckiger Form, die, wie Fig. 1 auf Blatt 65 zeigt, unter einem spitzen Winkel vom Stiele gefaßt werden. Mit diesem Instrumente wird der Mörtel grobentheils aus dem Wagen, und zwar zuerst vorn, alsdann hinten, herausgezogen und, nachdem der Wagen wieder zurückgeschoben ist, in der Ausdehnung des ganzen Kastens gleichmäßig verbreitet. Außerdem wendet man noch gusseiserne Stampfen mit hölzernen Stielen (Fig. 2) an, die etwa 8 Zoll im Durchmesser halten und 60 Pfund schwer sind. Die Benutzung derselben ist indessen sehr beschränkt, da sie keinesweges die ganze Betonmasse in

heftige Erschütterung und Bewegung versetzen dürfen, sondern nur die Bildung hohler Räume verhindern sollen. Gewöhnlich wurden sie gar nicht gebraucht, indem die beiden Arbeiter, mit Holzschuhen versehen, schon bei der Verbreitung des Bétons diesen überall betraten und hierdurch das Stampfen entbehrlich machten.

Die Durcharbeitung mit Einschluss des Herabwerfens eines einzelnen Bétonbettes dauert 4 bis 5 Minuten. Auf diese Art genügen zwei Mannschaften, um den von beiden Maschinen gelieferten Mörtel sogleich durch Vermengung mit Kies in Béton zu verwandeln. In der Stunde werden etwa 240 Cubikfuß oder  $1\frac{2}{3}$  Schachtruthen Béton gefertigt, daher in 10 Arbeitsstunden nahe 17 Schachtruthen. Da jeder künstliche Block 10 Cubikmeter oder  $323\frac{1}{2}$  Cubikfuß enthält, so würde man hiernach an einem Tage beinahe 8 Steine darstellen, es werden aber wirklich täglich 8 bis 9 solche Blöcke geformt.

Der Platz, auf welchem die Blöcke geformt und bis zum Gebrauche aufbewahrt werden, ist sorgfältig geebnet, so dass man sowohl beim Abfahren der erhärteten Blöcke überall ohne weitere Vorbereitung auf den Boden die nöthigen Eisenbahnen, als auch beim Formen der Blöcke auf diese in gleicher Art die Geleise legen kann. In Marseille hatte die hierzu eingerichtete Fläche solche Ausdehnung, dass etwa 20 Reihen sich an die Schiebebühne anschlossen, und in jeder Reihe vielleicht 30 Blöcke hinter einander liegen konnten. Ich muß aber bemerken, dass in den einzelnen Reihen, d. h. in der Richtung der Eisenbahnen, die Blöcke nach der Länge liegen, wodurch theils das Ausschütten des Bétons in die Formkasten, theils auch die spätere Abfuhr der fertigen Steine erleichtert wird.

Die Formkasten bestehn aus 4 Wänden, die mittelst acht Schrauben mit einander verbunden werden, wie Fig. 3, 4, 5 und 6 auf Blatt 65 zeigt. Jede Wand wird durch einen leichten Rahmen aus Kreuzholz gebildet, der auf der innern Seite mit schwachen Brettern verschalt ist. Die Längswände haben breitere Schwel len und Rahmstücke, in welchen die Stiele verzapft sind. Ueber die äußeren Stiele sind von außen noch starke Bohlen gelegt, gegen welche die Schraubenmuttern zunächst drücken. Auf die innere Seite sind dagegen an beiden Enden Dielen genagelt, die aufrecht stehn, und an welche die kurzen Wände sich lehnen, um ein Verbiegen der Schrauben zu verhindern. Diese kurzen Wände bestehn aus einfachen Rahmen mit einem Riegel in der Mitte, und die Schraubenbolzen reichen durch beide äußere Stiele hindurch. Die Zusammensetzung, sowie die Lösung der Wände ist sonach sehr bequem, und es ist dabei noch zu bemerken, dass jede Schraubenmutter mit einem vortretenden Arme versehen ist, woher man keines besondern Schraubenschlüssels bedarf, auch die Muttern nicht so leicht, wie sonst, verloren werden.

Sobald ein Kasten aufgestellt wird, legt man auf

den Boden desselben zwei Stücke Holz, die etwa 6 Zoll hoch, oben 5 und unten 8 Zoll breit sind. Sie dienen zur Darstellung zweier Querrinnen in der untern Fläche des Blockes, durch welche später starke Ketten gezogen werden, an denen man den Block bequem heben kann.

Nach 2 bis 3 Tagen sind die Blöcke so weit erhärtet, dass man die Formkasten abnehmen und anderweit benutzen kann. Die Blöcke müssen indessen längere Zeit und wenigstens sechs Wochen ruhig liegen, ehe sie so fest sind, dass sie sich sicher heben und transportiren lassen, und selbst alsdann dürfen sie noch nicht starken Stößen und Erschütterungen ausgesetzt werden. Nach der angegebenen Zwischenzeit kann man sie daher zwar als Decksteine in größerer Tiefe verwenden, wobei sie durch Windevorrichtungen langsam von Flößen hinabgelassen werden. Sollen sie dagegen den Fuß einer Hafenmauer sichern, und von der Risberme hinabgestürzt werden, so darf dieses nur etwa 3 Monate, nachdem sie geformt sind, geschehn, weil sie sonst zerbrechen. Die Blöcke, welche bei meiner Anwesenheit in den ersten Tagen des September in Marseille geformt wurden, kommen in diesem Jahre nicht mehr zur Verwendung und werden erst im Frühjahr 1858 zur Bedeckung des neuen Dammes benutzt werden, dessen Schüttung oben beschrieben ist.

In Marseille wurden mir auch die verschiedenen Vorrichtungen zum Heben und zum Transport der Blöcke gezeigt, deren nähere Beschreibung ich indessen übergehe, da sie im Wesentlichen mit denjenigen übereinstimmen, die ich in Cette im Gebrauche sah, und die ich daher ausführlicher auseinandersetzen will. Von jenen bemerke ich nur, dass sie zum Theil auch dazu dienen, die Blöcke aus Schiffen auf den Kai des Hafendamms zu heben. Zu diesem Zwecke tritt eine starke Rüstung vor die innere Seite des Damms, und die Schiffe werden zwischen zwei Wände dieser Rüstung gebracht, während darüber ein Rollkrahnen mit Windevorrichtungen läuft, der, durch Menschenkraft bewegt, die Steine hebt und sie über die Wagen schiebt, die am Rande des Damms auf einer Eisenbahn laufen. Auf solche Weise gelangen die Blöcke bis zu der Stelle, wo sie verwendet werden sollen, und hier muß man sie wieder aufheben und regelmässig auf dem Damme versetzen. Zum Versenken in tieferem Wasser bedient man sich auch hier eines durch zwei große hölzerne Tonnen gebildeten Flosses. Dagegen werden diejenigen Blöcke, die zum Schutze der fertigen Hafenmauer dienen, unmittelbar auf der Risberme derselben erbaut, und zwar in neuerer Zeit grobentheils nicht aus Béton, sondern aus Bruchsteinen. Sie werden alsdann ohne Anwendung eines Formkastens aus freier Hand aufgemauert. Man darf sie nicht weiter transportiren, als dass man sie, sobald es nöthig ist, vorschiebt und hinabstürzt.

In Cette hatte ich gleichfalls Gelegenheit, das Formen von Béton-Blöcken zu sehn, doch waren die dabei

gewählten Einrichtungen wegen der beschränkten Ausdehnung dieser Arbeit viel einfacher. Die Blöcke waren etwas größer, als in Marseille, sie hielten nämlich 12 Cubikmeter oder 388 Cubikfuß, indem sie 3 Meter (9 Fuß 7 Zoll) lang und 2 Meter (6 Fuß 4½ Zoll) breit und hoch waren. Der Mörtel, der aus 1 Theil gelöschtem Kalke, und zwar wieder aus den Brüchen bei Theil, und 2 Theilen Sand besteht, wurde hier in einer aufrecht stehenden Mörtelmaschine bereitet, deren Axe wie gewöhnlich mit etwas geneigten Blättern versehen war, und durch ein Pferd in Bewegung gesetzt wurde. Den Béton bereitete man dagegen genau in derselben Weise, wie in Marseille, indem auch hier 2 Theile Steine auf 1 Theil Mörtel verwendet wurden. Den fertigen Béton schaffte man durch Handkarren in die Formkasten, indem jede Karre auf einer stark geneigten Rüstung heraufgeschoben werden mußte.

Die Darstellung der Rinnen an der unteren Fläche der Béton-Blöcke erfolgte hier in etwas anderer Weise, denn statt der massiven Holzstücke wurden kleine Rinnen von quadratischem Querschnitt, die aus dünnen Brettern gebildet waren, auf den Boden in die Formkasten gelegt. Sie gewährten den Vortheil, daß man einen erhärteten Block gar nicht zu lüften brauchte, um die Holzprismen zu entfernen, man vielmehr durch diese Rinnen sogleich Ketten hindurchziehen konnte. Sobald später der Block gehoben war, und während er auf dem Wagen lag, war es leicht, die drei Seitenbretter einzeln herauszuziehen. Großentheils gelingt dieses bei der leichten Verbindung derselben so vollständig, daß sie zu gleichen Zwecken wieder benutzt werden können. Diese Rinnen waren etwa 6 Zoll hoch und 6 Zoll breit.

Von den auf derselben Baustelle im vorigen Jahre geformten Blöcken wurde während meiner Anwesenheit einer nach dem andern abgefahren und versenkt. Die dabei benutzten Vorrichtungen sind auf Blatt 65 dargestellt.

Man zieht zuerst durch die hölzernen Rinnen unter dem zu hebenden Steine starke Ketten hindurch, indem man die Spreizen fortstößt, welche während des Einschüttens des Bétons die Seitenbrettchen in der nöthigen Entfernung von einander gehalten hatten. Alsdann stellt man neben jede lange Seite des Steins eine einfache Rüstung aus schwachem Holze auf (Fig. 7, 8 und 9), an der sich jedesmal in dem Abstände der zwei Rinnen zwei starke Schrauben befinden. Diese Rüstungen steift man gegen einander ab, indem man einige hochkantige schwache Hölzer darüber legt, die an ihren Enden mit übergreifenden Blättern versehen sind. Sie liegen etwa 2 Fuß über dem Blocke. Zwischen diese Hölzer werden Bretter gelegt, so daß sich ein Boden bildet, worauf die Arbeiter stehn, welche die vier Schrauben in Bewegung setzen. Die Spindeln sind nur im obern Theile mit Gewinden versehen, an welche starke Stangen sich anschließen, die unten hakenförmig umgebogen sind. In

diese Haken befestigt man die durch die Rinnen des Steines hindurchgezogenen Ketten. Die Schraubenmuttern bestehn aus starken eisernen Cylindern, welche mittelst Vorgelege durch die erwähnten Winden bewegt werden. Durch Drehen dieser Winden zieht man zunächst alle vier Schrauben und sonach die vier Enden der Ketten scharf an; wenn hierauf die Drehung weiter und zwar bei allen Schrauben gleichmäßig fortgesetzt wird, so hebt sich der Stein horizontal in die Höhe. Man darf ihn nur 18 bis 20 Zoll vom Boden entfernen, um die auf einem Holzrahmen befestigte Eisenbahn darunter schieben, und auf dieser den niedrigen Wagen unter den Block bringen zu können.

Der Wagen hat gusseiserne Räder von etwa 9 Zoll Höhe, die, mit einem Spurkranze auf der innern Seite versehen, sich um feste Achsen drehen. Der Bohlenbelag befindet sich dicht über den Rädern, woher die Höhe des Wagens über der Eisenbahn nur etwa 13 Zoll mißt. Die Bahn selbst bestand hier aber nur aus quadratischen Eisenstäben von etwa 1½ Zoll Breite und Höhe, und diese waren auf schwaches Kreuzholz genagelt. Indem man den Block herabläßt und die Kette löst, so ist der Wagen zur Abfahrt bereit. Die Bewegung desselben erfordert jedoch eine sehr bedeutende Kraft, da eines Theils die Ladung nahe 600 Centner wiegt, andern Theils aber die Bahn bei ihrer leichten Zusammensetzung sehr uneben und nachgebend ist. Aus diesem Grunde war in der Verlängerung der Bahn, und zwar in ihrer Axe, eine starke Erdwinde aufgestellt, doch auch diese genügte nicht immer, und es mußten zuweilen die Räder noch durch Brechstangen bewegt werden.

Indem nun die Blöcke in mehreren Reihen neben einander liegen und daher auf verschiedenen Bahnen an das Ufer gelangen, so müssen sie vor demselben über eine Querbahn nach der geneigten Ebene gebracht werden, auf der man sie in das Wasser hinabläßt. Für diesen Uebergang von einer Bahn zur andern konnte man nicht füglich Drehscheiben benutzen, da solche bei der starken Belastung und bei der nothwendigen Beschränkung ihrer Dimensionen zu schwer zu bewegen gewesen wären. Man hat daher die Querbahn tiefer gelegt, und der darauf laufende Wagen bildet eine Schiebep Bühne für den ersten Wagen. Eine zweite Erdwinde zieht auch hier den Block bis vor die geneigte Ebene.

Der letzteren konnte nur eine geringe Ausdehnung gegeben werden, weil sie sonst zu weit in den Hafen vorgetreten wäre und den Verkehr gestört hätte. Indem sie aber wenigstens 9 Fuß unter den gewöhnlichen Wasserstand hinabreichen mußte, so sah man sich gezwungen, ihr das sehr starke Gefälle von 16 Procent oder von 1:6¼ zu geben. Der Versuch, den Wagen mit dem Steinblocke mittelst einer Bremse hinabzulassen, hatte sich als höchst gefährlich erwiesen, indem dabei die Bewegung stoßweise eintrat und nicht sicher sogleich wieder zu unterbrechen war.

Man hat demnach die in Fig. 8 und 9 dargestellte Anordnung gewählt. Während der Wagen noch auf der Schiebebühne steht, wird um den Stein ein starkes Drahttau geschlungen, an welchem sich ein großer dreischiebiger Block befindet. Ein ähnlicher Block, der jedoch nur 2 Scheiben hat, ist an einer Rüstung am Ufer befestigt, und das durchgezogene Tau schlingt man dreimal um einen festen cylindrisch bearbeiteten Balken von 15 Zoll Durchmesser, der gleichfalls auf jener Rüstung ruht. Die Reibung, welche dieses Tau am Umfange des Balkens erfährt, ist vollkommen genügend, den Wagen zu halten, sobald das hintere Ende des Taus nur mäßig angezogen wird. Man bringt daher den Wagen, nachdem er bereits abgefangen ist, mittelst Brechstangen und Hebebäume von der Schiebebühne auf die geneigte Ebene, und läßt das Ende des Taus so langsam über den Balken ablaufen, daß der Wagen mit mäßiger Geschwindigkeit hinabgeht.

Die geneigte Ebene ist etwa 80, und der unter Wasser befindliche Theil derselben über 60 Fuß lang. Letzterer besteht aus zwei starken Balken, auf welche die Schienen genagelt, und welche unter sich durch Querriegel verbunden sind. Dieser Rahmen ruht lose auf zwei Reihen eingerammter Pfähle. Letztere sind in jeder Reihe von Mitte zu Mitte 1 Meter von einander entfernt, und ihre Köpfe werden in der passenden Höhe von Tauchern unter Wasser abgeschnitten. Der Rahmen, der die Bahn bildet, wird am Ufer gegen zwei Pfähle befestigt, und während er auf dem Wasser schwimmt, am vordern Ende durch ein hinreichend großes Stück Gufseisen beschwert. Er sinkt alsdann auf die Pfähle herab. Taucher untersuchen seine Lage, und wenn er gehörig unterstützt ist, so schlagen sie noch Holzkeile über alle Pfahlköpfe, die er nicht vollständig berührt.

Der Rahmen ist einer sehr starken Zerstörung durch den Seewurm ausgesetzt, und muß daher alle Jahre erneuert werden, was bei der angegebenen Befestigungsart sehr leicht auszuführen ist. Derselbe schwimmt nämlich sogleich auf, wie das Gewicht abgehoben wird.

Bevor der Block unter Wasser tritt, muß man ihn mit den nöthigen Vorrichtungen versehen, damit er an den Senk-Apparat bequem befestigt werden kann. Zu diesem Zwecke werden während des Transportes auf den horizontalen Bahnen nicht nur die Bretter entfernt, die etwa noch in den Rinnen stecken, sondern es werden auch starke Ketten aus einzölligem Rundeisen hindurchgezogen und die beiden Enden jeder Kette auf der obern Fläche des Blockes mit einer Leine zusammen gebunden.

Der Block wird demnächst auf der Rampe so weit hinabgelassen, daß seine obere Fläche noch so eben über Wasser bleibt: alsdann schiebt man darüber das Floß, an welches er angehängt und mit dem er weiter transportirt wird.

Dieses Floß (Fig. 10 und 11), das auch in Marseille nahe dieselbe Einrichtung hatte, besteht aus zwei

großen hölzernen Tonnen von 7 Meter oder 22 Fuß 4 Zoll Länge, und 2,4 Meter oder 7 Fuß 8 Zoll Durchmesser. Dieselben tragen eine sehr starke Rüstung mit 4 Winden. Jede Winde bewegt eine gufseiserne Trommel, an welche eine Reihe von Daumen angegossen ist, und zwischen diese Daumen legen sich die Verbindungsbolzen einer Vaucanson'schen Kette. Das eine Ende jeder Kette wird an eine der oben erwähnten unter dem Blocke durchgezogenen Ketten befestigt, das andere hängt frei von der Trommel herab. Mit der Trommel ist ein Schneckenrad verbunden, in welches eine 5zöllige eiserne Schraube eingreift, und diese wird durch vier eiserne Arme bewegt, die man in ihren Kopf einsetzt. Die Durchmesser der Trommel, des Schneckenrades und der Schraube, so wie die Höhe der Schraubengänge sind so gewählt, daß das Gewicht eines angehängten Blockes von 12 Cubikmeter Inhalt, und zwar wenn derselbe vollständig eingetaucht ist, noch so eben durch die Reibung gehalten wird. Zum Hinablassen des Blockes ist sonach nur eine sehr geringe Kraft erforderlich.

Sobald die Ketten vom Blocke mit denen der Winden verbunden sind, zieht man die letzteren scharf an, damit das Floß gleichmäßig belastet wird. Alsdann läßt man über den cylindrischen Balken an der Rüstung auf dem Ufer das Tau langsam gleiten, wodurch der Wagen tiefer unter Wasser tritt. Auf diese Weise überträgt sich ein Theil von dem Gewichte des Blockes auf das Floß, und letzteres taucht tiefer ein. Sobald der Wagen das untere Ende der Bahn erreicht hat, wird er noch zum Theil durch den Block belastet, man muß diesen daher durch die vier Winden so weit heben, daß der Wagen zurückgezogen werden kann. Bevor jedoch der weitere Transport des Blockes beginnt, pflegt man denselben, besonders wenn er in flachem Wasser versenkt werden soll, noch etwas zu heben, und zwar werden dabei diejenigen Winden am stärksten angezogen, wo er am tiefsten unter Wasser schwebt. Hat man die horizontale Lage einmal dargestellt, so ist dieselbe auch beim späteren Versenken leicht und vollständig zu erhalten, wenn nur die Winden immer gleichmäßig bewegt werden.

Endlich kommt es noch darauf an, nach der Versenkung des Blockes die Verbindung der Ketten zu lösen, und die unteren Ketten hervorzuziehen. In Cette konnte hierzu eine einfache Vorrichtung gewählt werden, da bei dem unveränderten Wasserstande diese Arbeit sich mit Muße vornehmen läßt. An der einen Seite des Steines werden die beiden untergezogenen Ketten durch Bügel und verschraubte Bolzen mit den Vaucanson'schen Ketten verbunden, an der andern Seite dagegen hatte man die in Fig. 12 dargestellte Einrichtung gewählt. Der letzte Bolzen der von der Winde herabhängenden Kette wird wieder von einem Bügel gefaßt, dessen verbreitete Backen jedoch so stark sind, daß sie sich nicht zwischen den Platten des untern Gliedes der

Vaucanson'schen Kette hindurchziehen können. Ein Bolzen, der ohne weitere Sicherung durch diese Backen und durch das erste Glied der andern Kette gesteckt wird, ist mit einem Ringe versehen, woran eine starke Leine gebunden wird. Letztere befestigt man auf dem Flosse und läßt sie beim Versenken des Blockes, so weit es nöthig ist, auslaufen. Wenn der Block auf dem Grunde liegt, dreht man alle vier Winden zurück, damit das Floß sich vollständig hebt. Außerdem werden diejenigen zwei Winden, deren Ketten gelöst werden sollen, noch weiter nachgelassen, bis einige Glieder der unteren Kette lose auf dem Boden liegen. Zieht man alsdann die erwähnte Leine stark an, so bringt man den Bügel zwischen beiden Ketten in horizontale Lage und der Bolzen, der nunmehr keine Reibung erfährt, wird herausgezogen. Indem endlich noch die gegenüberstehende Winde in Bewegung gesetzt wird, so zieht sich die untere Kette durch die Rinne hindurch und ist leicht zu heben.

Die ganze Operation des Versenkens der Blöcke gestaltet sich wesentlich anders an solchen Küsten, wo starke Fluth und Ebbe stattfindet, wie in Cherbourg. Die Rampe wird hier ganz entbehrlich, denn die Blöcke liegen auf einem Banket an der innern Seite des Dammes, das nur bei niedrigem Wasser trocken ist. Während der Fluth fährt das Floß, welches hier aus zwei mit einander fest verbundenen flachen Fahrzeugen besteht, darüber. Die Blöcke werden zwischen die letztern mit starken Tauen befestigt. Bei höherer Fluth heben diese Fahrzeuge den Stein auf, und der ganze Apparat schwimmt. Man muß alsdann aber eilen, ihn um den Kopf des Dammes auf dessen äußere Seite zu bringen und ihn an die Stelle zu legen, wo man den Block versenken will. Letzteres muß noch in demselben Hochwasser geschehn, und zwar so schnell, daß, ehe dieses abläuft, noch die Fahrzeuge entfernt werden können. Aus diesem Grunde sind hier Vorrichtungen in Anwendung gekommen, die ein weit schnelleres Lösen der Kette gestatten.

Die Blöcke sind hier, obwohl von größeren Dimensionen, doch ebenso wie in Marseille und Cette mit den zwei Rinnen am Boden versehen, durch welche die Ketten in gleicher Weise gezogen werden. An einer Seite des Blockes befestigt man diese Ketten unmittelbar an die Taue, an der andern dagegen befindet sich zwischen beiden eine Vorrichtung, die Fig. 13 zeigt. Die um den Stein geschlungene Kette wird nämlich durch eine starke Zange gefaßt, die mittelst eines eisernen Bügels am Tau befestigt ist. Diese Zange öffnet sich unter der Last des Blockes von selbst, wenn sie nicht geschlossen gehalten wird, und hierzu dient ein hebelförmiger Ueberwurf, der mittelst eines Charniers an dem einen Arme der Zange befestigt ist, während er in der Lage, welche die Figur darstellt, über den zweiten Arm übergreift und dessen Entfernung vom ersten verhindert. Sobald

man mittelst der Leine diesen Ueberwurf aufhebt, werden die Arme frei, und sogleich öffnet sich die Zange.

Die Lösung der Kette kann in diesem Falle selbst unter der vollen Belastung erfolgen, und es ist daher sogar möglich, den Block fallen zu lassen, noch ehe er den Grund berührt. In der That sind die meisten Versenkungen bei Cherbourg in dieser Weise geschehn. Die angegebene Vorrichtung ist indessen noch mit einigen Nebentheilen versehen, welche die Zeichnung nicht darstellt. Zunächst hat man nämlich den Ueberwurf noch mit einem festen eisernen Rahmen umschlossen, damit er bei zufälligem Aufstossen sich nicht zu früh hebt, und sodann hat man noch eine zweite Leine angebracht, die ihn stark abwärts zieht, um gleichfalls das Aufgehn der Zange zu verhindern. Man muß daher jedesmal diese letzte Leine zuerst lösen, ehe man durch Anzieln der zweiten die Bewegung hervorbringen kann.

Was die Kosten dieser künstlichen Blöcke betrifft, so stellten sich dieselben bei Marseille für Material, Arbeitslohn, Transport und Versenkung, mit Einschluss der Beaufsichtigung und der Einrichtungen auf 18½ Francs per Cubikmeter, oder für den Rheidl. Cubikfuß auf 4 Sgr. 7 Pf.

In Port Vendres, wo die Blöcke aus den in der Nähe gewonnenen Bruchsteinen aufgemauert werden, sind diese Kosten etwas geringer, nämlich resp. 17 Francs und 4 Sgr. 3 Pf.

In Cherbourg dagegen ist die Arbeit viel schwieriger und oft nur in kurzen Zwischenzeiten auszuführen, außerdem wird hier der viel theurere Englische Cement verwendet. Dasselbst kostet der Cubikmeter 55 Francs, oder der Rheidl. Cubikfuß 13 Sgr. 8 Pf.

#### IV. Sicherung der Tiefe in den Häfen und an den Hafen-Mündungen.

Die Häfen, welche in den Buchten des Mittelländischen Meeres liegen, leiden wenig an Versandung, weil das Wasser vor den felsigen Ufern überaus rein bleibt, und nur wenig Material ihm zugeführt wird. Westlich von der Mündung der Rhône gestaltet sich jedoch ein anderes Verhältniß. Vor Port d'Agde, Aigues Mortes und la Nouvelle bilden sich sehr nachtheilige Barren, und selbst vor dem Hafen von Cette scheint die dauernde Erhaltung der Tiefe zweifelhaft zu sein, wiewohl voraussichtlich wenigstens die westliche Mündung noch lange der Schifffahrt geöffnet bleiben wird, und vielleicht gelingt es hier, wie man hofft, durch ausgedehnte Baggerungen den Versandungen dauernd zu begegnen. Bei diesen Häfen hat man bisher zur Beseitigung der Barren die Hafendämme verlängert und dadurch allerdings das gewünschte Resultat, jedoch nur vorübergehend erreicht.

In viel höhern Grade treten die Versandungen in und vor den Häfen am Canale ein, und seit Jahrhunderten hat man schon denselben Einhalt zu thun sich bemüht. Die Verlängerung der Molen ist auch

hier überall versucht und vielfach wiederholt worden, ohne daß man irgendwo einen dauernden Erfolg dadurch wirklich erreicht hat. In der obigen Beschreibung der Häfen habe ich mehrfache Thatsachen hierüber mitgeteilt, und es ergibt sich daraus, daß die dortigen Erfahrungen mit denjenigen genau übereinstimmen, die man an unsern Ostseehäfen gemacht hat. Indem die Hafendämme bis zum tiefen Wasser verlängert werden, so durchbricht der natürliche oder künstliche Strom dazwischen zwar die bisherige Untiefe, doch nach einigen Decennien bildet sich eine neue Barre vor der neuen Mündung in gleicher Weise aus, wie sie früher vor der alten bestand. Auch an der Englischen Küste hat dasselbe Mittel denselben Erfolg gehabt. Port Arundel in Sussex verlor in der Mitte des 17. Jahrhunderts seine Fahrtiefe, obwohl früher selbst Kriegsschiffe einlaufen konnten. 1670 gab man dem Arun-Flusse eine neue Mündung zur Seite der Barre und stellte dadurch ein Fahrwasser dar, welches von Schiffen mit 16 Fufs Tiefgang benutzt wurde. 1698 hatte sich jedoch der Hafen schon auf 10 und 1730 sogar auf 5 Fufs verflacht. In demselben Jahre verlängerte man den Hafencanal seawärts um 300 Fufs, wodurch man wieder ein Fahrwasser von 14 Fufs Tiefe erhielt, das jedoch nur kurze Zeit bestand, indem es nach zehn Jahren nur kleinen Schiffen zugänglich war. Endlich entschloß man sich im Jahre 1780 nochmals zu einer Verlängerung, die sogar auf 750 Fufs ausgedehnt wurde. Der erste Erfolg war derselbe wie früher, aber er hatte auch dieses Mal keine Dauer. Im Anfange dieses Jahrhunderts verlor der Hafen seine frühere Bedeutung ganz, und hat diese, soviel bekannt, nie wieder erlangt\*).

In allen diesen Fällen scheint die Ansicht sich zu bestätigen, die Desmarquet schon im Jahre 1785 aussprach, daß nämlich die Verlängerung der Hafendämme vor Dieppe ein sehr zweckmäßiges Mittel zur Verbesserung des Hafens sei, doch müßte es nach einigen Decennien immer wieder aufs Neue in Anwendung gebracht werden. Wahrscheinlich ist jedoch niemals ein Vorschlag zur Verlängerung eines Hafendamms in der bestimmten Absicht gemacht worden, daß die Wirkungen des Baues sich nur auf 20 bis 30 Jahre beschränken, und alsdann die Verhältnisse wieder ebenso ungünstig sich gestalten sollten, wie sie bisher waren. Hierzu kommt aber noch, daß, ganz abgesehen von den großen Kosten solcher Verlängerungen, dieselben wesentlich nachtheilig sind. Man entfernt dadurch die Mündung immer weiter vom eigentlichen Hafen, man verlängert das schmale Fahrwasser, in welchem das Begegnen der Schiffe zu Zeiten gefährlich werden kann, die Kosten der Unterhaltung der Hafendämme steigern sich in sehr hohem Grade mit ihrer Länge und, was das Uebelste ist, der Spülstrom, mag er natürlich oder künstlich sein, verliert immer

mehr an Kraft, je mehr der Weg bis zur Barre sich ausdehnt, auf welche er wirken soll. Diese Uebelstände sind so einleuchtend, daß gewiß niemals und bei keinem Hafen im Ernste daran gedacht ist, mit den Verlängerungen nach und nach immer weiter vorzugehen, man hofft vielmehr jedesmal, daß bei der großen Tiefe vor der bestehenden Barre und dem heftigeren Wellenschlage oder der stärkeren Küstenströmung daselbst eine neue Barre sich nicht bilden kann, es also nur darauf ankommt, die erste zu beseitigen, um den Zugang zum Hafen für immer vor Versandungen zu sichern. Die Erfahrung hat diese Ansicht aber in keinem Falle bestätigt.

In Frankreich hat man in neuerer Zeit, und zwar bei Gelegenheit der Verbesserung der Häfen von Boulogne und Calais, diese Erfahrungen endlich gewürdigt, und, wie ich oben bereits mitgeteilt habe, die Vorschläge zur Verlängerung der Hafendämme in beiden Fällen entschieden zurückgewiesen. Dieselbe Ansicht habe ich aber auch von allen Französischen Ingenieuren, die ich hierüber befragte, aussprechen hören, und beinahe jedesmal wurde mir gesagt, daß es zur Erhaltung der Tiefe in und vor einem Hafen kein anderes Mittel giebt, als Spülung und Baggerung. Wenn die einkommenden Schiffe in dem Hafen nicht den nöthigen Raum zum Ankern und Aufdrehen finden, so muß der Hafencanal freilich so lang sein, daß bei Durchfahrung desselben hinreichende Zeit bleibt, um die Segel niederzuwerfen und die Geschwindigkeit des Schiffes so zu mäßigen, daß es vor dem Anlegeplatze zum Stillstand gebracht werden kann. Hierzu ist aber eine Länge des Hafencanals von 150 bis 200 Ruthen schon genügend, und weiter sollte dieselbe niemals ausgedehnt werden.

Vor jeder Küste, die sich nicht verändert, die also nicht etwa aus abbrüchigen Ufern besteht oder einem besonders starken Angriffe des Meeres ausgesetzt ist, tritt im Laufe der Zeit ein gewisser Beharrungsstand ein. Der Strand, mag er aus Kies oder Sand bestehen, rückt bis zu einer gewissen Grenze vor, welche von den vorspringenden Uferecken oder von den Köpfen der Hafendämme abhängig ist, und die Entfernungen der verschiedenen Tiefenlinien von dieser Grenze richten sich nach den lokalen Küstenströmungen und Wellenbewegungen. Auch die natürlichen oder künstlichen Strömungen, die aus dem Hafen austreten, bedingen zwar gewisse Aenderungen in der Richtung des Strandes und der Tiefenlinien; aber so lange diese constanten und periodischen Strömungen sich in gleicher Art wiederholen, stellt sich auch ein gewisses Gleichgewicht in den Ablagerungen und Abbrüchen oder Vertiefungen des Strandes dar, und die Verhältnisse bleiben, wenn man von den kleinen Schwankungen absieht, ganz unverändert. Dieses Gleichgewicht wird aber gestört, sobald man die Hafendämme verlängert. Wäre es Absicht, den Strand weiter hinauszurücken, so könnte man dazu kein zweck-

\*) Prichard, a treatise on harbours. Vol. I.

mäßigeres Mittel wählen, als das man Bauten ausführt, die wie Hafendämme vor den Strand vortreten. Es ist daher ganz natürlich, daß die Verlängerung der Hafendämme eben diese Wirkung hat. Der Strand daneben wird dem bisherigen Angriffe zum Theil entzogen, und der Küstenstrom entfernt sich von ihm. Die Ablagerungen erfolgen daher ungestörter, und der Strand folgt den Hafenköpfen, während die größeren Tiefen sich vor diesen weiter zurückziehen. Die oben erwähnten in Boulogne gemachten Erfahrungen bestätigen diese Auffassung vollständig. Die Grenze des niedrigen Wassers schob sich immer weiter hinaus, so lange man die Hafendämme verlängerte, sie ist aber während der letzten 65 Jahre ganz unverändert geblieben, indem man keine weitere Verlängerung vornahm.

Wenn nun durch die Verlängerung der Hafendämme keine nachhaltige Verbesserung eines Hafens erreicht werden kann, so fragt es sich, wodurch dieses sonst möglich ist. Indem ich zur Beantwortung dieser Frage übergehe, muß ich zunächst gestehn, daß ich auf meiner Reise nirgend ein solches durchgreifendes und in seinem Erfolge ganz sicheres Mittel bemerkt oder davon gehört habe, daß vielmehr überall und selbst da, wo sehr günstige Resultate sich herausstellten, nichts weiter geschehn ist, als daß man die von der Natur oder sonst gebotenen Verhältnisse möglichst zweckmäßig zu benutzen sich bemühte, daß man nachhalf, wo bisher etwas versäumt war, und man Alles vermied und verhinderte, was nachtheilig wirken konnte. Durch diese sorgfältige Berücksichtigung und überlegte Würdigung aller Umstände läßt sich aber, wie die Erfahrung bei einigen Französischen Häfen bewiesen hat, sehr viel erreichen, und man darf nicht zweifeln, daß auch mancher Ostseehafen hierdurch wesentlich verbessert und dauernd gesichert werden kann.

Zunächst ist die Spülung zu berücksichtigen. Jeder Seestrand, der aus Kies oder Sand besteht, bildet sich schon durch den Wellenschlag in einer schwachen Concave aus, weil alle vortretenden Ecken desselben zerstört werden. Unsere Nehrungen, wie die Landzungen vor den Binnenseen des Mittelländischen Meeres und ebenso die flachen Kies- und Sandablagerungen vor den hohen Kreidefelsen oder den Dünen am Canale, begrenzen sich gegen das Meer nach regelmäßig schwach gekrümmten, oft nach beinahe geraden Linien. Niemals bildet sich darin eine kleinere Bucht, und wo solche etwa durch die Mündung eines Baches bei ruhiger Witterung entsteht, so wird sie bei heftigem Wellenschlage jedesmal durch einen darüber geworfenen Sandrücken, der in der Richtung des Strandes vortritt, geschlossen. Will man also hier einen Hafen anlegen, so wird dessen Mündung bei jedem Sturme verflacht, bis sie sich endlich ganz schließt. Ein weiteres Herausrücken der Mündung desselben würde aber nur den Erfolg haben, daß die Strandlinie selbst vorrückt, und nachdem dieses

geschehn, wären die Verhältnisse wieder dieselben wie früher.

Es muß demnach für eine Kraft gesorgt werden, welche den in die Mündung getriebenen Sand und Kies wieder hinauswirft. Hierzu benutzt man jedesmal die Kraft des strömenden Wassers. Unsere Seehäfen liegen an den Mündungen von Strömen oder von großen Binnenseen (Neufahrwasser macht hiervon allein eine Ausnahme, doch hat dieser Hafen eine so geschützte Lage, daß daselbst weder die Wellen besonders nachtheilig wirken, noch auch die Baggerung vor der Mündung Schwierigkeit findet), dasselbe ist bei allen Französischen Häfen am Mittelländischen Meere der Fall, soweit sie von flachen Ufern umgeben sind. In allen diesen Fällen läuft durch den Hafen entweder ununterbrochen oder periodisch ein kräftiger Strom. In den Häfen am Canale längs der Französischen Küste bildet man dagegen künstliche Strömungen, indem man die Fluth in Spülbassins, die hinter den Vorhäfen liegen, eintreten läßt und darin das aufgefangene Wasser so lange zurückhält, bis das Wasser im Hafen bei der Ebbe nahe auf den niedrigsten Stand herabgesunken ist. Alsdann öffnet man plötzlich die weiten Spülschleusen, und obwohl die aufgefangene Wassermenge vergleichungsweise gegen die der natürlichen Strömungen nur geringe ist und bald abläuft, so wird doch die Strömung bei dem großen Gefälle überaus heftig und vertieft die Hafemündung.

Zur Verstärkung dieses Effectes bemüht man sich zunächst, die Spülbassins zu erweitern, damit sie mehr Wasser aufnehmen. Hierzu bietet sich jedoch nur selten Gelegenheit, da das Terrain neben einem Hafen anderweit sehr vortheilhaft benutzt, und daher nur für übermäßige Preise verkauft wird. Erfolgreicher ist die große Sorgfalt, die man auf die Erhaltung und Verbesserung der bestehenden Spülbassins verwendet. Demnächst ist die Wirkung der Spülschleusen in neuerer Zeit vielfach dadurch verstärkt, daß sie größere und freiere Oeffnungen darstellen, also das auströmende Wasser beim Durchgange durch die Schleuse weniger an Gefälle verliert. In Boulogne und Dünkirchen sah ich eine neue Art von Spülschleusen, die ganz freie Oeffnungen bis zu 40 Fuß Weite darstellten. Sie waren durch ein Paar Stemthore geschlossen, wie gewöhnliche Schleusen, die Schlagschwelle lag jedoch auf der äußern Seite, woher die Thore an sich das Fluthwasser nicht zurückhalten konnten; sie wurden jedoch geschlossen gehalten durch ein zweites Thorpaar, das ohne Füllung nur aus den Rahmen und einigen Riegeln bestand. Diese Thore bewirkten in der ganzen Höhe der ersten eine so kräftige Verstrebung, daß das Oeffnen nicht erfolgte, bis man die Strebthore löste. Alsdann schlugen alle vier Thore plötzlich in ihre Nischen, und die ganze Oeffnung war frei.

Endlich verstärkt man die Wirkung des Spülstroms auf die Hafemündung noch in anderer Weise, die auch bei uns Berücksichtigung verdienen möchte. Indem näm-

lich beim Uebergange über jede Untiefe und durch jede Krümmung die Kraft des Stromes geschwächt, oder ein Theil des Gefälles consumirt wird, so ordnet man die Spülschleusen, soweit es irgend möglich ist, in der Art an, daß sie in der Richtung des Vorhafens liegen, und in diesem eine gerade und tiefe Rinne sich bis zur Mündung hinzieht. Diese Rinne wird, so oft es nöthig ist, durch Baggerung aufgeräumt, weil man die Kraft des Spülstroms für den Hauptzweck, nämlich für die Vertiefung der Barre benutzen muß. Vorzugsweise sorgt man aber dafür, daß der Strom beim Austritt aus dem Hafen die Barre normal trifft, oder auf dem kürzesten Wege das tiefe Wasser erreicht.

Die Kraft des Stromes ließe sich noch wesentlich durch Abkürzung seines Laufes verstärken. In dieser Beziehung ist aber bei den künstlichen Spülanlagen nichts weiter zu thun, als daß man die Spülbassins näher an die Hafensmündung zu bringen sucht, was häufig berücksichtigt ist. Dagegen dürfte bei den natürlichen Spülungen sich zuweilen eine sehr günstige Gelegenheit hierzu finden, indem man auf dem kürzesten Wege recht gerade Verbindungen zwischen den Häfen und den hinterliegenden Binnenseen darstellt.

Die Sand- und Kiesmassen, welche im Laufe eines Jahres einem Hafen zugeführt werden und ihn bedrohen, sind nach den an der Französischen Küste des Canales darüber angestellten Untersuchungen keinesweges so übermäßig groß, daß man nicht daran denken dürfte, sie durch Baggern oder Abgraben beseitigen zu können. So hat man gefunden, daß die Kiesmasse, die jährlich die Mündung des Hafens Dieppe passirt oder dort liegen bleibt, etwa 5000, und bei Tréport etwa 7000 Schachtruthen beträgt. Im Havre sind es sogar nur 1600 Schachtruthen. Dieses letzte Quantum genügt noch nicht, um den nöthigen Ballast zu beschaffen, den die Schiffe brauchen. Havre liegt indessen nicht an der offenen See, das Ausheben ist also nicht nur im Vorhafen selbst, sondern auch vor der Mündung vergleichungsweise leicht möglich. Anders verhält es sich am Canale, wo die Vorhäfen zwar auch gebaggert werden, wo man jedoch nur selten Gelegenheit hat, den Bagger auf der Barre, also im offenen Meere arbeiten zu lassen.

Indem man nun allgemein von der Ansicht ausgeht, daß der Sand und Kies nicht durch den Wellenschlag in der Tiefe des Meeres aufgewühlt, und von hier ans Ufer getrieben wird, er vielmehr durch den Abbruch der Ufer an den Rand des Meeres gelangt und durch Wellenschlag und Küstenströmung auf diesem sich weiter bewegt, so entsteht zunächst die Frage, ob man ihn nicht vielleicht früher auffangen und sicher ablagern kann, ehe er den Hafen erreicht. Dieses ist ohne Zweifel möglich, und bei Havre und Dieppe auch geschehn. Wenn aber jene Einbaue wirklich zu dem Zwecke angelegt waren, daß sie den Kies von dem Hafen abhalten sollten, so sind sie meines Erachtens in

sofern hierzu ungeeignet, als man sie zu nahe an den Hafen gelegt hat. Es kommt nämlich darauf an, zur Seite der Hafendämme den Strand möglichst zurückzuhalten, man darf ihn aber keinesweges hier künstlich vortreiben, denn dadurch rückt auch die ganze natürliche Böschung des Strandes vor, und die Erhaltung der Tiefe in und vor der Hafensmündung wird um so schwieriger. In derselben Beziehung ist es auch unpassend, wenn man neben einem Hafen mit den Pflanzungen der Dünengräser immer weiter vorgeht.

Zur Sicherung des Hafens von Calais ist ein Vorschlag gemacht worden, der dieser Ansicht sich genau anschließt, nämlich zu beiden Seiten des Hafens den Strand durch Abgraben oder Ausbaggern künstlich weiter zurückzudrängen. Man wollte dadurch dem neu hinkommenden Sande Gelegenheit geben, sich hier abzulagern, ehe er an die Mündung gelangt. Diese künstlichen Vertiefungen würden sich freilich immer wieder anfüllen, und die Arbeit müßte in jedem Jahre aufs Neue gemacht werden; der große Vortheil, den man hierdurch zu erreichen hoffte, wäre aber, daß man beinahe bei jeder Witterung auf der einen oder der andern Seite des Hafens die Arbeit vornehmen könnte, während die Baggerung auf der Barre selbst nur bei ruhiger Witterung geschehn kann, und dabei noch überdies die Schifffahrt stört.

Dieser Vorschlag ist zwar nicht angenommen, doch hat man, wie bereits oben erwähnt, die Anordnung getroffen, daß aller Ballast für die Schiffe hinter der westlichen Mole entnommen werden muß, und hierdurch sind bereits sehr ausgedehnte und bedeutende Vertiefungen neben dem Fort Rouge entstanden, in welchen große Quantitäten Sand, die der Küstenstrom herbeiführt, aufgefangen werden.

Bei Beschreibung der Französischen Häfen ist bereits erwähnt worden, daß zur Vertiefung derselben ganz allgemein große und kräftige Bagger angewendet werden; in manchen Häfen, wie z. B. in Toulon, war sogar eine große Anzahl derselben in Thätigkeit. Diese Bagger hatten zum Theil, und namentlich in den südlichen Häfen, genau dieselbe Einrichtung, die schon Belidor beschrieben und in Zeichnungen mitgetheilt hat \*). Ein großer und starker eiserner Kasten mit beweglicher Seitenwand, an einem langen Baume befestigt, wird mittelst zweier Laufräder durch den Grund gezogen und, nachdem er gefüllt ist, gehoben und entleert. Man wendet denselben vorzugsweise an Stellen an, wo große Steine zu beseitigen sind, außerdem rühmte man mir, daß man damit unmittelbar neben den Kais und selbst in scharfen Ecken die Vertiefung vornehmen könnte.

Vorzugsweise waren jedoch, und zwar eben so wohl in den südlichen, wie in den nördlichen Häfen, Dampf-

\*) Belidor, architecture hydraulique, Seconde Partie, Tome II, Planche 20.

bagger im Gebrauch, welche mit den unsrigen zum Theil genau übereinstimmen. Bei allen älteren Maschinen dieser Art lagen nämlich zwei Eimerleitern zu beiden Seiten des Schiffes, hin und wieder bemerkte ich jedoch auch nur eine solche an einer Seite. In neuerer Zeit ist man jedoch hiervon abgegangen und hat dieselbe Einrichtung gewählt, die ich bereits vor 20 Jahren in Straßburg im Gebrauche sah. Es wird nämlich nur eine Eimerleiter angebracht, und zwar liegt diese zwischen wasserdichten Wänden in der Axe des Schiffes; sie wirft aber das gehobene Material nicht am hintern Ende aus, vielmehr entleeren sich die Eimer über dem Deck, und das herabfallende Material wird in Rinnen nach beiden Seiten geführt. Bagger dieser Art habe ich gesehen in Marseille, Martigues, le Bouc, la Nouvelle, Havre, Dieppe und in Dünkirchen. Im letzten Hafen war die Maschine überhaupt einfach, indem die Kolbenstangen der beiden Dampfcylinder durch Lenkerstangen unmittelbar die beiden Kurbeln in Bewegung setzten, welche an der verlängerten Axe der obern Trommel der Eimerkette angebracht waren.

Bei dieser Lage des Baggerschlittens, die man überall sehr rühmte, tritt freilich der Uebelstand ein, daß die Prahme etwas weiter von der Eimerkette entfernt bleiben, als bei der älteren Anordnung, und sonach die Rinnen länger werden und die oberen Trommeln höher liegen müssen, woher auch das Material zu größerer Höhe gehoben wird. Man erreicht hierbei aber den sehr großen Vortheil, daß die Maschine während der ganzen Arbeitszeit ununterbrochen im Betriebe erhalten werden kann; während nämlich ein Prahm an einer Seite gefüllt wird, legt sich der leere Prahm an die andere Seite, und man braucht nur eine Klappe unter dem Trichter umzuschlagen, so stürzt das Material auf die andere Seite. Man umgeht sonach hierbei die sonst nöthigen Pausen zum Vorschieben der leeren Prahme, die gewöhnlich übermäßig ausgedehnt werden. Die einfache Baggermaschine leistet daher im Laufe des ganzen Tages ungefähr eben so viel, als sonst zwei Maschinen von gleicher Stärke. Demnächst liegt hierbei der Angriffspunkt der Kraft, oder der Punkt, wo die Eimer eingreifen, nicht nur in der Axe, sondern nahe in der Mitte des Schiffes, und dieses schwankt daher weit weniger, und seine Bewegungen sind weniger störend, als wenn die Eimerketten seitwärts angebracht sind. Endlich umgeht man dabei das vielseitige Verstellen der Baggerleitern. Die vorangehende muß nämlich jedesmal weniger tief eingreifen, als die folgende, woher bei jedem Wechsel der Bewegung die eine zu heben und die andere herabzulassen ist. Dieses Einstellen zweier Leitern kann aber nie so genau geschehn, daß beide gleichmäßig arbeiten, und der Erfolg ist also jedesmal der, daß ein Prahm sich früher füllt, als der andere. Wenn daher, wie gewöhnlich geschieht, beide Prahme gleichzeitig abgeschoben werden, so hat einer noch nicht seine volle Ladung.

Diese Vorzüge der neueren Anordnung sind so über-

wiegend, daß die allgemeine Einführung derselben erklärlich wird. Ich muß aber noch bemerken, daß eine besondere Vorsicht nöthig ist, um das starke Herumspritzen des gehobenen Materials zu verhindern, welches leicht nicht nur höchst unbequem und lästig, sondern auch für die Maschine nachtheilig werden kann. Die obere Trommel liegt daher nicht frei, sondern wird von einem großen Trichter umschlossen, der sie rings umgiebt und nur an einer Seite so weit ausgeschnitten ist, daß die Eimerkette sich frei bewegen kann.

Noch eine andere Eigenthümlichkeit der Französischen Dampf-bagger, wodurch sie sich gleichfalls von den unsrigen unterscheiden, verdient bemerkt zu werden. Die obere Trommel besteht nämlich jedesmal aus einem vierseitigen Prisma, so daß die Flächen, auf welche die Kettenglieder sich auflegen, rechte Winkel gegen einander bilden, während bei uns, wo das fünfseitige Prisma vorzugsweise gewählt wird, die Winkel stumpf sind oder 108 Grad messen. Ohne Zweifel gewährt jene erste Anordnung, die auch schon bei den alten Holländischen Baggern vorkommt, den Vorzug, daß die Ketten sich ganz sicher auflegen, und ein Gleiten derselben bei starkem Widerstande undenkbar ist. Die Kette braucht daher bei Anwendung des Vierkants nicht so stark angespannt zu werden und die Kettenglieder können deshalb auch etwas schwächer bleiben. Da man überdies der Eimerkette niemals eine große Geschwindigkeit giebt und geben darf, so scheint kein Grund vorzuliegen, weshalb man von jener zuerst angenommenen und in Frankreich (so viel ich weiß auch in England) beibehaltenen Einrichtung abgehn sollte. Man sagt freilich, daß man durch Anwendung des Fünfkants eine gleichmäßigere Geschwindigkeit der Kette oder einen gleichmäßigeren Gang der Maschine erreicht. Dieses ist allerdings richtig, aber der Unterschied ist sehr geringe, denn bei gleichmäßiger Bewegung der Kette würde die Geschwindigkeit der Maschine beim Vierkant im Verhältnisse von 10 zu 7, und beim Fünfkant von 10 zu 8 sich periodisch verändern. Die Differenz wird daher im letzten Falle nur um den dritten Theil der Größe, die sie im ersten Falle hat, vermindert.

Schließlich muß ich noch des großen Dampf-baggers erwähnen, der im Havre gebaut wurde und beinahe fertig war. Das Schiff bestand aus Eisenblech: es war 169 Fuß lang und 50 Fuß breit. Zwei Dampfmaschinen mit besonderen Kesseln entwickelten zusammen 70 Pferdekkräfte, und die Bedingung war, daß stündlich 200 Tons oder 100 Last Ballast aus der Tiefe von 15 Meter oder von 47 Fuß gehoben werden sollten. Die Eimerkette war eigenthümlich construirt, sie bestand nämlich aus drei Reihen Kettengliedern, die wie gewöhnlich durch Querachsen verbunden waren. Die Eimer wurden aber abwechselnd zwischen die erste und zweite, und zwischen die zweite und dritte Gliederreihe befestigt. Jedes Glied war zwischen den Augen 1 Meter oder 38 $\frac{1}{2}$  Zoll lang.

Der Schlitten lag wieder in der Mitte des Schiffes, und die obere vierkantige Trommel war von einem hohen Blechtrichter umgeben, der in zwei Rinnen nach beiden Seiten des Schiffes ausmündete. Durch eine starke Klappe konnte man beliebig eine dieser Rinnen schließen. Die Neigung der letzteren betrug nur 30 Grade, was als genügend angesehen wurde, da man nur abgerundeten Kies zu baggern hatte. Der Bagger war außerdem noch mit einer Vorrichtung versehen, wodurch er ohne Hülfe des Bugsirbootes schnell in Bewegung gesetzt, und etwa bei plötzlichem Sturme sogleich in Sicherheit gebracht werden konnte. Der Einschnitt, in welchem die Eimerleiter hing, setzte sich nämlich in einer flachen aufwärts gekehrten Rinne von etwa 4 Fuß Höhe

unter dem Boden des Vorder- und Hintertheiles vom Schiffe fort, so daß ein flacher Canal von etwa 10 Fuß Breite der Länge nach unter dem ganzen Schiffe sich bildete. Eine etwas schräge gestellte Schraube mit vier Flügeln reichte in der Axe des Schiffes bis zu diesem Canale hinab. Will man nun den Bagger auf eine andere Stelle verlegen, so braucht man nur den Schlitten zu heben und die Dampfmaschine in die Axe der Schraube eingreifen zu lassen, wodurch sogleich das Baggerschiff sich in ein Schrauben-Dampfschiff verwandelt. Dieser Bagger mit Schiff und Maschine wurde in der Maschinen-Bauanstalt von Mazeline im Havre erbaut. Berlin im December 1857.

G. Hagen.

## Ueber die Getriebezimierung und deren Anwendung beim Tunnelbau.

Unter Zimmerung im engeren Sinne des Wortes versteht man in der Bergbau-Sprache ein System von Hölzern, welches einen aufgefahrenen (aufgeschlossenen) unterirdischen Raum vor dem Einstürze schützen soll.

Je nach der Natur des angehauenen Gebirges, je nachdem dies mehr oder minder druckäußernd ist, wird die Auszimmerung eines solchen Raumes eine leichte sein können, oder eine starke sein müssen.

Auf eine mehr oder minder starke Zimmerung hat allerdings noch der Zweck derselben: ob sie nämlich längere Zeit dem Drucke ausgesetzt stehen bleiben muß, oder alsbald durch Mauerung ersetzt werden soll, und der Umstand einen bedeutenden Einfluß: ob die Zimmerung selbst mit größerer oder leichterer Anstrengung einzubauen ist.

Die Schwierigkeiten des Einbringens einer Zimmerung werden um so größer sein, je weniger die Gebirgsmasse consistent ist, und müssen daher beim nachgiebigsten, d. h. beim schwimmenden Gebirge ihr höchstes Maaf erreichen. Da in demselben Verhältnisse die Druck-Außerung wächst, so wird das System der Zimmerung in seinen Verstärkungen zunehmen müssen, und während jede leichter zu überwindende Gebirgsart gewisse Variationen beim Abbaue (Art der Gewinnungsweise) eines unterirdischen Raumes und in der Construction der Auszimmerung zuläßt, so wird man beim schwimmenden Gebirge den complicirtesten Fall vor sich haben, und dann nöthgedrungen sein, den nach jeder Richtung hin erprobten Grundgesetzen einer vielfältigen Erfahrung Folge zu leisten. Es wird dann die Anwendung der sogenannten Getriebezimierung nothwendig.

Auf mancherlei Anregung hin ist die vorliegende Studie über diesen Gegenstand namentlich deshalb entstanden, weil einerseits die Kenntniß der Getriebezimierung, als die höchste Errungenschaft bergmännischer

Zimmerungslehre, die Ausführung jedes leichteren Falles in sich trägt, andererseits aber eine Andeutung der Grundzüge dieses Theiles der Bergbaukunde dem sich mit Tunnelbau befassenden Ingenieur vielleicht deswegen wünschenswerth sein dürfte, weil die bergmännische Literatur wegen der Eigenthümlichkeiten im Sprachgebrauch dem Laien zumeist undeutlich wird, und die betreffenden Werke eine Anwendung auf den Tunnelbau, als speciellen Zweig, entbehren.

### I. Betrachtungen über Grubenzimmerung im Allgemeinen.

Wenn man in das Gebirge einen in gewissen Grenzen gehaltenen, gangartigen Raum vortreibt, so nennt man diesen unterirdischen Bau einen „Stollen“. Beginnt ein solcher Stollen nicht an der Oberfläche des Terrains („am Tage“), sondern von einem niedergeteuften Schachte aus, so wird er „Strecke“ genannt.

Der Anfang eines Stollens heißt: „das Mundloch“. Das Ende eines Stollens oder einer Strecke wird „das Ort“, die Decke aber das „Dach“, die „Firste“ oder auch die „Förste“ genannt.

Die Seitenwände heißen: „Seitenstöße“ oder „Ulmen“, und der Fußboden des Baues: die „Sohle“.

Diejenigen Schwarten, Bretter, Bohlen oder Pfosten, welche bei der Auszimmerung eines Baues als Verkleidung der entstandenen Flächen dienen, und also direct das Eindringen des Gebirges verhindern müssen, werden in der Bergmannssprache „Pfähle“ genannt, und eine also geschützte Fläche: eine verpfähelte Fläche.

Jene Holz-Constructionen aber, welche diese Pfähle stützen, den Druck des Gebirges also indirect abhalten, heißen: „Geviere“, „Thürstöcke“ oder „Zimmer“.

Reicht ein solcher viereckiger Rahmen nicht mehr

aus, die Verpfählung mit ihrer Last zu tragen, so muß derselbe durch andere Hölzer unterstützt werden. Eine solche Construction, welche in einer verticalen Ebene, die den Querschnitt des Baues einnimmt, liegt, heißt dann ein „Bock“ oder ein „Gespärre“. So bilden beim Tunnelbau jene Hölzer, welche die nach der Umfangslinie des Profiles laufende Zimmerung stützen, und in einer senkrechten Ebene liegen, jedesmal ein „Gespärre“.

In kleinen Räumen angewendet, besteht die Construction eines Zimmers aus Hölzern, welche, nach der Umfangslinie des Querschnittes vom Stollen laufend, fest untereinander verbunden sind, und so die nach der Längsaxe des Baues laufenden Pfähle unterfangen.

Da die meisten Stollen einen rechtwinkligen viereckigen Querschnitt haben, so sieht ein solches Zimmer wie ein Thürstock aus, und daher dieser Name. Das obere, die Firste stützende Querholz des Zimmers wird die „Kappe“ genannt.

Die beiden senkrechten Hölzer, welche die Pfähle der Seitenwände halten oder auch bloß die Kappe unterstützen, heißen „Seitenstöße“, auch „Thürstocksäulen“ oder „Ständer“. Das unterste, auf der Sohle des Baues liegende Holz nennt man die „Grundsohle“, und die Seiten des Baues zuweilen kurzweg „Stöße“. Wird beim Ausbau eines unterirdischen Raumes irgend eine Fläche gewonnen, welche stets geschützt werden muß, so wird der Belag dieser Fläche mittelst Bretter, Bohlen u. s. w. eine „Abdeckung“ genannt, und zwar dann, wenn sich dieselbe mehr oder minder einer horizontalen Ebene nähert, und jedesmal eine Sohle bildet, d. h. zu Füßen liegt.

Ist diese Fläche an der Decke oder an den Seitenwänden eines Baues, bildet sie namentlich im letzteren Falle eine geneigte oder senkrechte Ebene, so heißt dieser Belag dann ein „Verzug“. Die hierzu erforderlichen Arbeiten werden dann mit Abdecken oder Verziehen bezeichnet.

Damit eine Abdeckung oder ein Verzug gestützt werden kann, muß quer über die Bretter ein Holzstück gelegt werden, welches an betreffende Gegenpunkte abgesteift oder „abgebolzt“ wird. Diese übergreifenden Querhölzer werden bei der Abdeckung „Grundsohlen“, bei einem Verzuge aber „Anleghölzer“ genannt. Der Unterschied zwischen Verziehen oder Abdecken und „Verpfählen“ besteht darin, daß bei der

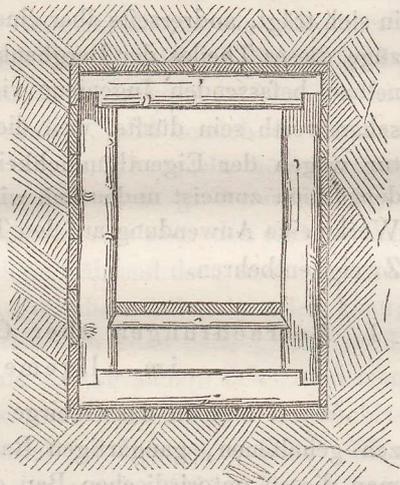


Fig. 1.

Abdeckung oder dem Verzuge die einzelnen Bretter, Bohlen u. s. w. stumpf an einander stoßen, bei der Verpfählung aber sich übergreifen.

Jeder Pfahl hat ein gegen das Ort und ein gegen das Mundloch gerichtetes Ende. Ersteres wird der „Kopf“ und letzteres der „Schwanz“ des Pfahles genannt.

Der Zwischenraum, welcher durch die Uebergreifung der Pfähle, also zwischen den Schwänzen der eben eingebauten und den Köpfen der vorhergegangenen Pfähle entstanden ist, wird die „Pfändung“ genannt; die Keile, welche alsdann Kopf und Schwanz auseinander halten, also eigentlich den Zwischenraum, d. h. die Pfändung bilden, heißen die „Pfandkeile“.

Jene Hölzer, die dazu dienen, mehrere in bestimmten Entfernungen neben einander stehende Thürstöcke, Zimmer u. s. w., oder zwei gegenüberliegende Hölzer, oder das einen Verzug stützende Anlegholz vor dem Zusammenschieben, Brechen oder Hereindringen zu bewahren, heißen „Bolzen“. Steht der Bolzen senkrecht, so heißt er „Stempel“; ist der Stempel von längerer und stärkerer Dimension, so nennt man ihn „Säule“.

Wenn ein Bolzen größerer Dimension horizontal geschlagen ist, so heißt er „Spreize“, und gehen größere Bolzen diametral von einem Punkte aus, liegen sie dabei unter einander in einer senkrechten Ebene, d. h. sind sie Theile eines Gespärres, so nennt man sie „Streben“ oder Centralstreben (Volkmarshauser, Saarbrücker Tunnelbau-System).

Da es nun der Zweck eines Thürstockes ist, die ringsum anliegende Verpfählung, also den allseitig andringenden Gebirgsdruck, frei, durch seine eigene Construction, abzuhalten, so müssen die Hölzer dieses Rahmens sich gegenseitig unterstützen und verspannen. Es werden demnach gewisse Einschnitte gemacht, welche sowohl Kappe als Grundsohle und die beiden Thürstocksäulen untereinander vor dem Zusammenschieben sichern (vergl. Fig. 1). Die durch einen solchen Schnitt gebildete Fläche, welche die Ansicht des Hirnholzes giebt, heißt die „Stirne“, jene Fläche aber, welche die Längsfasern zeigt und durch das Abspalten entstanden ist, wird das „Gesicht“ genannt.

Da auf der Sohle des Stollens der Wasserabfluß erfolgt, so muß, um die Frequenz aufrecht erhalten zu können, zwischen die Thürstocksäulen ein Holz, das sogenannte „Tragewerk“ oder der „Steg“, geschlagen werden, über welches Bretter zu liegen kommen, die eine „Bühne“ bilden.

Dieser Steg dient zu gleicher Zeit zum Auseinanderhalten der Seitenstöße, macht also in vielen Fällen die Grundsohle entbehrlich.

Derjenige Punkt endlich, wo ein Bolzen oder ein Stempel aufrucht, heißt der „Ansatz“, und besteht der Ansatz aus nachgiebigem Gebirge, so muß die Ansatzfläche durch eine Abdeckung und einen darüber gelegten „Fußpfahl“ verbreitert werden. —

Während es nun Gebirgsformationen giebt, in welchen gar keine Zimmerung oder Ausbölung nothwendig ist, giebt es zunächst Massen, die theilweise faul oder feige sind, und in denen bei einem aufgefahrenen Baue nur einzelne Stellen vor dem Herabfallen oder Eindringen gesichert werden müssen.

Man wird bei einem Stollen dann entweder blos die Firste, oder die Firste und einen Seitenstoß, auch endlich die Firste und beide Seitenstöße zu verzimmern haben. Hiernach entsteht deshalb:

1) die Firstenzimmerung. Hierbei liegt die Kappe in dem Gebirge selbst (Fig. 2), und es wird angenommen, daß die Seitenstöße ohne irgend welchen Verzug eine Tragfähigkeit in sich haben.

Die Kappe wird mit dem einen Ende in ein ausgehauenes Loch, das sogenannte „Bühnloch“, gehängt, und mit dem andern Ende in eine schiefe Ausflächung, welche die Möglichkeit des Antreibens gestattet und der „Anfall“ heißt, eingetrieben. Wenn Bühnloch und Anfall mit der nöthigen Sorgfalt ihrer gegenseitigen Lage ausgearbeitet sind, so wird mit zwei

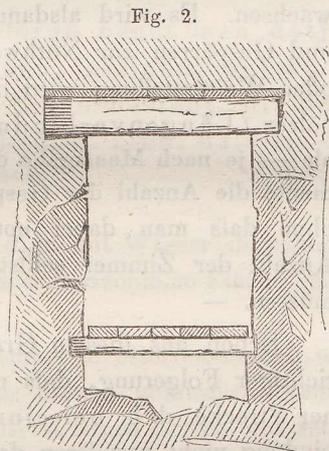


Fig. 2.

aneinander gehaltenen Holzstäben, dem „Sperrmaafse“, die Länge der Kappe ganz scharf bestimmt, und diese dann eingehängt und mit der Verpfählung belegt. Die Zwischenräume zwischen dem Gebirge und den Pfählen müssen mit kleinem Gestein vollgestopft, verkeilt oder „versetzt“ werden. Dies Versetzen ist eine der ersten Regeln der Grubenzimmerung; es ist das einzige billige und höchst wichtige Mittel, die Zimmerung selbst in der stets nöthigen Spannung zu erhalten, und zu gleicher Zeit jenen leeren Raum zu beseitigen, in welchem das einzelne, entweder durch Schüsse oder durch atmosphärische Einflüsse sich etwa plötzlich lösende Gestein dem Gesetze des freien Falles Genüge leisten und so mit beschleunigter Kraft die gesammte Partie einer Zimmerung zum Einsturze bringen könnte;

2) die Zimmerung mit einfachen (einzelnen) Thürstöcken. Es wird, wie Fig. 3 verdeutlicht, hierbei die Kappe blos an einem Ende unterstützt, wenn der andere Seitenstoß genü-

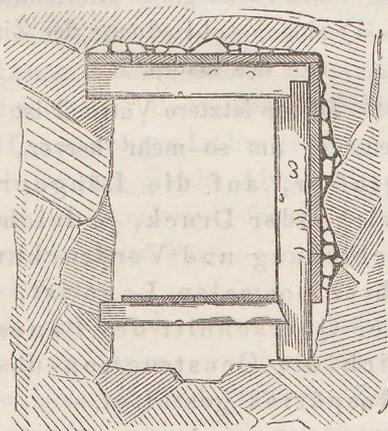


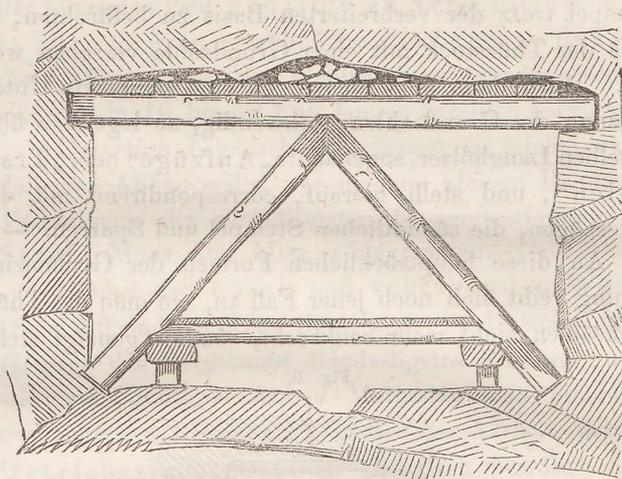
Fig. 3.

gende eigene Tragfähigkeit besitzt;

3) die Zimmerung mit doppelten Thürstöcken, bei welcher Firste und Seitenstöße, aber noch nicht die Sohle, verzogen werden müssen. Es ist dies die am meisten vorkommende Zimmerungsart;

4) die Sparrenzimmerung. Dieselbe entsteht dann, wenn die Strecke oder der Stollen eine derartige Breite hat, daß man (Fig. 4) der Kappe eine solche

Fig. 4.

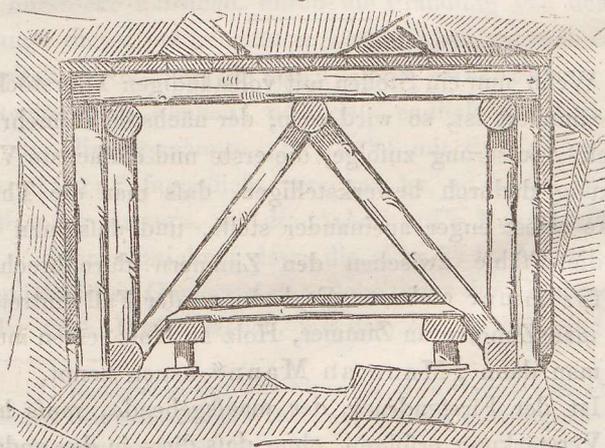


Länge geben muß, bei welcher sie nicht mehr in sich selbst genügende Tragfähigkeit besitzt, sondern einer Unterstützung bedarf. Um in der Mitte des Stollens keinen „Verbau“ machen zu müssen, werden aus den Ecken der Sohle zwei schief stehende Hölzer aufgerichtet, welche man „Sparren“ nennt, und welche man oben mit einer Auskehlung, einer sogenannten „Schaar“, versieht, womit sie die Rundung der Kappe umgreifen.

Obwohl man zwei so zu einer Unterstützung zusammengefügte Sparren speciell einen „Bock“ nennt, so kann doch der Name „Gespärre“ hiervon seine Ableitung finden, worunter man, wie schon erwähnt, ein vergrößertes System von Hölzern versteht, das zur Unterstützung der Umfangsbölung dient;

5) die Zimmerung mit Unterzügen. Diese am wesentlichsten verstärkte Zimmerung wird dann angewendet, wenn die Unterstützung der Kappen durch die Thürstocksäulen nicht mehr genügt. Es werden dann

Fig. 5.



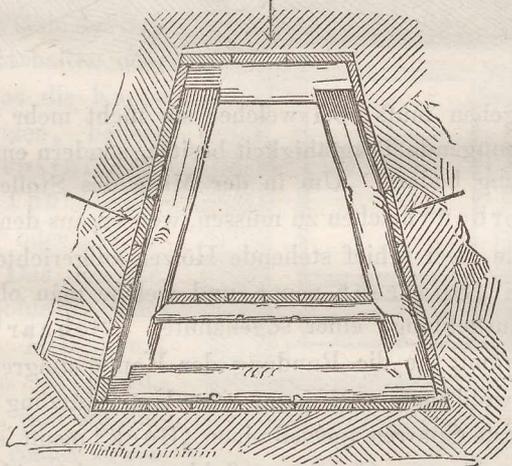
Langhölzer, „Unterzüge“, unter die Kappen gezogen, und diese von der Sohle aus mittelst Stempel unterfangen.

Ist dann noch die Länge der Kappe eine besonders große, so erhält diese in der Mitte durch einen Bock eine vermehrte Unterstützung (Fig. 5).

Hat man außerdem von der Sohle aus einen besonderen Druck, d. h. ein Aufquellen zu erwarten, oder ist das Einsinken der Ansätze der Thürstocksäulen und der Stempel trotz der verbreiterten Basis zu befürchten, so muß der Thürstock mit einer Grundsohle versehen werden. Wird dann außerdem noch eine verstärkte Unterstützung der Grundsohlen nothwendig, so legt man über dieselben Langhölzer, sogenannte „Aufzüge“ oder „Tragsohlen“, und stellt hierauf, correspondirend mit den Unterzügen, die sämmtlichen Stempel und Sparren. —

An diese hauptsächlichen Formen der Grubenzimmerung reiht sich noch jener Fall an, wo man die Thürstocksäulen nicht mehr senkrecht, sondern geneigt stellt.

Fig. 6.



Ist nämlich aus irgend welchen Gründen eine größere Breite der Sohle als der Firste nothwendig, ist der Seitendruck verhältnißmäßig größer als der Firstendruck, so macht man die Kappe kleiner, und gewinnt einmal in ihrer verkürzten Dimension eine kleinere Druckfläche, während man andererseits zugleich dem Drucke der Seitenstöße senkrecht auf seine Richtung im Widerstande entgegenkommt.

Wenn nun ein Stollen mit vollständigen Thürstöcken ausgezimmert ist, so wird man, der nächsten vermehrten Druck-Aeufserung zufolge, die erste und einfachste Verstärkung dadurch bewerkstelligen, daß man die Thürstöcke selbst enger aneinander stellt, und daß man da, wo die Pfähle zwischen den Zimmern durchbrechen, Hilfszimmer einbaut. Es kann so der Fall eintreten, daß man Zimmer an Zimmer, Holz an Holz setzen muß, was man dann „Mann an Mann“ bauen nennt.

Ist der Firstendruck der maafsgebende, muß hier eine Verstärkung erfolgen, ohne daß diese in den andern

Stößen vorläufig nothwendig ist, so wird man Unterzüge, und auf denselben vorläufig Hilfskappen einbauen.

Wird der Druck auf alle vier Stöße ein allgemeiner, so müssen Unterzüge und Tragsohlen eingezogen werden. Diese in den Ecken liegenden Langhölzer werden durch Bolzen untereinander der Art fest verspannt, daß sie, so zu sagen, einen zweiten Rahmen in dem ersten abgeben; und der gesammten Festigkeit wird dadurch ein um so größerer Vortheil erwachsen, als diese Hölzer sich kreuzweise übergreifen und unterfangen.

Wächst nun die Größe des Profiles, verringert sich dadurch die Tragfähigkeit des Zimmers, des Rahmens, so ist ein Einbau von Unterzügen und Tragsohlen um so nothwendiger, je mehr die Druck-Aeufserungen wachsen. Es wird alsdann die Einbauung von Böcken und Gespärren zur Nothwendigkeit, und deren Näher- oder Weiterstellung wird durch die vorhandenen Langhölzer (Längenverbindung) um so mehr erleichtert, als — je nach Maafsgabe des Druckes — in jedem Momente die Anzahl der Gespärre vermehrt werden kann, ohne daß man dabei nothgedrungen wäre, mit der Anzahl der Zimmer selbst gleichen Schritt halten zu müssen. —

Schon aus diesem Grunde allein liegt es in ganz richtiger Folgerung, daß man beim größten Profile einer Strecke, d. h. bei einem Tunnel, die Längenverbindung nicht vermissen darf, da der Vortheil unter gewissen Verhältnissen unschätzbar ist, in jedem Momente die Hilfsmittel an der Hand zu haben, auf eine regelrechte Art die gesammte Zimmerung verstärken zu können.

In Kürze zusammengefaßt, wird also der Einbau von Unterzügen und Tragsohlen folgende Vortheile gewähren:

- 1) eine größere Haltbarkeit der Kappen, Grundsohlen und Ständer,
- 2) eine dadurch möglich gewordene geringere Anzahl von Zimmern,
- 3) eine Einbauung von Hilfskappen, Hilfsständern oder Hilfsgrundsohlen bei besonderem Hervortreten des Druckes auf einen der Stöße des Profiles, ohne deshalb nöthig zu haben, an dieser betreffenden Stelle ganze Hilfszimmer einbauen zu müssen,
- 4) eine Verbindung der Zimmer nach der Längsaxe des Baues.

Dieser letztere Vortheil ist ein ganz besonderer. Er leuchtet um so mehr hervor, je vereinzelter ein großer, auf die Längsrichtung des Baues wirkender Druck, je leichter daher eine Verschiebung und Verdrückung der Zimmer aus ihrer normalen Lage ist, und je größer sich der Querschnitt des Baues, also je schwächer sich die Construction des Zimmers und des Gespärres gestaltet.

## II. Die Getriebezimmerung beim Stollenbau.

Wir haben gesehen, daß die zwei Factoren:

- 1) die Verpfählung,
  - 2) die Unterstüztung der Verpfählung
- zusammen die Auszimmerung eines Baues produciren.

Der Beginn einer Zimmerung erfolgt also mit der Anlegung der Verpfählung. Bei nur einigermaßen consistentem Gebirge ist diese Manipulation eine sehr leichte; denn wenn der Raum, der für die neue Pfahllänge ausgehauen ist, nur einige Minuten hält, so kann man durch die Pfändung des letzten Geviere die neuen Pfähle durchstecken („anstecken“), und dann das Geviere unterbauen.

Ganz andere Hindernisse treten beim schwimmenden Gebirge auf.

Schwimmendes Gebirge nennt man dasjenige, welches aus feinen, kleinen, untereinander losgelösten Theilchen besteht, die derartig mit Wasser durchzogen sind, daß sie einen flüssigen Brei bilden.

Man rechnet hierzu:

1) den Triebsand, d. h. mit Wasser durchzogenen feinen Sand, der auf einer horizontalen Fläche gänzlich auseinander rinnt;

2) die Kurżawka, eine (im österreichischen und preussischen Schlesien unter diesem polnischen Namen bekannte) Mischung von äußerst feinen Letten und Sandtheilchen, die derartig mit Wasser durchtränkt ist, daß sie in ihrer äußeren Erscheinung vollkommen dem frischesten Schlamm gleichet.

In Bezug auf Hartnäckigkeit, Druck-Aeußerung und schwere Austrocknung ist die Kurżawka diejenige Gebirgsformation, welche am allerschwierigsten abzubauen ist. Trotzdem, daß die polnischen Bergleute, von Jugend auf gewöhnt, in diesem Gebirge zu bauen, alle nur erdenkliche Geschicklichkeit, Geduld und Geistesgegenwart, so wie allen Muth in sich vereinen, diesem Feinde die Stirne zu bieten, trotzdem, daß daselbst die Getriebezimmerung auf der höchsten Stufe der praktischen Erfahrung steht: so kommen doch stets noch Fälle vor, wo dieser oder jener Bau verlassen werden muß; und wenn dann auch die Zähigkeit des Bergmanns nie damit einverstanden ist, so geben doch, oft nach vieljähriger fruchtloser Mühe, die zu unglaublichen Summen angewachsenen Kosten und die Größe der Gefährlichkeit zu einer Einstellung des Baues den Ausschlag;

3) durch Wasser aufgeweichtes Lehmgebirge. —

Hieran reihen sich für eine gleiche Abbauweise:

a) der Laufsand, ein trockener, feiner, in sich nicht haltbarer, sondern rinnender Sand,

b) Schotter und Kies,

c) Gerölle und das wiederholte Auffahren durch niedergegangene Baue, durch sogenannte „Brüche“, in denen Holz, lockeres Gebirge, Steine u. s. w. so lose durcheinander liegen, daß das Hinweg-

räumen eines Hindernisses das unmittelbare Nachstürzen größerer Massen zur Folge hat.

Nicht allein, daß unter solchen Umständen die Zimmerung einen ganz enormen Druck auszuhalten hat, ist das Gewicht des höher liegenden Gebirges die Veranlassung, daß das an und für sich schon bedingte Ausrinnen des schwimmenden Gebirges durch die Fugen der Verpfählung mit der größten Vehemenz erfolgt. Die allerkleinsten Fugen reichen hin, um ein Stollenort in der kürzesten Zeit gänzlich zu verschlemmen, und es ist eine ganz gewöhnliche Erscheinung, daß durch die Oeffnung von der Größe eines Quadratzolles das Gebirge in 10 bis 12 Fuß langen Strahlen hervorspritzt.

Derartige Eigenschaften lassen es leicht erklären, daß der Abbau selbst nur in ganz kleinen Räumen mit Vereinigung der sorgfältigsten Fugenverstopfung durch Stroh, Moos oder Mist erfolgen kann.

Nächst den bösen und schlagenden Wetterern (Stickluft und zündbare Grubenluft) ist das schwimmende Gebirge des Bergmanns feindseligstes Element; und zu wie mannigfaltigen Abbau-Methoden man hiebei auch geschritten ist, steht doch immer der Abbau mittelst Getriebezimmerung als praktisch bewährt an der Spitze. —

Getriebezimmerung (auch Triebbau) nennt man jene Zimmerung, bei der man die Pfähle vorher in's Gebirge hineintreibt, sich den Umfang des künftig auszuhöhlenden Raumes also von vornherein sichert, und die Aushöhlung selbst nur immer in einzelnen Bretterbreiten, stets geschützt durch vorgesprenzte Bretter, also in den kleinsten Partien, vornimmt.

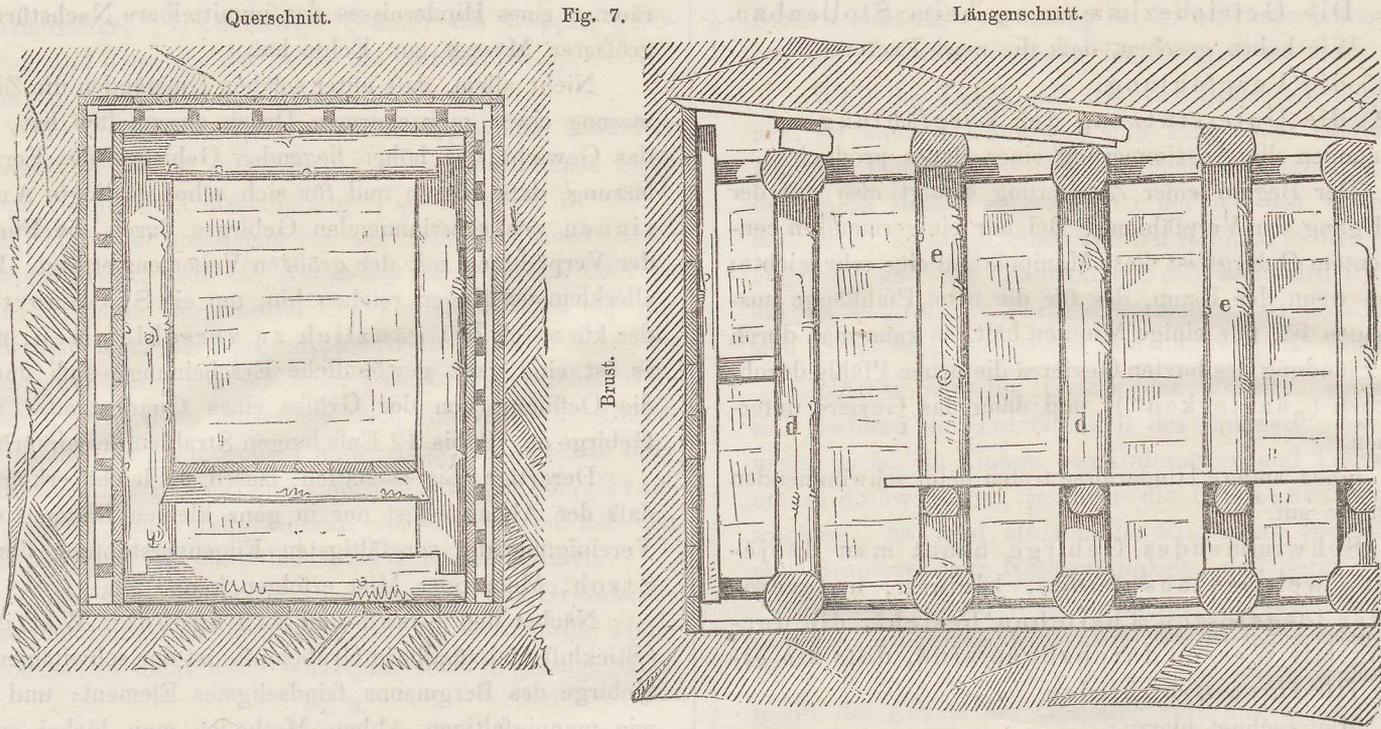
Durch das Vorkommen von Kurżawka ist der Friedrichstollen bei Tarnowitz \*) eine der schwierigsten in dieses Fach schlagenden Arbeiten gewesen, und es hat dadurch vornehmlich die Getriebezimmerung ihre heutige Höhe erreicht.

Wie schon vorhin erwähnt, beruht die Getriebezimmerung auf dem Vortreiben der Pfähle.

Stellen wir uns vor, daß knapp vor Ort ein Thürstock steht, daß die Köpfe derjenigen Pfähle, welche mit ihren Schwänzen auf dem nächst vorhergehenden Thürstocke aufruhen, durch die Pfändung von dem Umfange dieses erstgenannten Thürstockes so weit entfernt gehalten sind, um die neuen Pfähle anstecken (durchstecken) zu können, und daß endlich das Ort selbst (oder die sogenannte „Brust“) mit den „Zümachebrettern“ fugendicht verzogen ist, so haben wir jenen Moment vor uns, wo die Arbeit auf's Neue beginnt.

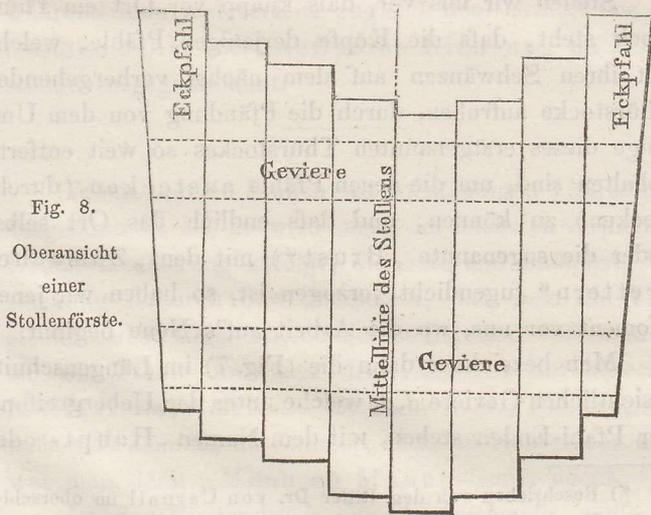
Man bezeichnet dann die (Fig. 7) im Längenschnitt ersichtlichen Geviere *d, d*, welche unter der Uebergreifung der Pfahl-Enden stehen, mit dem Namen „Haupt- oder

\*) Beschrieben von dem Ritter Dr. von Carnall im oberschlesischen Bergmannskalender 1847, und von dem Oberbergamts-Director Thürnagel in Carsten's Archiv.



Ansteckgeviere“, weil hier die neuen Pfähle durch die daselbst vorhandene Pfändung vorgetrieben werden. Das Geviere *e*, welches die Mitte der Pfähle unterstützt, heißt das „Mittelgeviere“ oder das „Hülfszimmer“.

Da die Pfähle mit ihren Schwänzen auf dem einen Hauptgeviere knapp an der Aufsenkante desselben anliegen, die Köpfe derselben Pfähle aber von der Umfangslinie des andern Hauptgevieres um die Weite der Pfändung abstehen, so bildet die Verpfählung eine liegende abgestutzte Pyramide von der Länge der Entfernung der beiden Ansteckgeviere. Um die Form dieser Pyramide gleich von vornherein reguliren und festhalten zu können, wird die Arbeit des Vortreibens der neuen Pfähle in den beiden Ecken der Firste begonnen, und zwar mit eigens dazu hergerichteten Pfählen (Fig. 8), die zusammen in ihren Köpfen um so viel breiter sind, als das Böschungsverhältniß der Pyramide ausmacht.



Zum Anfange des Abtreibens richtet sich daher der

„Häuer“ (Bergmann) vorerst die Ecken der Firste freier, d. h. er rückt die Pfandkeile so weit vom Eck fort, daß er Raum gewinnt, um den Kopf des neuen Pfahles durchstecken zu können. Da nun ein derartiges Entfernen des Pfandkeiles den jeweiligen Pfahl ohne Stütze lassen müßte; da es ferner eine Hauptbedingung ist, daß die Pfähle untereinander eine gemeinschaftliche Stütze haben müssen, ein Niedergehen oder Niederklappen eines einzelnen Pfahles nicht allein deswegen verhindert werden muß, weil durch diese entstandenen Oeffnungen das Gebirge selbst hervorbrechen könnte, sondern dieses plötzlich verursachte Durchbrechen das ganze anliegende Gebirge in einen solchen Aufruhr bringen müßte, daß ein Zusammenstürzen einzelner Partien der Zimmerung nur zu erklärlich im Gefolge wäre; da endlich eine Ersparung von Pfandkeilen angestrebt werden muß: so erhalten sämtliche Pfähle eine gemeinsame, quer durchgreifende Unterfangung durch ein Brett, das sogenannte „Pfandblatt“ (Fig. 9).

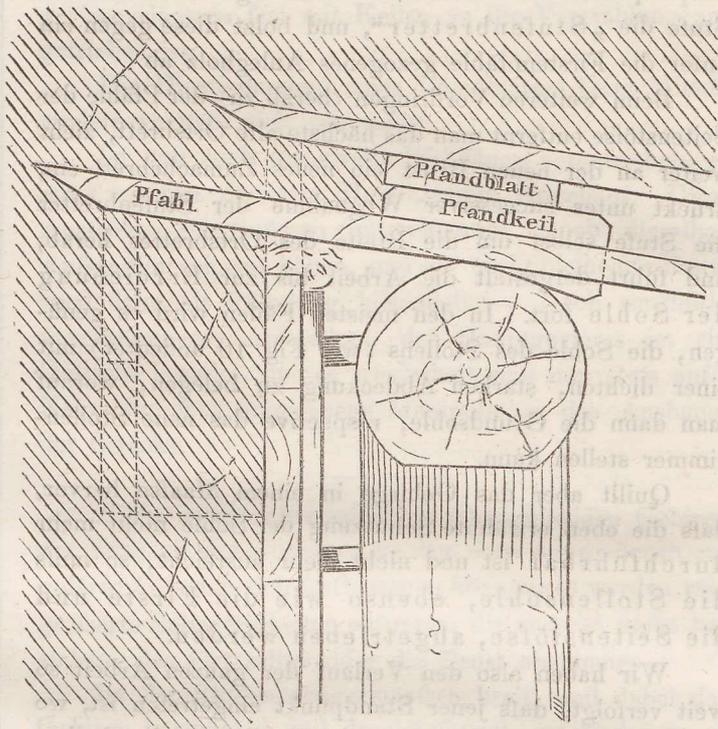
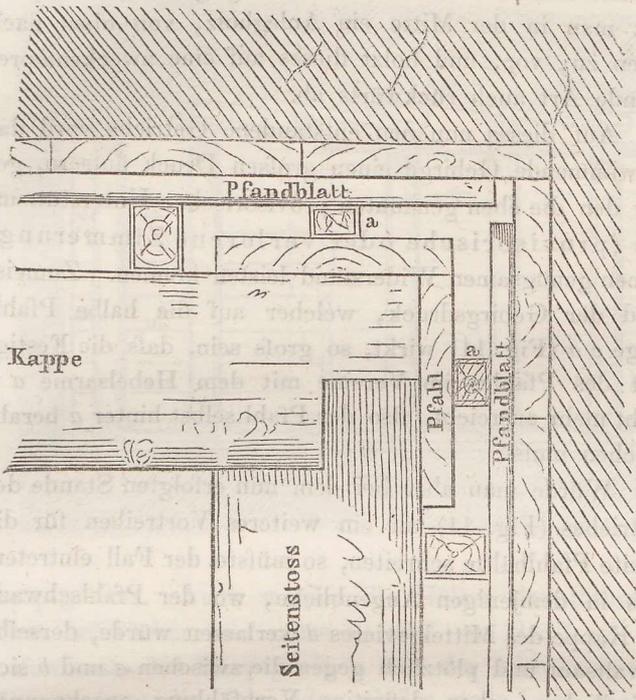
Demnach kennzeichnet sich das Wesen der Pfändung durch Pfandblatt und Pfandkeil, und durch die also gebildete freie Oeffnung zum Durchstecken des neuen Pfahles.

Das Freimachen der Firstenecke besteht nun noch ferner zum Wesentlichsten darin, daß aus dem obersten Zumachebrette (siehe Fig. 9) so viel Holz herausgestemmt wird, als der Kopf des neuen Pfahles breit, und der Pfahl selbst dick ist. In das also entblößt daliegende Gebirge werden nun die Pfahlköpfe schleunigst hineingesteckt und mittelst des sogenannten „Treibefäustels“ vorgetrieben. Dieses Vortreiben erfolgt je nach Umständen auf 6 bis 12 Zoll Länge, und es werden nun provisorisch die Pfähle mittelst Pfandkeile *a, a*, Fig. 9, befestigt.

Querschnitt.

Fig. 9.

Längenschnitt.



Dieselbe Manipulation wird auf der andern Firstenecke vorgenommen, und damit vorerst die schiefe Kante der Pyramidenform gebildet.

Zwischen die also erlangten Eckpfähle werden nun die anderen Firstenpfähle (Fig. 8) angesteckt und auf gleiche Länge vorgetrieben. Hierauf wird das oberste Zumachebrett herausgehauen, und also dem Gebirge das freie Hervorquellen gestattet. Damit aber dieses Hervorbrechen stets im Zaume gehalten werden kann, müssen Strohbindel bereit liegen, mittelst deren das Ausfließen nach Belieben gestopft wird.

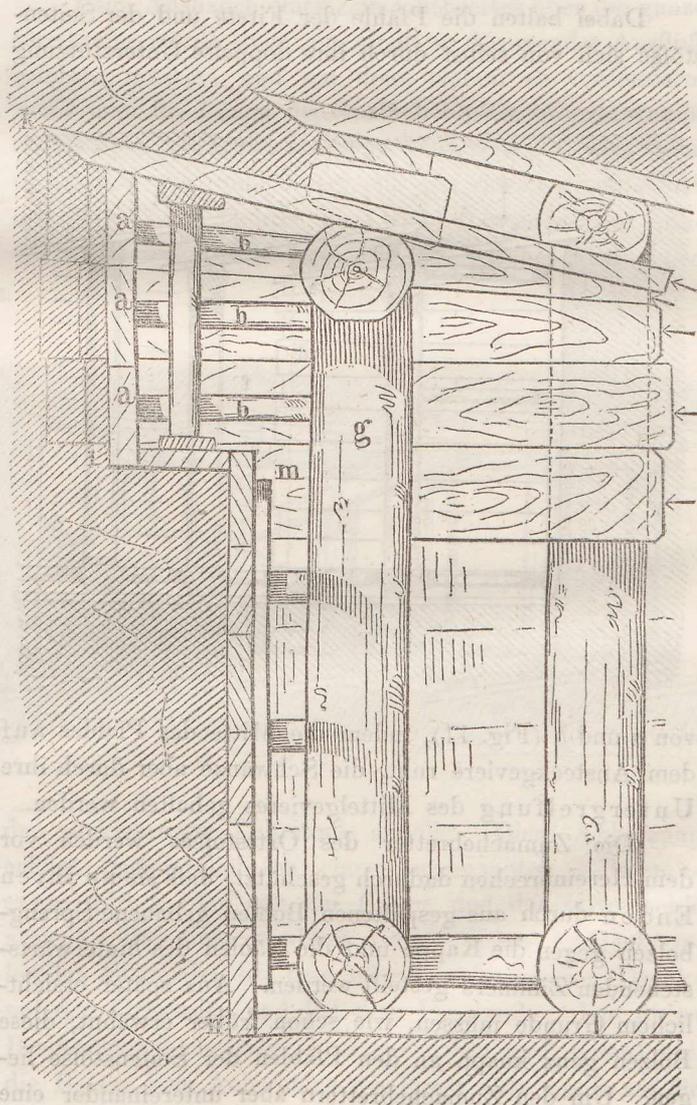
Nach Maafsgabe des also gewonnenen freien Raumes werden nach und nach die sämtlichen Firstenpfähle und die das Eck bildenden zwei obersten Pfähle der Seitenstöße bis auf 24 und 30 Zoll, d. h. bis auf die halbe Länge eines Pfahles, vorgetrieben, wobei natürlich jedesmal vor dem Treiben der den Pfahl vom Pfandblatte entfernt haltende Keil gelüftet und nach geschehenem Treiben vorgeschlagen wird.

Mit dem Entfernen des zweiten oberen Zumachebrettes der Brust werden nun zugleich die nächsten Paare der oberen Pfähle der Seitenstöße vorgetrieben, und dergestalt wird also nach und nach der Ortsstofs (die Brust) um die halbe Pfahllänge vorwärts gerückt. Es versteht sich von selbst, daß in der successiven Gewinnung der neuen Brust dieselbe mit frisch angelegten Zumachebrettern verzogen wird. Diese neuen Zumachebretter *a, a, a* (Fig. 10) werden an ihren Enden, d. h. knapp neben den Pfählen der Seitenstöße, mit Bolzen, sogenannten „Sprengbolzen“ *b, b, b* gegen den zurückstehenden Ansteck-Thürstock *g* abgebolzt.

Bei sehr flüssigem Schwimmsande wird es nothwendig werden, daß die freie Fläche *l m* der entstandenen

Stufe *k l m n* abgedeckt werden muß, um daselbst ein

Fig. 10.



Emporquellen zu verhindern. Man legt dann auf die Stufe die „Stufenbretter“, und bolzt diese gegen ein unter die Firstenpfähle gezogenes Anlegholz ab.

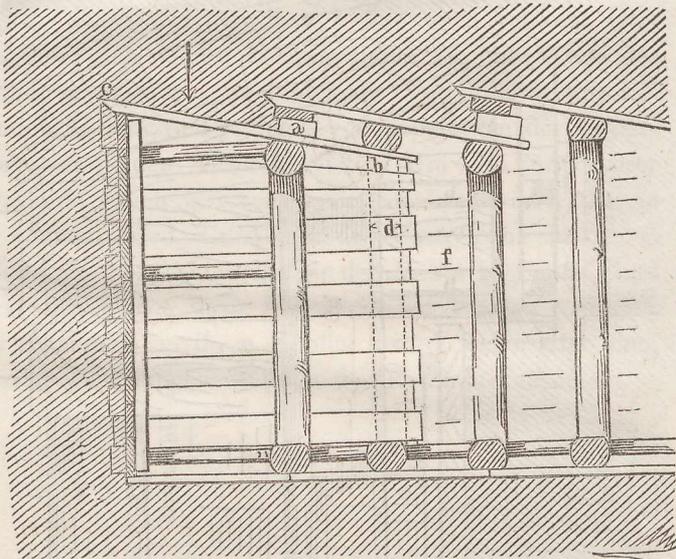
Beim weiteren Vordringen (herab zu) der Pfähle der Seitenstöße entfernt man das nächste alte Ortsbrett, zieht weiter an der neuen Brust ein neues Zumachebrett ein, drückt unter successiver Wegnahme der Stufenbretter die Stufe selbst um die Breite des Ortsbrettes herab, und führt dergestalt die Arbeit bis zur Erreichung der Sohle fort. In den meisten Fällen wird es genügen, die Sohle des Stollens (wie Fig. 10 andeutet) mit einer dichten, starken Abdeckung zu belegen, worauf man dann die Grundsohle, respective das neue Stollenzimmer stellen kann.

Quillt aber das Gebirge in einem Maasse hervor, daß die eben erwähnte Schützung der Sohle nicht mehr durchführbar ist und nicht mehr ausreicht, so muß die Stollensohle, ebenso wie die Firste und die Seitenstöße, abgetrieben werden.

Wir haben also den Verlauf der ganzen Arbeit so weit verfolgt, daß jener Standpunkt eingetreten ist, wo die 5 Flächen des Stollens auf die Länge des halben Pfahles mit neuer Verpfählung versehen sind, d. h. der Ortsstofs auf 24 bis 30 Zoll vorgerückt ist.

Dabei halten die Pfähle der Firste und der Seitenstöße sich von selbst durch ihre doppelte Unterstützung

Fig. 11.



von *a* und *b* (Fig. 11), indem die Mitte des Pfahles auf dem Ansteckgeviere ruht, die Schwänze aber durch ihre Untergreifung des Mittelgeviere gehalten werden.

Die Zumachebretter des Ortsstosses werden vor dem Hereinbrechen dadurch geschützt, daß sie an ihren Enden durch aus gespaltenen Bohlen gehauene Sprengbolzen gegen die Kappe und die Säulen des hinterwärtsstehenden Zimmers gesteuft werden. Aus später ersichtlichem Grunde müssen, wie schon früher erwähnt, diese Bolzen ganz knapp an den Pfählen der Seitenstöße liegen. Um den Zumachebrettern aber untereinander eine

gewisse Haltbarkeit und Verbindung geben zu können, legt man in der Mitte ein Anlegholz, von oben nach unten zu, vor, und bolzt dieses auf eine zweckentsprechende Art auch rückwärts ab.

Auf dieses nun neu entstandene Getriebe wird das schwimmende Gebirge einen großen Druck äußern, gegen den die eben genannten provisorischen Unterstützungen (provisorische oder verlorene Zimmerung) keinen genügsamen Widerstand leisten können. Zumeist wird der Gebirgsdruck, welcher auf die halbe Pfahllänge *ca* (Fig. 11) wirkt, so groß sein, daß die Festigkeit des Pfahles im Vereine mit dem Hebelsarme *ab* nicht mehr ausreicht, also der Pfahl selbst hinter *a* herabbrechen muß.

Würde man aber bei dem nun erfolgten Stande des Getriebes (Fig. 11) an ein weiteres Vortreiben für die zweite Pfahlhälfte schreiten, so müßte der Fall eintreten, daß in demjenigen Augenblicke, wo der Pfahlschwanz die Kappe des Mittelgeviere *d* verlassen würde, derselbe gewaltsam und plötzlich gegen die zwischen *a* und *b* sich befindliche, schon definitive Verpfählung anschnappen würde.

Diese bei einer solchen gefährlichen Arbeit wider-natürliche Bewegung würde nicht allein ein Brechen der Pfähle selbst im Geleite haben, es würde nicht allein der mühsam hergestellte Verzug des Ortes verdrückt und zerstört werden; es würde ferner nicht nur das Gebirge Ausströmungs-Oeffnungen genug erhalten, sondern, was die Hauptsache ist: es würde ein weiteres Vortreiben der Pfähle ganz unmöglich werden.

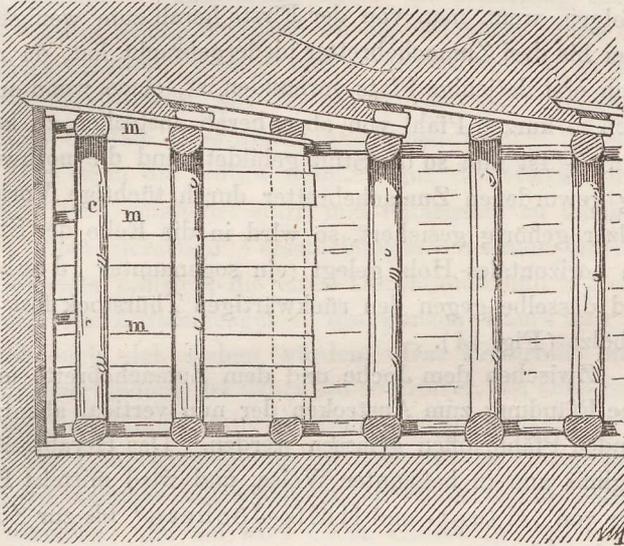
Das Angedrücktwerden des Pfahlschwanzes müßte eine solche Reibung hervorbringen, daß die anzuwendende Kraft des Vortreibens unzureichend wäre; und würde sie auch groß genug sein, so könnte sie doch nicht angeordnet werden, weil es an Platz mangeln würde, mit dem Fäustel auf das Hirnholz des Pfahlschwanzes schlagen zu können, indem das Mittelgeviere *d* deckend knapp davor steht.

Es müssen also die sämtlichen vorgetriebenen Pfähle bei *c* ein neues festes Aufrufen erhalten, und man stellt daher ein Mittelgeviere vor Ort. — Indem nun dieses neu eingebaute Mittelgeviere nicht allein die eben angedeuteten Uebelstände vollständig beseitigt, erfüllt es auch noch den wesentlichen Zweck, daß beim weiteren Vortreiben der Pfähle *mm* (Fig. 12) dieselben durch die Innenkante des Mittelgeviere und die Außenkante des Hauptgeviere eine neue richtige Führung erlangen, die in der Getriebezimmerung unter allen Umständen stets aufrecht gehalten werden muß, da sie den richtigen Erfolg bedingt.

An das neu aufgestellte Mittelgeviere *c* (Fig. 12) wird nun die Verpfählung, so wie der Ortsverzug fest angekeilt.

Wegen der Pyramidenform des Getriebes werden die Mittelgeviere größere Dimensionen erhalten, als die

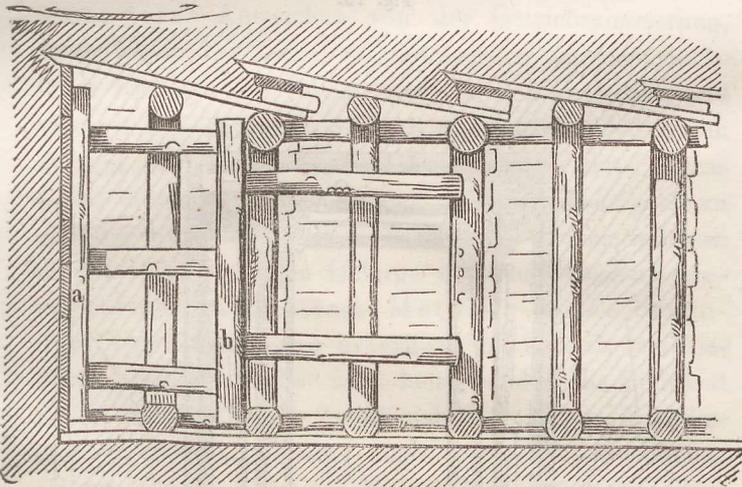
Fig. 12.



Hauptgeviere. Auch werden die Hölzer des Rahmens etwas schwächer sein müssen, weil von der Lage der Außenkante des Hauptgeviere und der Innenkante des Mittelgeviere die mehr oder minder steile Lage des zukünftigen Getriebes abhängig ist, die Basis der entstehenden Pyramide eine zu große werden würde, und hierdurch eine Unregelmäßigkeit in der Bau-Methode, namentlich eine ungleiche Größe der Hauptgeviere erfolgen müßte.

Erst nach bewirkter Aufstellung des Mittelgeviere und der dadurch möglich gewordenen neuen Abbolzung der Zumachebretter kann die früher gegen das Hauptgeviere reichende Abbolzung des Ortsstoßes entfernt werden, und da, wie so eben bemerkt wurde, das Mittelgeviere die größtmögliche Außendimension erhalten

Längenschnitt.



soll, so ist es nun erklärlich, daß die schon früher erwähnte Abbolzung der Zumachebretter knapp anliegend an der Verpfählung eingebaut werden muß.

Die weitere Vortreibung der zweiten Pfahlänge erfolgt nun ganz wie unter den früheren Andeutungen. Es wird hierbei jedesmal derjenige Keil gelüftet, welcher den zu treibenden Pfahl auf das Mittelgeviere befestigt, und nach erfolgtem Treiben wird dieser Keil wieder an-

gezogen, so daß beim vollendeten Treiben das Mittelgeviere ringsum fest mit Keilen an die Verpfählung angetrieben ist.

Die Hinweglassung eines Pfandblattes beim Mittelgeviere versteht sich von selbst.

Ist nun auch die zweite Pfahlänge vorgetrieben, so wird vor Ort das neue Hauptgeviere eingebaut. Diese Ansteckgeviere müssen untereinander genau dieselben Außendimensionen haben, und der übrig bleibende Raum wird dann als Pfändung behandelt. — Nach sorgfältig vorgenommener Aufstellung des Hauptgeviere ist ein Getriebe beendet, und es wiederholt sich nun stets auf's Neue die eben angegebene Manipulation des Ausbaues der Strecke.

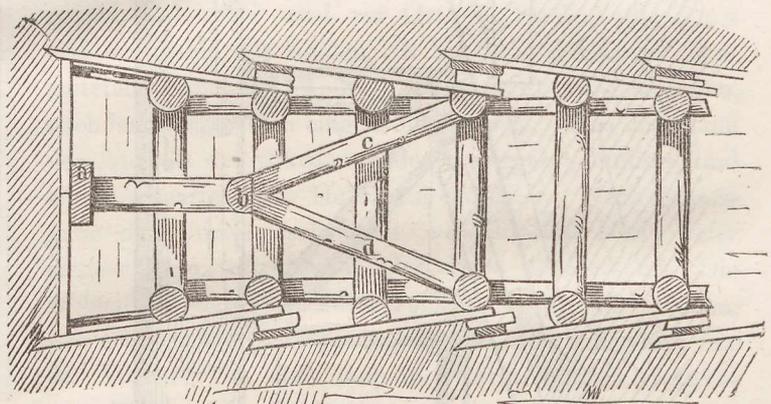
Nicht immer aber wird im schwimmenden Gebirge der Vorgang des Ausbaues in den eben angegebenen regulären Grenzen sich fortbewegen können; es werden vergrößerte Schwierigkeiten eintreten, die zumeist darin bestehen, das Ort selbst oder die Brust abzubauen.

Ist der Stollen einigermaßen breit, und dabei das Gebirge hartnäckig und druckäufsernd, so wird man es nicht mehr wagen dürfen, die Zumachebretter aus einer Länge (quer über die Brust) bestehen zu lassen.

Beim Aushauen eines Zumachebrettes über die ganze Ortsbreite würde dann ein nicht zu dämmender Ausfluß erfolgen müssen, und um diese Gefahr zu vermindern, theilt man die Länge der Zumachebretter in zwei stumpf an einander stoßende Hälften, haut erst die eine, dann die andere aus, und übergreift den Zusammenstoß der neu eingebauten Hälften der Ortsbretter mit einem breiten verticalen Anlegholz *a*, Fig. 13, welches man gegen

Fig. 13.

Oberansicht.



den rückwärtigen Thürstock abbolzt. Diese Abbolzung erfolgt gemeinlich an einem sogenannten „Bremsstempel“ *b*, der vor der Kappe und der Grundsohle anliegt. Bei einer gewissen Länge dieses vertical stehenden Stempels, bei dem oftmals sehr großen Drucke auf den Ortsstoß, und bei dem Umstande, daß dieser Bremsstempel nur zwei Auflager (oben und unten) hat, die Bolzen vom Anlegholze der Brust aber auch auf die

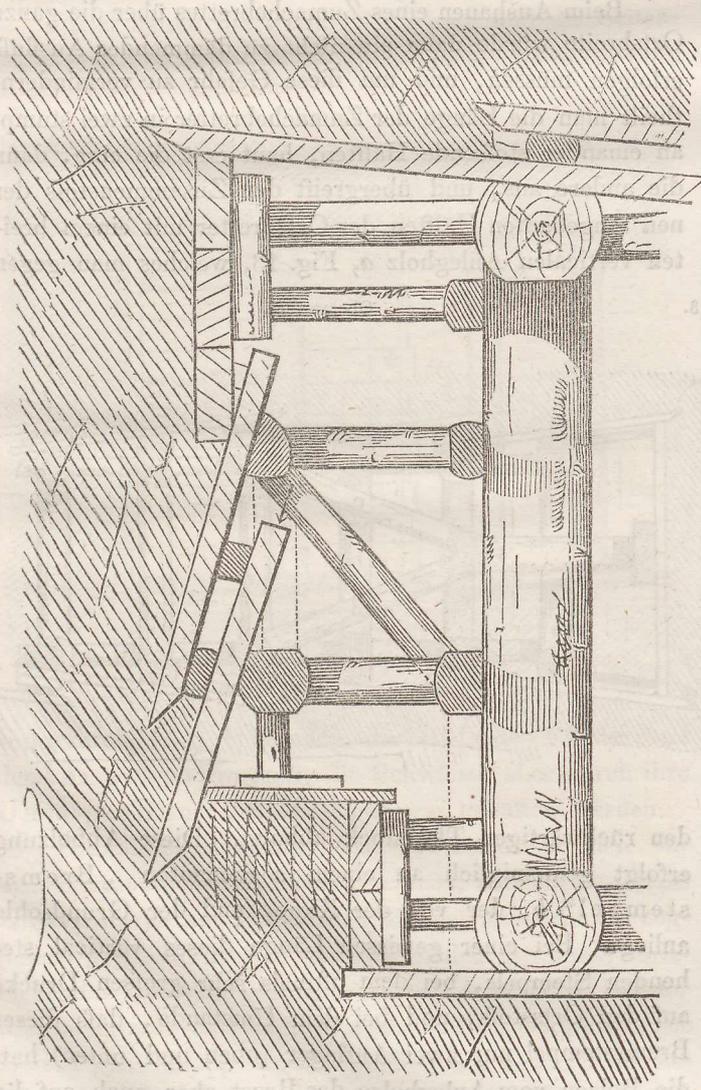
Mitte des Bremsstempels zulaufen, muß dieser letztere noch anderweitige Unterstützungen haben, die man ihm gewöhnlich durch den Einbau eines Bockes (hier des Bremsbockes) giebt. Die horizontal angebrachten Sparren *c, d* (siehe die Oberansicht, Fig. 13) haben zu ihrem Ansatz die Thürstocksäulen irgend eines zurückstehenden Stollen-Zimmers, und es können nach Maafs-gabe des Druckes beliebig viele Bremsböcke geschlagen werden.

Erreicht der Schwimmsand in seiner Ueberwindung eine solche Stufe, daß das Ort mit den Zumachebrettern nicht mehr niedergebracht werden kann, weil durch die Hinwegnahme eines Zumachebrettes schon ein zu großer Raum für das Ausrinnen entstehen würde, so muß die Brust selbst abgetrieben werden.

Dieser Fall wird aber äußerst selten vorkommen, da durch den vorhergegangenen Gebirgsaufschluß denn doch eine gewisse Entwässerung angestrebt worden ist. — Das Abtreiben des Ortsstosses erfolgt vielmehr bei sehr hohen und breiten Strecken, da es dann eine weit sicherere, erleichternde und bessere Methode ist, als jene mit Zumachebrettern.

Tritt nun der Fall ein, daß man den Ortsstoss ab-

Fig. 14.



treiben will, so kann dies selbstverständlich erst dann erfolgen, wenn man von der Firste herab zum wenigsten zwei bis drei Zumachebretter niedergebracht hat, da alsdann erst derjenige Platz vorhanden ist, einen wenn auch noch so kurzen Pfahl von oben herab anstecken zu können. — Ist nun so die Stufe gebildet, sind die nothwendig gewordenen Zumachebretter durch tüchtige Vorleg-hölzer gehörig gesichert, so wird in die Ecke der Stufe ein horizontales Holz gelegt (ein sogenanntes „Joch“), und dasselbe gegen den rückwärtigen Thürstock fest abgebolzt (Fig. 14).

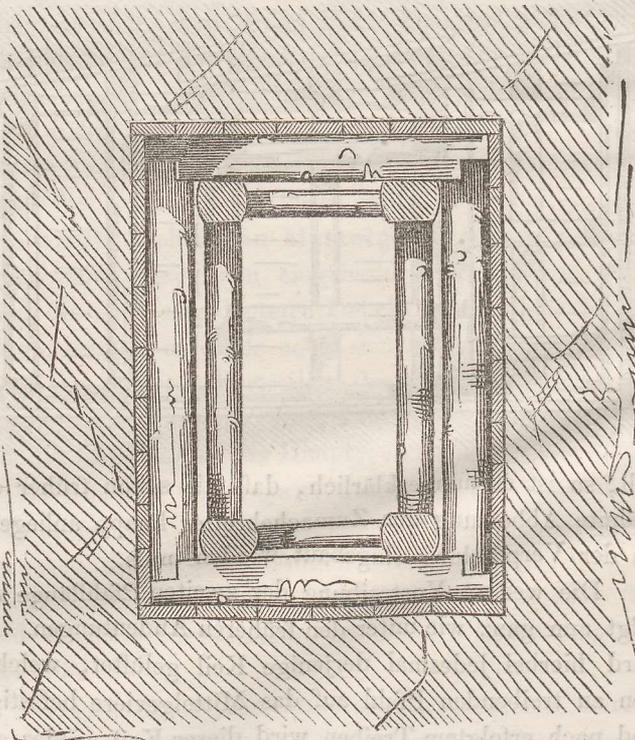
Zwischen dem Joche und dem Zumachebrette muß eine Pfändung zum Anstecken der nun vertical abzutreibenden Pfähle offen gelassen werden. Das Herabtreiben beginnt nun in bekannter Weise, und wird mittelst Einbau von „Haupt- und Hilfs-Jöchern“ bis zur Sohle herabgeführt.

Die horizontalen Flächen der Stufen werden nöthigenfalls verzogen, und bei der Herabdrückung muß der Gebirgsausfluß in den bestimmten Grenzen erhalten werden.

Es liegt in der Natur des schwimmenden Gebirges, daß es besonders druckäufsernd sein muß. Der geringen Consistenz halber, welche die einzelnen Theile untereinander haben, tritt beim schwimmenden Gebirge das Gesetz des hydrostatischen Druckes in Wirksamkeit, und ein in solches Gebirge getriebener Stollen wird nicht allein einen Firstendruck, sondern auch einen besonderen Druck in den Seitenstößen und der Sohle auszuhalten haben.

Auch wird der Druck auf die Längsrichtung des Baues wirken müssen, und es ist in der That diese

Fig. 15.



folgerichtige Voraussetzung durch die Erfahrung bestätigt, indem solche Strecken im eigentlichsten Sinne des Wortes verdreht, gewürgt und verdrückt werden, so daß sie am Treffendsten mit der schlüpfrigen und windungsfähigen Gestalt eines Aales verglichen werden können. Es tritt dann die Nothwendigkeit auf, die Strecke ihrer Länge nach möglichst starr und unbiegsam zu machen, weil sonst derartige Verschiebungen einzelner Geviere vorkommen müßten, die einen Durchbruch und in Folge dessen ein Zusammengehen des ganzen Baues nur zu leicht nach sich ziehen würden. Das Bedürfnis einer Längenverbindung ist daher um so größer, als auch noch dadurch die Stabilität der einzelnen Zimmer vermehrt wird.

Die Längenverbindung ist hier nun das einzige Mittel, die Zimmer untereinander zu einem festen Ganzen zu vereinen, und sie wird durch Unterzüge und correspondirende Tragesohlen dergestalt hergestellt, daß diese vier Langhölzer untereinander fest mit Stempeln und Bolzen vereint sind (Fig. 15).

Beim Auffahren des schwimmenden Gebirges sind übrigens noch einige Methoden bemerkenswerth, die bei örtlichen Verhältnissen diese oder jene Erleichterung gewährt haben, und unter denen hier die wesentlichsten angeführt werden mögen:

#### 1) Das Getriebe mit eisernen Schilden und Pfählen.

In der Grundstrecke der abbauenden Gruben zu Freienwalde\*) ward nach den Dimensionen der künftigen Stollen-Ausmauerung ein aus mehreren Stücken bestehender eiserner Rahmen gebildet, der zum Auflager bei dem Vortreiben eiserner Pfähle diente. Es ist also hier kein besonderes Abweichen von der Getriebezimmerung, sondern nur der Zweck verfolgt worden, ein unverrückbares Auflager der Verpfählung vor sich zu haben, und eine größere Billigkeit dadurch zu erzielen, daß durch die auf dem Fusse folgende Ausmauerung des Stollens immer wieder dieselben Rahmen und dieselben Pfähle zu weiterer Verwendung kommen. — Es können indessen die im schwimmenden Gebirge entstehenden Schwierigkeiten durch diese Methode keine besondere Vereinfachung erleiden, und es kann verschiedener Umstände halber auch keine sonderliche Billigkeit erzielt werden, da die Zuhülfenahme von Holz doch immer unvermeidlich bleibt, auch ein in unveränderlichen Dimensionen vorhandenes Normal-Material in dem Bauverfahren selbst oft sehr störend wirken muß.

Auch wird dieses maschinenartige Vorschreiten in besonders schwierigem Gebirge, theils wegen dessen enormer Flüssigkeit, theils wegen seiner großen Druckäufserung, sehr häufig nicht durchgeführt werden können, da der Fall nur zu leicht denkbar ist, daß ein solches

Hereingedrücktwerden der Pfähle vorkommen kann, wo die Aufstellung des Rahmens, dessen einzelne Theile wegen der anzubringenden Schrauben und Bolzen auf das Genaueste zusammengefügt werden müssen, zur Unmöglichkeit wird. Ferner wird es einem Jeden, der unter solchen Umständen Grubenausmauerungen durchgeführt hat, einleuchtend sein, daß die Wiedergewinnung der Pfähle zum wiederholten Gebrauch ein Umstand ist, dessen Verwirklichung oft sehr fraglich erscheint. Endlich kann die ganze Methode überhaupt nur in dem Falle angewendet werden, wo ihr die Mauerung unmittelbar auf dem Fusse folgt.

Dieser Umstände halber ist die Manches für sich habende Methode nie in besonders weit greifende Anwendung gekommen.

Will man überhaupt ein maschinenartiges Vordringen und ein stetes Anwenden ein und desselben Materials zur Basis eines Abbau-Systemes machen, so müßte, wie bei der Methode des Themse-Tunnels, über welche zu sprechen sich noch später Gelegenheit finden wird, die Brust unter dem Vorschreiten eines constanten Rahmens (Schildes) vorwärts gedrängt werden, und es müßte bei der jeweiligen Anwendung dieser Bauart stets der wesentliche Grund voranleuchten: daß man die ganze Länge der Strecke unter dem voraussichtlichen Vorkommen des ärgsten schwimmenden Gebirges, des höchsten Grades von Flüssigsein, zu durchfahren haben wird.

#### 2) Die Keilmethode.

Auf der Kohlengrube Louvière bei St. Vaast im Hennegau\*) und auf der Heydt-Muthung in Oberschlesien hat man dem Eindringen des schwimmenden Gebirges durch Ausschlagung mit Pflöcken zu begegnen gesucht. Hierbei wird vor Ort des Stollens die Brust und die Sohle mit runden, 16 bis 24 Zoll langen, zugespitzten Pflöcken (Keilen) ganz dicht ausgeschlagen, nachdem vorher Heu eingedrückt wurde. Man hat dann den Ausfluß des schwimmenden Gebirges gehindert, und eine zu bearbeitende Holzwand vor sich. Nach Maafgabe des Vorwärtsschreitens werden diese Keile tiefer eingeschlagen, abgehauen, oder durch neue ersetzt. Die Abtreibung der Firste und der Seitenstöße bleibt dann, wie schon früher angegeben; und es tritt daher hier nur der Vortheil ein, daß man in besonders schwierigen Fällen dem Abbaue des Ortsstoffes und der Sohle eine andere Wendung giebt, die oftmals von sehr großem Nutzen sein wird. Eine verbreitete Einführung der Sache ist eben wegen der Vereinzelnung so aufsergewöhnlich schwieriger Fälle und aus dem Grunde nicht erfolgt, weil die sehr mühsame und kostspielige Methode in größeren Dimensionen nicht angewandt werden kann.

\*) Ponson's Lehrbuch des Steinkohlen-Bergbaues, übersetzt von Hartmann. Weimar 1846.

\*) Karsten's Archiv für Bergbau. 2. Reihe, Band IX.

Eine große Fläche wird bei bedeutendem Drucke, trotz der dichten Zusammenschlagung der Keile, ausgebaucht werden und endlich zu Bruch kommen.

### 3) Die Methode mit comprimierter Luft\*).

Obzwar schon die Keilmethode die meisten Vortheile eigentlich beim Schachtabteufen im Schwimmsande bietet, und die Methode mit comprimierter Luft ebenfalls beim Abteufen eines Schachtes angewendet wurde, so kann dies Verfahren um so weniger hier unerwähnt bleiben, als es einmal in das Gebiet der Ueberwindung des Schwimmsandes gehört, und andererseits von einer Energie und einem Scharfsinn zeugt, die man anzustauen sich gedrungen fühlt.

Durch den Ingenieur Trieger wurde im Steinkohlengebirge des Maine- und Loire-Departements im Jahre 1839 beim Abteufen eines Schachtes ein sehr complicirtes Verfahren durchgeführt, das aber nur bis zu einer bestimmten Grenze anwendbar ist, und deswegen keine weitere Verbreitung gefunden hat, weil es andererseits auch zu kostspielig wird und zu vielen Zufälligkeiten ausgesetzt ist.

Da das schwimmende Gebirge durch einen gewissen Inhalt von Wasser seine breiartige Eigenschaft erhält, so muß diese mit dem Wegbleiben des Wassers aufhören und das Arbeiten in dem also erleichterten Gebirge ein wesentlich vereinfachtes werden.

Der Zufluß des Wassers kann aber nur durch einen gleichen Druck der Atmosphäre verhindert werden.

Es wurde demgemäß ein hermetischer Verschluss mittelst einer horizontalen Eisenplatte gemacht und die Luft unterhalb dieses Verschlusses bis auf 3 Atmosphären verdichtet. Glücklicher Weise war dieser Druck hinreichend, den Zudrang des Wassers von der Sohle und den Seitenstößen des Baues abzuhalten; denn es erwies sich, daß die Arbeiter in der stattgefundenen Zusammenpressung der Luft noch athmen konnten. In geringer Entfernung von dem eben erwähnten Verschlusse war weiter oben noch ein zweiter Verschluss angebracht, der dazu diente, einen Uebergang zu der Verdichtung zu vermitteln, und das Oeffnen derjenigen Klappen zu ermöglichen und zu erleichtern, welche behufs des Ein- und Ausfahrens der Leute in den zwei Verschlüssen angebracht waren.

Die wirkliche Durchführung dieser Methode war allerdings von den glücklichsten Resultaten begleitet, giebt uns auch ein musterhaftes Beispiel unerschütterlicher Ausdauer und einer überzeugten Stützung auf theoretische Lehrsätze — ist aber leider nicht als praktisch zu bezeichnen.

\*) Annales des mines.

Kehren wir nun zu der bewährtesten Methode des Abbaues im schwimmenden Gebirge, zu der Getriebezimmerung zurück, so werden wir, nachdem die Bearbeitung der schwierigsten Fälle erläutert wurde, sehr leicht im Stande sein, die günstigeren Fälle durchzuführen.

Man wird alsdann weniger mit der Vehemenz des Eindringens des Gebirges, auch vielleicht mit weniger Druck zu kämpfen haben, und es wird sich die Getriebezimmerung dann zumeist dadurch besonders vereinfachen, daß man die Mittelgeviere weglassen kann, und auf das Vordrängen der Brust weniger Acht zu haben braucht.

Als nothwendig erscheint es jedoch, die Hauptregeln, die bei der Getriebezimmerung zu beobachten sind, anzuführen, da es doch nur einzig und allein die praktischen Erfahrungen sind, die hier die Richtschnur abgeben, und der Gegenstand selbst so viele, oftmals in ungeheurem Maasse auftauchende Schwierigkeiten in sich trägt, von denen man, wenn man in derartigem Gebirge noch nicht gearbeitet hat, schon dadurch einen schwachen Begriff bekommen muß, wenn man erwägt, wie kolossal die Druck-Erscheinungen und die Ausflüsse des Gebirges sind, und wie es in einem fest im Schwimmsande sitzenden Stollen vor Ort dergestalt von allerlei Holzwerk wimmelt, daß es zur größten Aufgabe gehört, irgend ein langes Holzstück durchschleppen, geschweige denn ein Geviere selbst aufstellen zu können, indem die Entfernung eines hindernden Bolzens nur zu häufig die größten Mühseligkeiten und Gefahren mit sich bringt.

Es ist also bei der Getriebezimmerung im Wesentlichsten auf Folgendes zu achten:

1) Wenn man das schwimmende Gebirge anhaut, man also zum Uebergange aus der festeren Masse in die weichere kommt, und mit der Getriebezimmerung beginnen muß, so wird es höchst nothwendig sein, daß man wegen des zu erwartenden Druckes auf die Längsaxe des Baues, und wegen des Ansteckens des Getriebes selbst, in der vorhergehenden Stollen-Auszimmerung schon zwei bis drei Getriebe herrichtet, und diese mit der eben genannten Zimmerung durch Längenverbindung vereint. Der plötzliche Wechsel des Materials und der Zimmerung würde die größten Nachteile im Geleite haben;

2) ist auf eine besondere Zurichtung der Pfähle zu achten. Dieselben müssen möglichst astfrei und auf ihren parallelen Seiten sorgfältig gerade und glatt gesäumt sein, da sehr viel auf eine dichte Fugenschließung ankommt.

Am Kopfe erhalten die Pfähle eine von einer Seite bewerkstelligte Zuschärfung, um leichter in's Gebirge eindringen zu können. Die Pfahlschwänze aber werden ganz leise gesäumt, in den Kanten gebrochen, um so bei den dann darauf erfolgenden Schlägen die Absplitterung des Holzes zu verhindern.

Da bei einem Getriebe stets gewisse Normalmaasse

beibehalten werden, so können die Pfähle von vornherein in gleichen Dimensionen gefertigt werden.

Es ist ganz erklärlich, daß das Eintreiben der Pfähle oftmals auf gewisse Widerstände stoßen muß und also schwierig wird. Da dabei das Holz durch das Aufschlagen sehr leidet, so wählt man daher oftmals eichene Pfähle, oder wendet sogenannte „Aufsetzer“ an, d. h. eiserne Reifen, die (ähnlich wie beim Pilotiren) vor dem Treiben um den Pfahl gesteckt und dann wieder entfernt werden.

Auch kann man, um nicht direct auf den Pfahl schlagen zu müssen, ein Stück Brett vorlegen; und es muß festgehalten werden, daß die Treibefäustel keine scharfen Kanten haben, damit jedes Absplittern vermieden wird.

Obwohl eichene Pfähle kostspielig erscheinen, so haben sie doch eine größere Haltbarkeit, zersplittern und zerbrechen nicht so leicht, und gewähren beim Getriebe dadurch einen unendlichen Vortheil, daß sie wegen ihrer dichteren Holztextur glattere Außenflächen haben, daher beim Eindringen in's Gebirge weniger Reibung verursachen, also das Treiben selbst erleichtern;

3) ist auf ein dichtes Schließen der Fugen der Pfähle beim Treiben selbst ganz besonders zu achten; und es wird eine größere Verdichtung mittelst Stroh, Mist oder Moos dadurch erzielt, daß man derartiges Material in die Fugen der Pfähle stopft.

Dieses Einstopfen geschieht mit einem meiselartig zugespitzten Werkzeuge, dem sogenannten „Spiefse“ oder „Stecher“, und es ist dies nicht ein bloßes Kalbfatern, sondern es muß das Stopfmaterial auf der Gebirgsseite der Pfähle vor die Fugen gebracht werden. Man nimmt zum Verstopfen, als bestes Material, Stroh, weil dies zwar das Wasser, aber nicht den Sand durchläßt, und eine Entwässerung des Gebirges stets angestrebt werden muß;

4) hat man beim Treiben der Pfähle auf eine richtige Führung derselben zu achten. Während der eine Häuer treibt, muß ein zweiter die Leitung des Pfahles besorgen. Dies wird dadurch erzielt, daß man an einem tauglichen Punkte eine Klammer einschlägt, dergestalt einen Drehpunkt erzeugt, und so hebelartig mit irgend einem Instrumente (am besten einer Brechstange) die Seite des Pfahles gegen die Richtung des Abweichens aus seiner normalen Lage andrückt.

Derselbe Häuer, der die Führung besorgt, schafft auch stets das Gebirge bei Seite, welches beim Eindringen des Pfahles hervorquillt und weggescharrt werden muß, und hat für die Entfernung jener Hindernisse zu sorgen, die sich in Gestalt von Steinen, Holztrümmern etc. im Gebirge vorfinden und sich dem Treiben des Pfahles widersetzen;

5) ist eine tägliche Untersuchung der Zimmerung nothwendig. Trotz aller Vorsicht wird stets ein Ausrinnen des Gebirges, entweder durch die Fugen

der Verpfählung oder unter den Köpfen der Pfähle her, erfolgen. Hierdurch können hinter der Zimmerung leere Räume entstehen, die um so größer werden müßten, wenn man nicht darauf achten würde. Das Vorhandensein solcher Aushöhlungen muß nicht nur einen ungleichartigen Druck auf die Zimmerung ausüben, sondern es muß diese alle Gegenspannung verlieren; und bei einer plötzlichen Angriffs-Aeußerung des Druckes kann eine solch situirte Zimmerung in einem Momente verschoben und über den Haufen geworfen werden oder „zu Bruche gehen“. Es ist demgemäß eine Nothwendigkeit, daß man sich stets von dem Stande und der Lage der Zimmerung überzeugt, daß man die aufgefundenen Höhlungen alsogleich mit „Bergen“ (gelöstes Gebirge) oder mit Holzwerk, Stroh etc. wieder sorgfältig ausfüllt oder „versetzt“;

6) hat man beim Aufmachen des Ortsstosses sehr vorsichtig zu Werke zu gehen. Wenn man sich die Natur des schwimmenden Gebirges, seine enormen Druck-Aeußerungen und das Bestreben vorstellt, mit der größten Gewalt hervorzubrechen und alsdann alles irgend wie Bewegliche mit sich fortzureißen, so ist es nur zu erklärlich, wie außerordentlich gefährlich das Oeffnen der Brust oder das „Anhauen des Ortsstosses“ sein muß.

Es muß dabei mit der größten Kaltblütigkeit vorgegangen werden, die dann um so nothwendiger wird, wenn man ein Ort vor sich hat, das in sehr feigem Gebirge steht, und dessen Zimmerung vielleicht schon alt, morsch und verbrochen ist. Man hat alsdann eine solche Zimmerung zuvor erst auszuwechseln und mit Zuhilfenahme neu eingebaute oder ausgebesserte Geviere die Getriebearbeit unter allen möglichen Schutz- und Sicherheitsmitteln zu beginnen. Wie sehr gefährlich derartige „Anhiebe“ sind, mag folgendes traurige Beispiel zeigen.

Auf der Galmei-Grube „Apfel“ bei Beuthen in Schlesien wurde im Jahre 1852 ein Stollen von 50 Zoll Breite und ungefähr  $1\frac{1}{4}$  Lachter Höhe durch Muschelkalk getrieben. Es wurde im Verlauf der Arbeit eine Kluft angefahren, die mit schwimmendem Gebirge (Kurżawka) bis zur Terrainhöhe von 24 bis 26 Lachter ausgefüllt war. Nachdem man mit dem Getriebe 2 bis 3 Fufs tief in die Kluft eingedrungen war, zeigten sich für das weitere Vorschreiten sehr große Schwierigkeiten, und die Zimmerung war so hart mitgenommen, daß keiner der erfahrensten Leute den Stoß öffnen wollte. Der Obersteiger ergriff, um sich auszuzeichnen, die Hacke, und öffnete in Anwesenheit von drei Häuern die Brust. Im selben Augenblicke brach das Gebirge mit solcher Kraft hervor, daß es alle vier Arbeiter zu Boden warf, und daß binnen drei Minuten eine Stollenlänge von 14 Lachter zuschlemmte, dergestalt, daß einer der Leute vom Strome mit fortgerissen wurde. Dieser bewußtlos aus dem Schlamm gezogene Mann war der einzige, der

mit dem Leben davon kam, was er dem Umstande zu danken hatte, daß er etwas entfernt vom Ortsstosse gestanden hatte; die anderen drei Mann wurden später vor Ort als Leichen gefunden. —

Beim Anhebe selbst werden natürlich nur die kleinsten Räume durch Abhauen der Zumachebretter abgeschlossen, und während dies von einem Häuer erfolgt, muß ein anderer schon Strohbindel bereit halten, um dieselben dorthin zu stopfen, wo der Strahl hervorbricht. Oftmals muß dann der Bergmann, indem er über und über angespritzt wird, mit zugemachten Augen den Ort des Durchbruches suchen, und darf seine Geistesgegenwart nicht verlieren, wenn er auch im nächsten Momente bis über die Kniee im rinnenden Gebirge steht. Daß zu derartigen Arbeiten die erfahrensten Leute genommen werden müssen, ist eine Sache, die keiner weiteren Erwähnung bedarf.

### III. Anwendung der Getriebezimmerung beim Tunnelbau.

Wenn die Ueberwindung des schwimmenden Gebirges in dem kleinen Raume eines Stollens schon so erhebliche Schwierigkeiten macht, so ist es ganz erklärlich, daß diese um so größer werden müssen, je mehr der Querschnitt des Baues wächst; es läßt sich danach ermesen, daß diese Schwierigkeiten beim Bau eines Tunnels ganz außerordentlich sein müssen. Es tritt alsdann nicht nur die große Frage maafsgebend auf, wie eine Zimmerung beschaffen sein muß, die den ungeheuren Druck auszuhalten im Stande ist, sondern es kommt auch die weitere Aufgabe hinzu: Auf welche Weise müssen die Theile der Zimmerung eingebracht werden, d. h. wie muß der Abbau einer so hohen und so weiten Strecke erfolgen? Beide Fragen sind in ihrer Lösung untereinander abhängig, und noch schwieriger gemacht durch den Umstand, daß außerdem stets der ökonomische Grundsatz im Auge behalten werden muß, die billigste Methode anzuwenden.

Während sich nun die Hauptregeln einer Zimmerung dahin zusammenstellen lassen, daß:

- 1) die Zimmerung in steter Spannung sein muß;
- 2) die Unterstützung in der Linie des Druckes zu erfolgen hat;
- 3) der Gebirgsdruck vertheilt werden muß;
- 4) keine Schwächung des Holzes durch unnöthiges Behauen, Zuspitzen etc. vorgenommen werden darf;
- 5) die Stellung der Hölzer und Gespärre eine solche sein muß, daß jedes Ausweichen und jede Trennung untereinander verhindert wird;
- 6) die Zimmerung selbst stets in größter Ordnung gehalten und, wo erforderlich, sogleich ausgebessert werden muß,

sind die Hauptgrundsätze bei jedem Abbau-Systeme in Kürze dahin zusammenzufassen, daß:

- 1) für Abfluß des Wassers (Wasserlosung) zu sorgen ist;

- 2) die Förderung des gewonnenen Gebirges die billigste sein muß;
- 3) das Bau-System die billigste Loslösung der Massen zu gestatten hat;
- 4) das System den nöthigen Schutz und die nöthige Sicherheit in sich tragen muß;
- 5) die alsbaldige Ersetzung der Zimmerung durch Mauerung möglich ist;
- 6) die Methode schnell zum Ziele führen muß;
- 7) keine großen, ebenen Flächen gebildet und in Zimmerung gesetzt werden;
- 8) endlich für eine tüchtige Ventilation (Wetterlosung) zu sorgen ist.

Wenn nun auch hierdurch die Gestaltung eines Tunnelbau-Systems in gewisse Grenzen gewiesen ist, so ist doch theils wegen der Ueberschreitung dieser Grenzen, theils wegen der Größe des Profils und der dadurch gestatteten Variationen der Gewinnungsweisen, so wie auch durch die Verschiedenheit der Gebirgsformationen und der dadurch möglich gewordenen Erleichterungen im Ausbaue und in der Zimmerung, und endlich durch die Erfindungssucht der betreffenden Ingenieure eine große Anzahl von Tunnelbau-Methoden entstanden.

Es liegt nun ganz außer dem Bereiche dieser Skizze, alle diese Tunnelbau-Methoden kritisch beleuchten zu wollen; vielmehr muß dieselbe darauf beschränkt bleiben, mit Rücksicht auf die früher angeführten Regeln über die Getriebezimmerung, über die Zimmerung überhaupt und über den Ausbau, jene Haupterfordernisse hervorzuheben, die an eine Tunnelbau-Methode, welche bei Durchföhrung von schwimmendem Gebirge in Anwendung kommen soll, gestellt werden müssen. Dabei können zur nöthigen Erklärung und Beweisführung bloß die hervorragendsten der bis jetzt in Ausführung gewesenen Systeme in Betracht gezogen werden.

Diese Haupterfordernisse lassen sich, wie folgt, zusammendrängen:

1. Die Bölzung muß eine solche sein, daß in jedem Stadium des Baues die Getriebezimmerung angesteckt werden kann.

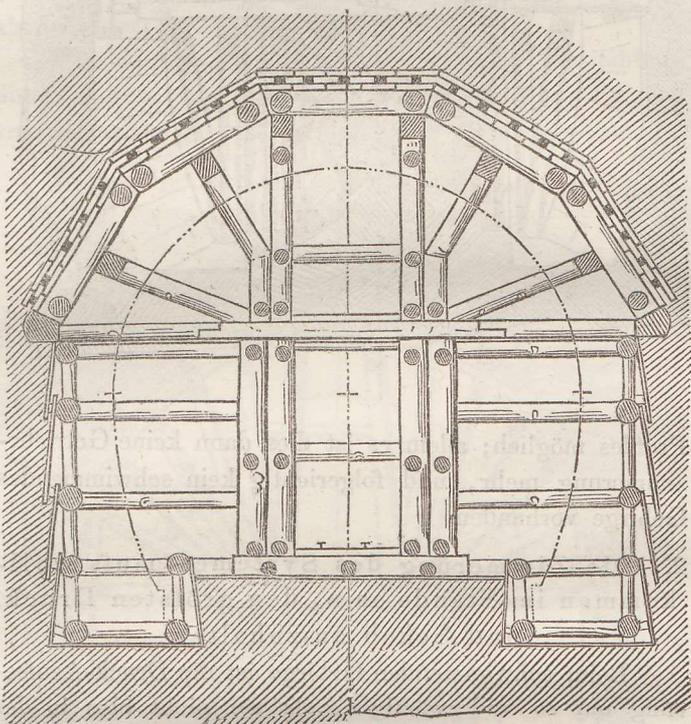
Hierbei ist nach dem früher Erwähnten die Nothwendigkeit vorhanden, daß die Pfähle nach der Längensaxe des Baues getrieben werden müssen; daß ferner diese Verpfählung rechtwinklig — also in der Ebene des Querprofils — durch unterbaute Zimmer, die dem Umfange des Profils entsprechen, gehalten werden; daß diese Zimmer in sich selbst eine gewisse Tragfähigkeit besitzen und untereinander eine Längenverbindung erhalten müssen, die sie zu einem festen Ganzen vereint und jene definitiven Punkte abgiebt, welche zum Ansatz von unterstellten Böcken dienen.

Wir haben alsdann ein System von Hölzern vor uns, welches den Anforderungen der Getriebezimmerung gänzlich entspricht. — In jedem Stadium des Vordrin-

gens ist die gleiche Haltbarkeit vorhanden, und dieselbe kann in jedem Augenblicke, ohne eine Aenderung des Systemes, durch die dichtere Stellung der Zimmer und der Böcke (Gespärre) vermehrt werden. Das Vordringen der Arbeit kann dann beim Anhauen des schwimmenden Gebirges ohne alle weiteren Nachteile und Uebelstände erfolgen.

Unter den angewendeten Holzbausystemen ist unseres Erachtens die österreichische Bauart die einzige und bewährteste, welche allen diesen Anforderungen entspricht.

Fig. 16.



Oesterreichisches System im vollen Ausbau.

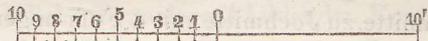
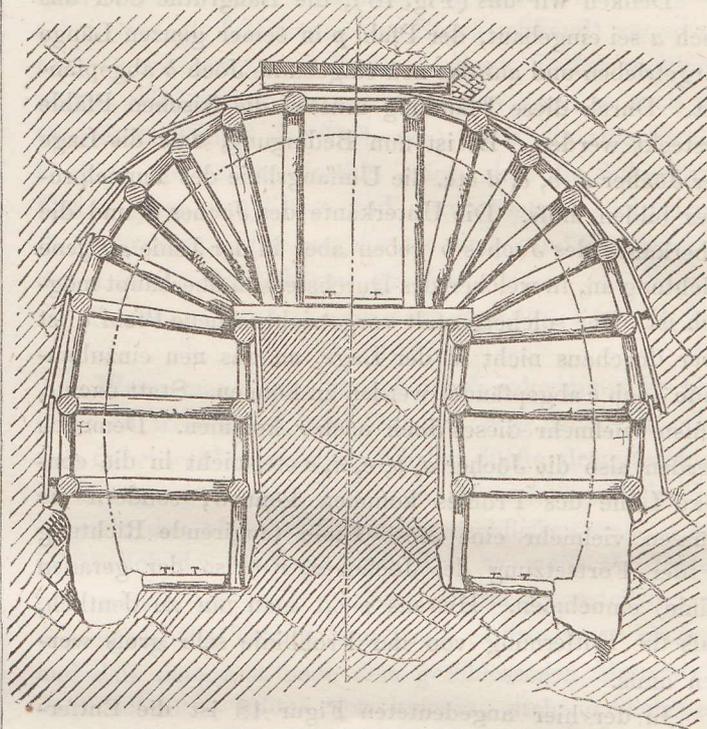
Der Einbau der einzelnen Theile der Zimmer und der Gespärre erfolgt stollenartig stets für sich, ist aber durch die Längenverbindung allemal mit dem vorhergehenden vollendeten Gespärre und Zimmer zu einem festen unverrückbaren Ganzen vereint.

Dieses stollenweise Vordringen gestattet eine Behandlung des ganzen Profils in den kleinsten Räumen, und dergestalt eine successive zum vollendeten Ganzen führende Anwendung der Getriebezimmerung.

Diese Vortheile und unbedingten Erfordernisse werden keineswegs von der englischen Methode und jenen anderen, z. B. der Saarbrücker (Fig. 17), Volkmarshausener etc., erfüllt, bei denen die obere Profilhälfte durch Längsbalken (Langhölzer, Kronbalken, Langruthen oder „Jöcher“) gestützt wird, hinter denen die Verpfählung nach der Richtung der Umfangslinie des Tunnelprofils läuft. — Geräth man mit derartiger Zimmerung in schwimmendes Gebirge, so ist der Abbau ganz unmöglich.

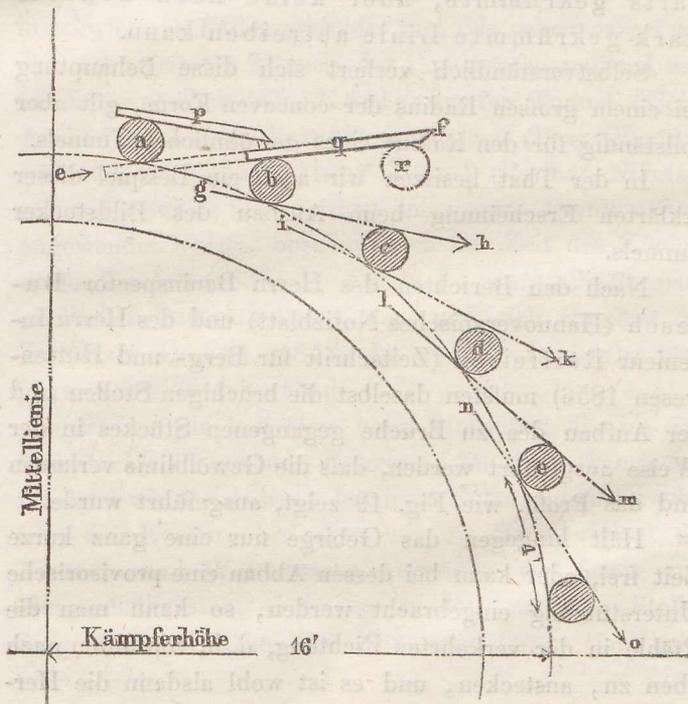
Es ist nämlich die Getriebezimmerung —

Fig. 17.



die einzig mögliche in Schwimmsande und lockeren, also gleich nachstürzenden Boden — nur dann durchführbar, wenn die Getriebe selbst in einer geraden Linie erfolgen können. Die Pfähle können dabei nur in der ihnen durch die Unterstützungshölzer, als: Kappen, Jöcher oder Langruthen, gebotenen Richtung angesteckt werden, sie werden also in dem jetzt zu besprechenden Falle in der Richtung der Tangente der krummen Linie in's Gebirge getrieben werden müssen, und es weicht demnach die Verpfählung von der zu bildenden Umfangslinie nach außen zu ab.

Fig. 18.



Denken wir uns (Fig. 18), die Langruthe oder das Joch *a* sei eingebaut, der Pfahl *p* in seiner ganzen Länge vorgetrieben und auf das neu eingebaute Joch *b* abgepfändet. Durch diese Pfändung müssen die frischen Pfähle gesteckt werden. Es ist nun Bedingung, daß die Lage der Jöcher *a, b, c, d* etc. die Umfangslinie des Tunnelprofils bilden muß. Die Unterkante des Joches *a* und die Oberkante des Joches *b* geben aber in der Linie *ef* jene Richtung an, in welcher das Durchstecken überhaupt möglich ist. Der solchergestalt vorgetriebene neue Pfahl *q* ist aber durchaus nicht in der Lage, an das neu einzubauende Joch *c* abgepfändet werden zu können. Statt nach *c*, müßte vielmehr dieses Joch nach *r* kommen. Demnach werden also die Jöcher *a, b, c, d, e* etc. nicht in die concave Linie des Profils kommen können, sondern sie müssen vielmehr eine diese Linie tangirende Richtung in der Fortsetzung der Jöcher *a, r* (also der geraden Linie) einnehmen. Hieraus sieht man nur zu deutlich, daß die Entfernung von der Profillinie sehr groß werden muß.

In der hier angedeuteten Figur 18 ist die Entfernung von Jochmitte zu Jochmitte mit 4 Fuß angenommen worden. Bei der nöthigen Uebergreifung der Pfähle untereinander wird die Länge der Pfähle ungefähr 70 Zoll betragen. Im echten Schwimmsande aber wird man diese Länge ohne Einbau von Hilfs- oder Einwechsel-Jöchern nicht abtreiben können. Die engere Stellung der Jöcher aber und die allenfallsige Dimensionsverstärkung der Durchmesser dieser Jöcher wird eine noch größere Divergenz der Richtung hervorrufen, den Fall also noch bezeichnender machen.

Diese Betrachtung führt uns daher zu der Feststellung, daß man im schwimmenden Gebirge wohl eine gerade, auch allenfalls eine nach aufwärts gekrümmte, aber keine nach abwärts stark gekrümmte Linie abtreiben kann.

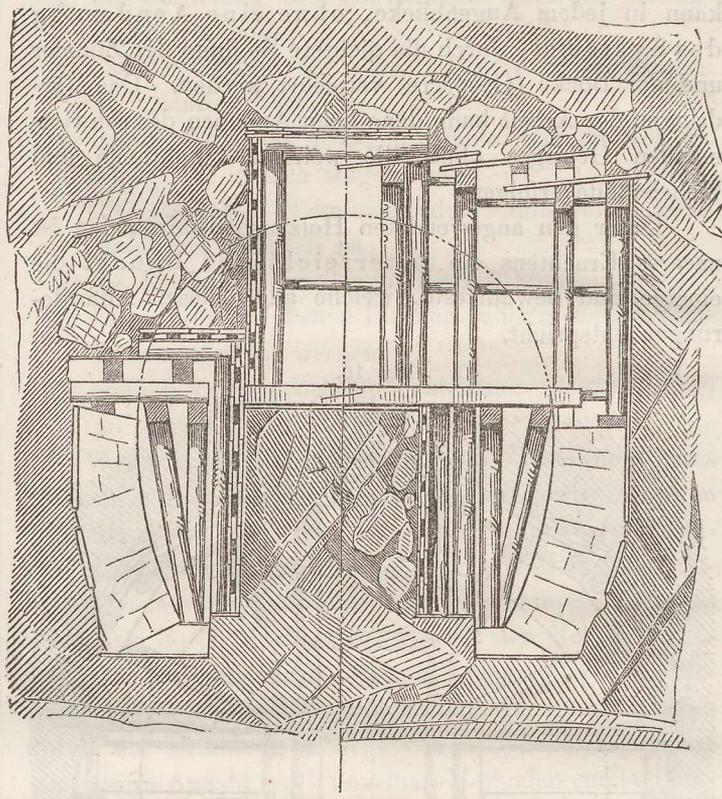
Selbstverständlich verliert sich diese Behauptung bei einem großen Radius der concaven Form, gilt aber vollständig für den Radius eines gewöhnlichen Tunnels.

In der That besitzen wir auch ein Beispiel dieser erklärten Erscheinung beim Ausbau des Bildstocker Tunnels.

Nach den Berichten des Herrn Bauinspector Burresch (Hannoveranisches Notizblatt) und des Herrn Ingenieur Raiffeisen (Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1856) mußten daselbst die brüchigen Stollen und der Aufbau des zu Bruche gegangenen Stückes in der Weise ausgeführt werden, daß die Gewölbline verlassen und das Profil, wie Fig. 19 zeigt, ausgeführt wurde.

Hält hingegen das Gebirge nur eine ganz kurze Zeit frei, oder kann bei dessen Abbau eine provisorische Unterstützung eingebracht werden, so kann man die Pfähle in der verkehrten Richtung, d. h. von unten nach oben zu, anstecken, und es ist wohl alsdann die Herstellung der Verpfählung nach der Umfangslinie des

Fig. 19.



Profils möglich; allein es ist dies dann keine Getriebezimmerung mehr, und folgerichtig kein schwimmendes Gebirge vorhanden.

2. Die Zimmerung des Systemes muß vollkommen im Stande sein, den größten Druck und Schub auszuhalten.

Beim schwimmenden Gebirge ist die Druck-Aeußerung um so widerwärtiger, als sie nicht blos in der Firste, sondern auf allen Seiten zum Vorschein kommt. Es ist demnach besonders nothwendig, daß sich die Theile der Bötzung, welche den Umfang des Profils bilden, gegenseitig verspannen.

Hiernach ist jedes System, bei welchem die Umfangsbötzung kein abgeschlossenes Ganze bildet, wo ihr entweder die eigene Tragfähigkeit, oder eine Verbindung der einzelnen Hölzer durch untergreifende lange Hölzer fehlt, als ein unzureichendes zu bezeichnen.

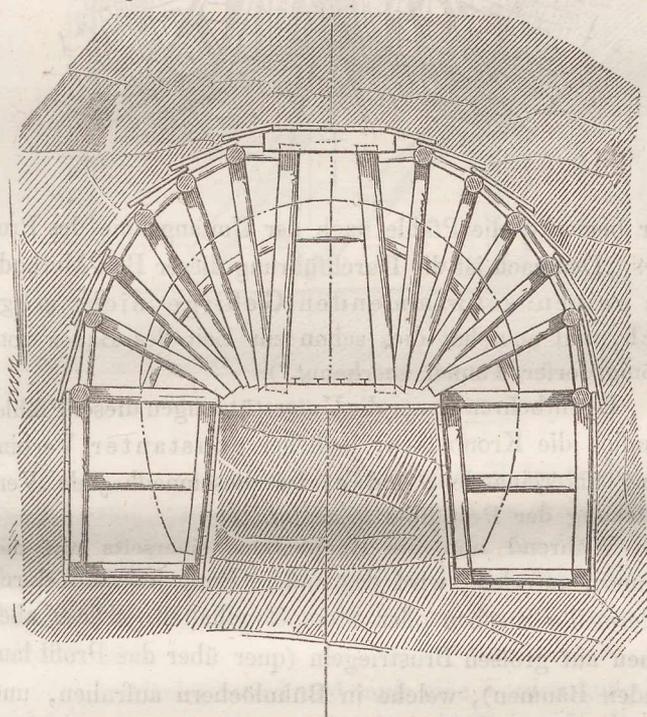
Nehmen wir ein Tunnelbau-System an, bei dem die obere Profilhälfte auf jede beliebige Weise ausgebözt ist, wo diese Bötzung aber auf einem stehengelassenen Mittelkörper (Kern, Sattel) aufruht, also vornehmlich die Bauart der Tunnels von St. Cloud, Poganek, Saarbrücken, Bildstock, Königsdorf und Rosenstein, so ist sehr leicht der Schluß zu ziehen, daß diese Methoden im Schwimmsande schon deswegen nicht anwendbar sind, weil der Mittelkörper keinen festen Träger der oberen Ausbözung — vermöge seiner Nachgiebigkeit — abgeben kann. Ja, man würde bei der Anwendung eines Mittelkörpers im schwimmenden Gebirge unendliche Mühe haben, diesen selbst zu halten und vor dem Ausrinnen des Gebirges durch die Pfahlfugen zu

bewahren. Dieses Ausrinnen muß um so kräftiger sein, je mehr das Gebirge flüssig, und je größer der Druck ist, der mittelst der Auszimmerung auf den Mittelkörper wirkt. — Im Czernitzer Tunnel sind Fälle so großer Nachgiebigkeit des Kernes vorgekommen, daß die darauf ruhende Zimmerung innerhalb 4 bis 6 Stunden um 2 bis 3 Fuß sank, und daß solche Senkungen auch plötzlich kamen. Die für solche Fälle von gewisser Seite vorgeschlagene Absteifung mit schiefen Streben muß als durchaus unzureichend bezeichnet werden.

Mehrere der oben angegebenen Constructionen beruhen in der Ausbölzung der oberen Profilhälfte in Nachahmung der englischen Methode \*).

Es sind Langjöcher gelegt, welche die Verpfählung direct halten, und die durch central laufende Streben vom Kerne aus gesteuert werden. Eine solche Construction

Fig. 20. Bauart des Volkmarshausener Tunnels.



(angewendet beim Volkmarshausener und theilweise beim Czernitzer Tunnel) würde, wenn auch die Durchführung der Getriebezimmerung möglich und die Anwesenheit eines Kernes nicht vorhanden wäre, einen sehr großen Druck, namentlich einen bedeutenden Längenschub auszuhalten nicht im Stande sein.

Jeder lokal einwirkende Druck findet keine Gegenspannung im Systeme vor und kann die betreffende Partie vollständig aus der normalen Lage bringen. Die Vereinigung des ganzen Druckes auf die Endpunkte der Schwellen (Grundsohlen) ist ein Hauptverstoß gegen die Regel bergmännischer Zimmerkunst, und die Zuspitzung der Streben schwächt deren Tragungsvermögen.

Die Möglichkeit der Verdrückung einer Langruthe zieht die Verschiebung der betreffenden Streben nach

sich, und hat dann die Zimmerung noch einen Längenschub (auf die Längsaxe des Baues wirkend) auszuhalten, so müssen ganze Partien dieser Jöcher weichen, und es wird so weit kommen müssen (wie es auch im Czernitzer Tunnel der Fall war), daß die eine Strebe hierhin, die andere dorthin zeigt, daß die Schwellen-Enden ganz zersplittert und durchgesetzt, auch sogar die Schwellen selbst umgekantet sind, und die Streben direct in den Mittelkörper greifen.

### 3. Der Ausbau muß im ganzen Profile erfolgen.

Wenn man einen Tunnel durch schwimmendes Gebirge zu treiben hat, und über den Weg nachdenkt, den man dabei wohl einzuschlagen haben dürfte, drängt sich — in Erwägung dessen, daß man das schwimmende Gebirge in den kleinsten Räumen aufschließen muß — unwillkürlich der Gedanke auf: daß es wohl am besten sein müßte, nur jenen geringen Raum herzustellen, um das eigentliche Tunnel-Mauerwerk einbringen zu können, und daß man erst nach dem geschlossenen Mauerwerk dazu schreiten sollte, den inneren, stehengebliebenen, das eigentliche Tunnelprofil bildenden Kern zu entfernen. Man müßte demgemäß nach der Lage des Tunnel-Mauerwerkes einen Stollen über den anderen schlagen, und diese Stollen müßten in ihrer lichten Weite die Breite (Stärke) der Ausmauerung zum Maasse haben.

Dieses hier unter dem Namen Stollenbau bezeichnete Tunnelbau-System (am vollständigsten angewendet beim Tunnel von Tronquoy in Frankreich \*) hat allerdings ganz richtige bergmännische Grundsätze, und scheint gerechtfertigt gegenüber der Vorstellung: welche immense Schwierigkeiten der Aufschluß des ganzen Profiles herbeiführen muß.

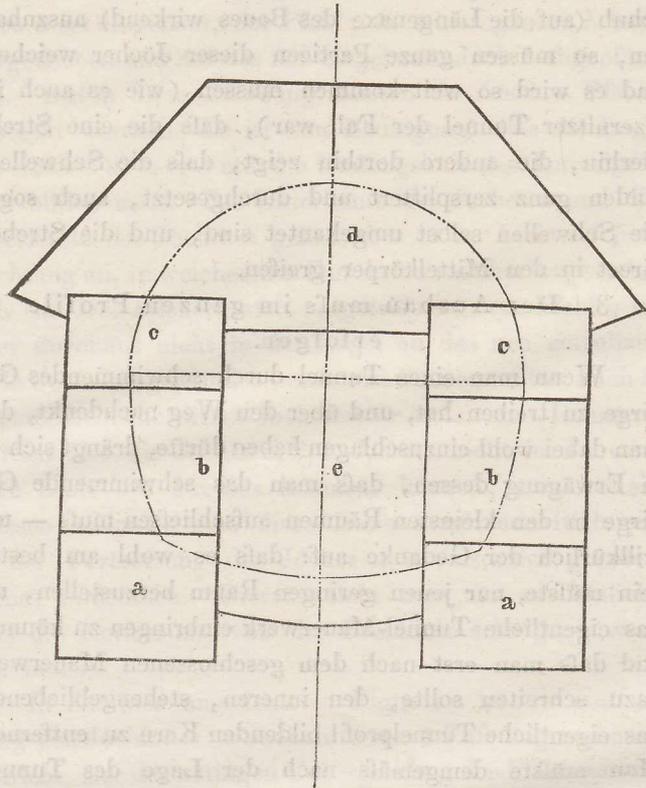
Ganz folgerichtig wurde auch vor dem heutigen Standpunkte des Tunnelbauwesens das Stollenbau-System in schwierigen Fällen gewählt; und wir sehen es bei den drei schwierigsten Tunneln des Continents zweimal auftauchen, nämlich beim Königsdorfer Tunnel (Cöln-Aachen) und beim Triebitzer Tunnel (Prag-Ollmütz), während beim Czernitzer Tunnel (Ratibor-Nikolay) schon theilweise der Ausbau im ganzen Profile (1856) angewendet wurde, obschon auch zur Zeit des Königsdorfer Tunnels (1838) der Abbau im ganzen Profile nach englischer Bauart bekannt war, und sich zur Zeit des Triebitzer Tunnels (1842) das österreichische System zu bilden anfang.

Stellen wir uns aber beim Stollenbau die bis in's kleinste Detail gehende Bewegung im Bauverkehre vor, erwägen wir die dadurch bedingte bedeutende Anwachsung der Kosten; bedenken wir die Schwierigkeit der Wasser- und Wetterlösung; erwägen wir ferner zum Hauptsächlichsten, daß die in den einzelnen Stollen aufgeführten Stücke der Mauerung unter sich keine

\*) Siehe diese: Ms. Simms Practical Tunnelling. London 1844.

\*) Mr. Minard, cours de construction.

Fig. 21. Gewinnungsweise des Profils vom Triebitzer Tunnel.



Spannung haben, stets separirt verdrückt werden müssen, daß dennoch lange Zeit verstreicht, ehe eine gewisse Länge des Tunnels vollständig geschlossen und dergestalt gegen den allseitig ankommenden Druck vollkommen gewappnet ist: so müssen wir dieses System um so mehr verwerfen, als es nicht allein im Gefolge hat, durch ein ohne Zusammenhang in den Berg vorschreitendes Aufschließen diesen selbst in größtem Aufruhr zu bringen, sondern es auch den Errungenschaften der Neuzeit nicht mehr entspricht.

An dem Grundsatz festhaltend, „daß man jedes Uebel an der Wurzel fassen muß,“ war es um so gerechtfertigter, die Idee zu verfolgen, „mit dem ganzen Profile vorzuschreiten“ und so den ringsum andrängenden furchtbaren Erscheinungen des schwimmenden Gebirges mit einem Male und in der kürzesten Zeit — durch Einsetzung des vollständigen Mauerwerkes auf eine gewisse Länge — alle Wirkung abzuschneiden. Das große Vorbild des Themse-Tunnels leuchtete dabei als Stern voran, und so mühselig der Weg war — so schweißbedeckt und mit Gold gepflastert — er ist zurückgelegt! Wir sind auf dem Standpunkte angelangt, wo der schwierigste Tunnel, in geübten Händen, ohne die mindesten technischen Bedenken zu vollführen ist, wo ein gewöhnlicher Tunnel, wenn er auch tüchtig mit Holz ausgesetzt werden muß — gar nicht mehr der Rede werth erachtet wird.

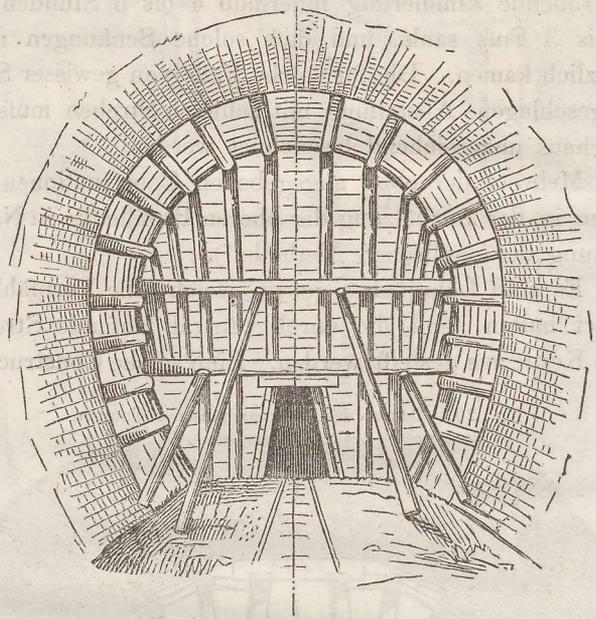
Die Hintansetzung des Stollenbau-Systemes zeigte sich zuerst durch das Entstehen der belgischen Tunnelbau-Methode (Canal Charleroi\*), und es verlor sich

\*) Försters Bauzeitung 1839.

gänzlich durch das Aufkommen der Systeme ohne Mittelkörper. Diese aber constatiren sich durch die englische und durch die österreichische Bauart.

Bei der englischen Methode gehen, wie schon frü-

Fig. 22.



her bemerkt, die Pfähle nach der Umfangslinie des Profils. Demnach ist die Durchführung dieser Bau-Methode im reinen schwimmenden Gebirge nicht möglich, und man hat dies schon zur Zeit des Baues vom Königsdorfer Tunnel anerkannt\*).

Es entbehren ferner die Unterstützungen dieser Pfähle, nämlich die Kronbalken, jeglicher constanter Verbindung untereinander, und es ist diesemnach jede Verdrückung der Profillinie gestattet.

Während nun die Kronbalken einerseits auf den Mauern aufrufen, wird das andere Ende jedesmal durch unterstellte Streben oder Stempel gehalten. Diese aber ruhen auf großen Brustriegeln (quer über das Profil laufenden Bäumen), welche in Bühnlöchern aufrufen, und in der Mitte überblattet sind.

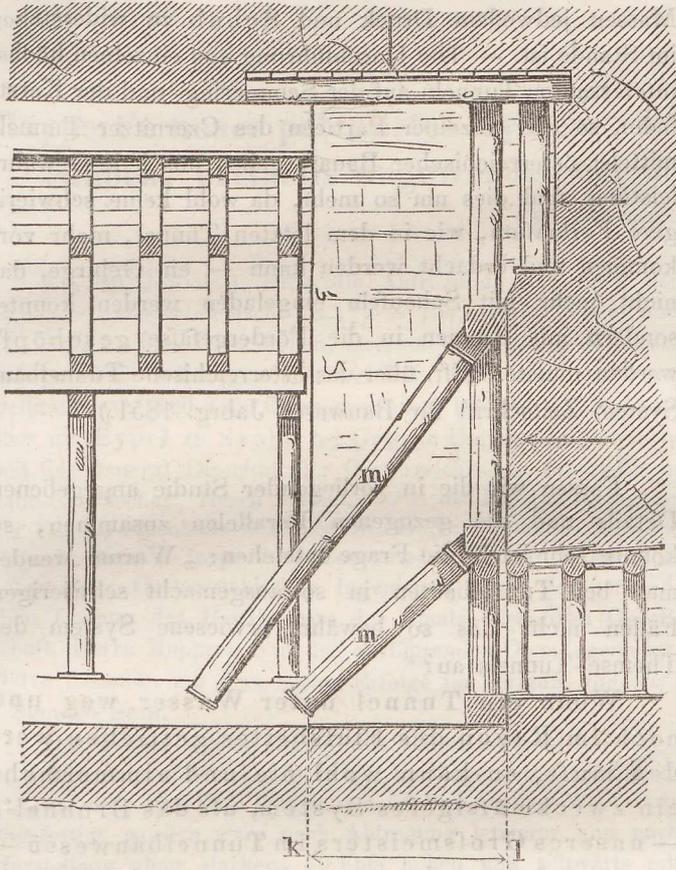
Dergestalt wird eine Brust gebildet, die senkrecht von der Firste bis zur Sohle des Baues reicht, die ganze Querfläche des Tunnels einnimmt, und ihre Stützung durch Schubstreben erhält, welche von den Brustriegeln aus, herein in den Tunnel, gegen einen sichern Ansatz ragen.

Wer nun je in schwimmendem oder wenigstens in druckhaftem Gebirge gearbeitet hat, wird sich überzeugt haben, welche unendliche Mühseligkeiten es schon macht, die Brust eines Stollens, eine Fläche von circa 100 □Fuß, gegen das Hereinbrechen zu verwahren, und wird ohne weitere Reflexionen von dem Verlangen absehen, eine Fläche von 800 bis 1000 □Fuß senkrecht vorziehen zu wollen. Es würde dann kein Holz stark genug sein, und zum wenigsten dieses in so ungeheueren Massen verwen-

\*) Tunnelarbeiten in England etc. von A. W. Beyse 1841.

det werden müssen, daß der Raum zwischen der Brust und dem zuletzt vollendeten Mauerwerk (von *k* bis *l* in Fig. 23) vollständig verbaut werden müßte.

Fig. 23.



Dadurch geht aber der Hauptvorteil der englischen Construction, „einen großen gewölbartigen freien Raum vor sich zu haben“, vollständig verloren; die Aufstellung der Lehrbögen müßte zu großen Kosten und Mühen führen, und die Mauerung selbst würde eine sehr erschwerte sein.

Trotz alledem wird und muß eine Verdrückung der Brust stattfinden; diese zieht aber ein Sinken der Enden der Kronbalken, also der Firste nach sich, und es werden die Wirkungen um so großartiger sein, je mehr die Vehemenz der Bewegung wächst. Wenn nun diese Senkung der Firste so groß wird, daß der Raum für die aufzustellenden Lehrbögen nicht mehr vorhanden ist, ein Fall, der — wenn der Druck die Festigkeit der Hölzer außerdem übersteigt — häufig genug auch bei der stärksten und solidesten Construction vorkommt, so muß die Firste abgetrieben (nachgenommen) werden. Und gerade hierfür bietet das englische System gar keine Anhaltspunkte, sondern nur große Nachteile.

Eine weitere Bedingung des Vorganges nach englischem Principe liegt darin, daß nicht eher ein neues Stück Tunnel in Ausbau genommen werden kann, bevor das alte ausgemauert ist. Die dadurch erwachsende Verzögerung im Baufortschritte wird um so größer sein, je kleiner die jeweilig in Angriff genommenen Stücke sind.

Vergegenwärtigt man sich nun einen solchen starken Druck, daß Stämme von 20 bis 30 Zoll Durchmesser bei 2 bis 3 Fufs entfernter Unterstützung noch brechen — ein Fall, bei dem die Pfähle durchbrechen, wenn die Kronbalken 3 bis 4 Fufs weit auseinander liegen, der also eine Engerlegung dieser Fächer und eine complicirtere Brustabbölgung, also eine große Holzmasse bedingt — so folgt daraus, daß die einzelnen Angriffslängen bei derartigen Erscheinungen sehr gering werden müssen, der Bau demnach ein sehr langsamer, mühsamer und theurer werden muß.

Es stellt sich aber gerade hierdurch das Bedürfnis heraus, die Kronbalken nicht bloß an ihren Enden, sondern auch in der Mitte ein oder mehrmal durch unterbaute Böcke oder Gespärre zu unterstützen.

Hierdurch ist nun aber die Manier der österreichischen Construction angestrebt, nur ist die Art und Weise dieser Zimmerung eine ungleich bessere, als jene der englischen Methode, indem die Gestaltung der „Zimmer“ und die Gestaltung der „Gespärre“ sich gegenseitig ergänzen und vervollständigen, und dieselben nach den besten Regeln bergmännischer Holzausbauung constructirt sind.

4. Das Abbau-System muß zur Erleichterung des Einbaues der Zimmerung beitragen.

Die wesentliche Erleichterung, die beim Bau durch schwimmendes Gebirge angestrebt werden kann, ist: die Entwässerung des abzubauenen Profils.

Es wird also vor Allem nothwendig sein, das Profil mit einem Sohlenstollen zu unterfahren, und dergestalt allem oberen Wasser einen freien Ablauf zu gewähren.

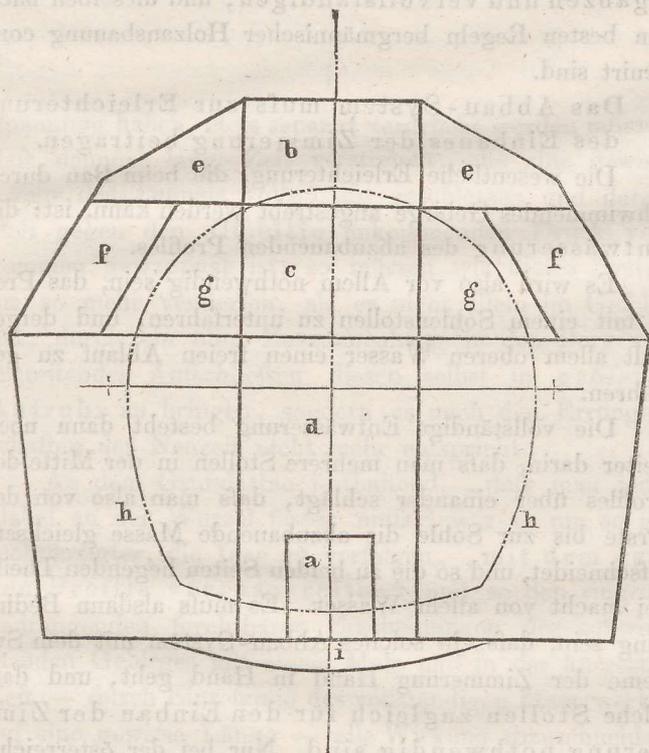
Die vollständige Entwässerung besteht dann noch weiter darin, daß man mehrere Stollen in der Mitte des Profils über einander schlägt, daß man also von der Firste bis zur Sohle die abzubauenende Masse gleichsam aufschneidet, und so die zu beiden Seiten liegenden Theile frei macht von allem Wasser. Es muß alsdann Bedingung sein, daß ein solches Abbau-System mit dem Systeme der Zimmerung Hand in Hand geht, und daß solche Stollen zugleich für den Einbau der Zimmerung nothwendig sind. Nur bei der österreichischen Methode, sonst bei keiner anderen, ist diese Regel so in ihrer ganzen Vollständigkeit und Wirksamkeit durchgeführt, und darum ist auch die österreichische Construction im Vorstehenden zu wiederholten Malen als vollständig geeignet zur Durchführung von schwimmendem Gebirge bezeichnet.

In der That ist sie die einzige Methode, welche allen Anforderungen entspricht, die in Bezug auf Durchführbarkeit, Haltbarkeit und Oekonomie gemacht werden können. — Es vereinen sich bei ihr nicht nur alle Regeln der Zimmerkunst und des Abbaues, sondern auch jene der Getriebezimmerung (Vergl. Fig. 16). Die Methode läßt in jedem Stadium des Baues die Ansteckung auf

Getriebezimmerung zu, die Zimmerung ist durch dichteres Stellen der Gespärre und der Zimmer, so wie durch die Art und Weise der Construction derselben, nicht allein im Stande, jeden Druck auszuhalten, sondern sie hat auch durch die Verbindung der Gespärre mittelst Längenhölzer den einzigen und grössten Vorzug vor jeder anderen Bauart. Es bringt zum Weiteren die Ausbau-Methode das Vordringen des ganzen Profils mit sich, und läßt demnach die gesammte Mauerung mit einem Male zu. Wenn auch das Schliessen der Sohlengurte dabei zuletzt erfolgt, so ist jede Verrückbarkeit des Mauerwerkes bis dahin dadurch unmöglich gemacht, daß die Art der Construction der stehenbleibenden Lehrbögen die gegenseitige Spannkraft in voller Thätigkeit erhält. Die österreichische Tunnelbau-Methode gewährt endlich bei Aufschliessung des Gebirges die vollständigste Erleichterung, indem die einzelnen Hölzer der definitiven Zimmerung successive durch vorgetriebene Stollen ein-

Fig. 24.

Gewinnungsweise des Profils bei der österreichischen Construction.



gebaut werden. Dadurch wird der ganze Raum in kleinen Partien gewonnen, und diese Gewinnungsweise entwässert nicht allein das gesammte Profil vollständig, sondern die unter einander erfolgende Treibung der Stollen *b*, *c*, *d* giebt nach und nach den Raum her, um einen festen, von der Firste bis zur Sohle reichenden Bock einbauen zu können (vergl. Fig. 16), auf den sich dann die gesammte übrige Zimmerung stützt. Während nun diese Stollen in ihrer nach alphabetischer Ordnung bezeichneten Weise (siehe Fig. 24) vorgetrieben werden, und jeder einzelne nöthigenfalls mittelst Getriebezimmerung behandelt werden kann, werden die einzelnen Hölzer der entstehenden definitiven Zimmerung mit den vorn

stehenden, schon vollständig ausgeführten Zimmern und Gespärren durch Längenhölzer tüchtig verbunden; und es ist demnach in jedem Stadium des Baues die im Entstehen begriffene Auszimmerung unter sich ein unverrückbares Ganze, das durch den Zusammenhang seiner Massen jedwedem Druck und Schub zu widerstehen im Stande ist. — Die Durchführung von einzelnen höchst interessanten Tunneln auf der Semmering- und der Karstbahn, so wie einzelner Partien des Czernitzer Tunneln mittelst österreichischer Bauart geben uns jede Gewährleistung, und dies um so mehr, da wohl keine schwierigere Formation, wie in dem letzten Tunnel, mehr vorkommen und erdacht werden kann — ein Gebirge, das nicht mehr mit Schaufeln eingeladen werden konnte, sondern mit Kannen in die Fördergefäße geschöpft werden mußte. (Cfr. über das österreichische Tunnelbau-System Zeitschrift für Bauwesen Jahrg. 1851.)

Fassen wir die in vorliegender Studie angegebenen Details und die gezogenen Parallelen zusammen, so könnte sehr leicht die Frage entstehen: „Warum wendet man bei Tunnelbauten in so ausgemacht schwierigen Fällen nicht das so bewährt erwiesene System des Themse-Tunnels an?“

Wenn ein Tunnel unter Wasser weg und noch im Rayon des Flussbettes getrieben werden muß, so kann wohl nie und nimmermehr ein zweckmäßigeres System, als das Brunnel's — unseres Großmeisters im Tunnelbauwesen — angewendet werden.

Es ist hier außer der Gewaltigung des Druckes vornehmlich die Ueberwindung des Eindringens des Wassers maafsgebend.

Das System muß also ein solches sein, welches diesem Eindringen die möglichst geringste Fläche darbietet. Es muß demnach ganz kurze Partien des Tunneln aufschliessen und diese alsogleich zur Ausmauerung bringen; und es muß vor diesem Stadium der ausgehöhlte Raum durch möglichst starres Material (Eisen) aufrecht gehalten werden, damit nicht die mindeste Verschiebung oder Verdrückung vorkommt, dem Einströmen des Wassers also keine Fugen gebildet werden.

Unter diesen Bedingungen ist es alsdann nur folgerichtig, daß man diese stabile Normalbölung stets maschinenartig vorwärts drängt.

Die gesammte Methode wird aber eine sehr langsam vorschreitende und eine sehr kostspielige sein müssen. Bei unseren gewöhnlichen Tunneln würde sie also schon deswegen nicht angewendet werden können, und es bedarf ihrer auch nicht, da wir — selbst in den schwierigsten Fällen — immer mehr mit der Gewaltigung des Druckes zu kämpfen, und nicht das Einströmen des Wassers, also das Ersäufen des Baues zu fürchten haben.

Aus diesem Grunde kommt es auch, daß man beim Bau des Canals von Charleroi (Förster's Bauzeitung 1839) von der anfänglichen Anwendung des Themse-Tunnel-

Systems wieder abging, und dieses — so sehr wir es bewundern müssen — keine weitere Anwendung für die bisher gewöhnlichen Fälle erhalten hat.

R z i h a.

(Eingesandt.)

## Ruppert's neues patentirtes System von Gitterbalken aus halbrunden Hohlcylinder-Stäben, erstmals angewendet bei der Eypel- und Gran-Brücke in Ungarn.

(Mit Zeichnungen auf Blatt A' im Text.)

Am 10. Juli d. J. hatte die Aufrichtung des einen der beiden 502 Oesterreichische Fufs \*) = 158,6 Meter langen und 22,1 Fufs = 6,98 Meter hohen, eisernen Gitterträger der, zwei äußere Fluß-Oeffnungen von 141 Fufs nebst einer mittleren Oeffnung von 180 Fufs überspannenden Eisenbahnbrücke über die Eypel zu Szobb bei Gran in Ungarn, in Anwesenheit des General-Directors der Oesterreichischen Staats-Eisenbahn-Gesellschaft, Herrn Maniel, sowie des Kaiserl. Inspectors der Central-Eisenbahn-Baudirection, Herrn Hofmann, und des Kaiserl. General-Inspection-Commissärs, Herrn Massiczek, nebst vieler Oesterreichischen Ingenieure, unter der persönlichen Leitung des Baudirectors der Staats-Eisenbahn-Gesellschaft, Herrn Ruppert, und des ausführenden Ober-Ingenieurs, Herrn Schmidt, mit dem besten Erfolge im Verlaufe von etwa 2 Stunden Statt.

Der Träger wurde hierbei aus seiner horizontalen Lage, in welcher er auf dem Lande in der Verlängerung der Brückenaxe, in einer 560 Fufs langen und 36 Fufs weiten Werkstätte angefertigt worden war, nach Abtragung letzterer und nach Herstellung einer starken, 30 Fufs hohen und seitwärts mit schief eingerammten Pfählen gehaltenen, 520 Fufs langen Pfahlwand, durch eine Aufhebung um einen Viertelkreis mittelst 24 Stück Hebekrahne in verticale Stellung gebracht.

In etwa vierzehn weiteren Tagen, welche zur Vollendung der nöthigen Verpackung und Versteifung mittelst eines licht durchbrochenen dreieckigen Holzprismas erforderlich werden, von welchem die Dreieckshöhe durch den Träger selbst gebildet wird, und dessen Grundfläche auf je drei Rollen, welche in Entfernungen von 100 Fufs auf festen Pfahljochen angebracht werden, fortbewegt wird, wird sodann der Träger auf sein Lager auf den beiden Landfesten und den zwei Flußpfeilern herüber gerollt werden.

Die mit Trägern von erheblich geringerer Höhe und Länge vorgenommenen ähnlichen Transporte bei den Schweizerischen Gitterbrücken haben vielfache Bewunderung hervorgerufen; umso mehr wird hier diese Art des Transports, bei einer so bedeutenden Höhe des Gitters von 22,1 Fufs und bei 502 Fufs Länge, ein hohes technisches Interesse darbieten.

In drei bis vier weiteren Wochen wird die Aufstellung des zweiten Trägers nachfolgen.

Die Construction der hier zur Anwendung gekommenen Gitterbalken selbst unterscheidet sich sehr wesentlich von der bisherigen Gitterbildung dadurch, daß nicht Flachstäbe oder T-Eisen das Gitter bilden, sondern daß die Gitterstreben aus gewalzten, halbrunden Hohlcylindern, mit beiderseitig in der Richtung des Durchmessers angewalzten geraden Flanschen bestehen.

An den Kreuzungspunkten der Gitterstäbe gehen durch

diese und durch eine dazwischengelegte Platte vier Stück 1 Zoll starke Niete, welche mit der größten Genauigkeit abgedreht und in das sorgfältig cylindrisch mit der Reibahle ausgeriebene Bohrloch mit großer Gewalt eingeschlagen und dann kalt vernietet werden.

Durch diese höchst innige und kräftige Verbindung der Stäbe bei der Ueberkreuzung, im Verein mit dem hohen Grad von Tragkraft und Steifigkeit, welche der halbrunde Hohlcylinder bei einem Minimum des Material-Aufwandes sowohl nach der Länge als seitlich gewährt, wird eine unendlich vereinfachte und consolidirte Construction erzielt, indem durch die erreichte seitliche Versteifung mittelst der Hohlcylinder und durch die bedeutende rückwirkende Festigkeit dieser, die Gefahr einer Verbiegung des Trägers aus der Verticalen gänzlich beseitigt wird, und hierdurch die sonst bei Gitterbrücken deshalb angebrachten verticalen besonderen Versteifungen, als überflüssig, gänzlich wegfällen. Aus dem gleichen Grunde können aber auch nunmehr sehr große Maschen von 6 bis 10 Fufs Diagonallänge gebildet werden, wodurch natürlich, der sonst angewendeten Gitterbildung gegenüber, eine beträchtliche Ersparnis eintritt.

Außerdem empfiehlt sich die Construction durch ein sehr elegantes Aeußere, indem die Rundstäbe und Hohlcylinder sehr nervig und kräftig und gleichwohl sehr gefällig aussehen.

Die Ersparnis an Material ist so bedeutend, daß der laufende Fufs der Construction für den gesammten Eisen-Oberbau der vorliegenden Brücke mit zwei Geleisen nicht mehr als 16 Centner Eisen beträgt — wobei sämmtliches Material, bei einer zufälligen Belastung von 24 Oesterreichischen Centnern per lauf. Fufs, mit 80 Centnern pro □Zoll Oesterr. (sechsfache Sicherheit gegen Bruch) in Anspruch genommen wird — während er für die gleichen Spannweiten mittelst bisheriger Gitterconstruction mindestens 24 Centner Eisen per lauf. Fufs erfordern würde; es beträgt somit der Minder-Aufwand an Gewicht und Kosten allerwenigstens ein Drittel. — Diese Ersparnis nimmt aber namentlich für sehr große Spannweiten durch die bedeutende Verminderung des Eigengewichts, die ihrerseits wieder eine leichtere Construction des Gitters selbst zuläßt, in sehr günstigem Verhältniß zu, und ergibt sich nach angestellten Berechnungen für Spannweiten von 500 bis 600 Fufs nahezu zur Hälfte der nach der bisherigen Construction erforderlichen Kosten.

Das Walzen der halbrunden Hohlcylinderstäbe hat ferner auf eine sehr bedeutende Länge — hier wurden sie bis zu 34 Fufs lang erfordert — nicht die mindeste Schwierigkeit gehabt, und hat das Baron Reichenbach'sche Hüttenwerk in Ternitz bei Gloggnitz sämmtliche Gitterstäbe nach diesem Profil, sowohl für die Eypel-Brücke als für die Gran-Brücke bei Gran, welche letztere, ebenfalls mit drei Oeffnungen (wovon die mittlere 160 Fufs und die Seiten-Oeffnungen je 136,8 Fufs

\*) 1 Fufs Oesterr. = 1,007193 Fufs Preufs.

messen), noch in diesem Jahre vollendet werden wird, in ausgezeichnet schöner und guter Qualität aus Steirischem Eisen dem Bauübernehmer dieser Brücken, Herrn Martiensen von Biedermansdorf, geliefert.

Es dürfte daher diese Construction als ein weiterer wichtiger Schritt für den Brückenbau, insbesondere für große Spannweiten, zu betrachten sein. Das Verdienst der Erfindung gebührt dem dermaligen, oben genannten Central-Baudirector der Oesterreichischen Staats-Eisenbahn-Gesellschaft, welcher als früheres Mitglied der Großherzoglich Badischen Eisenbahn-Direction den Bau der Kinzig-Brücke bei Offenburg entworfen und ausgeführt hat, und den seine dort gemachten Beobachtungen, die während eines ganzen Jahres bei jedem Zuge stattgehabten Messungen, und die schätzbaren dabei gesammelten Erfahrungen zu dem vorliegenden glücklichen Resultat seiner desfallsigen fortgesetzten Forschungen geführt haben.

Der große Vortheil sehr steifer Gitterstäbe — mit viel größeren Maschen als bisher üblich, bei Wegfall aller sonstigen verticalen Absteifungen — welcher denselben schon bei der Kinzig-Brücke, (die sich inzwischen auf das Vollkommenste bei einem fünfjährigen Gebrauche bewährt hat), als Grundgedanken geleitet (s. Förster's Bauzeitung Jahrg. 1853 Seite 179), hat sich demnächst — wie in dem angezogenen Aufsätze Seite 182 mit aller Bestimmtheit vorausgesagt ist — entschiedene Anerkennung errungen, und führen wir hierzu die Boyne-Brücke bei Drogheda an, wo die Anerkennung dieses Princips erstmals mit in die Augen springenden Formen praktische Verwirklichung gefunden hat, wenn auch dort eine weniger anzuempfehlende Versteifung der Gitterstäbe durch auf die Flachstäbe aufgenietete Winkeleisen, und zur Erzielung der nöthigen Tragkraft und Steifigkeit der Träger ein aus je zwei Doppelgittern gebildetes Paralleloiped — das aber, namentlich unten, dem Schnee, Eis und Regen keinen Abgang gewährt und daher den Keim baldigen Ruins durch Oxydation des unteren Umfassungs-Rahmens in sich trägt — für die Gitterbalken zur Anwendung gekommen ist.

All' diese Nachtheile sind bei der vorliegenden Gitterconstruction vermieden, und verdient noch vorzüglich der erprobte weitere Vortheil ganz besondere Erwähnung, daß mit denselben Walzen, durch größere Distancestellung dieser, den Hohlcyylinderstäben jede beliebige größere Stärke mit vollkommenster Leichtigkeit gegeben werden kann, wie dies für die Eypel- und Gran-Brücke mit bestem Erfolge durchgeführt worden und aus den auf Blatt A' in natürlicher Größe verzeichneten Profilen zu ersehen ist. Es ist dies für die je nach der Inanspruchnahme der einzelnen Theile des Gitters zu gebende stärkere oder geringere Profilierung — namentlich bei Trägern, welche, als über mehrere Oeffnungen spannend, mit erheblichem Material und Soliditätsgewinn an einem Stück (wie dies bei der Eypel- und Gran-Brücke geschieht) herzustellen sind — von sehr in Anschlag zu bringendem Werthe, da zu Gunsten der Eleganz und Formeinheit des Gitterbalkens derselbe in der Längensicht der Brücke nur eine ganz gleiche Gestaltung der Gitterstäbe erhält.

Hinsichtlich der Kosten fügen wir noch folgende Notiz bei: Das Eigengewicht sowohl der Eypel- als der Gran-Brücke beträgt, wie bereits erwähnt, 16 Centner per lauf. Fuß, oder  $8032 + 7792 = 15824$  Centner im Ganzen. Der Uebernehmer erhält für diese, größtentheils aus vorzüglichem Steiermärkischen Eisen hergestellten beiden Brücken-Constructionen den für Oesterreichische Verhältnisse sehr billigen Preis von 371864 Fl., d. i. 23 Fl. 30 Kr. C. M. per Centner Schmiedeeisen fertiger Brücke (ohne Rüstungs- und Aufstellungskosten und ohne Werkstätten-Herstellungskosten), und außerdem für das erforderliche Gußeisen zur Absteifung auf Pfeilern und Widerlagern und für die Auflagerung daselbst etc. einen Betrag von circa 28000 Fl., somit im Ganzen 400000 Fl. Bei der gesammten Ueberbrückungsweite der beiden Brücken von 896 Fuß kostet daher der lauf. Fuß Lichtweite mit Doppelgeleise circa 447 Fl. — ein Resultat, das bis jetzt noch von keiner anderen Eisenconstruction ähnlicher Spannweiten auch nur entfernt erzielt worden ist.

## D a m p f - K u n s t r a m m e ,

angewendet bei dem Bau des Kupferblech-Walzwerks in Rothenburg an der Saale.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 66 und 67 im Atlas und auf Blatt B' und C' im Text.)

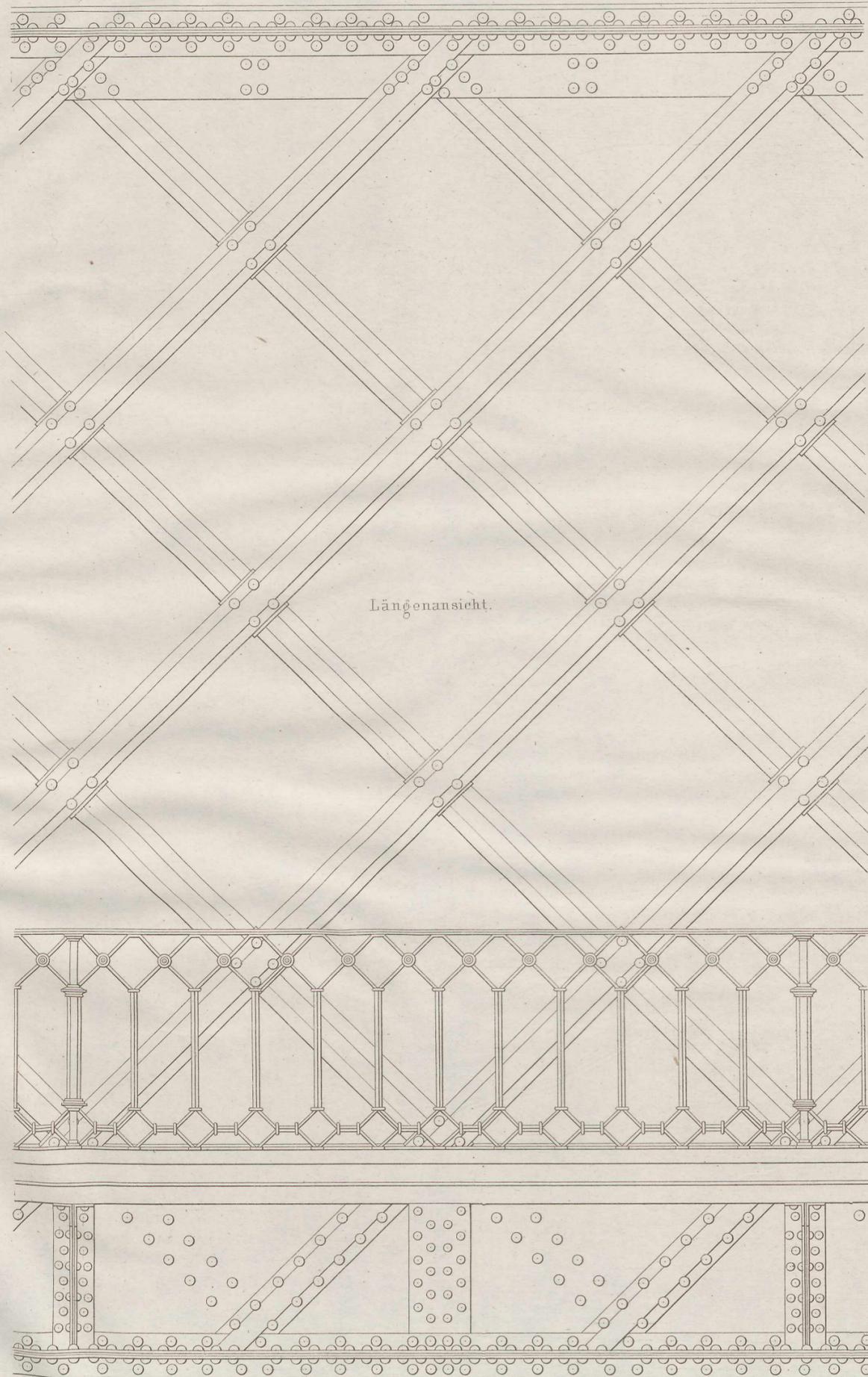
Bei der Herstellung des Pfahlrostes zu dem Kupferblech-Walzwerke in Rothenburg an der Saale, dessen Neubau im Auftrage der Mansfelder Kupferschiefer-Gewerkschaft von dem Maschinen-Bauinspector Herrn Richards zu Eisleben im Jahre 1853 begonnen wurde, sah man sich genöthigt, statt der gewöhnlichen Zug- oder Kunstrammen eine durch Elementarkraft betriebene in Anwendung zu bringen: denn die Ramm-Arbeiten begannen beim Herannahen des Herbstes, zu einer Zeit, wo in dortiger Gegend die meisten für Tagelohn arbeitenden Leute nach den Zuckerfabriken strömen.

Angestellte Rammversuche sowohl, als eingetriebene Bohrlöcher führten zu der Ueberzeugung, daß man es mit einem bis auf einige dreißig Fuß Tiefe größtentheils aus Schlamm bestehenden Baugrunde zu thun habe, welcher von einer Kies-schicht durchzogen wurde, deren Mächtigkeit an verschiedenen Stellen verschieden, die aber nirgend von hinreichender Tragfähigkeit war. Diese sich bald in größerer, bald in geringerer Tiefe zeigende Schicht mußte man mit den Rostpfählen

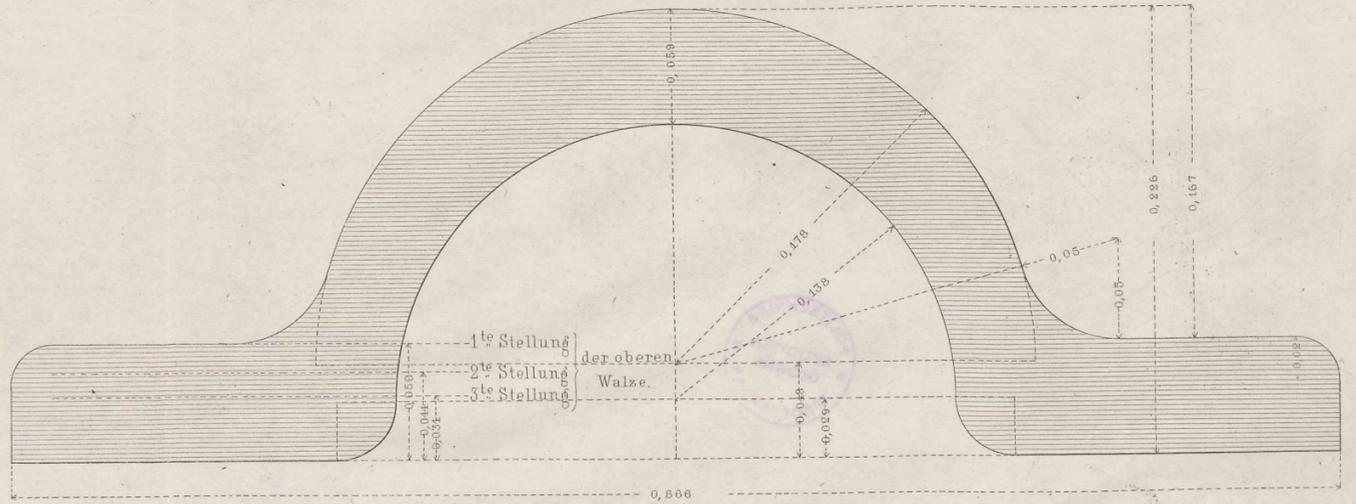
durchdringen, und dazu eine entsprechend eingerichtete Ramme wählen. Die Nasmyth'sche Dampftramme erschien, abgesehen von ihrer bedeutenden Kostbarkeit, vorzüglich deshalb als unvortheilhaft, weil sie nur bei durchaus gleichmäßiger Bodenbeschaffenheit anwendbar ist, bei ungleichmäßigem Boden aber der Kopf des Pfahls durch die große Anzahl der schnell hinter einander folgenden Schläge leicht mürbe, und dadurch die Wirkung derselben auf den Pfahl sehr vermindert wird.

Man entschied sich deshalb für eine Kunstramme mit großer Fallhöhe (bis zu 25 Fuß), deren Bär ein dem größten Nutzeffekte entsprechendes Gewicht erhielt (gleich dem durchschnittlichen Gewichte eines Pfahles) und, statt durch Menschenkraft, mit Hilfe einer die Seiltrommel treibenden Dampfmaschine aufgewunden wurde. Diese Ramme brachte man bei den meisten Pfählen, um nicht zu viel Hubverlust zu erleiden, erst dann in Anwendung, wenn man an dem aufgehenden Eindringen derselben merkte, daß sie die Kiesschicht erreicht hatten; sie diente also vorzugsweise zum Nachrammen. Das

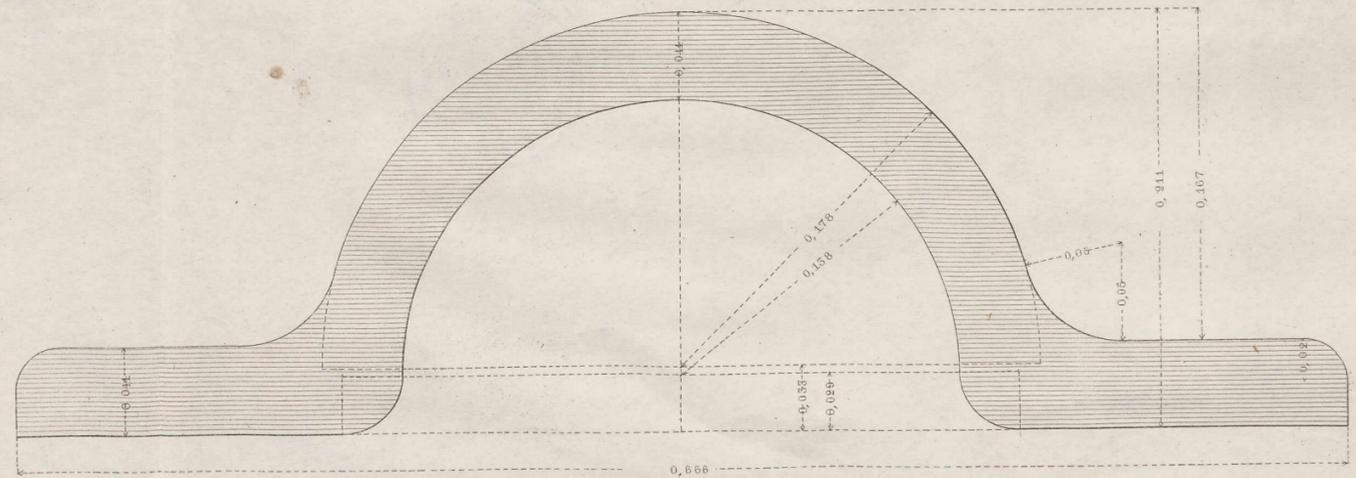
Rupperts patentirtes System  
von Gitterbalken aus halbrunden Hohlzylinderstäben.  
(zuerst angewendet bei der Eypel-und Gran-Brücke in Ungarn.)



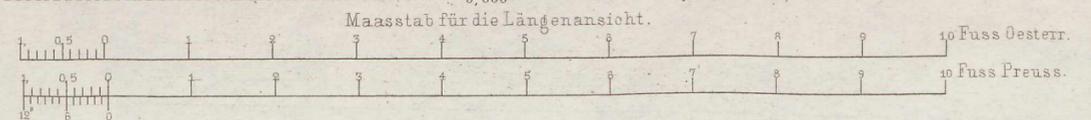
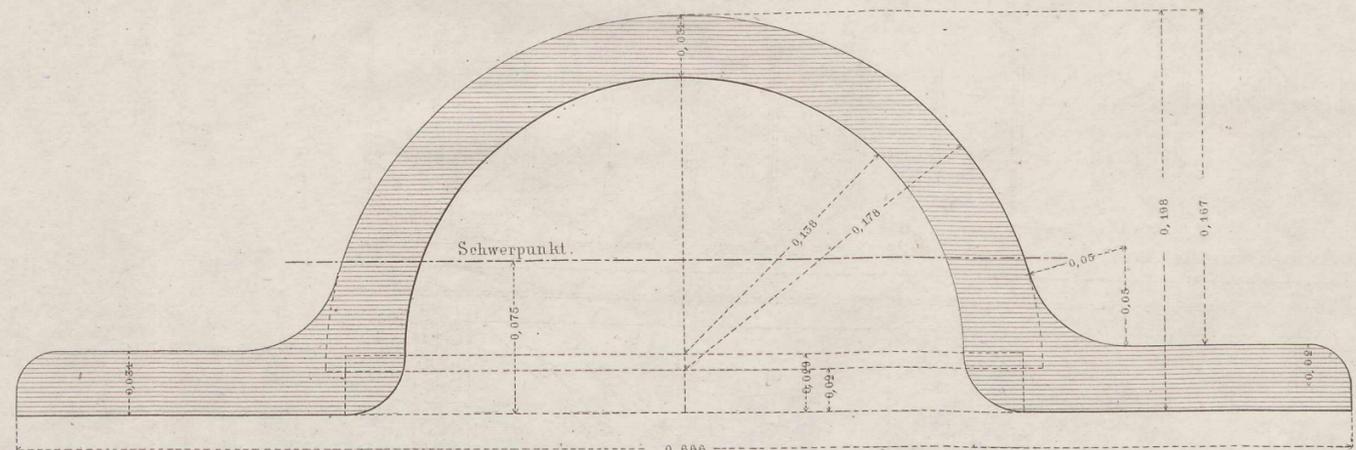
Gitterstäbe über den Flusspfeilern (nat.Gr)  
Querschnitt  $6,841 \text{ m}^2 = 0,004726 \text{ m}^2$  Gewicht pro lf Fuss - 20,812 #.



Gitterstäbe zunächst den Flusspfeilern (nat.Gr)  
Querschnitt  $5,371 \text{ m}^2$  Gewicht pro lf Fuss - 16,112 #.



Gitterstäbe in der Brückenmitte (nat.Gr)  
Querschnitt  $4,133 \text{ m}^2$  Gewicht pro lf Fuss - 12,628 #.  
Trägheitsmoment für die Axe des Schwerpunktes - 0,00011548.



Vorrammen wurde, da es ziemlich gut von statten ging, durch so viel Zugrammen bewirkt, als man belegen konnte.

Die Anordnung der Ramme ist auf Blatt 66 und 67 im Atlas, und auf den dem Texte beigegebenen Blättern *B'* und *C'* dargestellt.

Zur Herstellung derselben benutzte man das von früher ausgeführten Bauten noch vorhandene Gerüst einer Zugramme, an welchem man, um dem Bär eine sichere Führung zu geben, neue Läuferuthen anbrachte, die mit den ursprünglichen, auf der Verschwellung aufgestellten, durch vier Paare gußeiserner Verbindungsstücke (Blatt 66, Fig. 4, 5, 6) verbunden wurden, so daß der Bär sich nun in Scheerruthen führt, während er vorher mit Armen versehen war, welche hinterwärts zwischen den 6 Zoll im Lichten von einander entfernten Vorderruthen hindurchreichten. Die Auslösung des Bärs erfolgt, wie bei allen Kunstrammen, durch eine Katze, indem die Schenkel der an ihr befestigten Zange durch eine oberhalb angebrachte Verengung der Läuferuthen (die Auslösebacken) zusammengedrückt werden. Die Zange erhielt noch, um das Ecken und Kanten derselben beim Herabgleiten zu verhindern, schmiedeeiserne Gleitschienen, wodurch die Führung an den Ruthen eine Länge von 21 Zoll erreichte.

Um zu verhüten, daß der durch das Aufschlagen der Katze auf den Bär erzeugte Stofs sich auf das Räderwerk fortpflanze und dort Brüche verursache, brachte man über der Katze eine Art von Buffern an, die durch die in ihnen liegende Spiralfeder jenen Stofs vernichten.

Die Rammstube mußte zur Aufstellung der Dampfmaschine eingerichtet werden. Es wurden zu dem Ende auf die beiden Mittelschwellen *a, a* die vier Querschwellen *b* aufgekämmt, und auf diese wiederum der die einzelnen Maschinentheile aufnehmende Rahmen *c, c*. Daß alle diese Hölzer noch durch Mutter-schrauben besonders mit einander verbunden wurden, versteht sich von selbst.

Um die Wahl eines geeigneten Dampfmaschinen-Systems konnte man nicht verlegen sein, da sich schon wegen der Raumbeschränkung das der oscillirenden Maschinen als das allein vortheilhafte ergab. Die sich danach ergebende und auf Blatt 67 und Blatt *B'* und *C'* dargestellte Maschine wurde ebenfalls von Herrn Richards entworfen, und in der gewerkschaftlichen Maschinenfabrik zu Saigerhütte bei Hettstedt ausgeführt.

Der äußere Zusammenhang der Maschine ist einfach: Der Dampf wirkt in zwei Cylindern, deren Kolbenstangen direct mit zwei, auf das Viertel gestellten Kurbelscheiben verbunden sind. Die Kurbel bewegt sich aber in einem Kreise, der Dampfkolben geradlinig: um beide Bewegungen direct vereinigen zu können, müssen die Cylinder Zapfen erhalten, so daß ein Ausweichen nach der einen oder der andern Richtung möglich wird.

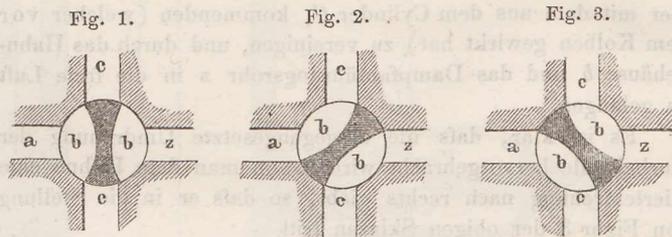
Auf die Kurbelwelle ist ein durch Frictionskuppelung mit derselben fest zu verbindendes Getriebe aufgesetzt, welches in ein größeres Zahnrad eingreift. Dadurch wird eine zweite Welle in Umdrehung gesetzt, auf welcher die zum Auf- und Abwickeln des Rammtaus dienende Seiltrommel fest aufgekeilt ist. Das 1½ Zoll starke Rammtau wird von hier aus über die dicht unter dem Trietzkopfe angebrachte gußeiserne Ramm-scheibe geführt, und endlich mit Hülfe eines oberhalb des Buffers angebrachten Rohres mit diesem, der Katze, und so mit dem Bär verbunden.

Weniger leicht zu übersehen ist die innere Steuerung der Maschine (Blatt *B'*) und das zur Direction der Maschine bei den einzelnen Manipulationen nothwendige Hebelsystem (Blatt *C'*).

Die innere Steuerung ist in den Figuren 1 bis 4 auf Blatt *B'* doppelt so groß, als die Maschine auf Blatt 67, in

einem horizontalen Durchschnitte durch die Axe des Cylinders, nebst drei einzelnen Theilen dargestellt.

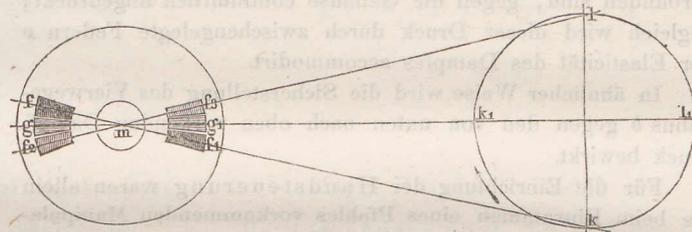
Der Dampf wird aus dem in einem alten Gebäude, welches unweit der Baugrube liegt, aufgestellten Kessel mittelst einer langen, an mehreren Stellen mit biegsamen und drehbaren Einsatzstücken versehenen Röhrlleitung *a* (Blatt 67, Fig. 1 und 2) zunächst in einen Vierwegehahn *b* geleitet, um dort durch vier Rohrabzweigungen den Dampfeylindern zugetheilt



zu werden. In der nebenstehenden Skizze (ebenso auf Blatt 67 Fig. 2, und Blatt *B'* Fig. 1) ist der Hahn in der Stellung, die er in Fig. 1 einnimmt, gesperrt, und die Maschine steht.

Giebt man dem Hahne die Stellung von Fig. 2 durch eine halbe Viertelumdrehung nach links, so findet folgende Vertheilung statt: Der frische Dampf strömt von *a* aus durch das Hahngehäuse *b* und die kupfernen Zweigröhren *c* und *c*<sub>1</sub> in die Dampfgehäuse *d, d*<sub>1</sub>, von denen hier nur das eine gezeichnet ist. Nehmen wir nun die Maschine als im Gange begriffen an, so wird der Dampf in den rechts liegenden (in Fig. 1 auf Blatt *B'* dargestellten) Cylinder *C*<sub>1</sub> noch nicht einströmen können, da ja bei horizontaler Lage die Zutritts-Oeffnungen in

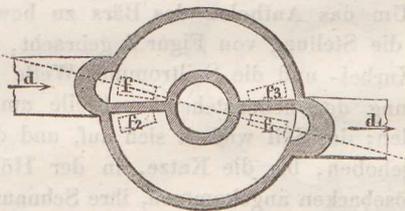
Fig. 4.



demselben *g* und *g*<sub>1</sub> (s. nebenstehende Fig. 4) auf jeder Seite noch zwischen die im Dampfgehäuse befindlichen *f, f*<sub>2</sub> und *f*<sub>1</sub>, *f*<sub>3</sub> fallen, letztere also abgesperrt sind.

Dagegen ist jetzt der andere Cylinder *C*<sub>2</sub>, welcher die geneigte Lage *mk* eingenommen hat, da sich die ihm zugehörige Kurbelwarze in *k* befinden muß, in seiner vollen Wirkung: seine Einstromungs-Oeffnungen correspondiren gerade mit den im Gehäuse befindlichen *f*<sub>1</sub> und *f*. Dadurch wird es dem

Fig. 5.



von *d* (s. nebenstehende Fig. 5) herkommenden Dampfe möglich, durch *f* in den Cylinder *C*<sub>2</sub>, und zwar vor den Kolben zu treten, so daß dieser zurückgeschoben wird und eine Umdrehung der Kurbelwelle nach der Richtung des Pfeiles in der vorstehenden Figur 4 erfolgt. Nunmehr wird der Cylinder *C*<sub>1</sub> vorn gehoben, bis er sich, in der Lage *ml* (Fig. 4) angekommen, in voller Wirkung befindet. In dieser Lage entsprechen seine Einfluss-Oeffnungen denen *f*<sub>2</sub> und *f*<sub>3</sub> des Dampfgehäuses, und der Dampf tritt, da er von *d* herkommt, durch die Oeffnung *f*<sub>3</sub> in den Cylinder *C*<sub>1</sub>, und zwar hinter den Kolben, was

schon deshalb nicht anders sein kann, weil die Bewegung des Kolbens in dem einen Cylinder  $C_2$  im Kurbelquadranten  $kk_1$ , dem des andern  $C_1$  im Quadranten  $k_1l$  entgegengesetzt ist.

Noch ist die Regulirung des Dampfaustrittes zu betrachten. Während der in den Cylinder  $C_2$  frisch eintretende Dampf seinen Weg durch  $d$  und  $f$  nahm, um vor den Kolben zu gelangen, entweicht der hinter dem Kolben befindliche Dampf, welcher bereits gewirkt hat, durch  $f_1$  und  $d_1$  nach  $c_2$ , um sich hier mit dem aus dem Cylinder  $C_1$  kommenden (welcher vor dem Kolben gewirkt hat) zu vereinigen, und durch das Hahngehäuse  $b$  und das Dampfabführungsrohr  $z$  in die freie Luft zu gelangen.

Es ist klar, daß die entgegengesetzte Umdrehung der Kurbelwelle hervorgebracht wird, wenn man dem Hahne eine Vierteldrehung nach rechts giebt, so daß er in die Stellung von Figur 3 der obigen Skizzen tritt.

Obgleich die Maschine mit zwei Cylindern versehen ist, so leistet sie doch nicht mehr, als eine ein cylindrige Maschine mit constantem, vollem Dampfzufluß; es vertritt vielmehr der eine Cylinder die Stelle eines Schwungrades. Denn der volle Dampfzufluß findet bei jedem nur einen Augenblick statt, er nimmt sofort wieder ab, bis er = 0 wird. Zugleich wächst der Dampfzufluß im andern Cylinder von 0 bis zur vollen Oeffnung: die Cylinder helfen sich also über die todten Kurbelpunkte hinweg — sie ergänzen sich gegenseitig.

Um zwischen den Berührungsflächen der Dampfzylinder und Gehäuse Dampfverlust möglichst zu vermindern, werden die Dampfzylinder durch die Druckschrauben  $s, s$ , deren Muttern mittelst der Bügel  $t, t$  mit den Zapfenständern  $S, S$  fest verbunden sind, gegen die Gehäuse continuirlich angedrückt; zugleich wird dieser Druck durch zwischengelegte Federn  $v$  der Elasticität des Dampfes accommodirt.

In ähnlicher Weise wird die Sicherstellung des Vierwegehahns  $b$  gegen den von unten nach oben wirkenden Dampfdruck bewirkt.

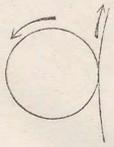
Für die Einrichtung der Handsteuerung waren allein die beim Einrammen eines Pfahles vorkommenden Manipulationen maafsgebend; die durch dieselben bedingte Hebelvorrichtung ist der Deutlichkeit wegen mit Hinweglassung aller übrigen hiervon unabhängigen Maschinenteile auf Blatt  $C'$  in isometrischer Projection gezeichnet.

Die einzelnen Verrichtungen bei jedem Schlage, den der Pfahl erhält, sind folgende:

- I., das Aufholen und Auslösen des Bärs;
- II., das Niederfallen desselben und das Nachgleiten der Katze;
- III., der Uebergang zum Wiederaufholen des Bärs.

Ad I. Um das Aufholen des Bärs zu bewirken, wird der Hahn in die Stellung von Figur 3 gebracht, wodurch die Kurbel- und die Seiltrommel-Welle in der Richtung der nebenstehenden Pfeile umgedreht werden; das Seil wickelt sich auf, und der Bär wird gehoben, bis die Katze, in der Höhe der Auslösebacken angekommen, ihre Schnauze öffnet und den Bär fallen läßt. In diesem Augenblicke schließt der Maschinenwärter den Hahn, indem er ihn in die Stellung von Figur 1 bringt, und die Maschine steht.

Ad II. Um nun das Herabgleiten der Katze zu ermöglichen, drückt der Wärter den Hebel  $ab$ , welcher in  $b$  auf der am Maschinengevierte befestigten Stütze  $bk$  seinen Drehpunkt hat, nieder; dadurch wird das ganze einarmige Hebelsystem  $bcdef$ , welches in  $g$  seinen festen Drehpunkt hat, gehoben, und mit diesem der Arm  $fh$  des Winkelhebels  $fhi$ . Der andere Arm  $hi$  dieses Hebels, der sich oberhalb in eine



Gabel theilt, beschreibt einen kleinen Bogen nach links, und schiebt so den Conus  $R$  (welcher durch Feder und Nuth auf seiner Welle horizontal verschiebbar ist) aus dem Conus  $R_1$  (welcher mit dem Getriebe  $T$  aus einem Stück gegossen und auf die Welle drehbar aufgesetzt ist) heraus. Jetzt wickelt sich wegen der nunmehr zur Wirkung kommenden Schwere der Katze das Seil von der Trommel ab, da sich das Getriebe  $T$ , unabhängig von seiner Welle, auf derselben drehen kann, und so der Zusammenhang mit der Maschine unterbrochen ist.

Die Katze würde beim freien Herabfallen eine große Endgeschwindigkeit erlangen, und beim Aufschlagen auf den Bär einen Stofs ausüben, welcher, durch den Buffer nicht ganz vernichtet, in seiner Reaction auf die Zahnräder leicht einen Bruch herbeiführen könnte. Dies wird durch Anwendung der Bremsvorrichtung verhütet.

Sobald die Katze frei ist, drückt der Wärter durch Aufsetzen des Fusses auf den Tritt  $A$  den Hebelarm  $AC$  nieder (der ganze Hebel  $ABCD$  hat in  $C$  seinen Unterstützungspunkt), zieht die Zugstange  $BE$  und mit ihr den Arm  $EF$  des Hebels  $EFH$  (der sich um den Punkt  $F$  der festen Stütze  $FG$  dreht) herab, und drückt nun, indem sich  $FH$  hebt, die Presse  $IK$ , welche sich in einer Charniere um den am Gevierte befestigten Bolzen  $M$  dreht, fest gegen die Bremscheibe  $PP$  an.

Ad III. Hat die Katze den Bär erfaßt, so nimmt der Wärter den Fuß vom Tritt  $A$  herunter, das Gegengewicht  $D$  kommt zur Wirkung, die Presse sinkt in ihre frühere Lage herab, und die Bremscheibe  $PP$  wird wieder frei. Zugleich wird der Handgriff  $a$  losgelassen, der schwere Hebelarm  $hf$  des Winkelhebels sinkt durch sein Gewicht herab, und stellt durch Einschieben des Conus  $R$  in  $R_1$  die feste Verbindung zwischen dem Getriebe  $T$  und seiner Welle wieder her. Endlich bringt der Wärter den Hahn wieder in die Stellung Fig. 3, und das Spiel beginnt von Neuem.

Sollte der Hebelarm  $hf$  zu leicht, oder aus irgend welchen andern Gründen die Friction zwischen  $R$  und  $R_1$  zu gering sein, so steht dem Maschinenwärter durch Herabdrücken des Griffes  $m$  eine momentane Nachhilfe zu Gebote.

Zuweilen geschieht es auch, daß die Schnauze der Katze den Bär nicht gleich festhält, sondern sich ohne denselben erhebt. In diesem Falle muß der Hahn in die Stellung Fig. 2 gebracht werden, so daß die Maschine die entgegengesetzte Drehung annimmt und die Katze wieder herabläßt; wenigstens ist dies für wenige Umdrehungen mit geringerem Zeitverluste verknüpft, als das Auslösen der beiden Conuse.

Kosten der Ramme.

Die Umänderung der Zugramme in eine Kunstramme, incl. eines später noch angeschafften gußeisernen Bärs (15 Ctr. schwer = 102 Thlr.) . . . . . 653 Thlr. 19 Sgr. 1 Pf.

Die Dampfleitungsrohre incl. zweier gegliederter, kupferner Einsatzstücke — Schläucher — . . . 623 „ 2 „ 4 „

Die Dampfmaschine mit allem Zubehör . . . . . 998 „ 21 „ 6 „

Für Ingangbringen der Maschine, Anstellen von Versuchen und dabei vorkommende Reparaturen, resp. Abänderungen . . . . . 310 „ 5 „ 10 „  
Summa 2585 Thlr. 18 Sgr. 9 Pf.

Leistung der Ramme und Kosten der damit gerammten Pfähle.

Es wurden durch die Dampf-Kunstramme allein 285 Pfähle in 80 Tagen gerammt (bei den übrigen wurde sie, wie schon erwähnt, zum Nachrammen benutzt). Dabei verausgabte man:

Dampf-Kunstramme.

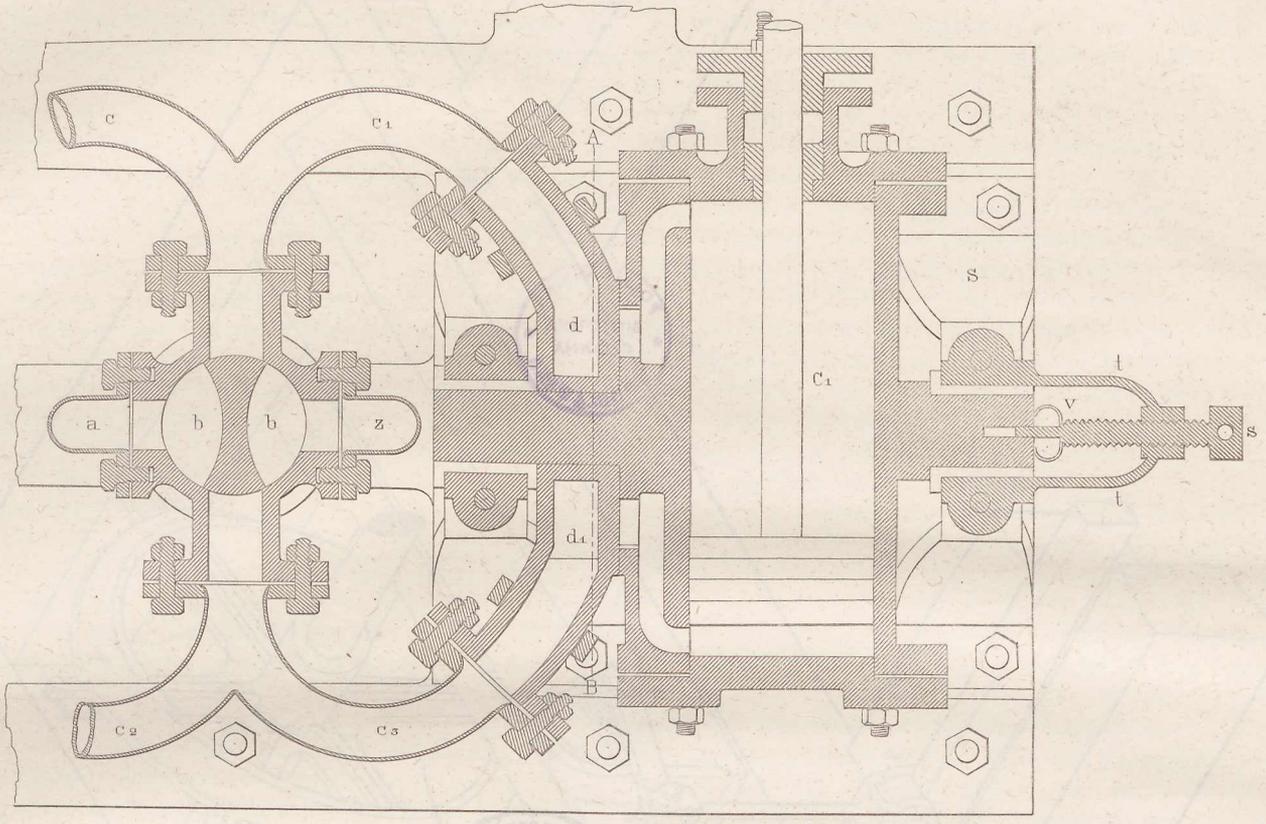


Fig. 1. Horizontalschnitt durch die Mitte eines Dampfzylinders, eines Dampfgehäuses und des Vierwegehahns.

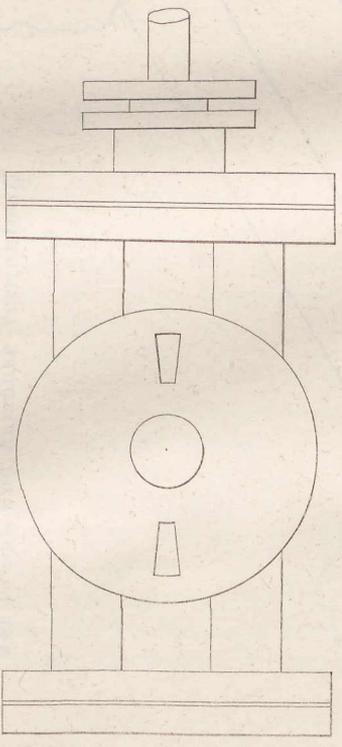


Fig. 2. Steuerungsscheibe am Dampfzylinder.

Fig. 3. Steuerungsscheibe am Dampfgehäuse.

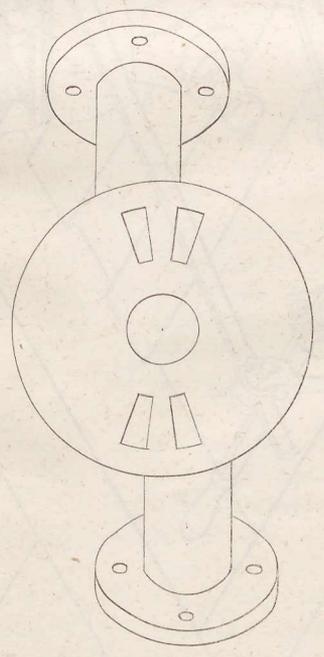
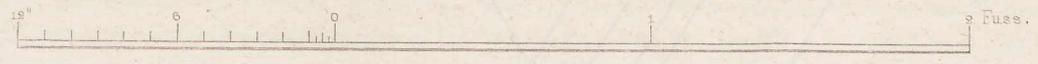
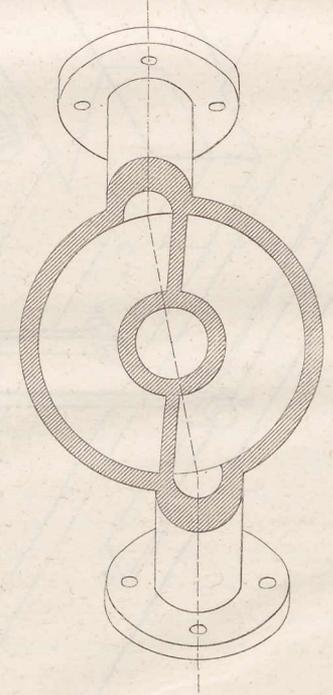
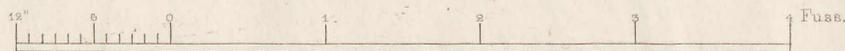
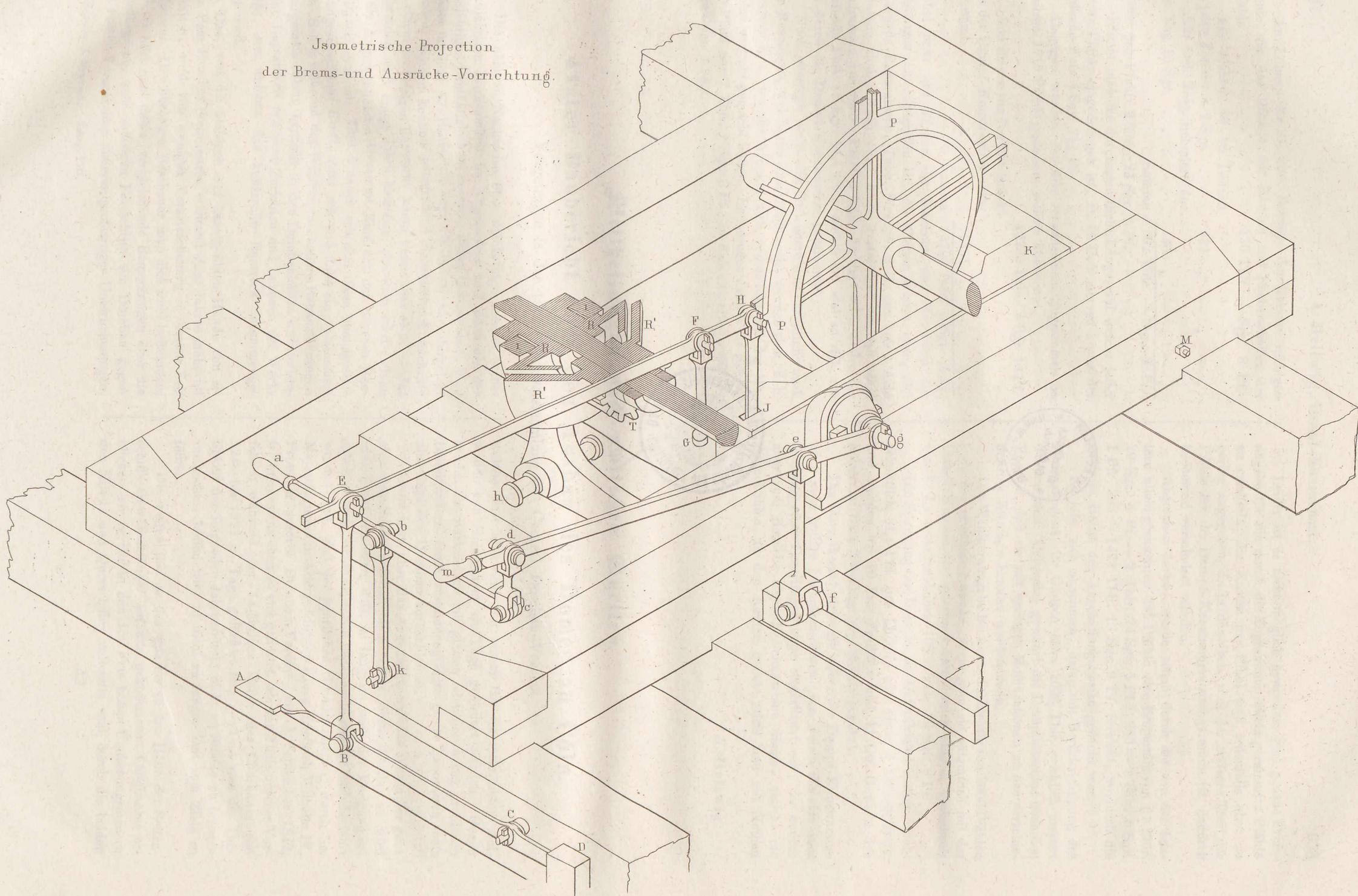


Fig. 4. Durchschnitt des Dampfgehäuses nach AB in Fig. 1.



Isometrische Projection  
der Brems- und Ausrücke-Vorrichtung.



An Löhnen für die zum Betriebe der Ramme nöthigen Leute, für das Rücken der Ramme und Herbeischaffen der Pfähle . . . . . 330 Thlr. — Sgr. 8 Pf.

Für Kohlen 80.18 Tonnen  
= 1440 Tonnen à 9 Sgr. . . . . 432 „ — „ — „  
Für Oel, Talg, Schmiere etc.  
pro Tag 15 Sgr. . . . . 40 „ — „ — „  
Summa 802 Thlr. — Sgr. 8 Pf.;

mithin pro Pfahl: 2 Thlr. 24 Sgr. 5 Pf.

Nimmt man die durchschnittliche Länge, auf welche jeder dieser Pfähle eingedrungen ist, zu 20 Fufs an, so kostet der laufende Fufs 4 Sgr. 2 $\frac{1}{2}$  Pf.

Dagegen wurden mit den verschiedenen Zugrammen im Ganzen 1716 Pfähle gerammt, welche kosteten:

12233 Thlr. 4 Sgr. 10 Pf.

Von diesen wurden 955 Stück mit der Dampf-Kunstramme nachgerammt . . . . . 1467 „ — „ 4 „  
Summa 13700 Thlr. 5 Sgr. 2 Pf.,

wobei zwar das Rücken der Rammen und Herstellen der Rüstungen mit inbegriffen ist, die übrigen Kosten aber, als: Schmiede-Reparaturen, Taue, Stränge, Seife etc. ausser Acht gelassen sind. Auch ohne diese kostet also ein mit einer Zugramme gerammter Pfahl 7 Thlr. 29 Sgr. 6 Pf. (oder der laufende Fufs 11 Sgr. 11,7 Pf.), mithin 2,8 mal so viel, als ein durch die Dampf-Kunstramme gerammter.

Noch günstiger stellt sich für letztere das Verhältniß nach den Resultaten, welche im Juni 1855 notirt worden sind, d. h. zu einer Zeit, wo die Arbeiter sich vollständig mit der Maschine vertraut gemacht hatten. Es betrug damals die Kosten pro Pfahl nur 2 Thlr. 7 Sgr. 6 Pf., so dafs sich ein Verhältniß ergab von 1:3,5.

Leider ist es nicht möglich geworden, eine genaue Preisangabe für die durch die Zugrammen allein gerammten Pfähle zu ermitteln; die Kosten pro Pfahl sind jedenfalls oben zu gering angegeben, da ja dieselben, weil der gröfsere Theil der Pfähle mit der Dampf-Kunstramme nachgerammt ist, dadurch bedeutend vermindert wurden.

Abgesehen davon, wurde schon durch die von der letztern allein gerammten 285 Pfähle eine Ersparnis von (7 Thlr. 29 Sgr. 6 Pf. — 2 Thlr. 24 Sgr. 5 Pf.) .285 = 5 Thlr. 5 Sgr. 1 Pf. .285 = 1473 Thlr. 18 Sgr. 9 Pf. erreicht, wodurch die gröfsere Hälfte der Anschaffungskosten gedeckt war.

Es läfst sich annehmen, dafs, mit Berücksichtigung des Nachrammens, im Ganzen etwa 2000 Thlr. wirklich erspart worden sind. Ueberdies gewährt die Dampfmaschine noch den Vortheil, dafs sie mit geringen Modificationen zu den verschiedensten Zwecken benutzt werden kann.

Die Wenigerausgabe bei einem Pfahlroste von 2000 Pfählen (wie der erwähnte) würde, wenn man sie sämmtlich mit der Dampf-Kunstramme gerammt hätte, nach obigem Verhältniß von 1:2,8 betragen haben 10838 Thlr. 26 Sgr. 8 Pf.

Die Spannung des Dampfes im Dampfkessel betrug durchschnittlich 31,5 Pfd. pro □Zoll, oder circa 2 Atmosphären; und wurden bei 10 Fufs Fallhöhe und 11 Ctr. Gewicht des hölzernen Bärs 5 Schläge pro Minute gegeben.

Der Dampfkessel versorgte aufser der Dampf-Kunstramme noch zwei andere Dampfmaschinen, von denen die eine zum Betriebe einer Centrifugalpumpe eingerichtet war, die andere aber zum Betriebe einer Hobelmaschine diente, welche die Spundbohlen an den Kanten gerade stiefs und mit Nuthen versah.

A. Hellwig.

## Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

### 41ster Baubericht über den Ausbau des Domes zu Cöln.

Vorgetragen in der 16ten Wahlversammlung des Central-Dombau-Vereins.

Die näheren Nachweise über die Erfolge unserer sechszehnjährigen Wirksamkeit im Allgemeinen und über die der letztjährigen Bauthätigkeit an unserem Dome insbesondere, sind bereits in dem 40. Baubericht vom 10. Januar a. c. dargelegt worden. Seitdem konnten selbstredend die weiteren Fortschritte an einem so riesigen Bauwerke kaum bemerkbar sein. — Ja! es werden noch einige Jahre hingehen, ehe man wieder einen in die Augen fallenden Gesamt-Eindruck der neueren Bauthätigkeit gewinnt. Und dennoch schreitet diese unausgesetzt in ungeschwächter Kraft, Jahr aus und Jahr ein, planmäfsig fort. Selbst während des Winters, wo andere Bauausführungen naturgemäfs ruhen, herrscht in den Dombauhütten ununterbrochene Regsamkeit mit dem Zurichten und Behauen der Werksteine, aus welchen das kunstvolle Bauwerk zusammengefügt wird.

Das, was die fleifsigen und kunstgeübten Hände von einem Paar Hundert Steinmetzen während eines Jahres mühevoll gestalten, wird von wenigen Versetzarbeitern in kurzer Zeit aufgebaut. Den flüchtigen Beschauer mag dies wohl befremden, und oft hört man daher vergleichende Bemerkungen über die allerdings nur sehr mäfsigen Fortschritte am Dombau gegen das rasche Vorschreiten anderer grosartiger Unternehmungen,

welche jetzt allerwärts mit einem fast unbeschränkten Aufwande von Geldmitteln zu Tage gefördert werden. Gegen solche, aus Backsteinen mit glatten oder nur wenig profilirten Blendquadern, rasch zusammengefügte grofse Baumassen mufs allerdings der Dombau zurückbleiben.

Lenkt man aber das Augenmerk auf das Wesen der ganz eigenthümlichen Beschaffenheit seiner Bestandtheile, so wird man leicht ermassen, dafs, so langsam auch der Fortgang erscheinen mag, dennoch schon bedeutende Erfolge herbeigeführt worden sind. Seit der feierlichen Grundsteinlegung durch Se. Majestät, unseren Allergnädigsten König Friedrich Wilhelm IV, Protector unseres Dombau-Vereins, am 4. September 1842, ist mindestens eben so viel geleistet, als der Fleifs unserer Vorfahren während der 74jährigen Dauer des Chorbaues von 1248 bis 1322 zu Tage gefördert hat. — Und was die Thätigkeit der folgenden Jahrhunderte nicht zu Stande zu bringen vermochte, hoffen wir, in nicht zu langer Zeit zum Ziele zu führen.

Die weiten Räume des nur bis zu der Höhe der Seitenschiffs-Gewölbanfänger auf uns gekommenen Langhauses erblicken wir bereits in den 150 Fufs hohen Umfassungsmauern des Mittel- und Querschiffes vollendet und durch die beiden

mächtigen, von Grund aus neu errichteten Portalgiebel des Querschiffes auf der Nord- und Südseite kunstreich abgeschlossen. So wie die Gewölbe der Seitenschiffe bereits neu angebaut worden sind, so sehen wir auch der kühnen Einwölbung des weiten Mittelschiffes in den nächsten Jahren entgegen. Ihre eigenthümliche Constructions-Anordnung über schlanken, dünnen Gewölbpfeilern, inmitten der grofsartigen Spitzbogenfenster, bedingt besondere Hilfsconstructions, deren Ausführung die Hauptthätigkeit des Dombanes seit dem Jahre 1856 jetzt bildet.

Es sind dies die äufseren Strebe-Systeme als integrirende Theile der Gewölbeconstructions, zur Begegnung der hieraus hervorgehenden Seitenpressungen. Ueber den 62 Fufs hohen Umfassungsmauern und Gewölbpfeilern der Seitenschiffe steigen diese Widerhalter respective 81 und 91 Fufs hoch auf, und von ihnen entspringen die kühnen Strebebögen, welche mit kräftigen Deckgesimsen und zierlich durchbrochenen Galerien als schwebende Stützen an die hohen Mittelschiffsmauern in zweifachen Reihen sich anschliessen, wie solches am Hochchore wahrzunehmen ist.

Vereinzelt auf ebener Erde aufgestellt, würde ein solcher Pfeiler als ein thurmartiges Kunstwerk erscheinen. Ueber der Grundform eines Kreuzes steigen diese kräftigen Constructions-massen bis zu der bezeichneten Höhe von 81 bis 91 Fufs auf, und gewinnen durch die organische Form-Entwicklung ein überaus leichtes, zierliches Aeußere. Der Höhe nach sind sie in mehrere Absätze getheilt; die Pfeilerschäfte, mit Maafswerk besetzt, haben an den Kanten schlanke Säulchen, über deren Capitälern zierliche Fialen auslaufen und zur Begrenzung der jedes Stockwerk abschließenden, reich ornamentirten Wimberge dienen. Aus dieser zierlichen Gruppe entspringt in verjüngter Stärke der zweite Aufsatz, der, in gleicher Weise endigend, in den folgenden übergeht und sich nach und nach in die vereinzelt Seitenfialen verzweigt, in deren Mitte der Gipfel gleichartig emporschiefst. Diese überaus sinnreiche Auflösung ist gerade am hiesigen Dome in überaus günstigen Verhältnissen durchgeführt, und zeichnet sich vor anderen vortheilhaft aus. Der anhaltende Wechsel der fein gegliederten Formen macht die Herstellung eines solchen Pfeilerbaues sehr schwierig, indem fortwährend neue Zeichnungen und Schablonen nöthig werden. Aber gerade diese Veränderung der Formen erhält die Aufmerksamkeit der leitenden und ausführenden Personen rege, und gewährt immer wieder neues Interesse inmitten dieses langwierigen Unternehmens. Dazu kommt, dafs die Strebepfeiler an sich mehrfach verschieden sind. Abgesehen von der ganz anderen architektonischen Behandlung auf der Süd- und Nordseite des Domes, sind wieder die Strebepfeiler des Langschiffes verschieden von denen des Querschiffes und der Portale; ganz abweichend davon gestalten sich alsdann die Mittelpfeiler.

Ungeachtet dieser grofsen Verschiedenartigkeit müssen sämtliche Pfeiler gleichmäfsig gefördert werden. Denn wollte man immer ein Strebe-System nach dem anderen für sich fertig bauen: so würde, bei dem raschen Aufbau der einzelnen Pfeiler, das unvermeidliche Setzen derselben auf die Einwölbung der von hier ausgehenden Strebebögen, welche gegen das feststehende Mittelschiff anschliessen müssen, von nachtheiligem Einflusse sein. Bei Gelegenheit des Restaurationsbaues am Hochchor sind ganz interessante Beobachtungen darüber gemacht worden. Dort mußten auf der Südseite einige mittlere Strebepfeiler über den Seitenschiffsgewölben ganz abgebrochen und möglichst rasch angebaut werden, um die Sicherheit der von den Widerhaltern stellenweise entblöfsten Chorgewölbe nicht zu sehr zu gefährden. Als nun von diesen neuen, mit

ganz engen Trafmörtelfugen sorgfältigst aufgebauten Hausteinpfeilern die Strebebögen noch in demselben Jahre eingewölbt und an die alten Pfeiler des Hochchors angeschlossen wurden, zeigten sich erst nach Jahr und Tag verschiedene Bewegungen in diesen neuen oberen Strebebögen. Bei denjenigen Strebebögen, welche aus den alten Pfeilern neu aufgeführt worden sind, blieb Alles im Beharrungszustande.

Aus diesen technischen, leicht erklärlichen Gründen ist es also nöthig, die Strebepfeiler erst sämmtlich aufzubauen, damit sie sich gehörig setzen können, bevor die Bögen eingespannt werden. Nimmt man aber an, dafs im Ganzen 28 neue Strebepfeiler aufzubauen und 4 alte noch umzuändern sind, so wird es erklärlich, weshalb deren Bau so lange dauert, nachdem die complicirte Herstellung eines einzelnen solchen Theiles hier in allgemeinen Umrissen geschildert worden ist.

Das Aufschlagen der 80 neuen steigenden Strebebögen wird aber, nachdem die Pfeiler die entsprechende Höhe erreicht haben werden, nach und nach erfolgen, und erst dann kann mit der Einwölbung des hohen Mittelschiffes vorgegangen werden; sind erst alle Stützpunkte dafür sicher hergestellt, so kann die Wölbung selbst während 2 Sommersemester zur Ausführung kommen, und sie wird die letzte Hauptthätigkeit des Kirchenbaues bilden. Auch ist der Zeitpunkt nunmehr eingetreten, den bisher wegen der hohen Metallpreise ausgesetzten Bau des Daches vorzunehmen. Nach dem genehmigten Plane wird der Dachverband von Schmiedeeisen construirt, die Dachfläche aber mit anderem geeigneten Metall abgedeckt werden. Da man dem bestehenden Betriebe des Steinbaues nicht grofsen Abbruch thun darf, so wird die Ausführung des Daches nur successive vorbereitet.

Weiter ist es noch erforderlich, an der Westseite des Domes den nördlichen Thurm so weit in die Höhe zu bringen, dafs sich die nöthigen Verstrebungen des westlichen Endpfeilers am Langschiffe dadurch erreichen lassen, bevor man mit dessen Einwölbung beginnt. Hierüber ist bereits ebenfalls das Nähere in dem letzten Baubericht angeführt und auch der Kostspieligkeit dieser hier nöthigen Bauarbeiten gedacht worden, als Folge des unendlichen Gliederreichthums des massenhaften Thurms. Diese Arbeiten liegen auferhalb des für den Ausbau des Kirchenschiffes genehmigten Kostenanschlags, der sich sonst noch immer als ausreichend erwiesen hat, und voraussichtlich wird damit auch ferner vollständig ausgereicht werden. Nach der vorjährigen Nachweisung der verwendeten Baukosten vom Jahre 1842 bis Ende 1856 (Domblatt No. 147 vom 23. Juni 1857) waren bis dahin verbaut worden:

1481377 Thlr. 29 Sgr. 6 Pf.

Während des Jahres 1857 be-				
trägt die Verwendungssumme	100595	„	25	„
				3
Summa	1581973	„	24	„
				9

Davon kommen diejenigen Baukosten, welche im Jahre 1842 auf die Restauration des Hochchores, so wie auf den Ankauf von Grundstücken und für den Bau des nördlichen Thurmes in der gedachten Nachweisung berechnet sind, mit

240145 T. 2 S. 11 P.

so wie die Thurbaukosten pro

1857 mit	23016	„	—	„	9	„
also im Ganzen	263161	„	3	„	8	„

in Abzug, und es ergiebt sich demnach ultimo 1857 für den

Ausbau des Kirchenschiffs die

Summe von . . . . . 1318812 Thlr. 21 Sgr. 1 Pf.

Ueber die zur Baukasse eingezahlten Beträge Seitens des Central-Dombau-Vereins enthält sein Rechenschaftsbericht das

Nähere. Die Summe derselben beläuft sich auf 478200 Thlr., ohne die Beiträge der anderen Vereine von 118731 Thlr.

Cöln, den 18. Mai 1858.

Zwirner,

Königl. Geheimer Regierungs- und Bau-Rath.

## Bericht über die Versuche, welche auf der Königl. Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn mit Apparaten zum Messen der Biegung und Verdrehung von Eisenbahnwagen-Achsen während der Fahrt, angestellt wurden.

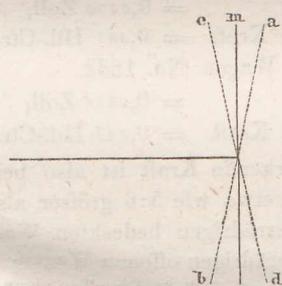
(Mit Zeichnungen auf Blatt *D'* und *E'* im Text.)

### Beschreibung der Apparate.

Die Apparate sind auf beiliegenden Zeichnungen (Blatt *D'* und *E'* im Text) dargestellt. Es waren je ein Paar für Stahl-Achsen von  $3\frac{3}{4}$  Zoll und für eiserne Achsen von 5 Zoll Durchmesser in der Nabe angefertigt worden.

Die Apparate zum Messen der Biegung der Achsen bestehen aus einem in der Mitte der Achse auf dieser befestigten Stücke *A*, das an seinem einen Ende einen Zapfen *a* trägt, welcher als Drehungs-Axe für zwei Zeiger dient, von denen der eine mittelst des Zwischenstücks *bb*<sub>1</sub> mit dem einen, der andere mittelst des Zwischenstücks *bb*<sub>2</sub> mit dem anderen Rade der Art verbunden ist, das, wenn die Achse sich biegt, die Räder also ihre normale Lage verlassen, die zweiten Enden *c* der beiden Zeiger sich auf dem bis dahin verlängerten Stücke *A* verschieben. An den Enden *c* der Zeiger sind Reiferspitzen angebracht, welche auf Zinkplatten, die am Stücke *A* befestigt sind, die Größe der Verschiebung für jedes Rad besonders aufreissen.

Um die, einem bestimmten Zeiger-Ausschlag entsprechende Kraft festzustellen, wurden die Achsen mittelst Dynamometer gebogen, welche am Umfange der Räder angebracht waren und diese gegen einander zogen.



Da während der Fahrt die Punkte, an denen die Räder mit den Zeigern in Verbindung gesetzt sind, abwechselnd über und unter der Achse sich befinden, wird der Ausschlag des Reiflers nach zwei Seiten hin erfolgen, so, als wenn bei der ruhenden Achse das Rad sowohl die nebenstehend punktirte Lage *cd* als die *ab* angenommen hätte. Bei gleicher, auf Bie-

gung wirkenden Kraft ist mithin während der Fahrt der Zeiger-Ausschlag doppelt so groß, als bei der ruhenden, mittelst Dynamometer gebogenen Achse.

Beide Apparate zum Messen der Biegung sind so konstruirt, daß 1 Zoll Zeiger-Ausschlag während der Fahrt einer Bewegung *ac* am Umfange des Rades von  $\frac{1}{16}$  Zoll oder einer Abweichung *am* von der normalen Lage von  $\frac{3}{32}$  Zoll entspricht.

Die Seitenkraft, welche am Umfange des Rades angebracht werden muß, um eine gleiche Biegung der Achse, also einen einseitigen Zeiger-Ausschlag von  $\frac{1}{2}$  Zoll hervorzubringen, ist für die Achsen von  $3\frac{3}{4}$  Zoll Durchmesser in der Nabe, mit Rädern von  $36\frac{1}{4}$  Zoll Durchmesser, =  $23\frac{1}{2}$  Ctr., und für die Achsen von 5 Zoll Durchmesser in der Nabe, mit Rädern von  $36\frac{3}{4}$  Zoll Durchmesser, =  $70\frac{1}{2}$  Ctr.

Die Apparate zum Messen der Verdrehung der Achsen bestehen aus einem Blechcylinder *nn* (auf den Kupfertafeln), wel-

cher sich leicht um die Achse drehen läßt; derselbe ist mit dem Arm *f* an das eine Rad *O* so befestigt, daß der ganze Cylinder, also auch der am andern Ende angebrachte Arm *g*, sich mit diesem Rade bewegt. Wenn also eine Verdrehung der Achse stattfindet, wird dieser Arm *g* sich gegen das andere Rad *O*<sub>1</sub> entsprechend verschieben. Derselbe trägt einen Zapfen *h*, um den sich ein Zeiger dreht, dessen eines Ende *c* mittelst eines Zwischenstücks mit dem Rade *O*<sub>1</sub> verbunden ist, so daß, wenn der Arm *g* sich verschiebt, das zweite, mit einem Reifler versehene Zeiger-Ende *k* auf einer an den Arm befestigten Zinkplatte einen Riß macht, dessen Länge der Verschiebung und auch der Größe der Verdrehung der Achse proportional ist.

Die einem bestimmten Zeiger-Ausschlag entsprechende Torsionskraft wurde durch angebrachte Hebel und Gewichte gemessen; da aber während der Fahrt die Verdrehung der Achse so stattfindet, daß sowohl das eine als das andere Rad voreilt, erfolgt der Zeiger-Ausschlag nach beiden Richtungen und ist mithin bei gleicher Kraftwirkung doppelt so groß, als bei der mittelst Hebel und Gewicht nur in einem Sinne hervorgebrachten Verdrehung.

Der Apparat an der Achse von  $3\frac{3}{4}$  Zoll Durchmesser ist so konstruirt, daß 1 Zoll Zeiger-Ausschlag einer Bewegung von  $0,321$  Zoll am Umfange des Rades von  $36\frac{1}{4}$  Zoll Durchmesser entspricht; gegen die normale Lage des Rades beträgt also die Größe der Bogen-Abweichung  $0,160$  Zoll, oder der Torsionswinkel 30 Minuten.

Zu einer solchen Verdrehung ist eine am Umfange des Rades wirkende Kraft von  $18\frac{3}{4}$  Ctr. erforderlich.

Bei dem Apparat der Achsen von 5 Zoll Durchmesser in der Nabe, deren Räder  $36\frac{3}{4}$  Zoll Durchmesser haben, ist auf 1 Zoll Zeiger-Ausschlag die Bewegung am Umfange des Rades =  $0,228$  Zoll, die Abweichung gegen die normale Lage also  $0,114$  Zoll, und der Torsionswinkel = 21 Minuten. Um eine solche Verdrehung hervorzubringen, ist eine am Umfange des Rades wirkende Kraft von 44 Ctr. erforderlich.

### Ausführung der Versuche.

Die Achsen von gleichem Durchmesser mit den Vorrichtungen zum Messen der Biegung und zum Messen der Torsion wurden unter je einen Wagen gebracht, und diese dann dem Betriebe übergeben. Die Wagen wurden nach zurückgelegter Fahrtour nicht gedreht, so daß also abwechselnd jede der beiden Versuchs-Achsen Vorder- und Hinter-Achse war.

Die Versuche sind sowohl mit sechsrädrigen als mit vier-rädrigen Wagen ausgeführt; von letzteren konnten sowohl bedeckte als offene genommen werden. Die Wagen gingen, zwei Fälle ausgenommen, nur in Güterzügen.

Für jede Reise sind neue Zinkplatten am Reifler-Apparat

angebracht worden; nach zurückgelegter Reise wurden dieselben abgenommen und der größte Zeiger-Ausschlag daran gemessen.

Die Resultate nebst den Angaben über das Eigengewicht und die Ladung der Wagen sind in anliegender Tabelle zusammengestellt. In der Rubrik „größter Zeiger-Ausschlag am Apparat zum Messen der Biegung“ ist der Zeiger-Ausschlag für jedes der beiden Räder der Achse besonders angegeben, weshalb in dieser und der folgenden Rubrik bei jeder Beobachtung zwei Ziffern stehen.

Nach jeder Doppeltour eines Wagens wurden die Apparate auseinander genommen, sorgfältig gereinigt und etwaige Spielräume beseitigt.

Während der Fahrt ist nie eine Beschädigung an den Apparaten vorgekommen, sie mußten aber von Zeit zu Zeit geschmiert werden, und deshalb war die Begleitung eines Arbeiters nöthig.

#### Beleuchtung der Versuchs-Resultate.

Die Achsen von  $3\frac{3}{4}$  Zoll Durchmesser in der Nabe haben mit den Apparaten unter vier verschiedenen Wagen 1116,4 Meilen durchlaufen, zunächst 209,6 Meilen unter dem vierrädrigen bedeckten Güterwagen No. 1425, dessen Länge im Kasten  $20\frac{3}{4}$  Fufs und dessen Radstand 12 Fufs ist; hierauf 475 Meilen unter dem vierrädrigen offenen Kohlenwagen No. 942 von gleicher Länge und gleichem Radstand; dann 285 Meilen unter dem vierrädrigen bedeckten Wagen No. 1363, welcher ganz mit No. 1425 übereinstimmt, und schliesslich 146,8 Meilen unter dem sechsrädrigen offenen Kohlenwagen No. 1632 von  $22\frac{1}{2}$  Fufs Länge im Kasten und 15 Fufs Radstand.

Der größte Zeiger-Ausschlag unter den vierrädrigen Wagen an dem Apparat zum Messen der Biegung ist bei der Fahrt am 29. Mai 1856 und bei einem Brutto-Gewicht pro Achse von 117,6 Zoll-Ctr. vorgekommen, er beträgt, nach den Angaben sub I. in der Tabelle,  $3\frac{1}{16}$  Zoll. Denselben entspricht eine am Rad-Umfange, also am Hebelsarm von  $18\frac{1}{2}$  Zoll wirkende Seitenkraft von rund 72 Ctr. Dabei ist die Spannung der äussersten Fasern der  $3\frac{3}{4}$  zölligen Achse = 252 Ctr. pro □Zoll, und die Abweichung *cm* (in obenstehender Skizze) des Rades von seiner normalen Stellung = 0,287 Zoll; die Abweichung von *c* gegen *d* beträgt mithin 0,574 Zoll.

Bei den bedeckten vierrädrigen Wagen mit voller Ladung bewegt sich im Uebrigen der größte Zeiger-Ausschlag meistens zwischen  $2\frac{1}{2}$  und  $2\frac{3}{4}$  Zoll, denen Seitenkräfte von  $54\frac{5}{8}$  resp.  $62\frac{3}{4}$  Ctr. entsprechen. Zu der Faserspannung, welche diese Kräfte hervorrufen, tritt noch diejenige, welche durch die auf Verdrehung wirkenden Kräfte veranlaßt wird.

Der größte Zeiger-Ausschlag am Apparat zum Messen der Verdrehung ist bei der Fahrt am 4. Mai 1857 und bei einem Brutto-Gewicht pro Achse von 115,9 Zoll-Ctr. vorgekommen; derselbe beträgt, nach der Tabelle sub I.,  $1\frac{7}{12}$  Zoll.

Der ungewöhnlich grose Ausschlag an diesem Apparat bei den Fahrten vom 15. April bis 4. Mai 1857 veranlaßte eine genaue Untersuchung der Achse. Dabei ergab sich, daß der eine Nabenkeil sich etwas nachziehen liefs; indessen ist, da das Rad an sich schon fest aufgepreßt war, nicht anzunehmen, daß dasselbe vorher lose gewesen sei und so eine Drehung auf der Achse gemacht habe, vielmehr ist aus den gleichzeitig beobachteten, ebenfalls hohen, in der Tabelle sub II. angegebenen Zahlen bei dem Wagen mit fünfzölligen Achsen, deren Räder vollständig festsafsen, zu schliessen, daß in dieser Zeit die Reibung auf den Schienen ungewöhnlich grofs war, wie z. B. der Fall ist, wenn beim Unterstopfen der Schwellen Sand auf die Schienen fällt.

Die dem größten Zeiger-Ausschlag von  $1\frac{7}{12}$  Zoll entsprechende, am Rad-Halbmesser von  $18\frac{1}{2}$  Zoll wirkende Torsionskraft ist  $29\frac{1}{16}$  Ctr.

Bei dieser Torsionskraft ist die Spannung der äussersten Fasern der  $3\frac{3}{4}$  zölligen Achse = 52 Ctr. pro □Zoll.

Bei den übrigen Fahrten wurde ein Zeiger-Ausschlag von  $1\frac{1}{12}$  Zoll, also eine Torsionskraft von  $20\frac{1}{4}$  Ctr., nur selten überschritten.

Die Möglichkeit des Falles vorausgesetzt, daß die größten Kräfte auf Biegung und auf Verdrehung gleichzeitig wirkten, ist dann nach den vorstehend ermittelten Zahlen die größte aus diesem Zusammenwirken resultirende Faserspannung der Achse =  $\sqrt{252^2 + 52^2} = 257$  Ctr. pro □Zoll.

Daraus geht hervor, daß durch die Torsion die schon durch die Biegung veranlaßte Faserspannung nur unerheblich (in vorliegendem Fall von 252 auf 257) vergrößert wird.

Uebrigens würde die Achse, wenn sie, statt aus Gußstahl, aus Eisen gemacht wäre, durch eine solche Kraft stark verbogen sein, da bei gewöhnlichem Eisen die Elasticitäts-Grenze schon bei einer Faserspannung von circa 180 Ctr. pro □Zoll eintritt.

Dieselben Achsen und Apparate wurden zu den Versuchen mit dem sechsrädrigen Wagen No. 1632 genommen. Es ist von Interesse, zu vergleichen, wie der Zeiger-Ausschlag der Vorrichtung zum Messen der Biegung sich zum Brutto-Gewicht pro Achse bei vierrädrigen und wie bei sechsrädrigen Wagen verhält.

Aus der Tabelle sub I. ergeben sich folgende Durchschnittszahlen:

Es kommt auf 1 Zoll-Ctr. Brutto-Last pro Achse:

- 1) bei dem vierrädrigen bedeckten Wagen No. 1425
 

Zeiger-Ausschlag	= 0,0205 Zoll,
dem entsprechende Kraft	= 0,481 Hd.-Ctr.
- 2) bei dem vierrädrigen offenen Wagen No. 924
 

Zeiger-Ausschlag	= 0,0184 Zoll,
dem entsprechende Kraft	= 0,431 Hd.-Ctr.
- 2) bei dem vierrädrigen bedeckten Wagen No. 1363
 

Zeiger-Ausschlag	= 0,0199 Zoll,
dem entsprechende Kraft	= 0,467 Hd.-Ctr.
- 4) bei dem sechsrädrigen offenen Wagen No. 1632
 

Zeiger-Ausschlag	= 0,0234 Zoll,
dem entsprechende Kraft	= 0,549 Hd.-Ctr.

Die auf Biegung der Achse wirkende Kraft ist also bei sechsrädrigen Wagen im Verhältniß etwa wie 5:6 größer als bei vierrädrigen Wagen, und bei vierrädrigen bedeckten Wagen etwa wie 9:10 größer als bei vierrädrigen offenen Wagen.

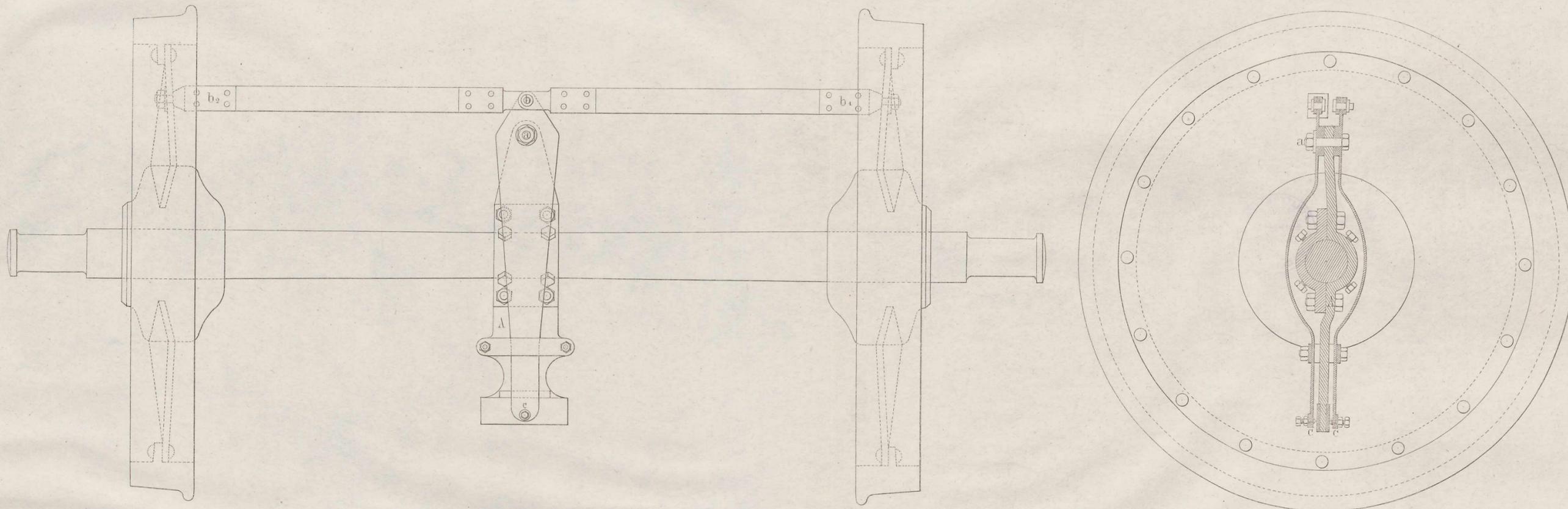
Bei den Versuchen mit Achsen von 5 Zoll Durchmesser, deren Ergebnisse in der Tabelle sub II verzeichnet sind, haben dieselben im Ganzen 811,8 Meilen durchlaufen, und zwar 380 Meilen unter dem vierrädrigen offenen Wagen No. 1710, dessen Kastenlänge  $20\frac{3}{4}$  Fufs und dessen Radstand 12 Fufs ist; dann 285 Meilen unter dem vierrädrigen bedeckten Wagen No. 2138 von gleichen Längen-Dimensionen, und 146,8 Meilen unter dem sechsrädrigen bedeckten Wagen No. 238, dessen Kastenlänge  $28\frac{1}{6}$  Fufs und dessen Radstand  $19\frac{1}{2}$  Fufs ist.

Der größte Zeiger-Ausschlag am Apparat zum Messen der Biegung kam vor am 18. Februar 1857 bei dem vierrädrigen offenen Wagen No. 1710 und bei einer Brutto-Last pro Achse von 158,15 Zoll-Ctr.; er betrug  $1\frac{1}{2}$  Zoll.

Diesem Zeiger-Ausschlag entspricht eine am Umfang des Rades gemessene Abweichung *cm* (in obiger Skizze) von der normalen Stellung von  $\frac{9}{4}$  Zoll und eine am Rad-Halbmesser von  $18\frac{3}{4}$  Zoll wirkende Seitenkraft von  $103\frac{3}{4}$  Ctr. Die Span-

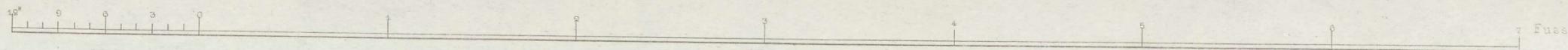
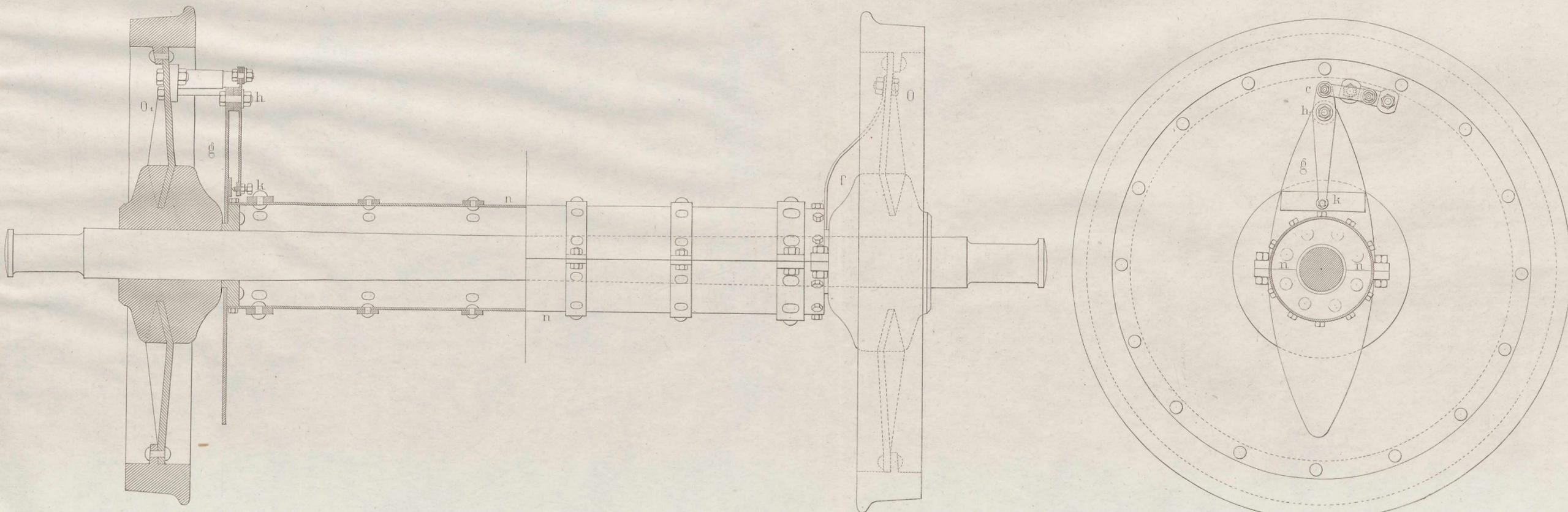
# Vorrichtung zu Versuchen über Durchbiegung der Wagenachsen.

Für Achsen von  $5\frac{3}{4}$  Durchmesser in der Nabe.



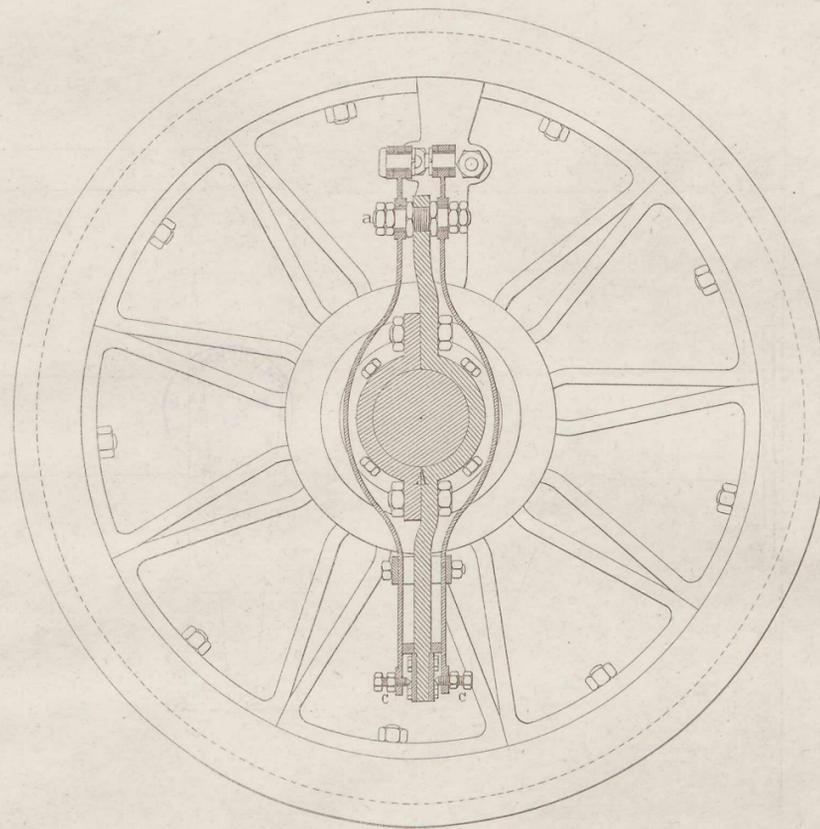
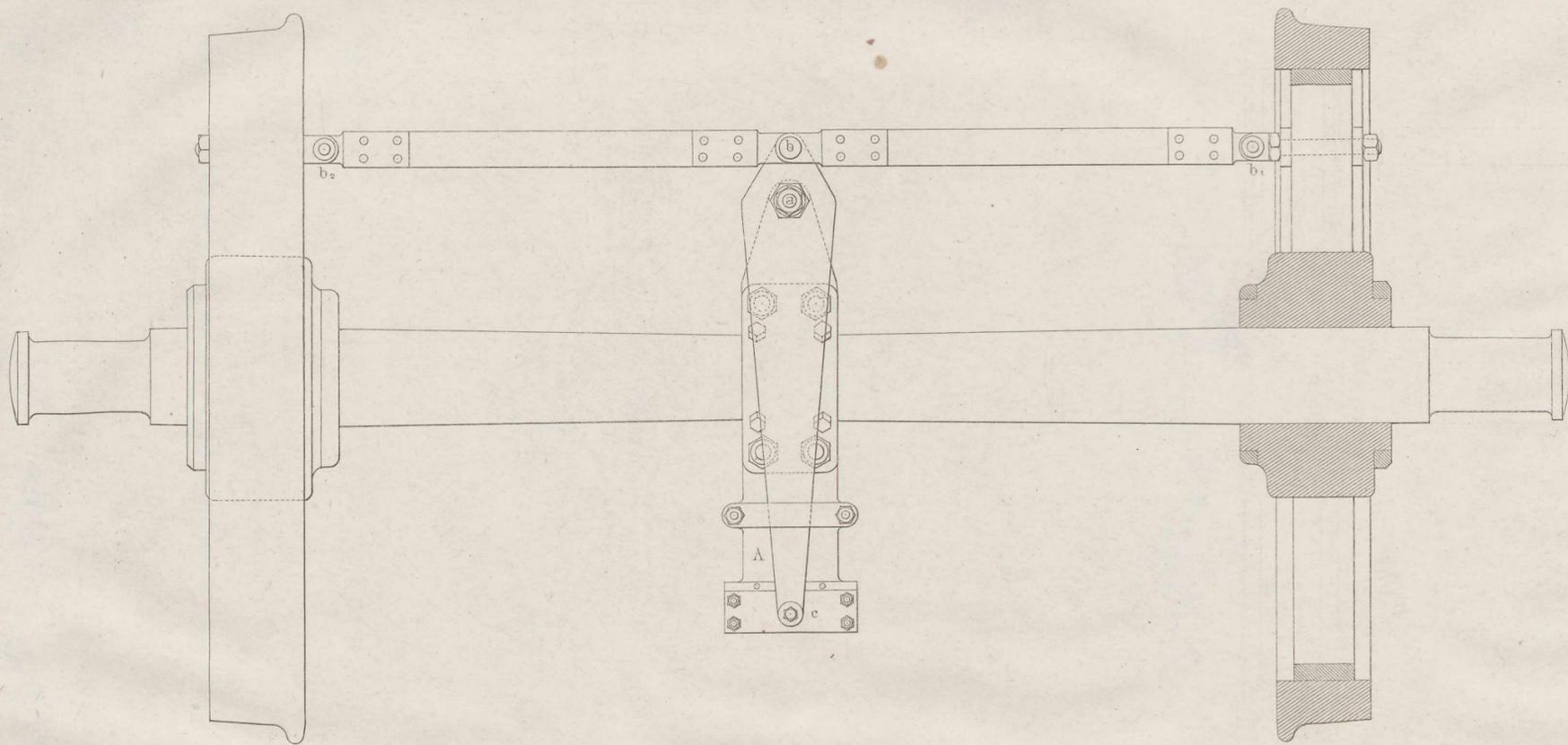
# Vorrichtung zu Versuchen über Verdrehung der Wagenachsen.

Für Achsen von  $5\frac{3}{4}$  Durchmesser in der Nabe.



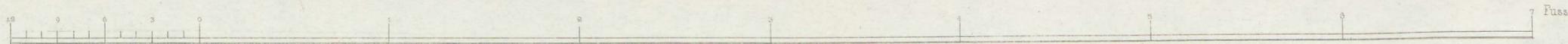
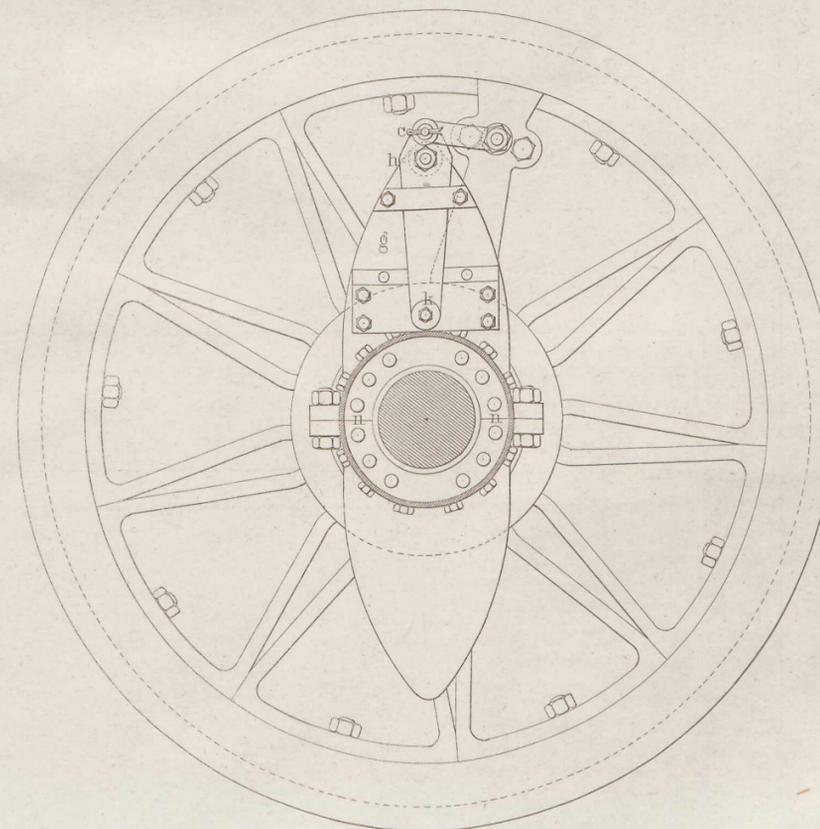
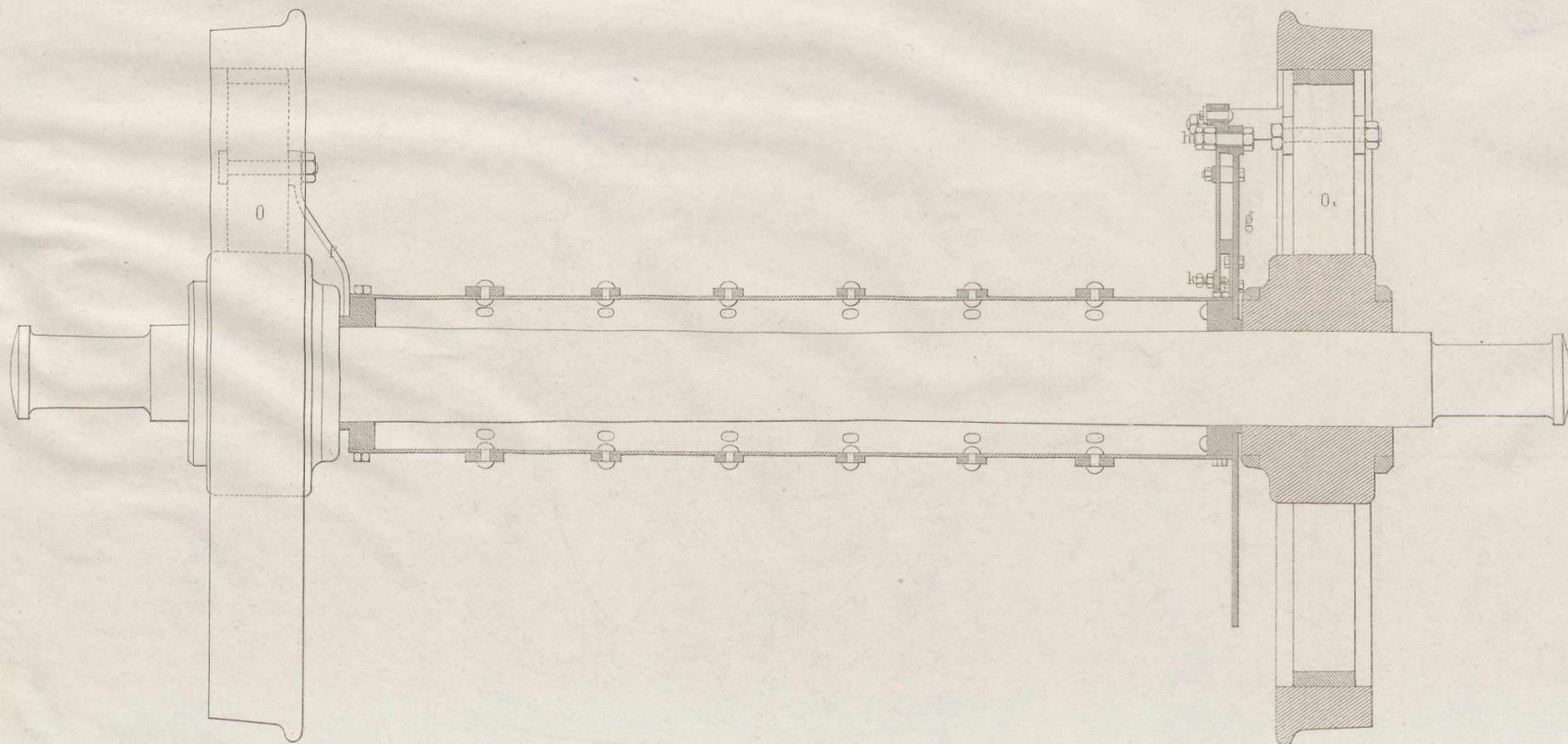
### Vorrichtung zu Versuchen über Durchbiegung der Wagenachsen.

Für Achsen von 5" Durchmesser in der Nabe.



### Vorrichtung zu Versuchen über Verdrehung der Wagenachsen.

Für Achsen von 5" Durchmesser in der Nabe.



nung der äussersten Fasern der fünfzölligen Achse ist bei dieser Seitenkraft = 156 Ctr. pro □Zoll.

Die stärkste Verdrehung der Achse fand statt bei der Fahrt mit dem vierrädrigen bedeckten Wagen No. 2138 am 15. April 1857 und bei einem Brutto-Gewicht pro Achse von 164,25 Zoll-Ctr.

Der Zeiger-Ausschlag betrug  $1\frac{1}{6}$  Zoll. Denselben entspricht eine am Rad-Umfang wirkende Kraft von  $46\frac{3}{4}$  Ctr.

Dabei ist die Spannung der äussersten Fasern der fünfzölligen Achsen = 35 Ctr. pro □Zoll. Zu den Versuchen mit dem sechsrädrigen Wagen No. 238 wurden dieselben fünfzölligen Achsen und dieselben Apparate, welche bei den vierrädrigen Wagen benutzt waren, genommen.

Um auch hier eine Vergleichung zwischen dem durchschnittlichen Zeiger-Ausschlag am Apparat zum Messen der Biegung und pro Ctr. Brutto-Last pro Achse bei vierrädrigen und bei sechsrädrigen Wagen zu haben, sind die betreffenden Resultate nachstehend angegeben:

Es kommt durchschnittlich auf 1 Zoll-Ctr. Brutto-Last pro Achse:

- 1) bei dem vierrädrigen offenen Wagen No. 1710
 

Zeiger-Ausschlag	= 0,0075 Zoll,
dem entsprechende Kraft	= 0,532 Hd.-Ctr.
- 2) bei dem vierrädrigen bedeckten Wagen No. 2138
 

Zeiger-Ausschlag	= 0,0072 Zoll,
dem entsprechende Kraft	= 0,507 Hd.-Ctr.
- 3) bei dem sechsrädrigen bedeckten Wagen No. 238
 

Zeiger-Ausschlag	= 0,0086 Zoll,
dem entsprechende Kraft	= 0,606 Hd.-Ctr.

Die auf Biegung wirkende Kraft ist also auch hier bei sechsrädrigen Wagen, und zwar im Verhältniß von circa 7:8, grösser als bei vierrädrigen Wagen. Bei vierrädrigen bedeckten und bei vierrädrigen offenen Wagen ist sie nahezu gleich, bei letzteren etwas grösser als bei ersteren.

Bei Vergleichung der Durchschnitts-Resultate mit Achsen von  $3\frac{3}{4}$  Zoll und mit Achsen von 5 Zoll Durchmesser findet sich, daß die auf Biegung wirkende Kraft bei den fünfzölligen Achsen durchweg die grössere ist, circa in dem Verhältniß wie 6:7.

Annähernd in demselben Verhältniß stehen die Maximal-Kräfte, die in dem Zeitraum vom 27. Januar bis 27. September 1857 beobachtet wurden, während welchen Zeitraums beide Arten von Achsen gleichzeitig in den Zügen gingen.

Die Durchschnittszahlen der Torsionskräfte ergeben für die fünfzölligen Achsen ebenfalls grössere Werthe, und zwar im Verhältniß wie circa 5:6.

In dem Vorstehenden sind, weil die direct ermittelten Zahlen beibehalten wurden, die Kräfte in Handels-Ctr., die Gewichte dagegen in Zoll-Ctr. angegeben. In nachstehender Zusammenstellung der wesentlichsten Ergebnisse der Versuche sind, um die Verhältniszahlen zwischen Kräften und Gewichten feststellen zu können, beide auf dieselbe Einheit gebracht.

Nach den gemachten Beobachtungen betrug die grösste Kraft, welche auf Biegung der Achse wirkte:

- 1) bei vierrädrigen Wagen
 

bei Achsen von $3\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser	= 72 Ctr. Hd.-Gewicht
	= 74 Zoll-Ctr. = 62,9 pCt. des Brutto-Wagen-Gewichts pro Achse;
bei Achsen von 5 Zoll Durchmesser	= $103\frac{3}{4}$ Ctr. Hd.-Gewicht
	= 106,45 Zoll-Ctr. = 67,3 pCt. des Brutto-Wagen-Gewichts pro Achse;
- 2) bei sechsrädrigen Wagen
 

bei Achsen von $3\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser	= $65\frac{2}{9}$ Ctr. Hd.-Ge-
--	--------------------------------

wicht = 67,47 Zoll-Ctr. = 62,4 pCt. des Brutto-Wagen-Gewichts pro End-Achse;

bei Achsen von 5 Zoll Durchmesser =  $76\frac{3}{4}$  Ctr. Hd.-Gewicht = 78,55 Zoll-Ctr. = 67,4 pCt. des Brutto-Wagen-Gewichts pro End-Achse.

Die grösste Torsionskraft betrug:

bei Achsen von  $3\frac{3}{4}$  Zoll Durchmesser =  $29\frac{1}{6}$  Ctr. Hd.-Gewicht = 30,5 Zoll-Ctr. = 52,6 pCt. des Brutto-Wagen-Gewichts pro Rad;

bei Achsen von 5 Zoll Durchmesser =  $46\frac{3}{4}$  Ctr. Hd.-Gewicht = 48 Zoll-Ctr. = 58,6 pCt. des Brutto-Wagen-Gewichts pro Rad.

#### Folgerungen.

Die grössten beobachteten Kräfte sind namentlich bei den fünfzölligen Achsen wiederholt nahe erreicht; es muß deshalb als Bedingung der Sicherheit an die Achsen die Forderung gestellt werden, daß solche wiederholte Einwirkungen, bei denen das Material abwechselnd auf Zug und auf Druck in Anspruch genommen wird, nicht die Gefahr eines Bruches herbeiführen.

Nach den Versuchen darf man schliessen, daß die Zahl solcher Wiederholungen erheblich geringer ist, als die Zahl der Meilen, welche die Achse zurücklegt, daß mithin den Ansprüchen der Sicherheit genügt wird, wenn man die Achse so stark nimmt, daß sie die beobachteten Maximal-Spannungen so viele Male ertragen kann, als sie voraussichtlich während ihrer ganzen Dauer Meilen zurücklegen wird.

Schätzt man z. B. die grösste Dauer einer Achse in Rücksicht auf die Abnutzung der Schenkel auf 200000 Meilen, so müßte sie 200000 mal bis zu der ermittelten Spannung hin- und zurückgebogen werden können, ohne zu brechen.

Um darnach die Achsenstärke zu bestimmen, muß bekannt sein, wie groß die Spannung pro □Zoll ist, bis zu der man das Eisen 200000 mal hin- und zurückbiegen darf, ohne, daß es bricht. Die bisherigen Versuche, soweit sie bekannt geworden sind, geben darüber keinen sichern Aufschluß.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß gutes Eisen eine solche Probe mit einer Spannung bis zu 160 Ctr. pro □Zoll Rheinl. ertragen würde; unter der Voraussetzung, daß dies der Fall sei, ist die Tragfähigkeit einiger Achsen unter vierrädrigen Wagen von gleichen Dimensionen, als der bei den Versuchen benutzten, nachstehend angegeben.

Die grösste beobachtete Seitenkraft bei vierrädrigen Wagen war 67,3 pCt. des Brutto-Gewichts pro Achse.

Die grösste Torsionskraft war 58,6 pCt. des Brutto-Gewichts pro Rad, also 29,3 pCt. des Brutto-Gewichts pro Achse.

Die Spannungen der äusseren Fasern bei Biegung und bei Torsion verhalten sich bei gleichen Kräften an gleichen Hebelsarmen wie 2:1.

Die Torsionskraft von 29,3 pCt. wird daher eine gleich große äussere Faserspannung veranlassen, als eine auf Biegung wirkende Kraft von  $\frac{29,3 \text{ pCt.}}{2}$ .

Die aus dem Zusammenwirken der beiden vorstehend angegebenen grössten Kräfte resultirende Gesamtwirkung ist da-

her =  $\sqrt{67,3^2 + \left(\frac{29,3}{2}\right)^2}$  = 68,8 pCt. des Brutto-Wagen-Gewichts pro Achse. Eine Achse von 5 Zoll Rheinl. Durchmesser mit Rädern von  $36\frac{3}{4}$  Zoll Rheinl. Durchmesser wird bis zu 160 Ctr. pro □Zoll äusserster Faserspannung gebogen durch eine (am Radius von  $18\frac{3}{4}$  Zoll wirkende) Seitenkraft von 107 Ctr.

Das Brutto-Gewicht des Wagens pro Achse könnte mithin betragen  $\frac{107}{68,8}$  = 155 Ctr., oder, nach Abrechnung des Ei-

gen-Gewichts der Achse mit Rädern (circa 19 Ctr.), die Tragfähigkeit der Achse 136 Ctr.

In gleicher Weise findet sich für Achsen von  $4\frac{1}{2}$  Zoll Rheinl. Durchmesser das Brutto-Gewicht des Wagens pro Achse gleich 113 Ctr. und die Tragfähigkeit der Achse, wenn das Gewicht derselben mit Rädern zu 17 Ctr. angenommen wird, = 96 Ctr.;

für Achsen von 4 Zoll Rheinl. Durchmesser das Brutto-Gewicht des Wagens pro Achse = 79 Ctr., und bei 15 Ctr. Gewicht einer Achse mit Rädern die Tragfähigkeit pro Achse = 64 Ctr.

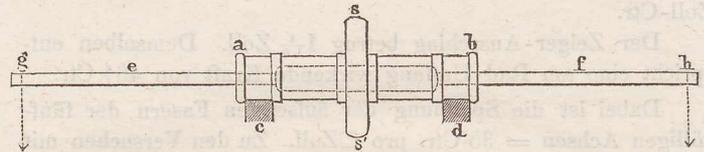
Wollte man für den letzten Fall die Verhältniszahlen gelten lassen, welche bei Achsen von  $3\frac{3}{4}$  Zoll Durchmesser beobachtet wurden, so wäre die Tragfähigkeit einer vierzölligen Achse = 70 Ctr.

So lange für die Wagen nicht ein Normal-Untergestell existirt, wird es nöthig sein, für alle erheblich verschiedenen Constructions die auf die Achsen wirkenden Kräfte durch besondere Versuche festzustellen, weil es unmöglich sein dürfte, den Einfluss aller einzelnen Verschiedenheiten, als z. B. im Verhältniß zwischen Radstand und Wagenlänge, Abstand des Achschenkel-Mittels von der Schiene, Durchmesser der Räder u. s. w. durch Berechnung zu ermitteln.

Um dann aber eine sichere Grundlage für die Berechnung der Achsen-Stärke aus den einwirkenden Kräften zu erlangen,

ist es ebenso nöthig, mit den verschiedenen Eisensorten Versuche über die Widerstandsfähigkeit derselben gegen wiederholte Biegungen anzustellen.

Diese Versuche dürften sich in folgender Weise ausführen lassen:



Es sei  $ab$  in vorstehender Skizze eine in zwei Lagern  $c$  und  $d$  ruhende gußeiserne Welle, in deren Enden zwei Achsen  $e$  und  $f$  so eingekeilt sind, wie bei den Radnaben eines Eisenbahn-Fahrzeuges geschieht.

An den äußeren Enden  $g$  und  $h$  seien die Achsen mittelst Lagerringe und Hebel so belastet, daß die Spannung an der Nabe diejenige ist, mit der die Achsen versucht werden sollen,  $ss'$  sei eine auf der gußeisernen Welle befestigte Riemscheibe, mittelst der die Welle und mit ihr die Achsen gedreht werden.

Setzt man nun diese Vorrichtung mit einer Wellenleitung in Verbindung, z. B. so, daß sie pro Minute 15 Umdrehungen macht, so wird jede der beiden Achsen pro Stunde 900 mal, also in 10 Arbeitsstunden 9000 mal die beabsichtigte Faser-spannung erleiden.

Tabelle,

enthaltend die Resultate der Versuche mit Apparaten zum Messen der Biegung und Torsion von Wagen-Achsen während der Fahrt.

Datum der Fahrt.	Zurückgelegte Bahnstrecke		Meilen.	Gewicht der Ladung Zoll-Ctr.	Brutto-Gewicht des Wagens incl. Ladung Zoll-Ctr.	Größter Zeiger-Ausschlag am Apparat zum Messen der Biegung		Größter Zeiger-Ausschlag am Apparat zum Messen der Torsion		
	von	bis				Zoll	Centner Handels-Gew.	Zoll	Centner Handels-Gew.	
I. Stahlachsen von $3\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser in der Nabe.										
1 Zoll Zeiger-Ausschlag am Apparat zum Messen der Biegung entspricht einer Seitenkraft von $23\frac{1}{2}$ Ctr.										
1 - - - - - Torsion - - - Kraft - - - $18\frac{3}{4}$ -										
In beiden Fällen ist ein Doppel-Ausschlag des Zeigers und die Kraft am Umfang des Rades wirkend verstanden.										
Versuche mit dem vierrädrigen bedeckten Güterwagen No. 1425, welcher leer incl. Achsen 112,5 Ctr. wiegt.										
25. April 1856	Breslau	Berlin	47,5	120	232,5	$\left\{ \begin{matrix} 2\frac{11}{24} \\ 2\frac{4}{12} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 57\frac{37}{48} \\ 54\frac{20}{24} \end{matrix} \right.$	$\frac{11}{12}$	$17\frac{9}{48}$	
29. - -		zurück	47,5	120	232,5	$\left\{ \begin{matrix} 2\frac{3}{12} \\ 2\frac{7}{12} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 52\frac{21}{24} \\ 60\frac{17}{24} \end{matrix} \right.$	$\frac{10}{12}$	$15\frac{20}{48}$	
29. Mai -	Breslau	Berlin	47,5	$122\frac{3}{4}$	$235\frac{1}{4}$	$\left\{ \begin{matrix} 3\frac{1}{16} \\ 2\frac{9}{16} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 71\frac{13}{32} \\ 60\frac{7}{32} \end{matrix} \right.$	$1\frac{1}{2}$	$20\frac{15}{48}$	
1. Juni -		zurück	47,5	$95\frac{1}{2}$	208	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{11}{12} \\ 2\frac{1}{12} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 45\frac{1}{24} \\ 48\frac{23}{24} \end{matrix} \right.$	$1\frac{1}{16}$	$19\frac{50}{96}$	
Juli, mit einer besonderen Maschine und Personenzug-Geschwindigkeit	Breslau	Lissa	3	120	232,5	$\left\{ \begin{matrix} 2\frac{1}{12} \\ 2\frac{11}{12} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 48\frac{23}{24} \\ 68\frac{13}{24} \end{matrix} \right.$	1	$18\frac{3}{4}$	
		zurück								
8. Aug. -	Breslau	Liegnitz	8,3	leer	112,5	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{5}{16} \\ 1 \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 22\frac{1}{2} \\ 23\frac{1}{2} \end{matrix} \right.$	$\frac{9}{16}$	$10\frac{35}{64}$	
8. - -		zurück	8,3	leer	112,5	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{11}{16} \\ 1\frac{5}{8} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 21\frac{13}{24} \\ 22\frac{1}{2} \end{matrix} \right.$	$\frac{8}{12}$	$12\frac{24}{48}$	
			209,6		1365,75	$28\frac{5}{144}$	$658\frac{141}{144}$	$6\frac{6}{48}$	$114\frac{162}{192}$	

Datum der Fahrt.	Zurückgelegte Bahnstrecke		Meilen.	Gewicht der Ladung	Brutto-Gewicht des Wagens incl. Ladung	Größter Zeiger-Ausschlag am Apparat zum Messen der Biegung		Entsprechende Kraft am Rad-Umfang	Größter Zeiger-Ausschlag am Apparat zum Messen der Torsion	
	von	bis				Zoll	Centner Handels-Gew.		Zoll	Centner Handels-Gew.
Diese Achsen wurden unter den vierrädri gen Kohlenwagen No. 942 (zu 30 Tonnen) gebracht, dessen Eigengewicht 101 Ctr. beträgt.										
21. Octbr. 1856	Breslau	Berlin	47,5	120	221	{ 2 2 1/4	{ 47 52 7/8	1 1/4	23 7/16	
23. - -		zurück	47,5	50	151	{ 1 3/16 1 5/16	{ 27 3/8 30 3/8	1 1/8	12 5/8	
26. Jan. 1857	Breslau	Berlin	47,5	117,5	218,5	{ 1 1/8 1 7/8	{ 42 1/2 44 1/8	3 3/4	15 7/16	
28. - -		zurück	47,5	84,18	185,18	{ 2 1/4 2 5/8	{ 57 3/8 50 3/4	1 1/8	19 5/8	
7. Febr. -	Breslau	Berlin	47,5	111	212	{ 1 7/8 2 1/2	{ 44 1/8 48 3/4	3/4	14 1/16	
11. - -		zurück	47,5	120	221	{ 2 1/2 2 1/4	{ 48 3/4 52 7/8	1 5/8	17 3/4	
18. - -	Breslau	Berlin	47,5	119 3/8	220 2/8	{ 1 7/8 1 11/16	{ 44 1/8 39 3/4	1 1/2	20 1 1/8	
24. - -		zurück	47,5	120	221	{ 2 5/8 1 3/2	{ 50 3/4 46 1 7/8	1 1/4	23 7/16	
20. März -	Breslau	Berlin	47,5	120 3/4	221 3/4	{ 1 7/8 1 3/4	{ 44 1/8 41 5/8	—	—	
24. - -		zurück	47,5	120	221	{ 2 1/8 1 3/4	{ 47 4 7/8 41 1/8	1 1/8	19 5/8	
			475,0		2093,09	38 8 1/2	902 3 1/4	8 2 1/8	167 3 0/6	

Diese Achsen wurden unter den vierrädri gen bedeckten Güterwagen No. 1363 gebracht, dessen Eigengewicht 111,3 Ctr. ist.

15. April 1857	Breslau	Berlin	47,5	120,3	231,6	{ 2 5/8 1 1 1/2	{ 61 1 1/8 45 2 3/4	1 3/8	25 7 5/8
20. - -		zurück	47,5	120	231,3	{ 2 5/8 2 1/3	{ 54 1 1/2 54 3/8	1 2/3	22 3 3/8
4. Mai -	Breslau	Berlin	47,5	120,5	231,8	{ 2 5/8 2 1/4	{ 56 1 9/8 52 5/8	1 7/8	29 3 3/8
6. - -		zurück	47,5	120	231,3	{ 2 1 1/2 2 2/3	{ 58 3/4 62 4/8	1 1/2	20 1 5/8
9. Juli -	Breslau	Berlin	47,5	120	231,3	{ 1 2 3/4 2 1 1/2	{ 46 1 1/8 48 2 3/4	1 5/4	22 6 3/8
18. - -	Berlin	Breslau	47,5	125	236,3	{ 2 4/8 2 9/4	{ 54 2 0/8 55 9/8	5/8	15 1 5/8
			285,0		1393,6	27 1 7/8	642 7 9/8	7 2 1/2	136 2 0 7/8

Diese Achsen wurden unter den sechsrädri gen offenen Kohlenwagen No. 1632 gebracht, dessen Eigengewicht 117,3 Ctr. ist.

21. Aug. 1857	Breslau	Frankfurt	36,7	194	311,3	{ 2 1 9/8 2 2 1/4	{ 65 2 9/8 57 3 7/8	1 3/4	21 9/8
5. Septbr. -		zurück	36,7	leer	117,3	{ 1 3/2 1 7/2	{ 29 9/4 37 5/4	1/2	9 3/8
11. - -	Breslau	Frankfurt	36,7	190	307,3	{ 2 7/4 2 7/4	{ 53 4 1/8 53 2 5/8	2 1/4	16 3 9/8
26. - -		zurück	36,7	182	299,3	{ 2 3/2 1 1 1/2	{ 52 1 1/4 45 1 1/4	1	18 3/4
			146,8		1035,2	16 5/8	395 7 1/2	3 1/2	65 5/8

Anmerkung. Bei dem sechsrädri gen Wagen No. 1632 sind die Tragfedern der Art, daß die Belastung einer Endachse sich zu der der Mittelachse wie 8 : 7 verhält, es kommen deshalb 8/23 vom Brutto-Gewicht des Wagens auf je eine Endachse.

Datum der Fahrt.	Zurückgelegte Bahnstrecke		Meilen.	Gewicht der Ladung.	Brutto-Gewicht des Wagens incl. Ladung	Größter Zeiger-Ausschlag am Apparat zum Messen der Biegung	Entsprechende Kraft am Rad-Umfang	Größter Zeiger-Ausschlag am Apparat zum Messen der Torsion	Entsprechende Kraft am Rad-Umfang	
	von	bis								Zoll-Ctr.
<p>II. Eiserne Achsen von 5 Zoll Durchmesser in der Nabe.                      1 Zoll Zeiger-Ausschlag am Apparat zum Messen der Biegung entspricht einer Seitenkraft von 70½ Ctr.                      1 - - - - - Torsion - - - Kraft - 44 -                      Versuche mit dem vierrädrigen offenen Kohlenwagen No. 1710 zu 45 Tonnen Kohlen Ladungsfähigkeit. Der Wagen wiegt leer incl. Achsen 119 Ctr.</p>										
26. Jan. 1857	Breslau	Berlin	47,5	134,14	253,14	$\left\{ \begin{matrix} 3\frac{1}{2} \\ 1 \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 68\frac{19}{24} \\ 70\frac{1}{2} \end{matrix} \right.$	$\frac{17}{40}$	$16\frac{2}{3}$	
28. - -		zurück	47,5	81,27	200,27	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{1}{4} \\ 2\frac{3}{4} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 73\frac{21}{45} \\ 67\frac{27}{48} \end{matrix} \right.$	$\frac{1}{2}$	22	
7. Febr. -	Breslau	Berlin	47,5	178	297	$\left\{ \begin{matrix} 7 \\ 1\frac{1}{2} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 61\frac{11}{16} \\ 79\frac{5}{16} \end{matrix} \right.$	$\frac{5}{8}$	$27\frac{1}{3}$	
11. - -		zurück	47,5	200	319	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{1}{2} \\ 1\frac{1}{8} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 76\frac{9}{4} \\ 79\frac{5}{16} \end{matrix} \right.$	$\frac{21}{32}$	$28\frac{2}{3}$	
18. - -	Breslau	Berlin	47,5	197,3	316,3	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{7}{8} \\ 1\frac{3}{2} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 85\frac{9}{64} \\ 103\frac{3}{64} \end{matrix} \right.$	$\frac{3}{4}$	33	
24. - -		zurück	47,5	200	319	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{1}{2} \\ 1\frac{3}{2} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 94\frac{47}{64} \\ 77\frac{7}{64} \end{matrix} \right.$	$\frac{13}{16}$	$35\frac{12}{16}$	
20. März -	Breslau	Berlin	47,5	199,25	318,25	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{3}{6} \\ 7 \\ 5 \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 83\frac{3}{2} \\ 61\frac{1}{6} \end{matrix} \right.$	$\frac{21}{32}$	$28\frac{2}{3}$	
24. - -		zurück	47,5	200	319	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{9}{64} \\ 1\frac{1}{2} \\ 3 \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 91\frac{55}{64} \\ 72\frac{45}{64} \end{matrix} \right.$	$\frac{41}{64}$	$28\frac{12}{14}$	
			380		2341,96	$17\frac{133}{192}$	$1247\frac{129}{384}$	$51\frac{21}{320}$	$222\frac{284}{384}$	
<p>Dieselben Achsen wurden unter den vierrädrigen bedeckten Güterwagen No. 2138 gebracht, dessen Eigengewicht incl. Achsen 129½ Ctr. ist.</p>										
15. April 1857	Breslau	Berlin	47,5	199	328,5	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{1}{4} \\ 1 \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 88\frac{1}{8} \\ 70\frac{1}{2} \end{matrix} \right.$	$1\frac{1}{16}$	$46\frac{12}{16}$	
19. - -		zurück	47,5	200	329,5	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{4}{2} \\ 1\frac{3}{2} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 94 \\ 89\frac{15}{44} \end{matrix} \right.$	1	44	
4. Mai -	Breslau	Berlin	47,5	200,7	330,2	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{9}{4} \\ 1\frac{1}{4} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 96\frac{45}{8} \\ 73\frac{21}{8} \end{matrix} \right.$	$\frac{11}{12}$	$40\frac{4}{14}$	
6. - -		zurück	47,5	200	329,5	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{11}{4} \\ 1\frac{3}{4} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 102\frac{39}{8} \\ 85\frac{3}{8} \end{matrix} \right.$	$\frac{23}{24}$	$42\frac{4}{14}$	
9. Juli -	Breslau	Berlin	47,5	198	327,5	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{1}{2} \\ 1\frac{1}{4} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 76\frac{9}{4} \\ 73\frac{11}{8} \end{matrix} \right.$	$\frac{7}{12}$	$25\frac{8}{12}$	
18. - -		zurück	47,5	208	337,5	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{3}{2} \\ 1\frac{21}{8} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 88\frac{3}{4} \\ 101\frac{3}{8} \end{matrix} \right.$	$\frac{7}{12}$	$25\frac{8}{12}$	
			285,0		1982,7	$14\frac{107}{144}$	$1039\frac{111}{288}$	$5\frac{5}{8}$	$224\frac{28}{8}$	
<p>Dieselben Achsen wurden unter den sechsrädrigen bedeckten Gepäckwagen No. 238 gebracht, dessen Eigengewicht 223,3 Zoll-Ctr. ist.</p>										
21. Aug. 1857	Breslau	Frankfurt	36,7	106	329,3	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{1}{2} \\ 1\frac{1}{2} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 64\frac{15}{24} \\ 58\frac{1}{24} \end{matrix} \right.$	.	.	
5. Septbr. -		zurück	36,7	leer	223,3	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{9}{4} \\ 1\frac{1}{2} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 55\frac{39}{8} \\ 64\frac{1}{24} \end{matrix} \right.$	$\frac{11}{24}$	$20\frac{4}{24}$	
11. - -	Breslau	Frankfurt	36,7	90	313,3	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{1}{2} \\ 2\frac{3}{4} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 64\frac{15}{24} \\ 67\frac{27}{8} \end{matrix} \right.$	$\frac{15}{24}$	$27\frac{12}{24}$	
27. - -		zurück	36,7	92	315,3	$\left\{ \begin{matrix} 1\frac{1}{2} \\ 1\frac{1}{2} \end{matrix} \right.$	$\left\{ \begin{matrix} 76\frac{9}{4} \\ 76\frac{9}{4} \end{matrix} \right.$	$\frac{8}{12}$	$29\frac{4}{12}$	
			246,8		1181,2	$7\frac{6}{12}$	$528\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	77	
<p>Anmerkung. Bei dem sechsrädrigen Wagen No. 238 sind die Tragfedern der Art, daß die Belastung einer Endachse sich zu der der Mittelachse wie 7 : 5 verhält, es kommen deshalb <math>\frac{7}{12}</math> vom Brutto-Gewicht des Wagens auf je eine Endachse.</p>										

Wöhler.

**Anderweitige architektonische Mittheilungen und Kunst-Nachrichten.**

**Gusseiserne Röhren mit elastischem Verbindungsmittel, nach dem System von M. H. Petit in Paris.**

(*Nouvelles Annales de la Construction*, Juliheft 1858.)

Der Zweck der Petit'schen Construction geht dahin, den Brüchen in Röhrenleitungen in Folge der Anwendung von starren Verbindungsmitteln vorzubeugen und zugleich mittelst Caoutchoucs \*) eine vollkommene Dichtung zu erreichen, als mit Blei und getheerter Schnur möglich ist.

Fig. 1. Durchschnitt nach LM. Fig. 2.

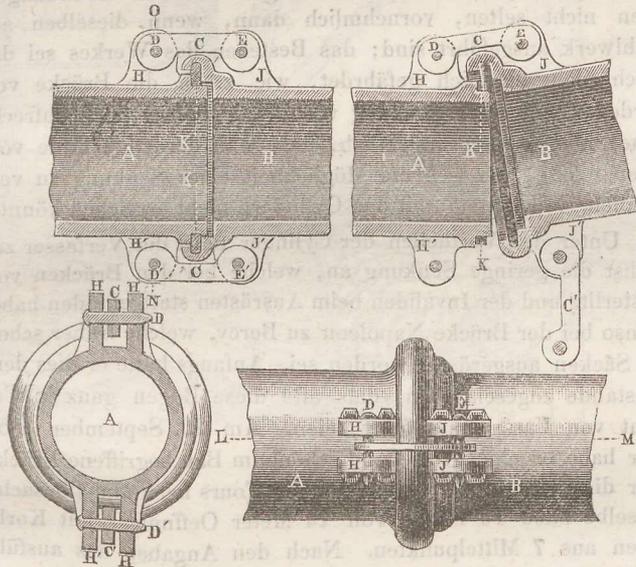


Fig. 3. Durchschnitt nach ON. Fig. 4.

\*) Vergl. die Dichtung durch Ringe von Gutta-Percha bei den Röhren der Homberg-Ruhrorter Traject-Anstalt bei einem Drucke von ca. 40 Atmosphären. *Zeitschrift für Bauwesen*, Jahrg. 1857, S. 375.

Bei Röhren, deren Dichtung mit Hilfe der letztgenannten Materialien erfolgt, kann das Blei vom Eisen sich lösen, sowohl, wenn die Röhren sich bei einem Wechsel der Temperatur verlängern oder verkürzen, als auch, wenn die Röhrenleitung an einer Verbindungsstelle eine Biegung oder starke Erschütterungen erleidet. Petit ersetzt deshalb das Blei und die Schnur durch einen Ring von vulkanisirtem Caoutchouc, welcher, an der Verbindungsstelle zweier Röhren einmal eingeschlossen, unter keinen Umständen entweichen kann (vergl. die nebenstehenden Figuren). Die Röhren werden, die öhrförmigen Ansätze H und I in senkrechter Richtung, verlegt (Fig. 3).

Um die Verbindung herzustellen, wird, nachdem der Caoutchouc-Ring K auf das Rohr A gelegt ist, zunächst das Verbindungsstück C durch die Zapfen D und E an die Rohrstücke A und B befestigt, indem man das Rohr B anhebt, alsdann läßt man letzteres bis zur richtigen Lage herab, wodurch der Ring K eine starke Pressung erfährt, und legt dann die Platte C' zur Vervollständigung der Verbindung an. — Der Gebrauch des Rohres B als Hebel, um den Ring zu comprimiren, ist eben so einfach als wirksam. Mit 2 bis 4 Handarbeitern lassen sich 500 bis 1000 Meter von 0,04 bis 0,125 Meter Durchmesser täglich verlegen. Bei den Versuchen, welche von den Ingenieuren des Magistrats von Paris angestellt sind, wurde der Druck in den Röhren bis auf 10 Atmosphären gebracht, ohne daß sich Undichtigkeiten an den Stößen gezeigt hätten. Mit gewissen Arten von vulkanisirtem Caoutchouc soll man sogar Röhrenleitungen für heißes Wasser resp. für Dampf dichten können.

**Ausrüstung von Brückenbögen vermittelst Sand.**

Aus den *Annales des ponts et chaussées*, (1857 Sept. et Oct.-Art. No. 181) „*Décintrement des arches de pont au moyen du sable; perfectionnements*“, par Mr. Beaudemoulin, ing. en chef des ponts et chaussées.

(Mit Zeichnungen auf Blatt F' im Text.)

„Die Anwendung des Sandes bei Ausrüstungen von Brückenbögen kommt fast allgemein in Aufnahme; der häufige Gebrauch dieses Verfahrens macht die Verbesserungen, deren dasselbe fähig sein möchte, von Wichtigkeit.“

Nach diesen einleitenden Worten bezieht sich der Verfasser auf eine früher von ihm in den *Annales* (1854, 5. Heft) veröffentlichte Notiz, in welcher er zuerst von Blechcylindern gesprochen habe, deren Anwendung ihm von seinem Freunde de Szilly vorgeschlagen sei. Er habe damals neben den Vortheilen, welche dieselben gewähren können, auch die Nachteile hervorgehoben, und besonders den, daß der Sand während der längeren Zeitdauer von ungefähr drei Monaten entweder durch Verbindung mit dem Eisenoxyd, oder einfach durch die Feuchtigkeit zusammenballen würde, und dann in

diesem Zustande der Ausleerung widerstehen möchte; die entstandenen Höhlungen würden unregelmäßig zusammenstürzen und Erschütterungen verursachen, welche den ganzen Vortheil des Systems vernichten würden. Er habe geschlossen, daß es vorzuziehen sein möchte, den Sand anzuwenden gleich nachdem er durch die Austrocknung vorbereitet wäre, und erst dann, wenn das Ausrüsten selbst begönne.

Diese gewiß sehr wahrscheinlichen Bedenken seien bis jetzt durch die Erfahrung nicht gerechtfertigt worden. Man habe schon eine ziemlich große Anzahl von Bögen mittelst Cylinder ausgerüstet; der Sand sei häufig, und in der Regel durch das Wasser zum Anfeuchten des Mauerwerks, naß geworden; dennoch sei man immer zum Ziele gelangt. Man habe dabei ein wirksames Mittel angewendet, nämlich von

Zeit zu Zeit leichte Hammerschläge gegen die Cylinder geführt, durch deren Erschütterungen der Sand wieder aufgelockert wird.

Ueber die in Paris gemachten Anwendungen solcher Cylinder mit Sand zum Ausrüsten der großen Bögen bei der Austerlitz-, Invaliden- und Alma-Brücke giebt der Verfasser folgende Details:

„Die Cylinder oder Muffen von Eisenblech,  $0^m,002$  dick, hatten  $0^m,30$  inneren Durchmesser bei  $0^m,30$  Höhe; jeder von ihnen war auf eine hölzerne Platte von  $0^m,03$  Dicke und  $0^m,40$  Seite gestellt. Auf der Platte war eine Holzscheibe von  $0^m,02$  Dicke und  $0^m,30$  Durchmesser aufgenagelt, um den Cylinder zu befestigen. Dieser war  $0^m,03$  oberhalb seiner untern Grundfläche mit vier Oeffnungen von  $0^m,02$  Durchmesser versehen, welche durch das Blech, und je zwei einander gegenüber stehend, gebohrt waren, jede mit einem einfachen Korkpfropfen geschlossen.

An der Alma-Brücke fing man an, den Bogen auf hölzernen Schwellen zu wölben. Nach der Vollendung ersetzte man diese nach und nach durch die Cylinder voll Sand mit ihrem Zubehör. Man bediente sich dabei eiserner Keile, mit denen man die obere Schwelle ein wenig lüftete, um den nöthigen Spielraum zu gewinnen. Für die richtige Stellung einer Anzahl von Cylindern war man genöthigt, zwischen die Kolben derselben und die Schwellenlagen Holzkeile mit Hammerschlägen einzutreiben, welche manchmal zu ziemlich starken Verschiebungen Anlaß gaben. Während der Zeit des Ausrüstens floß der Sand, welcher seit der Aufstellung durch eine leichte Gypsdecke zwischen dem Obertheil des Cylinders und dem Kolben gesichert war, im Allgemeinen willig aus.

Dabei habe ich eine in ihrer Art sehr merkwürdige Thatsache beobachtet, welche das, was ich bereits über die Vorzüge der Anwendung des Sandes bei Ausrüstungen angedeutet habe, bestätigt. Es ist dies die Bildung einer kleinen halbkugelförmigen, ungefähr  $0^m,10$  hohen Anhäufung des Sandes auf der Platte unter jeder entpfropften Oeffnung. Der schwache Druck dieser Anhäufung an seiner oberen Spitze auf die Ausfluß-Oeffnung reichte vollkommen hin, um, ungeachtet der außerordentlichen Last, das Ausfließen des Sandes aufzuhalten, welches wieder anfang, sobald man ganz oder theilweise den kleinen Sandkegel fortnahm. Man würde also eine eben so einfache wie genaue Maafsregel für das Ausfließen haben und folglich auch für das Setzen des Bogens, wenn der Sand in allen Cylindern flüssig wäre; dem war aber nicht so. Die Gypsdecke war nicht ausreichend, der Sand erwies sich oft als feucht von durchgedrungenem Wasser, welches die Steinsetzer und Maurer bei ihrer Arbeit verwendet hatten.

Wenn der Sand nicht freiwillig fließen will, so bringt man ihn durch Schlagen gegen den Cylinder in Thätigkeit, und zieht ihn mit einem eisernen klauenförmigen Haken von  $0^m,03$  Höhe heraus, der einen Theil von einem Spieße,  $0^m,35$  lang bei  $0^m,008$  Dicke, bildet, dessen Ende, spitz zugeschnitten, anfangs zum Herausnehmen der Pfropfen dient.“

Nach dieser Beschreibung bespricht der Verfasser zunächst die Nachteile der Anwendung des Sandes in den Blechcylindern. Dieselben hätten bis jetzt nicht den oben erwähnten, anfangs von ihm befürchteten Nachtheil gezeigt, wohl aber einen andern mehr hervortretenden, welchen er in einem Artikel des Journals „l'ingenieur“, November 1855, dann in einem anderen der „annales des ponts et chaussées“, 1856, 2. Heft, angedeutet habe. Es sei dies das Unzureichende der zwischen den parallelen Schwellen möglichen Annäherung, oder des Setzens, welches stattfinden kann.

So betrug bei den Bögen der Austerlitz-Brücke die Ent-

fernung der Schwellen  $0^m,50$ ; davon geht aber ab die Höhe des Cylinders und der Platte mit  $0^m,33$ , die Stärke der inneren Scheibe mit  $0^m,02$ , die Sandschicht, welche nicht herausgezogen werden kann (Dicke des Hakens), mit  $0^m,03$ : zusammen  $0^m,38$ , und es bleiben also nur  $0^m,12$  als mögliche Annäherung der Schwellen.

Die Anwendung von Sandsäcken würde, unter den nämlichen Umständen, die wichtige Möglichkeit gewährt haben, die Bögen sich um 43 Centimeter setzen zu lassen.

Bei der Alma-Brücke hätten sich in den Pfeilergründungen und Widerlagern bedeutende Senkungen gezeigt, so daß ein Setzen des Bogens von  $0^m,09$  noch nicht hingereicht habe, und man die ersten Cylinder durch andere, weniger als halb so hohe, habe ersetzen müssen.

Die Beispiele solcher Senkungen bei den Gründungen seien nicht selten, vornehmlich dann, wenn dieselben auf Pfahlwerk ausgeführt sind; das Bestehen des Werkes sei dadurch nicht ernstlich gefährdet, wie z. B. die Brücke von Bordeaux mit einer Senkung von  $0^m,50$  immer noch aufrecht stehe; aber es sei ersichtlich, daß man derartige Fälle vorsehen müsse, um sich die Möglichkeit einer Senkung zu verschaffen, welche man mit den Cylindern nicht erreichen könnte.

Unter den Vortheilen der Cylinder führt der Verfasser zunächst die geringe Senkung an, welche bei den Brücken von Austerlitz und der Invaliden beim Ausrüsten stattgefunden habe, ebenso bei der Brücke Napoléon zu Bercy, welche früher schon mit Säcken ausgerüstet worden sei. Anfangs hätte er dies dem Umstande zugeschrieben, daß alle diese Bögen ganz in Cement von Vassy ausgeführt seien. Am 20. September 1856 aber habe er eine große und schöne im Bau begriffene Brücke über die Loire in der Eisenbahn von Tours nach Mans besucht. Dieselbe habe 15 Bögen von 24 Meter Oeffnung, mit Korbbögen aus 7 Mittelpunkten. Nach den Angaben des ausführenden Ingenieurs haben die großen Bögen aus Werksteinen, mit hydraulischem Mörtel aus Kalk von Paviers ohne Zusatz von Cement, beim Ausrüsten sich nur sehr schwach, um 8 bis 10 Millimeter gesenkt, ja sogar drei Bögen, welche allerdings drei Monate auf dem Lehrgerüst geblieben waren, höchstens um 5 Millimeter. Die Ausrüstung erfolgte mittelst Sand in Blechcylindern.

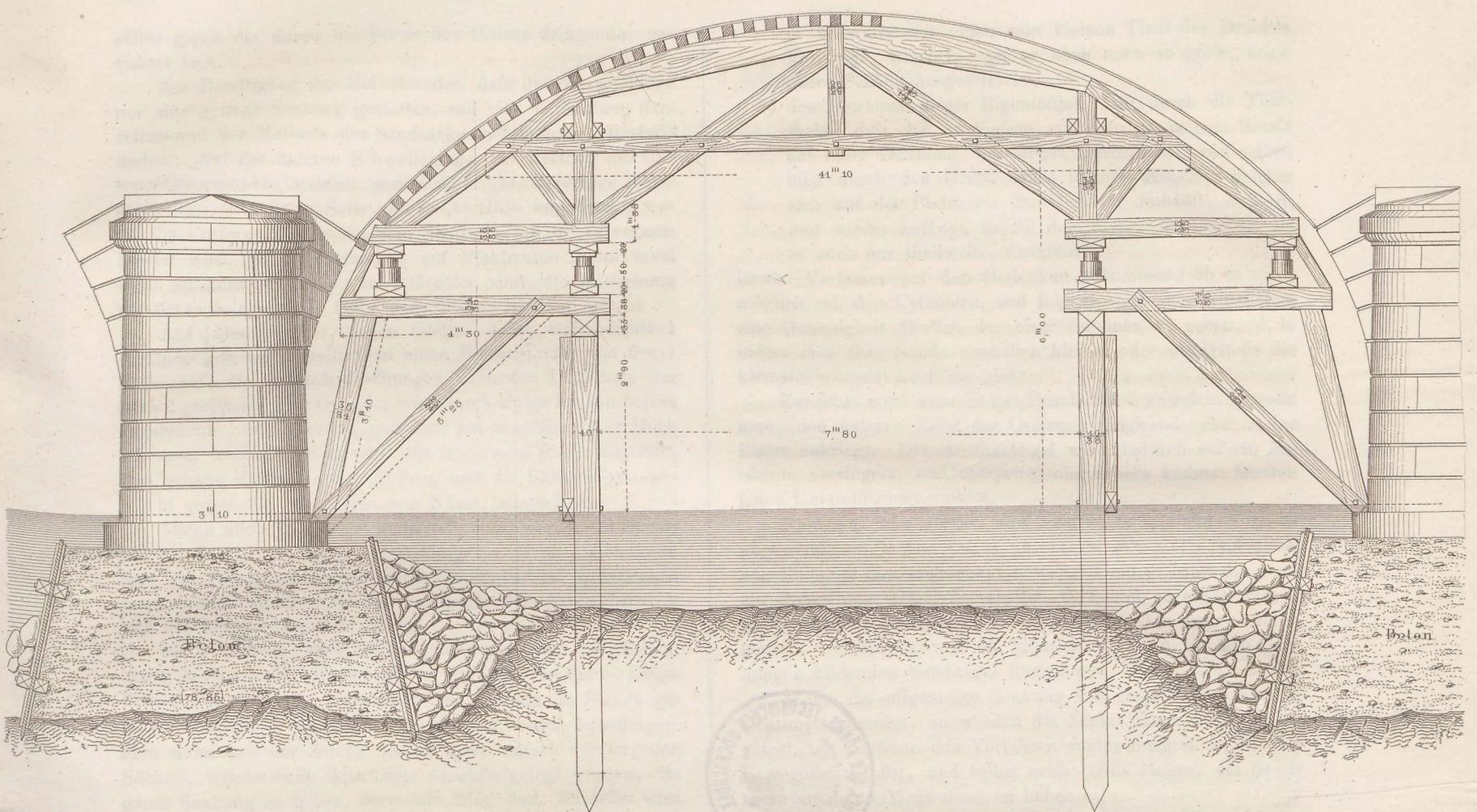
Diese geringen Senkungen von 5 bis 10 Millimetern haben den Verfasser überrascht. Er ist zu der Ueberzeugung gelangt, daß die Anwendung des Sandes in Blechcylindern doch vorzuziehen sei, besonders, da seine mehrfach erwähnte Befürchtung, daß der Sand durch sein mehrmonatliches Verbleiben in den Cylindern seine Beweglichkeit verlieren würde, sich nicht bestätige.

Bei der Annahme der Blechcylinder scheinen ihm indessen einige Verbesserungen möglich und nothwendig, und werden als solche folgende angeführt:

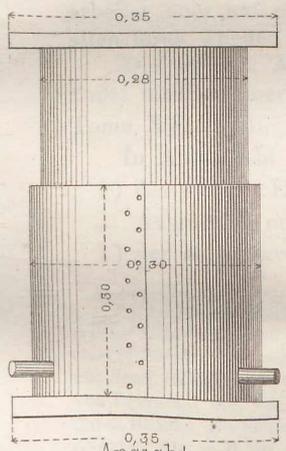
Zur Bewahrung des Sandes vor Feuchtigkeit solle auf der Holzunterlage, welche den Cylinder aufzunehmen bestimmt ist, entweder eine hinreichend starke Lage von Theer oder eine Caoutchoucplatte ausgebreitet werden. Nachdem der Cylinder darauf gesetzt ist, gieße man den gut am Feuer getrockneten Sand hinein und stelle den Kolben darauf, auf dessen Unterfläche eine etwas überstehende Caoutchoucplatte anzubringen ist. Wenn die Kolben alle richtig in's Niveau eingestellt sind, füge man endlich zwischen ihnen und den Cylindern noch eine Dichtung von Theer und Werg hinzu.

Ebenso sind auch die Verbindungsstellen des Blechs zu sichern: entweder durch Löthung, oder Kitt, oder Theer. Durch diese Mittel wird der Sand gegen alle Feuchtigkeit,

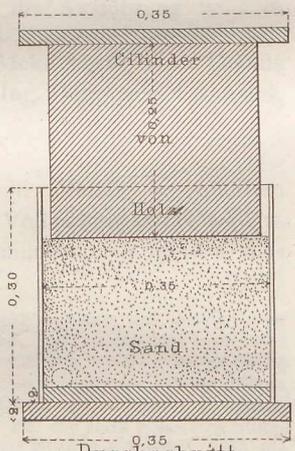
Ansicht.



Hülse von Eisenblech zur Ausrüstung.

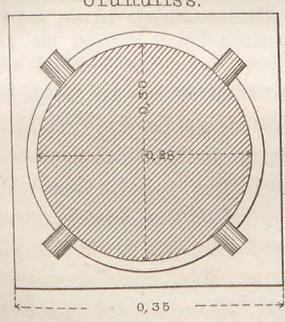


Ansicht.

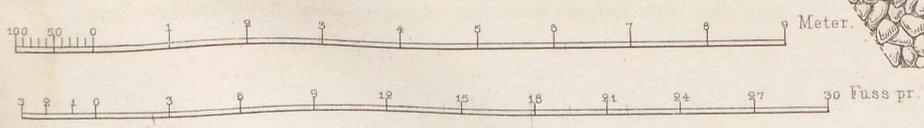
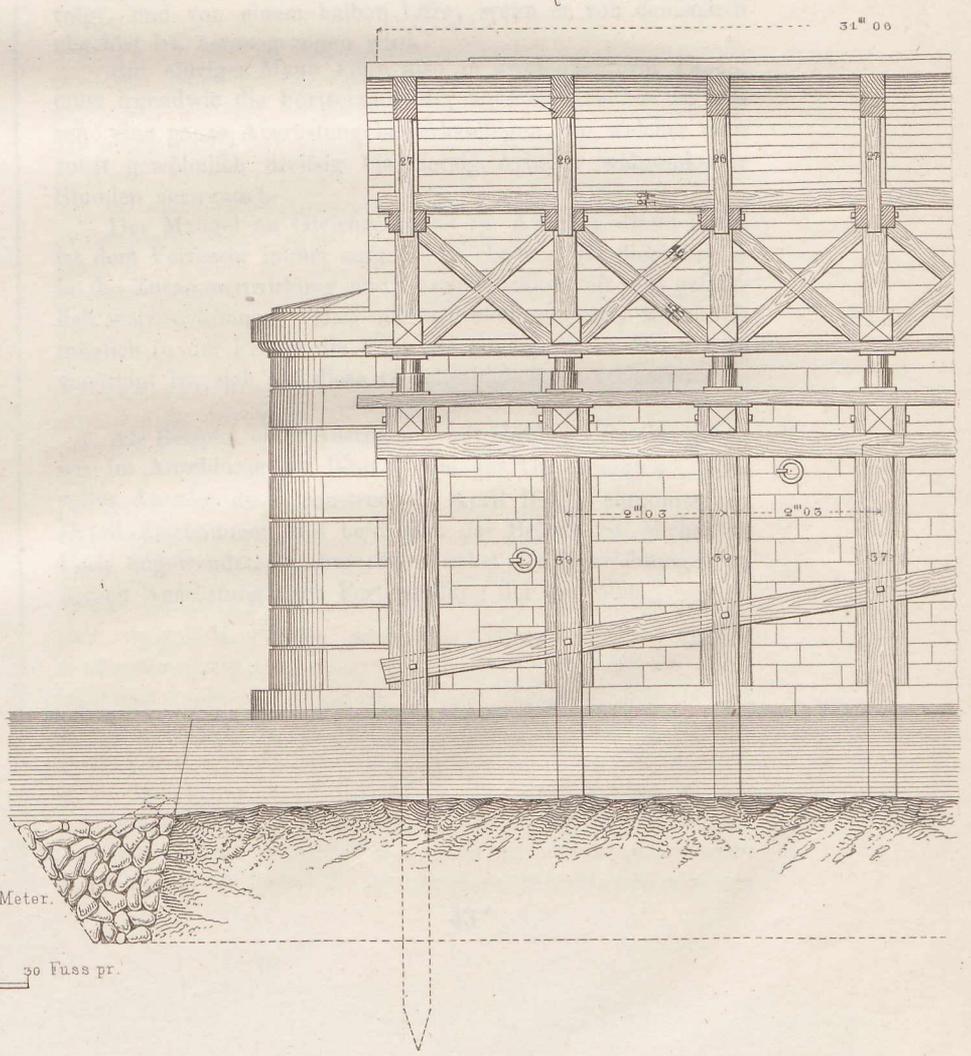


Durchschnitt.

Grundriss.



Querdurchschnitt.



selbst gegen die durch die Poren des Holzes dringende, gesichert sein.

Zur Beseitigung des Uebelstandes, daß die Blechcylinder nur eine geringe Senkung gestatten, soll eine Verbindung derselben mit der Methode der Sandsäcke in folgender Art stattfinden: Auf der unteren Schwellenlage, zur Rechten der Unterstützungspunkte, werden, genau senkrecht, viereckige Holzsockel von circa  $0^m,35$  Seite und  $0^m,15$  Höhe angebracht, wobei die Entfernung zwischen den Schwellen zu  $0^m,40$  vorausgesetzt wird. Bei Gründungen auf Pfahlrosten kann man, wenn stärkere Senkungen zu befürchten sind, die Entfernung auf  $0^m,50$  bringen; die Höhe des Sockels ist dann  $0^m,25$ .

Auf jedem Sockel, gegen Gleiten durch einige Spitzen vorläufig gesichert, stellt man einen Blechcylinder von  $0^m,15$  Höhe auf, die Ausfluß-Oeffnungen nach der Diagonale der Sockel gerichtet. Der Cylinder wird durch einige um ihn herum angebrachte Stifte befestigt, und dann auf ungefähr  $0^m,12$  Höhe mit recht feinem, reinem und sehr trockenem Sande angefüllt. Das genaue Einrichten der Kolben, und die Sicherheitsmaafsregeln gegen das Eindringen von Nässe, wie früher.

Wenn alle Cylinder gut aufgestellt sind, werden sie ebenso wie die Sockel mit einer Verstärkung von Gyps versehen, so daß das Ganze denjenigen Erschütterungen gut widerstehen kann, welche die Zimmerleute beim Legen der oberen Schwelle und der Lehrgerüste verursachen.

Es ist wichtig, daß letztere unmittelbar auf den Kolben liegen können; die Lüftung der bei der oben erwähnten Loire-Brücke angewendeten Gegenkeile ist vielleicht im Stande gewesen, zu den beobachteten geringen Senkungen beizutragen. Man sieht, daß der Zweck der Cylinder einfach der ist, den Säcken, welche beim Ausrüsten daneben gelegt werden, die ganze Senkung zu geben, deren sie fähig sind. Dieselbe wird vollständig sein, wenn der Lehrbogen nicht mehr herabgeht, indem man den Sand aus den Cylindern ausfließen läßt. Man wird diesen durch Fortdauer des Ausfließens den nothwendigen Spielraum geben, um sie fortnehmen zu können: dann arbeitet man auf den Säcken, und die Ausführung wird in allen ihren Theilen gleichmäÙig sein.

Die auf die Anwendung der Säcke bezüglichen Details findet man in einer Bemerkung des Ing. Desnoyens [Annales, Tome XVIII] \*).

In Anbetracht

- 1) des ganzen Einflusses einer sehr allmählig ausgeführten Ausrüstung auf die schließliche Vollendung des Gewölbes,
- 2) der so merkwürdigen Eigenthümlichkeit des Sandes, daß

\*) Diese zur Ausrüstung benutzten Säcke bestehen aus gewöhnlicher starker Leinwand, sind an beiden Enden offen, und werden hier vermittelt starker Stricke zusammengeschnürt und festgebunden, sobald man die Säcke mit Sand füllen will. In der Mitte befinden sich noch zwei kleine Röhren von Leinwand und von  $0^m,06$  bis  $0^m,07$  Durchmesser, welche gleichfalls durch Stricke geschlossen gehalten werden. Für die stark belasteten Stützpunkte, wie z. B. in den Pfahlreihen in der Mitte des Bogens, sind die Säcke verdoppelt. Sodann sind die Säcke in der Mitte noch mit einem Gurt umgeben, welcher sie an derjenigen Stelle verstärkt, an der sie in Folge der Belastung am meisten zum Zerreißen geneigt sind. Die mit Sand gefüllten Säcke bilden Cylinder von  $0^m,35$  Durchmesser und etwa  $0^m,40$  Länge, wobei jedoch die zusammengebundenen äußeren Enden nicht mitgemessen sind.

er seitwärts nur einen sehr kleinen Theil des Druckes überträgt, welchem, sei er auch noch so groß, seine obere Schicht ausgesetzt ist,

- 3) des Beweises dieser Eigenthümlichkeit durch die That- sache, daß das Ausfließen von sehr trockenem Sande aus einer Oeffnung von  $0^m,02$  Durchmesser von selbst, bloß durch den Druck eines kleinen Kegels, welcher sich auf der Platte vor der Oeffnung anhäuft, aufhört, und wieder anfängt, sobald man diese Ansammlung, sei es auch nur theilweise, fortnimmt,

ist der Verfasser auf den Gedanken gekommen, ob es nicht möglich sei, den Cylindern, und folglich auch dem Ausrüsten, eine Genauigkeit ähnlich der einer Sanduhr zu geben, d. h. indem man dem Sande unendlich kleine, oder wenigstens die kleinstmöglichen Ausflüsse giebt.

Zunächst wird man in der Praxis damit ausreichen, wenn man, den unteren Rand der Oeffnung tangirend, eine kleine Platte anbringt. Der Ausflußkegel wird dadurch auf ein Minimum verringert, und entspricht einem sehr kleinen Senken jedes Unterstützungspunktes.

Nachdem zum Beginn des Ausrüstens alle zur Vorsicht angewendeten Decken von Gyps, Theer, Werg etc. und alles, was Reibung verursachen kann, weggenommen ist, kann dann ein einziger zuverlässiger Arbeiter, nach und nach und immer in derselben Reihenfolge von einem Cylinder zum anderen gehend, die Pfropfen und die kleinen sich dann vor den Oeffnungen bildenden Sandkegel fortnehmen.

Wenn die allgemeine Senkung des Bogens ungefähr  $1\frac{1}{2}$  Centimeter beträgt, so werden die Säcke neben die Cylinder gelegt, mit letzteren das Verfahren weiter fortgesetzt, bis die Bewegung aufhört, und selbst noch etwas länger, um Spielraum zu deren Wegnahme zu haben.

Dann wird ebenso vermittelt der Säcke weiter verfahren, indem aus jedem derselben allmählig ein kleines Maafs von einem Decilitre, so lange der Lehrbogen noch das Gewölbe trägt, und von einem halben Litre, wenn er von demselben abgelöst ist, herausgezogen wird.

Ein einziger Mann kann also in zwei oder drei Tagen, ohne irgendwie die Fortsetzung der anderen Arbeiten zu stören, eine ganze Ausrüstung bewerkstelligen, zu welcher man sonst gewöhnlich dreißig bis vierzig Arbeiter während vier Stunden verwendet.

Der Mangel an Gleichzeitigkeit im Arbeiten dieser Leute ist dem Verfasser immer aufgefallen, ebenso, wie diese Fehler in der Zusammenwirkung und Geschicklichkeit oft sehr gefährlich werden können. Man müsse deshalb suchen, soviel wie möglich in der Praxis die Fälle zu verringern, in denen man genöthigt ist, sich auf diese Gleichzeitigkeit zu verlassen.

Als Beispiel einer Ausrüstung mit Hülfe des Sandes geben wir im Anschlusse auf Blatt F' die aus Oppermann's „Nouvelles Annales de la construction, April 1848“ entnommenen Detail-Zeichnungen des beim Bau der Brücke St. Michel zu Paris angewendeten Lehrgerüsts nebst den Vorrichtungen zu dessen Ausrüstung nach Fertigstellung der Gewölbe.

## Mittheilungen aus Vereinen.

### Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Verhandelt Berlin, den 10. November 1857.

Vorsitzender: Herr Hagen.

Schriftführer: Herr H. Wiebe.

Das Protocoll der Sitzung vom 13. October d. J. wird vorgelesen und genehmigt.

Eingegangen war und gelangte zum Vortrag: ein Schreiben des Directoriums der Magdeburg-Cöthen-Halle-Leipziger Eisenbahn-Gesellschaft zu Magdeburg, mit welchem dem Verein das Probestück einer mit Absicht zerbrochenen, aus Blechtafeln zusammengeschweiften Locomotiv-Achse aus der Fabrik von Sharp-Roberts (jetzt Sharp-Brothers) in Manchester übersandt wird.

Herr H. Egells berichtet über den mißglückten Versuch, den Great-Eastern (Leviathan) vom Stapel zu lassen, welcher am 3. November d. J. stattgefunden habe und bei welchem er als Augenzeuge zugegen gewesen sei. Nachdem Herr Egells zunächst ein Bild von den Maschinen und Vorrichtungen gegeben hatte, welche mit einer Gesamtkraft von 50000 Centnern auf das auf einer von 1 zu 12 geneigten Ebene stehende Schiff wirken sollten, beschreibt derselbe die Vorgänge bei der Arbeit selbst, und erklärt das Mißlingen des Unternehmens vorzugsweise aus dem Mangel an gehörig pünktlichem Zusammenwirken der einzelnen Winden, welcher durch das unzuverlässige Signalisiren mittelst Flaggen hervorgerufen sei. Herr Egells erläutert seinen Vortrag durch Handzeichnungen an der Tafel.

Das 686 Fufs lange Schiff habe mit seiner Längenrichtung von Osten nach Westen gelegen, und zwar auf zwei je 114 Fufs breiten Bettungen, von Holz gezimmert und unten mit schmiedeeisernen Schienen belegt, welche auf Bahnen, die einen lichten Abstand von 120 Fufs von einander gehabt hätten und mit sogenannten Brückenschienen belegt waren, laufen sollten; über diese Bettungen hinaus habe nach Westen das Hinter-Ende des Schiffes  $\frac{1}{3}$  der ganzen Schiffslänge frei hervorgeragt, während nach Osten das Vorder-Ende  $\frac{1}{3}$  der ganzen Schiffslänge frei gelegen habe. Vor der dem Wasser zugekehrten Langseite des Schiffes haben sich an beiden Enden und in der Mitte schwere Lichterfahrzeuge auf dem Wasser befunden, von denen die vier in der Mitte des Schiffes befindlichen Handwinden trugen, an welchen ungefähr 100 Menschen wirkten, um das Schiff in das Wasser zu ziehen. Die an beiden Enden befindlichen Lichterfahrzeuge trugen die Rollen resp. Flaschenzüge, über welche die Ketten nach dem Lande zu gingen, und an welchen auf dem Lande Dampfwinden arbeiteten und so ebenfalls das in's Wasser ziehen des Schiffes bewirkten. Auf der Landseite befanden sich hinter jeder der beiden Bettungen eine Winde, oder, richtig gesagt, Bremsvorrichtung, die den Zweck hatte, das Schiff vor zu raschem Gleiten, wenn es einmal in Bewegung, zu bewahren. Diese Bremsvorrichtungen stützten sich gegen das Ende der geneigten Bahnen und waren in ungeheuer starkem Zimmerwerk, das mit den Bahnen verbunden war, befestigt. Zwischen diesen Zimmerwerken und den Bettungen auf der geneigten Ebene waren die hydraulischen Pressen angebracht, die mit auf das Fortschieben des Schiffes wirken sollten. Die Bremsvorrichtungen waren außerdem noch mit Räderwerken versehen, an denen, um eine egale Bewegung an beiden Bremsen beim Herablassen zu bewirken, Menschen drehen, und da-

durch gewissermaassen ein schnelleres Laufen des Schiffes auf der einen gegen die andere Bahn verbinden sollten. An einer dieser Winden nun war es, und zwar an der dem vorderen Ende des Schiffes zugekehrten, wo 5 Mann beschädigt wurden, als das Schiff beim Anrücken dieselben übermannte, ehe noch die Bremsen gehörig angezogen waren. Auf ein von einer am Schiff angebrachten Plattform aus gegebenes und unten mit Flaggen weiter fortgepflanztes Zeichen setzten sich die Dampf- und Handwinden auf dem Lande und Wasser in Thätigkeit, und kurze Zeit nachher entstand, als das Schiff sich in Bewegung setzte, ein großes Geschrei: „Es bewegt sich!“ In demselben Augenblick wurden die Leute an der einen Bremsvorrichtung fortgeschleudert, das Signal zum Bremsen gegeben und die Winden angehalten. Dieses Bremsen wurde so kräftig ausgeführt, daß das Schiff augenblicklich feststand und sich nicht weiter fortbewegte. — Es zeigte sich nun, daß das Schiff vorn 6 Fufs und hinten ca. 2 Fufs gerutscht war, also jetzt nicht mehr rechtwinklig gegen seine Bahnen stand.

Nachdem man nun die an den Bremsen befindlichen Räderwerke abgenommen, um nur mit den Bremsen zu wirken, sollte ein neuer Versuch gemacht werden, das Schiff zu bewegen. Die auf den Lichterfahrzeugen an den Handwinden beschäftigten Arbeiter verweigerten aber aus Furcht, sie könnten, wenn das Schiff zu rasch liefe, in Gefahr kommen, den Dienst, und man verlor auf diese Art einen Theil der Zugkraft. Die auf dem Lande befindlichen Dampf- und Handwinden, sowie die hydraulischen Pressen, wurden in Bewegung gesetzt, es entstand ein starkes Krachen in den Balken der Bettungen, — endlich rifs eine Windenkette am Vordertheile des Schiffes, und eine hydraulische Presse brach; das Schiff hatte sich nicht bewegt und man gab den Versuch, es zu bewegen, für diesen Tag und vorläufig auf.

Herr Werner Siemens legte der Gesellschaft Probestücke von den im Laufe des letzten Sommers gelegten Unterseekabeln vor. Das für die Verbindung von Irland und Amerika ursprünglich bestimmte, aus der Fabrik von Newall & Comp. in Birkenhead hervorgegangene Kabel zeichnete sich durch besonders sorgfältige und saubere Anfertigung aus. Herr Siemens erläuterte die für das Legen dieses Kabels getroffenen Vorkehrungen. Das Mißlingen des Unternehmens schrieb derselbe theilweise der unzweckmäßigen Einrichtung der Abwicklungs- und Brems-Vorrichtungen zu, war jedoch der Ansicht, daß es auch ohne diese Veranlassung später bei Erreichung größerer Tiefen gebrochen sein würde, wie er schon in der Sitzung vom 11. November 1856 als wahrscheinlich äufserte. Herr Siemens erörterte diese Ansicht ausführlich und suchte namentlich nachzuweisen, daß das Kabel während des Einsenkens durch die Bremsen mit einer Kraft zurückgehalten werden mußte, die dem Gewichte des senkrecht zum Meeresgrunde herabhängenden Kabels gleich wäre. Wäre die Kraft, mit welcher das Kabel während des Fortganges des Schiffes zurückgehalten würde, geringer, so glitte das Kabel auf der durch das Wasser gebildeten schiefen Ebene in der Richtung seiner Axe in die Tiefe, wodurch großer Mehrverbrauch an Kabel einträte. Der Winkel, welchen das Kabel während des Legens mit der Oberfläche des Wassers bilde, sei ganz unabhängig von der Kraft, mit welcher dasselbe gespannt würde, und nur von der Geschwindigkeit des abwickelnden Schiffes und der

Fallgeschwindigkeit des Kabels im Wasser abhängig. Bei constanter Schiffsgeschwindigkeit bilde das Kabel bis zum Meeresgrunde eine gerade Linie. Herr Siemens glaubt, die Richtigkeit dieser Theorie bei der Legung des Untersee-Kabels zwischen Afrika und Sardinien, bei welcher er mitwirkte, bestätigt gefunden zu haben.

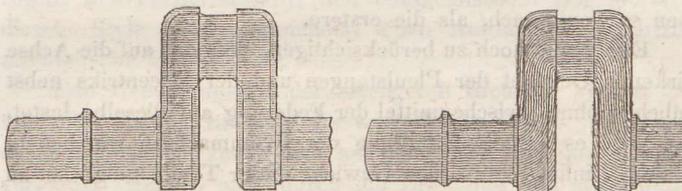
Dieses Kabel bestand, wie die vorgelegte Probe zeigte, aus vier isolirten Leitungen, von denen jede aus vier zusammengedrehten Kupferdrähten bestand. Diese vier isolirten Leitungen waren mit getheertem Hanf und darauf mit 18<sup>mm</sup> dicken Eisendrähten umwunden. Die Legung des Kabels begann an der afrikanischen Küste und endete nach 28 Stunden in der Nähe des Cap Toledo. Erst später ward das Kabel dort wieder aufgenommen und bis zum bestimmten Landungspunkte, dem Cap Spartiavento, geführt. Ein sardinisches Kriegsschiff von 400 Pferdekräften nahm das englische Dampfboot von 80 Pferdekräften, welches den Draht enthielt, in's Schlepptau. Trotz des schönen Wetters, welches die Operation begünstigte, wäre dieselbe beinahe mißglückt, da die Bremsen kaum kräftig genug waren, um dem mächtigen Gewichte des Kabels bei den großen Tiefen von 1800 Faden, welche zu passiren waren, das Gleichgewicht zu halten, und da durch Brechen einzelner der umwundenen Eisendrähte einigemal sehr kritische Momente entstanden, indem die Enden der gebrochenen Drähte den Fortgang des Kabels durch die Bremsen hemmten und das Kabel in Folge dessen eine Spannung erlitt, welche der Tragfähigkeit desselben sehr nahe kam. Herr Siemens beschrieb einen einfachen Apparat, welchen er construirt hat, und welcher bei der Legung dieses Kabels benutzt wurde, durch welchen man in jedem Augenblicke sehen kann, welcher Spannung das Kabel ausgesetzt ist. Derselbe besteht in einer belasteten und mit einer Scala versehenen Rolle, welche zwischen der Bremse und der auf dem Bord des Schiffes angebrachten Gleitstelle, über welche das Kabel in's Wasser gleitet, auf das Kabel drückt. Aus der Größe der Durchbiegung läßt sich die Größe der Spannung desselben berechnen. Ferner beschrieb Herr Siemens einen galvanischen Apparat zur Auffindung eines in großer Tiefe liegenden Kabels. Derselbe beruht darauf, daß durch Berührung der Eisenhülle des Kabels mit dem Ende eines isolirten, vom Schiffe bis zum Meeresgrunde hinabreichenden Drahtes die Ablenkung eines eingeschalteten Galvanometers vergrößert wird, so lange die Berührung dauert.

Die Frage, bis zu welcher Meerestiefe die Legung von Untersee-Kabeln noch mit Sicherheit ausführbar sei, beantwortete Herr Siemens dahin, daß bei dem gewöhnlichen Verfahren die im mittelländischen Meere überwundene Tiefe von 1800 Faden schon sehr große Gefahr des Verlustes mit sich führe, indem bei derselben schon über die Hälfte der absoluten Festigkeit des Kabels in Anspruch genommen würde, und daß man schwerlich auf diese Weise größere Tiefen wie 12000 Fufs würde überwinden können. Tiefen bis zu 24000 Fufs, wie sie zwischen Amerika und Irland vorkommen, auf die beabsichtigte Weise zu legen, wäre ganz unmöglich, da ein frei im Wasser herabhängendes Kabel sich höchstens auf 20000 Fufs tragen könne. Es sei jedoch möglich, Tiefen jeder Größe dadurch zu überwinden, daß man den Widerstand des Wassers gegen die gleitende Bewegung des Kabels in der Richtung seiner Axe durch von Zeit zu Zeit am Kabel befestigte Flügel oder Schirme beträchtlich vergrößere. Es würde dann aber stets ein beträchtlicher Mehrverbrauch an Kabel eintreten, da sich die abgleitende Bewegung durch solche Widerstände wohl beträchtlich verlangsamen, aber nicht ganz aufheben ließe.

Herr Kretschmer knüpft an das von der Direction der Magdeburg-Köthen-Halle-Leipziger Eisenbahn-Gesellschaft eingesandte Bruchstück einer Locomotiv-Krummachse einen Vortrag über ähnliche Achsen, welche auf der Berlin-Stettiner Bahn im Gebrauch sind, und über die angemessene Form von dergleichen Achsen. Dieser Vortrag folgt hier nach den eigenen Aufzeichnungen des Herrn Kretschmer:

„Das Ereigniß, welches durch die von der Magdeburg-Leipziger Bahn zur Ansicht eingesandten Bruchstücke einer Krummachse dargethan ist, daß sich nämlich nach längerem Gebrauche Einbrüche in den Biegungen einstellen, bestätigt sich erfahrungsmäßig bei allen derartigen Achsen. Es ist auffällig, daß sich diese Einbrüche ebensowohl an denjenigen Stellen vorfinden, wo die Façon der einzelnen Theile der Achse scharfeckige Absätze bildet, als auch da, wo gut geformte Hohlkehlen das Absetzen der runden Hälse von den flachen Kurbelstücken vermitteln. Diese Erscheinung tritt ebensowohl bei den Krummachsen alter Maschinen aus englischen Fabriken, als auch bei denjenigen der neueren Maschinen aus der Borsig'schen Fabrik hervor, doch dürfte man sich durch die seither immer wiederkehrende Erfahrung über die verhältnißmäßig kurze Dauer der sichern Haltbarkeit der Krummachsen nicht von der fernern Anwendung der so manche Vorzüge bietenden Maschinen mit innen liegenden Cylindern abschrecken lassen, da dies nur die Folge von Mißgriffen in der Fabrication der Achsen sowohl, als auch in der Form, welche man den einzelnen Theilen der Krummachse gegeben hat, zu sein scheint, die sich vermeiden lassen.

Die alten Krummachsen können insofern nicht maassgebend sein, weil deren Fabrication in eine Zeit fällt, wo die zur Herstellung so schwerer Schmiedestücke erforderlichen Einrichtungen mangelhaft und unzureichend waren. Die neueren, aus Blech zusammengeschweißten Krummachsen haben zwar die Vorzüge der jetzigen Fortschritte in der Eisen-Fabrication für sich, es muß aber nicht außer Acht gelassen werden, daß beim Ausarbeiten die Fasern an so vielen Stellen durchschnitten werden, so daß man gerade an denjenigen Stellen, wo die größte Haltbarkeit erforderlich ist, lediglich auf das Zusammenhalten der neben einander liegenden Fasern ange-



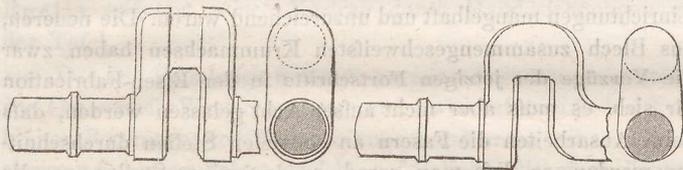
wiesen ist. Ganz gut würden die Krummachsen erst dann sein, wenn die unzerstörten Eisenfasern in ununterbrochener Länge den sämtlichen Biegungen folgen könnten; wesentlich besser werden sie aber schon ausfallen, wie sie jetzt in dem Borsig'schen Eisenwerk zu Moabit hergestellt werden, indem man die aus parallelen Lamellen zusammengesetzten Packete zu großen Barren ausschmiedet, die nicht bloß, wie bei den früheren Blechpacketen, die Hammerschläge auf die flachen Seiten erhalten, sondern auch von hoher Kante her tüchtig durchgeschmiedet werden, um einen viel innigeren Zusammenhang der in den Kurbelstücken über einander liegenden Fasern zu erzielen.

Der richtigen Herstellung des rohen Schmiedestückes muß alsdann auch eine solche Façon der zu fertigenden Achse zur Seite gestellt werden, daß nicht einzelne Stellen es sind, welche von dem Biegen und den Erschütterungen, denen die Achse beim Gebrauche ausgesetzt ist, hauptsächlich in Anspruch ge-

nommen werden. Dies ist aber unfehlbar bei den seither gefertigten Krummachsen der Fall, bei deren Gestaltung zu sehr auf die möglichst leichte Herstellungsweise durch die Drehbank, die Hobel- und die Stofsmaschine gesehen worden ist, damit die Handarbeit so viel als irgend thunlich vermieden wird. Außer dem Fehler, daß die der Achse beim Lauf der Maschine aufgebürdeten Biegungen und Zerrungen sich nicht auf die ganze Länge der Achse vertheilen, sondern immer und immer ganz bestimmte Stellen treffen, ist noch der zweite, daß die zu sehr beachtete Symmetrie der Achse eine zu große tote Masse verliehen hat, welche frei und ohne Unterstützung an den die Kurbelzapfen bildenden Halsen hängt und sowohl durch ihr excentrisches Herumschwingen nachtheilig wirkt, als auch namentlich bei den durch die Unebenheiten der Bahn herbeigeführten Stößen. Eine unter wohlüberlegter Berücksichtigung der durch die seitherigen Erfahrungen bekannten Bruchstellen gebildete Form des Achsenkörpers, die möglichst gleichbleibende Stärken in allen Theilen der Achse darbietet und die sorgfältig alle plötzlichen Uebergänge vermeidet, wird den Krummachsen eine ungleich größere Dauerhaftigkeit verleihen, als die seitherigen, aus viereckigen Blöcken und cylindrischen Theilen zusammengesetzten Formen gegeben haben. Die Betrachtung zweier Zeichnungen der Krummachsen, von denen in nachfolgender Skizze Fig. 1 die seitherige Façon angedeutet, Fig. 2 aber diejenige Façon giebt, nach welcher die für die Stettiner Bahn in Arbeit befindlichen Ersatz-Achsen bearbeitet werden, wird am besten die gestellte Behauptung begründen, daß die seitherige Unhaltbarkeit ein bloßer Formfehler ist, der aus der Bequemlichkeit der Maschinenbauer entsprungen ist.

Fig. 1.

Fig. 2.



Eine Achse der zweiten Form wiegt 100 Pfd. weniger, als eine solche der ersteren, und giebt, zufolge angestellter Biegungsversuche, unter der Belastung durch die Maschine eben so wenig nach, als die erstere.

Endlich ist noch zu berücksichtigen, daß das auf die Achse wirkende Gewicht der Pleulstangen und der Excentriks nebst Zubehör ohne Zwischenmittel der Federung auf dieselbe lastet, und wird es auf die Erhaltung der Krummachsen von bedeutendem Einflusse sein, das Gewicht dieser Theile möglichst zu beschränken. Diesem Umstande ist bisher nicht die erforderliche Aufmerksamkeit geschenkt, und hat sich durch Bearbeitung der genannten Theile, ohne deren Stabilität Eintrag zu thun, eine Gewichtersparung von 70 Pfd. erzielen lassen, deren Einwirkung bei einer Umgangsgeschwindigkeit von 160 Umdrehungen in der Minute unleugbar ihren Beitrag zur allmähigen Zerstörung der Krummachse leisten mußte.

Schließlich wurden durch übliche Zettel-Abstimmung aufgenommen:

a. zu einheimischen Mitgliedern des Vereins:

- 1) Herr Koch, Eisenbahn-Bauinspector,
- 2) Herr G. Schwartz, Maurermeister,
- 3) Herr Möller, Bauinspector,
- 4) Herr A. Storch, Gulsstahl-Fabrikant;

b. zu auswärtigen Mitgliedern:

- 5) Herr von Amsberg, Geh. Finanz-Director zu Braunschweig,
- 6) Herr Dr. Scheffler, Baurath daselbst,

- 7) Herr Steigerthal, Eisenbahn-Director daselbst,
- 8) Herr Lanz, Bau-Director zu Münden,
- 9) Herr Durlach, Baurath zu Hannover,
- 10) Herr Kranke, Eisenbahn-Betriebs-Director zu Göttingen.

### Verhandelt Berlin, den 8. December 1857.

Vorsitzender: Herr Hagen.

Schriftführer: Herr H. Wiebe.

Herr Siemens machte die Mittheilung, daß die Legung des Telegraphentaues zwischen Cagliari, Malta und Corfu trotz des sehr ungünstigen Wetters, welches während der Legung zwischen Cagliari und Malta stattfand, vollständig gelungen sei. Da die Sondirungen ergeben hatten, daß auf der genannten Linie zwischen Malta und Corfu Meerestiefen von 18000 Fufs vorkommen, so war beschlossen, diese großen Tiefen zu umgehen. Da jede dieser Linien über 100 deutsche Meilen lang ist, so bilden sie die längsten bisher bestehenden Unterseelinien. — Die Verzögerung des elektrischen Stromes durch die von Herrn Siemens bereits im Jahre 1850 an den damals in Preußen bestehenden unterirdischen Leitungen beobachtete Flaschenladung des Drahtes tritt bei diesen langen Linien schon sehr störend auf. Mit gewöhnlichen Morse'schen Apparaten kann man nicht über 25, mit Siemens & Halske'schen Inductions-Telegraphen nicht über 35 Buchstaben in der Minute mit Sicherheit telegraphiren.

Herr Siemens gab eine kurze Darstellung seiner Theorien der Flaschenladung unterirdischer oder unterseeischer Leitungen, und wies namentlich nach, daß die Ladungszeit, und mithin auch die Verzögerung des Stromes, mit den Quadraten der Länge der Drähte zunähme. Er wies ferner nach, aus welchem Grunde Inductions-Telegraphen auf unterirdischen Leitungen schneller functioniren können, wie solche Apparate, die mit gleichgetheilten Strömen arbeiten. — Herr Siemens legte ferner eine von ihm und Herrn Halske gemachte Verbesserung der Spann-Isolatoren für oberirdische Leitungen vor, durch welche der bisweilen eintretende Bruch des Drahtes an den Befestigungspunkten beseitigt wird. Er erklärte diese Brüche als Folge der oscillirenden Schwankungen der zwischen zwei Pfosten suspendirten Drahtcurven, wodurch in unmittelbarer Nähe des Befestigungspunktes die Elasticitätsgrenze des Drahtes an dieser Stelle überschritten würde. Diese Uebelstände lassen sich vollständig dadurch beseitigen, daß man dem Drahte einige Zolle vor dem Befestigungspunkte eine feste Unterlage gäbe. Die oscillirende Curve beginnt dann erst jenseits der Unterlage, und das Drahtstück zwischen ihr und den Befestigungspunkten verhindert durch seine Torsions-Elasticität den Bruch.

Schließlich bemerkte Herr Siemens, daß die gusseisernen Drahtträger mit Porzellan-Einsätzen von Herrn Halske und ihm seit dem Jahre 1851 angefertigt würden. Die in einem von Herrn Baurath Borggreve gehaltenen Vortrage gemachte Aeußerung, die preussische Staats-Telegraphen-Verwaltung habe nach amerikanischem Vorgange in neuerer Zeit auch derartige Isolatoren verwendet, müsse mithin auf einem Irrthum beruhen, da seines Wissens in Amerika derartige Isolatoren erst in neuerer Zeit, und zwar nach hiesigem Vorgange, in Anwendung gekommen seien.

Da statutenmäßig die Functionen des bisherigen Vorstandes mit dem heutigen Tage ihr Ende erreichen, so wurde eine aus den Herren Krausnick, Odebrecht und Bärwaldt

bestehende Commission ernannt, um die Neuwahl des Vorstandes zu leiten. In Folge des Vorschlages dieser Commission wurde der bisherige Vorstand auch für das folgende Geschäftsjahr durch Acclamation bestätigt. Der Vorstand besteht sonach aus folgenden Mitgliedern:

Vorsitzender: Herr Hagen, Geheimer Ober-Baurath,

Stellvertreter: Herr Brix, Geheimer Regierungsrath,  
Schriftführer: „ H. Wiebe, Professor,  
Stellvertreter: „ Th. Weishaupt, Regierungs- und  
Baurath,  
Säckelmeister: „ Ebeling, Banquier,  
Stellvertreter: „ Rubens, Banquier.

## L i t e r a t u r .

Geschichte der bildenden Künste, von Dr. Carl Schnaase, V. Band. Düsseldorf, Verlag von Julius Buddens. 1856. 8. 807 S. Mit 92 Abbildungen.

Seit wir in diesen Blättern zuletzt über den Fortgang des Schnaase'schen Buches berichteten, ist durch das Erscheinen der zweiten, größeren Hälfte der fünfte Band abgeschlossen und damit ein bedeutender Schritt zur Vollendung dieses Hauptwerkes unserer Kunstliteratur gethan worden. Der nunmehr vorliegende fünfte Band, der zugleich den dritten Band der Kunstgeschichte des Mittelalters bildet, schildert die Entstehung und Ausbildung des gothischen Styles. In der ersten, bereits besprochenen Hälfte hatte der Verfasser den Ursprung und die Entwicklung dieses Styls in Frankreich und seine schnelle Verbreitung in England dargestellt. Der Rest des umfangreichen Bandes entwirft das vielgestaltige Bild der Bau- und Malereibewegung dieser Epoche in Deutschland, und fügt die Charakteristik der Malerei und Plastik in den verschiedenen Ländern hinzu. Der Betrachtung der deutschen Architektur erweisen grade für diese Epoche besondere Schwierigkeiten, theils weil unsere Kenntniß hier auf heimischem Boden weit mehr in's Einzelne der Erscheinungen dringt, theils weil diese selbst in ihrer außerordentlichen Vielseitigkeit den Ueberblick erschweren und die festen, leitenden Grundideen mühsamer erkennen lassen, denn grade in dieser Zeit tritt uns die zugleich kulturgeschichtlich höchst merkwürdige Wahrnehmung entgegen, daß im architektonischen Schaffen zwei ganz verschiedene Anschauungsweisen und Stylformen neben einander Platz greifen, daß die vom benachbarten nordöstlichen Frankreich eindringende Gothik anfänglich unvermittelt neben der altheimischen romanischen Bauweise sich Geltung verschafft. Der Verf. beginnt daher mit der Schilderung des deutschen Uebergangsstyls, und hier vornehmlich bewährt sich seine scharf gezogene synchronistische Eintheilung des Stoffes. Sie zeigt uns, daß dieselbe geistige Bewegung, welche in den nordöstlichen Bauschulen Frankreichs um diese Zeit den gothischen Styl entstehen ließ, in Deutschland sich als mannigfaltig reiche Umgestaltung, Fortbildung und selbst phantastische Entartung der romanischen Bauweise, mit einem Worte als sogenannter Uebergangsstyl manifestirte, so daß Deutschland aus eignen Mitteln vielleicht niemals den gothischen Styl entwickelt hätte, wenn nicht Frankreich den Impuls gegeben und die wichtigsten Grundzüge der neuen Constructionsweise keck und bestimmt hingestellt hätte.

Die bunte Mannigfaltigkeit des deutschen Uebergangsbaues ordnet der Verf. übersichtlich in zwei Kapitel, deren ersteres die Schulen decorativer Tendenz von den im andern Kapitel dargestellten Schulen strengerer, mehr constructiver Richtung scheidet. Zu den Ersteren, den decorativen Schulen, rechnet der Verf. zunächst die durch eine anmuthig reiche Ornamentation sich auszeichnenden spätromanischen Bauten der sächsi-

schon Lande, wie die Michaelskirche zu Hildesheim, die Kirchen zu Hamersleben, Königslutter, die goldne Pforte zu Freiberg, sodann die in einer phantastischen Ornamentik sich ergehenden Bauwerke des südlichen Deutschlands und Oesterreichs. Der Dom zu Braunschweig, der in den nördlichen Gegenden zum ersten Mal, wie der Verf. hervorhebt, das Beispiel einer durchgeführten Gewölbanlage giebt, wäre mit den von ihm abhängenden Kirchen wegen seiner schlichten Anlage und überwiegend constructiven Tendenz vielleicht besser dem folgenden Kapitel zugewiesen worden. Dagegen wird mit größerem Recht die Rheinische Gruppe mit ihren glänzenden Bauwerken als Hauptvertreterin der decorativen Tendenz aufgeführt. Obwohl auch in constructiver Hinsicht die Bauten der Rheinlande einen Reichthum an neuen Gedanken entfalten, obwohl das System der Emporen, Triforien und der Zwerggalerien des Aeußern das deutliche Streben nach Erleichterung der Gesamtmasse der Mauern und Verstärkung der constructiv nothwendigen Stützungs- und Widerlagspunkte verrathen, so ist doch die Haltung des Ganzen, die Bildung gewisser Details, ja selbst die Disposition der Räume eine überwiegend malerisch decorative. Die Vorliebe für Kuppeln und reiche Thurmanlagen, die mannigfaltige Ausbildung des Chorgrundrisses, die centralisirende Behandlung der Querflügel, wie in S. Martin und S. Aposteln zu Köln, S. Quirin zu Neufs u. A., bezeichnen dieselbe Grundstimmung, welche schliesslich in den oft phantastisch barocken Einzelformen, den halbirten Fensterrosen, den Fächerfenstern, den buntgemischten Bogenformen diesem Style zuletzt manchmal einen Anklang an maurisch orientalische Bauweise verleihen.

Den Uebergangsstyl der strengeren Richtung vertritt im folgenden Kapitel zunächst die westfälische Schule. Wie hier die Gewölbanlage zuerst sich mit dem alten Basiliken-Schema verbindet, sodann aber durch die Erfindung und stufenweise Ausbildung der Hallenkirche ein der deutschen Sinnesweise besonders zusagendes und in späterer Zeit mit Vorliebe adoptirtes bauliches System gewonnen wird, ist mit Klarheit und Schärfe nachgewiesen. Ueberhaupt kann es nicht genug als eine der verdienstlichsten Eigenschaften der Darstellung Schnaase's hervorgehoben werden, daß er mit der ihm eigenthümlichen Feinheit des Sinnes stets aus der Summe der Zeitbedingungen, des Volkscharakters und der bestimmenden äußeren Verhältnisse die Formen des architektonischen Schaffens als nothwendiges Gesamtergebnis, als eine natürliche Blüthe des besonderen Bodens uns begreifen läßt. So weist er bei der besondern Gruppe der norddeutschen Bauten die Anwendung des Backsteins und den Einfluß dieses Materials auf die Formbildung überzeugend nach. Einen sehr wichtigen Abschnitt, und damit einen besonders bedeutsamen Beitrag zur mittelalterlichen Baugeschichte liefert die sich anschließende Darstellung der deutschen Cisterzienser Bauten, deren Wichtigkeit für die Bauentwicklung des Mittelalters noch nirgend

so umfassend geschildert wurde. Wir sehen, wie die Strenge und Einfachheit der Ordensregeln entscheidenden Einfluss auf die Gesamtanlage und die künstlerische Haltung der Bauten äussert; wie namentlich die Chorbildung vielfach abweichend von der gewöhnlichen Form sich gestaltet, indem das Motiv des rechtwinkligen Abschlusses zu mannigfach originellen Erweiterungen Anlaß giebt; wie endlich der directe Zusammenhang mit Frankreich die constructiven Tendenzen befördert und von dieser Seite her die Einführung des spitzbogigen Gewölbsystems begünstigt. Zu der auf Seite 421 gegebenen Uebersicht der verschiedenen Chorschlüsse von Cisterzienserkirchen wären neuerdings als geradlinig schliessend noch die österreichischen Klöster Lilienfeld, Heiligenkreuz und Neuberg, das westfälische Fröndenberg und das schwäbische Maulbronn zu fügen, dessen ehemalige Altarapsis mir mehr als zweifelhaft zu sein scheint. Letztere Kirche ist sogar noch vor die 1186 geweihte Kirche von Eberbach als älteste derartige Anlage mit geradem Chor und rechtwinkligen Querschiffcapellen zu setzen. Bei Riddagshausen erklärt sich der gerade Chorschluß vielleicht dadurch, daß, nach Meibom (Chronicon Riddagshus.) dies Kloster von Kampen und Amelunxborn aus colonisirt wurde. Das späte Einweihungsdatum dieser Kirche vom Jahre 1275 nimmt der Verf. wohl mit Recht als auf den Langhausbau bezüglich an, der vom zweiten Gewölbocho an eine andere Disposition des Grundrisses und entschieden gothisirende Detailformen zeigt, somit also ohne Zweifel auf eine Unterbrechung des Baues hindeutet. Endlich weist der Verf. nach, wie die constructiven und decorativen Elemente des Uebergangsstyls sich weiterhin in Deutschland verbreiteten, und wie diese Richtung überall in stattlichen Bauten, namentlich in den großartigen Domen zu Naumburg, Basel und Bamberg sich glänzend manifestirte.

Das siebente Kapitel behandelt den deutschen frühgothischen Styl. Bekanntlich tauchen seit dem Beginn des dreizehnten Jahrhunderts an verschiedenen Punkten vereinzelte Spuren französischen Styles in Deutschland auf, die der Verf. durch die Thätigkeit wandernder Baumeister erklärt. Interessant ist in dieser Hinsicht die alte Notiz über die Stiftskirche zu Wimpfen im Thale, welche „durch einen erst kürzlich aus Paris zurückgekehrten Architekten in französischem, d. h. gothischem Style (opere francigeno) aufgeführt wurde“, eine Nachricht, die durch die Formen der noch heute vorhandenen Kirche Bestätigung erhält. Wir erkennen daraus zugleich deutlich, wie man damals in Deutschland sich nicht blos der fremden Abstammung, sondern auch des fremdartigen Charakters der neuen Bauweise vollkommen bewußt war. Bestätigt wird dies Verhältniß durch die offenbaren, oft ganz directen Beziehungen, in welchen die frühesten gothischen Bauwerke Deutschlands zu gewissen französischen Bauten stehen. Der Verf. weist dies in scharfsinniger Analyse an den einzelnen Denkmälern nach. Das früheste unter ihnen ist bekanntlich der Chor des Domes zu Magdeburg, nach dem Brande von 1207 ausgeführt und im Jahre 1234 vollendet. Während hier, wie bei den übrigen frühgothischen Gebäuden Deutschlands, die decorativen Formen noch vorwiegend romanische sind, zeigt die Anlage des Umganges mit völlig ausgebildetem Capellenkranz eben so wie das System der Construction den französischen Einfluss, für welchen der Verf. in dem im Jahre 1212 eingeweihten Chor der Kathedrale zu Soissons das Vorbild nachweist. Noch bestimmter macht sich die bereits von Daniel Ramée hervorgehobene Verwandtschaft zwischen dem Dom zu Limburg an der Lahn und der Kathedrale zu Noyon geltend, wie besonders aus der Anlage vollständiger Emporen über den Seiten-Schiffen und eines ausgebildeten Triforiums

über den Emporen hervorgeht, während zugleich in den Verhältnissen und der Detailbildung die Limburger Kirche der heimischen romanischen Tradition treu bleibt. Zu gleicher Zeit nimmt man jedoch in den Rheinlanden an dem von 1212 bis 1227 ausgeführten Dekagon von S. Gereon zu Köln die constructiven Elemente des französischen Styles in freier selbstständiger Verwendung auf, obgleich auch hier für die Detailbehandlung der deutsche Uebergangsstyl maßgebend bleibt. Erst mit der 1227 begonnenen Liebfrauenkirche zu Trier tritt das gothische System in Deutschland mit voller Consequenz in's Leben. Der gegliederte Bündelpfeiler, das naturalistische Laubwerk, die maßwerkgetheilten Fenster, die schlankaufstrebenden Verhältnisse bezeugen die Klarheit und Folgerichtigkeit, mit welcher der Baumeister hier den neuen Styl anzuwenden wußte. Die von F. Mertens bereits bemerkte Analogie dieses eigenthümlichen Bauwerks mit S. Yved in Braine erhält durch die ausführliche, mit Grundrissen erläuterte Darstellung Schnaase's ihre gebührende Einschränkung, da in der That die Anwendung der dortigen Chorschlußform auf eine Centralanlage, wie sie die Trierer Kirche zeigt, wenigstens von der großen Freiheit und Selbstständigkeit des Meisters Kunde giebt. Der Verf. geht sogar noch weiter, indem er den in Frankreich äußerst seltenen, in Deutschland dagegen sehr häufig auftretenden Chorschluß von S. Yved mit großer Wahrscheinlichkeit als eine mehr deutsche als französische Conception nachzuweisen sucht. Noch selbstständiger und nicht minder eigenthümlich tritt sodann an der 1235 begonnenen Elisabeth-Kirche zu Marburg der gothische Styl in ein neues Stadium der Entwicklung, indem hier, wie es scheint, zum ersten Male die für Deutschland so folgereiche Gestalt der Hallenkirche sich in den Formen der neuen Bauweise ausprägt. Auch dies Bauwerk schildert der Verf. mit der ihm eigenen feinsinnigen Kritik und weist im Einzelnen nach, wie dadurch „die Richtung auf eine schlichtere Behandlung aller Theile gegeben war, welche weniger durch Mannigfaltigkeit und Kühnheit, als durch übersichtliche Anordnung klare und strenge Gesetzlichkeit, richtige und harmonische Verhältnisse und Anmuth der Details zu wirken suchte.“ Der Einfluss, welchen dieser Bau unmittelbar auf eine große Anzahl hessischer und westfälischer Bauten ausübte, beweist, wie sehr der deutsche Sinn durch diese Auffassungsweise der Gothik sich angesprochen fühlte.

Nachdem der Verf. sodann die beiden großen gothischen Bauten des Oberrheins, die Münster zu Straßburg und Freiburg, ausführlich gewürdigt hat, wendet er sich zur Betrachtung des Kölner Domes, dessen Baugeschichte und künstlerische Betrachtung in einer der Bedeutung des Gegenstandes entsprechenden Gründlichkeit durchgeführt wird. Bekanntlich wurde der Dom von 1248 bis 1320 im Chorbau vollendet, genau nach dem Muster des Chores der Kathedrale zu Amiens, doch in einer Klarheit und Consequenz der Entwicklung, wie sie von keinem Bau bis dahin erreicht worden war. Nach dem Ergebniß neuerer Forschung war Gerhard von Rile der erste Dombaumeister, welchem seit 1296 Meister Arnold folgte. Bis 1330 war der Sohn des Letzteren, Meister Johannes, dem Werke vorgesetzt, dem man gewöhnlich den Plan des Langhauses zuschreibt. Einstweilen wird es noch eine offene Frage bleiben müssen, ob nicht vielmehr Meister Gerhard den ganzen Bau in seiner großartigen Vollendung entworfen hat. Die strenge Gesetzmäßigkeit in der Gesamt-Conception, besonders das Verhältniß der Kreuzarme einerseits zum Chore, andererseits zum Langhause will uns fast mehr für die ursprüngliche Einheit des ganzen Planes sprechen. Der Kölner Dom war die dritte Kirche in Deutschland, bei welcher die reich

entwickelte französische Ausbildung des Chores stattfand; vergleicht man diese drei Denkmäler, den Dom zu Magdeburg, die Abteikirche zu Marienstatt in Nassau und den Kölner Dom mit einander, so erkennt man die drei Hauptstadien der Einführung dieses Styls in Deutschland. Bei den folgenden von der Kölner Bauhütte ausgehenden Bauwerken, besonders der Abteikirche zu Altenberg, der Minoritenkirche zu Köln und der Stiftskirche zu Xanten, tritt in mannigfachen Modificationen eine Vereinfachung der dort herrschenden Principien auf.

Von nun an bricht sich der neue Styl, dessen unleugbare Vorzüge offenbar inzwischen allgemeinere Anerkennung gefunden hatten, in immer weiteren Kreisen Bahn, läßt aber zugleich um so deutlicher die specifisch deutsche Vorliebe für individuelle Mannigfaltigkeit der Richtungen hervortreten. Die Auffassung der westfälischen und sächsischen Bauwerke aus dieser Zeit läßt dies am entschiedensten erkennen. In Westfalen greift ausschließlich die dort einheimische Form der Hallenkirchen Platz, die im Dom zu Minden eine höchst bedeutende Leistung hervorbringt, welcher noch etwa das Langhaus der Marienkirche zu Osnabrück anzureihen gewesen wäre. In den sächsischen Ländern sprechen Bauwerke, wie die Klosterkirche zu Pforta, der Westchor des Doms zu Naumburg, die östlichen Theile des Meißner Domes und vor allen das Langhaus des Doms zu Halberstadt ebenfalls eine Vereinfachung des Styles aus, die durch eine gewisse Reduction der Grundform, namentlich durch Fortlassung des reichen Capellenkranzes, die neue Bauweise dem schlichteren deutschen Sinne assimilirte. Etwas Aehnliches findet an den Kirchen der um diese Zeit aufkommenden und sich schnell vermehrenden Bettelorden statt, die ihren praktischen Bedürfnissen entsprechend das Langhaus hallenartig ausbilden und den Chor noch mehr vereinfachen, so daß er meist ohne Kreuzschiff in einschiffiger langgestreckter Anlage dem Langhause sich anfügt. Ebenso wird auch die Ausbildung des Aeußeren auf ein bescheidenes Maaß zurückgeführt und selbst auf einen massiven Thurmbau verzichtet, statt dessen ein kleiner Dachreiter dem Bedürfnis hinreichend genügt. Beispiele dieser Richtung sind die Prediger- und die Barfüßerkirche zu Erfurt, die Dominikaner- und Franziskanerkirche zu Eßlingen, die 1273 begonnene Dominikanerkirche zu Regensburg u. A. Wie wenig man dagegen im südlichen Deutschland bis jetzt sich geneigt zeigte, dem gothischen Style sich hinzugeben, beweist eben der Umstand, daß z. B. in Schwaben und Baiern die neue Bauweise einstweilen fast ausschließlich nur von den genannten Mönchsorden gepflegt wurde; Ausnahmen bilden jedoch die um 1250 begonnene alte Pfarrkirche zu Regensburg, welcher seit 1275 der großartige Neubau des Domes daselbst nachfolgte, besonders aber der glänzende, um 1270 angefangene Langhausbau von S. Lorenz in Nürnberg, dessen Façade als eine der prachtvollsten in Deutschland in anziehender Weise das große Radfenster der französischen Kathedralen als Hauptmotiv aufnimmt. In den österreichischen Ländern scheint, so weit bis jetzt unsere Kunde reicht, der früh-gothische Styl keine irgend erhebliche Leistung aufweisen zu können. Man hielt dort mit besonderer Vorliebe bis tief in's dreizehnte Jahrhundert an dem brillanten deutschen Uebergangsstyl fest, und erst die spätere decorative Entwicklung des gothischen Styls scheint hier glänzende Vertretung gefunden zu haben.

Den Schlupfunkt dieser reichhaltigen Umschau bildet die Schilderung der gothischen Werke des deutschen Backsteinbaues. Auch hier setzt der Verf. in eindringender Weise die Bedingungen des Materials in ihrem Einfluß auf die Gestaltung der baulichen Formen in's Licht und weist sodann nach, wie dies große Gebiet ebenfalls, nach Maaßgabe seines besonderen

Materials, in zwei Hauptformen die gothische Architektur aufnimmt und auszubilden sucht. Einestheils ist es die reiche Grundriß-Anlage und das complicirte Strebe-System des französischen Kathedralen-Styles, andererseits die schlichtere Auffassung der deutschen Hallenkirche, die hier auf demselben Boden dicht neben einander Bestand gewinnen. In Holland verbindet sich sogar die ganze französische Planform mit der Anlage in Holz imitirter Gewölbe, während einige nördliche Kirchen daselbst die Hallenform vorziehen. Am großartigsten faßt die Marienkirche zu Lübeck (seit 1276) das französische Kathedralen-Schema auf und gestaltet es, den Anforderungen des Ziegelbaues entsprechend, derartig um, daß eine Reihe von anderen Kirchen am deutschen Ostseestrande, besonders in Mecklenburg, nachmals darin folgten. In den Brandenburgischen Marken sind die Klosterkirchen zu Berlin, Lehnin und Chorin interessante Leistungen eines etwas vereinfachten gothischen Styles, in Pommern bürgert sich an städtischen Kirchen, wie S. Katharinen zu Stralsund, S. Jacobi und S. Marien zu Greifswald u. A. die Hallenform ein, während an Kloster- und Stiftskirchen, wie zu Colbatz und Cammin, die reicher gegliederte Anlage festgehalten wird. In Schlesien endlich gewinnt der neue Styl im Chor des Domes zu Breslau, an der dortigen Kreuzkirche und der Schlosscapelle zu Ratibor, seine Vertretung.

Damit schließt die Betrachtung der ersten Epoche der gothischen Architektur in Deutschland. In einem resümirenden Ueberblick läßt der Verf. noch einmal die vielseitige, an individuellen Auffassungen so überaus reiche und darin den allerdings brillanteren, aber einseitigeren französischen und englischen Schulen überlegene deutsche Architektur an uns vorübergehen. Diese Vielartigkeit der Richtungen war es vornehmlich, welche die übersichtliche Darstellung ungemein erschweren mußte; um so mehr haben wir es dankbar anzuerkennen, daß der hochverehrte Verf. in so meisterhafter Weise seine Aufgabe gelöst hat. Ihm verdankt unsere Wissenschaft die erste, dem jetzigen Standpunkt der Forschung entsprechende vollständige und erschöpfende Entwicklungsgeschichte des früh-gothischen Styles. Allerdings vereinigt er in seltenster Art die dazu erforderlichen Bedingungen. Mit der richtigen Würdigung der materiellen Erfordernisse, der Construction und der künstlerischen Ausführung verbindet er eine tiefe Kenntniß jener Zeit, die ebensowohl aus einem gründlichen Studium der gesammten mittelalterlichen Cultur, wie aus einem geist- und phantasievollen Versenken in die Stimmung jener Epoche geflossen ist. Nur so war es möglich, eine lebensvolle, nach allen Seiten genügende Entwicklungsgeschichte jener merkwürdigen Kunst-Epoche zu geben, an deren Werken der beschränkte Verstand wie das einseitige Gefühl stets vergeblich umhertappen werden. Die beiden folgenden Kapitel, welche der Malerei in ihren verschiedenen Zweigen und der gesammten Plastik dieser Epoche gewidmet sind, und an Gehalt und Bedeutung den vorangegangenen keineswegs nachstehen, müssen wir im Hinblick auf die specielle Tendenz dieser Zeitschrift und die dadurch gebotene räumliche Beschränkung übergehen. Es genüge im Allgemeinen darauf hinzuweisen, daß auch hier mit derselben Tiefe des Geistes, derselben Feinheit der Empfindung, derselben Schärfe der Auffassung das innerste Leben, wie es sich zumeist in den Werken der zeichnenden Künste ausspricht, und die reichen Bezüge und Bedingungen, welche dieselben im Verhältniß zu der herrschenden Kunst, der Architektur zeigen, geschildert ist.

Obwohl das Schnaase'sche Werk vermöge des Tiefsinns seiner Ideen, des Reichthums der Anschauungen und der erschöpfenden Gründlichkeit seiner Darstellung auf einer Höhe

steht, daß es dem Archäologen von Fach nicht bloß das gesammte Gebiet klar darlegt, sondern auch durch neue Aufschlüsse und die geistvolle Entfaltung des Culturlebens neue Bahnen anweist, so müssen wir doch wiederholt hervorheben, daß es nichts weniger als ein ausschließlich archäologisches Werk ist, sondern vorzüglich dem Architekten nicht dringend genug empfohlen werden kann. Vornehmlich gilt dies letztere von den mittelalterlichen Abschnitten, die ohnehin in dem umfangreichen Ganzen einen selbstständigen Theil ausmachen. In keiner Darstellung aber wird der Architekt durch so sichere und kundige Führung im Reiche der mittelalterlichen Kunst orientirt wie in dieser. Was für seine Studien an bildlichem Apparat noch nöthig ist, obwohl mit umsichtiger Auswahl die charakteristischen Typen in trefflich ausgeführten Holzschnitten den Text begleiten, wird leicht aus den bekannten Kupferwerken der Anschauung zugänglich zu machen sein. Referent gehört, wo es auf Forschung und wissenschaftliche Ergründung ankommt, keineswegs zu den Bewunderern irgend eines Styles\*),

\*) Dies zugleich beiläufig als Antwort auf die Bemerkungen des Herrn L. Lohde, der auf S. 491 des vorigen Jahrganges dieser Zeitschrift bei Gelegenheit seiner Besprechung der Mittelalterlichen Bauwerke nach Merian von V. Statz mich gegen Herrn A. Reichensperger in Schutz nehmen zu müssen glaubt, indem er mich zu den „Bewunderern“ des gothischen Styles rechnet, in welchem ich, wie er sich ausdrückt, „nicht den Mangel an Wissenschaft, sondern eine Fülle derselben (!) vermuthet.“ Den Schutz des Herrn Lohde, so wohlgemeint er sein mag, erlaube ich mir mit höflichem Dank abzulehnen, da ich die Vertheidigung meines öffentlichen Wirkens allein zu übernehmen pflege, und mein ungerufener Beschützer mir auf's Wort glauben darf, daß ich gegen Herrn R. mich schon selbst gewehrt haben würde, wenn ich dies für nöthig gehalten

noch glaubt er, daß aus einseitiger Gemüthsvorliebe für eine bestimmte Bauweise der modernen Architektur-Entwicklung das wahre Element der Förderung zugeführt werden könne; am wenigsten möchte er, so hoch ihm in mancher Hinsicht die mittelalterliche Architektur steht, sie gerade mit all' ihrem eigenwilligen und specifischen Wesen als Vorbild und Richtschnur hinstellen. Aber gerade um nicht auf die Irrpfade des Dilettantismus zu gerathen, um das Nothwendige und Gültige in den geschichtlichen Erscheinungen zu erkennen, thut ein gründliches Studium noth. Während die Antike sich schon längere Zeit einer tüchtigen wissenschaftlichen Behandlung erfreut, hat die mittelalterliche Kunst bisher erst theilweise ein ähnliches Recht erfahren, da schon die grofse Lückenhaftigkeit der Denkmälerkunde sie zur Unvollständigkeit verdammt. Um so höher haben wir daher die Kunst zu schätzen, welche uns die Entwicklung der wichtigsten Epochen des Mittelalters durch so meisterhafte Darstellung vermittelt hat.

W. Lübke.

hätte. Herr R. ist in seinem kleinen Kreise zwar ein Prophet, eine Art von unfehlbarem Kunstpabst, allein die übrige Welt, so weit sie sich ernsthaft mit kunsthistorischen Dingen befaßt, weiß seine Bedeutung auf das richtige Maaf zurückzuführen. Mehr Dank würde ich Hrn. Lohde schulden, wenn er statt dessen sich die Zeit genommen hätte, die Darstellung des gothischen Bau-Systems in meiner „Architekturgeschichte“ aufmerksam zu durchlesen; dann würde er gefunden haben, daß ich die structive Bedeutung des „Strebesystems und der Gliederung der inneren Raumbildung“ recht wohl verstanden und klar dargelegt habe, obgleich ich nachher bei der Schilderung des Eindrucks gothischer Gebäude mich, wie ich denke mit Recht, des bezeichnenden Ausdruckes „räthselhaft“ bediene.

W. L.

Berichtigung von Druckfehlern.

Jahrgang VIII, Seite 447, Zeile 7 v. u. ist zu lesen, statt in die Welt, in der Welt

- - 449, - 24 v. o. - - - - - glangt, gelangt
- - desgl. - 5 v. u. - - - - - diesc, diese
- - 510, - 24 v. u. - - - - - zeitgemäfsen, stylgemäfsen
- - desgl. - 17 v. u. - - - - - jeizt, jetzt
- - 511, - 48 v. o. - - - - - anschreitend, ausschreitend
- - 512, - 49 v. o. - - - - - Hofartigen, Stoffartigen
- - 517, - 12 u. 13 v. o. - - - - - durch Belohnung, durch Belehrung.

## Inhalt des achten Jahrgangs.

### I. Amtliche Bekanntmachungen.

<b>A. Verfügungen allgemeineren Inhalts.</b>	<b>Pag.</b>	<b>B. Verfügungen, die Baubeamten betreffend.</b>	<b>Pag.</b>
Ministerial-Erlafs vom 10. September 1857, betreffend den Transport untheilbarer schwerer Lasten über die Brücken und Fäden in den Chausseezügen . . . . .	1	Ministerial-Erlafs vom 23. September 1857, die Personal-Nachweisungen der Königl. Baubeamten, der Baumeister und Bauführer betreffend . . . . .	3
Circular-Verfügung vom 21. Februar 1858, die Revision baulicher Einrichtungen und Reparaturen in Königl. Dienstwohnungen Seitens der Baubeamten betreffend . . . . .	368	Verzeichniß der im Staatsdienste angestellten Baubeamten	283
Circular-Verfügung vom 19. April 1858, die Aufstellung von Baumaterialien-Verzeichnissen in den einzelnen Baukreisen betreffend . . . . .	369	Personal-Veränderungen bei den Baubeamten . . . . .	5, 129, 371 und 543
Circular-Verfügung vom 25. Mai 1858, das Verfahren bei Entnahme von Chaussee-Bau- und Unterhaltungs-Materialien betreffend . . . . .	541	<b>C. Verfügungen, die Baumeister, Bauführer und Candidaten des Bauwesens betreffend.</b>	
Circular-Verfügung vom 20. August 1858, die Aufstellung von Nachweisungen der vorhandenen wichtigeren Backstein- oder Mauerziegel-Bauten des 11. bis 16. Jahrhunderts betreffend . . . . .	542	Ministerial-Erlafs vom 23. September 1857, die Personal-Nachweisungen der Königl. Baubeamten, der Baumeister und Bauführer betreffend . . . . .	3
		Allerhöchster Erlafs vom 9. Januar 1858, betreffend das neue Feldmesser-Reglement . . . . .	361

### II. Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

<b>A. Landbau.</b>	<b>Zeichnung. Blatt.</b>	<b>Pag.</b>		<b>Zeichnung. Blatt.</b>	<b>Pag.</b>
Grenz-Zoll-Amts-Gebäude in Ober-Schreiberhau auf der Hirschberg-Reichenberger Kunststraße, von Herrn Bauinspector H. Wolff in Hirschberg . . . . .	1 u. 2	5	Der Schweine-Schlachthof Chateau Landon in Paris, mitgetheilt von den Herren Architekten A. Baumann und C. Dammeier . . . . .	37	255
Das neue städtische Gebärdhaus in München, von Herrn Arnold Zenetti, städtischem Ingenieur in München . . . . .	3 bis 10	7	Russische Stuben-Oefen, mitgetheilt von Herrn Bauinspector Prof. Manger in Berlin . . . . .	O, P, Q (im Text)	259
Luftcirculations-Vorrichtung zur Verhütung des Hausschwammes, mitgetheilt von Herrn Bauinspector O. Weishaupt in Friedeberg . . . . .	D (i. T.)	91	Zur Verhütung des Schwammes in Gebäuden durch Luftbewegung, von Herrn Bauinspector J. Gärtner in Berlin . . . . .	—	295
Russischer Wandkamin, mitgetheilt von Herrn Bauinspector Prof. Manger in Berlin . . . . .	—	93	Wohngebäude aus der Victoria-Straße in Berlin, von Herrn Baurath F. Hitzig in Berlin . . . . .	38 bis 41 und 56 bis 59	371
Das Wannen-Badehaus zu Bad Oeynhausen bei Rehme, von Herrn Geh. Ober-Baurath Busse in Berlin . . . . .	19 bis 24 u. E (i. T.)	129	Ueber den Bau neuer evangelischer Kirchen in England, mit besonderer Rücksicht auf den Kirchenbau unseres Landes, von Herrn Geh. Ober-Baurath Stüler in Berlin . . . . .	42 bis 48	373
Die Wagen-Reparatur-Werkstatt auf dem Bahnhof zu Potsdam, mitgetheilt von Herrn Baumeister Bollmann . . . . .	25 bis 28 u. F u. G (im Text)	137	Der Central-Bahnhof in Birmingham, mitgetheilt von Herrn Regierungs- und Baurath Malberg in Berlin . . . . .	50 u. 51	447

	Zeichnung. Blatt.	Pag.		Zeichnung. Blatt.	Pag.
Mittheilungen über Gewölbe aus Stampfmörtel, von Herrn Kreis-Baumeister E. H. Hoffmann in Neustadt in West-Preußen . . . . .	U (i. T.)	453	Die Wagen-Reparatur-Werkstatt auf dem Bahnhof zu Potsdam, mitgetheilt von Herrn Baumeister Bollmann . . . . .	25 bis 28 u. F u. G (i. T.)	137
Das Domthor in Cöln, von Herrn Stadt-Baurath Raschdorff in Cöln . . . . .	60	543	Notizen, das Eisenbahnwesen betreffend, gesammelt auf einer Reise nach Sardinien im April und Mai 1857, von Herrn Regierungs- und Baurath Th. Weishaupt in Berlin . . . . .	K, L u. M (i. T.)	199
Die Coaks-Oefen im Saarbrücker Bergbezirk, von Herrn Baumeister H. A. Schultz in Saarbrück . . . . .	61 bis 63	545	Die von A. Lindner in Wien erfundene Sperrvorrichtung an den Bremsen der Eisenbahnfahrzeuge betr. (Nach amtlichen Quellen.)	—	293
<b>B. Wasser- und Maschinenbau.</b>			Auszug aus dem Bericht der von dem Königl. Sardinischen Gouvernement eingesetzten Commission zur Prüfung der von den Ingenieuren Grandis, Grattoni und Sommeiller erfundenen Maschine zur Anfertigung von Tunneln . . . . .	—	297
Der Crumlin-Viaduct in der Newport-Abergavenny- und Hereford-Eisenbahn-Verlängerung, mitgetheilt von Herrn Regierungs- und Baurath Malberg in Berlin . . . . .	11 bis 14 u. A (i. T.)	17	Der Central-Bahnhof in Birmingham, mitgetheilt von Herrn Regierungs- und Baurath Malberg in Berlin . . . . .	50 u. 51	447
Ueber die Form der Spundpfähle, von Herrn Stadt-Baurath Grubitz in Magdeburg . . . . .	—	95	Die Bau-Anlagen der Kreuz-Cüstrin-Frankfurter Eisenbahn, von Herrn Geh. Regierungsrath Stein in Frankfurt a. d. O. . . . .	52 bis 55 u. X u. Y (i. T.)	459
Nachrichten über die Ströme des preussischen Staates. Fortsetzung: 3) Der Weichselstrom, von Herrn Geh. Regierungsrath Schmid in Marienwerder . . . . .	29 bis 36 u. H u. I (i. T.)	141	Ueber die Getriebezimmern und deren Anwendung beim Tunnelbau, von Herrn Ingenieur Rziha in Altena . . . . .	—	589
Ueber eine verbesserte Construction eiserner Gitterbrücken, von Herrn Betriebs-Ingenieur J. Mohnié in Augsburg . . . . .	N (i. T.)	277	Bericht über die Versuche, welche auf der Königl. Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn von dem Ober-Maschinenmeister Herrn Wöhler mit Apparaten zum Messen der Biegung und Verdrehung von Eisenbahnwagen-Achsen während der Fahrt, angestellt wurden. (Nach amtlichen Quellen.) . . . . .	D' u. E' (i. T.)	641
Beschreibung der Französischen Häfen am Mittel-ländischen Meere und am Canale, von Herrn Geh. Ober-Baurath G. Hagen in Berlin . . . . .	49, 64 u. 65	409 u. 549	<b>D. Kunstgeschichte und Archäologie.</b>		
Ueber die in den Niederlanden zur Trockenlegung von Ländereien angewendeten sogenannten Kasten-Pumpen, von Herrn Regierungs- und Baurath Krüger in Düsseldorf . . . . .	V u. W. (i. T.)	455	Die Klosterkirche auf dem Petersberge bei Halle und ihre Restauration in den Jahren 1853 bis 1857, von Herrn Regierungs- und Baurath Ritter in Merseburg . . . . .	15 bis 18, u. B (i. T.)	31
Die Bau-Anlagen der Kreuz-Cüstrin-Frankfurter Eisenbahn, von Herrn Geh. Regierungsrath Stein in Frankfurt a. d. O. . . . .	52 bis 55 u. X u. Y (i. T.)	459	Architektonische Studien in Spanien. I. Burgos, von Herrn Prof. Dr. Ernst Guhl in Berlin . . . . .	C (i. T.)	63 u. 233
Die Victoria-Brücke bei Montreal. (Aus den „Canadian News“ December. 9. 1857.) . . . . .	—	489	<b>E. Theoretische Abhandlungen.</b>		
Beschreibung einer Béton-Maschine, welche bei Erbauung des Viaducts über die Sarthe bei Le Mans angewendet wurde. (Aus den „Annales des ponts et chaussées“, September und October 1857.) . . . . .	—	493	Theorie der Windmühlenflügel, mit Rücksicht auf die Versuche von J. Smeaton, von Herrn Baumeister F. Kossak in Danzig . . . . .	—	267
Ruppert's neues patentirtes System von Gitterbalken aus halbrunden Hohlcylinder-Stäben	A' (i. T.)	629	<b>F. Bauwissenschaftliche und Kunst-Nachrichten.</b>		
Dampf-Kunstramme, mitgetheilt von Herrn Architect A. Hellwig in Leimbach bei Mansfeld	66 u. 67 u. B' u. C' (i. T.)	631	Historische Notiz über Carl Friedrich Schinkel. Ein Vortrag, gehalten von J. J. Hittorf, Präsident der Akademie der schönen Künste in Paris, am 17. August 1857	—	97
Gufseiserne Röhren mit elastischem Verbindungsmittel, nach dem System von M. H. Petit in Paris. (Aus „Nouvelles annales de la construction“, Juli Heft 1858.) . . . . .	—	653	Programm zur Erbauung eines neuen Börsengebäudes für Berlin, mit Zeichnungen auf Blatt E im Text . . . . .	—	327
Ausrüstungen von Brückenbögen vermittelst Sand. (Aus den „Annales des ponts et chaussées“ September und October 1857.) . . . . .	F' (i. T.)	653			
<b>C. Wege- und Eisenbahnbau.</b>					
Ueber die Anwendung der sogenannten Condensations-Apparate an den Locomotiven der preussischen Eisenbahnen. (Nach amtlichen Quellen.) . . . . .	—	85			

	Pag.		Pag.
40ster Baubericht über den Ausbau des Domes zu Cöln, von dem Dombaumeister Herrn Geh. Regierungs- und Baurath Zwirner in Cöln . . . . .	485	Schinkelfest am 13. März 1858 . . . . .	505
41ster Baubericht über den Ausbau des Domes zu Cöln, von Demselben . . . . .	637	Preis-Aufgaben zum Schinkelfest am 13. März 1859, mit Zeichnungen auf Blatt Z im Text . . . . .	518
<b>G. Mittheilungen aus Vereinen.</b>			
Architekten-Verein zu Berlin.			
Neu aufgenommene Mitglieder 1856. 1857 . . . . .	493	Verhandlung in der Versammlung vom 10. März 1857 . .	107
Vorträge . . . . .	495	- - - - - 14. April 1857 . .	329
Auszugsweise Mittheilungen aus gehaltenen Vorträgen . .	498	- - - - - 12. Mai 1857 . .	346
		- - - - - 15. September 1857	521
		- - - - - 13. October 1857 .	538
		- - - - - 10. November 1857	659
		- - - - - 8. December 1857	664

### III. Literatur.

	Pag.		Pag.
Geschichte der bildenden Künste, von Dr. Carl Schnaase, V. Band. Düsseldorf, Verlag von Jul. Buddeus 1856. 8. 807 S. Mit 92 Abbildungen . . . . .	665	Verzeichniß neu erschienener oder neu aufgelegter bauwis- senschaftlicher Werke des In- und Auslandes. (Fort- setzung.) . . . . .	119 u. 353
Berichtigungen . . . . .			485 u. 671

