

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000302752





Neue  
Hafen-Anlagen zu Bremen

eröffnet im Jahre 1888.

---

Dargestellt vom

Ober-Baudirector **L. Franzius**

unter Mitwirkung

der Reg.-Baumeister **A. Hirsch** und **H. Hoernecke**, des Architekt **W. Sunkel**,  
des Civil-Ingenieur **Fr. Neukirch** und des Ingenieur **R. Müller**.

---

Mit 10 lithographirten Doppel-Blättern.

---

HANNOVER.

Hofbuchdruckerei der Gebrüder Jänecke.

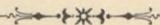
1888.



IV 35236

# Inhalts-Verzeichnis.

	Seite		Seite
<b>A. Kurze Angaben über die Entwicklung der Schifffahrts-Verhältnisse und die Ausbildung der Hafenanlagen bis 1888. Einwirkung der Unterweser-Korrektion und des Zollanschlusses</b> .....	1		
<p style="margin-left: 20px;">Lage Bremens zur See und zum Binnenlande. — Entwicklung des Handels, Gründung Bremerhavens und des Norddeutschen Lloyd. — Verkehrs-Mängel in der letzten Zeit. Zweitheiligkeit, Stadt Bremen und Bremerhaven. Schlechter Zustand der Unterweser. — Verbesserungspläne. Wasserverbindung mit dem Hinterlande. Unterweser-Korrektion. Projekt, Verhandlungen, Ausführung. — Zollanschluss Bremens. Bedeutung im Allgemeinen. Einfluss auf die Hafenanlage.</p> <p style="margin-left: 20px;">Beschreibung älterer Anlagen für den Bremer Handel und Verkehr. Die Außenweser unterhalb Bremerhaven. Die Unterweserhäfen. Die Anlagen in der Stadt Bremen.</p>			
<b>B. Neue Hafenanlagen in der Stadt Bremen</b> .....	22		
<b>1) Allgemeine Anordnung</b> .....	22		
Wahl des Platzes. — Anordnung des Hafens. — Wahl zwischen offenem und geschlossenem Hafen. — Platzvertheilung.			
<b>2) Hafenbecken. Kaimauern und deren Fundamente</b> ....	27		
<b>3) Strafsen- und Eisenbahn-Anlagen</b> .....	30		
a. Verkehrs-Verbindungen mit der Stadt und mit dem Hauptbahnhofe.....			
Allgemeines. — Höherlegung der Weserbahn. — Der Verkehr zwischen Stadt und Freibezirk.			
b. Entwicklung der Verkehrswege im Freibezirke selbst .....			
Strafsen und Plätze. — Gleisanlagen.			
<b>4) Die Hochbauten</b> .....	45		
a. Das Hafenhhaus .....			
b. Das Maschinenhaus .....			
c. Das Verwaltungs-Gebäude.....			
d. Nebenbureau-Gebäude.....			
		e. Speicherbauten .....	48
		Allgemeine Waarenspeicher, Weinspeicher, Tabackspeicher.	
		f. Kaischuppen.....	50
		<b>5) Maschinenanlagen</b> .....	52
		a. Die Druckwasseranlage.....	
		Wahl des Systems. — Beschreibung der hydraulischen Centralanlage. — Die Krahne.	
		b. Die elektrische Beleuchtungsanlage.....	
		<b>6) Nebenanlagen</b> .....	64
		a. Anlandebrücke .....	
		b. Schwimmkrahn .....	
		c. Schiffs-Reparatur-Anstalt .....	
		d. Holzlagerplätze.....	
		e. Verladung von Kohlen .....	
		<b>7) Ausführung und Kosten</b> .....	73
		a. Erdarbeiten .....	
		b. Gründungsarbeiten für die Kaimauern .....	
		c. Mauer- und Betonirungsarbeiten für die Kaimauern, einschliesslich Ausrüstung der Mauern. Frostrisse	
		d. Materialientransport .....	
		e. Kosten.....	
		<b>8) Verwaltung und Betrieb</b> .....	90
		Eisenbahnbetrieb. Lösch- und Ladebetrieb. Lagerhaus-Gesellschaft. Tarif für Benutzung der Verkehrsanstalten und Lagereinrichtungen.	
<b>Bildliche Darstellungen.</b>			
		Bl. 1. Unterweser. Bremerhaven. Brake.	
		„ 2. Lageplan des neuen Hafens zu Bremen.	
		„ 3. Kaimauern.	
		„ 4. Querschnitt durch den Hafen. Schuppen und Speicher.	
		„ 5. Hafenhhaus. Verwaltungsgebäude. Maschinenhaus.	
		„ 6. Strafsen- und Eisenbahnanlagen. Brücken. Tunnel.	
		„ 7. Maschinen. Centralmaschinenanlage.	
		„ 8. Hydraulische Krahne, Aufzüge und Winden.	
		„ 9. Nebenanlagen.	
		„ 10. Ausführung, Disposition und Hilfsmaschinen.	





# Die neuen Hafen-Anlagen zu Bremen.



## A. Kurze Angaben über die Entwicklung der Schifffahrts-Verhältnisse und die Ausbildung der Hafenanlagen bis 1888. Einwirkung der Unterweser-Korrektion und des Zollanschlusses.

### Lage Bremens zur See und zum Binnenlande.

Bremen, der zweite Seehandelsplatz Deutschlands, ist als solcher keineswegs von der Natur begünstigt. Es liegt an einem Punkte der Weser etwa 120<sup>km</sup> oberhalb deren Eintritt in die offene See und noch etwa 60<sup>km</sup> oberhalb der seitherigen Grenze für die große Schifffahrt. Auf der andern Seite fehlt es nach dem Binnenlande hin an einem für größere Schiffe fahrbaren Flusse, denn die von Bremen bis Münden 366<sup>km</sup> lange Obere Weser ist trotz großer Anstrengungen bis jetzt noch nicht dahin gebracht, den Schiffen 1<sup>m</sup> Tiefgang zu gewähren und bleibt in trockenen Sommern noch erheblich hinter diesem Maße zurück. Das Hinterland selbst ist dabei zum großen Theile und namentlich in der Nähe Bremens nur ein dünnbevölkertes; erst in größerer Entfernung, wo aber bereits die mächtigen Ströme Rhein und Elbe ihre Herrschaft fühlbar machen, treten Kohlenbergwerke, Eisenhütten und sonstige Großindustrie-Anlagen in namhafter Anzahl auf. Weder vor der Entstehung der Eisenbahn, noch seit deren verkehrsbelebender Wirkung war Bremen ein hervorragender Punkt des Landtransportes, sondern lag sozusagen seitab von der großen Heerstraße.

Nur der Umstand, dass, abgesehen von dem viel unbedeutenderen Emsgebiete, zwischen Rhein und Elbe ein durchschnittlich 400<sup>km</sup> breiter Landstreifen nahezu in seiner Mittellinie von der Weser durchzogen wird, gab Bremen seinen Ursprung als Handelsplatz, dessen Wachstum aber gegen den Druck der mächtigen Rivalen an jenen beiden Strömen und deren Nebenarmen nur mit Aufbietung größter Anstrengung gefördert und vertheidigt werden konnte.

Wenn nun trotzdem behauptet werden kann, dass Bremen zur Zeit eine über seine natürliche Lage hinausgehende Bedeutung erlangt hat, so muss dies, da eine Begünstigung durch einen dritten Faktor, wie Unter-

stützung mit fremden Mitteln, völlig ausgeschlossen ist, lediglich der Tüchtigkeit und Energie seiner zur Zeit etwa 150 000 Seelen zählenden Bevölkerung zugeschrieben werden. Es wird der in jener seit frühester Zeit lebende Geist in kräftiger Weise ausgedrückt durch den alten, am Hause „Seefahrt“ zu Bremen eingemeißelten Spruch:

„Navigare necesse est, vivere non est necesse“.

**Entwicklung des Handels, Gründung Bremerhavens und des Norddeutschen Lloyd.** Jahrhunderte lang sah das alte, schon i. J. 788 zu einem Bischofsitze erhobene Bremen die Seeschiffe unmittelbar vor seinen Mauern ankern. Die kleineren Gattungen derselben: Koggen, Holke, Kreyer, Barsen u. a. m. bedurften nur eines geringen Tiefganges, da sie auf ihren Fahrten nach den holländischen, flandrischen und englischen Häfen, nach der französischen Küste, der Bay von Biscaya und den portugiesischen Handelsplätzen oder nach Bergen in Norwegen, nach Kopenhagen und Skanör, nach Stockholm, Riga und Reval nur auf kurzen Strecken das offene Meer durchschnitten, meist aber nicht fern von der Küste sich hielten. Jedoch eine nach unsern Begriffen geringe Ladung verhielt schon verhältnismäßig hohen Gewinn und man durfte andererseits nicht wagen, ein zu großes Risiko in ein einzelnes Schiff zu setzen, da es weder gegen die Gefahren der Stürme und Sandbänke noch gegen die schlimmeren des Seeräuberwesens eine Assekuranz gab. Eben diese Gefahren und dazu der Umstand, dass die Seefahrt während vier Wintermonaten völlig still lag, mussten die Preise der über See verfrachteten Waaren am Bestimmungsorte gegen den Einkaufspreis unverhältnismäßig hoch stellen und dem glücklichen Schiffer und Kaufmann Gewinnste verschaffen, welche heute höchstens eine ausnahmsweise günstige Konjunktur ihnen bringen kann. Die Schiffe führten im Wesentlichen Getreide, Vieh, Butter, Bier, Rheinwein und andere Produkte deutscher Landwirtschaft und Industrie, aber auch im Zwischenhandel englische Wolle und englisches Zinn, flandrische Laken, Salz aus der Bay, Südfrüchte und

Südweine und die aus dem levantinischen Handel gewonnenen Gewürze aus Portugal nach den nordischen Häfen, um von dort Hering, Thran, Holz, Hanf, schwedisches Eisen und Pelzwerk zurückzubringen. Der Verkehr mit dem Oberlande geschah theils mittels ganzer Züge von Frachtwagen zu Lande, theils auf der Weser, der Aller und Leine, zu welchem Zwecke Bremen schon im 14. Jahrhundert Verträge mit der Stadt Hannover, mit den Herzögen von Braunschweig-Lüneburg und mit anderen Herren abschloss.

Verschiedene Umstände scheinen im Laufe des 16. Jahrhunderts zum Bau größerer Seeschiffe geführt zu haben. Die Gefahren des Seeraubes waren durch energische gemeinsame Bekämpfung der Hansestädte wesentlich herabgemindert worden; die Einführung der Seeassecuranz verminderte das materielle Risiko des Umfrachtens; die Anwendung von Kompass und Astrolabium, von Seekarten und gedruckten Segelanweisungen erlaubten dem Schiffer sichere Fahrt quer durch die See, der mit der Blüthe der Städte, mit wachsender Bevölkerungszahl und wachsendem Reichthum gesteigerte Konsum und die zunehmende Konkurrenz im internationalen Seehandel erheischten größeren Laderaum. Die transoceanische Schifffahrt, wenn auch für Bremen wie für die deutschen Seeplätze überhaupt noch lange außer Frage, musste doch auch hier auf den Umfang des Waarenaustausches und die Größe der Seeschiffe einwirken. Es kam hinzu, dass mindestens seit der Mitte des 15. Jahrhunderts für eine regelmäßige Betonung der unteren Weser und Unterhaltung der Seezeichen in der Mündung des Stromes von Bremen aus gesorgt wurde, wodurch auch größeren Schiffen ein sicheres Heraufkommen ermöglicht war. Aber diese Fürsorge erstreckte sich doch nicht oder nur in sehr geringem Maße auf eine Unterhaltung des Fahrwassers. Die Unter-Weser war im Laufe der Jahrhunderte immer mehr verwildert; umfassende Eindeichungen des Landes verringerten die Menge des sich auf- und abbewegenden Flusswassers; zunehmende Abholzung des oberländischen Gebietes vergrößerte die Menge des herabtreibenden Sandes; Stromspaltungen und Inselbildungen wurden im Interesse des Landgewinnes befördert oder geduldet.

Die größeren Seeschiffe konnten daher nicht mehr bis zur Stadt hinauffahren, sie mussten 17<sup>km</sup> unterhalb bei Vegesack ankern und von dort ihre Waaren auf Leichterschiffen hinaufsenden. So entschloss man sich zu Anfang des 17. Jahrhunderts bei Vegesack einen Hafen zu bauen, in welchem die Schiffe insbesondere eine gesicherte Winterlage hätten. Aber schon in der zweiten Hälfte desselben Jahrhunderts konnten die wachsenden Schiffe nur selten noch bis Vegesack gelangen, sie mussten noch weiter unterhalb bei Elsfleth, vornehmlich bei Brake vor Anker gehen, im Territorium des oldenburgischen Grafen, der durch die seit dem Anfange des 17. Jahrhunderts beanspruchte und durch den Münsterschen Frieden 1648 legalisirte Erhebung eines Schiffs- und Waarenzolls dem Bremischen Handel empfindlichen Schaden zufügte.

Der Handel, schmiegsam und erfindungsreich, weiß sich wohl mit mancher Fessel abzufinden, aber für die Bremische Seeschifffahrt musste der Mangel an eigenen Häfen und Ankerplätzen immer empfindlicher werden, als sie seit der Befreiung Nordamerikas endlich Antheil am großen Welthandel gewonnen hatte und seit Bremen nach dem Zusammenstürze des alten Reichs und nach Beseitigung der Napoleonischen Herrschaft als souveräner Staat zum Abschlusse von Handels- und Schifffahrtsverträgen mit fremden Staaten sich ermächtigt und getrieben sah.

Die zwanziger Jahre unsers Jahrhunderts, in welchen die ersten derartigen Verträge mit Großbritannien, mit den Vereinigten Staaten von Nordamerika, mit Brasilien und mit Preußen abgeschlossen wurden, haben zuerst eine zielbewusste bremische Schifffahrtspolitik in's Leben gerufen. Auf Grund der Wiener Congressacte, welche die Wichtigkeit der binnenländischen Stromschifffahrt anerkannte, wurde unter den sämtlichen Weseruferstaaten i. J. 1823 die Weserschifffahrtsakte vereinbart, welche unter Beseitigung der zahlreichen dem Handel fast unerträglichen Waarenzölle und Schiffsabgaben ein geregeltes Zollsystem einführt und mit ihm die aequivalente Verpflichtung zur Unterhaltung des Strombettes verband. Vier Jahre später schloss Bremen mit Hannover den Vertrag über die Anlage eines Hafens an der Geestemündung ab, welcher Bremen endlich wieder in den Besitz eines eigenen Seehafens setzte und die Gefahr beseitigte, dass den begreiflichen Anstrengungen Oldenburgs entsprechend der „Port of Bremen“ aus den Schiffscossementen und Schiffslisten verschwinden möchte. Nach dreijähriger Arbeit wurde im Jahre 1830 das erste Hafenbecken zu Bremerhaven dem Verkehre übergeben, dem seither, namentlich in Folge der wachsenden Bedürfnisse der transatlantischen Dampfschifffahrt, zwei neue grössere Becken hinzugefügt werden müssen. (Siehe Blatt 1 und w. u.)

Bezeichnet die Gründung Bremerhavens den hervorragendsten Wendepunkt für die Entwicklungsgeschichte des Bremer Handels, so muss daneben als dessen vorzüglichste Leistung die Schöpfung und das Wachsthum des Norddeutschen Lloyd genannt werden.

Der i. J. 1857 gegründete Norddeutsche Lloyd, jetzt eine der mächtigsten Schifffahrts-Gesellschaften aller Länder, zählte i. J. 1887 in seiner Flotte 37 große Ocean-Dampfer mit 118303 R.-T. und 114100 Pfdst., 10 Dampfer für europäische Fahrt, 17 Flussdampfer, 60 Leichterfahrzeuge etc. und im Ganzen auf diesen sämtlichen Schiffen 143255 R.-T. und 124995 Pfdst. Seitdem sind einige Ocean-Dampfer für seine neuen Verbindungen mit Ostasien und Australien hinzugekommen. Sein jährlicher Kohlen-Verbrauch beläuft sich auf rund 540000<sup>t</sup>.

Es möge hier noch erwähnt werden, dass zwei jüngere und wesentlich kleinere Rhedereigesellschaften Neptun und Hansa im günstigen Aufblühen sich

befinden und dass die Bremer Rhederei an Zahl der Register-Tonnen mit 334 067 derjenigen Hamburgs mit 342 019 am 1. Jan. 1887 fast gleichgekommen ist.

**Verkehrs-Mängel in der letzten Zeit. Zweitheiligkeit, Stadt Bremen und Bremerhaven. Schlechter Zustand der Unterweser.** Das solcherweise im Laufe der Zeit gewordene Bremen gerieth gerade im letztern Decennium in schlimme Bedrängnis. Die Häfen von Hamburg einerseits, Amsterdam, Rotterdam und Antwerpen andererseits waren im großen Stile ausgebaut; soweit es überall nöthig, waren auch ihre Zugänge von der See her und namentlich ihre Wasserverbindungen nach dem Binnenlande hin bedeutend verbessert. Mit diesen großartigen Fortschritten seiner schon von jeher mächtigeren Rivalen hatte Bremen trotz namhafter Ausdehnung seiner eigenen Anlagen in Bremerhaven und in der Stadt Bremen, sowie trotz der vorzugsweise von der preussischen Regierung betriebenen Verbesserung der Oberweser, nicht auch nur verhältnismäßig Schritt gehalten. Die Folge davon war ein relativ verstärktes Zurückbleiben hinter jenen Nachbarn.

Einige Zahlen des Gesamtverkehrs von Bremen, Hamburg und Antwerpen aus den letzten Decennien mögen dieses anschaulich machen:

Während in den Bremischen Häfen in der Periode 1871/80 durchschnittlich 966 000 Reg.-Tonnen\*) ankamen und diese Zahl im Jahre 1887 auf 1 444 000 stieg, verhielt sich in Hamburg der Durchschnitt jener Periode zu der Einfuhr i. J. 1887 wie 2 206 000 zu 3 920 000.

In Antwerpen hat nachstehende Steigerung des Verkehrs stattgefunden:

Jahre	1860	1870	1880	1887
Gew.-T.	547 000	1 387 000	3 118 000	üb. 4 000 000

Während also in Bremen nur eine Steigerung von 2 auf 3 eingetreten war, ist dieselbe gleichzeitig in Hamburg und Antwerpen nahezu wie 2 auf 4 gewesen.

Ein längeres wenn auch nur relatives Zurückbleiben im Wettbewerb bedeutet im Handel, dem Kriege im Frieden, schon fast einen Stillstand oder gar Rückgang. Es musste also Bremen, um seine Stelle zu behaupten, mit allen ihm zu Gebote stehenden Kräften suchen, das Versäumte wieder einzuholen. Der erste wichtige Schritt zur Besserung ist aber stets die Erkenntnis der eigenen Mängel und Schwächen.

\*) Register-Tonne oder ton registered ist ein Raummaß = 100 engl. Kubikfuß = 2,83 cbm; sie giebt also gemäß der jetzt übereinstimmenden deutschen und englischen Schiffsvermessungsmethode nur den Netto-Laderaum an, ist daher nicht mit der ein Gewicht von 1000 Kilo bezeichnenden Gewichtstonne zu verwechseln. Bei Annahme eines gleichbleibenden Verhältnisses zwischen Laderaum und Tragfähigkeit wird in Deutschland für 1 Gew.-Tonne ein Raum von 2,12 cbm, oder für 1 Reg.-Tonne 1,335 Gew.-Tonne gerechnet. S. hierüber Hdbch. d. Ing.-Wissenschaften Bd. III, Kap. XVII.

Von allen ungünstigen Eigenthümlichkeiten Bremens wurde nun von diesem selbst nach und nach, wenn auch keineswegs gleich von allen Seiten, die Zweitheiligkeit des Platzes erkannt, dass nämlich der eigentliche Hafen in Bremerhaven, das kaufmännische Kontor und die Börse in der Stadt Bremen sich befand. Durch diese räumliche Trennung von fast 70 km, welche trotz Eisenbahn, Telegraph und Fernsprecher auch stets mit einem zeitlichen Verlust verbunden bleibt, erwachsen der Geschäftsführung mancherlei Schwierigkeiten und unvermeidliche Schäden. Schon im Eingange ist der ungünstigen Verhältnisse gedacht, durch welche die über Bremen gehenden Güter dadurch belastet werden, dass sie nicht direkt zwischen dem Seeschiffe und dem Speicher umgeladen werden, sondern einen kostspieligen Zwischentransport mittels Leichterfahrzeugen oder Eisenbahn erfordern. Diese Mehrkosten, gegenüber einem direkten Verkehr des Seeschiffes an der Stadt, betragen i. D. mindestens 2 Mk. pro Gew.-Tonne, belasten also den Bremer Handel jährlich um mindestens 2 Millionen. Andere sich aus der Trennung von Kontor und Hafen ergebende mehr indirekte Mängel und Verluste mögen nur noch kurz erwähnt werden. Der Empfänger wie der Versender der Waaren bedarf entweder besonderer Mittelpersonen, des Spediteurs usw., oder eines größern eigenen Personals; hierdurch entsteht aber neben vermehrter Ausgabe eine größere Unsicherheit. Der in Bremen wohnende Schiffseigenthümer oder Rheder kann bei dem Liegen seines Schiffes in Bremerhaven nicht das eigene Auge auf dasselbe gerichtet halten, er muss bei der Reparatur der Ausrüstung usw. sich mehr oder weniger Anderen anvertrauen und stets höhere Preise bezahlen.

Zu diesen auch bei guter Beschaffenheit des Wasserweges zwischen Bremerhaven und Bremen unvermeidlichen Nachtheilen kam nun bis vor Kurzem noch der, dass eben jener Weg ein höchst mangelhafter war. Noch bis etwa zum Jahre 1875 betrug die sichere Fahrtiefe nicht wesentlich mehr als 1 Meter, indem die Schiffe mehrere in größeren Entfernungen hintereinander liegende Untiefen oder Barren passiren mussten, und wenn sie den Weg in einer Fluthzeit oder Tide zurücklegen wollten, gezwungen waren, mehrere derselben eine Zeit lang vor oder nach dortigem Hochwasser zu passiren. In allen ähnlichen Fällen ist bekanntlich nicht die bei Hochwasser vorhandene kleinste Tiefe das Maß der für den ganzen Weg ausnutzbaren Fahrtiefe, sondern letztere bleibt je nach der Lage der Barren und gemäß den Fluthverhältnissen oft erheblich hinter jener zurück. Bei solcher geringen Fahrtiefe aber war der Verkehr auf kleine Fahrzeuge beschränkt oder er erlitt durch Festsetzen größere schädliche Störungen. Eine besondere Kalamität trat ferner fast in jedem Winter ein, sobald sich das Eis in der durch das zeitweilige Gegeneinanderströmen von Ebbe und Fluth besonders ungünstig belegenen und die höchsten Barren enthaltenden Strecken der Unterweser zusammengeschoben hatte. Alsdann

war plötzlich der ganze Schiffsverkehr gehemmt und der Waarenversand auf die Eisenbahn (vordem auf die Landstrafse) verwiesen, welche aber einem derartigen Andränge häufig nicht gewachsen war.

Schon seit einigen Jahrzehnten hatten die deshalb nur selten verstummenden Klagen der an der Schifffahrt Betheiligten die Regierungen der drei Uferstaaten Preußen (vormals Hannover), Oldenburg und Bremen veranlasst, durch Regulirung der besonders schlechten oberen Strecken Abhülfe zu schaffen. Nachdem Bremen allein schon seit 1850 mit der Regulirung seiner eigenen bis Vegesack reichenden Strecke vorgegangen war, wurde auch von den beiden anderen Staaten die anschließende Strecke bis zum Punkte Lienen vom Jahre 1864 nach gemeinschaftlichem Plane korrigirt und ebenso wie die unterhalb liegende durch Baggerungen von jährlich etwa 90 000 *M* Kostenbetrag, an welchen Bremen starken Antheil nahm, thunlichst schiffbar erhalten. In seiner oberen Strecke Bremen-Vegesack verwandte Bremen allein in den letzten Jahren durchschnittlich 120 000 *M* für Baggerungen. Eine wesentliche Verbesserung des Fahrwassers war die Folge dieser bis auf die jüngste Zeit fortgesetzten Arbeiten, welche zunächst den Fluss- und Leichterschiffen eine ungehinderte Fahrt verschafften und schliesslich es kleineren Seeschiffen ermöglichten, mit etwa 2,75<sup>m</sup> Tiefgang nach Bremen zu gelangen. Gerade durch letzteren Umstand aber wurde der Mangel einer größeren Fahrtiefe recht fühlbar gemacht, denn mit jedem kleinen bis an die Stadt Bremen herankommenden Seeschiffe zeigte sich deutlicher wie durch jede Berechnung der Nutzen einer direkten Zugänglichkeit.

**Verbesserungspläne. Wasserverbindung mit dem Hinterlande. Unterweser-Korrektion. Projekt, Verhandlungen, Ausführung.** Nachdem sich herausgestellt hatte, dass mit Hülfe der seitherigen Regulirungs-Arbeiten, bei denen auf die Entwicklung der Fluthwelle nur wenig Rücksicht genommen, sondern im Wesentlichen dasselbe Prinzip wie bei der Korrektion oberer Flussstrecken befolgt war, kein wesentlicher Fortschritt mehr werde erzielen lassen, die Uebelstände des Fahrwassers aber mit steigender Frequenz sich um so fühlbarer machten, wurde von Seiten des Norddeutschen Bundes mittels Bundesraths-Beschluss v. 15. Febr. 1874 eine Reichskommission aus Vertretern der drei Uferstaaten niedergesetzt mit dem Auftrage, ein Projekt zur durchgreifenderen Regulirung zu entwerfen. Nach mehrjährigen Vorarbeiten wurde dieses Projekt i. d. J. 1879—81 vom Oberbaudirektor Franzius aufgestellt und von dessen Mitkommissären, Geh. Oberbaurath Gercke und Oberdeichgräfe Nienburg, festgestellt. Dasselbe ist nach seiner amtlichen Veröffentlichung\*) später i. J. 1886 von der Akademie des Bauwesens in Berlin geprüft und in allen wesentlichen Punkten gutgeheissen. Da

\*) Projekt zur Korrektion der Unterweser etc. Leipzig; Verlag von W. Engelmann, 1882.

es aber nach Ansicht der Reichsregierung über das von den Staaten Preußen und Oldenburg zu verfolgende Ziel hinausging, so wurde es Bremen überlassen, dasselbe mit seinen alleinigen Mitteln zur Ausführung zu bringen.

Hierzu gehörte freilich von Seiten Bremens der Muth der Verzweiflung, indem die Kosten zu 30 Millionen Mark veranschlagt waren und bei der veränderten politischen Auffassung hinsichtlich der Betheiligung sich ferner ergab, dass solche durch besondere lokale Verhältnisse verursachten Nebenanlagen, welche das Projekt in seiner Veranschlagung nicht berücksichtigt, sondern als von den betreffenden Staaten auszuführen angenommen hatte, jetzt auch Bremen zur Last fallen würden. Es war aber sehr bald nach der Veröffentlichung des Projekts fast allgemein die Ueberzeugung in Bremen durchgedrungen, dass jenes unbedingt zur Ausführung gebracht werden müsse, wenn Bremen seinen Rang als Handelsplatz behaupten wolle. Mochten auch daselbst noch einige gewisse Zweige des großen Handels vortrefflich gedeihen und in einzelnen sogar Bremen vor seinen Nachbarhäfen noch den Vorrang einnehmen, es wurde aber immer deutlicher erkannt, dass namentlich der europäische Verkehr in Bremen eine überaus geringe Entwicklung besitzt, weil gerade dieser wegen seiner verhältnismässig niedrigen Gesamtbezugskosten durch die besprochenen mangelhaften Schifffahrtsverhältnisse zwischen Bremerhaven und Bremen am fühlbarsten belastet wird. Während nämlich für das Jahr 1887 die Gesamteinfuhr in Hamburg von rund 3 920 000 R.-T. zerfällt in 2 815 498 R.-T. von europäischer und 1 104 736 R.-T. von aufereuropäischer Fahrt, vertheilt sich in Bremen die gleichzeitige Einfuhr von 1 440 000 R.-T. in 509 334 R.-T. von europäischer und 935 349 R.-T. von aufereuropäischer Fahrt. Umsomehr schien also das einstweilige Ziel des Projektes, nach Bremen einen Tiefgang der Schiffe von 5<sup>m</sup> zu schaffen, das richtige, indem gerade die europäische Fahrt nur etwa diesen mässigen Tiefgang beansprucht, für die transatlantische und asiatische Fahrt aber die größere Tiefe bis Bremerhaven und in dessen Hafeneingängen vorhanden war. Dieser letztere Umstand musste vorzugsweise allen Denen zur Beruhigung dienen, welche für Bremerhaven und Geestemünde in der Korrektion der Unterweser bis Bremen eine schwere und nicht zu rechtfertigende Schädigung erblickten. Die aus diesem Grunde erhobenen Proteste und Beschwerden wurden daher auch von den zuständigen Regierungen nicht für berechtigt erklärt.

Es sei hier jedoch noch einer anderen gegen die Ausführung des Projektes gerichteten Bestrebung gedacht, welche gerade in Bremen ihre stärkste Vertretung fand und dahin ging, zunächst die vollkommenere Wasserverbindung mit dem Binnenlande herzustellen. Dagegen wurde jedoch in überzeugender Weise geltend gemacht, dass, so wünschenswerth diese bessere Binnenlands-Verbindung sei, doch

der größere Mangel in der ungenügenden Seeverbindung liege, dass ferner zunächst einige Sicherheit für die Ausführung der hauptsächlich Kanallinien im Binnenlande, insbesondere des oberen Rhein-Weser-Elbe-Kanals,\*) vorliegen müsse, ehe eine Anschluss-Verbindung von Bremen her Aussicht und Bedeutung bekomme, und dass endlich das Binnenland selbst mit dem für Seeschiffe direkt zugänglichen Bremen weit lieber eine engere Verbindung suchen werde, als mit dem in bisheriger mangelhafter Lage befindlichen. In einem größeren Vortrage war dementsprechend von dem Schreiber dieser Zeilen im Jahre 1884 gelegentlich des Nordwestdeutschen Binnenschiffahrts-Kongresses in Bremen empfohlen worden, nach gesicherter Ausführung des ebenerwähnten Rhein-Weser-Elbe-Kanals als eines der wichtigsten Nebenglieder dieses großen und tiefen Kanals die ebenmäßige Verbindung zwischen Hannover und Bremen und zwar durch Kanalisierung der Leine und Aller ins Auge zu fassen. Es würde dadurch jenem Kanale die kürzeste und leistungsfähigste Querverbindung mit der See gegeben, die Stadt Hannover bekäme eine Lage zur See, wie sie Bremen seit langem Zeitraum nicht besser gehabt habe und endlich erlange Bremen die Verbindung mit der ganzen Elbe und zwar von Magdeburg aufwärts ebenso günstig wie Hamburg sie besitze. Aber sowohl die vollendete Korrektur der Unterweser als auch die sichere Ausführung des Rhein-Weser-Elbe-Kanals seien die Voraussetzungen für das Zustandekommen und die Nutzbarmachung jener Querverbindung.

Die Absicht zur Ausführung der Unterweser-Korrektur stand also in Bremen, trotz aller ungünstigen Umstände fest. Es wurde zunächst ein Theil derselben, der Durchstich der „Langen Bucht“, einer etwa 1400 Meter Umweg verursachenden Krümmung nahe unterhalb Bremen (s. Bl. 1) schon i. d. J. 1883—1886 zur Ausführung gebracht. Einerseits war dies ohne besondere Vorverhandlungen mit den Nachbarstaaten möglich, weil jene Strecke im Bremer Gebiet liegt, andererseits war es besonders dringlich, weil gerade in jener Bucht nach jedem Hochwasser die Fahrrinne stark versandete oder sich unregelmäßig gestaltete. In Folge des Durchstichs wurde tatsächlich eine Vergrößerung der Fahrtiefe von 2,75 auf 3<sup>m</sup> gewonnen. Die größten Schwierigkeiten gegen die Ausführung des ganzen Projekts lagen aber in der Beschaffung der Mittel. Ohne Anleihe konnte Bremen selbstverständlich dieselben nicht aufbringen, aber ebenso nothwendig erschien eine gewisse Sicherheit, jene Anleihe in absehbarer Zeit amortisiren zu können. Zu diesem Zwecke ertheilte das Reich bereitwillig Bremen das Recht, von dem aus der Korrektur Nutzen ziehenden Verkehre eine Abgabe zu erheben, indem durch Reichsgesetz vom 5. April 1886 bestimmt wurde:

\*) Ueber die zweite untere Verbindung zwischen Rhein-Weser-Elbe s. w. u. bei Angabe über die Unterweser-Häfen.

„§ 1. Falls die freie Hansestadt Bremen eine Korrektur der Weser in der Strecke von Bremen bis Bremerhaven ausführt, welche Schiffen bis zu 5 Meter Tiefgang die Fahrt auf dieser Flussstrecke ermöglicht, so kann dieselbe von den Ladungen der die korrigirte Wasserstraße benutzenden, aus See nach Bremischen Häfen oberhalb Bremerhavens oder von denselben nach See gehenden Schiffe, welche einen Rauminhalt von mindestens 300 Kubikmetern haben, eine Abgabe nach Maßgabe der für künstliche Wasserstraßen im Artikel 54 Absatz 4 der Reichsverfassung getroffenen Bestimmungen erheben.

§ 2. Der Reichskanzler bestimmt den Zeitpunkt, von welchem an die Abgabe erhoben werden darf.“

Es sei hierzu nur noch bemerkt, dass nach dem angezogenen Artikel 54 Abs. 4 der Reichsverfassung die Abgabe die zur Unterhaltung und gewöhnlichen Herstellung der Anstalten und Anlagen erforderlichen Kosten nicht übersteigen darf.

Senat und Bürgerschaft in Bremen beschlossen sodann auf Grund dieses Gesetzes Ende Juni 1887 von jeder aus See einkommenden oder nach See ausgehenden Tonne Guts, welche die korrigirte Weser im Verkehr mit Bremischen Häfen benutzt, eine Abgabe von 1 Mark zu erheben und stützten diesen gesetzlichen Beschluss (publizirt i. Brem. Ges.-Blatt am 18. März 1888) auf einen Finanzplan, wonach im ersten Jahre nach vollendeter Korrektur der abgabepflichtige Seeverkehr Bremens zu 500 000 Tonnen und der jährliche Zuwachs zu 40 000 Tonnen angenommen wurde, so dass bei einer Verzinsung mit 3½ Prozent in 28 Jahren nach vollendeter Korrektur die Einnahme aus der Gebühr die Zinsen des Anlagekapitals begleichen und dass in 65 Jahren das Kapital mit Zins und Zinseszins getilgt sein würde.

Endlich sei noch kurz der mit Preußen und Oldenburg abgeschlossenen Staatsverträge vom 5./21. Juli 1887 und 22. November 1887 gedacht, kraft deren Bremen ermächtigt wurde, auf den Gebieten jener beiden Nachbarstaaten die Korrektur planmäßig auszuführen, jedoch die Verpflichtung übernahm, die etwa in Folge derselben den einzelnen Interessenten oder Korporationen erwachsenden Schäden durch Zahlung entsprechender Summen oder durch auszuführende Anlagen gut zu machen. Diese Fragen zum Austrag zu bringen muss um so schwieriger erscheinen, als die befürchteten Schäden erst — wenn überhaupt — nach längerer Zeit fühlbar, aber selbst dann kaum sicher nachweisbar sein werden können. Hierhin gehört u. A. das im Projekt nicht als Entschädigungsobjekt vorgesehene weitere Hinaufdringen des Salzwassers von unten her, aus welchem sowohl erschwertes Einlassen von Süßwasser durch die Deichsiele als auch eine Verschlechterung des Bodens und des Wachstums entstehen soll. Während nun von Seite Preußens alle derartige Schadensansprüche auf Grund des preußischen Enteignungsgesetzes vom 10. Juni 1874 geregelt werden, aber ein Beginn der Arbeiten vor Feststellung des

Schadens gestattet wurde, musste Bremen sich Oldenburg gegenüber, woselbst ein derartiges Gesetz nicht zur Verfügung stand, verpflichten, mit Abschluss des Vertrages auch schon ganz bestimmte Entschädigungen zu bezahlen, so z. B. die Summe von 2 188 000  $\mathcal{M}$  lediglich zum Zwecke eines Süßwasserkanales, welcher die unterhalb Brake (s. Bl. 1) belegenen Marschdistrikte ebenso gut, wie diese es früher durch direktes Einlassen mittels ihrer Siele konnte, mit trinkbarem Wasser versehen soll. Es kann kaum zweifelhaft sein, dass solche Entschädigungen bei gemeinsamem Vorgehen der drei Uferstaaten nicht zu zahlen gewesen wären. Auf der anderen Seite haben freilich Preußen sowie Oldenburg für den Wegfall der seither von ihnen auf Grund früherer Vereinbarungen aufgewandten Regulierungskosten und für die von nun ab Bremen allein obliegende Verpflichtung sich zu einer angemessenen Entschädigung bereit erklärt.

Nach allen diesen schwierigen und zeitraubenden Vorverhandlungen konnte endlich im Juli 1887 mit der Ausführung der Korrektur begonnen werden, jedoch einstweilen nur deshalb in geringem Umfange, weil allein für etwa  $3\frac{1}{2}$  Millionen Mark Bagger und zugehörige Erdtransportfahrzeuge anzuschaffen waren, und sich diese Leistung bis in den Sommer 1888 hinein erstreckte. Es handelte sich dabei um Beschaffung von 8 grossen Strombaggern, unter welchen 2 mit je 250  $\text{cbm}$  stündlicher Leistung, ferner von 22 Dampfprahnen zum Theil von 200  $\text{cbm}$  Ladefähigkeit, 36 geschleppten Prahnen, 6 grösseren Dampfern und 7 Dampfbarkassen, mit im Ganzen etwa 4000 indic. Pferdekräften.

Indem hier hinsichtlich der Begründung des Korrektionsprojektes,\*)\*\*) dessen Ausführung\*\*\*) und endlich seiner von auswärtigen Sachverständigen erfolgten Beurtheilung†) auf die unten genannten Quellen verwiesen werden muss, sei nur noch kurz mit Bezugnahme auf die in Bl. 1 mitgetheilten Zeichnungen erwähnt, dass dasselbe im Wesentlichen durch Herstellung eines einheitlichen, schlanken, dabei von oben nach unten stetig und planmässig an Breite und Tiefe zunehmenden Laufes (wozu u. A. Abschneidung aller Seitenarme, z. B. zweier von bezw. 13 und 16 Meter grösster Tiefe unter Hochwasser nöthig war), das Abfallen der Ebbe und das Hinauflaufen der Fluth derartig begünstigen soll, dass sich z. B. in der Nähe der höchsten Barre anstatt 400  $\text{cbm}$  pr. Sek. mit nur 0,33  $\text{m}$  Geschw. als Durchschnittswärthe der

\*) Projekt zur Korrektur der Unterweser, von Oberbaudirektor Franzius entworfen und von der Reichskommission Gercke, Nienburg, Franzius festgestellt, Bremen, den 30. Juli 1881, im Verlage von W. Engelmann, Leipzig 1882.

\*\*) Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, Bd. III, von Franzius und Sonne, 2. Aufl., 1884.

\*\*\*) Korrektur der Unterweser, auf Veranlassung der Brem. Deputation f. d. Unterweserkorrektur, dargestellt von Franzius, Oberbaudirektor; Bremen im Verlage von Rühle u. Schlenker 1888.

†) Notice sur le Nouveau port de Brême, par MM. Berger et Dufourny (extr. des Ann. d. Travaux publ. Tome XLVI), Bruxelles 1888.

ganzen Tide demnächst nach der Korrektur 990  $\text{cbm}$  mit 0,73  $\text{m}$  Geschw. bewegen müssen. Da die Geschwindigkeit aber im Verhältnisse ihres Quadrats wirksam ist, so würde sich an der genannten Stelle die Stromkraft 12fach vergrössern. Aus der Fig. 4, Bl. 1 geht die planmässige Zunahme der Profile von oben nach unten hervor, sowie ebenfalls die Eigenthümlichkeit der Form, dass nämlich ein möglichst breites zwischen dem demnächstigen örtlichen Hoch- und Niedrig-Wasser liegendes Profil über einen sehr viel schmaleren unter dem Niedrigwasser befindlichen Profile gelagert ist. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, überall viel Fluthwasser aufzunehmen, aber die Strömung thunlichst in einem engeren und dadurch tieferen Bette zusammenzuhalten. Um dieses in Wirklichkeit zu erreichen, sind die in der Fig. 1, Bl. 1 ersichtlichen inneren Linien (also die Grenzen des Niedrigwassers) durch von der Sohle bis zu diesem Wasserspiegel reichende Leitdämme ausgebaut, und zwar vorzugsweise mittelst langer Sinkstücke.

Die Anschlagssummen des Projekts sind in  $\mathcal{M}$ :

I. + Grunderwerb und Entschädigung wegen Ausdeichung.....	495 000
II. Grab- und Baggararbeit nebst Transport	23 641 212
III. Korrektionswerke.....	2 748 860
IV. Nebenanlagen und Aenderung von Abwässerungsanlagen.....	950 000
V. Allgemeine u. unvorhergesehene Kosten	2 164 328
Im Ganzen	30 000 000

Die in Ziffer II berechneten Erdmassen betragen rund 31 Millionen  $\text{cbm}$ , während noch ausserdem 24 Millionen  $\text{cbm}$  als durch die während der Ausführung vermehrte und entsprechend geleitete Strömung, also vom Strome selbst, zu beseitigen angenommen sind. Die Ablagerung sämmtlicher 55 Millionen  $\text{cbm}$  ist so gedacht, dass nur höchstens 12 Millionen flussabwärts geschwemmt, die übrigen im eigentlichen Korrektionsgebiet in den nicht ferner wirksamen Wasserflächen abgelagert werden, wobei eine Fläche von etwa 1000  $\text{ha}$  neues Land entstehen, jedoch noch ein Fassungsraum von 19 Millionen  $\text{cbm}$  aufser dem korrigirten Strombett übrig bleiben wird. Da sich unterhalb Bremerhaven die ein- und ausströmende Wassermenge von 6 400  $\text{cbm}$  im Durchschnitt der ganzen Tide auf 7 500  $\text{cbm}$  pro Sek. vermehren wird, so wird dasselbst trotz des — langsam erfolgenden — Herabschwemmens von 12 Mill.  $\text{cbm}$  nur eine Verbesserung des Fahrwassers und eine völlig unschädliche Ablagerung jener Bodenmengen auf den viele Tausend Hektaren grossen Sänden in dem Mündungsgebiete die Folge der Korrektur sein. Die ganze Ausführung derselben ist zu 6 wirklichen Baujahren angenommen.

**Zollanschluss Bremens. Bedeutung im Allgemeinen. Einfluss auf die Hafenanlage.** Neben der Unterweser-Korrektur gab der Anschluss des Bremischen Staatsgebietes an das Zollgebiet des deutschen Reiches den wirksamsten Antrieb

zur Schaffung eines größeren Hafens unmittelbar an der Stadt Bremen. Ohne diesen Zollanschluss würde man wahrscheinlich versucht haben, zunächst die bestehenden Hafenanlagen so intensiv wie möglich auszunutzen und sodann die geeigneten angrenzenden Gebiete nach und nach zu Hafenzwecken heranzuziehen. Die Nothwendigkeit, einen als Freihafen vom übrigen Stadt- und Hafen-Gebiet völlig zu trennenden Bezirk auszuscheiden, und die Ueberzeugung, dass sich demnächst auf diesem Freibezirk der bei weitem größte Theil des an die Stadt kommenden Schifffahrtsverkehrs abspielen werde, führte dazu, einen über das augenblickliche Bedürfnis weit hinausgehenden Hafen anzulegen. Nicht minder aber wirkte in manchen Kreisen die Entschliesung zur Anlage eines größeren Hafens an der Stadt fördernd auf die Beschlussfassungen über die Ausführung der Unterweserkorrektion zurück, weil wohl Jedem die Abhängigkeit beider großen Unternehmungen von einander einleuchtend war.

Ueber die Bedeutung des Zollanschlusses für Bremen sei hier nur kurz das Folgende erwähnt. Die drei Freien und Hansestädte Bremen, Hamburg und Lübeck waren ihrer Entstehung und vorwiegenden Thätigkeit gemäß von jeher dem Freihandel zugethan und deshalb auch bei der Bildung des Zollvereins sowie bei späteren politischen Aenderungen mit ihren ganzen Gebieten, abgesehen von kleinen Ausnahmen, außerhalb jenes Vereins geblieben. Mit der engeren Einigung des deutschen Reiches erschien dieser Zustand jedoch auf die Dauer nicht verträglich. Als wesentlichste Mängel wurden empfunden: die schwierige Bewachung der Gebietsgrenzen und die damit verbundenen Zolldefrauden, die wirthschaftliche Trennung räumlich benachbarter Gebiete, die Erschwerung industrieller Thätigkeit innerhalb der Grenzen jener an Kopffzahl zwar kleinen, aber wirthschaftlich so bedeutenden Staaten, die Belästigung für Reisende wegen Zollrevision und dergleichen mehr.

Die mit der Reichsregierung gepflogenen Verhandlungen veranlassten schon i. J. 1868 Lübeck, i. J. 1881 Hamburg und endlich i. J. 1884 auch Bremen, sich zum Anschlusse ihrer ganzen Gebiete, mit Ausschluss der eigentlichen Hafengebiete, an das Zollgebiet bereit zu erklären.

Die in so großen Handelsplätzen durch einen derartigen Systemwechsel bedingten baulichen Anlagen und administrativen Einrichtungen erforderten zwischen der Bereiterklärung zum Anschluss und dessen Ausführung mehrere Jahre angestrenzter Thätigkeit. Für Hamburg sowie für Bremen vergingen allein mit den Vorverhandlungen zwischen den betreffenden Vertretungen jener Städte und der Bundesraths-Kommission einige Jahre. In Hamburg waren die Verhandlungen etwa um ein Jahr früher begonnen und beendet als in Bremen, und war für ersteres als Termin des wirklichen Anschlusses der 1. Okt. 1888 angenommen. Mit Bremen konnten im Juli 1884 die wichtigsten Vorverhandlungen im Wesentlichen als beendet gelten.

Dieselben gingen von den beiderseitigen Gesichtspunkten aus: Sicherheit der Zollerhebung unter Schonung eines hochentwickelten Handels- und Schifffahrtsbetriebes. Zugleich stellte das Reich wegen der augenscheinlich großen Opfer, welche Bremen zu tragen hatte, und zwar sowohl in Folge der Entwerthung eines großen Theiles seiner in der Stadt belegenen und zu rund 30 Mill. *M* taxirten Packhäuser als auch zur Herstellung eines geeigneten und für lange Zeit ausreichenden Freihafens, einen erheblichen Beitrag zu den Kosten des letzteren in Aussicht. Dieser Beitrag wurde später zu dem Maximalbetrage von 12 Millionen *M* festgestellt. Die übrigen wesentlichsten Ergebnisse der Verhandlungen bestanden in dem Ausschluss des eigentlichen Hafensareals in Bremerhaven vom Zollgebiet, in der Gewährung eines genügend großen Freibezirkes bei der Stadt Bremen, welcher nach wie vor die freie Bewegung der Waaren und Schiffe gestattet, in dem ungehinderten Durchgang des Schiffsverkehrs bis Bremen, der Ueberlassung der Zollverwaltung an Bremen und endlich in der Zusicherung einer Revision der bestehenden Regulative in Rücksicht auf die Bedürfnisse des Bremischen Handelsverkehrs und der Gleichstellung mit Hamburg in dieser Beziehung. Ebenso wurde derselbe Termin des Anschlusses wie für Hamburg, der 1. Okt. 1888, angenommen. Gleichzeitig mit dem Zollanschluss Bremens wird die Unterweser (welche bis dahin als Zollaussland galt) in das Zollgebiet eingeschlossen und die Grenze oberhalb Geestemünde über die Weser gelegt. Um hierbei den durch Ebbe und Fluth bedingten Seeschiffsverkehr nach Bremen vor jedem Zeitverlust möglichst zu schützen, werden die Ladungspapiere von den auf das Zollinteresse vereidigten und hierbei die Funktion der Zollbeamten wahrnehmenden Lootsen in Empfang genommen und bis zum Einlaufen in den Hafen verwahrt. Die nach See gehenden Schiffe werden nur von solchen Lootsen begleitet. Dagegen werden, wie schon früher, die vorzugsweise zwischen Bremerhaven und Bremen fahrenden Leichterschiffe nur mit Verschlussanlage versehen.

**Beschreibung älterer Anlagen für den Bremer Handel und Verkehr. Die Aussenweser unterhalb Bremerhaven. Die Unterweserhäfen. Die Anlagen in der Stadt Bremen.** Ehe zur Beschreibung der neuen Anlagen übergegangen wird, möge hier noch kurz eine Angabe über die bis etwa zum Jahre 1888 vorhandenen älteren Schifffahrts- und Hafenanlagen Bremens und die vorzugsweise durch dessen Handel entstandenen und benutzten übrigen Unterweserhäfen erfolgen.

Die eigentliche Mündung der Weser, d. h. diejenige Stelle, wo die zwischen langgezogenen Sandbänken eingeschlossenen und durch regelmäßige Fluth- oder Ebbeströmung gekennzeichneten Arme aufhören und ein nahezu ebener Seegrund anfängt, liegt etwa 30 km (auf der See wird freilich nach S.-M. = 1852 m

gerechnet) von der Insel Helgoland, auf welche die Mündungen der Elbe, Weser und Jade fast gleichmäßig zusammenlaufen. Bekanntlich ist Helgoland seit 1815 im englischen Besitz. Von dieser Insel, welche alle größeren in jene Flüsse einlaufenden Schiffe in Sichtweite passiren, bis Bremerhaven ist eine Entfernung von rund 84<sup>km</sup>, auf welcher das Hauptfahrwasser zweimal eine fast von West nach Ost gerichtete Lage annimmt.

Um nun ein derartig gewundenes und seitlich von nur einige Meter unter Niedrigwasser tiefen Sandbänken eingefasstes Fahrwasser bei Tag und Nacht den Schiffen kenntlich zu machen, dient ein ganzes System von aller Art Seezeichen, zu deren höchst kostspieliger Herstellung und Unterhaltung von Bremen  $\frac{4}{6}$ , von Preußen und Oldenburg je  $\frac{1}{6}$  der Kosten beigetragen werden. Die Verwaltung des Ganzen erfolgt durch das Tonnen- und Bakenamt zu Bremen, welches auch die von Zeit zu Zeit abzuändernden Segelanweisungen erlässt, in welchen sämtliche Einzelheiten des Fahrwassers und seiner Bezeichnung beschrieben sind. Neben den zahlreichen, verschieden geformten und bemalten, durch große Buchstaben oder sonstige Abzeichen einzeln kenntlich gemachten, das Fahrwasser genau begrenzenden und etwa 2—3000<sup>m</sup> von einander entfernten Seetonnen und den ebenfalls nur als Tagesmarken dienenden, auf geeigneten Punkten der Sandbänke stehenden sog. Baken, sind in nautischer und bautechnischer Hinsicht besonders interessant die wesentlich grofsartigeren Nachtmarken. Hierzu gehören zwei Feuerschiffe, von denen das eine in der offenen See und etwa 10<sup>km</sup> vor der eigentlichen Mündung liegt, einige Leuchtbaken oder kleinere eiserne Leuchthürme, und zwei große Leuchttürme. Der ältere derselben steht etwa 27<sup>km</sup> von Bremerhaven entfernt auf einer links vom Fahrwasser liegenden, bei Hochwasser 1,5<sup>m</sup> hoch überflutheten Sandbank, dem „Hohen Wege“, und ist i. J. 1855/56 von Ronzelen erbaut\*). Der Thurm ist bis zur Laterne 26,6<sup>m</sup> hoch über Niedrigwasser, unten 6,66<sup>m</sup> oben 5,2<sup>m</sup> stark, von achteckigem Querschnitt in Backsteinen hergestellt auf einem sehr breiten Fundamente, welches auf Pfählen ruht und mit einer Spundwand umgeben ist. Letztere wird durch zentrale Ketten zusammengehalten. Die Laterne trägt in 30<sup>m</sup> über 0 ein Fresnelsches Licht II. Ordnung. Der i. J. 1883/85 von Hanckes erbaute Thurm auf dem „Rothen Sande“ steht fast 19<sup>km</sup> weiter seewärts an der rechten Seite des Fahrwassers. Indem dieses daselbst eine starke Biegung nach links oder Westen macht, kann der Thurm auf weite Entfernung direkt angesegelt werden. Die betreffende Stelle der Sandbank liegt 8<sup>m</sup> unter Niedrigwasser und 11<sup>m</sup> unter Hochwasser; es ist deshalb das Fundament des Thurmes, als eiserner Senkkasten von linsenförmigem Querschnitt mit bezw. 14 u. 11<sup>m</sup> Durchmesser und 18,76<sup>m</sup> Höhe,

\*) S Ztschr. d. Hann. Arch.- u. Ing.-Ver. 1855 u. 1858.

mit Hilfe von Schleppdampfern von Bremerhaven bis an den Aufstellungsort geschleppt, dort etwa 13<sup>m</sup> tief in den festen Sandboden hinein pneumatisch abgesenkt und mit Beton ausgefüllt. Der bis zur Laternen spitze 28,4<sup>m</sup> über Hochwasser ragende Thurm ist übrigens mit kreisförmigem Querschnitt, in schlanker Verjüngung aus starkem Eisenblech und innerer Ausmauerung aufgeführt. Er besitzt in 23,9<sup>m</sup> über Hochwasser einen Fresnelschen Apparat IV. Ordnung, welcher nach beiden Richtungen des Fahrwassers je einen schmalen Streifen auf 10 Seemeilen weit sichtbares festes Feuer und daneben sogar Blitzfeuer zeigt. Letzteres warnt die Schiffe in demselben Augenblicke, wo sie in Gefahr kommen das richtige Fahrwasser zu verlassen. Außerdem ist dieser, sowie auch der vorgenannte Thurm mit niedriger stehenden Nebenfeuern, ferner mit einer Telegraphenstation versehen. Bekanntlich missglückte der erste i. J. 1881 unternommene Versuch, in derselben Weise das Fundament des Thurmes herzustellen, indem bei starkem Sturme die Wellen in den fast fertig abgesenkten aber nicht ausgefüllten Senkkasten hineinschlugen und ihn von Innen her zerrissen. (Näheres s. Hdbch. der Ingenieur-Wissenschaften Bd. III u. IV, sowie Centralbl. d. Bauverwaltung 1883.)

Das im Jahre 1830 von Bremen nach theilweisem Ankauf des zum damaligen Königreich Hannover gehörenden jetzt etwa 157<sup>ha</sup> betragenden Areals gegründete Bremerhaven (siehe Figur 5 Blatt 1) besitzt zur Zeit 3 größere durch Schleusen von der Weser abgeschlossene und nahezu den gewöhnlichen Hochwasserstand zurückhaltende Becken. Das ältere mit einer kurzen Kammerschleuse von 11<sup>m</sup> nutzbarer Weite und 5,5<sup>m</sup> Tiefe, dessen Thüren als sog. Blanken'sche Fächerthore zum Spülen des Vorhafens und Losbrechen des Eises im Hafen eingerichtet sind, wurde i. J. 1830 eröffnet; in seiner Nähe baute sich der ältere Theil der Stadt an. Das zweite mittlere, der sog. Neue-Hafen mit einer 19<sup>m</sup> weiten und 7,3 tiefen, einfachen Dockschleuse ist i. J. 1851 und das dritte, der sog. Kaiserhafen mit einer Dockschleuse von 17<sup>m</sup> Weite und 7,6<sup>m</sup> Tiefe i. J. 1876 eröffnet. Zwischen den beiden letzteren Becken befindet sich eine 16<sup>m</sup> weite Verbindungsschleuse.

Der Hafen besitzt i. G. etwa 4320<sup>m</sup> nutzbarer Kailänge, von welcher einstweilen nur der kleinere Theil mit einfachen Schuppen besetzt ist, deren Fußböden fast durchweg in Wagenhöhe liegen. Die in der Stadt liegenden Packhäuser sind in Privatbesitz. Die sich an die preussische Staatsbahn Bremen-Geestemünde anschließenden Gleise umfassen alle Hafenbecken. Eigenthümlich ist das fast gänzliche Fehlen von Kränen, welches zum Theil aus dem Umstande erklärt werden darf, dass die meisten großen Seeschiffe mit ihren eigenen Winden ihre Ladung in Leichterfahrzeuge, welche zur Stadt Bremen gehen, überladen. Für große Schiffskessel, Masten usw. befindet sich am Neuen-Hafen ein Dreibein-Krahn mit horizontaler Schraube für 60 Tonnen, und am Kaiserhafen ein fester Drehkrahn für 75 Tonnen.

Auf der westlichen Seite des Neuen-Hafens ist vom Staate dem Norddeutschen Lloyd ein Platz für dessen Reparatur-Werkstätte nebst Trockendock eingeräumt; während noch 6 andere Trockendocks an dem Geeste-Flusse (2 davon auf der Geestemünder Seite) liegen.

Mit zunehmender Größe der Fahrzeuge — die größeren Schnelldampfer des Nordd. Lloyd haben rund 140<sup>m</sup> Länge und 7,5<sup>m</sup> Tiefgang — wird die zu geringe Tiefe der Schleusenschwellen vom Neuen- und Kaiserhafen als ein wesentlicher Mangel empfunden, zumal beide Schleusen nur Dockschleusen sind und aus diesem Grunde der Wasserspiegel im Hafen stets unter ord. Hochwasser gehalten werden muss. Die Gefahr, dass ein großes Schiff bei abfallendem Wasser in einer solchen Schleuse festgeräth, ist für das betreffende Schiff wie für den ganzen Hafen gleich groß und zwingt zur äußersten Vorsicht und unvollständigen Ausnutzung der Schwellentiefe. Da außerdem die disponibele Zeit zum Durchschleusen sehr gering bleibt, so wird die Anlegung einer neuen (in der Figur punktirt angedeuteten) Einfahrt mit Kammerschleuse beabsichtigt, deren Kosten freilich zu rund 10 Millionen *M* veranschlagt sind. Es sei hier bemerkt, dass die Gesamtkosten der bestehenden eigentlichen Hafenanlagen (ohne die der städtischen Strafen usw.) reichlich 36 Millionen *M* betragen haben.

Wenngleich nicht auf Bremens Kosten angelegt, aber doch fast ausschließlich dessen Handel dienend, ist der auf dem linken Ufer der Geeste von der damaligen Hannoverschen Regierung gebaute und i. J. 1863 eröffnete Hafen von Geestemünde. Derselbe besitzt innerhalb einer rund 23<sup>m</sup> weiten, aber nur 73<sup>m</sup> zwischen den Ebbethüren langen (damals für ausreichend gehalten) Kammerschleuse von 7,65<sup>m</sup> Drempeltiefe ein breites Hauptbecken mit einem dahinterliegenden, durch ein Ponton in der Oberfläche absperrbaren und an seinen Ufern mit großen Tanks versehenen Petroleumhafen und einem sich von ersterem abzweigenden schmaleren Kanal, für welchen jenseits der Hauptbahn eine Erweiterung vorgesehen ist. Eine wirksamere Erweiterung kann dem ganzen Hafen noch durch Benutzung des mit der Unterweser-Korrektion zu gewinnenden Areals außerhalb des jetzigen Hauptdeichs gegeben werden. Der Hafen besitzt große vom Kai durch 1 Eisenbahngleis getrennte, jedoch an einzelnen Stellen desselben mit ihren Obergeschossen überbrückende fünfgeschossige Lagerhäuser, welche ebenso wie die Krahe am Kai mit hydraulischem Betrieb versehen sind. (Näheres S. Ztschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1865 u. 1866, sowie Hdbch. d. Ing.-Wissensch. Bd. III.)

Etwa 10<sup>km</sup> oberhalb Bremerhavens, aber auf dem linken Weserufer sind von der oldenburgischen Regierung im Laufe der letzten 20 Jahre nach und nach die Hafenanlagen von Nordenham ausgeführt, welche im Wesentlichen aus einfachen und sehr leicht konstruirten Anlandebrücken (Piers) bestehen. Dieselben reichen vom Ufer bis ans tiefe Wasser (dicht unterhalb

Nordenham befindet sich eine Wassertiefe von rund 20<sup>m</sup> unter ord. Hochwasser), mit verschiedenen Grundrissformen, wovon die Anordnung einer zum Ufer parallel laufenden und mit schrägem Anschluss versehenen Brücke die zweckmäßigste zur Aufstellung einer größeren Reihe von Eisenbahnwagen neben den Schiffen sein dürfte. Fast alle sind mit Eisenbahngleisen versehen, welche zur Oldenburgischen Staatsbahn Oldenburg-Brake-Nordenham gehören. Die vorzugsweise unter Leitung von Buresch konstruirten Pfeiler bestehen zum größten Theile aus alten, zu stärkeren Pfählen usw. mit ihren Füßen zusammengenieteten Eisenbahnschienen. Die nach Bedürfnis in ihren unteren Theilen schon vor dem Eintreiben mit Streben und Zugstangen versehenen Pfähle, stehen unten auf einem gusseisernen, zwiebelförmigen, hohlen und an der Unterseite geöffneten Fuß oder Teller, und sind mit Hülfe desselben und einer lösbaren Zuleitung für Druckwasser durch letzteres in den Sandboden gesenkt. Trotz des Eisganges und des allerdings gegen die stärksten Winde geschützten Seeganges haben sich diese äußerst billigen Konstruktionen sehr vortheilhaft bewährt. Sie haben außerdem den Vortheil, dass sie dem strömenden Wasser kein Hindernis und den anstossenden Schiffen nöthigenfalls einen sehr elastischen Widerstand bieten. Zur Zeit wird übrigens noch eine vom Strome durch eine Schleuse abgeschlossene Hafenanlage daselbst geplant. Die meisten in Nordenham löschenden Schiffe, insbesondere mit rohem Petroleum, Naphta sind für Bremische Rechnung befrachtet.

Der gleichfalls oldenburgische Hafen zu Brake, welcher in seinem älteren Theile i. J. 1861 ausgeführt wurde, bietet ein mit Mauern eingefasstes Becken und größere zum Theil mit natürlichen Böschungen versehene Wasserflächen für Holzlagerung, welche beiderseits durch eine 13,3<sup>m</sup> weite und tiefe Dockschleuse zugänglich sind und demgemäß einen etwas unter ord. Hochwasser reichenden Spiegel halten. Auch dieser Hafen, sowie der etwa 10<sup>km</sup> oberhalb, früher an einem alten Weserarme, jetzt der Mündung der Hunte, liegende, nur mit einem offenen Kai und dahinter befindlichen Eisenbahngleisen ausgestatteten Löschplatz zu Elsfleeth, ist dem Handel Bremens für manche Zwecke von Nutzen. S. Fig. 1 u. 6 Bl. 1.

Eine untergeordnete Bedeutung besitzt der bereits oben erwähnte bremische Hafenplatz Vegesack, welcher nur ein kleines, an einer Seite mit Eisenbahngleisen ausgestattetes Becken hat.

Zwei Werften für eiserne Schiffe haben in unmittelbarer Nähe des Hafens Platz gefunden. Die aus dem Zusammenflusse der Hamme und Wümme gebildete Lesum mündet bei Vegesack in die Weser und ist wegen einer etwaigen zweiten oder unteren Verbindung zwischen Rhein, Weser und Elbe\*) durch einen größeren Schiffahrtskanal mehrfach in Frage

\*) Vgl. oben Seite 9.

gekommen. Wegen des geringen Gefälles dieser Nebenflüsse reicht die Fluth weiter in die Wümme hinein als in die Weser von Vegesack nach Bremen.

In der Stadt Bremen diente bis auf die neuere Zeit noch die sog. Schlachte, d. i. das sich längs des rechtsseitigen Weserufers vor dem mittleren Theile der Altstadt hinziehende Bollwerk und der dahinterliegende mit Krähen und leichten Schuppen ausgestattete Löschplatz als der eigentliche Anlegeplatz für die von unten heraufkommenden Schiffe. Eine große Zahl von Packhäusern befand sich in der Nähe. Seit der i. J. 1850 begonnenen und nach und nach erweiterten Anlegung des am unteren Ende der Stadt befindlichen und in Fig. 1, Bl. 1 mit dargestellten Weserbahnhofes, durch welchen die Schiffe direkt mit der Eisenbahn in Berührung kamen und endlich vollends nach Erbauung der ursprünglich mit 2 Drehöffnungen projektirten und in ihren Pfeilern auch demgemäß ausgeführten aber schliesslich mit festem Oberbaue versehenen Kaiser-Brücke, wurde der Schiffsverkehr fast ganz von der Schlachte fortgezogen und verdrängt oder blieb auf die Masten legend, sowie auf mastenlose Schiffe beschränkt. Der in einer merklichen Stromkrümmung liegende Weserbahnhof dient noch heutigen Tages in hervorragender Weise als Lösch- und Ladeplatz für wenig tiefgehende Schiffe, namentlich Leichterfahrzeuge. Er leidet aber an dem Uebelstande, dass das vor ihm liegende Flussbett nach geringem Zufluss von Oberwasser sich sehr verflacht und für nicht mehr als 2 m tiefgehende Schiffe häufige Baggerungen erforderlich macht, während es umgekehrt bei starkem Oberwasser sich erheblich vertieft. Diese Vertiefung ist die Folge der zu weit getriebenen Einengung des Hochwasserprofils im Bereiche der Stadt, welche zuweilen einen Aufstau von über 0,6 m erzeugt. Bei den rasch erfolgenden hohen Oberwasserständen im Winter 1880/81 wurde in kurzer Zeit das Bett auf der betreffenden unteren Strecke um etwa 3 m vertieft, wodurch etwa 300 m der für eine solche Tiefe längst nicht genügend fundirten Ufermauern des Weserbahnhofes zum plötzlichen Einsturz gebracht wurden. Dieselben sind später durch Mauern mit 5 m unter 0 reichender Betonsohle und 8 m unter 0 reichender Spundwand ersetzt. Die Schuppen reichen mit geringer Ausnahme bis an die Vorderkante der Ufermauern. Vor ihren weiten Lukenöffnungen stehen hohe portalförmige und etwa 2 m weit ausladende Windeböcke, deren Betrieb ebenso wie die Bewegung der Aufzüge in dem am oberen Ende befindlichen Speicher durch 8 pferdige Gaskraftmaschinen geschieht. Durch Transmissionswellen werden je zwei solcher Winden gemeinsam von einer Maschine bedient. Das Absetzen von Gütern erfolgt vorzugsweise durch Handkrahne. Der Betrieb des Weserbahnhofes geschieht von Seiten des Staats.

In Folge der vorhin erwähnten Unbrauchbarkeit der Schlachte als auch der allgemeinen Zunahme des Verkehrs wurde i. J. 1874/75 gegenüber dem Weser-

bahnhofs der ebenfalls aus Bl. 1 ersichtliche sog. Sicherheitshafen angelegt. Der obere Haupttheil desselben war ursprünglich ein Stück Festungsgraben, über ihn führt die nach Oldenburg gehende Bahn; der untere, im spitzen Winkel mit der Weser zusammen-treffende Theil ist dagegen neu gegraben. Die hochwasserfrei erhöhte Landfläche ist mit Geleisen versehen, welche einerseits als Gütergeleise des zur oben genannten Bahn gehörenden Neustädtischen Bahnhofs gelten können, andererseits aber mittels der zweigleisigen Eisenbahnbrücke mit dem Hauptbahnhofs in Verbindung stehen.

Jene i. J. 1866/67 erbaute, mit einem zweiarmigen Drehjoche versehene Brücke muss in der nächsten Zeit umgebaut werden. Sie ist nämlich zunächst ähnlich wie die erwähnten Ufermauern des Weserbahnhofs durchaus ungenügend fundirt, indem die Unterkanten der ausbetonirten eisernen Senkkasten nur bis etwa 3,5 m unter Null reichen, während bei jenem Hochwasser 1880/81 sich die Sohle zwischen den Pfeilern bis auf -7 vertieft. Nur den starken, die Pfeiler umgebenden Steinschüttungen verdankte damals die Brücke ihre Erhaltung. Da jedoch diese Steinschüttungen oben etwa mit  $\pm 0$  beginnen und mit mindestens einmaliger Böschung abfallen, so sind sie sowohl dem Wasserabflusse als auch der Schifffahrt gleich hinderlich. Dazu kommt, dass der über 12 m dicke Drehpfeiler gerade mitten in dem Hauptarme steht. Es ist daher die Absicht, unter Beibehaltung des Oberbaues die Pfeiler sämmtlich neu zu bauen, aber sie auch für das höchste Oberwasser genügend sicher zu fundiren und ihnen zugleich eine solche Stellung zu geben, dass der Drehpfeiler mit dem etwas nach links zu verschiebenden Separationswerke zusammenfällt. Es wird alsdann die eine Oeffnung in dem Hauptarme, der sog. Großen Weser, die andere Oeffnung aber in dem Nebenarme, der sog. Kleinen Weser, liegen, wodurch die lästig zu passirende und außerdem nachtheilige Oeffnung in dem Separationswerke wegfallen kann. Das letztere ist zur Erhaltung der Tiefe in beiden Stromarmen erforderlich, und zugleich als Fortsetzung der aus Fig. 1 Bl. 1 erkennbaren, bis in die Mitte der Stadt reichenden Halbinsel anzusehen, welche die nur bei +3 m hohem Oberwasser wirklichen Zufluss erhaltende, bei niedrigerem Wasser aber als Sack in der Nähe der Städte endigende Kleine Weser mit der Großen Weser bildet.

Die Drehöffnung für die Kleine Weser ist wegen der zahlreichen kleineren See- und Leichterschiffe nothwendig, welche zu den beiden großen am Neustädtischen oder linksseitigen Weserdeich liegenden Reismühlen von Rickmers sowie A. Nielsen (Finke) gehen. Auch für viele dortgelegene größere Packhäuser, sowie für Holzlagerplätze etc. ist die Kleine Weser von Bedeutung.

Wenn nun auch durch den geplanten Umbau der Eisenbahnbrücke, aufser den Schifffahrtsinteressen, vorzugsweise die Hochwasserverhältnisse gewinnen, da die

jetzige Brücke etwa 15<sup>cm</sup> Aufstau verursacht, so ist diese Verbesserung allein nicht genügend, um bei den immer zunehmenden Hochwassergefahren, insbesondere nach planmäßig durchgeführter Deichregulierung an der Oberweser in der Gegend von Hoya, die Stadt Bremen vor verderblichen Ueberschwemmungen zu schützen. Es ist vielmehr hierfür das vom Schreiber dieses vorgeschlagene und generell entworfene Projekt als das einzig wirksame und ausführbare Mittel anzusehen, wonach etwa 7<sup>cm</sup> oberhalb der Stadt auf dem linken Ufer die Deichkrone auf eine größere Länge derartig erniedrigt werden soll, dass bei den höchsten Wasserständen etwa 1000 bis 1500<sup>cbm</sup> von der ganzen auf reichlich 4000<sup>cbm</sup> zu schätzenden Hochwassermenge abgeleitet und durch das Thal des bei Vegesack in die Weser einmündenden kleinen Ochtum-Flusses der Weser wieder zugeführt werden sollen. Das genannte Thal hat seit Jahrhunderten, freilich in unregelmäßiger Weise, eine ähnliche Aufgabe erfüllt, indem es das durch die häufigen Deichbrüche jener Oberweser-Strecke sich ins Binnenland ergießende Wasser abzuführen hatte. Da fast die ganze Oberfläche des Thales Grasland ist, so wird durch regelmäßige jährlich wiederkehrende Ueberfluthung desselben sein Ertrag wesentlich gesteigert werden.

Es möge hier die hydrotechnisch leicht nachzuweisende Bemerkung stattfinden, dass die in Folge der Unterweserkorrektur mit etwa —5<sup>m</sup> bis nahe an die Eisenbahnbrücke heranreichende Vertiefung der Flusssohle den Abfluss des hohen Oberwassers nur begünstigen, dagegen keine solchen nachtheiligen Vertiefungen innerhalb der eigentlichen Stadt bewirken kann, wie sie das hohe Oberwasser oft plötzlich und planlos hervorbringt.

Neben den seither bestehenden Anlagen für Seeschiffe sei noch der für Oberweser-Fahrzeuge dienende Anlegeplatz und der mit einer Zollabfertigungsstelle versehene Kaischuppen oberhalb der obersten sog. Großen Weserbrücke erwähnt. In Folge der Verschiebung der Zollgrenze (s. oben) wird zwar die Zollabfertigung dort wegfallen, während der mit Wandkränen versehene Schuppen nach wie vor für Oberweserkähne seine Bedeutung behalten wird.

Wie schon vorhin bemerkt wurde, mussten die zollpolitischen Veränderungen beschleunigenden Einfluss auf die Ausbildung der neuen Hafenanlagen Bremens ausüben; daneben bedingten sie auch eine Umgestaltung der bestehenden älteren Anlagen.

Für Bremerhaven genügt im Wesentlichen eine Trennung des eigentlichen Hafens von der Stadt, durch Herstellung eines zollsicheren Gitters mit passend gelegenen unter Zollaufsicht stehenden Verbindungsthoren, von denen die untergeordneteren für gewöhnlich geschlossen gehalten und nur ausnahmsweise geöffnet werden. Das Gitter besteht aus einem Steinsockel mit eisernen, zwei Meter von einander entfernten Pfosten, zwischen welchen ein drei Meter hohes Netz aus verzinktem Eisendraht gespannt ist. Ein solches

Gitter trennt namentlich den östlich am alten Hafen sich entlang ziehenden durchschnittlich 31,5<sup>m</sup> breiten Uferstreifen in eine 9<sup>m</sup> breite im Zollgebiet liegende Strafe und den im Freigebiet verbleibenden Raum, welcher neben dem Gitter eine schmale rund 5<sup>m</sup> breite Strafe, sodann zwei völlig ausgepflasterte Eisenbahngleise und einen nur 8,9<sup>m</sup> breiten, vorne und hinten offenen Schuppen mit Fußboden in Wagenhöhe enthält. Vor der eigentlichen Ufermauer befindet sich noch ein theils auf dieser, theils auf besonderen Holzständern ruhender 1,8<sup>m</sup> breiter Ladeperron.

Außerdem handelte es sich in Bremerhaven nur noch um Herstellung von Getreidelagerhäusern, eines Zollamtsgebäudes und zum Ersatz für die in das Freigebiet fallenden Eisenbahn-Güterschuppen und Expeditionsstellen der Anlegung einer kurzen Bahnstrecke mit Güterschuppen für den zollinländischen Güterverkehr. Für diese sämtlichen baulichen Aenderungen in Bremerhaven sind 2,5 Millionen Mark ausgeworfen.

## B. Neue Hafenanlagen in der Stadt Bremen.

### 1) Allgemeine Anordnung.

**Wahl des Platzes.** Aus dem vorigen Abschnitte ergibt sich die Nothwendigkeit, dass mit feststehender Ausführung der Unterweserkorrektur und Durchführung des Zollanschlusses in der Stadt Bremen eine völlig neue Hafenanlage geschaffen werden musste, indem die älteren Anlagen am Sicherheitshafen und Weserbahnhofe einerseits nicht genügend erweiterungsfähig und andererseits für den zollinländischen Verkehr zu reserviren waren.

Außerst günstig für die Anlage eines großen neuen Hafens war der Umstand, dass in günstigster Lage zur Weser und in größter Nähe zur Stadt, insbesondere zur Altstadt und deren Kontoren, ein rund 90<sup>ha</sup> großes Areal noch völlig unbebaut lag und sich bereits im Besitze des Staates befand. Es war dasselbe zum Theil ursprünglich fiskalisches Eigenthum gewesen, zum größeren Theile jedoch erst vor wenig Jahren, in richtiger Voraussicht der demnächstigen Benutzung, vom Staate käuflich erworben. Dieses ganze thatsächlich zur Hafenanlage (s. Bl. 2) benutzte Gebiet konnte ferner ohne wesentliche Schwierigkeiten seine nöthigen Strafen und Eisenbahnverbindungen (s. w. u.) erhalten und hatte daneben den großen Vorzug vor jeder etwaigen anderen in Frage kommenden Fläche, dass es mit seinem unteren Ende weit flussabwärts reicht, wodurch grade nach Ausführung der Unterweserkorrektur ein möglichst günstiger Zugang für tiefere Schiffe gesichert wird. Denn weil die Vertiefung der Weser für Seeschiffe innerhalb der eigentlichen Stadt wegen der daselbst vorhandenen 2 festen Brücken (nur die unterste oder Eisenbahnbrücke besitzt eine doppelte Drehöffnung) keinen Zweck mehr hat und daher die Sohle des Flusses von der neuen größeren

bis zur alten Tiefe einen allmählichen Uebergang bilden muss, so würde schon wegen des unvermeidlichen Zutreibens der Sinkstoffe von oben herab die volle nöthige Fahrtiefe grade in der nächsten Nähe der Stadt immer schwer zu erhalten sein.

Aus allen diesen Gründen gaben auch Senat und Bürgerschaft dem von zuständiger bautechnischer Seite dringend empfohlenen Projekte der Hafenanlage auf dem gedachten Platze den Vorzug vor einem Gegenprojekte, nach welchem der neue Hafen auf der linken Seite des Flusses mit einer nahezu 2<sup>km</sup> weiter oberhalb belegenen Mündung angelegt werden sollte.

Ein wenn auch in der ersten Zeit wenig hervortretender, später dagegen sehr bedeutsamer Vortheil der gewählten Lage ist noch, dass sich leicht eine Verbindung zwischen den Eisenbahngleisen des Hafengebiets und der von Bremen nach Geestemünde-Bremerhaven führenden Eisenbahn herstellen lässt, von welcher Verbindung ab das große noch unbebaute Gebiet zwischen dem ehemaligen Weserdeich und jener Bahn in bequemster Weise mit Anschlussgleisen durchschnitten werden kann. Es ist dies um so wichtiger, als, wie schon oben bemerkt ist, das Bremische Staatsgebiet vor dem Zollanschluss fast ganz ohne Fabriken geblieben ist, nach demselben aber zweifellos ganz besonders zur Anlage von Fabriken geeignet erscheinen wird, namentlich dort, wo eine gute Verbindung zwischen Eisenbahn und schiffbarem Wasser sowie ein guter Untergrund vorhanden ist.

Damit aber nicht das unmittelbar am jetzigen Freibezirk belegene Areal, wie es seiner Lage nach wahrscheinlich geschehen würde, durch Privatspekulation in Anspruch genommen und jenem dadurch die Möglichkeit der späteren Ausdehnung fast unmöglich gemacht werde, hat im Mai 1888 der Bremer Staat die an den Freibezirk anschließende Fläche von rund 55<sup>ha</sup> käuflich erworben. Nach einem nur einstweilen vom Schreiber dieser Zeilen skizzirten und durch punktirte Linien in Bl. 2 angedeuteten Plane kann demnächst ein neues ca. 1000<sup>m</sup> langes zweites Hafenbecken, unter theilweiser Benutzung des nur ca. 4<sup>m</sup> unter 0 tiefen Winterhafens, etwa zur Erweiterung des zollfreien Hafens, ein anderes Becken etwa für zollinländischen Verkehr, und endlich noch weiter unterhalb von der Weser sich abzweigend ein im Wesentlichen für Fabriken dienender und sich verzweigender Kanal mit Hülfe jener Erwerbung, wenigstens in den wichtigsten unteren Strecken, angelegt werden. Alle diese Hafenerweiterungen aber würden mittels jener besprochenen Verbindungsbahn sowohl mit dem Hauptbahnhofe als auch mit dem jetzigen Hafen in Verbindung gebracht werden können. (S. w. u. Gleisverbindungen.)

An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass die an der Weser und südlich vom neuen Hafen liegenden, von demselben aber, als nicht zollausgeschlossen durch eine Mauer getrennten großen Fabrikanlagen, die Reismühlen von Gebr. Nielsen, die Reparaturwerkstätte des Nordd. Lloyd, die Maschinenfabrik und

Schiffswerft der Aktien-Gesellschaft Weser und endlich die Petroleum-Raffinerie von A. Korff eine Gleisverbindung und zwar zunächst aufserhalb und links jener Grenzmauer, sodann durch dieselbe hindurch in den Freibezirk, an dessen südlicher Seite entlanggehend und durch dessen Hauptaussgang (s. w. u.) wieder in die Verbindungsbahn des Freibezirks mit dem Hauptbahnhofe einmündend, erhalten werden.

**Anordnung des Hafens.** Das als Freibezirk abgegrenzte Grundstück, dessen Größe annähernd 100<sup>ha</sup> beträgt, hat eine unregelmäßige längliche Gestalt von etwa 2500<sup>m</sup> größter Länge und 400<sup>m</sup> mittlerer Breite. Durch diese Form, die Lage zur Weser und zum Hauptbahnhofe, sowie zu der von dort über die Weser gehenden sogenannten Weserbahn, war die allgemeine Anordnung des Hafens gegeben. Es musste die Einfahrt für die Schiffe aus den oben besprochenen Gründen unbedingt am untersten Ende liegen, während für die Lagerhäuser eine Lage in möglicher Nähe der Stadt geboten schien. Hiernach ergab sich mit Nothwendigkeit die Anlage eines langgestreckten Beckens, welches von den am oberen Ende auf den Platz führenden Eisenbahngleisen und Straßen zu beiden Seiten gleichmäßig umfasst und beiderseits mit den zum Ein- und Ausladen sowie zum Lagern von Waaren bestimmten Anlagen ausgerüstet werden musste.

Auf eine völlig symmetrische Anordnung musste dabei schon wegen der Unregelmäßigkeit des Platzes verzichtet werden, auch erwies es sich als zweckmäßig die Lage des Beckens so weit nach Süden verschoben anzunehmen, dass nördlich eine möglichst große einheitliche Fläche für etwaige spätere Erweiterungen der Hafenanlagen verfügbar blieb.

Die Einfahrt, welche ebenfalls mit Rücksicht auf die bereits oben erwähnten später weiter unterhalb neu anzulegenden Hafenbecken — in erster Linie das vorhandene und zunächst in seiner gegenwärtigen Verfassung zu belassende Winterhafenbecken — möglichst weit flussaufwärts angelegt ist, hat eine günstige Lage, weil durch die konkave Ausbildung des Flussufers die Erhaltung der Tiefe in der Fahrrinne vor dem Hafen gewährleistet wird.

**Wahl zwischen offenem und geschlossenem Hafen.** Für die Entscheidung der Frage, ob ein offener oder ein geschlossener Hafen gewählt werden sollte, waren folgende Erwägungen maßgebend.

Ein Schleusenhafen oder Dockhafen, ähnlich wie die Bassins in Bremerhaven, Antwerpen, London, Liverpool usw., hat nur dann Sinn und Nutzen, wenn sein Wasserspiegel ganz oder nahezu in bestimmter Höhe erhalten werden kann, da er alsdann den Vortheil einer bequemen Ladehöhe bietet. Das ist z. B. in Bremerhaven der Fall, wo der gewöhnliche Wasserwechsel zwischen Hoch- und Niedrigwasser 3,3<sup>m</sup> beträgt und täglich nahezu zweimal eintritt. Es ist dort ein Stand von etwas unter gewöhnlichem Hochwasser in den Hafenbecken leicht zu erhalten, welcher eine gewisse

Zeit vor bis nach Hochwasser die volle Oeffnung der Dockschleusen gestattet. Besonders hohe und niedrige Wasserstände in der Weser und der offenen See halten dort nur sehr kurze Zeit an und können deshalb und wegen der großen Undurchlässigkeit des dortigen Erdreichs auf die ganze Spiegelhöhe in den Becken nur geringen Einfluss haben.

Bei der Stadt Bremen wäre wegen der in langen Zeiträumen vor sich gehenden bedeutenden Schwankungen des Wasserspiegels, welche bis zu 7<sup>m</sup> betragen, eine Dockschleuse selbstverständlich nicht am Platze. Durch den mit jeder Durchschleusung einer Kammerschleuse, welche hier allein in Frage kommen könnte, verbundenen Wasserverbrauch würde aber bei wochenlangem Hoch- oder Niedrigwasser in der Weser die Erhaltung eines normalen Wasserstandes in dem geschlossenen Becken, welches keinen Zufluss oder Abfluss weiter besitzt, zur Unmöglichkeit werden. Die Kammerschleuse würde außerdem in ihrer Wirkung, die Höhe des Innenwassers gegen die des Außenwassers auszugleichen, noch in bedeutender Weise von dem zwischen Hafen und Weser liegenden äußerst durchlässigen Sandboden unterstützt.

Die unvermeidlichen Schwankungen des Wasserspiegels in einem geschlossenen Hafen würden bei Bremen mindestens 4<sup>m</sup> betragen. Es wäre deshalb nicht nur unnütz, sondern wegen der mit Anlage von 1 bis 2 Kammerschleusen verbundenen sehr erheblichen Kosten und Schifffahrts-Erschwernisse auch vollkommen verkehrt gewesen, die Einrichtung von Bremerhaven auf hier zu übertragen.

Die Entscheidung fiel danach zu Gunsten eines offenen Hafens aus.

**Platzvertheilung.** Auf Grund der von der Bremer Handelskammer gestellten Anforderungen war von vorne herein eine völlige Trennung der im Freibeck zu erbauenden Durchgangsschuppen von den Lagerhäusern ins Auge gefasst worden. Während die Absicht aber ursprünglich dahin ging, beide in möglichste Nähe des Hafens zu setzen, um einen direkten Umschlagsverkehr aus den Schiffen in dieselben zu ermöglichen, entschied man sich später dafür, den Platz unmittelbar am Kai den Schuppen vorzubehalten, die Speicher aber auf weiter zurückgelegene Flächen zu verweisen.

Die für diese Aenderung maßgebenden Gesichtspunkte waren bei einer Besichtigung englischer Häfen, welche Seitens einer Kommission im Herbst 1885 beiseite wurden, gewonnen worden. Man hatte dort die Ueberzeugung erlangt, dass die Zahl der unmittelbar aus den Schiffen in die Speicher und umgekehrt gehenden Güter schon jetzt gering ist und bei der ständigen Zunahme des Transithandels und mit dem Wachsen der Schiffsabmessungen in Zukunft noch geringer werden wird, weil die ankommenden Schiffs-ladungen in den seltensten Fällen für einen Empfänger bestimmt sind und deshalb in der Regel an

der Stelle, wo die Entladung des Schiffes stattgefunden hat, einer Sortirung unterworfen werden. Da dies zweckmäßiger Weise nur in den dem allgemeinen Verkehr dienenden Durchgangsschuppen geschehen kann, so würde es zwecklos gewesen sein, den Speichern einen Theil der werthvollen Kaifläche einzuräumen.

Um so mehr Werth ist jedoch darauf gelegt worden, die Verladungen zwischen den Schuppen und den dahinter liegenden Speichern derartig zu gestalten, dass die Bewegung der Güter aus ersteren in letztere bequem und mit geringen Kosten erfolgen kann.

Die normale Breite der Schuppen ist auf 40<sup>m</sup>, diejenige der Speicher auf 30<sup>m</sup> festgesetzt. Das letztere Maß ist das in Bremen für Packhäuser übliche und ergibt sich aus dem Umstande, dass bei dieser Anordnung noch eine genügende Lichtzuführung durch Seitenfenster möglich ist. Das Breitenmaß der Schuppen ist hergeleitet aus der Erwägung, dass die im Hafen später verkehrenden Schiffe eine Kailänge von im Mittel 75<sup>m</sup> beanspruchen und eine Durchschnittsladung von etwa 1000 Tonnen besitzen werden, so dass zur Aufnahme einer solchen Schiffs-ladung unter Berücksichtigung der frei bleibenden Gänge und Einbauten eine Schuppenfläche von 3000<sup>qm</sup> erforderlich ist.

Die normale Länge der Schuppen und der dahinter liegenden Speichergruppen ist mit Rücksicht auf Feuergefahr und um von Zeit zu Zeit Plätze für Anfuhr von Landfuhrwerk an den Kai zu gewinnen, auf 170<sup>m</sup> festgesetzt. Das letztere Maß ist jedoch theils wegen örtlicher Hindernisse und theils um eine gewisse Gleichmäßigkeit in der Ausbildung der beiden Hafenseiten zu erzielen, mehrfach nicht inne gehalten worden, ebensowenig wie das Breitenmaß, welches des mangelnden Raumes halber auf der südlichen Hafenseite bei zwei Schuppen auf 35<sup>m</sup> ermäßigt werden musste.

Die Schuppen werden eingefasst von Perrons, welche an der Wasserseite 2,30<sup>m</sup> und an der Landseite 2,15<sup>m</sup> breit sind. Der wasserseitige Perron hat von Vorderkante Kaimauer einen Abstand von 8,85<sup>m</sup> erhalten, um Platz für zwei Eisenbahngleise und für die Uferkrahne zu lassen. Zwischen Schuppen und Speichern ist eine rund 17<sup>m</sup> (zwischen den Perron-Außenkanten) breite Strafe angeordnet, welche in erster Linie für den Landfuhrwerksverkehr bestimmt ist, in welcher jedoch neben den Schuppen auch noch zwei weitere Eisenbahngleise Platz gefunden haben.

Durch die jedem Speichereingange gegenüber auf der Strafe aufgestellten Krahne wird das Uebersetzen der Güter aus den Schuppen in die Speicher und umgekehrt bewerkstelligt.

Hinter den Speichern folgen noch verschiedene Eisenbahngleise, von denen das dem Gebäude zunächst liegende — wie auch bei den Schuppen — als Ladegleis, das zweite als Fahrgleis dient, während der Rest für Stell- und Verschiebzwecke Verwendung findet.

In der Nähe der Hafenmündung mussten die Gleise beiderseits nach einem Rangirkopf zusammengezogen werden. Die hierdurch für Anordnung von Schuppen

und Speichern unbrauchbar werdenden Flächen sind auf der nördlichen Hafenseite für Lagerung von Rohgütern, auf der südlichen für Schiffs- und Maschinenreparatur-Zwecke in Aussicht genommen worden.

Die am stadtseitigen Ende des Hafens verbleibenden Plätze, welche wegen des mit der Entwicklung der Strafsen und Gleise daselbst verbundenen Raumverlustes in der normalen Weise gleichfalls nicht zu verwenden waren, sind auf der Nordseite als Lagerplätze für seewärts eingehende Hölzer, und auf der Südseite als Bahnhof ausgenutzt. Auf dem zwischen Hafen und Stadt verbleibenden Zwickel endlich haben die Bureau-Gebäude und die Haupt-Maschinen-Anlage ihren Platz gefunden.

## 2) Hafenbecken.

**Abmessungen.** Die Länge des anzulegenden Hafens ergab sich aus der Möglichkeit, am Kopfende desselben die erforderlichen Gleise und Strafsen zu entwickeln, in der Mittellinie zu rund 2000 m. Das rechtsseitige Ufer ist um rund 150 m länger, das linksseitige dagegen um rund 150 m kürzer.

Das Breitenmaß beträgt im Allgemeinen 120 m. Dasselbe ist am Kopfende aus den soeben berührten Rücksichten auf Gleise und Strafsen auf 80 m und an der Einfahrt — einestheils um eine günstigere Gestaltung der Ufer zu erzielen, anderntheils um die ungünstige Wirkung von Wind und Wetter abzuschwächen — auf 60 m ermäßigt.

Die Tiefe des Hafens ist aus nachstehenden Erwägungen einstweilen zu 6,8 m unter Null angenommen, kann aber demnächst um 1 m vergrößert werden.

Das Niedrigwasser in der Weser an der Mündung des Hafens wird nach erfolgter Korrektur der Unterweser wenigstens bis auf 1,50 m unter Null abfallen. Wird der Tiefgang der Schiffe, wie er durch die Korrektur zunächst ermöglicht wird, mit 5 m zu Grunde gelegt, und zur Sicherheit noch 0,3 m Spielraum zwischen Kiel und Hafensohle gerechnet, so ergibt sich jenes Maß von 6,8 m unter Null für die Hafensohle als ein solches, welches nach Ausführung des zunächst ins Auge gefassten Korrektionsplanes wenigstens vorhanden sein muss. Man hat sich jedoch entschlossen, dieselbe von vorne herein auszuführen und bei dem Entwurf der Mauern auf eine nachträgliche Vertiefung um 1 m Rücksicht zu nehmen.

Die Höhe der Kaimauern und des ganzen Platzes musste sich nach der Höhe des am unteren Ende des Hafenbeckens eintretenden höchsten Wasserstandes der Weser richten. Derselbe ist auf Grund der vorhandenen Aufzeichnungen zu 4,50 bis 4,60 m über Null ermittelt. Demzufolge ist, um einerseits hinreichend sicher zu gehen und um andererseits die ohnehin sehr erhebliche Höhe der Mauer nicht unnütz zu erhöhen — was auf Anlage- und Betriebskosten gleich ungünstig eingewirkt haben würde — die Oberkante der Mauer und damit auch die Höhe der ganzen Fläche zu 5 m über Null angenommen.

**Kaimauern.** Das Hafenbecken ist seiner ganzen Länge nach mit Kaimauern eingefasst und hat an der Mündung zwei massive Molenköpfe erhalten. Die Mauern sind, soweit eine künstliche Senkung des Wasserspiegels in den betreffenden Baugruben ohne große Hilfsmittel ausführbar, in einer Gesamtlänge von 3750 m, auf Pfahlrost; auf den am offenen Strome gelegenen Strecken dagegen in einer Ausdehnung von 300 m auf Beton zwischen Spundwänden gegründet.

Der erstgenannten Gründungsart wurde für den Hafen selbst der Vorzug gegeben, weil sie unter den obwaltenden Verhältnissen die bei Weitem billigste war und nebenbei den schnellsten Baufortschritt gewährleistete. Bei der gleichzeitig und möglichst gleichmäßig ausgeschriebenen Verdingung ergab der Durchschnitt der Anerbietungen auf Pfahlrost eine Ersparung von rund 1 Mill. Mark gegenüber der Gründung auf gemauerten Brunnen mit Betonausfüllung. Am offenen Strome wäre der Pfahlrost aber wegen der den Pfählen durch Eisgang und Strömung drohenden Gefahren nicht am Platze gewesen, würde auch wegen der zur Bauausführung nothwendigen Fangedämme kaum billiger als die Gründung auf Beton geworden sein.

Die Pfahlrost-Kaimauer, deren Gestaltung aus Bl. 3 Fig. 1 ersichtlich ist, hat alle Meter eine Unterstützung durch 5 Tragpfähle von 8,0 bis 9,5 m Länge und 30 bis 35 cm Stärke, von denen die vordersten beiden mit 1:10 geneigt, die übrigen senkrecht gestellt sind. Zur Aufnahme des Erdschubs sind zwischen den Jochpahl-Reihen solche aus je 3 Schrägpfählen von 10,5 m Länge und 35 cm Stärke, welche 60° Neigung erhalten haben, angeordnet. Der auf den Pfählen ruhende, mit 1:10 nach hinten geneigte Rost besteht aus Quer- und Längsholmen mit zwischen gelegten Bohlen, welche letztere, der größeren Beanspruchung entsprechend, an der Vorderkante der Mauer stärker als hinten gehalten sind. Der Rost wird an der Hinterseite durch eine 15 cm starke, bis auf —7,50 m hinabreichende Spundwand begrenzt. Die Einzelheiten des Pfahlrostes, dessen höchster Punkt 2 m unter dem Nullpunkt des Br. P. und somit unter dem niedrigsten Wasserspiegel liegt, sind auf Bl. 3 Fig. 6 dargestellt.

Die auf dem Roste stehende eigentliche Mauer hat, um Platz für die Anlegung eines begehbaren Kanals in derselben zu gewinnen und, um sie auch an den schwächsten Punkten stark genug gegen den Anstoß von Schiffen zu gestalten, eine sehr bedeutende Breite erhalten. Der hierdurch bedingte größere Materialverbrauch ist ausgeglichen worden durch Verwendung von billigem Füll-Material, mit welchem größere, im Ziegelmauerwerk ausgesparte Hohlräume ausgefüllt wurden. Die aus einem Sandbeton in der Mischung von 1 Theil Cement auf 10 Theile kiesigen Sand bestehende Füllmasse hat ein spezifisches Gewicht von 2,0 und wirkt somit auf die Standsicherheit der Mauer günstiger ein, als wenn nur Ziegelmauerwerk zur Verwendung gekommen wäre. In einem mäßig trockenen

Zustande eingebracht und durch starkes, mit einer besonders dafür hergerichteten Maschine geschehenes Stampfen, sowie durch nachträgliches Unterwassersetzen zusammengepresst und erhärtet, hat dieser Sandbeton nach wenigen Wochen die Härte eines gewöhnlichen Sandsteines erlangt und sich mit dem angrenzenden Ziegelmauerwerk fest verbunden. Die Kosten desselben stellen sich noch längst nicht halb so hoch als diejenigen des Mauerwerks.

Die Aussparungen sind durchweg 4 m lang und 2 bis 2,5 m breit; die an der Vor- und Rückseite derselben verbleibenden Mauerkörper, ebenso wie die zur Verbindung der letzteren in 5 m Abstand angeordneten Zungen aus Ziegelmauerwerk, haben im Mittel 1,0 m Stärke. Der im oberen Theile der Mauer ausgesparte Kanal dient zur Aufnahme der Leitungen für Druckwasser, Elektrizität etc. (s. maschinelle Anlagen) und hat zu diesem Zwecke beiderseits ein Banket erhalten. Seine Höhe ist in der Mitte derartig gewählt, dass Menschen aufrecht in ihm gehen können. Zwischen den beiderseitigen Bankets liegt in der zum Gehen dienenden Vertiefung noch eine kleine Eisenbahn, auf deren bis zur Banket-Höhe reichenden Wagen die schweren hydraulischen Röhren und dergleichen Gegenstände leicht verfahren werden können. Nach der Wasserseite zu ist die Kaimauer mit Klinkern verblendet, oben mit 1,25 m breiten und 32 cm starken Werksteindeckplatten abgedeckt und im Uebrigen durch Cementputz gegen von oben eindringende Feuchtigkeit geschützt. Die Hinterfüllung besteht aus Sand, zu dessen Entwässerung in der Höhe  $\pm 0$  Br. P., Röhren, welche aufsen Klappen mit Gummi-Dichtung erhalten haben, eingemauert sind.

Ausgerüstet ist die Kaimauer in Abständen von 10 m mit Streichpfählen aus Kiefernholz, welche in der aus Bl. 3 Fig. 5 hervorgehenden Weise befestigt und durch eichene Knaggen abgestützt sind. Der Kopf der Pfähle ist durch Aufsetzen einer gusseisernen Haube als Poller zum Verholen und Festlegen der Schiffe ausgebildet worden. Zum Festlegen der Schiffe dienen übrigens in erster Linie die mit 30 m Abstand in 3 Reihen übereinander angeordneten Schiffsringe, von denen die schwächsten 40 und die stärksten 60 mm Eisenstärke erhalten haben.

Der Verkehr zwischen dem Ufer und den Schiffen wird vermittelt durch eiserne Schiffsleitern, welche mit 60 m Abstand in den mit Werksteinen verkleideten Nischen angeordnet sind. Um die bei der großen Länge des Hafens doppelt nothwendige Verkehrs-Vermittlung zwischen den beiden Ufern zu ermöglichen, sind in Abständen von etwa 400 m einander gegenüberliegend Treppen, an welchem Bootsfahren eingerichtet werden, zur Ausführung gekommen. (Vgl. Bl. 3, Fig. 2—4.)

Die Querschnittsfläche der auf Beton gegründeten Kaimauer weicht, wie Bl. 3, Fig. 8 zeigt, hauptsächlich nur in den unteren Theilen von der vorbeschriebenen ab. Der 7 m hohe und im Mittel

6,30 m breite Betonklotz wird vorne durch eine mit 1 : 10 geneigte, 30 cm starke und 10,30 m hohe, — hinten durch eine senkrecht stehende, 25 cm starke und 8,30 m hohe Spundwand begrenzt. Die beiden Wände sind in 2 m Abstand mit einander verankert und haben zu diesem Zwecke an ihrem Kopfende Gurtungen, welche wasserseitig aus verzinktem  $\square$ -Eisen und landseitig aus Kanthölzern bestehen, erhalten.

Zur Vermeidung einer direkten Berührung der Mauer durch die anlegenden Schiffe sind statt der Streichpfähle hier Reibhölzer aus  $35/35$  cm starkem Eichenholz in 5 m Abstand angebracht und zwischen den hinten im Mauerwerk fest verankerten, verzinkten Winkeleisenrahmen befestigt. Die Reibhölzer sind dabei soweit vorgesetzt, dass sie ein Gegenstoßen der Schiffe gegen die Gurteisen der Spundwand verhindern.

Als Schiffshalter sind hier außer den Schiffsringen gusseiserne Poller in Abständen von 20 m zwischen den Deckplatten eingefügt. Hydraulische Spills (Kapsans) an den Molenköpfen, sowie hydraulische Poller zum Anholen von Schiffen an einzelnen Punkten des Bassins sowie zur Bewegung von Eisenbahnwagen sind zum Theil schon angebracht und werden zum andern Theile dem Bedürfnisse entsprechend nachgefügt.

Der in Fig. 9 dargestellte Querschnitt ist durch die an den südlichen Molenkopf anschließende, den Uebergang aus der lothrechten Mauer in die Deichböschung an der Weser vermittelnde windschiefe Mauer gelegt. Diese Mauer ist, da sie wegen der nach hinten geneigten Lage eine übergroße Standsicherheit besitzt, in Pfeiler und Bögen aufgelöst.

Auch bei den vorbeschriebenen Mauern halten sich die Beanspruchungen des Materials in den zulässigen Grenzen und erreichen die äußersten Werthe meistens lange nicht. Wie die Rechnung ergibt, beträgt z. B. bei den Schrägpfählen die gleichmäfsig über den Querschnitt vertheilte Druckspannung 23 kg pr. qcm und die durch die Biegung in der am stärksten beanspruchten Faser erzeugte Druckspannung 48 kg pr. qcm, mithin die größte Beanspruchung 71 kg pr. qcm. Hierbei ist ein mittlerer Durchmesser der Pfähle von 33 cm in Rechnung gesetzt, während derselbe in Wirklichkeit bedeutend größer gewesen ist. Die größte Druckbeanspruchung des Mauerwerks stellt sich nur auf 2,34 kg pr. qcm.

Bei der Betonmauer beträgt die größte Kantenpressung 4,55 kg pr. qcm.

### 3) Strafsen- und Eisenbahn-Anlagen.

#### a. Verkehrs-Verbindungen mit der Stadt und mit dem Hauptbahnhofe.

**Allgemeines.** Mit der allgemeinen Ausnutzung des verfügbaren Platzes, — mit der Gestaltung und Lage des Hafenbeckens, — mit der Unterbringung und Vertheilung der Schuppen, Speicher und sonstigen Verkehrsanstalten — stand naturgemäfs die Ausbildung der Strafsen und Eisenbahn-Anlagen im Gebiete des

Hafens im engen Zusammenhange. Welche wesentlichen Veränderungen und Ergänzungen auch der allgemeine Bebauungsplan im Laufe der Entwurfs- und Ausführungs-Arbeiten erfahren hat, so sind doch Form und Lage des Gebietes, sowie die Gestaltung des Hafenbeckens im Wesentlichen dieselben geblieben, und mit ihnen die von vorn herein geplanten Verkehrs-Verbindungen zum Lande hin. Zum östlichen, stadtseitigen Ende des Gebietes führt zunächst in Verlängerung der die Altstadt durchziehenden Haupt-Verkehrsadern eine ausreichend breit angelegte Zufuhrstrasse, sowie ein Eisenbahn-Anschlussgleis, welches von der vorhandenen Bahnlinie Bremen-Oldenburg abzweigt.

Durch Vermittlung dieser Zuwegungen liessen sich am einfachsten und zweckmässigsten die nothwendigen Verkehrsverbindungen für die beiden Seiten des langgestreckten Hafenbeckens schaffen und man glaubte deshalb auch diese Ausgangspunkte nicht aufgeben zu sollen, trotzdem an die angemessene Ausbildung dieser Zufuhrwege neben bedeutenden Kosten sich wesentliche Umgestaltungen der angrenzenden Stadttheile knüpfen.

Für die Herstellung der so geplanten und für lange Zeit ausreichenden Zufuhrstrassen war ein Strafsendurchbruch sowie die Durchschneidung eines Theiles der herrlichen, die Altstadt umziehenden Park-Anlagen (Wall) nicht wohl zu umgehen, während die Vermehrung des Betriebes auf der die Altstadt von der westlichen Vorstadt trennenden sog. Weserbahn, sowie auch die voraussichtliche Zunahme des Strafsenverkehrs zwischen Altstadt und der das neue Hafen-Gebiet umgebenden Vorstadttheile die Beseitigung der bislang vorhanden gewesenen Planübergänge unbedingt erforderten.

**Höherlegung der Weserbahn.** Die Durchführung des auch unabhängig von dem Bau des neuen Hafens schon früher erörterten Planes der Höherlegung der Weserbahn wurde jetzt wesentlich durch den Umstand erleichtert, dass seitens der Königl. preuss. Staats-Eisenbahn-Verwaltung fast gleichzeitig mit dem Bau des Hafens ein Umbau des Bahnhofes Bremen, sowie eine Höherlegung desselben in Angriff genommen wurde.

Zu der zweigleisig angelegten Weserbahn führen nach Fertigstellung des Bahnhofes-Umbaus zwei Personengleise im Bogen von Osten oder vom Personenbahnhof her und ein Gütergleis im Bogen von Norden oder vom Rangirbahnhof her. Diese drei Gleise kreuzen — bei rd. 56<sup>m</sup> Entfernung des Gütergleises von den beiden Personengleisen — die „Düsternstrasse“, und nähern sich dann bis auf einen Gleisabstand von 4,50<sup>m</sup>, in welchem sie die Strasse „Doventhors-Steinweg“ überschreiten. Unmittelbar darauf läuft das Gütergleis mittels Weichen in die Personengleise ein, sodass die dann folgende „Nordstrasse“ nur von zwei Gleisen überschritten wird. Ueber die letzte der vier von der Weserbahn gekreuzten Strafsen, die neue „Hafenstrasse“

führt, am Stephanithor, neben den beiden Hauptgleisen noch die zwischen Nordstrasse und Stephanithor abzweigende Bahnverbindung für den neuen Hafen hinweg, welche letztere eingeleisig ausgebildet ist, und erst nach Eintritt in den Freibezirk sich in verschiedene, später näher zu erörternde Schienenstränge gabelt. Die genannten vier Strafsen, welche früher mit den sie kreuzenden Gleisen in gleicher Höhe lagen, werden nunmehr sämmtlich mittels Unterführungen unter der Bahn hindurch geführt und zwar konnte für diesen Umbau eine theilweise Senkung der Strafsen bei keiner derselben umgangen werden, da diese Höhenlage der Gleise auf dem Bahnhofe und am Stephanithor (wo der naheliegende Weserbahnhof und die Weserbrücke wie auch das Anschlussgleis zum Hafen die Ausbildung des Höhenplanes wesentlich beeinflussten) eine weitergehende Erhöhung der Bahn nur unter Aufwendung ganz unverhältnissmässig hoher Mittel gestattete. Um die, als erforderlich erachtete, lichte Durchfahrts Höhe von 4,20<sup>m</sup> für die Hafenstrasse und von 4,0<sup>m</sup> für die übrigen Strafsen zu gewinnen, haben aus den angeführten Gründen allerdings die letzteren gegen ihre frühere Lage an der Kreuzungsstelle um rd. 2,0<sup>m</sup> gesenkt werden müssen. Es haben sich indess die dadurch erforderlich gewordenen Veränderungen der Eingänge zu den nächstgelegenen Häusern meist ohne besondere Schwierigkeiten vollziehen lassen.

Am Stephanithor musste die neue Hafenstrasse sogar in fast 3,50<sup>m</sup> tieferer Lage als der frühere Plan-Übergang die Bahn kreuzen, die Bauverhältnisse waren hier indess derart, dass die Senkung in gleich günstiger Weise sich ausführbar erwies, wie bei den übrigen Strafsen, wenn auch zur Abhaltung des Grundwassers (wegen der Nähe des mit seinem Wasserspiegel um etwa 0,25<sup>m</sup> über Strafsensohle liegenden Stadtgrabens) hier besondere Vorkehrungen getroffen werden mussten.

Ueber die Gefällverhältnisse sei angeführt, dass behufs Erreichung thunlichst hoher Lage sowohl die Gleise aus dem Bahnhof zur Düsternstrasse wie vom Hafen zum Stephanithor mit 1:200 ansteigen, woraus sich für die Gleise vom Weserbahnhof zum Stephanithor eine Steigung von rund 1:300, für diejenigen von der Weserbrücke zum Stephanithor aber eine nur kurze Steigung von 1:400 (bei übrigens wagerechter Strecke) ergab.

Um die Brücken über Doventhors-Steinweg und Nordstrasse in noch günstigere Höhenlage für die Strafsen zu bringen, ist ein weiteres Steigen der Bahn nach diesen Punkten zu angenommen, so dass der höchste Punkt der Weserbahn mit Schienen-Oberkante auf + 9,0 N. N. oder + 6,716 Br. N. gelegt ist und die grösste Aufhöhung der Bahn rd. 2,90<sup>m</sup> beträgt. Schienen-Oberkante liegt im Bahnhof (Personengleise) auf + 7,60 N. N., im Hafen auf 7,364 N. N. oder 5,080 Bremer Null und die Weserbrücke liegt mit Schienen-Oberkante auf + 8,41 N. N. oder 6,126 Br. N.

Das zulässige Gefälle für die von der Bahn gekreuzten Strafsen ist auf 1:50 festgesetzt, während die in letztere mündenden Nebenstraßen Rampen von 1:40 erhalten haben. Bei der Hafenstraße ist das Gefälle von 1:50 übrigens nur im unmittelbaren Anschluss an die Unterführung, soweit die Straßensfahrbahn gegen Grundwasser zu sichern war, angewendet, während der übrige Theil dieser Strafsen mit rund 1:70 nach der Stadt und nach dem Hafen zu ansteigt.

Die Bauwerke, welche in der durch Dammschüttung erhöhten Weserbahn zwecks Ueberbrückung der Strafsen anzulegen waren, sind sämmtlich mit eisernem Ueberbau auf steinernem Unterbau ausgeführt. Die Brücke am Stephanithor ist auf Brunnen, die übrigen Bauwerke sind auf Beton zwischen Spundwänden gegründet, wobei überall nach Durchstechung der oberen z. Th. thon- und moorhaltigen Schichten (welche letzteren beim Stephanithor ziemlich tief anstanden) der feste Sand erreicht ist.

Für die Form der Brückenträger waren beim Stephanithor und bei der Nordstraße landschaftliche Gesichtspunkte mit in's Auge zu fassen, während die weniger bedeutsamen Brücken für Doventhors-Steinweg und Düsternstraße eine solche Rücksicht nicht erforderten. Bei allen Brücken jedoch wurde Werth darauf gelegt, Zwischenstützen in den durchzuführenden Strafsen ganz zu vermeiden. Die beiderseits von den Wallanlagen begleitete Unterführung am Stephanithor wurde in Anlehnung an die Form der nahegelegenen Weserbrücke als Halb-Parabelträger mit Werkstein-Abschluss-Thürmen auf den Widerlagern ausgebildet; an der Nordstraße wurde der Ueberbau als Bogenbrücke gestaltet, und beide erhielten auch in den Einzelformen eine reichere Ausstattung als die mit einfachen Parallelträgern versehenen Unterführungen des Doventhor-Steinweges und der Düsternstraße.

Unter Hinweis auf die auf Blatt 6 Fig. 1, 4 und 5 gegebenen Ansichtsskizzen sei bemerkt, dass die Weite zwischen den Widerlagern, senkrecht zur Straße gemessen, beim Stephanithor 25,00 m, bei den übrigen drei Brücken aber gleichmäÙig 15,00 m beträgt, und dass infolge der schiefen Lage von Bahn und Straße zu einander die Stützweite der Brücken, welche bei der Düsternstraße die Personengleise überführen, sich zu 20,45 m, diejenige der Hafensbahnbrücke am Stephanithor sich zu 29,55 m ergeben hat. An der Nordstraße und an Doventhors-Steinweg weicht der Kreuzungswinkel von Straße und Eisenbahn wenig vom rechten Winkel ab.

Bei weiterer Ausarbeitung der Einzel-Entwürfe für die eisernen Ueberbauten, welche, — ebenso wie die Ausführung der Bauwerke selbst, — von seiten der Königl. preuß. Staats-Eisenbahn-Verwaltung für Rechnung Bremens bewirkt worden ist, wurde zur Verminderung des Geräusches beim Befahren der Brücken auf die Herstellung schalldämpfender Decken Bedacht genommen, trotzdem die vorstehend erörterten ungünstigen Höhenverhältnisse eine thunlichste Ein-

schränkung der Konstruktionshöhe erheischen. Hierfür wurde bei den verschiedenen zur Ausführung gekommenen Anordnungen zwischen Brücken-Unterkante und Schienen-Oberkante 0,90 m erfordert. Nach dem Muster anderer, bereits mehrfach ausgeführter Strafsen-Unterführungen wurde bei zwei der Brücken das den Oberbau tragende Kiesbett auf einer, durch Querträger und eingeschaltete Längsträger zweiter Ordnung unterstützten Buckelplattendecke angebracht, so dass die hölzernen Querschwellen des Gleises auch auf der Brücke im Kiesbett liegen.

Hierbei ist die Höhe

der Schiene .....	0,134 m
der Schwelle .....	0,160 „
des Kiesbettes unter Schwellenunterkante.	0,120 „
der Querträger einschl. Buckelplatte, Durchbiegung und dergl. ....	0,486 „
so dass die Gesamthöhe 0,900 m	

beträgt.

Für die Brücken bei Stephanithor und Düsternstraße, deren Stützweiten, wie vorstehend erwähnt, zwischen 20 und 30 m betragen und welche dementsprechend Hauptträger von 2,0 bis 3,35 m Höhe erhielten, wurde die vorbezeichnete Querträgerhöhe als ausreichend für eine genügend sichere Queraussteifung der Brücken nicht erachtet. Um nun bei Anwendung höherer Querträger, und ohne die Querträgerobergurte in den tragenden Kieskörper einbetten oder die Konstruktionshöhe vergrößern zu müssen, noch eine schalldämpfende Decke zu erhalten, wurde dieselbe unter die den Oberbau tragenden Theile verlegt. Dabei nehmen die zwischen den Querträgern liegenden Gleisträger die ganz aus Holzschwellen gebildete, eigentliche Brückendecke auf, während unterhalb und unabhängig von dieser (nur mit den Haupt- und Querträgern verbunden) eine besondere Decke eingeschaltet ist, welche auf leichten Hängeblechen ein schalldämpfendes Kiesbett trägt (vgl. Abb. 2 und 3 auf Bl. 6). Die bei dieser Anordnung erreichte Querträgerhöhe beträgt 0,73 m, während sich die verfügbare Höhe zwischen Schienenoberkante und Brückenunterkante wie folgt vertheilt:

Schiene .....	0,134 m
Schwelle .....	0,160 „
Schwellenträger .....	0,250 „
Kiesschüttung der Schalldecke .....	0,100 „
Schalldeckenträger .....	0,130 „
Von Unterkante der Schalldeckenträger bis Unterkante Querträger einschl. Durchbiegung und dergl. ....	0,126 „
Zusammen: 0,900 m	

Die Absicht, welche dieser Art der Schallsicherung zu Grunde liegt, eine Decke zu schaffen, auf welche die beim Befahren der Brücke in den das Gleis tragenden Theilen entstehenden Schwingungen nicht übertragen werden, konnte bei den knapp bemessenen Höhen, nicht so vollständig durchgeführt werden, wie es schon bei dem im Jahre 1886 erfolgten Umbau

einer Strafsen-Unterführung in Hannover\*) geschehen ist, immerhin aber glaubt man von der letzt beschriebenen Art der Schallsicherung ebenso günstige Ergebnisse erhoffen zu dürfen, wie sie auf Grund vorliegender Erfahrungen von den mit durchgehendem tragenden Kiesbett hergestellten Brücken erwartet werden kann.

Schließlich sei in Betreff der besprochenen Bauwerke, welche übrigens besonders Bemerkenswerthes nicht bieten, noch erwähnt, dass bei allen Unterführungen jedes Gleis eine Brücke für sich erhalten hat, wobei allerdings wegen des beschränkten Raumes den Brücken der beiden Hauptgleise am Stephanithor ein gemeinsamer Mittelträger gegeben werden musste.

**Der Verkehr zwischen Stadt und Freibezirk** wird, wie bereits Eingangs erwähnt, zum weitaus größten Theile in einer, durch die örtlichen Verhältnisse gegebenen Hauptrichtung sich entwickeln und durch die mit 25,00 m normaler Lichtweite und 4,20 m Lichthöhe angelegte Unterführung am Stephanithor geleitet. Zu dieser führen von der Stadt her zwei Strafsen, die Hafenstrafse und eine Nebenstrafse — letztere von einem viele Waarenspeicher enthaltenden Stadtviertel kommend, welches längs des rechten Weserufers oberhalb der Eisenbahnbrücke sich entlang zieht.

Die neue Hafenstrafse ist unter Benutzung und angemessener Verbreiterung einer vorhandenen Strafe in Verlängerung der die Altstadt mitten durchschneidenden Verkehrsstrafse angelegt und war beim Eintritt in die die Altstadt umgebenden Anlagen unter einer bestehenden Ringstrafse („am Wall“) mittels Unterführung hindurchzuleiten. Das hier anzulegende Bauwerk erhielt mit Rücksicht auf die anliegenden Parkanlagen, welche, wie bereits erwähnt, von der Hafenstrafse in ihrem weiteren Verlaufe durchschnitten werden, in allen Theilen eine besonders reiche Ausstattung und zwar wurde dasselbe als eiserne Bogenbrücke mit Werkstein-Widerlagern ausgeführt, wobei dem Fußgänger-Verkehr zwischen den in verschiedener Höhe liegenden Strafsen durch Anfügung von Treppenanlagen an die Flügel-Mauern Rechnung getragen wurde. Ein Bild dieser Unterführung ist auf Bl. 6 in Abbildung 7 wiedergegeben.

Beide Zufuhrstrafsens vereinigen sich nach Durchschneidung der entsprechend umgestalteten Wallanlagen bei der Unterführung am Stephanithor und führen gemeinsam in annähernd gerader Richtung zum Freibezirk, unmittelbar vor demselben sich gabelnd in eine Haupt-Einfahrt und eine Haupt-Ausfahrt, welche durch ein am stadtseitigen Ende des Hafengebiets erbautes Verwaltungsgebäude von einander getrennt werden.

Aufser der vorbeschriebenen Hafenstrafse als Hauptzufuhrstrafse sind von den Vorstadttheilen südlich und nördlich des Freibezirks noch je eine Neben-Ver-

bindung vorgesehen, von denen die südliche durch eine bereits bestehende Strafe gebildet wird, während der in Verlängerung einer vorhandenen Strafe geplante Ausbau der nördlichen erst mit dem Entstehen des von jener Seite für später zu erwartenden Verkehrs zur Ausführung kommen wird.

**Fußgängertunnel.** Seiner Bestimmung als „Freibezirk“ gemäß ist das ganze Gebiet des Hafens als ein Stück Zollaustand anzusehen, welches zwecks Erleichterung der zollseitigen Bewachung mit einer sicheren Umwahrung versehen wurde. Demgemäß erreichen auch die erwähnten Verkehrsverbindungen den Freibezirk durch Thore, welche in der Einfriedigung vorgesehen wurden, und an denen alles Ausgehende der Zollaufsicht unterliegt.

Die hieraus sich ergebende Trennung der beiden südlich und nördlich vom Freibezirk belegenen Stadttheile, von denen der erstere eine Anzahl größerer Fabriken, der letztere viele Arbeiter-Wohnungen in sich schließt, führte behufs Vermeidung der Unannehmlichkeiten, welche dem besonders zu einzelnen Tageszeiten sehr lebhaften Fußgängerverkehr hier würden erwachsen sein, zur Anlage einer Fußwegverbindung zwischen diesen Stadttheilen unter dem Freibezirk hindurch. Diese, nach Art der Personentunnel neuerer Bahnhöfe hergestellte Unterführung ist bei rd. 120 m Länge so angelegt, dass einschl. der durch die Anlage eines Fußweges an der Südgrenze des Freibezirks sich ergebenden Weg-Abkürzung die gedachte Verbindung um etwa  $\frac{1}{2}$  km kürzer ausfällt, als der Weg um das Ostende des Freibezirks sie geboten haben würde.

Auf Bl. 6 ist die Anlage im Grundriss, sowie im Längs- und Querschnitt dargestellt, auch ist eine Ansicht des über der Nordvorhalle des Tunnels angelegten Thorhauses (am Haupt-Einfahrtsthor) mit wiedergegeben. Wie ersichtlich, ist bei der tiefen Lage des südlichen Fußweges, von welchem nur 5 Stufen zum Tunnel hinabführen, die verlorene Steigung nicht erheblich, und es zeigt die lebhafte Benutzung der seit etwa einem halben Jahre dem Verkehr übergebenen Verbindung, dass mit Herstellung derselben einem schon während der Bauausführung stark hervortretenden Bedürfnis in ausreichendem Maße abgeholfen ist.

Ueber die Verhältnisse des Tunnels sei erläuternd noch Folgendes hinzugefügt: Als Lichthöhe wurden 2,40 m, als Lichtweite 3,0 m für genügend erachtet. Der Fuß der aus Backsteinen in Cementmörtel ausgeführten Seitenmauern ist indess behufs Erhöhung der Standsicherheit und mit Rücksicht auf Ersparnis an Mauerwerken mit Neigung nach dem Tunnel zu angelegt, sodass die Breite in der Tunnelsohle nur 2,64 m beträgt. Da diese Einengung des Querschnitts nur im unteren Theile vorhanden, und schon bei der achten Schicht von Sohle, also in etwa Kniehöhe die volle Breite wieder erreicht ist, so wird dadurch die nutzbare Lichtweite nicht vermindert, wie vor Ausführung des Tunnels an Modellen in wirklicher Größe erprobt worden war. Die Sohle, deren Höhen-

\*) S. Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1886, S. 401.

lage übrigens eine unmittelbare Ableitung des Spül- und sonstigen Wassers in die städtischen Entwässerungskanäle noch eben ermöglichte, und welche zu dem Ende sowohl Quergefälle von rund 1:30 mit beiderseitigen Rinnen als auch Längsgefälle von rund 1:270 erhalten hat, ist zur Abhaltung des Grundwassers zwischen den beiderseitigen Wänden in ganzer Länge mit Stampfmörtel in 50<sup>cm</sup> Stärke befestigt und mit gerillten Mettlacher Fußbodenplatten abgedeckt. Die Wände sind einschliesslich des schrägen Sockels, für welchen besondere Steine angefertigt wurden, mit glasirten Kopfsteinplatten aus der Fabrik von Villeroy & Boch-Mettlach abwechselnd in 2 und 4<sup>cm</sup> starken Schichten und in Kopfverband verblendet. Der Sockel ist einfarbig grau gehalten, während die Wände ein lichtblaues Muster auf weißem Grunde erhalten haben.

Die Decke des Tunnels, über welche aufser den darüber liegenden Strafsen 12 Eisenbahngleise hinwegführen, ist ganz in Eisen hergestellt, und es mussten bei der geringen verfügbaren Höhe die Schienen unmittelbar auf die Hauptträger gelegt werden. Zwischen letzteren sind Hängebleche mit Gefälle für die Abwässerung von der Mitte nach den Seiten zu so angeordnet, dass die Träger in ganzer Höhe zwecks leichter Unterhaltung des Anstrichs von unten her zugänglich geblieben sind. Für die Einführung des Tageslichtes sind an geeigneten Stellen Oberlichter zwischen den Gleisen und Strafsen in ausreichender Anzahl vorgesehen. Im Uebrigen soll die Beleuchtung durch Gas erfolgen, zu welchem Zwecke besondere Beleuchtungsnischen zur Aufnahme der Laternen, welche in den freien Raum nicht hineinreichen durften, angeordnet.

Schliesslich ist bezüglich der aufserhalb des Freibezirkes aus Anlass des Hafenbaues angelegten Verkehrswege noch zu erwähnen, dass von der Unterführung am Stephanithor ausgehend, zwischen den beiden Hauptgleisen einerseits und dem zum Hafen abzweigenden Anschlussgleise andererseits eine Nebenstrasse abgezweigt ist, welche südlich neben dem Anschlussgleise entlang läuft und der Verbindung zwischen Altstadt und dem südlich vom Freibezirke liegenden Stadttheil zu dienen bestimmt ist. Diese Verbindung wurde vorgesehen, um jenes verkehrsreiche Viertel unabhängig zu machen von dem vor dem Eintritt des Anschlussgleises in den Freibezirk an der Hauptausfahrt liegenden Strafsenübergange, welcher den gegebenen Verhältnissen entsprechend nur in gleicher Höhe mit dem Anschlussgleise liegen konnte.

#### b. Entwicklung der Verkehrswege im Freibezirke selbst.

**Strafsen und Plätze.** Das an der Tannenstrasse belegene, fast 200<sup>m</sup> lange Verwaltungsgebäude, welches die nördliche Begrenzung des Freibezirkes an seiner zungenförmig nach der Stadt hin auslaufenden Ostspitze bildet, trennt die Fahrrichtungen des Strafsenverkehrs von und zur Stadt derart, dass die an der

Nordseite dieses Gebäudes entlang geführte Strasse der Anfahrt zum Freibezirk, die an der anderen, dem Freibezirke zugewandten Seite liegende Strasse der Abfahrt dient.

Eine solche Trennung des Verkehrs wurde hier als nothwendig erachtet wegen der beim Austritt aus dem Freibezirk in das Zollinland erforderlichen steueramtlichen Untersuchungen und der damit verbundenen Aufenthalte der abgehenden Fuhrwerke.

Die Einfahrt in das Gebiet kann ungehindert stattfinden, und es ist, um schon hier die Trennung der Zufahrten zu der einen und der anderen Hafenseite zum Ausdruck zu bringen, das hierfür am Westende der Tannenstrasse vorgesehene Thor in zwei nebeneinander liegende und nach den Fahrrichtungen gegeneinander geneigte Theile zerlegt worden.

Vom Einfahrtsthore aus führt zu jeder Hafenseite eine Hauptstrasse mit 9<sup>m</sup> Fahrbahn- und 2<sup>m</sup> Fußwegbreite bis an die mit Schuppen und Speichern bebauten Theile des Hafengebietes. Von hier ab ist der ganze freie Raum zwischen den Schuppen und Speichern, dessen Breite zwischen den 1,12 über Fahrbahn Oberkante liegenden Ladebühnen 17,10<sup>m</sup> beträgt, vollständig eingepflastert und zwar entfallen hiervon auf die an den Speichern entlang führende eigentliche Fahrstrasse 7,0<sup>m</sup>, auf einen daneben liegenden Fußweg 1,55<sup>m</sup>, auf den für das Gerüst der Speicherkrahne erforderlichen Platz nebst Spielraum 0,40<sup>m</sup> und auf zwei vor den Schuppen in 4,50<sup>m</sup> Abstand von einander vorgesehene Eisenbahngleise  $(2,0 + 4,50 + 1,65) = 8,15<sup>m</sup>$ . Mitte Krahnssäule liegt somit von der Vorderkante der Speicherladebühne 8,75<sup>m</sup>, der Schuppenladebühne 8,35<sup>m</sup> entfernt, sodass bei der auf 9,65<sup>m</sup> festgesetzten Ausladung der Krahne die Lastkette in einem Falle mit 0,90<sup>m</sup>, im andern Falle mit 1,30<sup>m</sup> auf die 1,90<sup>m</sup> bzw. 2,30<sup>m</sup> breiten Ladebühnen reicht.

In der Mitte der mit einseitigem Gefälle nach dem Fußwege zu angelegten Fahrstrasse ist ein Pferdebahngleis (mit Verbindung von der Stadt her) vorgesehen, und es ist der nebenliegende Fußweg so befestigt, dass die Strafsenfuhrwerke über denselben hinweg an jeder Stelle zu den Schuppen anfahren können, zu welchem Zwecke denn auch die beiden erwähnten Eisenbahngleise mit eingepflastert sind.

Es ist somit der Verkehr an den landseitigen Ladebühnen der Schuppen nicht nur für Eisenbahnfahrzeuge, sondern auch für Landfuhrwerke ermöglicht, wenn auch den letzteren vorzugsweise die Giebelseiten der Schuppen und die in den Schuppen vorgesehenen Höfe angewiesen werden sollen.

Die Ladestrafsen an den Kopfseiten der Schuppen haben die ganze durch den Abstand der letzteren von einander gegebene Breite von 28,5<sup>m</sup> erhalten, während die in dreiviertel der Schuppentiefe hergestellten Höfe etwa 18,0<sup>m</sup> breit angelegt sind, sodass ein Wenden der an den Seiten stehenden Fahrzeuge zu dem in der Mitte des Hofes liegenden Ausfahrtsthore hin noch sehr wohl möglich ist.

Die beiden vorgenannten Hauptstraßen, welche sich nach dem Hauptausfahrtsthore zu vor dem Maschinengebäude vereinigen, sind außerdem durch eine vor dem Hafenhause am Kopfende des Hafenbeckens vorgesehene Querstraße verbunden, und es hat jede derselben noch einen Zuweg zu je einem an der Nord- und Südseite in der Einfriedigung des Freibezirkes angelegten Nebenthore, welche für die Verbindung mit den angrenzenden Stadtvierteln vorgesehen sind.

Da an der dem Kai abgewandten Seite der Speicher die Gleisgruppen für den Eisenbahnbetrieb liegen, und mit Rücksicht auf die Sicherheit des letzteren hier ein Ueberschreiten der Gleise als zulässig nicht erachtet wurde, so musste für das weiter nördlich belegene Gebiet, über dessen Ausnutzung bereits zum Theil verfügt war, eine besondere Zufuhrstraße angelegt werden. Diese letztere zweigt von der nördlichen Hauptstraße bei Schuppen 1 ab, und ist vor der Hand erst bis zum Speicher III<sup>a</sup> (Weinspeicher) durchgeführt, während sie in der Folge der Erschließung des Gebiets am Winterhafen mit dienen wird.

Im Anschluss an das Straßennetz sind nun folgende Lade- und Lagerplätze angelegt worden:

1) An der Nordseite des Hafenkopfes eine Fläche von etwa 21 000 qm Gesamtinhalt für Verladung und Stapelung von überseeischen Nutzhölzern.

Der am Kai liegende Theil dieser von der nördlichen Hauptstraße durchschnittenen Fläche hat neben den weiterhin zu besprechenden Gleisen eine Kaistraße erhalten und ist durch Querstraßen in einzelne Plätze zerlegt, welche als offene Lager zu dienen bestimmt sind. Der östlich von der Hauptstraße belegene Theil enthält außer offenen Lagerplätzen noch gedeckte Schuppen für Lagerung der edleren Hölzer.

2) An der Südseite des Hafenkopfes eine Fläche am Kai von etwa 6000 qm Inhalt mit einer 15 m breiten Ladestraße nebst Ladegleis für Freilade-Verkehr.

3) Je ein Platz von etwa 7000 qm Fläche auf der Nord- und Südseite des Hafens am Kai und zwar etwa in der Mitte zwischen Hafenkopf und Hafeneinfahrt.

Diese beiden Plätze sind für den Freilade-Verkehr (der nördliche vorzugsweise für Weinhandel) bestimmt. Ihre Befestigung ist so erfolgt, dass vor den angrenzenden Schuppen, in der Mitte der Plätze und am Kai entlang je eine besondere Straße von 9,0 m Breite aus festem Gestein hergestellt ist, während für die verbleibenden, mehr der Freilagerung dienenden Flächen billigeres Pflaster verwendet wurde.

4) Die nördlich und südlich an der Hafeneinfahrt liegenden Flächen werden ebenfalls für besondere Zwecke ausgebildet und zwar soll der rund 750 m lange Platz zwischen Winterhafen und Freihafen (Nordmole) dem Kohlenverkehr dienen, während derjenige zwischen Freihafen und Weser (Südmole) mit einer Länge von rund 450 m Werkstätten für Schiffsausbesserung aufnehmen soll. Vor dem letzteren wird das weiterhin noch besonders beschriebene Schwimmdock liegen. Zu

beiden Plätzen führen, wie im Uebersichtsbilde (Bl. 2) ersichtlich, Straßen und Gleise.

Für den z. Z. ausgebauten Theil des Gebietes waren Pflasterungen im Umfange von rund 75 000 qm auszuführen. Diese sind bis auf ganz geringfügige Ausnahmen mit Reihenpflaster auf einer 25 cm starken Bettung, welche in der unteren Hälfte aus grobem Kies, in der oberen aus grobem Sand besteht, hergestellt.

In den Schuppenhöfen ist anstatt des Kiesbettes eine feste Unterlage von Stampfmörtel (6 Kies, 4 Sand und 1 Cement) eingebracht, auf welcher das mit besonders gleichmäßigen Steinen hergestellte Pflaster in einem 5 cm starken Sandbett leicht gerammt und, zur Verhinderung des Eindringens von Nässe, in den Fugen mit einer Erdpechmasse (Pflasterkitt) vergossen worden ist.

Versuchsweise hat auch einer der Schuppenhöfe eine Decke aus Stampfasphalt erhalten, damit den beteiligten Kreisen, bei denen eine gewisse Abneigung gegen diese hier noch nicht angewendete Art der Straßebefestigung bestand, Gelegenheit geboten werde, über die Vorzüge und Nachteile dieses Pflasters und seine Verwendbarkeit in den besonderen Verhältnissen des Hafenverkehrs Erfahrungen zu sammeln.

Schließlich mag noch erwähnt werden, dass beim Einpflastern der Gleise, um Verschiebungen der unmittelbar an den Schienen liegenden Steine zu verhindern, besondere Platten verwendet worden sind, welche, in entsprechender Form aus gebranntem Thon hergestellt, den Raum ausfüllen, der beim Ansetzen des Steines an den Schienenkopf unter letzterem entsteht.

Solche Platten haben auch Verwendung gefunden bei der Befestigung der Kaifläche vor den Schuppen, wo die anfangs vorgesehene einfache Kiesdecke für ausreichend nicht erachtet wurde, wegen der Erschwernisse beim Auflösen von Streugut, welches besonders bei den in Säcken zur Verladung kommenden Körnerfrüchten (Reis, Kaffee und dergl.) häufig genug durch Platzen der Umhüllungen vorkommt. Dieserhalb ist auf den Kaiflächen eine Befestigung mit Mosaikpflaster ausgeführt, wobei Steinchen von 5 cm Seite, an den Schienen solche von 10 cm Seite, Verwendung gefunden haben.

Für die Befestigung der Fußwege ist Mosaikpflaster wie vorher beschrieben, sowie Stampfasphalt und Stampfmörtel mit feiner Cementdeckschicht verwendet worden.

Die bei den Pflasterungen verwendeten Gesteinsarten sind: Granit von Schweden, Granit von Norwegen, Diabas (Grünstein) vom Harz, Basalt aus der Provinz Hannover, Kohlensandstein vom Piesberge bei Osnabrück, Buntsandstein von der Oberweser. Außerdem hat ein Kunststein von kubischer Form mit 16 cm Seite (Schlackenguss von den Mansfelder Kupferwerken) Verwendung gefunden und zwar für die auch den Fuhrwerken zugänglich zu machenden Fußwege sowie für die an den Bordsteinen entlang laufenden Straßen-

rinnen und für Abwässerungsmulden, für welche Zwecke dieser Stein wegen seiner regelmäßigen Form sich besonders eignete.

**Gleisanlagen.** Die für die Ausbildung des Gleisnetzes im Freibeirke maßgebenden Gesichtspunkte lassen sich trennen in solche, die den inneren Betrieb und solche, die den Verkehr mit dem Hauptbahnhofe Bremen betreffen.

Erstere ergaben sich aus den Anforderungen, welche mit Bezug auf das Lösch- und Ladegeschäft im Hafengebiet zu stellen waren, und die im Wesentlichen sich dahin zusammenfassen lassen, dass Eisenbahnverladung auf beiden Hafenseiten und zwar: 1) von und zu Schiff, 2) von und zu den Schuppen, 3) von und zu den Speichern, 4) bei den besonderen Anlagen für den Freiladeverkehr, für den Verkehr mit Nutzhölzern und für den Kohlenverkehr stattfinden sollte.

Bezüglich des Verkehrs nach Außen waren die Festsetzungen maßgebend, welche aus den zwischen der Kgl. Preufs. Eisenbahn-Verwaltung, als der Inhaberin des Hauptbahnhofes Bremen, und dem Bremischen Staate über den Anschlussbetrieb gepflogenen Verhandlungen hervorgingen.

Hiernach ist der Freibeirke als ein unter Bremischer Verwaltung stehender Anschlussbahnhof zu betrachten, welcher vom Hauptbahnhofe Bremen Uebergabezüge empfängt und nach dahin abgehen lässt, und welcher eine eigene, preussischerseits zu besetzende Güterabfertigungsstelle erhält.

Die Züge werden im Bahnhof Freibeirke nach Richtungen geordnet übergeben, und zwar soll für die einlaufenden Züge eine Trennung nach: 1) Freibeirke rechts (Nordseite) und 2) Freibeirke links (Südseite) gemäß Frachtbriefvorschrift stattfinden, während die ausgehenden Züge den vier Richtungsgruppen des Hauptbahnhofes entsprechend zu ordnen sind nach: 1) Richtung Hannover, 2) Richtung Langwedel-Berlin, 3) Richtung Münster-Köln, 5) Richtung Hamburg, in welche Gruppe auch die für Bremerhaven und Oldenburg bestimmten Wagen mit eingestellt werden. Das weitere Ordnen der Züge hat jede der beiden Verwaltungen für sich zu besorgen.

Besondere Anlagen wurden noch erfordert für den Empfang von leeren Wagen und für den Versandt von Stückgütern, welche getrennt von den Wagenladungsgütern zu behandeln sein werden, und deren Aufstellung in thunlichster Nähe der am östlichen (Kopf-) Ende des Hafengebietes im Verwaltungsgebäude untergebrachten Güterabfertigungsstelle erfolgen soll.

Schließlich darf nicht unerwähnt bleiben, dass bei Ausbildung der Bahnhofsanlage im Freibeirke auch Rücksicht zu nehmen war auf die Ermöglichung von Gleisanschlüssen für Fabriken, welche nördlich und südlich des Hafengebietes theils bestanden, theils im Bau begriffen waren, bzw. auf deren demnächstiges Entstehen nach den gegebenen Verhältnissen gerechnet werden musste.

Unter den vorstehend erörterten Gesichtspunkten wurde der auf Blatt 2 der Zeichnungen mit zur Darstellung gebrachte Gleisplan festgestellt. Ueber dessen Gesamtanordnung sei zunächst bemerkt, dass entsprechend dem Ausbau des ganzen Hafengebietes auch die für den Eisenbahnverkehr erforderlichen Anlagen im Wesentlichen für jede der beiden Hafenseiten gleichartig und gesondert anzuordnen waren, und dass die örtlichen Verhältnisse die Unterbringung von Gleisgruppen, welche beiden Hafenseiten gemeinsam dienen konnten, nur in ganz geringem Maße ermöglichten.

Für den Verladeverkehr ist auf jeder der beiden Hafenseiten je ein Gleispaar 1) am Kai, 2) an der Landseite der Schuppen und 3) an der dem Kai abgewandten Seite der Speicher vorgesehen.

Von den jeweilig zusammengehörigen und mehrfach durch Weichenkreuze mit einander verbundenen beiden Gleisen dient eines als Ladestrand und eines als Durchgangsgleis. Letzteres konnte bei der erheblichen Längenausdehnung der ganzen Anlage als entbehrlich auch da nicht erachtet werden, wo es — wie solches auf beiden Schuppenseiten der Fall — lediglich der besseren Zugänglichkeit des anliegenden Ladegleises dient.

Nach Westen hin laufen diese Gleispaare nun in ein besonderes Vertheilungsgleis zusammen, an welches auf der Nordseite die Gleisanlagen für Kohlenverladung und auf der Südseite eine Verbindung zu den daselbst angelegten Werkstätten für Schiffsausbesserung in geeigneter Weise angeschlossen sind.

Besondere Ladegleise waren außerdem auf der Nordseite noch vorzusehen für den mit III<sup>a</sup> bezeichneten Weinspeicher und für die dem Verkehr mit Nutzhölzern dienenden Plätze und Schuppen. (Vergl. 6. Nebenanlagen.)

Nach Osten zu war behufs Anschlusses an die Weserbahn die Zusammenführung der weiterhin besprochenen Hauptgleise ohnehin erforderlich, und es wurde als zweckmäßig erachtet, auch sämtliche Ladegleise nach dieser Richtung hin an die Hauptgleise anzuschließen, damit die Möglichkeit gegeben sei, das Ein- und Aussetzen der Wagen für die dem Hafenkopfe naheliegenden Theile von hier aus zu bewirken.

Eine solche Verbindung war überdies unbedingt erforderlich für diejenigen Anlagen, welche beiden Hafenseiten gemeinsam zu dienen haben werden, und für welche der einzig hierfür noch verfügbare Platz an der Südseite des Hafenkopfes auszunutzen war. Dahin gehören die Gleise für Aufstellung von Stückgutwagen, die Gleise für Aufstellung von leeren Wagen und die Lokomotivschuppen-Anlage.

Die hierfür erforderlichen Gleise sind in eine gemeinsame, beiderseits geschlossene Gruppe, welche allerdings nur mit dem südlichen Hauptgleise in unmittelbare Verbindung gebracht werden konnte, zusammengefasst.

Die Trennung des Uebergabeverkehrs für die beiden Hafenseiten erfolgt unmittelbar beim Eintritt des Anschlussgleises in das Thor an der Ostspitze des Freibezirks durch eine Gabelweiche, von wo aus das nördliche und südliche Hauptgleis gesondert zu dem jederseits angeordneten (mit entsprechender Pfeilrichtung bezeichneten) Aufstellgleis für ankommende Züge führen.

An der Stelle, wo die beiden anfangs in 4,50 m Abstand nebeneinander liegenden Hauptgleise zur rechten und linken Hafenseite sich wenden, und wo durch weitere Verzweigung der östliche Anschluss der Ladegleise bewirkt ist, wurde eine Verbindung der beiden Hauptgleise untereinander vorgesehen, welche das Umsetzen von Zugtheilen (1 Maschine und 20 Achsen) von der einen zur anderen Hafenseite ermöglicht.

Da die noch zu beschreibenden Gleisanlagen auf beiden Seiten gleichartig ausgebildet sind, so soll im Weiteren nur noch die Nordseite behandelt werden, deren geradlinige Gleisgruppen sich übersichtlicher gestalten, als diejenigen der Südseite, wo örtliche Verhältnisse die Entwicklung weniger schlank ausfallen ließen.

Die nördlich der Speicher I, III, V, VII, IX sich entlang ziehende, mit 7 nebeneinander liegenden Gleisen bis an Speicher III<sup>a</sup> heranreichende Gleisgruppe ist, wie aus dem Plane Blatt 2 ersichtlich, nach Osten zum vorgenannten nördlichen Hauptgleis und nach Westen zu dem ebenfalls schon erwähnten Vertheilungsgleis zusammengeführt.

Neben dem Ladegleise der erstgenannten Speicher liegt das mit Gegenpfeilen bezeichnete Durchgangsgleis, darauf folgen zwei Gleise für Aufstellung der abgehenden und ein Gleis für Aufstellung der ankommenden Züge, hinter welchen ein Sammelgleis Platz gefunden hat; dasselbe dient zur Aufstellung der in den weiter nördlich liegenden (gestrichelt gezeichneten) Gruppen zu ordnenden Züge. Das 7. Gleis ist für Speicher III<sup>a</sup> als Ladegleis bestimmt.

Das Ordnen der im 5. Gleise angekommenen Züge hat zunächst nach den einzelnen Ladegleisen (Kaigleis, Schuppengleis, Speichergleis), demnach für die fünf Schuppen und fünf Speicher und schließlich nach den Thoren der einzelnen Gebäude zu erfolgen.

Um das hierbei erforderliche Verschiebgeschäft zweckmäßig bewirken zu können, ist eine entsprechende Anzahl von Gleisgruppen vorgesehen, welche sämtlich nach Westen zu mit dem hierfür vorgesehenen Ablaufgleis verbunden sind. Letzteres steht mit dem Gleis für ankommende Züge sowie mit dem für das Aufstellen der geordneten Züge vorgesehenen Sammelgleis in Verbindung.

Aus dem Sammelgleis kann das Einsetzen der Wagen an die Ladestellen von Westen her durch das daselbst angeschlossene Vertheilungsgleis vorgenommen werden, — es ist aber auch die Möglichkeit geboten, einzelne an die Ostseite des Sammelgleises gesetzte

Zugtheile (z. B. für die Holzlagerplätze, für Speicher III<sup>a</sup> u. s. w.) von Osten her zu vertheilen.

Um für das Ordnen der abgehenden Züge, welche, wie bereits erwähnt, nach 4 Richtungen gesondert zur Aufstellung kommen sollen, nicht besondere Gruppen anlegen zu müssen, sind die beiden Aufstellgleise 3 und 4 etwa in der Mitte ihrer Länge vom Durchgangsgleise 2 aus mittels Weichenstraße getheilt. Hierdurch entstehen vier Aufstellgleise für abgehende Züge, welche ein Trennen der Richtungswagen gleich beim Einsetzen, sowie das gesonderte Absenden der für die eine oder andere Richtung zusammengebrachten Wagen ermöglichen. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass die für das Ordnen der angekommenen Züge vorgesehenen Verschiebgruppen auch für die abgehenden Züge gelegentlich mit benutzt werden.

Schließlich bleibt noch anzuführen, dass auf der Nordseite in der Höhe von Schuppen I aus dem Hauptgleise noch ein Gleis abzweigt, welches zunächst nur als Anschlussgleis für eine nördlich belegene Fabrik benutzt werden, das aber für die Folge als Zufuhrgleis für die Erweiterungsanlagen am Winterhafen dienen soll.

Die Fabrikanschlüsse auf der Südseite sind einerseits zu der südlichen Gleisgruppe am Lokomotivschuppen geführt, andererseits zwischen das Gleis für ankommende Züge und das Sammelgleis daselbst gelegt.

Die Bahnhofsanlagen des Freibezirks, wie sie auf Blatt 2 mit dargestellt sind, werden im Ganzen rund 45<sup>km</sup> Gleise enthalten. Für den vorläufig zum Ausbau gekommenen Theil sind rund 22<sup>km</sup> Gleise, und zwar etwa 12<sup>km</sup> als Querschwellen-Oberbau und etwa 10<sup>km</sup> als Schwellenschienen-Oberbau hergestellt.

Die letztere Oberbau-Art, welche unter ähnlichen Verhältnissen auch beim Bau des neuen Packhofes in Berlin Verwendung gefunden hat, ist gewählt für die im Pflaster liegenden Gleise beiderseits der Schuppen und am Hafenkopf, wo vielfache Kreuzungen der Gleise mit Straßen unvermeidlich waren.

Mafsgebend für die Wahl des vom Stahlwerk Osnabrück nach Angaben seines Direktors Haarmann hergestellten Schwellenschienen-Oberbaues, welcher auf Bl. 6 in Fig. 8 u. 9 dargestellt ist, war der Umstand, dass der Anschluss des Pflasters sich hierbei in einfachster Weise bewirken liefs.

Fig. 9 zeigt den Oberbau ohne Leitschiene, welcher an den mit Mosaikpflaster versehenen Kaiflächen und an untergeordneten Straßenübergängen verlegt ist, während in Fig. 8 derselbe Oberbau mit Leitschiene und mit eingeschaltetem Schmalspurgleis dargestellt ist. In dieser Anordnung ist der Oberbau nur bei der Straße am Holzkai zur Anwendung gekommen, wo eine Verbindung der Hauptgleise mit den Holzfördergleisen erfordert wurde. Im Uebrigen wurde die Haarmannsche Schwellenschiene mit Leitschienen überall verwendet, wo Gleise in Hauptstraßen anzulegen waren, also vornehmlich zwischen den Schuppen und Speichern.

Bemerkt sei noch, dass die Gleise auf eisernen Querschwellen mit Hakenplattenbefestigung (Fig. 10) zum Theil schon für die Herstellung eines vorläufigen Anschlusses an den Hauptbahnhof zwecks Ueberführung von Baustoffen beschafft und eingebaut waren. Bei den häufigen Verschiebungen, welche die Baugleise im Laufe der Bauzeit erfahren mussten, hat sich dieser Oberbau besonders insofern gut bewährt, als seine Verlegung auch mit ungeübteren Leuten sich leicht bewerkstelligen liefs, ohne dass die Schwellen und das Kleineisenzeug darunter litten. Beim endgiltigen Einbau der während der Bauzeit verwendeten Gleise wurde Ersatz für abgängige Stücke nur in sehr geringem Mafse erforderlich.

#### 4) Die Hochbauten.

##### a. Das Hafenhhaus.

(Bl. 5, Fig. 7—10.)

Das Hafenhhaus, am Kopfende des Hafens belegen, enthält im Erdgeschoss die Geschäftsräume für die Hafenbehörde, den Wasserschout und die Betriebsverwaltung, im Obergeschoss ein Versammlungszimmer und einen Saal für Auktionen, sowie die Dienstwohnungen für den Hafenmeister und den Betriebsvorsteher. Im Dachgeschoss nach der Nordseite ist eine Wohnung für den Hausmeister eingerichtet.

Das Gebäude misst in der, dem Hafen zugekehrten Hauptfront 50 m bei 23 m Tiefe. Der Haupteingang liegt in dem, in der Mitte dieser Hafenfront angeordneten 42 m hohen Thurme.

Die südliche Hälfte des Gebäudes, rechts von dem hinter dem Haupteingange gelegenen Vestibül aus zugänglich, ist eingenommen von dem großen Bureau für die Betriebsverwaltung, an welches sich in den Ecken zwei Privatzimmer für den Direktor, sowie ein Telephonzimmer schliessen. Es ist für eine ausreichende Beleuchtung dieses Raumes durch Tageslicht Sorge getragen, da aufser den großen Fenstern in den drei Umfassungswänden noch über dem mittleren, für das hier verkehrende Publikum bestimmten Raume ein großes Oberlicht in der Decke angeordnet ist.

An der Nordseite des Gebäudes ist eine offene, mit Kreuzgewölben überdeckte Halle, von welcher ein zweiter Eingang über einen breiten Korridor nach dem mittleren Vestibül führt. Rechts von diesem Eingange nach dem Hafen gerichtet, liegen die Räume für den Hafenmeister, die Lootsen und die Luken- und Ladebesichtiger, links von demselben einige Zimmer für den Wasserschout.

Dem Haupteingange gegenüber führt eine 1,80 m breite steinerne Treppe mit schmiedeeisernem Geländer nach den Sälen des Obergeschosses zu beiden Seiten des Thurmes; für die Dienstwohnungen sind besondere Eingänge und Treppen an der Ostseite angelegt.

Bei dem inneren Ausbau des Gebäudes ist aller Luxus vermieden, die Bureau Räume sind in der einfachsten Weise ausgestattet; Vestibül und Korridore

haben Beläge von Mettlacher Fliesen erhalten. Nur für die Säle des Obergeschosses ist eine etwas reichere Ausführung vorgesehen; die Decken sind in Holz ausgeführt mit profilirten Balken und getäfelten Zwischenfeldern. Die Wände erhalten Holzpaneele und sollen mit auf Handel und Schifffahrt Bezug habenden Bildern geschmückt werden. Die Façaden des Gebäudes sind in einfachen gothischen Formen mit Verblend- und Formsteinen aus der Haynauer Kunstziegelei in Schlesien ausgeführt. Die Westfront ist durch zwischen dem Thurm und den Seitengiebeln eingelegte Säulenhallen belebt.

Der Thurm, unten viereckig, geht oben ins Achteck über und schliesst mit einer zinnengekrönten Plattform ab, auf welcher ein achtseitiger eiserner Bock mit einem Zeitball steht.

Besonders zu erwähnen ist noch die Heizungs- und Ventilations-Anlage. Die Heizung der Bureau Räume des Erdgeschosses und der Säle des Obergeschosses wird durch eine Dampf-Warmwasserheizung bewirkt, für welche der Dampf von den Kesseln der Central-Maschinenanlage entnommen wird. Es sind 2 Dampfwasserkessel angeordnet, deren Gröfse darnach bemessen ist, dass ein Kessel bei  $-5^{\circ}\text{C}$ . genügt, um eine Zimmertemperatur von  $+20^{\circ}\text{C}$ . zu erzielen. Zur Erwärmung der Zimmer sind gusseiserne Rippenregister verwendet, welche in den Fensterbrüstungen ihre Aufstellung erhalten haben.

Für Ventilation dieser Räume ist in folgender Weise gesorgt. Im Keller sind zwei Heizkammern, je eine für jede Hälfte des Gebäudes, angelegt zur Vorwärmung der frischen Luft, welche an der Südseite des Gebäudes entnommen und, nachdem sie ein Filter passiert hat, vermittels eines Schraubenventilators in die Heizkammern und von da durch Kanäle nach den verschiedenen Räumen getrieben wird. Diese frische auf Zimmertemperatur erwärmte Luft tritt in einer Höhe von 2 m über dem Fußboden in die einzelnen Räume. Die Abzugskanäle für die verbrauchte Luft, welche eine Oeffnung am Fußboden, eine zweite unterhalb der Decke haben, sind direkt nach oben geführt, auf dem Boden zusammengezogen und in einem gemeinschaftlichen Schacht aus dem Dache geführt. Ein zweiter Ventilator in diesem Schacht giebt die Gewähr für eine sichere Wirkung der Abzugskanäle. Beide Ventilatoren werden durch Maschinen, welche ihren Antrieb durch Druckwasser der hydraulischen Leitung erhalten, in Bewegung gesetzt.

Die Gröfse der Luftkanäle ist berechnet für  $1\frac{1}{2}$ - bis 2maligen Luftwechsel pro Stunde bei einer Geschwindigkeit der Luft in den Kanälen von  $1,5\text{ m}$  pro Sekunde.

Die Dienstwohnungen haben Ofenheizung erhalten.

##### b. Das Maschinenhaus.

(Bl. 5, Fig. 11 u. 12.)

Oestlich vom Hafenhause, durch eine 9 m breite Strafe von demselben getrennt, liegen die Maschinen-

gebäude mit einer gesonderten Wohnung für den Maschinenmeister.

Die unregelmäßige Grundrissform der Anlage war durch den sehr beschränkten dreieckigen Platz bedingt. Zunächst dem Hafenhause, parallel mit demselben liegt das Kesselhaus, 16 m bei 25 m mit dem freistehenden 35 m hohen Schornsteine. An das Kesselhaus schließt sich die 27 m lange und 12 m breite Maschinenhalle mit 2 seitlich angelegten Thürmen für die Kraftsammler der Druckwasser-Anlage. An der östlichen Längswand der Maschinenhalle ist noch ein niedriger Anbau für Aufstellung der Apparatenwand der elektrischen Beleuchtungsanlage, sowie eine kleine Werkstatt angelegt. Nach Osten schließt endlich die ganze Gebäudegruppe mit einem Wohnhause für den Maschinenmeister ab.

Das Kesselhaus hat eine eiserne Dachkonstruktion mit Wellblechdeckung erhalten. Die Maschinenhalle ist mit Schiefer auf Schalung gedeckt; die hölzernen Sparren ruhen auf eisernen Bindern. Die Wände der Maschinenhalle sind bis zu 2,5 m Höhe mit Mettlacher Fliesen besetzt, die Mauerecken mit Marmorstreifen eingefasst. Die äußere Architektur ist der des Hafenhauses entsprechend, mit Verwendung derselben Verblend- und Formziegel ausgebildet.

#### c. Das Verwaltungs-Gebäude.

(Bl. 5, Fig. 1—4.)

Das Verwaltungs-Gebäude, welches zwischen der Einfahrtstraße und der Ausfahrtstraße liegt, hat eine Längenausdehnung von 200 m bei einer Tiefe von 16 resp. 12 m. Im Erdgeschoss des östlichen Flügels und des Mittelbaues sind die Bureauräume für ein Nebenpostamt, für die Zollbehörde, das Deklarationsbureau und die Eisenbahnverwaltung untergebracht. Der westliche Flügel, sowie das ganze Obergeschoss sind für Handelszwecke bestimmt, für Kontore, Probenzimmer, Musterlager etc. In dem Mittelgiebel des Gebäudes befindet sich ein, durch 2 Geschosse reichender Saal für Auktionen.

Dienst-Wohnungen sind eingerichtet für einen Oberzollinspektor im ersten und zweiten Obergeschoss des östlichen Eckpavillons; für den Vorsteher der Güterexpedition und für den Stationsvorsteher im zweiten Obergeschoss des Mittelbaues, ferner einige kleinere im westlichen Eckpavillon und in den Giebeln für Hausmeister und Amtsdienner.

Der Grundriss ist ein sehr einfacher; an einem das ganze Gebäude der Länge nach durchziehenden Mittelkorridor reihen sich rechts und links die verschiedenen Zimmer. Fünf auf die Länge vertheilte breite steinerne Treppen mit Eingängen vermitteln den Verkehr der Geschosse untereinander und mit der Straße.

Die Erdgeschossräume des östlichen Flügels und des Mittelbaues werden mit einer Warmwasser-Niederdruckheizung beheizt. Wegen der bedeutenden horizontalen Ausdehnung sind zwei von einander getrennte Heizungen angelegt, mit je zwei Kesseln, von denen,

wie beim Hafenhause, bei  $-5^{\circ}$  C. einer genügt, um eine Innentemperatur von  $+20^{\circ}$  C. zu erzielen.

Bei der Ventilationsanlage ist von einer mechanischen Kraft abgesehen, auch wird die frische Luft nicht vorgewärmt, da mit Rücksicht auf die Verwendung des Kellers zum Lagern von Waaren, in erster Linie von Taback, jede Erwärmung der Keller vermieden werden musste. Die frische Luft tritt hinter den in den Zimmern aufgestellten Registern ein und erwärmt sich an diesen. Die Abzugskanäle für verbrauchte Luft sind ebenfalls in zwei Systemen angelegt. Die einzelnen Kanäle jeden Systems münden in einem weiten lothrechten Schacht, welcher durch den eisernen Schornstein der Kesselanlage erwärmt wird. Die Wohnungen sowie die Räume für Handelszwecke sind mit Oefen versehen. Die kleinen, speziell für Tabacksproben-Zimmer bestimmten Räume des westlichen Flügels werden mittels Gasöfen geheizt.

Die lange Linie der Hauptfront ist durch den höheren Mittelbau, die kuppelförmig gedeckten Eckpavillons und die hohen Giebel möglichst unterbrochen und belebt. Für die Façaden sind ebenfalls Verblend- und Formsteine sowie Terrakotten aus der Haynauer Kunstziegelei zur Verwendung gekommen.

#### d. Nebenbureau - Gebäude.

(Bl. 5, Fig. 5 u. 6.)

Da die Räume für Zollverwaltung und Güterexpedition im Verwaltungsgebäude an der Tannenstraße sehr weit von den Schuppen und Speichern entfernt sind, erschien es wünschenswerth, zur Bequemlichkeit des Publikums in der Nähe der letzteren Nebenstellen zu errichten. Zu diesem Behufe sind auf der Nordseite vor Speicher I und auf der Südseite zwischen Speicher II und IV kleinere Gebäude aufgeführt, deren eins in Fig. 5 u. 6 dargestellt ist. Dieselben enthalten im Erdgeschoss Räume für die Zollabfertigung und im Obergeschoss Räume für die Güterexpedition und die Betriebsverwaltung.

#### e. Speicherbauten.

**Allgemeine Waarenspeicher** (Bl. 4, Fig. 7—10). Die zwei an der Südseite des Hafens liegenden, allgemeinen Zwecken dienenden, Speicher (II u. IV des Dispositionsplans) sind im Einvernehmen mit der Handelskammer, sowie den Versicherungsgesellschaften und der Brandbehörden in folgender Anordnung und Konstruktion zur Ausführung gebracht.

Die Speicher sind viereinhalbgeschossig mit folgenden Geschosshöhen, einschl. Deckenkonstruktion:

Keller .....	3,25 m
Unterraum .....	4,50 „
1. u. 2. Boden .....	3,50 „
Dachboden in Mauern .....	1,20 „

Als Belastung für die einzelnen Böden ist angenommen: für Unterraum 1800 kg pr. qm, für den ersten und zweiten Boden 1500 kg pr. qm und für den Dachboden 1000 kg pr. qm.

Das einzelne Speichergebäude von rd. 150<sup>m</sup> Länge und einer Tiefe von 23,50<sup>m</sup> wird in fünf, durch Brandmauern getrennte, Abtheilungen von 30<sup>m</sup> Breite getheilt. Jede dieser Abtheilungen zerfällt wieder in zwei Unterabtheilungen, welche durch einen das Gebäude quer durchschneidenden 3<sup>m</sup> breiten Gang getrennt werden, sodass der Speicher in jedem Geschoss 10 Lagerabtheilungen von im Lichten 12,75<sup>m</sup> Breite bei 22,50<sup>m</sup> Tiefe enthält. Die gesammte nutzbare Lagerfläche beträgt rd. 14000<sup>qm</sup>.

An beiden Enden des Querganges liegen die inneren Hebevorrichtungen, (s. maschinelle Anlagen) welche für alle Geschosse, einschliesslich Dachboden, zu benutzen sind; an der Rückseite eine hydraulische Winde in der Axe des Ganges, an der Hauptfront ein hydraulischer Fahrstuhl. Der Fahrstuhl liegt an der einen Seite des Ganges; auf der anderen Seite, jenem entsprechend, eine steinerne Treppe, so dass der Gang bis zur Vorderfront durchläuft und von dem, in seiner Axe stehenden grossen drehbaren Strafsenkrahn zwischen Speicher und Schuppen erreicht werden kann. Fahrstuhl und Treppe sind nach den Lagerräumen hin durch Mauern ohne jegliche Oeffnung feuersicher abgeschlossen und stehen nur mit dem Quergang in Verbindung. Von letzterem führen in jeden der beiden angrenzenden Lagerräume 2 Thüren, um eventuell jede Abtheilung noch einmal theilen zu können.

An der Rückseite des Speichers läuft ein 1,5<sup>m</sup> breiter Ladeperron am ganzen Gebäude entlang, welcher zugleich den Transport von Waaren aus einer Abtheilung in die andere gestattet.

Bei der Grundrissanordnung der Speicher und der Bestimmung über die zulässige Grösse der, durch Brandmauern getrennten Abtheilungen ist den Wünschen der Versicherungsgesellschaften in ausgedehntem Masse Rechnung getragen. Die Anlage des durchgehenden Korridors, womit ein grosser Theil der Grundfläche für Lagerzwecke verloren geht, ist gewählt worden, um eine leichtere sichere Zugänglichkeit der einzelnen Lagerräume zu erzielen und im Falle eines Brandes in denselben der Feuerwehr die Bekämpfung des Feuers zu erleichtern.

Der innere Ausbau ist in folgender Weise hergestellt worden: die Kellerpfeiler sind mit Klinker in Cementmörtel gemauert, die Decke besteht aus Betongewölben zwischen I-Trägern, in der Art ausgeführt, dass die Träger ganz eingehüllt sind. Für die Bestimmung über die innere Konstruktion der Böden, ob Eisen oder Holz, waren die Bedenken gegen Eisen wegen seines Verhaltens im Feuer ausschlaggebend zu Gunsten des Holzes. Für die Stützen ist Eichenholz, für die Balken Kiefernholz verwendet, alles glatt gehobelt nur für die Unterzüge sind wegen der grossen freitragenden Länge gewalzte I-Träger gewählt. Die Fussböden bestehen aus zwei je 3<sup>cm</sup> starken Brettlagen mit dazwischen gelegtem Asbestpapier.

Bemerkenswerth ist die Zusammensetzung der eichenen Stützen, durch welche eine gleichmässige und

symmetrische Vertheilung der Last erzielt ist. (Siehe Bl. 4 Fig. 10.)

**Weinspeicher.** Die beiden Weinspeicher, auf der Nordseite des Hafens belegen, (III u. III<sup>a</sup> des Dispositionsplanes) weichen in der Grundrissanlage von den vorher beschriebenen allgemeinen Waarenspeichern ab, da sie für eine bestimmte Waarenbranche, welche besondere Einrichtungen erheischt, und unter Berücksichtigung der Wünsche der Interessenten, welche dieselben auf eine längere Reihe von Jahren gemiethet haben, errichtet sind.

**Der Speicher III** Bl. 4 Fig. 12 u. 13 besteht aus 3 durch Brandmauern getrennte Abtheilungen von ca. 32<sup>m</sup> Breite bei 25<sup>m</sup> Tiefe. Da jede dieser Abtheilungen als ein Ganzes vermietet ist, wurde der Korridor überflüssig, und nur mit Rücksicht auf die Trennung von Wein und Spirituosen ist in der östlichen und mittleren Abtheilung eine Theilungswand eingefügt.

Der Perron hinter dem Gebäude hat eine Tiefe von 6<sup>m</sup> erhalten und dient als Hof für Spülzwecke usw.

In jeder Abtheilung ist im Unterraum ein Kontor mit Neben- und Probirzimmer eingerichtet.

Die Kontorräume, sowie Keller, Unterraum und erster Boden werden vermittelt einer Heifswasserheizung erwärmt.

Die Art der Ausführung, sowie die Zahl der Geschosse ist dieselbe wie bei den allgemeinen Waarenspeichern.

**Der Speicher III<sup>a</sup>** ist übereinstimmend mit Speicher III projektirt; vorläufig ist nur eine Abtheilung desselben ausgeführt.

**Der Speicher I**, auf der Nordseite des Hafens, ist speciell für Lagerung von Taback bestimmt und ebenfalls an Interessenten auf eine Reihe von Jahren vermietet.

Auch hier ist wie bei Speicher III der Korridor weggefallen, da derselbe in ganzen Abtheilungen vermietet ist.

#### f. Kaischuppen.

Von den im Ganzen geplanten 10 Kaischuppen mit zusammen 74000<sup>qm</sup> Grundfläche (in Aufsenkante Mauern gerechnet) sind zunächst die ersten 6 mit 46400<sup>qm</sup> Fläche zur Ausführung gekommen. Die Länge derselben schwankt zwischen 138 und 265<sup>m</sup>, die Breite beträgt bei zweien 35<sup>m</sup> und bei den übrigen 40<sup>m</sup>. Zwischen den einzelnen Schuppen sind 28<sup>m</sup> breite, für die Anfuhr von Landfuhrwerk bestimmte Plätze ausgespart.

Die Schuppen (vgl. Bl. 4 Fig. 1—6) sind einstöckig und werden durch 2 Längsdächer von je 17,5 bezw. 20<sup>m</sup> Spannweite überdeckt. Die Dächer ruhen auf 5,3<sup>m</sup> hohen schmiedeisernen Säulen, bestehend aus zwei durch Gitterwerk verbundenem Eisen DNP No. 30, welche an der Landseite in eine 1½ Stein starke massive Wand eingemauert sind und im Uebrigen freistehen. Die wasserseitige Wand wird (vergl. Fig. 5) im

oberen Theile durch eine an den Säulen befestigte Wellblech-Verkleidung mit eingefügten großen Fenstern gebildet; im unteren Theile durch eine fortlaufende Reihe von 3<sup>m</sup> hohen verzinkten Wellblech-Schiebethoren, welche an dem gleichzeitig zur Unterstützung der Fahrschiene für die Uferkranne bestimmten, an den wasserseitigen Säulen befestigten Trägersystem aufgehängt sind. Wie aus Fig. 6 ersichtlich, laufen die Thore in zwei verschiedenen Ebenen, wodurch es ermöglicht ist, dass die Thorwand an jeder beliebigen Stelle und in beliebiger Ausdehnung geöffnet werden kann. Dabei übergreifen sich die einzelnen Thorpaare seitlich derartig, dass ein dichter Verschluss erzielt wird, und sind unten so gestaltet, dass zur Führung eine gemeinschaftliche Rille genügt.

An den Giebeln haben die Schuppen massive, 2 Stein starke Mauern erhalten, welche, ebenso wie die Seitenwände, von einzelnen durch Steinbögen mit einander verbundenen Mauerpfeilern unterstützt werden. Die Pfeiler sind theils auf Sandschüttung, theils vom gewachsenen Boden aus hochgeführt und mussten in letzterem Falle eine Höhe von bis zu 9<sup>m</sup> erhalten. Theilweise ist auch (vgl. Fig. 2) statt des Aufmauerns vom gewachsenen Boden aus eine Gründung der Pfeiler auf Senkbrunnen zur Ausführung gekommen. In den gemauerten Wänden sind in Abständen von durchschnittlich 8<sup>m</sup> durch Wellblech-Schiebethüren verschließbare Ladethore angeordnet, welche — soweit es die vor den Schuppen stehenden Kranne gestattet — durch vorspringende Perrondächer geschützt wurden. Der Fußboden der Schuppen liegt in Perronhöhe. Derselbe besteht aus eichenen Lagerhölzern und darüber gelegten 5<sup>cm</sup> starken gespundeten Bohlen, welche für die Gänge in Rothbuchenholz, für die Lagerflächen in Kiefernholz beschafft sind. Rings um die Gebäude herum läuft ein aus eisernen Trägern auf Steinpfeilern hergestellter und mit Eichenbohlen abgedeckter Perron, welcher an der Wasserseite 2,15<sup>m</sup>, an der Landseite und den Giebelseiten 2,0<sup>m</sup> nutzbare Breite erhalten hat. Eine Unterbrechung dieses Perrons tritt nur ein an den Unterfahrten (vgl. Fig. 4 u. 11), deren gepflasterter Fußboden in Straßenhöhe liegt und welche durch je drei große Einfahrtsthore für Fuhrwerk zugänglich gemacht sind. Diese Unterfahrten oder bedeckten Höfe sollen dem Landfuhrwerk Gelegenheit geben, ungestört durch die Eisenbahnwagen Güter aus den Schuppen holen oder nach denselben bringen zu können.

Die Dachkonstruktion besteht aus schmiedeisernen Bindern, deren gegenseitiger Abstand 4,67 bis 5,0<sup>m</sup> beträgt, sowie aus hölzernen Pfetten und Sparren. Auf der gespundeten Schalung liegt als Deckungs-Material theils Dachpappe in doppelter Deckung, theils ein als Deckungs-Material neuerdings in Aufnahme gekommener und seiner hellen Farbe halber zur Eindeckung von Lagerschuppen sich empfehlender wasserdichter Leinenstoff.

Zur Tagesbeleuchtung des Innern dienen neben den in den Seitenwänden angebrachten Fenstern und

Oberlichtern 4 Reihen Dachfenster von 1<sup>qm</sup> Einzelgröße. Die künstliche Beleuchtung erfolgt durch elektrische Glühlampen (s. w. u.), von denen 80 Stück in dem kleinsten und 120 Stück in dem größten Schuppen angebracht sind.

In die im Uebrigen als freie, große Hallen erscheinenden Schuppen sind an der landseitigen Wand verschiedene geschlossene und durch Gasöfen heizbare Räume (vgl. Fig. 11) für die Zoll-Abfertigung und für die Betriebs-Verwaltung eingebaut. Vor jeder Zoll-Revisionsbude ist eine Waage von 1500<sup>kg</sup> Tragkraft und 1,70<sup>qm</sup> Brückengröße in den Fußboden eingelassen, auf welcher die Verwiegung der abzufertigenden Güter erfolgt. Zur Aufnahme dieser Güter nach der Zoll-Abfertigung dienen — soweit dieselben nicht sofort abgefahren werden — fliegende Zollverschläge, deren Umgrenzung aus transportablen 3<sup>m</sup> hohen Lattenzäunen hergestellt wird.

Zur betriebsfertigen Ausrüstung der Schuppen gehören außerdem eine größere Zahl für den allgemeinen Verkehr bestimmter fester und beweglicher Brückewaagen von 150 bis 2000<sup>kg</sup> Tragfähigkeit, sodann aber namentlich auch zahlreiche Transport-Geräthe, von der einfachen Sackkarre bis zum schweren vierräderigen Wagen mit lenkbaren Axen, der in die Schiffe hinuntergelassen werden kann und die Bewegung der Güter aus dem Schiffsraume in die Speicher-Böden bei voller Ausnutzung der Kranne und ohne Umladung gestattet.

Es möge an dieser Stelle erwähnt werden, dass gleichzeitig mit den hier beschriebenen Bauten für den eigentlichen Hafen noch in der Stadt ein großes Hauptzollamts-Gebäude und ein Zolldirektiv-Gebäude, sowie an dem Sicherheitshafen ein Nebenzollamts-Gebäude und Hafenhaushaus errichtet worden sind.

## 5) Maschinenanlagen.

### a. Die Druckwasseranlage. Wahl des Systems.

Für die im Freibezirk erforderlichen Hebezeuge konnte als Betriebskraft nur Druckwasserbetrieb, Dampf- oder Gasbetrieb in Frage kommen, da die Elektrizität noch nicht in ausgedehnter Weise für den Kranbetrieb benutzt ist, also noch keine Erfahrungen vorliegen und Handbetrieb, außer für untergeordnete Zwecke, zu langsam und zu theuer arbeitet.

Der Druckwasserbetrieb bedingt eine centrale Maschinenanlage mit Druckpumpen und Akkumulatoren, sowie ein Rohrnetz für die ganze Hafenanlage und bietet dabei den Vortheil, dass die einzelnen Kranne jederzeit ohne Vorbereitung in Betrieb genommen werden können, so lange die Centralstation arbeitet. Denselben Vortheil bietet der Gasbetrieb, während beim Dampf- oder Gasbetrieb jeder einzelne Kran erst anzuhetzen ist. Für den Dampf- oder Gasbetrieb ist eine derartige Centralanlage nicht erforderlich, dagegen

muss jeder Hebeapparat oder wenigstens jede Gruppe derselben mit einer besonderen Maschinenanlage verbunden sein, so dass eine gröfsere Anzahl gesondert zu bedienende Maschinen erforderlich wird. Die Betriebskosten eines jeden Systems lassen sich im Voraus nur annähernd bestimmen, da dieselben sehr abhängig sind von dem mehr oder minder starken Gebrauch der Anlage.

Nach überschlägiger Rechnung beträgt der Kohlenverbrauch unter Annahme gewöhnlicher Kaufmannsgüter von etwa 1000 kg Krahnbelastung durchschnittlich: Beim Dampfkrahn: pro 1000 Hübe von 7<sup>m</sup> mittlerer Hubhöhe 600 kg Kohle; beim hydraulischen Krahn: 180 kg Kohle. Der Kohlenverbrauch stellt sich demnach erheblich günstiger beim hydraulischen Krahn.

Die Anschaffungskosten eines fahrbaren Uferdampfkrahns stellen sich etwa gleich denen eines gleich leistungsfähigen hydraulischen Krahnes inclusive dessen Antheiles an der Centralstation und der hydraulischen Rohrleitung und zwar auf rund 12 000 *M.*

Wegen des Dampfkessels ist die Amortisation für den Dampfkrahn höher zu rechnen, als für den hydraulischen Krahn, ausserdem stellen sich für ersteren die Bedienungskosten wegen des Anheizens und der erforderlichen gröfseren Kenntnis des Krahnwärters theurer.

Bezüglich der Betriebssicherheit bei Frostwetter stellen sich beide Betriebe etwa gleich. Es sind gewisse Vorsichtsmafsregeln bei beiden erforderlich, namentlich das Ablassen des Wassers bei längerem Stillstande. Gegen Feuersgefahr bietet der hydraulische Betrieb eine gröfsere Sicherheit. Während bei den Dampfkrahnen die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass durch den Krahnbetrieb Feuer entsteht, ist diese bei den hydraulischen Krahnen nicht allein vollständig ausgeschlossen, sondern es wird noch in der hydraulischen Rohrleitung ein sehr kräftiges Mittel geboten ein entstandenes Feuer zu löschen.

Der Gasbetrieb stellt sich bei dem gegebenen Gaspreisen von 15 Pf. pro <sup>cbm</sup> Gas zu theuer. Es sind pro 1000 Hübe ca. 135 <sup>cbm</sup> Gas à 15 Pf. = *M.* 20,25 erforderlich.

Es stellt sich hiernach für die fahrbaren Uferkrahne der hydraulische Betrieb am günstigsten und ist derselbe deshalb für die ganze Anlage gewählt.

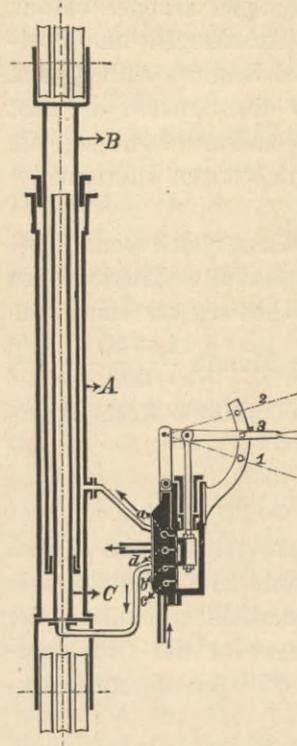
**Beschreibung der hydraulischen Centralanlage.** Für die hydraulische Centralstation war am oberen Ende des Hafens der gegebene Ort; von hieraus wird das Druckwasser den verschiedenen Hebezeugen an beiden Seiten des Hafens durch je zwei unter einander verbundene Hauptrohrstränge zugeführt. (Fig. 1 Bl. 7.)

Die Maschinen- und Kesselanlage ist zwar in der ganzen späteren erforderlichen Gröfse projektirt, doch ist entsprechend dem vorläufigen Ausbau des Hafens diese Anlage nur zur Hälfte ausgeführt.

Für die Berechnung der Maschinengröfse ist vorzugsweise der Wasserverbrauch der einzelnen Hebezeuge mafsgebend, und je geringer sich dieser stellt,

um so kleiner fallen die Dimensionen der Maschinen, Akkumulatoren und Rohrleitungen aus. Als Wasserdruck in der Rohrleitung sind 50 Atmosphären angenommen, welche Gröfse in letzterer Zeit die gebräuchlichste geworden ist.

Um den Wasserverbrauch der Hebezeuge zu verringern, ist ein neues System (Patent Neukirch, D. R. P. No. 36580) zur Anwendung gekommen. Die konstruktive Ausführung ist in den Fig. 2 und 7, Bl. 8 dargestellt, während das Prinzip in der nebenstehenden Skizze angegeben ist.



Der Apparat besteht aus einem Cylinder *A*, einem Kolben *B* und einem mit dem Cylinder *A* festverbundenen hohlen Kolben *C*, durch die Röhren *a* und *b* kann Wasser dem Apparate zugeführt, oder von demselben fortgeführt werden.

1) Wird durch das Rohr *a* Druckwasser eingelassen, während das Rohr *b* mit dem Ablaufrohr verbunden ist, so kommt die Differenz der beiden Kolbenflächen von *B* und *C* zur Wirkung.

2) Wird durch das Rohr *b* Druckwasser eingelassen, während das Rohr *a* mit dem Ablaufrohr verbunden ist, so kommt nur die Fläche des feststehenden Kolbens *C* zur Wirkung.

3) Wird durch beide Röhren *a* und *b* Druckwasser eingelassen, so kommt die ganze Fläche des beweglichen Kolbens *B* zur Wirkung.

Die vorstehend unter 1) bis 3) angegebenen Wasserbewegungen werden durch den in der Fig. 2 angegebenen Wechselschieber hervorgebracht. Diesem Schieber wird das Druckwasser von dem, in der üblichen Weise konstruirten, Steuerungsapparate durch das Rohr *c* zugeführt. Das Rohr *a* ist das Ablaufrohr. Die skizzirte Stellung des Schiebers bedingt die unter 3) angegebene Wasserbewegung. Wird der Schieber nach unten verschoben, so erhält man die unter 1) angegebene Wasserbewegung. Verschiebt man den Schieber nach oben, so ergibt sich eine Wasserbewegung wie unter 2) gefordert.

Erhält der Kolben *C* ein Drittel des Querschnittes vom Haupttriebkolben *B* und ist dabei der Apparat für eine Maximalkraft von 1500 kg konstruirte, so erhält man für die Stellung 1) 1000 kg, für 2) 500 kg, für 3) 1500 kg Tragkraft; die Tragkraft unter 1) und 2) ergibt sich durch den gröfseren Einfluss des Eigengewichtes etwas kleiner.

Der Handhebel des Schiebers erhält einen Führungsbogen, welcher den drei Stellungen entsprechend mit

Feststellvorrichtungen und Bezeichnungen der zugehörigen Tragkraft des Apparates versehen ist. Bei sechsfacher Flaschenzugübersetzung ist unter Berücksichtigung des Eigengewichtes und der Reibungswiderstände für den Kolben *B* ein Durchmesser von 210 mm und für den Kolben *C* ein Durchmesser von 130 mm angenommen.

Es ist vorausgesetzt, dass mit den normalen Hebevorrichtungen von 1500 kg Tragkraft pro Stunde 40 Hübe gemacht werden können, während die vereinzeltere Krahe von 4000 kg und 10 000 kg Tragkraft ihrer größeren Last entsprechend langsamer arbeiten sollen. Es ist dabei die Zeit für das Anschlagen und Fortschaffen der Last und Drehen des Krahes einbegriffen. Die Geschwindigkeit des Hebens und Senkens der Last von 1500 kg soll 30 bis 40 m pro Minute betragen, die mittlere Hubhöhe der Hebevorrichtungen kann zu 9 m angenommen werden.

Für die Berechnung des Wasserverbrauches soll zur Vereinfachung nur die mittlere Tragkraft zu Grunde gelegt werden. Der Kolbenweg für einen Hub beträgt  $\frac{9}{6} = 1,5$  m und in einer Minute  $\frac{1,5 \cdot 40}{60} = 1$  m, der in Rechnung zu stellende mittlere Kolbenquerschnitt nach obiger Annahme:

$$\frac{0,21^2 \cdot \pi}{4} - \frac{0,13^2 \cdot \pi}{4} = 0,0214 \text{ qm.}$$

Ohne Berücksichtigung der Wasserverluste sind danach für jeden Hebeapparat pro Minute 21,4 l Druckwasser zum Heben der Lasten erforderlich. Inclusive der Wasserverluste und des Wassers für die Drehbewegungen sollen pro Hebeapparat 27 l pro Minute Druckwasser gerechnet werden.

Die ursprünglich in Aussicht genommene Gesamtzahl der Hebeapparate für die ganze Hafenanlage betrug: am Ufer 50 Krahe, für die Speicher 120 Stück Hebeapparate.

Es soll angenommen werden, dass von den Krahen am Ufer  $\frac{2}{3}$  der Gesamtzahl gleichzeitig betrieben werden können. Von den Hebeapparaten für die Speicher soll die Hälfte der Gesamtzahl gleichzeitig arbeiten können.

Es würden also im Ganzen  $50 \cdot \frac{2}{3} + 120 \cdot \frac{1}{2} = 93$  Stück Hebezeuge gleichzeitig arbeiten, dafür sind pro Minute  $27 \times 93 = 2511$  l Druckwasser erforderlich. Ausser den Hebezeugen ist noch Rücksicht auf die Anlage von zwei Kohlensturzvorrichtungen und zwei Spillen am Eingang des Hafens zu nehmen. Der Gesamtwasserbedarf kann dementsprechend zu rund 2700 Liter pro Minute angenommen werden.

Für die Gesamtanlage sind 4 Pumpmaschinen, jede mit 3 einfachwirkenden Plungerkolben von 108 mm Durchmesser und 600 mm Hub angenommen. Jede dieser Pumpmaschinen hat daher bei 60 Umdrehungen eine Leistungsfähigkeit von rund 900 l Druckwasser in 1 Min. Die Maximalleistung von 3 Pumpmaschinen genügt also für den Gesamtwasserbedarf. Die vierte Maschine ist als Reserve anzusehen, doch kann man beim Betriebe

auch alle vier Maschinen gebrauchen und sie etwas langsamer arbeiten lassen.

Die Maximalleistung aller 4 Maschinen von 3600 l Druckwasser pro Minute und 50 kg pro qcm Druck entspricht demnach einer Leistung von 400 Pferdekraften. Jede einzelne Maschine leistet also 100 Pferdekraften.

Für die Gesamtanlage sind 4 Akkumulatoren angenommen, und zwar 2 Stück in der Nähe der Pumpmaschinen und je 1 Stück an jedem Ende des Hafens.

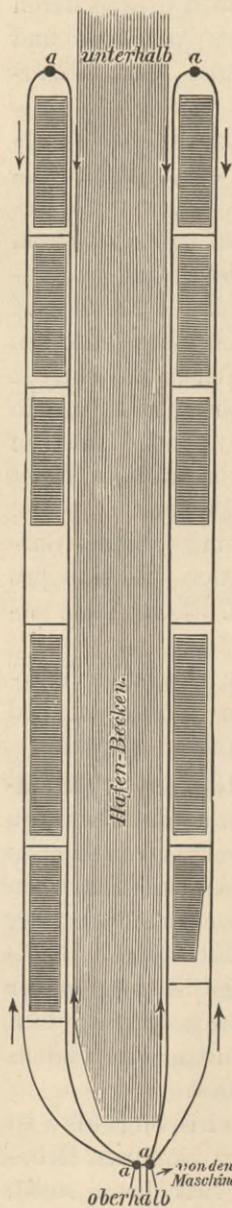
Für die Bestimmung des Inhaltes der Akkumulatoren soll der ungünstigste Fall angenommen werden, dass  $\frac{2}{3}$  der Hebeapparate am Ufer und  $\frac{1}{3}$  in den Speichern gleichzeitig anheben.

Die ganze Hubdauer beträgt 1,5 Min. = 90 Sek. Die Wasserzuführung geschieht während ca.  $\frac{1}{4}$  dieser Zeit  $\frac{90}{4} = 22,5$  Sekunden. Die Maschinen liefern in 90 Sekunden  $\frac{2700}{60} \cdot 90 = 4050$  l Wasser; in 22,5 Sek.  $\frac{2700}{60} \cdot 22,5 = 1012,5$  l Wasser.

Der Gesamtinhalt der 4 Akkumulatoren muss also 3037,5 l Wasser betragen, für jeden also rund 760 l. Der Durchmesser der Akkumulatorkolben soll zu 450 mm, der nutzbare Hub zu 6 m angenommen werden. Inhalt 954 l.

An jeder Seite des Hafens liegen je 2 Rohrstränge, welche durch Querröhren verbunden sind und sich an die Akkumulatoren anschließen; von jedem Akkumulator *a* gehen also 2 Rohrstränge aus (siehe nebenstehende Skizze). Von den Maschinen fließt das Wasser zu den Akkumulatoren und zu den Hebeapparaten durch 4 Rohrstränge in der Richtung von oberhalb nach unterhalb. Beim Sinken der Akkumulatoren am Eingange des Hafens fließt das Wasser in den unterhalb liegenden Rohrstrrecken in entgegengesetzter Richtung. Unter Berücksichtigung dieser verschiedenen Richtungen ergibt sich, dass das Wasser den Hebeapparaten beim Sinken der Akkumulatoren von acht verschiedenen Seiten zugeführt wird, wie in der Skizze durch Pfeile angegeben.

Es müssen im ungünstigsten Falle 8 Rohrstrrecken in 22,5 Sekunden 3037,5 l Wasser von den Akkumulatoren liefern oder pro Sekunde jeder Rohrstrrecke  $\frac{3037,5}{8 \cdot 22,5} = 16,87$  l.



Von den Maschinen müssen 4 Rohrstränge in 22,5 Sekunden 1012,5 l oder pro Sekunde jeder Rohrstrang  $\frac{1012,5}{4 \cdot 22,5} = 11,25$  l Wasser liefern.

Die Maximallieferung eines Rohrstranges, welcher von den am Maschinenhause aufgestellten Akkumulatoren ausgeht, beträgt  $16,87 + 11,25 = 28,12$  l Wasser. Der Durchmesser der Röhren ist zu 125 mm angenommen worden, ihr Querschnitt ist also  $0,01227$  qm. Die größte Geschwindigkeit in den Röhren beträgt daher  $\frac{0,028}{0,01227} = 2,3$  m, während eine Geschwindigkeit von 3 m noch als zulässig zu betrachten ist.

Für den anfänglich zur Ausführung in Aussicht genommenen Theil der Anlage sind 31 Kräne am Ufer und 30 Hebeapparate für die Speicher als erforderlich gehalten.

Nimmt man an, dass  $\frac{2}{3}$  der Krähne am Hafen und  $\frac{1}{2}$  der Hebeapparate für die Speicher gleichzeitig betrieben werden, so würden 36 Hebezeuge gleichzeitig arbeiten, welche pro Minute  $27 \times 36 = 972$  l Druckwasser erfordern. Für eine Vergrößerung der Anlage soll die Hälfte mehr gerechnet werden, also  $972 + \frac{972}{2} =$  rund 1500 l. Für dieses Wasserquantum sind zwei Pumpmaschinen von je 900 l Maximalleistung noch ausreichend, während für den anfänglichen Betrieb eine Maschine unter gewöhnlichen Umständen genügen dürfte und die zweite Maschine als Reserve dienen könnte. Ebenso sind die Akkumulatoren im Maschinenhause von je 954 l Inhalt für die vorläufige Anlage ausreichend.

Zum Schutze gegen Frost ist im vorliegenden Falle von dem Gebrauche einer frostsicheren Flüssigkeit Abstand genommen worden, weil ein sehr bedeutendes Quantum für die Füllung nöthig ist und weil die Anlage auch für Feuerlöschzwecke dienen soll. Es ist aber zum Schutz gegen Einfrieren eine Erwärmung des Druckwassers zur Ausführung gekommen, in der Weise, dass die Dampfmaschinen mit Oberflächenkondensation eingerichtet sind und das Cirkulationswasser derselben in ein hochliegendes Reservoir gepumpt wird, von welchem aus es den Druckpumpen zugeführt wird. Nimmt man den Dampfverbrauch einer Maschine bei vollem Betriebe zu 1200 kg pro Stunde oder 20 kg pro Minute an, so werden ca.  $560 \times 20 = 11\,200$  Wärmeinheiten pro Minute auf das Kühlwasser übertragen. Nimmt man das Kühlwasserquantum um 10 % größer als das Druckwasserquantum, zu 990 l pro Minute an, so würde eine Erwärmung desselben um  $\frac{11\,200}{990} = 11,3$  eintreten. Diese Erwärmung ist in den meisten Fällen ausreichend, nur bei sehr hartem Frost ist noch eine weitere Erwärmung durch direkten Dampf vorgesehen.

Bei Anwendung einer Rückleitung könnte man mit einem kleineren Kühlwasserquantum auskommen, auch würde die Erwärmung eine erheblich stärkere werden können, da stets dasselbe Wasser gebraucht wird, doch

ergibt sich der Nachtheil, dass die Hebeapparate mit einem größeren Gegendruck arbeiten und die Anlage durch die Kosten der Rückleitung wesentlich verteuert wird.

Die Akkumulatoren werden außerdem noch dadurch gegen Frost geschützt, dass ihre Cylinder unterirdisch in Brunnen aufgestellt sind. (Fig. 5 Bl. 7.)

Die Akkumulatoren sind ferner so eingerichtet, dass nur einer davon zur Zeit auf den Gang der Maschinen einwirkt. Dieser Akkumulator ist etwas schwerer belastet als der andere, so dass er beim Betriebe zuerst sinkt und zuletzt steigt. Ueber dem leichter belasteten Akkumulator ist ein besonderes Belastungsgewicht derart aufgehängt, dass es den Akkumulatorkolben, bevor derselbe seine höchste Stellung erreicht, stärker belastet, als derjenige Akkumulator belastet ist, welcher zur Zeit auf die Maschine wirkt. Durch diese Einrichtung ist ein gutes Zusammenwirken der Akkumulatoren gesichert. Die Belastung jedes Akkumulators beträgt rund 80 000 kg.

Als Sicherheit gegen übermäßig rasches Sinken des Akkumulator-Kolbens bei Bruch einer Rohrleitung ist in jede Rohrleitung, welche direkt an den Akkumulator anschliesst, ein Ventil eingeschaltet, welches durch ein regulirbares Gewicht von seiner Sitzfläche abgehoben wird und der Strömung des Wassers in den Röhren eine größere Fläche darbietet. (Fig. 5 Bl. 6.) Tritt durch den Bruch eines Rohres eine übermäßig große Geschwindigkeit ein, so wird das Ventil durch die Strömung auf seinen Sitz gepresst und dadurch die Gefahr beseitigt.

Die Pumpmaschinen sind als vertikale Verbundmaschinen mit drei oben liegenden Cylindern (ein Hochdruck-, zwei Niederdruck-) zur Ausführung gekommen (Fig. 5 Bl. 7). Die Kurbelwelle liegt unten und hat 3 um  $120^\circ$  gegeneinander versetzte Kurbeln. Die Pumpen (Fig. 13 Bl. 7) sind einfache Plungerpumpen und werden direkt durch die Kolbenstange der Dampfzylinder betrieben, während die Lenkstangen doppelt ausgeführt zu beiden Seiten der Pumpen nach unten zur Kurbelwelle geführt sind. Die Bewegung der Cirkulationspumpe, der Luftpumpe und der Speisepumpe geschieht durch Balanciers von den Kreuzköpfen der beiden Niederdruck-Cylinder. Durch diese Anordnungen ist ein sehr gedrängter Bau erreicht, ohne die Zugänglichkeit der einzelnen Theile zu beschränken; dabei wird die Wasserlieferung eine möglichst gleichförmige, indem stets eine der drei Pumpen in voller Wirkung ist oder zwei derselben mit schwächerer Wirkung arbeiten. Die Cirkulationspumpe drückt das aus dem Brunnen angesaugte Wasser durch den im Maschinengestelle liegenden Oberflächenkondensator in die, in Fig. 5 Bl. 7 angegebenen, hochliegenden Wasserbehälter, von hier fließt es den Hochdruckpumpen zu. Dieses Wasser hat die überschüssige Wärme des von der Maschine verbrauchten Dampfes aufgenommen, bei starker Kälte kann noch eine weitere Erwärmung vorgenommen werden, indem man den Wasserbehältern

direkten Dampf zuführt. Alle Zapfen werden mit konsistentem Fett geschmiert mittels Wolf'scher Schmierbüchsen (Fig. 10 Bl. 7).

Die Dampfvertheilung geschieht durch Schiebersteuerung (Fig. 7 u. 8 Bl. 7) und zwar ist der Hochdruckcylinder mit Meyer'scher Schiebersteuerung versehen, während die Niederdruckcylinder Schieber mit doppelter Einströmung erhalten haben. Der Akkumulator wirkt direkt auf die Expansions-Steuerung des Hochdruckcylinders; dadurch wird erreicht, dass die Maschinen langsamer gehen, sobald die Akkumulatoren in der höheren Stellung sind.

In der höchsten Stellung des Akkumulators werden die Pumpmaschinen ganz abgestellt und setzen sich wieder selbstthätig in Betrieb, nachdem der Akkumulator um ein gewisses Mafß gesunken ist. Beim Angehen wird den Niederdruckcylindern mittels eines besonderen Ventils Fig. 9 Bl. 7 (Patent v. Borries) Hochdruckdampf zugeführt.

Die Dampfkessel sind für 7 Atmosphären Ueberdruck als Wellrohrkessel (System Fox resp. Schulz, Knaudt) ausgeführt und haben Donneley-Feuerung erhalten, wodurch vollständige Rauchverbrennung, sowie eine leichte Bedienung erreicht worden ist (Fig. 2 und 3 Bl. 7). Mit der Maschinen- und Kesselanlage wurden nach der Fertigstellung Proben angestellt, welche die folgenden Resultate ergaben:

Wirkungsgrad der Druckpumpen . . . . . 0,974 bis 0,992,  
 Wasserdruck in der Rohrleitung . . . . . 52 Atmosph.  
 Dampfdruck in den Kesseln . . . . . 7 Atmosph.  
 Kohlenverbrauch pro effektive Pferdekraft in Druckwasser gemessen . . . . . 1,003 bis 1,098 kg,  
 Verhältnis der in Druckwasser gemessenen Pferdekraft zu den indicirten Pferdekraften 87% bis 89%,  
 Verdampfung der Kessel pro 1 kg Kohle 9,07 bis 9,57 kg  
 Wasser bei einer Temperatur des Speisewassers von 23° bis 24° Cels.

Das Rohrnetz besteht nur aus einer Druckleitung; eine Rückleitung ist nicht vorhanden. Es ist von letzterer Abstand genommen, weil bei der großen Ausdehnung der Anlage frostsichere Flüssigkeit nicht wohl zur Anwendung kommen konnte und das nöthige Wasser auf leichte Weise sich aus dem Hafenbassin entnehmen liefs. Die Rohrleitung ist dadurch verhältnismäßig einfach und billig ausgefallen.

Das Hauptrohrnetz hat vorläufig eine Länge von 4000 m und entsprechend der vorstehenden Berechnung einen gleichmäßigen Durchmesser von 125 mm erhalten. In Entfernungen von ca. 200 m sind Absperrschieber eingebaut. Es kann in Folge der Ringleitung jede Strecke zwischen zwei Schiebern ausgeschaltet und nachgesehen werden, ohne den ganzen Betrieb unterbrechen zu müssen.

Die einzelnen Rohre sind 3 m lang, ihre Verbindung geschieht durch ovale Flanschen mit 2 Schrauben. Fig. 10, Bl. 8, das Dichtungsmaterial liegt in einem nach außen, ganz abgeschlossenen Raume, so

dass es durch den Wasserdruck nicht heraus gepresst werden kann.

Die einzelnen Dimensionen der Rohre, sowie der verschiedenen Cylinder etc. sind nach den folgenden Formeln berechnet.

$$\delta = \frac{1}{2} d \frac{p}{K} \left[ 1 + \frac{1}{2} \frac{p}{K} + \frac{1}{6} \left( \frac{p}{K} \right)^2 \right] + c$$

$\delta$  = Wandstärke,

$d$  = lichter Durchmesser,

$p$  = Wasserdruck in Kilo pro  $q^{em} = 50$ ,

$K$  = zulässige Beanspruchung des Materiales auf Zug pro  $q^{em}$ , für Gusseisen = 250 kg,

$c$  = Constante = 8.

Für Gusseisen ergibt sich hiernach  $\delta = 0,111 d + 8$  mm, der Sicherheit wegen soll  $\delta = 0,12 d + 8$  mm gerechnet werden.

Die Schraubenstärke  $s$  für die Flanschschrauben bei Anwendung von 2 Schrauben  $s = 0,2 d + 15$  mm, die Flanschenstärke  $h$  bei Anwendung von 2 Schrauben  $h = 0,3 d + 25$  mm.

Vor Ausführung der ganzen Rohrleitung sind mit den Rohren Druckversuche bis zum Bruch gemacht, um zu erkennen, ob die Verbindung gleichmäßige Fähigkeit mit den Rohrwandungen zeigt. Der Bruch durch Flansch und Rohr erfolgte bei annähernd 300 Atmosphären Druck, nachdem vorher bei geringem Drucke die Flanschschrauben gerissen und durch andere von besserem Eisen ersetzt waren.

Alle Rohrleitungstheile, die Cylinder, die Hebezeuge und Akkumulatoren, sowie die Pumpen und Ventilgehäuse sind vor der Verwendung mit einem Drucke von 150 Atmosphären probirt. Die Rohrleitung selbst ist nach dem Verlegen mit einem Drucke von 70 Atmosphären probirt. Die Zweigleitungen für die einzelnen hydraulischen Apparate sind alle durch Ventile von der Hauptleitung absperrbar.

Fig. 4 Bl. 8 zeigt die Anordnung dieser Ventile für die hydraulischen Uferkrahne.

Soweit es möglich war, sind die Hauptdruckleitungen in den Kanal der Ufermauer verlegt, woselbst sie jederzeit untersucht und nachgesehen werden können. Besondere Rücksicht ist auf die Ausgleichungen der Längenausdehnungen in Folge der Temperaturdifferenzen genommen. Es sind zu diesem Zwecke die normalen Flanschverbindungen unter Benutzung von Krümmern so angeordnet, dass sie als Gelenke dienen, wie in Fig. 11 Bl. 7 angegeben. In ähnlicher Weise sind die Vertikalbewegungen der Rohre an den Stellen, wo sie aus festem Mauerwerk in den aufgeschütteten Sandboden übergeführt werden, ausgeglichen. (Fig. 12 Bl. 7.) Bei den im Winter bei Frostwetter angestellten Versuchen sind Längenausdehnungen bis 70 mm an der im Kanal verlegten Rohrleitung gemessen worden, ohne dass sich dabei irgend welche Undichtigkeiten gezeigt haben.

Für Feuerlöschzwecke sind noch besondere Wasserpfeifen, bei denen das Druckwasser mit dem gewöhnlichen Leitungswasser in einen Düsenapparat

nach dem Prinzip der Wasserstrahlpumpe zusammengeführt wird, aufgestellt. Diese Wasserpfosten sind in Fig. 9, Bl. 8 angegeben, sie liefern einen Wasserstrahl von 20—24<sup>m</sup> Höhe, welcher direkt zum Feuerlöschen gebraucht werden kann.

**Die Krahne.** Bei der Disposition der Schuppen und Speicher ist besondere Rücksicht auf die Bewegung der Waaren durch Krahne genommen. Die Form der Krahne ist so gewählt, dass von der sehr werthvollen und für den Verkehr nöthigen Grundfläche möglichst wenig verloren geht, außerdem für den Krahnführer ein guter Ueberblick über die Bewegung der Waaren ermöglicht wird und die Herstellungskosten gering werden. Von diesen Gesichtspunkten ausgehend hat sich die auf Bl. 8 Fig. 1 und Fig. 3 dargestellte Form ergeben.

Fig. 1 zeigt einen fahrbaren Uferkrahne von 1500 Kilo Tragkraft. Der Unterbau hat eine rechtwinklige Form und ruht auf 4 Rädern, zwei derselben an der Uferseite laufen auf einer Schiene, welche auf der Abdeckplatte der Ufermauer befestigt ist. Die beiden Räder an der Schuppenseite laufen auf einer Schiene, welche auf einem, oberhalb der Schiebethüren an den eisernen Ständern des Schuppens befestigten Träger ruht. Der Raum unter dem Krahn gestellt bietet genügenden Platz für die Durchführung von 2 Eisenbahngleisen und für den 2,15<sup>m</sup> breiten Perron des Schuppens. Zwei der Laufräder, eines an der Uferseite, eines an der Schuppenseite sind durch Zahnräder und Wellen derart verbunden, dass sie sich nur gleichzeitig mit derselben Geschwindigkeit drehen können. Fig. 11 Bl. 8. Der Antrieb erfolgt mittels eines Griffrades von Hand und ist ein Mann im Stande den Krahn zu verschieben.

Der Ausleger des Krahnes dreht sich unten und oben in Zapfen. Das obere Zapfenlager wird durch eine kräftige mit dem Unterbau solide verbundene Verstrebung unverändert festgehalten. Die Drehung des Auslegers erfolgt durch zwei einfach wirkende hydraulische Kolben unter Benutzung von Kettenrollen und Kette (Fig. 12 Bl. 8.)

Die Steuerung dieser beiden Kolben erfolgt durch einen muschelförmigen Drehschieber (Fig. 6 Bl. 8), dessen Handhebel so eingerichtet ist, dass er durch 2 Spiralfedern veranlasst wird, stets in die mittlere Stellung selbstthätig zurückzukehren.

Der hydraulische Cylinder zum Heben der Last ist mit der bereits oben beschriebenen Einrichtung für 3 verschiedene Belastungen versehen und direkt an die aus 2  $\square$  Eisen gebildete Säule des Auslegers geschraubt. Das Druckwasser wird durch den durchbohrten unteren Drehzapfen mittels eines schmiedeisernen Rohres eingeführt. Die Steuerung des Hebecylinders geschieht durch die in Fig. 8 Bl. 8 angegebene Ventilkonstruktion.

Die Wasserpfosten zum Anschluss der fahrbaren Uferkrahne (Fig. 4 Bl. 8) befinden sich auf der Ufermauer

in 10<sup>m</sup> Entfernung und wird die Verbindung derselben mit den Krahn durch Gelenkrohre (Fig. 7) hergestellt, welche gestatten, dass der Krahn vom Hydranten aus nach jeder Seite um 5<sup>m</sup> verfahren werden kann, ohne die Rohrverbindung lösen zu müssen.

Die Abdichtung der Drehgelenke erfolgt mittels Ledermanschetten.

Der Krahnwärter befindet sich in dem hochgestellten Häuschen an der Wasserseite, hier sind die Fig. 6 und 8 angegebenen Steuerungseinrichtungen aufgestellt, wodurch dem Wärter Gelegenheit gegeben ist, alle Bewegungen des Krahnes und der Waaren zu verfolgen und zu leiten.

Um das durch die Zuleitung von erwärmtem Wasser (s. oben) schon sehr erschwerte Einfrieren noch mehr zu verhindern, sind alle Cylinder und Rohre des Krahnes mit schlechten Wärmeleitern umhüllt, außerdem ist die Einrichtung getroffen, dass alles Wasser vollständig abgelassen werden kann.

Für die Beleuchtung ist jeder Uferkrahne mit einer elektrischen Lampe versehen (Fig. 1), diese ist an einem geneigt liegenden eisernen Schwingebaum aufgehängt und ist die Einrichtung getroffen, dass mittels einer Handkette und eines Schneckengetriebes der Schwingebaum gedreht werden kann, so dass die Lampe nach unten kommt und nachgesehen werden kann.

Gegenüber dem üblichen fahrbaren Dampfkrahne bietet dieser hydr. Uferkrahne noch den besonderen Vortheil, nur einen schmalen Streifen von 0,4<sup>m</sup> Breite am Ufer zu beanspruchen, während für die Dampfkrahne ein Streifen von rund 4<sup>m</sup> Breite erforderlich ist. Rechnet man auf je 40 lfd. Meter Uferlänge einen Krahn, so beansprucht der Dampfkrahne  $(4 - 0,4) \times 40 = 144$  <sup>qm</sup> mehr an Grundfläche, welche bei einem veranschlagten Werthe von rund 100  $\mathcal{M}$  pr. <sup>qm</sup> die Summe von 14 400  $\mathcal{M}$  kostet. Für diese Summe lässt sich im vorliegenden Falle der ganze hydraulische Krahn mit dem zugehörigen Antheil an Rohrleitung und Centralstation beschaffen.

Die Speicherkrahne (Fig. 3) sind ähnlicher Konstruktion wie die Uferkrahne, nur sind sie feststehend, können aber die Waare vom Perron der Schuppen direkt über 2 Eisenbahngleise und eine Fahrstraße in die verschiedenen Geschosse der Speicher bringen und umgekehrt von dort auf Fuhrwerk oder Eisenbahnwagen verladen.

Am Ufer vor dem Weinspeicher ist noch ein besonderer fahrbarer Krahn von 1500 Kilo Tragkraft aufgestellt, welcher auf zwei in der Höhe der Ufermauer liegenden Schienen läuft, im Uebrigen gleicher Konstruktion wie die vorhergehenden ist; ferner sind zwei ebensolche feststehende Krahne von 1500 Kilo Tragkraft und ein solcher von 4000 Kilo am oberen Ende des Hafens für die Ausladung von Hölzern, und endlich auf der linken Seite des Hafens in der großen Lücke zwischen den Schuppen einer von 10 000 Kilo Tragkraft für besonders schwere Lasten zur Aufstellung gekommen.

Die Winden und Aufzüge in den Speichern sind mit denselben hydraulischen Cylindern (Fig. 2 Bl. 8) und der Ventilsteuerung (Fig. 8), letztere durch Steuerstangen oder Handseile bewegt, ausgestattet. Jede Speicherabtheilung erhält an der Schuppen-seite einen Aufzug und an der Rückseite eine Winde.

Im Ganzen werden aufgestellt:

31 Uferkrahne.....	von 1500 kg	Tragkraft,
1 Uferkrahne.....	4000 "	"
1 " .....	10000 "	"
16 Speicherkrähne....	1500 "	"
20 Aufzüge .....	1500 "	"
20 Winden.....	1500 "	"

89 Stück Hebezeuge,

während anfänglich nur die unter Centralstation angegebenen Hebezeuge für die Ausführung bestimmt waren.

Die Maschinen der Centralstation wurden von der Firma G. Luther in Braunschweig, die sämtlichen Hebezeuge von der Gutehoffnungshütte in Oberhausen, das Rohrnetz nebst Zubehör von der Firma L. W. Bestenbostel & Sohn in Bremen geliefert.

Zur weiteren Ausbildung des Hafens ist die Aufstellung eines Kohlensturzkrahnes beschlossen, welcher im Stande sein soll, ganze Waggons unter Benutzung eines Schutztrichters in die Schiffe zu stürzen. Das Krahnprojekt wird unter 6) näher besprochen.

#### b. Die elektrische Beleuchtungsanlage.

Für den Freibezirk ist eine elektrische Beleuchtungsanlage zur Ausführung gekommen, mittels welcher die Beleuchtung der Arbeitsplätze unter den Ufer- und Speicherkrahnen, die allgemeine Beleuchtung der freien Plätze, sowie die Innenbeleuchtung der Schuppen, Speicher, Maschinen- und Bureauräume beschafft wird. Die Innenbeleuchtung geschieht durch Glühlampen, die Beleuchtung im Freien durch Bogenlampen. Vorläufig werden 1720 Glühlampen von je 16 Normalkerzen Lichtstärke und 62 Bogenlampen von 12 Ampere Stromstärke angebracht. Der erforderliche elektrische Strom wird durch gepanzerte Bleikabel, welche soweit thunlich im Kanal der Ufermauer verlegt sind, den einzelnen Beleuchtungsgruppen zugeführt. Die Kabelleitungen bilden 12 von einander unabhängige Stromkreise und sind die Querschnitte so bemessen, dass die Beleuchtung um 20% verstärkt werden kann ohne die Kabel übermächtig zu belasten.

Bei Berechnung der Kabel ist ein Spannungsverlust von 15 Volt angenommen. Brennen nicht alle Lampen, so tritt ein geringerer Spannungsverlust auf, derselbe wird durch selbstthätig wirkende Regulirwiderstände ausgeglichen, der Art, dass bei den verschiedenen Belastungen an keiner Stelle der Beleuchtungsgruppen die Spannung um mehr als 1,5 Volt von der Normalspannung abweicht.

Eine gröfsere Stromstärke als 2 Ampere pr. <sup>qm</sup> Kupferquerschnitt wird an keiner Stelle von den Leitungen übertragen, in den meisten Fällen erheblich weniger.

In der Centralstation sind 4 Stück Dynamomaschinen für je 122 Volt Spannung und 500 Ampere Stromstärke zur Aufstellung gekommen. Je 2 dieser Dynamomaschinen werden durch eine Verbunddampfmaschine mit Kondensation von 180 effektiven Pferdestärken betrieben. Die Dampfmaschinen sind vertikal gebaut mit oben liegenden Dampfzylindern von 380 und 660 mm Durchmesser bei 500 mm Hub und machen pro Minute 150 Umdrehungen. Die Kraftübertragung geschieht direkt von den Schwungrädern mittels Riemen.

Die Dynamomaschinen machen 400 Umdrehungen pro Minute.

Der Maschinenraum (Fig. 1 Bl. 7) ist so eingerichtet, dass noch eine dritte Dampfmaschine und zwei Dynamomaschinen bei etwa erforderlicher Vergrößerung der Anlagen aufgestellt werden können.

Fig. 4 Bl. 7 zeigt die Aufstellung der Dampf- und Dynamomaschinen, während Fig. 6 Details der Dampfmaschinen im Schnitt und Grundriss angiebt. Die Ausführung der ganzen Anlage geschah von der Firma S. Schuckert in Nürnberg.

## 6) Neben-Anlagen.

### a. Anlandebrücke.

Wenngleich durch die in den Kaimauern des Hafens zahlreich angebrachten Schiffsleitern und Treppen der Verkehr zwischen Ufer und Schiffen an jeder Stelle ermöglicht ist, so war doch am Hafenkopfe, wo sich naturgemäfs das Bedürfnis einer geräumigen und bequemen Landestelle in erster Linie geltend machen musste, auf besondere Vorrichtungen für den Anlandeverkehr Bedacht zu nehmen.

Es ist zu diesem Zwecke ein möglichst großes, trapezförmig gestaltetes Ponton mit beweglicher Rampe (vgl. Bl. 2 u. 9) zur Ausführung gekommen, welches seinen Platz in der Axe des Hafenhauses, unmittelbar vor demselben erhalten hat und welches sich mit seiner Form der keilförmigen Gestalt des Hafenkopfes anschliesst. Das Ponton ist mit seiner Längsaxe in die Richtung des Hafens gelegt, damit die seitlich verbleibenden Hafensflächen in ganzer Länge für den Umschlagsverkehr ausgenutzt werden können.

Vor der der Hafensmündung zugekehrten Seite des Pontons hat der Hafen bereits eine derartige Breite, dass es kleineren Dampfern möglich ist, ohne weitere Manöver daselbst nach Beschreibung eines Viertelkreises anzulegen. Größere Dampfer legen an den Langseiten des Pontons an und müssen beim Abfahren entweder rückwärts laufen oder vorher verholen und schwojen. Für die Anfahrt von Booten ist das obere, der Stadt zugekehrte Ende des Pontons bestimmt, welches zu diesem Zwecke eine geringere Bordhöhe als der für

den Verkehr der Dampfer bestimmte Theil erhalten hat. Das Ponton ist 60<sup>m</sup> lang, am unteren Ende 12 und am oberen Ende 6<sup>m</sup> breit, am letztgenannten Ende abgerundet, damit bei seitlichen Bewegungen kein Klemmen eintritt. Es ist als einheitlicher Schwimmkörper mit zahlreichen wasserdichten Einzel-Abtheilungen ganz aus Eisen gebaut und mit Barghölzern umrahmt. Das mit Asphaltbelag versehene Deck liegt am Aufsenende 1,0<sup>m</sup> und am Uferende 0,5<sup>m</sup> über Wasser. Das Deck des niedrigen Theiles geht durch eine Rampe in das erhöhte Deck über (s. Bl. 9 Fig. 2). Die Eintauchung beträgt im unbelasteten Zustande 25<sup>cm</sup>. Geführt wird das Ponton einestheils durch eine am Kopfende an der Kaimauer befestigte lothrechte Gleitschiene, um welche eine drehbare Gleitbacke herumgreift, anderntheils durch zwei am Aufsenende im Boden verankerte und sich überkreuzende Ketten, welche an den Seitenwandungen des Pontons entlang geführt und oben an der Kaimauer zu beiden Seiten der Gleitschiene befestigt sind (s. Bl. 9 Fig. 2, 3, 10 u. 11). Bei dieser Anordnung ist die Möglichkeit ungehinderten Auf- und Niedergehens bei den verschiedenen Wasserständen gewahrt und gegen die übliche Führung durch Düc d'Alben der Vortheil vollkommener Zugänglichkeit der Anlegestelle erzielt.

Die den Verkehr zwischen dem Ponton und dem Ufer vermittelnde Rampe ist als eiserner Brückensteg von 36,4<sup>m</sup> Länge und 3<sup>m</sup> Breite ausgebildet. Die Brücke ruht oben auf einer um einen Zapfen drehbaren Axe und unten auf Rolllagern; sie kann mithin ihre Stellung sowohl den wechselnden Wasserständen entsprechend, als auch etwaigen auf das Ponton erfolgenden Seitenstößen folgend, ändern. Bei niedrigstem Wasserstande ist die Steigung 1:6, bei höchstem Wasserstande liegt die Brücke horizontal. Der Uebergang von der Brücke auf die Kaimauer und auf das Ponton wird durch bewegliche Klappen vermittelt.

Zwischen den parabolisch gestalteten Hauptträgern, welche in den Mittelfeldern eine obere Aussteifung erhalten haben, sind als Querträger  $\square$  Eisen von 20<sup>cm</sup> Höhe in Abständen von 2,6<sup>m</sup> eingespannt, auf denen die hölzernen Längsträger und der 5<sup>cm</sup> starke Belag aus Eichen-Bohlen aufgelagert sind.

#### b. Schwimmkrahnen.

Zum Heben besonders schwerer Gegenstände ist im Hafen ein Schwimmkrahnen (Fig. 5 Bl. 9) mit zwei verschiedenen Hebezeugen ausgerüstet, von denen das größere Lasten bis 40<sup>t</sup>, das kleinere Lasten bis 10<sup>t</sup> heben kann. Der Krahnen selbst ist als Scheerenkrahnen ausgeführt, die Verlängerung oder Verkürzung des Hinterbeines geschieht durch eine kräftige Schraube. Das Hinterbein wird auf einem Führungsbock so geleitet, dass die Achse der Schraube stets in die Richtung der Achse des Hinterbeines fällt. Die größte freie Ausladung des Krahnes beträgt in der Höhe von 7<sup>m</sup> über dem Wasserspiegel noch 7,5<sup>m</sup>. Das vordere Deck des Schiffskörpers

ist so stark konstruirt, dass schwere Gegenstände, wie Schiffskessel etc. bis zum Gewichte von 40 000<sup>kg</sup> darauf niedergelegt werden können.

Zum Ausbalanciren ist Wasserballast zur Anwendung gekommen. Die selbstthätige Fortbewegung des Schiffskörpers geschieht durch 2 unabhängig von einander, durch je eine besondere Dampfmaschine betriebene Schiffsschrauben. Um den Krahnen auch zum Feuerlöschen benutzen zu können, ist eine kräftige Duplexpumpe zur Aufstellung gekommen und hat diese schon beim Bau des Hafens zum Eintreiben der Streichpfähle an den Ufermauern mittels Wasserstrahl gute Dienste geleistet.

Bei den Proben ist der Krahnen und das Deck nach einander mit einer aus Eisenbahnschienen gebildeten Last von 50 000 Kilo belastet worden und hat sich beides dabei gut bewährt.

Die Dimensionen sind:

Breite des Schiffskörpers.....	10,0 <sup>m</sup>
Länge " " .....	29,0 "
Höhe " " .....	2,55 "
Tiefgang bei voller Ausrüstung und Belastung im Mittel .....	1,55 "

Die beiden Vorderbeine haben eine Länge von 27<sup>m</sup>, das Hinterbein ist 28,2<sup>m</sup> lang.

Die Dampfmaschine für den Krahnenbetrieb ist eine Zwillingmaschine von 178<sup>mm</sup> Cylinderdurchmesser und 314<sup>mm</sup> Hub.

Für den Schraubenbetrieb dienen 2 Compoundmaschinen ohne Condensation von 210<sup>mm</sup> und 330<sup>mm</sup> Cylinderdurchmesser bei 260<sup>mm</sup> Hub.

Die Feuerspritze hat 2 Dampfzylinder von 350<sup>mm</sup> Durchmesser und 4 Plüscherpumpen von 180<sup>mm</sup> Durchmesser. Der gemeinschaftliche Hub beträgt 330<sup>mm</sup>.

Der Dampfkessel arbeitet mit 7<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Atmosphären Ueberdruck, hat 50<sup>qm</sup> Heizfläche und 1,6<sup>qm</sup> Rostfläche.

#### c. Schiffs-Reparatur-Anstalt.

Um den im Freibeizirk verkehrenden Schiffen Gelegenheit zur Vornahme von Ausbesserungen zu geben und um sie der Nothwendigkeit zu überheben, dieserhalb entfernte oder weniger günstig gelegene Werften aufzusuchen, ist die Anlage eines Schwimmdocks mit zugehörigen Werkstätten in Aussicht genommen worden. Das Dock erhält seinen Platz auf der Südseite des Hafens in der Nähe der Mündung (vgl. Bl. 2) und liegt so weit von der nächstgelegenen Kaimauer entfernt, dass die an der Liegestelle nothwendig werdende Vertiefung der Hafensohle eine Aenderung in der Konstruktion der Mauer nicht bedingt und dass daselbst Raum zum Anlegen von Schiffen an der Mauer verbleibt (vergl. Bl. 9 Fig. 6).

Bei Bestimmung der Tiefenlage der Hafensohle unter dem Dock ist die Voraussetzung maßgebend gewesen, dass 5<sup>m</sup> tief eintauchende Schiffe auch bei niedrigstem Wasserstande noch in das gesenkte Dock ein- und ausfahren müssen.

Das Dock selbst sowohl als auch die zur Führung desselben anzubringenden Düc d'Alben werden aus Schmiedeisen hergestellt. Die letzteren erhalten die bedeutende Höhe von 23 m und bestehen je aus drei durch Fachwerk verbundenen Säulen, von denen die eine, dem Dock zunächst gelegene, senkrecht steht und als Führung dient, während die übrigen beiden geneigt sind und als Streben wirken. Die letzteren erhalten an der Außenseite ein Holzfutter, damit gegenfahrende Schiffe weniger leicht Beschädigungen ausgesetzt sind.

Die zunächst in Betrieb kommende Docksektion erhält eine Länge von 60 m, eine lichte Breite von 15 m und eine Gesamtbreite von 19,5 m. Das Dock besteht aus einem äußeren und einem inneren Boden mit doppelten Seitenwänden an jeder Seite. Die Höhe des Doppelbodens beträgt 2,25 m; die Seitenwände ragen 7 m über dem Doppelboden hervor. Der Doppelboden wird durch eine Mittelwand und 3 Querwände in 8 wasserdichte Abtheilungen getheilt. In den Seitenwänden sind noch weitere 6 Abtheilungen vorhanden, welche den Kessel- und Maschinenraum begrenzen und verhindern, dass das Dock ganz versinkt. Der untere Boden des Docks wird aus verzinktem Eisen hergestellt, damit der Betrieb durch Aufschleppen des Docks behufs Reinigen und Malen des Bodens nicht oft unterbrochen zu werden braucht.

Das Heben (Aufpumpen) eines Schiffes dauert 2 bis 2½ Stunden — je nach dem Tiefgange — und wird durch 2 große Centrifugalpumpen bewirkt, welche an der einen Seite im Dock aufgestellt und von einer zweicylindrigen Dampfmaschine getrieben werden.

Die Tragfähigkeit dieser Docksektion beträgt 1650 Tonnen à 1000 kg, während die der in Aussicht genommenen zweiten Docksektion, welche eine Länge von 41,4 m besitzt, 1050 Tonnen beträgt. Das ganze Schwimmdock erhält somit eine Länge von über 100 m, so dass Schiffe von 130 bis 140 m Länge und 2700 Tonnen Eigengewicht bequem gedockt werden können.

#### d. Holzlagerplätze.

Der Verkehr mit ausländischen Nutzhölzern (namentlich Cedern und Mahagoni) ist seit Langem in Bremen ein so reger, dass diesem Handelszweige von vorn herein ein verhältnismäßig großer und gut gelegener Platz im Freibezirke eingeräumt wurde, und dass in Aussicht genommen war, hierfür Einrichtungen zu treffen, welche besonders geeignet sein sollten, das Holzgeschäft für den Bremischen Markt nicht nur zu erhalten, sondern noch zu erweitern und ihm den Wettbewerb mit anderen Hafentplätzen thunlichst zu erleichtern.

Zu diesem Zwecke ist für Lagerung von Nutzhölzern am stadtheitigen Ende des Hafens, auf der Nordseite des letzteren, eine Fläche von etwa 21 000 qm Gesamtinhalt vorgesehen, welche von der nördlichen Hauptstraße durchschnitten und in einen südlichen,

am Kai belegenen Platz von rund 7500 qm und einen nördlichen, etwa 13 500 qm großen Platz zerlegt wird.

Außer der durch die Lage am Kai gegebenen Wasserverbindung ist behufs Ermöglichung der Zu- und Abfuhr des Holzes Sorge getragen:

- a. für den Landverkehr durch Anlage von Fahrstraßen;
- b. für den Eisenbahnverkehr durch Gleisanschluss;
- c. für den Verkehr zwischen den Lager- und Verladestellen durch Herstellung von Holz-Fördergleisen (Spurweite 0,60 m).

Die Verladung der Hölzer von und zu Schiff wird durch drei feststehende Wasserdruck-Thorkrahne bewirkt, von denen zwei je 1,5 t und einer 4,0 t Tragkraft erhalten haben. Das Von- und Zu-Stapelbringen der Holzblöcke geschieht mit beweglichen Kränen, und zwar werden bei den Freilagern sogen. Krahnwagen angewendet, während für die Schuppen Laufkrahne (sogen. Giefsereikrahne) vorgesehen sind. Besondere feste Wasserdruck-Säulenkrahne werden noch an einzelnen Stellen für die Ent- und Beladung der Eisenbahnfahrzeuge und für die Abfuhr mittels Landfuhrwerk untergebracht.

Der Platz am Kai ist durch eine an den Kai gelegte Längsstraße und durch vier Querstraßen in drei Abtheilungen getheilt, welche als offene Lagerplätze zu dienen bestimmt sind.

Der vor Schuppen 1 am Ostgiebel liegenden Querstraße ist, da sie gleichzeitig als Ladestraße für den Schuppen gelten soll, eine Breite von 15,0 m gegeben, während im übrigen die Straßen, je nachdem sie lediglich dem Landfuhrwerk dienen oder zur Mitnahme von Gleisen für den Eisenbahnananschluss und für den Verkehr mit Schmalspurwagen bestimmt sind, eine Breite von 5,0 bis 7,50 m erhalten haben.

Der Platz nördlich von der Hauptstraße wird durch die über denselben hinweggeführten Gleise und eine Ladestraße ebenfalls in mehrere Einzelabtheilungen zerlegt, von denen der tiefere östliche Theil mit etwa 5000 qm Flächeninhalt für die Anlage der gedeckten Lagerplätze (Holzschuppen) vorgesehen ist. Von den Holzschuppen sollen zunächst zwei von je 80 m Länge und 10 m Breite zur Ausführung kommen.

Die überall am Kai des Hafens vorgesehenen beiden Eisenbahngleise (Durchgangs- und Ladegleis) sind auch am Holzkai durchgeführt, so dass damit für den südlichen Platz in genügend ausgiebiger Weise für Eisenbahnverbindung gesorgt ist.

Das den Holzplätzen zugekehrte Ladegleis liegt in Verbindung mit einem Schmalspurgleis in der Holzkaistraße und ist demgemäß mit eingepflastert (Bl. 6 Fig. 8). Am östlichen Ende desselben ist eine im ununterbrochenen Gleise liegende Eisenbahn-Brückenwaage eingeschaltet. Das für den nördlich von der Hauptstraße belegenen Platz besonders vorgesehene Gleis schließt mit seinem westlichen Ende durch eine Weiche an das Haupteinfahrtsgleis an, hat eine Ausweichstelle für das Auswechseln der Wagen erhalten und erstreckt

sich über die ganze Länge des Platzes durch die Holzschuppen bis zur Ostgrenze des Freibezirks daselbst. Auch hier ist eine Eisenbahn-Brückenwaage — und zwar für das Verwiegen von 4achsigen Fahrzeugen eine solche von 12,0<sup>m</sup> Brückenlänge — eingeschaltet.

Die anzulegenden Schmalspur- (Holzförder-) Gleise sollen in erster Linie der Vermittlung des Verkehrs zwischen den Lösch- und Ladestellen am Kai einerseits und den Lagerplätzen andererseits dienen, sie werden aber auch bei der Abfuhr von denjenigen freien Lagerplätzen ausgenutzt werden, welche zu den Ladestraßen nicht so günstig liegen, dass ein unmittelbares Verladen in Landfuhrwerke oder Eisenbahnfahrzeuge möglich wird. Demgemäß sind diese Gleise so angelegt, dass die für offene und gedeckte Lagerung eingerichteten einzelnen Platzabtheilungen, sowohl untereinander, als auch mit dem Holzkai durch ein zusammenhängendes Netz von Schmalspurgleisen verbunden sind. An diese festen Gleise, für welche, ähnlich wie für die einzupflasternden Hauptgleise, ein Oberbau gewählt worden ist, welcher ein bequemes Anpflastern gestattet (Haarmann'scher Zwillingschienen-Oberbau), sollen behufs Vertheilung der Hölzer auf die einzelnen Plätze je nach Bedarf besondere verlegbare Bahnen (sogen. fliegende Gleise) angeschlossen werden.

Im Uebrigen ist das Netz der Schmalspurgleise so ausgebildet, dass die Bahnen im regelmäßigen Verkehr nur in einer Richtung befahren werden, also ein Rundlaufbetrieb stattfindet.

Dabei ist angenommen, dass die vollen Wagen stets durch Weichen von einem zum anderen Gleise laufen sollen, dass indess das Abfahren der leeren Wagen auch mittels Drehscheiben bewirkt werden dürfe.

Für die zu Lager gehenden Hölzer, von denen besonders die edleren in der Regel gleich nach dem Löschen gewogen werden, sollen Verwiegestellen auch in die Schmalspurgleise eingeschaltet werden, und zwar ist vorläufig eine solche Schmalspurwaage mitten vor dem Kai und eine solche am Ost-Ende des Kai eingeschaltet, welche letztere auf dem Wege vom Kai zu den Schuppen liegt.

Die Holzschuppen sind auf dem Platze nördlich von der Hauptstraße angeordnet und mit dem Kai durch Schmalspurgleise verbunden. (Vgl. Bl. 2 und Bl. 9 Fig. 7 bis 9.) Ihre Grundriss-Anordnung ist so gewählt, dass seitlich neben den längslaufenden Holzfördergleisen noch Raum für die Stapelung der bis zu 8,0<sup>m</sup> Länge vorkommenden Blöcke verbleibt. Bei der erheblichen Länge der Schuppen ist zur Vermeidung störender Verlangsamungen in der An- und Abfuhr je ein Gleis für jede (zu 8,50<sup>m</sup> angenommene) Stapelbreite angenommen und es sind jeweilig zwei Gleise nebeneinander gelegt, so dass erforderlichenfalls durch Einlegen von Weichen sich Ausweichstellen schaffen lassen. Im Querschnitt ergab sich dabei eine Stützweite von 10,0<sup>m</sup> für die Dachbinder und für die Laufkrahne, so dass die letzteren verhältnismäßig leicht ausgebildet

werden konnten, und somit eine für das Auf- und Abstapeln wünschenswerthe größere Beweglichkeit erhielten, als es bei dem ersten Entwurfe möglich war, wo mit Rücksicht auf bessere Raumaussnutzung jederseits eines Gleises Stapelraum vorgesehen war.

Von den Umfassungswänden der Schuppen werden nur die nordöstlichen Giebelwände (Freibezirksgrenze) und die nordwestliche Längswand in Mauerwerk als Wetterschutz aufgeführt. Die übrigen Seiten bleiben offen und erhalten nur im oberen Theile zwischen den Stützen eine leichte Verkleidung als Schutz gegen Schlagregen.

Behufs ausgiebiger Einführung des Tageslichtes haben die Schuppen ein durchgehendes Firstoberlicht erhalten, welches zur Abhaltung der unmittelbaren Sonnenstrahlen mit Riffelglas abgedeckt wird. Die Beleuchtung zur Abendzeit erfolgt durch elektrische Lampen.

#### e. Verladung von Kohlen

wird im Freibezirk stattfinden einerseits für den eigenen Bedarf der Schiffe (Bunkerkohle), andererseits für Zwecke der Ausfuhr, wenn auch in letzterer Beziehung (abgesehen von dem schon jetzt nicht unbedeutenden Absatz von Coaks) vorerst nur darauf gerechnet werden kann, dass Steinkohlen gelegentlich von Schiffen eingenommen werden, welche anders ohne Fracht (bezw. mit Ballast) auslaufen würden.

Die für diese Zwecke geplanten Anlagen sollen, wie bereits erwähnt, ihren Platz auf der zwischen Winterhafen und Freihafen liegenden Landzunge (Nordmole) finden, und konnten bei den beschränkten Raumverhältnissen nur eine bescheidene Ausbildung erfahren.

Da die Versorgung der Schiffe mit Bunkerkohlen unbedingt jederzeit muss erfolgen können, und bei der entfernten Lage der Zechen ein rechtzeitiges Eintreffen der angeforderten Wagenladungen nicht immer mit Bestimmtheit sich erreichen lassen wird, so sind Kohlenlagerplätze vorgesehen, welche am Nordkai, westlich von Schuppen 9 angelegt werden.

Die Verladung der Kohlen soll hier mit Kübeln erfolgen und zwar sind die Einrichtungen so getroffen, dass vom Bahnwagen sowohl zum Lagerplatz wie zu Schiff, oder aber vom Lagerplatz zu Schiff verladen werden kann.

Für den Fall, dass ein Schiff seine Bunkerkohlen nicht an dem gedachten Platze einnehmen will, erfolgt die Verladung vom Bahnwagen aus mittels derselben Krahne, welche für den allgemeinen Gebrauch an jeder Stelle des Kais vorhanden sind, sei es, dass die Kohlenwagen unmittelbar von der Zeche aus zugeführt sind, sei es, dass deren Beladung an den Kohlenlagerplätzen hat vorgenommen werden müssen.

Für Zwecke der Kohlenausfuhr, wobei es sich um die unmittelbare Verladung großer Kohlenmengen von Bahnwagen in Schiffe handelte, wurde in Erwägung gezogen, ob das Entleeren der Eisenbahnfahrzeuge mittels Kippe oder mittels Krahn erfolgen sollte.

Wenngleich nun die in englischen Kohlenhäfen gemachten Erfahrungen bei den gegebenen Verhältnissen zunächst auf die Anwendung einer Kohlenkippe hinwiesen, und auch bei eingehender Ausarbeitung vergleichender Entwürfe sich ergab, dass die Gesamtanlage sich hier in jeder anderen Beziehung günstiger gestalten liefs unter Anwendung einer Kippe, so wurde doch mit Rücksicht auf den Umstand, dass die deutsche Steinkohle weicher und leichter zerbrechlich ist als die englische, und weil man sich von der Krahnverladung eine erheblich bessere Schonung der Kohle versprechen zu sollen meinte, die Anwendung eines Kohlensturzkrahnes vorgezogen.

Der weiterhin näher beschriebene feste Drehkrahne, welcher hier zur Aufstellung kommen soll, hat vor den in England gebrauchten Kohlenkrahnen den wesentlichen Vorzug, dass durch die getroffene Anordnung der die Hängebühne tragenden Ketten ein Schwanken oder Drehen des angehobenen und geschwenkten Bahnwagens fast ausgeschlossen ist. Im Weiteren ist auch hier (wie bei allen übrigen im Freibeirke verwendeten Krahnen) die Ausbildung des thorartig gestalteten Krahnengerüsts von wesentlichem Vortheil, weil so der Krahn die Möglichkeit bietet, dass die entleerten Fahrzeuge (nach erfolgtem Zurückdrehen und Absetzen) von der Gleishängebühne unter dem Krahnengerüst hindurch nach der entgegengesetzten Seite abgeführt werden können.

Der ganze Kohlenverladebetrieb wird sich bei der getroffenen Anordnung wie folgt gestalten.

Der gegebene Ausgangspunkt für die Entwicklung der in Rede stehenden Anlage war die etwa 260<sup>m</sup> westlich von Schuppen 9 liegende Gabelweiche, von welcher einerseits das Vertheilungsgleis für den Hafenbetrieb ausgeht, und an welche andererseits die Gruppe für Aufstellung der vollen Kohlenwagen angeschlossen ist. Von dieser aus 3 Gleisen (mit zusammen rund 600<sup>m</sup> nutzbarer Länge) bestehenden Gruppe laufen die beladenen Fahrzeuge behufs Feststellung ihres Gewichtes über eine, im ununterbrochenen Gleise liegende, durch Wasserdruck bewegte Waage und gelangen alsdann zu einer Drehscheibe, mittels derer sie in diejenige Stellung gebracht werden können, welche für das Abkippen erfordert wird. (Bremsersitz voran.)

Dieser Drehscheibe ist ein Durchmesser von 7,20<sup>m</sup> gegeben, damit die etwa im Zuge befindlichen Wagen, welche aus irgend einem Grunde nicht zum Abkippen kommen sollen, besonders auch dreiachsige Wagen, auf ein hierfür an die Drehscheibe angeschlossenes Gleis abgestoßen werden können.

Von der Drehscheibe werden die Fahrzeuge mittels Wasserdruckspills — (welches auch zum Heranbringen zur Waage und zum Bewegen der Drehscheibe benutzt wird) — auf eine versenkte Bühne gezogen, vom Krahn mit der Bühne gehoben, gedreht und unter Einschaltung eines Kohlenschutztrichters abgekippt.

Wenn es nun auch wegen des Erfordernisses der Hängebühne, auf welcher der abzukippende Wagen aus dem Gleise zu heben ist, und wegen der daraus sich

ergebenden Unterbrechung des Gleises nicht zu umgehen ist, den entleerten Wagen mit der Bühne an die Ausgangsstelle zurückzubringen, so kann doch das Abschieben des leeren Wagens fast gleichzeitig erfolgen mit dem Anholen des vollen Wagens auf die Bühne.

Um nun die leeren Wagen selbstthätig auf geneigter Ebene in das für ihre Aufstellung vorgesehene Gleis ablaufen lassen zu können, wurde zur Erreichung des erforderlichen Höhenunterschiedes eine besondere Hebevorrichtung für leere Wagen eingeschaltet.

Auf dem zur Aufnahme der ganzen Anlage bestimmten Platze sind östlich die Aufstellgleise für volle Wagen angeordnet, die Wagen laufen also in der Richtung nach Westen zum Krahn und nach erfolgter Entleerung unter letzteren hindurch in derselben Richtung auf das Hebewerk für leere Waagen. Da nun aber das Aufstellgleis für leere Wagen wieder östlich liegt, so wurde zur Erreichung der rückläufigen Bewegung das Hebewerk für leere Wagen so eingerichtet, dass mit der Hebung gleichzeitig eine Drehung des Wagens bewirkt wird, dass also der Wagen gleich in der für das Ablaufen zu den Aufstellgleisen erforderlichen Stellung oben ankommt. Um auch ein selbstthätiges Ablaufen des Wagens von der Hebebühne zu erreichen, wird dieselbe oben angekommen einseitig noch um ein Geringes weiter gehoben.

Der eigentliche Kohlensturzkrahn ist in seinem Unterbau ähnlich den übrigen Krahnen portalartig ausgebildet, so dass die Eisenbahnwagen unter dem Krahn verkehren können. Zum Anheben der Kohlenwagen dient eine Bühne, welche mit einem Gleis versehen ist und vertieft liegt. Die Bühne wird gleichzeitig mittels 4 Ketten von dem Druckwasserapparat des Krahnes angehoben. Zwei dieser Ketten sind an Hebel gehängt, welche sich beim Anheben um die äußere Achse des Kohlenwagens legen, damit beim Ausschütten der Kohlen der Wagen festgehalten wird. Die beiden anderen, fest mit der Bühne verbundenen Ketten sind über die Rollen des Hebecylinders und außerdem noch über die Rollen eines besonderen Kippcylinders geführt. Beim Heben und Senken wird an allen 4 Ketten gleichzeitig angezogen oder nachgelassen, nachdem der Kohlenwagen über die Schiffs Luke und in die richtige Höhenlage gebracht ist, werden mittels des Kippcylinders die beiden zuletzt genannten Ketten angezogen und so das Ausschütten der Kohlen besorgt. Um den Fall der Kohlen in den Schiffsraum möglichst zu verringern, ist in denselben ein Kohlenschutztrichter gehängt, welcher mittels eines besonderen, über dem Hauptausleger angeordneten leichteren Auslegers bewegt werden kann.

Beim Arbeiten soll der Kohlenschutztrichter stets möglichst voll gehalten werden, damit die Kohlen durch das Ausschütten nicht zu sehr leiden.

Für den Krahnführer ist ein hochgelegenes Wärterhäuschen vorgesehen, in dem die sämtlichen Handhebel für die Steuerung der Druckwasserapparate untergebracht sind, so dass von hier aus alle erforderlichen

Bewegungen des Krahnens veranlasst und beobachtet werden können.

Das ganze Krahnengerüst und die beweglichen Ausleger sind aus Walzeisen in Verbindung mit Blechplatten hergestellt gedacht.

Um die geleerten Kohlenwagen leicht zurückführen zu können, ist am Ufer unterhalb des Kohlensturzkrahnens eine Hebebühne in Verbindung mit einer Drehscheibe angeordnet. Die leeren Kohlenwaagen werden mittels dieser Einrichtung um ca. 2,50 m gehoben, dann gedreht und so einem erhöhten geneigt liegenden Gleise zugeführt, auf welchem sie unter dem Einfluss der Gefälle selbstthätig zurücklaufen.

## 7) Ausführung und Kosten.

### a. Erdarbeiten.

Die zur Herstellung der ganzen Hafenanlage auszuführenden Erdarbeiten umfassten im Ganzen die Bewegung von rund 2 1/2 Millionen Kubikmeter Boden. Abgesehen von einigen, nur wenig umfangreichen Klei- und Thonlagern bestand derselbe durchgehends aus Sand, welches bereits vor Beginn der Bauausführung durch sehr zahlreich ausgeführte Bohrungen festgestellt wurde.

Die für die Hafenanlage bestimmte Fläche lag mit nur geringen Abweichungen durchschnittlich auf + 2,5 m Bremer Pegel und war mit Ausnahme eines kleinen, der Stadt zunächst liegenden Theils, dem „Melkerplatz“, welcher durch einen Deich, den sogenannten Armendeich, geschützt war, dem Herbst- und Frühjahrs-Hochwasser der Weser frei ausgesetzt, während ein kleiner etwa auf + 3,0 liegender, die in geringer Entfernung von der Weser vorhandenen Sanddünen verbindender Sommerdeich den größeren Theil dieser als Wiese und Weide benutzten Fläche vor dem zuweilen auch im Sommer nach heftigen Regengüssen auftretenden Hochwasser schützte.

Nach Maßgabe dieser Verhältnisse mit gleichzeitiger Berücksichtigung des Umstandes, dass die für die Kaimauer gewählte Pfahlrost-Fundirung eine möglichst tief liegende und wasserfrei zu haltende Baugrube verlangte, ganz besonders aber auch um die mit möglichster Beschleunigung zu bewerkstelligenden Arbeiten ohne Unterbrechungen durch Hochwasser mit den geringsten Kosten zur Ausführung zu bringen, wurde die ganze Fläche durch beschleunigte Ausführung überhaupt nothwendiger Schüttungen sowie eines später wieder zu entfernenden Abschlussdammes soweit es die sichere Herstellung des letzteren irgend gestattete, gegen Hochwasser gesichert. Hierbei wurde angenommen, dass es auch bei dem höchsten Hochwasser der Weser (am unteren Ende des Hafens = + 4,6 m Bremer Pegel) gelingen würde, die für die Gründung der Kaimauern auf - 3,0 m auszuhebenden Baugruben durch Anlage kräftiger Schöpferke trocken zu halten, trotzdem mit einiger Sicherheit bei dem durchgehends vorhandenen, in der

Tiefe recht grobkörnigen Sandboden ein sehr starker Zufluss bei  $4,6 + 3,0 = 7,6$  m Druckhöhe zu erwarten stand.

Glücklicher Weise brauchte diese Probe nicht in vollem Umfange durchgemacht zu werden, indem die Weser während der bezüglichen Baujahre kein andauerndes Hochwasser von beträchtlicher Höhe brachte. Ein bis etwa + 3,5 m ansteigendes und ziemlich lange, etwa 14 Tage anhaltendes Hochwasser im Frühjahr 1886 zeigte nämlich, dass die gehegten Befürchtungen nach dieser Richtung hin sehr begründet waren, denn trotzdem die Baugruben erst in geringer Länge ausgehoben waren, zeigte sich doch einige Tage nach Eintritt des Hochwassers ein derartiger Wasserzudrang in der Baugrube, dass fünf 20 bis 32 cm weite Kreiselpumpen, welche ununterbrochen Tag und Nacht in Betrieb blieben, kaum im Stande waren, den Wasserstand genügend tief zu halten, um die Ramm- und Zimmerarbeiten für den Rost der Kaimauer ohne nennenswerthe Störung fortführen zu können.

Für den Gang der Erdarbeit war der Umstand entscheidend, dass die von dem Fortschritte derselben abhängigen Gründungsarbeiten für die Kaimauer möglichst bald hinterher folgen mussten und es, in Anbetracht dessen, dass auch die hinter den Kaimauern zu erbauenden Lagerschuppen und Speicher möglichst schnell in Angriff genommen werden sollten, nothwendig war, den am Kopfe des Hafenbeckens liegenden Theil der Kaimauern vor allen Dingen baldigst herzustellen. Für alle diese Arbeiten war zur bessern Beurtheilung und Sicherung des Fortganges ein graphischer Arbeitsplan entworfen.

In Folge der vorgenannten Erwägungen wurde zunächst im April 1885 nur der Theil der Erdarbeit, soweit er sich auf Aushebung der Baugruben für die Kaimauern innerhalb der gegen Hochwasser zu sichernden Fläche d. h. für eine Kaimauerlänge von rund 3200 m bezog (rund 400 000 cbm Boden) öffentlich ausgeschrieben und erst nachdem diese Arbeit soweit gediehen war, dass der ungestörte Fortgang der Gründungsarbeiten für die Kaimauer gesichert war, mit der Verdingung der übrigen Erdarbeiten behufs Herstellung des Hafenbeckens bis zum Weststrom einschliesslich Aushebung der Baugruben für die am offenen Wasser auf Beton zu gründenden Kaimauern an der Weser, zusammen rund 2 000 000 cbm Boden umfassend, Ende December 1885 vorgegangen. Die Ausführung der gesammten Erdarbeiten wurde von dem Unternehmer Herrn C. Vering in Hannover bewirkt.

Zur Bewältigung dieser bedeutenden Bodenbewegungen wurden zwei Trockenbagger von der Lübecker Maschinenbaugesellschaft von Vollhering & Bernhardt in Betrieb gestellt, von denen der erste mit allen neueren Verbesserungen (Patent Vering) versehen, für diese Arbeit neu erbaut war, während der zweite bereits bei dem in der Weser unterhalb Bremens ausgeführten Durchstich der Langen Bucht in aus-

gedehntem Maße Verwendung gefunden hatte. Außerdem fand ein Schwimmbagger von der Aktien-Gesellschaft Weser hierselbst im Jahre 1886 neu erbaut, ausgedehnte Verwendung in Verbindung mit einem auf einem festen Gerüst aufgestellten Schutenbagger, welcher die Förderung des mit dem Schwimmbagger gehobenen Bodens aus den Baggerschuten in die Eisenbahnwagen bewirkte. Endlich war zwecks Fortbewegung der geförderten Bodenmassen eine entsprechende Anzahl Lokomotiven und Kippwagen in Betrieb, welche den ganzen Bauplatz auf dem sehr ausgedehnten, schmalspurigen Gleisnetze nach allen Richtungen durchkreuzten.

Die beiden vorerwähnten Trockenbagger, welche, nachdem der ältere eine durch die vorliegenden Verhältnisse bedingte, verlängerte Eimerleiter erhalten hatte, waren abgesehen von kleineren Unterschieden einander gleich. Sie bewegten sich auf einem aus drei Schienensträngen bestehenden Gleise. Diese drei Schienenstränge hatten, von der Baugrubenseite ab gerechnet, gegenseitige Entfernungen von 0,95 und 3,0<sup>m</sup> und lagen auf durchgehenden 5,0<sup>m</sup> langen, kiefernen Querschwellen, welche außer dem Baggergleise, zwischen den beiden hinteren 3,0<sup>m</sup> von einander entfernten Schienensträngen desselben gleichzeitig das schmal-spurige Gleise für die Transportfahrzeuge trugen.

Der Betrieb war ein höchst einfacher. Der leere Zug wurde auf das zwischen dem Trockenbaggergleise liegende Erdtransportgleise gefahren und unter gewöhnlichen Verhältnissen so hingestellt, dass der vorderste oder der hinterste Wagen seinen Platz in der im Trockenbagger vorhandenen Durchfahrtsöffnung unterhalb der Schüttrinne fand. Alsdann begann der Bagger seine Thätigkeit und füllte, indem er sich langsam über den Zug hinwegbewegte die einzelnen Wagen ohne dass, eine aufmerksame Bedienung der unterhalb der Ausschüttstelle der Eimer angeordneten, beweglichen Klappe vorausgesetzt, beträchtliche Bodenmassen in die Zwischenräume zwischen den Wagen fielen. Zum Beladen eines Zuges von 30 Wagen je 3 bis 3,5<sup>cbm</sup> Boden fassend, waren 25 bis 30 Minuten erforderlich und betrug die mittlere Tagesleistung eines Trockenbaggers unter gewöhnlichen Verhältnissen 17 Züge also rund 1700<sup>cbm</sup> Boden, während die größte Tagesleistung 22 Züge = 2200<sup>cbm</sup> umfasste.

Die Bedienung des Trockenbaggers selber wurde durch 5 Mann, nämlich 1 Baggermeister, 1 Maschinisten, 1 Heizer und 2 Arbeiter an der beweglichen Schüttrinne bewirkt. Außerdem waren zum Verrücken des etwa 300<sup>m</sup> langen Gleises für den Bagger und zum Wegschaffen des von den Wagen herabgefallenen Bodens noch 1 Schachtmeister mit 20 Mann erforderlich.

Mit Hülfe dieser beiden Trockenbagger sind die Baugruben für die Kaimauern, sowie das ganze Hafenbecken innerhalb des bereits oben erwähnten Abschlussdeiches mit Ausnahme der Hafeneinfahrt und eines auf —3,0<sup>m</sup> Bremer Pegel liegenden etwa 7<sup>m</sup> breiten Streifens längs der nördlichen Kaimauer, auf

dem zuletzt die Fahrbahn des Baggers lag, ausgehoben und zwar in Bezug auf das Hafenbecken in 2 Stufen von 5,0 bzw. 4,0<sup>m</sup> Höhe. (Vergl. Fig. 2 Bl. 10.)

Der neu erbaute Schwimmbagger mit einer durchschnittlichen Leistungsfähigkeit von 1000<sup>cbm</sup> in zehn Arbeitsstunden konnte bis zu 8,0<sup>m</sup> unter Wasser schneiden und bewirkte, außer der Herstellung der Baugruben für die auf Beton gegründeten Kaimauern an der Weser, die vollständige Aushebung des Hafenbeckens bis zur vorgeschriebenen Sohle, soweit solches mit Hülfe des Trockenbaggers nicht ausgeführt werden konnte. Der gesammte vom Schwimmbagger geförderte Boden (rund 370000<sup>cbm</sup>) wurde mit Ausnahme eines geringen Theiles, welcher durch Auswerfen aus den Prähmen an seinen Ablagerungsplatz geschafft werden konnte, mit Hülfe des Schutenbaggers, welcher ebenfalls eine mittlere Tagesleistung von 1000<sup>cbm</sup> besaß, in die Eisenbahnwagen geschafft.

Der gesammte, bei der Bauausführung geförderte Boden ist, mit Ausnahme von rund 800 000<sup>cbm</sup>, welche für den hiesigen Bahnhofsumbau abgegeben wurden, zur Aufhöhung des Freigebiets um rund 2,5<sup>m</sup>, also bis auf + 5,0<sup>m</sup> Bremer Pegel verwendet.

Der Gang dieser ganzen Erdarbeiten war folgender: Im Monat Juli 1885 wurde bei Station VI + 50 mit der Aushebung der südlichen Baugrube für die Kaimauer begonnen und zwar gleich mit Lokomotivbetrieb, während das Beladen der Wagen zunächst, so lange der neu zu erbauende Trockenbagger noch nicht zur Stelle, durch Arbeiter bewirkt wurde. Auf diese Weise wurde bis etwa Mitte November 1885 die südliche Baugrube bis zur östlichen Stirnmauer, die Baugrube für diese Mauer und auch noch eine Strecke von einigen hundert Metern der Baugrube für die nördliche Kaimauer im Anschluss an die östliche Baugrube ausgehoben und zwar unter gleichzeitiger Inbetriebstellung der beiden Schöpfwerke I und II an der Südseite. Hierauf setzte der bereits betriebsfähig aufgestellte neue Trockenbagger diese Arbeit fort und hob die Baugruben für die auf Pfahlrost zu erbauenden Kaimauern in ihrer ganzen Länge aus, wobei gleichzeitig, nachdem die Aushebung des Hafenbeckens demselben Unternehmer übertragen war, darauf Bedacht genommen wurde, diese Ausschachtung bis auf — 3,0 herab vor der südlichen Kaimauer von Station VII ab bis zur östlichen Stirnmauer derart nach dem Hafenbecken hinein zu erbreitern, dass bereits im April 1886 der zweite Trockenbagger auf einer auf — 3,0 Bremer Pegel, also auf der Sohle der vom ersten Trockenbagger hergestellten Ausschachtung liegenden Fahrbahn beginnen konnte, das Hafenbecken bis zur vorgeschriebenen Sohle (— 6,8 Bremer Pegel) auszuheben.

Der Wasserspiegel wurde hierbei bis auf — 3,5 Bremer Pegel durch die angelegten Schöpfwerke gesenkt erhalten und erreichte der Bagger bei dieser etwa 3,5<sup>m</sup> tiefen Aushebung unter Wasser trotz der häufig im Untergrunde lagernden alten Baumstämme

beinahe dieselbe mittlere Tagesleistung (1400 cbm) wie der vollständig im Trocknen arbeitende Bagger.

Die Abnutzung besonders der Eimer, der Eimerkette, sowie überhaupt der sämtlichen Theile, welche mit dem zu fördernden Boden in unmittelbare Berührung kamen, war jedoch doppelt so groß, was aber im Vergleich zu dem Vortheil, dass der aus der Tiefe unter Wasser zu hebende Boden ohne Weiteres in Eisenbahnwagen geladen werden konnte, nur wenig in Betracht kommen konnte.

Beide Trockenbagger setzten alsdann, der erste auf + 2,0 Br. P. der zweite auf - 3,0 Br. P. laufend, ununterbrochen bei Tag- und Nachtbetrieb, letzteren zuerst bei Beleuchtung durch Petroleumfackel, später bei elektrischer Beleuchtung fort, und beendigten ihre ganze Arbeit, ohne durch den Winter gestört zu sein, im Monat Juli 1887.

Nachdem die Trockenbagger sowie alle Gleise aus der Baugrube entfernt und die Schöpfwerke bereits mit Ende Juli außer Betrieb gestellt waren, erfolgte am 18. August 1887 die Durchstechung des Schutzdammes, welcher das neue Hafenbecken bislang noch von dem Weserstrom trennte.

Hierauf übernahm der Schwimmbagger, welcher bis dahin bereits die Baugruben für die an der Weser auf Beton zu gründenden Kaimauern sowie hierauf die Einfahrt zum Hafen bis an den Abschlussdamm heran von der Weser aus ausgehoben hatte, die weitere Ausschachtung des Hafenbeckens und zwar wurde zunächst der Abschlussdamm in einer solchen Breite entfernt, dass die Benutzung des Hafens den mit Baumaterialien beladenen Schiffen mit Sicherheit gestattet werden konnte. Diese Baggerarbeit, welche je nach dem Bedarf an Boden zeitweise nur bei Tage, meistens jedoch ebenfalls bei Tag und Nacht fortgesetzt wurde, erlitt während des letzten Winters 87/88 in Folge des wiederholt auftretenden, starken Frostwetters, welches den Hafen dreimal mit sicherer Eisdecke überzog, eine längere Unterbrechung, aber trotzdem gelang es bis zum 1. August d. J. das Hafenbecken in seiner ganzen Ausdehnung einschliesslich der Zufahrt von der Weser auf die vorgeschriebene Tiefe zu bringen.

#### b) Gründungsarbeiten für die Kaimauern.

Die Gründung der auf Pfahlrost auszuführenden, rund 3750 m langen Kaimauerstrecke innerhalb des am Weserstromes hergestellten kleinen Dammes (vergl. Fig. 6 Bl. 10) erforderte das Eintreiben von rund 19000 St. Tragpfählen von 9,5 bzw. 8,0 m Länge, rund 11000 St. Schrägpfählen von 10,5 m Länge und rund 3750 m hinterer Abschlussspundwand von 5,5 m Länge, sowie das Aufbringen von rund 18000 qm Rostfläche, während für die auf Beton ausgeführten Kaimauern an der Einfahrt des Hafens von rund 400 m Länge das Eintreiben von rund 750 m Spundwand aus 8—12 m langen Pfählen

sowie das Einbringen von rund 20000 cbm Beton nothwendig war.

Bei der Ausführung der Rammarbeiten, welche einschliesslich der Beschaffung der Rammen dem Unternehmer Hrn. C. Vering ebenfalls übertragen waren, wurden verwandt: drei direkt wirkende Dampfrahmen von Menck & Hambrook (vergl. Fig. 1 Bl. 10) sowie eine gewöhnliche Dampfrahmen mit rücklaufender Kette für die Tragpfähle, ferner 3 einmäklige und 1 dreimäklige direkt wirkende Dampfrahmen ebenfalls von Menck & Hambrook (vergl. Fig. 8 u. 5 Bl. 10), sowie 1 dreimäklige Dampfrahmen mit rücklaufenden Ketten für die Tragpfähle und 1 Dampfrahmen mit endloser Kette für die hintere Abschlussspundwand. Im Ganzen waren also 14 Rammbären und Mäkler in Betrieb. Sämtliche Rammen arbeiteten mit Dampfdrücken von 6—8 Atmosphären und besaßen die Bären der 4 Rammen für die Tragpfähle Gewichte von 1300 kg und die der Schrägrammen sowie der Spundwandramme solche von 1300—1500 kg.

Die direkt wirkenden Rammen machten bei Bedienung durch gehörig eingeschulte Leute bei 1,40 bis 1,85 m Fallhöhe in der Minute 36—40 Schläge und bewährten sich bei der ganzen Ausführung in ausgezeichnete Weise, denn der in der ersten Zeit sehr häufig auftretende störende Uebelstand, dass die Schläuche, welche den Dampf vom Kessel nach den Bären führten, dem Dampfdrucke nicht zu widerstehen vermochten, wurde bald, nachdem ein Versuch, diese bewegliche Leitung in Form eines Teleskop-Rohres auszuführen, nicht den erwünschten Erfolg hatte, durch die Beschaffung verbesserter und widerstandsfähigerer Schläuche soweit beseitigt, dass Betriebsstörungen durch Platzen derselben nur noch selten vorkamen, so dass von der Vornahme weiterer Verbesserungsversuche, namentlich durch Ersetzung der Schläuche durch Gelenkrohre, wie solche bei den Nasmyth'schen Rammen in Gebrauch sind, abgesehen von den Kosten, um so mehr Abstand genommen werden konnte, als bei letzteren Undichtigkeiten an den Gelenken ebenfalls häufig auftreten. Die beim Eintreiben der Schrägpfähle verwendeten beiden dreimäkligen Rammen waren besonders nach Maßgabe der hier einzuhaltenden, gegenseitigen Stellung der Pfähle in ihren Abmessungen erbaut und bewährte sich die direkt wirkende besonders gut. Der mit der Ausführung dieser Rammen besonders auch verfolgte Zweck, Bedienungsmannschaft zu sparen, wurde allerdings erreicht, jedoch dieser Vortheil theilweise dadurch wieder aufgehoben, dass es nicht durchführbar war, dauernd alle 3 Mäkler in Betrieb zu erhalten. Zog z. B. einer der drei gleichzeitig vorgesetzten Pfähle weniger als die beiden anderen, so mussten die beiden, mit ihren Pfählen früher fertig gewordenen Mäkler so lange stille liegen, bis der dritte Pfahl ebenfalls auf Tiefe geschlagen war, oder trat ferner der Fall ein, dass einer oder auch zwei der vorgesetzten Pfähle in Folge irgend welcher Hindernisse im Boden das Bestreben zeigten, aus ihrer vorschriftsmässigen Stellung abzu-

weichen und die Festigkeit des Rammgerüsts es nicht zuliefs, diesem Bestreben entgegenzuwirken, so musste das gleichzeitige Rammen aller drei Pfähle, um eine Zerstörung des Rammgerüsts zu vermeiden, aufgegeben werden und im ungünstigsten Falle jeder Pfahl einzeln, einer nach dem andern, unter Freilassung der beiden übrigen aus den Mäkler-Führungen auf seine Tiefe geschlagen werden.

Derartige Zwischenfälle traten streckenweise sehr häufig und zwar besonders bei der dreimäkligen Ramme mit rücklaufenden Ketten auf und liefsen den erhofften Vortheil wieder fast vollständig verschwinden, da eine dreimäklige Ramme mindestens doch 2 Mann als Bedienung mehr erforderte, als eine einmäklige Ramme, welche letztere 3 Mann, nämlich 1 Pfahlmeister, 1 Maschinist und 1 Arbeiter, letzteren zur Bedienung des Dreiwegehahns am Rammbaren und zur Hülfeleistung des Maschinisten zur Bedienung verlangte.

Aufser den vorerwähnten Ramm-Maschinen gelangten theilweise noch als Hilfsmaschinen derselben drei Druckwasserpumpen zur Verwendung, welche das zur Einspülung der vorderen Tragpfähle und der hinteren Abschlussspundwand erforderliche Druckwasser von 6—8 Atmosphären lieferten.

Bei der Ausführung dieser sehr umfangreichen Rammarbeit war es nun eine Frage von ganz besonderer Bedeutung, in welcher Reihenfolge man das Eintreiben der einzelnen Pfähle am zweckmässigsten vorzunehmen hätte.

Die vorhandenen Bodenverhältnisse, welche durch die ausgeführten Bohrungen, soweit möglich, festgestellt waren und sich durchweg als Sand, dessen Korngröfse mit wachsender Tiefe zunahm, erwiesen hatten, liefsen mit Recht die Annahme begründet erscheinen, dass bei der sehr dichten Stellung der Pfähle das Eintreiben derselben unter Zuhülfenahme kräftiger Wasserspülung ganz besonders vortheilhaft sein würde. Ein vor Beginn des vollen Betriebes vorgenommenes Proberrammen von Tragpfählen in der Baugrube für die Stirnmauer am östlichen Ende des Hafens bestätigte diese Annahme auch, jedoch wurde in Anbetracht dessen, dass diese Pfähle auch ohne Spülung als erste Pfähle sich leicht auf Tiefe schlagen liefsen, sowie des Umstandes, dass die Mitführung der Spülpumpen durch die Baugrube mit vielen Umständen verbunden war, beim Eintreiben der Tragpfähle von der Spülung im Allgemeinen Abstand genommen und in der Absicht, dieselbe bei den Schrägpfählen in ausgedehntem Mafse zur Anwendung zu bringen, auch mit Beachtung des Umstandes, dass ein vorheriges Schlagen der höher stehen bleibenden Schrägpfähle sehr unbequem auszuführende, hochliegende Fahrbahnen für die Tragpfahl-Rammen erforderte, die nachstehend angegebene Reihenfolge für das Eintreiben der einzelnen Pfähle angenommen. Zuerst gingen die drei direkt wirkenden Gradrammen in gegenseitigen Abständen von etwa 20<sup>m</sup> vor und schlugen den 2., 3., 4. und 5. hinteren Tragpfahl, darauf folgten die Schrägrammen und trieben

der Reihenfolge nach den hinteren, mittleren und vorderen Schrägpfahl zwischen die bereits stehenden 4 hinteren Tragpfähle und zwar nahm jede (einmäklige) Ramme eine Reihe vor. Die beiden dreimäkligen Schrägrammen schlugen alle 3 Reihen gleichzeitig, jedoch in drei aufeinander folgenden Zwischenräumen zwischen den Jochen und zwar der erste, vorseilende Mäkler die hintere, der zweite Mäkler die mittlere und der dritte Mäkler die vorderste Reihe. Den Schrägrammen folgte alsdann auf vor den bereits geschlagenen Pfählen liegender Fahrbahn die nach Vorne überhängende Ramme mit rücklaufender Kette und schlug den vordersten Tragpfahl und erst hiernach und nachdem auch bereits die Querholme und Längsschwellen des Rostes auf die Pfähle gebracht waren, kam die Spundwandramme mit endloser Kette, welche auf einem auf den Querholmen befestigten Gleise lief.

Bei Feststellung dieser Reihenfolge war aufser den vorerwähnten Erwägungen ganz besonders das Bestreben maßgebend gewesen, das Eintreiben der Schrägpfähle überhaupt, als auch der einzelnen Reihen derselben nur soweit durch das Zusammenpressen des Untergrundes in Folge Einrammens von Pfählen zu erschweren, als solches nicht zwecks Vermeidung anderweitiger, bedeutender Schwierigkeiten geboten erschien.

Im Allgemeinen hat sich diese Art der Ausführung gut bewährt und ist sie auch bei der ganzen Durchführung der Arbeit dauernd und unverändert beibehalten, jedoch bleibt es zweifelhaft, ob es trotz der vorerwähnten, entgegenstehenden Schwierigkeiten doch nicht vortheilhafter gewesen wäre, zuerst mit dem Schlagen der Schrägpfähle vorzugehen und erst dann die Tragpfähle dazwischen zu rammen, wenngleich jedenfalls zugestanden werden muss, dass alsdann die Stellung der einzelnen Pfähle bei Weitem nicht so regelmässig geworden und das Aufbringen des Rostes auf dieselben Folge dessen ungleich gröfsere Schwierigkeiten gemacht haben würde, als bei der durchgeführten Art des Betriebes. Es wurde deshalb auch von dem Versuch, die Schrägrammen vorzuschicken, mit Berücksichtigung des mit demselben verbundenen Zeitverlustes ganz Abstand genommen.

Bei der Ausführung stellten sich nämlich doch noch unvermuthete Schwierigkeiten heraus und war das ganz besonders die nach sehr eingehenden und zahlreichen Versuchen festgestellte Thatsache, dass bei dem Eintreiben der unter 60 Grad gegen die Horizontale geneigt stehenden Schrägpfähle die Wasserspülung mit keinem, etwa nennenswerthen Erfolge zur Anwendung zu bringen sei und gab dieses auch die Veranlassung dazu, das bereits nach Verlauf von etwa 8 Wochen sehr in Rückstand gekommene Eintreiben der Schrägpfähle mit 9 Mäklern alsdann fortzusetzen. Es wurden bei einem Pfahl eins und auch zwei Spülrohre in den verschiedensten Formen und mit den mannigfachsten Ausströmungsöffnungen zur Anwendung gebracht, jedoch die Schwierigkeit, bei dem Betriebe einer Schrägramme die Spülrohre am Pfahl längs

dauernd in Bewegung zu halten, wie es nothwendig, veranlassten alle Augenblicke ein Festsitzen der Rohre und selbst wenn es gelang, dieses zu vermeiden, so bahnte sich das Druckwasser schon nach kurzer Zeit einen lothrechten Ausweg durch den sandigen Boden und vereitelte durch ein solches Umgehen des ihm vorgezeichneten Weges an dem Umfange des Pfahls den erhofften Erfolg vollständig.

Dagegen bot die Spülung beim Eintreiben der vordersten Tragpfähle, welche erst zuletzt, nachdem die übrigen Rostpfähle sämtlich in der Umgebung bereits standen, geschlagen wurden, sowie auch beim Eintreiben der hinteren Abschlussspundwand nicht zu ersetzende Vortheile, denn ohne Anwendung derselben wäre es bei dem bereits sehr stark zusammengepressten Untergrunde kaum möglich gewesen, besonders die vordersten Tragpfähle vorschriftsmäßig einzutreiben, wie das ein anfänglicher Versuch klar darthat.

Der Gang der Rammarbeit folgte dem der Erdarbeit zur Aushebung der Baugruben, begann also an der südlichen Seite, etwa bei Station VI + 40 (vergl. Fig. 6 auf Bl. 10) und bewegte sich in der angegebenen Reihenfolge durch die Baugrube der östlichen Stirnmauer, ganz längs durch die nördliche Baugrube, an der Weser weiter in die südliche Baugrube übertretend zurück bis zur Anfangsstelle. Mitte September 1885 wurde mit der Rammarbeit begonnen und mit nur ganz kurzer Unterbrechung während des starken Frostwetters im Februar 1886 bis Anfang Mai 1887 in ihrem ganzen Umfange vollendet, wobei jedoch hervorzuheben, dass das Eintreiben der Schrägpfähle seit Anfang November 1885 ohne Unterbrechung Tag und Nacht durchgeführt wurde. Die durchschnittlichen Leistungen der 3 vordersten Tragpfahl-Rammen betragen in 10 Arbeitsstunden rund je 16 Pfähle, die der einmäkligen Schrägrammen 3 bis 4 Pfähle. Die dreimäklige direkt wirkende Schrägramme zeichnete sich in ihren Leistungen ganz besonders aus; sie schlug in 10 Arbeitsstunden im Mittel 15 Pfähle, brachte es aber unter günstigen Verhältnissen auf 24 Pfähle. Diese sehr vortheilhafte Leistung begründete sich hauptsächlich jedenfalls darin, dass der die drei geschlagenen Pfähle umgebende Boden in Folge der die Pfähle in 1 Minute treffenden, auf einander folgenden rund 120 Schläge keinen Augenblick während des Rammens derselben zur Ruhe kam. Die Ramme mit rücklaufender Kette schlug unter Zuhülfenahme der Wasserspülung in 10 Arbeitsstunden im Mittel 8 bis 10 vordere Tragpfähle und die Spundwandramme rund 8<sup>m</sup> Spundwand.

Die Ausführung dieser ganzen Rammarbeit wurde mit ganz besonderer Peinlichkeit überwacht und deshalb jeder Pfahl, der sich durch sein Verhalten beim Rammen in Hinsicht seiner Sicherheit irgendwie verdächtig zeigte, mit Hülfe der in Fig. 9 auf Bl. 10 dargestellten Vorrichtung mit Anwendung von Wasserspülung wieder ausgezogen. Im Ganzen wurden 24 Tragpfähle und 541 Schrägpfähle wieder ausgezogen, von

denen sich 38 Pfähle nach dem Ausziehen noch als gesund erwiesen, während alle übrigen gestaucht waren, was bei vielen jedenfalls durch im Untergrunde liegende, alte Baumstämme, wie solche bei der Aushebung des Hafens häufiger zu Tage gefördert wurden, veranlasst ist. An 34 Stellen, an denen wiederholte Versuche, kieferne Schrägpfähle einzutreiben, durch Stauchen derselben misslangen, wurden schmiedeiserne **I** Pfähle von 28 bis 32<sup>cm</sup> Höhe und 10 bis 11<sup>m</sup> Länge gerammt, welche ohne besondere Schwierigkeit in den Boden eindringen.

Es sei hier der Merkwürdigkeit wegen noch erwähnt, dass in etwa durchschnittlich 4<sup>m</sup> Tiefe also auf rund — 2,0, sich 4 zum Theil noch gut erhaltene uralte Fahrzeuge und zwar aus einem Eichstamme gehöhlte sogen. Einbäume vorfanden, von welchen das größte 11<sup>m</sup> Länge und 0,85<sup>m</sup> Breite misst.

Das Aufbringen des Rostes wurde, sobald etwa 50<sup>m</sup> Fundament in den Pfählen fertig war, in Angriff genommen und gleichzeitig mit Beendigung der Rammarbeit vollendet. Zuerst wurden die Brüstungen an den Schrägpfählen, auf welche sich die Längsschwellen legten, angeschnitten, alsdann die Querholme aufgezapft und auf diese die Längsschwellen unter genauer Anpassung an die Brüstungen der Schrägpfähle gebracht. Nachdem alsdann das sämtliche, verzinkte Eisenzeug eingebracht und die Spundwandramme die betreffende Roststrecke überschritten hatte, wurden die Belagsbohlen aufgebracht und genagelt.

Die sämtlichen verwendeten Pfähle und Hölzer bestanden aus Kiefernholz, nur ganz vereinzelt kam zu den Querholmen und Längsschwellen auch pitch pine zur Verwendung.

Die Gründung der auf Beton erbauten Kaimauern am Weserstrom wurde, nachdem zuvor die Baugruben durch einen Schwimmbagger bis auf — 8,0 Bremer Pegel ausgehoben waren, im Mai 1887 in Angriff genommen. Das Eintreiben der Spundwände wurde mittels zweier direkt wirkender, bei der Ausführung des Pfahlrostes frei gewordener Dampfrahmen, welche auf je 2 Baggerprähme gestellt waren, ausgeführt, zunächst an der nördlichen und alsdann an der südlichen Seite und ohne Schwierigkeiten oder besondere Vorfälle, wenn als solcher nicht etwa das Untergehen einer Ramme bezeichnet werden soll, im Oktober desselben Jahres vollendet.

Sobald eine Strecke von etwa 50<sup>m</sup> der Baugrube von vergurteten und durch Ankerbolzen mit einander verbundenen Spundwänden eingefasst war, begann am 2. Juli 1887 das Einbringen des Betons mit Hülfe des auf Bl. 10 Fig. 13 u. 14 dargestellten Versenkungsgerüsts, welches sich auf einer auf den Spundwänden ruhenden Fahrbahn bewegte und mit Hülfe der drehbaren Ausleger, an welchen die bekannten Versenkästen hingen, die Ausführung einer mit 1:3 nach vorn geneigten Lagenschüttung gestattete.

Der zur Verwendung gekommene Beton war Trassbeton, bestehend aus 1 Raumtheil Mörtel von der

Mischung 1 Theil hydraulischer Staubkalk, 1 Theil Trassmehl und 1 Theil Sand, und 2 Raumtheile Schotter, bestehend in einer sehr schweren Hochofenschlacke.

Die Herstellung des Betons, von dem rund 20 000 <sup>cbm</sup> einzubringen waren, wurde durch Maschinen, 2 Mörtelmulden und 2 Betontrommeln bewirkt, deren Anordnung in Fig. 10 auf Bl. 10 im Querschnitt dargestellt ist. Die Leistung pro 10 Arbeitsstunden des in Fig. 13 u. 14 dargestellten Gerüsts, welches übrigens während der Gründung der südlichen Kaimauer noch durch einen Dampfdruckkrahnen unterstützt wurde, betrug im Mittel rund 80 <sup>cbm</sup> Beton.

Die Entfernung der vor der 7,0 m hohen Betonböschung sich ablagernden, bedeutenden Schlammmassen, worauf dauernd besonderes Gewicht gelegt wurde, verursachte zuweilen Störungen in dem Betriebe, zumal bei der bedeutenden Tiefe diese Arbeit meistens nur mit Hülfe von Sackbaggern und nicht mit Pumpen ausgeführt werden konnte.

Die ganze Betonirung wurde, nachdem etwa 4 1/2 Monate hindurch auch während der Nächte der Betrieb bei elektrischer Beleuchtung im Gange gehalten war, im Herbst 1887 am 16. December vollendet, sodass bis zum Frühjahr eine genügende Zeit für die Erhärtung des Betonbettes gegeben war, um dann gleich, sobald der Wasserstand in der Weser es gestattete, mit der Aufmauerung beginnen zu können. Die Ausführung auch dieser Gründungsarbeiten für die Kaimauern ist ebenfalls von dem Unternehmer der Erdarbeiten, Herrn C. Vering in Hannover, bewirkt worden.

### c. Mauer- und Betonirungsarbeiten für die Kaimauern, einschliesslich Ausrüstung der Mauern.

Die Ausführung dieser Arbeiten, bei denen es sich um rund 85 000 <sup>cbm</sup> Mauerwerk und rund 25 000 <sup>cbm</sup> Sandbeton sowie um die Anlage von 9 Treppen, 61 Schiffsleitern und das Aufstellen von 360 Streichpfählen und 70 Reibhölzern handelte, gelangte nach Herstellung der sicheren Fundamente ohne wesentliche Schwierigkeiten und theilweise in eigenthümlicher Art und Weise zur Durchführung.

Besondere Aufmerksamkeit musste nämlich dem Füllen der in dem Ziegelmauerwerk ausgesparten Kästen mit magerem Sandbeton (1 Raumtheil Portland-Cement und 10 Raumtheile grobkörnigen Sand) zugewendet werden, weil es sich darum handelte, die zweckmässigste Art der Behandlung bei der Herstellung sowie bei und nach dem Einbringen dieses unter ähnlichen Verhältnissen noch nicht in gleichem Mafsstabe verwendeten Materials ausfindig zu machen. Durch bereits vorher angestellte Versuche war festgestellt, dass die Güte des Betons, abgesehen von den zur Herstellung verwendeten Materialien, ganz besonders von einem kräftigen Stampfen desselben sowie einer nachherigen reichlichen und dauernden Wasserzuführung abhängig sei.

Demzufolge war in die Bedingungen für die Ausführung dieser Arbeiten die Vorschrift gesetzt, dass das Stampfen des Sandbetons nicht mit gewöhnlichen Handstampfen, mit denen auch bei der peinlichsten Aufsicht nur schwer eine gleichmässige Bearbeitung des Materials zu erreichen ist, geschehen solle, sondern vermittels einer zu diesem Zwecke besonders einzurichtenden maschinellen Vorkehrung.

Eine solche Betonstampfmaschine wurde von dem Unternehmer Vering, der auch die Ausführung dieser Mauer- und Betonirungsarbeiten bewirkte, konstruirt und hat sich durchaus bewährt.

Dieselbe ist auf Blatt 10 in Figur 15 in Vorder- und Seitenansicht dargestellt und besteht aus einem auf einem Gleise laufenden Gerüste, in dem drei Stampfen mit wellenförmigen, unteren Flächen neben einander hängen, welche vermittels eines durch 4 Mann zu bedienenden Windwerkes (versehen mit Hebelverbindungen, Mitnahmescheiben und Ausrückvorrichtungen) 0,30 m von der Betonoberfläche abgehoben werden und dann kurz hinter einander frei herabfallen. Das Fallgewicht dieser Stampfen betrug 60 bis 120 <sup>kg</sup> bei 0,2 bis 0,4 <sup>qm</sup> Grundfläche. Durch eine entsprechende Verbindung des Windwerkes mit einer Laufachse des Gerüsts wurde ferner nach jedesmaligem Anheben und Fallen der drei Stampfen eine Vorwärtsbewegung des ganzen Gerüsts vermittels Einrückens einer der beiden vorhandenen Sperrklinken (die eine für Vorwärts-, die zweite für Rückwärtsbewegung) bewirkt, welche bei einer Breite der Stampfen von 40 <sup>cm</sup> etwa nur 35 <sup>cm</sup> betrug.

Die untere wellenförmig hergestellte Fläche der Stampfen war das Ergebnis längerer Versuche, die darauf ausgingen, den zuerst bei Anwendung von Stampfen mit unterer ebener Fläche auftretenden Uebelstand, dass der Beton beim Herabfallen derselben seitwärts auswich und nur wenig verdichtet wurde, zu beseitigen, was auch bei der wellenförmigen Form und bei nur geringem Wasserzusatz während der Mischung des Betons vollständig erreicht wurde.

Der Hergang beim Einbringen dieses Sandbetons war folgender:

Der mit Hülfe einer kleinen, durch eine Lokomotive betriebenen Mischtrommel hergestellte Sandbeton wurde mit kleinen, auf Gleisen laufenden Hundewagen in die ausgesparten Kästen gebracht und in denselben durch einen Arbeiter gleichmässig vertheilt, sodass eine Lage von rund 30 <sup>cm</sup> Stärke hergestellt werden konnte. Alsdann ging die vorbeschriebene Stampfmaschine fünf Mal in beiden Richtungen, also zusammen 10 Mal über den Kasten weg, wodurch die vorher 30 <sup>cm</sup> starke Lage auf etwa 25 <sup>cm</sup> zusammengepresst wurde. Während dieser Zeit war alsdann in die benachbarte Aussparung eine neue Lage eingebracht, deren weitere Bearbeitung die Stampfmaschine sofort vornehmen konnte, sodass also für Misch- und Stampfmaschine ein ununterbrochener Betrieb erhalten wurde. Sobald ein Kasten bis zur Höhe von 1 Ziegelschicht

unter der Oberkante des hergestellten Ziegelmauerwerks mit Sandbeton ausgestampft war, wurden die Thäler der wellenförmigen Oberfläche sofort mit dem gleichen Material ausgefüllt und die ganze Oberfläche nochmal mit kleinen Handstampfen bearbeitet und abgeglichen. Alsdann blieb der so gefüllte Kasten ohne weitere Behandlung 24 Stunden stehen und erst hierauf wurde Wasser auf denselben gepumpt und etwa acht Tage hindurch dauernd auf demselben erhalten, wonach endlich mit der Uebermauerung und weiteren Hochführung der Mauer vorgegangen wurde. Eine sogleich nach der Fertigstellung der Kästen vorgenommene Zuführung von Wasser zeigte den Nachtheil, dass das eindringende Wasser den Cement aus der oberen Lage mit nach unten nahm und daher der Beton an der Oberfläche nur ganz geringe Festigkeit erlangte. Durch die deshalb eingerichtete Pause von 24 Stunden, während welcher der Cement sich bereits fest mit den Sandkörnern verband, wurde dieser Uebelstand vollständig beseitigt und bei der Massenherstellung ein Material erzielt, welches in Rücksicht auf Festigkeit der eines mittelmäßigen Sandsteins nicht nachsteht, wie verschiedene aus der Mauer herausgehauene und aufbewahrte Blöcke zeigten. Die mittlere Leistung einer Mischtrommel und Stampfmaschine betrug in 10 Arbeitsstunden 3 Kästen, mit zusammen rund 40 <sup>cbm</sup> Sandbeton.

Die Ausführung dieser Mauer- und Betonierungsarbeiten wurde im März 1886 in Angriff genommen und zwar an der südlichen Seite bei Station VI + 40, an welcher Stelle auch die Gründungsarbeiten begonnen hatten und folgten diesen letzteren Arbeiten auf den Strecken, auf welchen die Mauer auf Pfahlrost gegründet ist, bewegten sich also von der Anfangsstelle durch die östliche und nördliche Baugrube zurück in die südliche.

Die Ausführung des Mauerwerks geschah wegen der beiden über einander angeordneten mit Sandbeton auszufüllenden Aussparungen in drei Staffeln, die einander in Entfernungen von rund 200 m folgten.

Die erforderlichen Ziegelsteine waren, wie Bl. 10 Fig. 6 zeigt, längs der Baugrube aufgestapelt und zwischen denselben in Entfernungen von etwa 300 m Cementschuppen errichtet. Der Sand zum Mörtel und Beton wurde bei Aushebung der Baugruben und des Hafenbeckens in bester Beschaffenheit und ausreichender Masse gewonnen und je nach Bedürfnis an den betreffenden Verbrauchsstellen ausgesetzt.

Das Mischen des aus 1 Raumtheil Portland-Cement und 3 Raumtheilen Sand hergestellten Mörtels wurde in gewöhnlichen Bänken durch Arbeiter bewirkt.

Die sämtlichen auf Pfahlrost gegründeten Kaimauerstrecken wurden bis Herbst 1887 vollendet und darauf im Sommer 1888, weil erst im Mai dieses Jahres das Wasser in der Weser genügend fiel, mit dem Hochmauern der auf Beton gegründeten Mauerstrecken begonnen. Die Durchführung dieser letzteren Arbeit wurde jedoch durch die wiederholt auftretenden und

lange andauernden, hohen Wasserstände sehr gestört, sodass ihrer Fertigstellung erst im Spätherbste dieses Jahres entgegen gesehen werden kann.

Die ganzen Kaimauerstrecken, soweit dieselben nicht unmittelbar am Weserstrom liegen, sind mit Ziegelsteinen in Normalformat (mit geringen Ausnahmen sämtlich aus der Dampf- und Ringofenziegelei in Gerdt bei Homberg am Rhein bezogen) verblendet, während zur Verblendung der Strecken am Weserstrom an der nördlichen Seite ein Kohlensandstein von Ibbenbüren und an der südlichen Mole der bekannte Porta-Sandstein zur Verwendung gelangt ist.

Die obere Abdeckung der Mauern ist an der nördlichen Seite in nordischem Granit und an der südlichen Seite in rheinischer Basaltlava ausgeführt, welches letzteres Material außerdem auch zu den Stufen der Treppen, zur Verblendung der Treppen- und Leiternischen-Ecken sowie für die Schiffsringsteine in der Mauer ausgedehnte Verwendung gefunden hat.

Das Verhalten der Mauern ist während der Ausführung und namentlich auch während der Hinterfüllung einer dauernden Beobachtung unterzogen und hat sich bei derselben die völlige Standsicherheit der Fundamente bestätigt. Es war deshalb eine auffällige Erscheinung, als zuerst im Winter des Jahres 1886/87 bei Eintritt von Frostwetter an verschiedenen Stellen der bis dahin ausgeführten Mauerstrecken quer durch die Mauer gehende Risse auftraten, welche sich mit stärker werdendem Froste langsam erweiterten. Da die angestellten Messungen ergaben, dass weder ein Setzen der Fundamente noch auch ein Kippen der Mauer stattgefunden hatte, so blieb nur die Erklärung übrig, dass die Risse Folgen der durch Wärmeunterschiede veranlassten Spannungen seien.

Diese Erklärung hat durch die späteren Beobachtungen ihre volle Bestätigung gefunden. Zunächst wurde nämlich festgestellt, dass nur in denjenigen Mauerstrecken, welche in der wärmeren Jahreszeit ausgeführt waren, sich Risse bildeten und dass dort, wo die einzelnen Mauerstaffeln in verschiedenen Jahreszeiten hergestellt waren, die Rissebildung sich auf die in der wärmeren Jahreszeit gemauerten Staffeln beschränkte; sodann konnte erwiesen werden, dass mit wachsender Kälte eine dauernde Erweiterung und mit dem Eintreten von Thauwetter ein allmähliches Schließen der Risse eintrat und schließlicly wurde dargethan, dass überall, wo Risse sich zeigten, eine Querschnittsverengung (an Treppen, Leiternischen usw.), mithin eine gegen Zugbeanspruchung schwache Stelle vorhanden war. Auch ist es gewiss kein Zufall, dass die Risse fast ausnahmslos in solchen Strecken auftraten, welche noch nicht hinterfüllt, mithin Temperatureinflüssen in erhöhtem Maße ausgesetzt waren.

Nach dem Gesetze der Ausdehnung der Körper durch die Wärme und der Zusammenziehung durch die Kälte musste natürlich bei den im Sommer hergestellten Theilen das Bestreben eintreten, sich bei Kälte zusammen zu ziehen und umgekehrt, bei den in

der kalten Jahreszeit hergestellten Theilen das Bestreben, bei warmer Witterung sich auszudehnen. Dass durch das letztere Bestreben nachtheilige Erscheinungen nicht hervorgerufen worden sind, erklärt sich einerseits aus der größeren Widerstandskraft, welche Mauerwerk gegen Beanspruchung auf Druck besitzt und andererseits aus dem Umstande, dass bei stärkerer Kälte naturgemäß überhaupt nicht gemauert wurde. Dagegen ist es bei der ungewöhnlich großen Längenausdehnung der Mauer und bei der Unmöglichkeit, dass sich dieselbe mit oder auf dem feststehenden Pfahlrost frei bewegen konnte, sehr erklärlich, dass sie in gewissen Abständen und zwar zunächst an den schwächeren Stellen zerreißen musste.

Die im Winter 1886/87 entstandenen 9 Risse haben sich im Frühjahr 1887 sämmtlich bis auf feine Haarrisse geschlossen. Im Winter 1887/88 öffneten sie sich wieder und zeigten das frühere Verhalten; dasselbe thaten 4 neue Risse, welche sich in den inzwischen neu aufgeführten Mauerstrecken bildeten, und ebenso eine Anzahl künstlicher Schlitzlöcher, welche in den letztgenannten Strecken behufs Vermeidung späterer willkürlicher Rissebildung angelegt waren. Bei den meisten Rissen hat die größte Ausdehnung das Maß von 4 Millimetern nicht überschritten und nur bei zweien den Höchstbetrag von 7,5 Millimetern erreicht.

Auf die Standsicherheit der Mauer sind die Frostrisse ohne allen Einfluss geblieben, denn nicht die geringste Bewegung der gerissenen Mauertheile in senkrechter Richtung noch auch ein Ueberneigen einzelner Theile nach der Wasserseite hin hat sich nachweisen lassen, trotzdem der Wasserspiegel vor der voll hinterfüllten Mauer monatelang bis nahezu auf 3,5 m unter Bremer Null gesenkt worden ist, eine Probe, welche die Mauer in Zukunft voraussichtlich niemals wieder zu bestehen haben wird.

Wenn hiernach die Frostrisse in dem unteren Theile der Mauer unschädlich sind, so können dieselben in dem oberen Theile, wo der Kanal zur Aufnahme der verschiedenen Kraft-Leitungen liegt, insofern störend wirken, als sie bei hohen Wasserständen Veranlassung zu Ueberschwemmungen dieses Kanals bieten. Um dies mit Sicherheit zu verhüten, ist an den Rissstellen ein Rahmen mit stopfbüchsenartiger Dichtung angebracht, welcher den Kanal wasserdicht umschließt und der Mauer beliebige Bewegungen gestattet.

Die Ausrüstung der Mauern bietet mit Ausnahme des Aufstellens der Streichpfähle, welche in Entfernungen von 10 m vor den ganzen, auf Pfahlrost gegründeten Kaimauerstrecken außer der östlichen Stirnmauer angeordnet wurden, zu besonderen Bemerkungen keinen Anlass.

Zum Aufstellen und Eintreiben der 15 m langen, kiefern Streichpfähle wurde der für den Hafen bereits beschaffte, schwimmende Dampfkrahn benutzt. Mit Hülfe desselben war es leicht, zunächst jeden Pfahl vor der fertigen Kaimauer aufzurichten und vorschriftsmäßig vor die bereits eingemauerten Lagerhölzer zu bringen.

Sobald dieses geschehen und der Schiffskörper des Krahns mittelst zweier Vordertrossen fest gegen den Pfahl geholt war, wurden zwei 10 m lange Spülrohre zu beiden Seiten des Pfahls in den Boden geführt, denen von der an Bord befindlichen, zu Feuerlöschzwecken vorgesehenen Dampfpumpe pro Minute bis zu 1200 l Wasser zugeleitet wurden. Diese kräftige Spülung unter gleichzeitiger Ausführung kleiner Drehungen des Pfahls genügte häufig allein, denselben ohne Schwierigkeit bis zur vorschriftsmäßigen Tiefe — 9,0 Bremer Pegel, also etwa 2,0 m in den Boden zu treiben. Der Umstand aber, dass der Streichpfahl die beiden vordersten Reihen Schrägpfähle des Rostes kreuzen musste, forderte oft, wenn der Zwischenraum zwischen den Schrägpfählen knapp war, außer der Spülung auch noch eine kräftige Belastung des Pfahls, welche letztere vermittels der an Deck des Schwimmkrahn befindlichen Spills durch einen zwischen Pfahlkopf und Schiffskörper eingeschalteten Flaschenzug leicht geschaffen und zur Wirkung gebracht werden konnte.

Auf diese Weise gelang es pro Tag durchschnittlich 4 Stück Streichpfähle einzutreiben, während die größte Tagesleistung 8 Pfähle betrug.

Nach dem Aufstellen wurden die Pfähle alsdann durch eiserne Bügel mit den, durch die bereits eingemauerten Lagerhölzer greifenden Ankerbolzen verbunden, sowie mit den in zwei Höhen angeordneten Knaggen zur Abweisung der Fahrzeuge versehen. Endlich wurde auf das über die Deckplatte hinausragende Ende des Pfahls eine gusseiserne Haube aufgebracht, welche eine Ausnutzung desselben als Poller gestattet.

#### d. Materialien - Transport.

Die sehr bedeutenden Mengen an Baumaterialien, welche für die Bauausführungen in verhältnismäßig kurzer Zeit herbeigeschafft werden mussten, machten die Herstellung besonderer Anlagen für das Ausladen und den Transport derselben nach den Lagerplätzen nothwendig.

Im ersten Baujahre, etwa bis Mitte April 1886, trafen fast sämmtliche Materialien auf dem Wasserwege ein, während vom 19. April 1886 ab, nach Herstellung einer Gleisverbindung zwischen der Baustelle und dem Staatsbahnhofe durch vorläufigen Anschluss an die Weserbahn, zum besonderen Vortheil der ganzen Materialien-Beschaffungen, bedeutende Mengen durch die Eisenbahnen herbeigeschafft wurden.

Die Ausführung dieser gesammten Löschan- und Transport-Arbeiten einschließlic Beschaffung und Herstellung der dazu erforderlichen Vorkehrungen ist, soweit dabei der Wassertransport in Frage kam, ausschließlich vom Unternehmer C. Vering bewirkt.

Das Löschen der auf dem Wasserwege eintreffenden Materialien geschah in dem bereits vorhandenen Winterhafen (vergl. Bl. 10 Fig. 6), an dessen südlichem Ufer zu diesem Zwecke eine etwa 80 m lange Löschrücke erbaut und außerdem ein Dampfkrahn und ein Handkrahn aufgestellt waren, von denen aus schmalspurige

Gleise-Verbindungen von etwa 21 km Länge über die ganze Baustelle führten.

Die Verbindung mit der Hauptbahn war bauseitig bewirkt und wurde das normalspurige Gleisenetz im Laufe der einzelnen Baujahre dem Bedürfnisse entsprechend allmählich erweitert.

Die mit den vorerwähnten Hilfsmitteln ausgeladenen und transportirten Massen haben im Ganzen betragen:

a. Materialien, welche auf dem Wasserwege eintrafen: 40 Millionen Ziegelsteine, 1200<sup>cbm</sup> Werksteine, 5000<sup>cbm</sup> Pflastersteine, 11 000<sup>cbm</sup> Kanthölzer und 29 000 Stück Rammfähle;

b. Materialien, welche auf der Eisenbahn eintrafen: 12 Millionen Ziegelsteine, 2000<sup>cbm</sup> Werksteine, 10000<sup>cbm</sup> Pflastersteine, 4000<sup>ts</sup> Trassmehl, 1500<sup>cbm</sup> Kalk, 18000<sup>cbm</sup> Betonschotter, 150 000 Fass Cement, 7000<sup>ts</sup> Eisentheile, 9000<sup>cbm</sup> Kanthölzer und 2000 Stück Rammfähle.

Das Löschen und Transportiren dieser Baumaterialien geschah während der ganzen Bauzeit zum großen Theile auch während der Nacht. Es war ersteres zur Bewältigung der großen Massen nothwendig und zwar namentlich während des ersten Baujahres, in welchem hauptsächlich die Materialien für die Kaimauern, als Rammfähle, Kanthölzer und Ziegelsteine, eintrafen.

#### e. Kosten.

Nach dem der Bürgerschaft unter dem 6. März 1885 vorgelegten Kostenanschlage für die durch den Zollanschluss erforderlich werdenden Arbeiten war zur Ausführung der vorbeschriebenen, auf die Stadt Bremen sich beschränkenden Anlagen im Ganzen ein Geldbetrag von 32 000 000 *M* erforderlich, welcher sich auf die einzelnen Titel des Anschlags folgendermaßen vertheilt:

#### A. Umgrenzung und Einrichtung des zollabgeschlossenen Bezirks.

Tit. I. Grunderwerb .....	<i>M</i> 2 196 000,
„ II. Erdarbeiten .....	„ 2 669 100,
„ III. Ufermauern .....	„ 6 912 000,
„ IV. Speicher und Schuppen .....	„ 10 734 600,
„ V. Strafsenanlagen .....	„ 2 130 000,
„ VI. Gleisanlagen .....	„ 1 750 000,
„ VII. Verschiedenes .....	„ 4 608 300,
	<i>M</i> 31 000 000,

B. Zollgebäude .....	„ 1 000 000,
	<i>M</i> 32 000 000.

Gegen die veranschlagten Summen ist zunächst insofern eine wesentliche Ersparnis eingetreten, als von den in Aussicht genommenen Speichern für's Erste nur ein Theil zur Ausführung gekommen ist, in Folge dessen auch die Gleis- und maschinellen Anlagen eine vorläufige Einschränkung erfahren konnten. Der hierdurch und zum Theil auch durch eine Beschränkung der Höhe der zur Ausführung gekommenen Speicher bewirkte Minderbedarf beziffert sich auf insgesamt rund 8 000 000 *M*. Außerdem ist eine wirkliche Ersparnis von

etwa 1 800 000 *M* beim Bau der Ufermauern und bei den Erdarbeiten eingetreten. Dagegen haben sich die Grunderwerbskosten in Folge nachträglich beschlossener Erweiterungen des Freibezirks und die Kosten für Herstellung von Strafsenanlagen durch später ins Auge gefasste Durchbrüche nach der Altstadt hin um zusammen rund 2 000 000 *M* erhöht und ist bei den Schuppen, welche nach der neuen Platzvertheilung übrigens einen den anschlagsmäßigen erheblich überschreitenden Gesamtflächenraum erhalten — veranlasst durch die vom Handelsstande und der Zollverwaltung geforderten besonderen Anlagen — eine Ueberschreitung von 260 000 *M* nothwendig geworden.

Die Gesamtkosten der bis zum Oktober 1888 zur Ausführung gelangten Bauten stellen sich demnach auf rund 24 500 000 *M*.

Die der Zukunft vorbehaltenen Speicher- und Schuppenbauten, welche im Lageplan Blatt 2 durch hellere Schraffirung kenntlich gemacht sind, werden mit den zugehörigen maschinellen und Verkehrs-Anlagen einen weiteren Kostenaufwand von ungefähr 7 500 000 *M* erfordern, so dass der vollständige Ausbau des Freibezirks — trotzdem der ursprüngliche Entwurf die oben erwähnten Erweiterungen erfahren hat — in Folge der eingetretenen Ersparungen doch ungefähr gerade für die Anschlagssumme von 32 Millionen Mark sich wird bewirken lassen.

## 8) Verwaltung und Betrieb.

Der neue Hafen ist durch die nur vorübergehend eingesetzte Deputation für den Zollanschluss ausgeführt, wird aber demnächst, wie die übrigen Bremischen Häfen, durch die Deputation für Häfen und Eisenbahnen verwaltet. Zu dieser gehören die oberen technischen Beamten, sowie ihr auch die sämtlichen sonstigen Verwaltungsorgane unterstellt sind, welche im Dienste oder Auftrage des Bremischen Staates den Betrieb ausüben. Hierzu gehören zunächst namentlich ein Hafenmeister, ein Eisenbahnstationsvorsteher und ein Maschinenmeister mit ihrem Hülfspersonal.

Der Eisenbahnbetrieb im Hafen ist auf den eigentlichen Rangirdienst daselbst beschränkt, zu welchem Zwecke die nöthigen Rangirlokomotiven usw. gehalten werden. Dagegen werden kraft eines besonderen, zwischen Bremen und der Königl. Preussischen Eisenbahndirektion zu Hannover abgeschlossenen Vertrages die formirten Züge vom Hafen zum Hauptbahnhofe sowie umgekehrt durch die preussische Bahnverwaltung geschafft. (S. hierüber auch unter 3b Strafsen und Gleise.)

Abgesehen von dem Betriebe der Holzschuppen und etwa einigen untergeordneten Theilen des Hafens wird der ganze übrige Lösch- und Ladebetrieb einschließlic der Arbeiten in den Schuppen und Speichern durch die i. J. 1877 gebildete „Lagerhaus-Gesellschaft“ ausgeübt, welche hierzu auf Grund eines

besondern Miethsvertrages vom Bremer Staat als betriebsführende Verwaltung unter Staatsaufsicht eingesetzt worden ist. Die Vortheile dieses Verfahrens kommen sowohl dem Handel als auch dem Staate selbst zu Gute. Namentlich ist es für alle kleineren Geschäfte vortheilhaft, nicht für alle Fälle gemiethete Räume bereit halten zu müssen, welche zeitweilig wenig oder gar nicht benutzt werden würden, vielmehr Gelegenheit zu haben ihre Güter jederzeit gegen Entrichtung einer nach Menge und Lagerzeit zu bestimmenden Gebühr unterzubringen. Auf diese Weise werden aber auch die vom Staate hergestellten Räume am intensivsten ausgenutzt und überflüssige Gebäude vermieden. Ebenso und vielleicht noch mehr wird an Personal (Lagermeister und Küper usw.) gespart, wenn der fragliche Betrieb in einer Hand liegt.

Den ganzen Betrieb aber staatsseitig zu führen, wird in einer Handelsstadt stets und auch mit Recht wenig Anklang finden, namentlich weil die Beamten einer Gesellschaft im Interesse des Handels zeitweilig weniger streng die etwaigen Vorschriften beachten dürfen, als dies von Staatsbeamten verlangt und erwartet werden kann.

Mit der Betriebsführung durch eine einzige Hand ist ferner ermöglicht, dass Güter ohne Platzveränderung von einem Besitzer an einen anderen gelangen können, dass Lagerscheine und sog. Warrants, als hypothekarisch gesicherte Pfandscheine, auf eingelagerte Güter ausgestellt werden können, wodurch erfahrungsmäßig dem Handel eine bedeutende Erleichterung erwächst. Es können dadurch z. B. binnenländische Kaufleute und Fabrikanten ihre in Bremen gekauften Waaren, bis sie dieselben gebrauchen, im zollfreien Lager bei mäßigen Lagerspesen liegen lassen und zu niedrigerem Zinsfusse Vorschüsse auf sie erhalten.

Die vertragsmäßigen Bestimmungen zwischen Staat und Lagerhausgesellschaft bestehen im Wesentlichen darin, dass letztere die Kosten der ihr überwiesenen Objekte, jedoch mit Ausnahme der für das Hafengebäude, die Kaimauern, die Strafsen-Gleise usw. verausgabten Summen, dem Staat zu 4 Prozent verzinst, sodann von dem etwaigen Ueberschusse der Betriebseinnahmen über die Betriebsausgaben zunächst 2 Prozent (jedoch nicht über 15 000  $\mathcal{M}$ ) als Tantieme für ihre Beamten erhält, und von dem Restbetrage des Ueberschusses nur ein Viertel für sich behält und drei Viertel dem Staat zuweist.

Zu den Betriebsausgaben gehören Gehalte, Löhne und Bureaunkosten, sowie Unterhaltung, Wartung und theilweise Erneuerung der überwiesenen baulichen und maschinellen Objekte und die Kosten des in und mit diesen zu leistenden Betriebes einschließlic des Eisenbahnrangirbetriebes.

Die Betriebseinnahmen sind durch einen zunächst nur provisorisch festgestellten Tarif geregelt, aus welchem nur folgende hauptsächlichste Angaben Platz finden mögen.

\* \* \*

## Auszug aus dem Tarif für die Benutzung der Verkehrs-Anstalten und Lagereinrichtungen im Freibeizirk.

### I. Güter, welche zu Schiff ankommen.

- 1) Wenn die Güter zu Schiff wieder verladen werden..... 14  $\mathcal{S}$  für 100 kg
- 2) Wenn die Güter mit der Eisenbahn verladen werden..... 10  $\mathcal{S}$  für 100 kg.  
Für Schafwolle, sowie für amerikanische Baumwolle, wird ein Zuschlag von 2  $\mathcal{S}$  für 100 kg, für Taback in Fässern ein Zuschlag von 3  $\mathcal{S}$  für 100 kg erhoben.
- 3) Wenn die Güter zur Abfuhr bestimmt sind 8  $\mathcal{S}$  für 100 kg.  
Bleiben diese Güter länger als 6 Arbeitstage im Schuppen liegen, ohne dass sie abgenommen oder bei der Verwaltung zur Lagerung angemeldet sind, so wird dafür eine außerordentliche Lagermiethe von 4  $\mathcal{S}$  für 100 kg und für den Tag erhoben.

### II. Güter, welche mit der Eisenbahn ankommen.

- 1) Wenn die Güter zu Schiff verladen werden 10  $\mathcal{S}$  für 100 kg.  
Bleiben diese Güter länger als 12 Arbeitstage im Schuppen liegen usw., so wird dafür eine außerordentliche Lagermiethe von 2  $\mathcal{S}$  für 100 kg und für den Tag erhoben.
- 2) Wenn die Güter in einem Schuppen ausgeladen werden und
  - a. zur Abfuhr bestimmt sind..... 6  $\mathcal{S}$  für 100 kg,
  - b. mit der Eisenbahn weiter befördert werden sollen .....10  $\mathcal{S}$  für 100 kg.  
Für Schafwolle sowie für amerikanische Baumwolle wird ein Zuschlag von 2  $\mathcal{S}$  für 100 kg und für Taback in Fässern ein Zuschlag von 3  $\mathcal{S}$  für 100 kg erhoben.  
Bleiben diese Güter länger als 3 Arbeitstage im Schuppen liegen usw., so wird dafür eine außerordentliche Lagermiethe von 4  $\mathcal{S}$  für 100 kg und für den Tag erhoben.
- 3) Wenn die Güter von dem Produktengleise abgefahren werden und die Abladung durch den Empfänger bewirkt wird.....4  $\mathcal{S}$  für 100 kg.  
Geschieht die Abladung durch die Verwaltung, so werden erhoben, wenn die Güter:
  - a. vom Eisenbahnwagen direkt auf das Fuhrwerk abgeladen werden .....10  $\mathcal{S}$  für 100 kg
  - b. vom Eisenbahnwagen erst abgeladen und später auf das Fuhrwerk geladen werden.....14  $\mathcal{S}$  für 100 kg.
- 4) Wenn die Güter im Freien
  - a. direkt vom Eisenbahnwagen ins Schiff abgesetzt werden .....10  $\mathcal{S}$  für 100 kg.
  - b. erst vom Eisenbahnwagen abgeladen und später ins Schiff abgesetzt werden .....12  $\mathcal{S}$  für 100 kg.
- 5) Für das Absetzen von Steinkohlen und Coaks, für welche die Schüttvorrichtung nicht benutzt werden kann (exclusive Stürzen und Trimmen) ist zu entrichten.....6  $\mathcal{S}$  für 100 kg.

### III. Güter, welche in den Lösch- und Ladeschuppen mittels Fuhrwerks angeliefert werden.

- 1) Wenn die Güter zu Schiff verladen werden...8  $\mathcal{S}$  für 100 kg.
- 2) Wenn die Güter in einen Schuppen gebracht und mit der Eisenbahn verladen werden.....8  $\mathcal{S}$  für 100 kg.  
Für Schafwolle sowie für amerikanische Baumwolle wird ein Zuschlag von 2  $\mathcal{S}$  für 100 kg und für Taback in Fässern ein Zuschlag von 3  $\mathcal{S}$  für 100 kg erhoben.

### IV. Anderweitige Leistungen und Ausnahmestimmungen.

- 1) Für Uebersetzen von Gütern mittels Krahn aus einem Schiffe in das andere werden erhoben 12  $\mathcal{S}$  für 100 kg.
- 2) Für Auf-, Ab- oder Uebersetzen schwerer Güter wird außer der tarifmäßigen Gebühr ein Zuschlag erhoben, welcher beträgt für Lasten

von 3 500 bis 4 500 kg .....	M 10	} mittels Schwimmkrans.
" 4 500 " 10 000 " .....	" 30	
" 10 000 " 15 000 " .....	" 60	
" 15 000 " 20 000 " .....	" 100	
" 20 000 " 25 000 " .....	" 200	
" 25 000 " 30 000 " .....	" 400	
" 30 000 " 35 000 " .....	" 600	
" 35 000 " 40 000 " .....	" 800	

- 3) Für das Verwiegen
  - a. von gewöhnlichen Stückgütern wird erhoben 6 *Sf* für 100 kg,
  - b. von Kollis über 1500 kg Gewicht.....15 " " 100 "
- 4) Für Benutzung der Brückenwaagen wird erhoben
  - a) für 1 ganzen Tag... .. M 2,50,
  - b) für 1 halben Tag oder weniger .... " 1,25.
- 5) Für Transport von Gütern von einem Schuppen zum anderen werden erhoben..... 10 *Sf* für 100 kg.
- 6) Für Benutzung der Schüttvorrichtung für Kohlen und Coaks wird eine Gebühr erhoben von..... 2 *Sf* für 100 kg.

VI. Transport der Waaren von den Lösch- und Ladeschuppen nach den Speichern oder umgekehrt.

Für die Güterbewegung zwischen den Lösch- und Ladeschuppen Nr. 2, 4 und 3 und den dahinter gelegenen Speichern Nr. 2, 4 und 1 und umgekehrt sollen die in der Fahrstraße aufgestellten hydraulischen Krähne dienen. Ebenso sollen diese Krähne die mit der Bahn oder Fuhre ankommenden oder abgehenden Güter, soweit solche in die Speicher oder aus den Speichern geschafft werden sollen, heben oder herunterlassen. Für diese Bewegung wird eine Gebühr von 4 *Sf* für 100 kg erhoben.

Die Gebühr für Benutzung der Hebevorrichtungen in den Speichern beträgt für

Heben..... 2 *Sf* für 100 kg,  
Herunterlassen .... 2 " " 100 "

Güter, welche aus anderen als den vor den betreffenden Speichern liegenden Lösch- und Ladeschuppen in den Speichern gelagert werden sollen, sind durch die Miether der betreffenden Räume auf ihre Kosten mittels Fuhrwerks hinzuschaffen, ebenso umgekehrt u. s. w.

Sollen diese Transporte durch die Verwaltung ausgeführt werden, so werden erhoben.....10 *Sf* für 100 kg.





# Unterweser - Korrektion von Bremen bis Bremerhaven.

Fig. 1. Lageplan.  
1:100000.

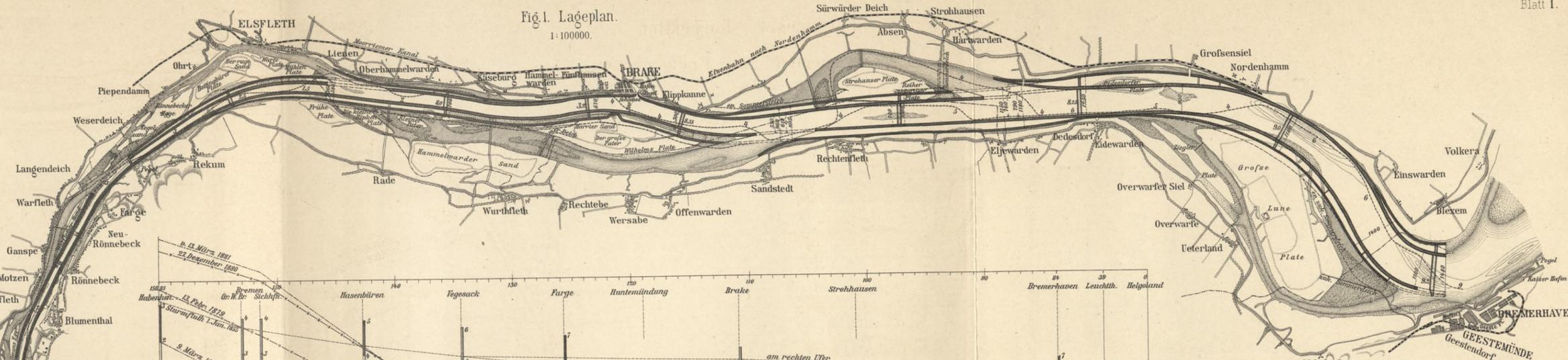


Fig. 4  
Profile nach der Korrektion.

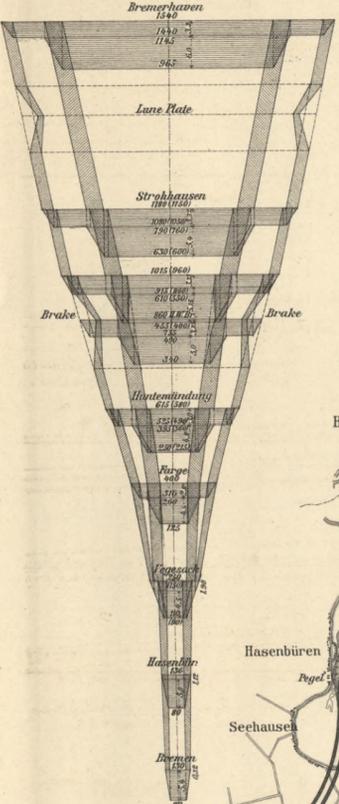


Fig. 2.  
Längenprofil des Fluthgebietes  
der Weser.

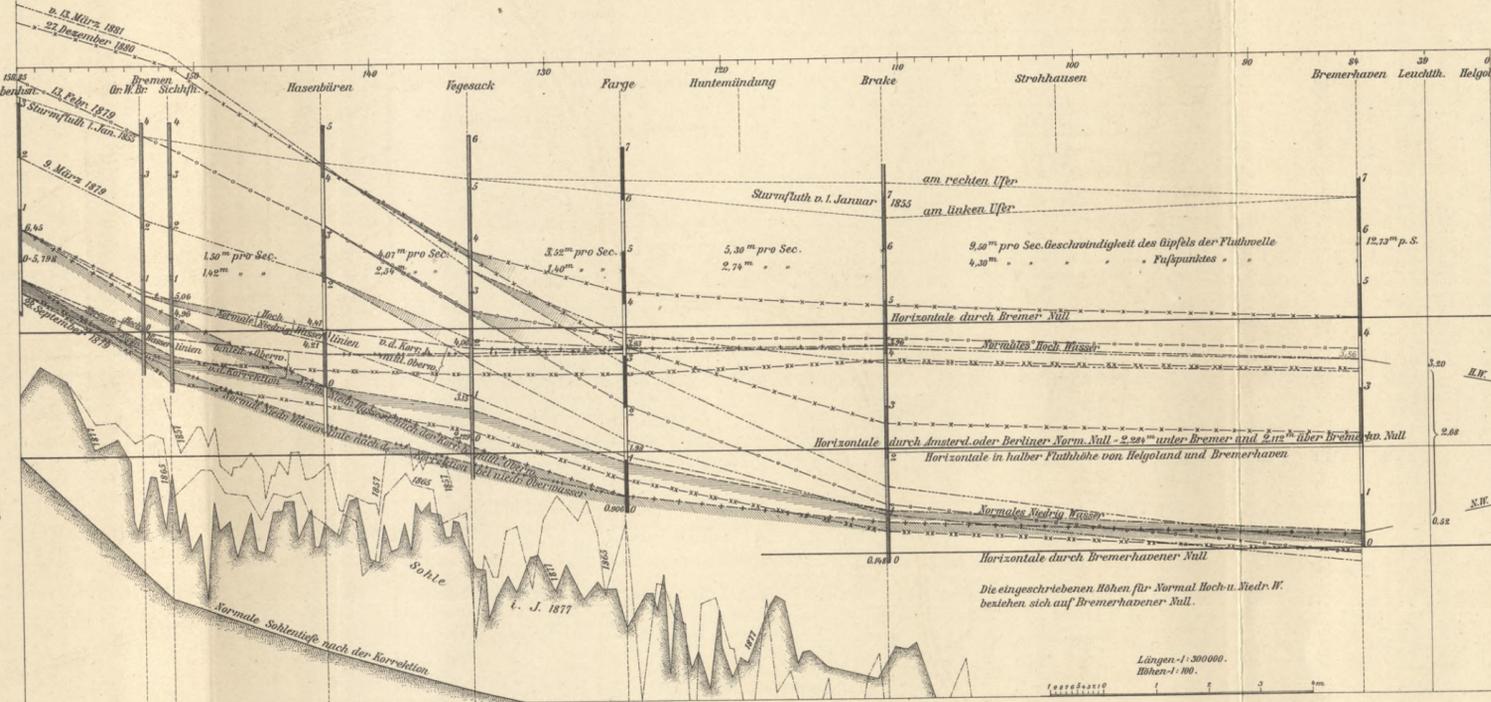


Fig. 3. Profile vor der Korrektion.

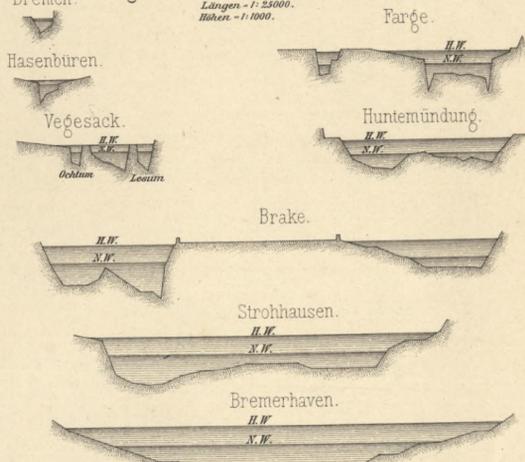


Fig. 5. Hafenanlagen in Geestemünde und in Bremerhaven. 1:10000.

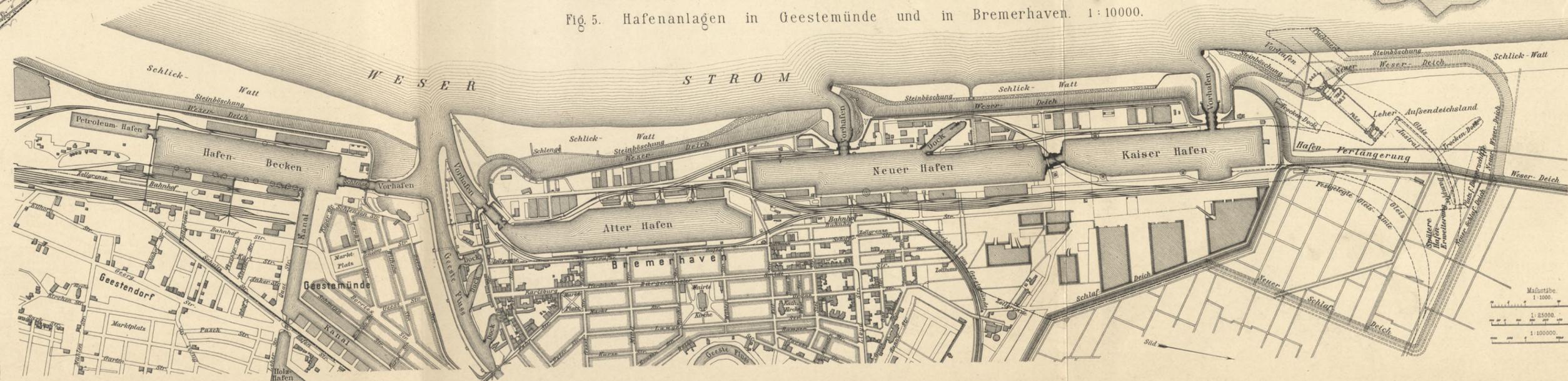
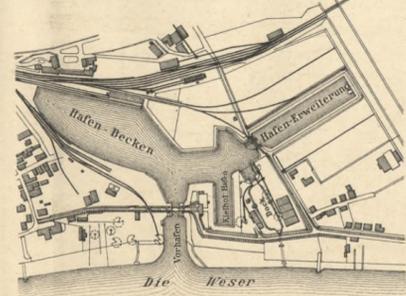
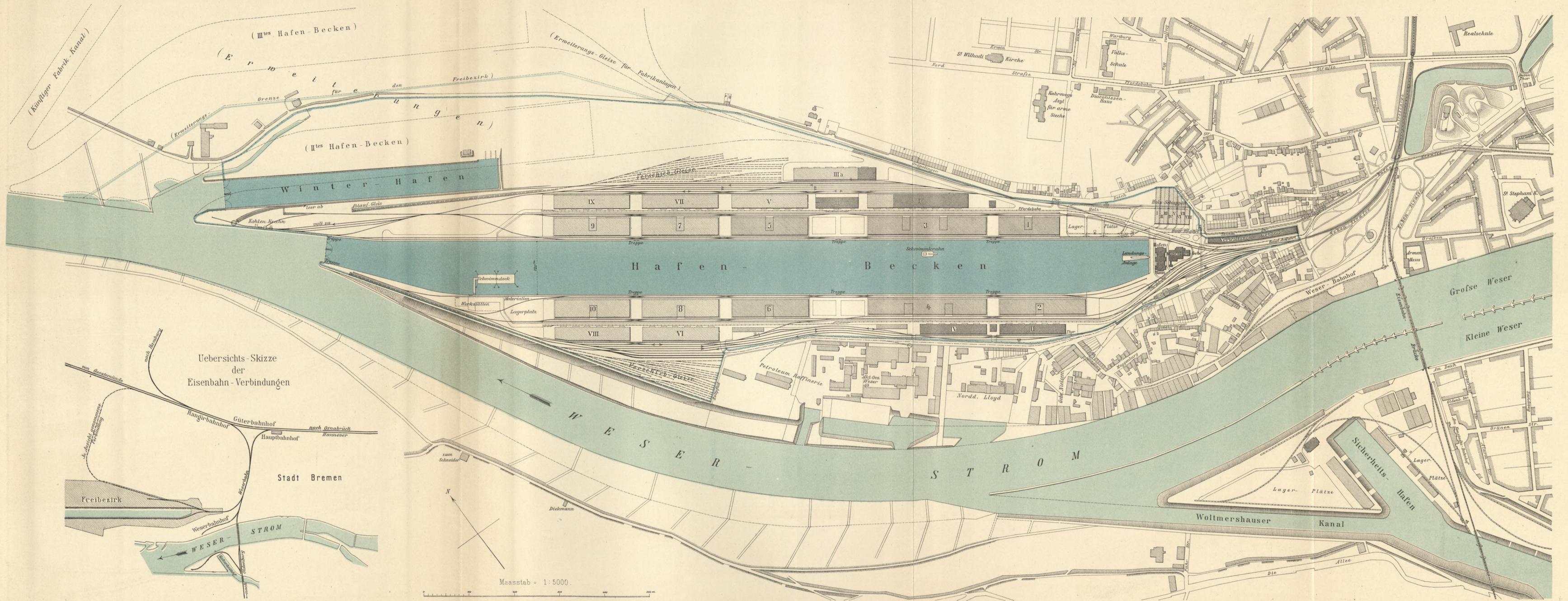


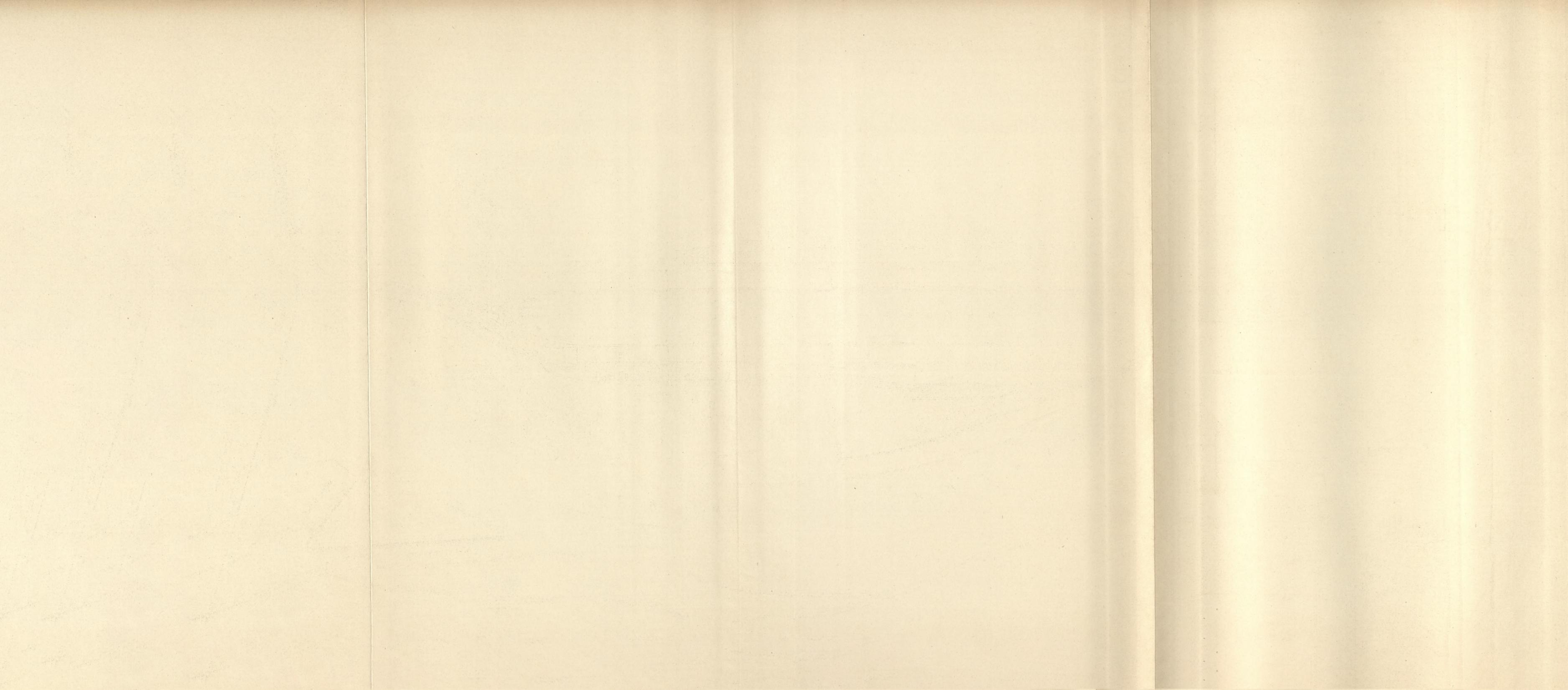
Fig. 6.  
Hafen in Brake.  
1:10000.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.







# Hafen zu Bremen.

Fig. 1. Querschnitt.  
1:100.

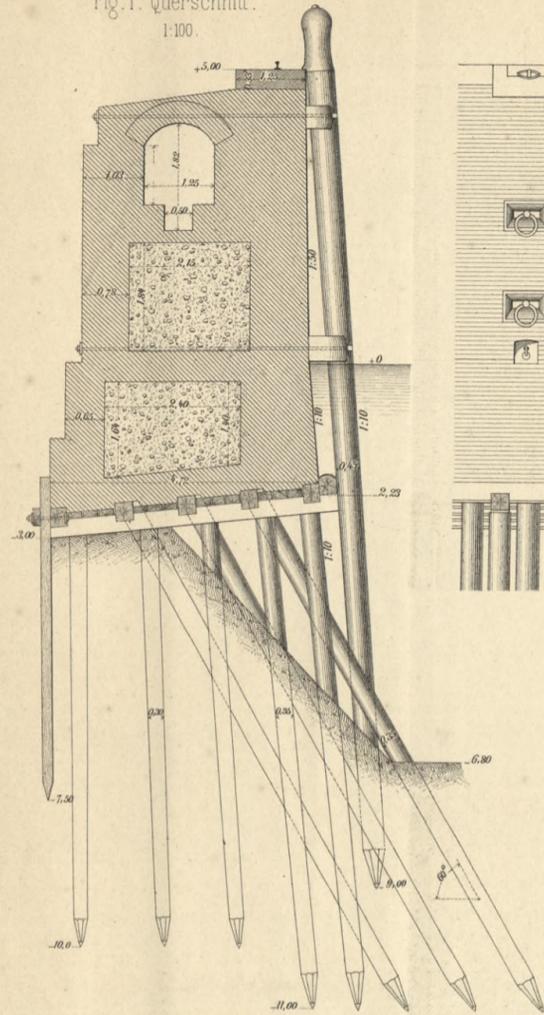


Fig. 2. Ansicht.  
1:100.

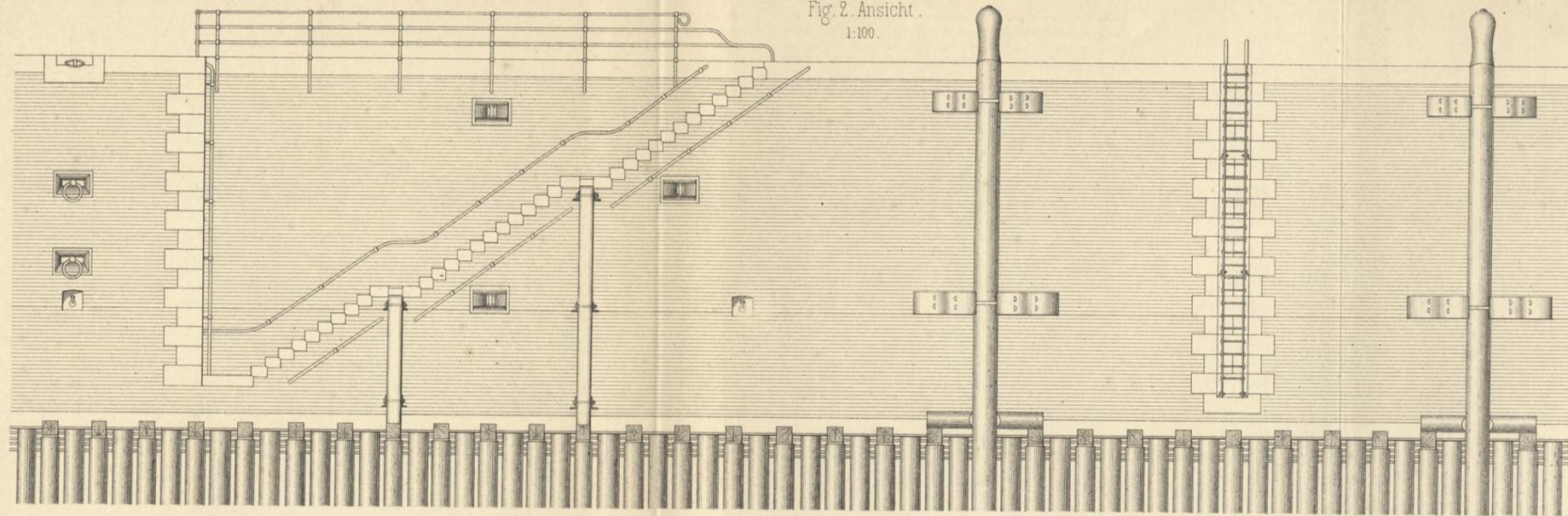


Fig. 1-6. Kaimauer auf Pfahlrost.

Fig. 3. Grundriss und Horizontalschnitt.  
1:100.

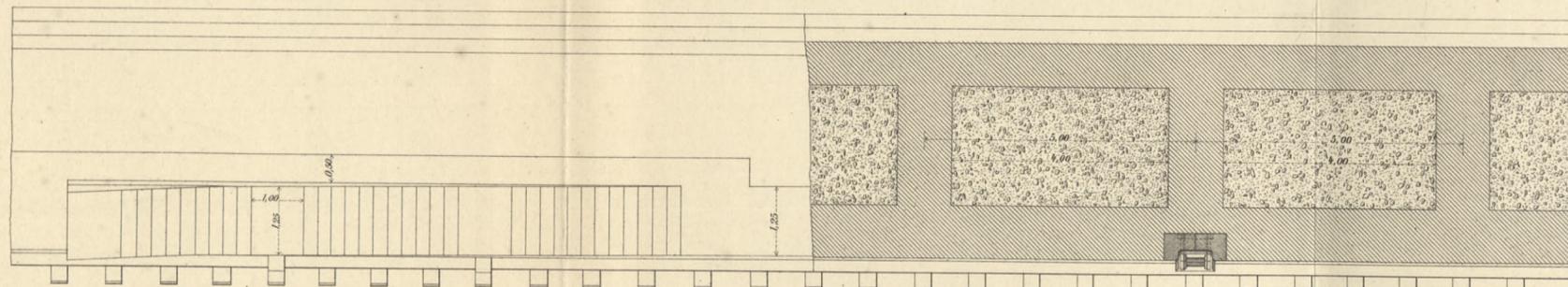


Fig. 5. Streichpfahl-Anlage.  
1:50.

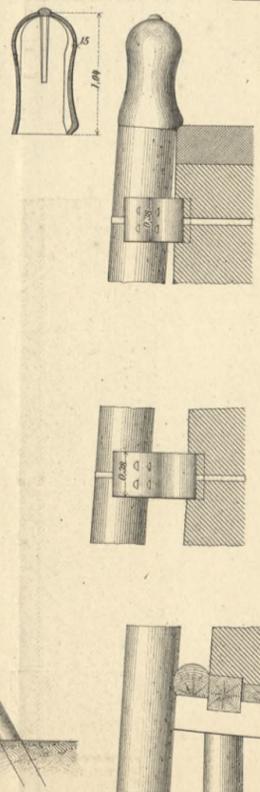


Fig. 6. Pfahlrost.  
1:50.

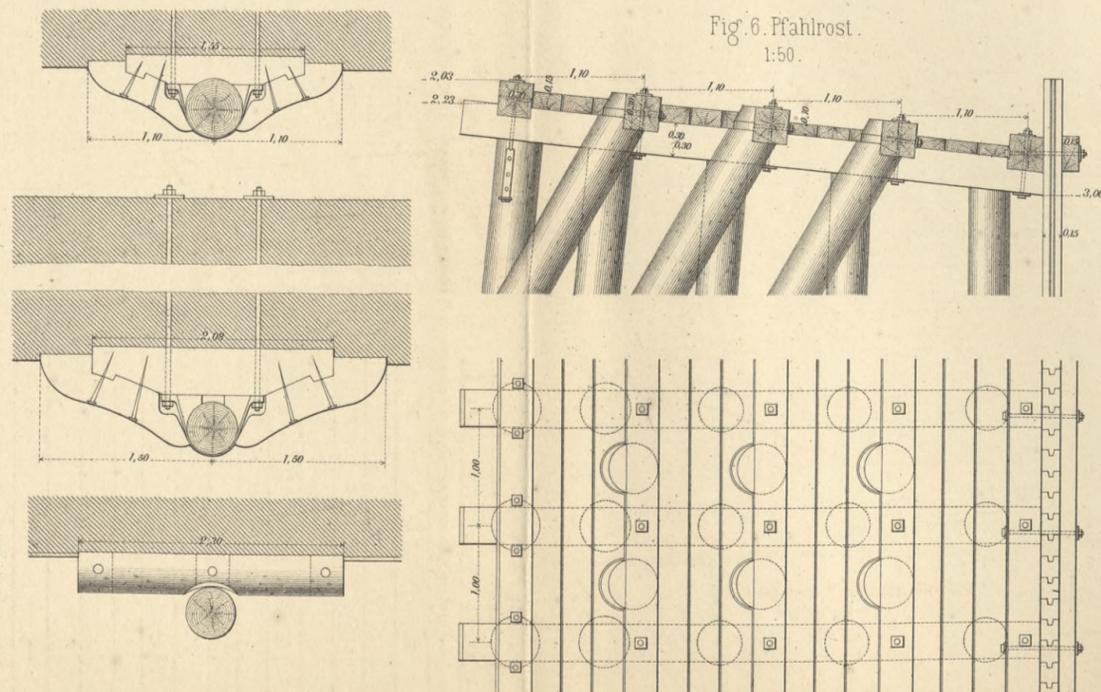


Fig. 7. Ausrüstung des Kanals  
und Schiffsrings.  
1:50.

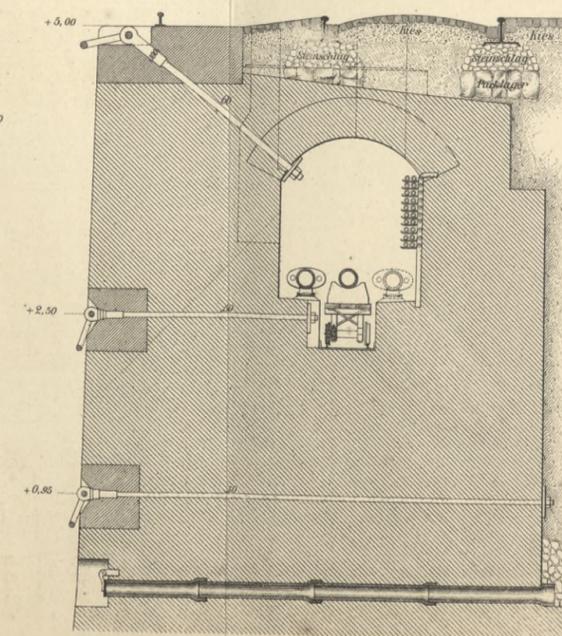


Fig. 8. Querschnitt am Hafen.  
1:100.

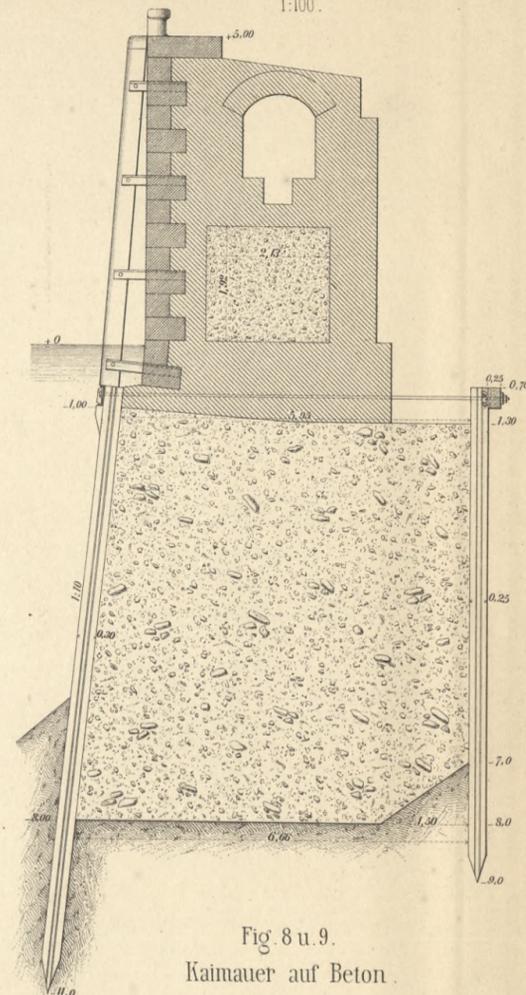
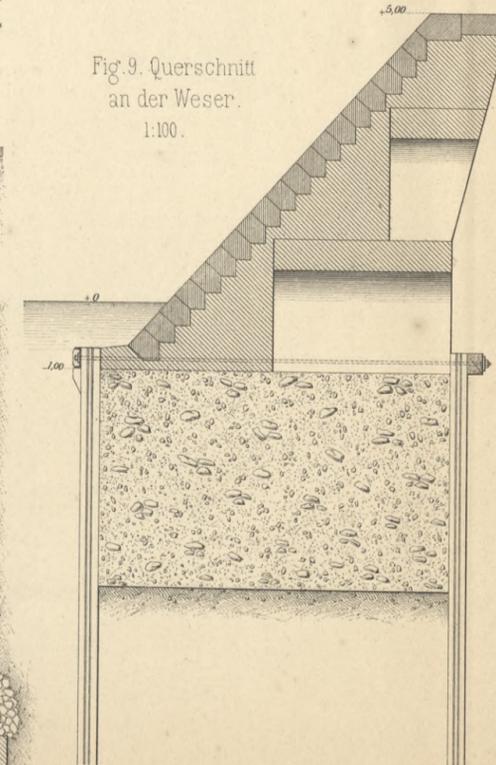


Fig. 8 u. 9.  
Kaimauer auf Beton.

Fig. 9. Querschnitt  
an der Weser.  
1:100.





# Hafen zu Bremen.

Fig. 1.

Schnitt durch den Nordkai.  
1:500.

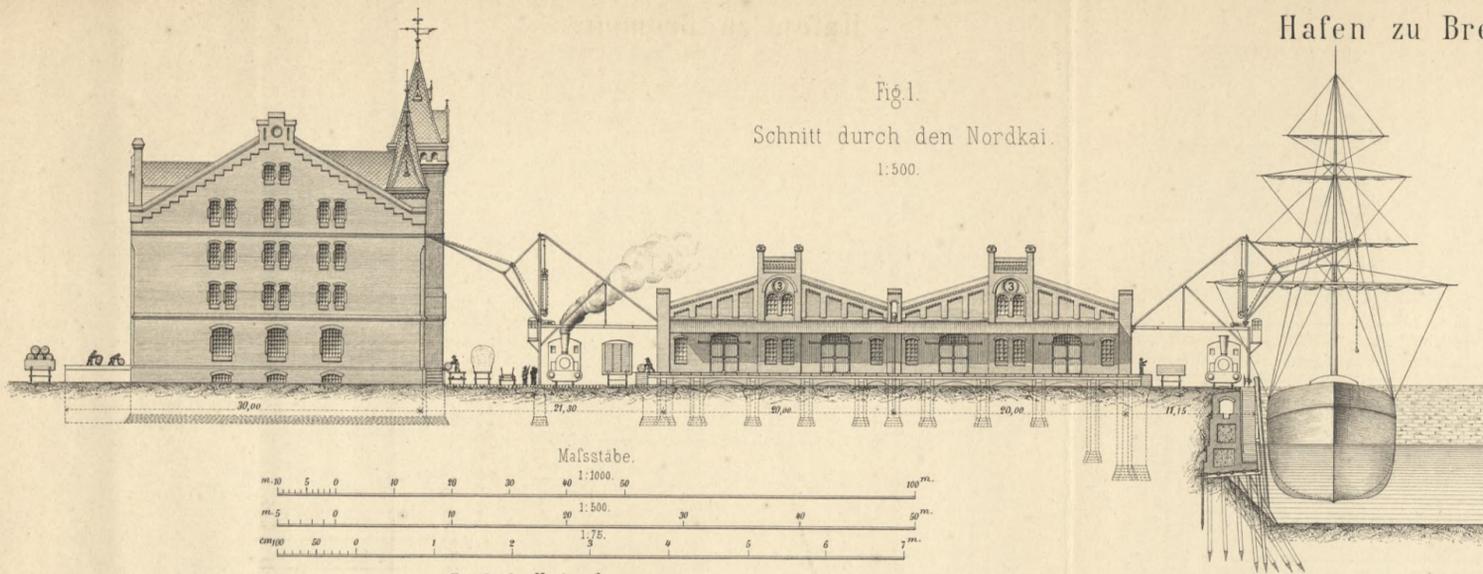


Fig. 2.

Schnitt durch den Südkai.  
1:500.

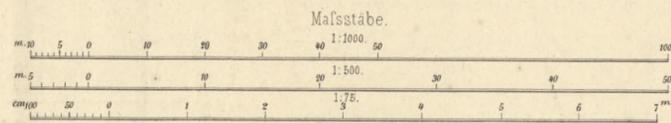
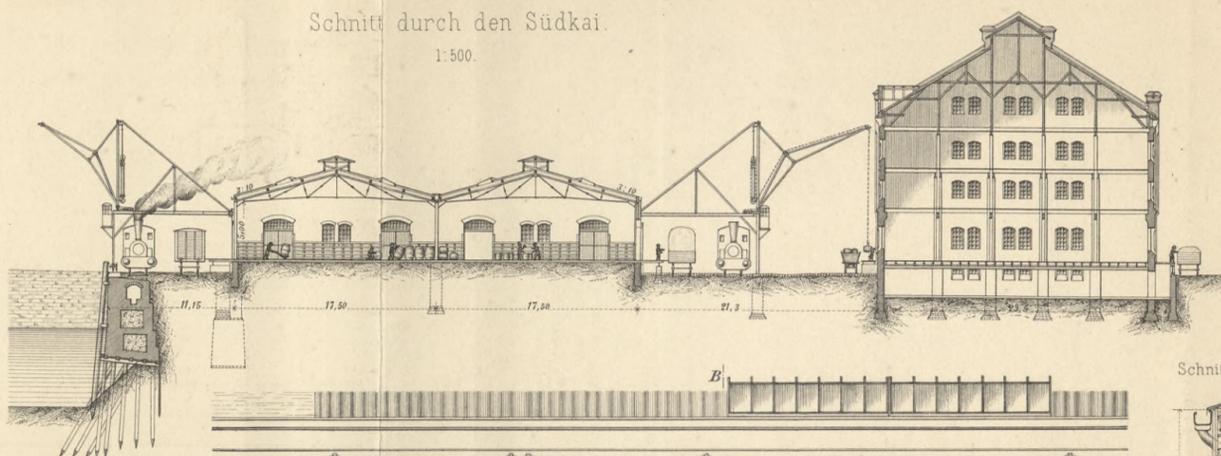


Fig. 3-6. Kaischuppen.

Fig. 3. Ansicht der Landseite.  
1:500.

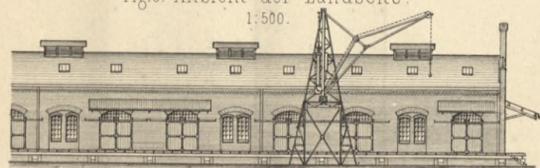


Fig. 4. Ansicht der Unterfahrt.  
1:500.



Fig. 5. Ansicht der Wasserseite.  
1:500.

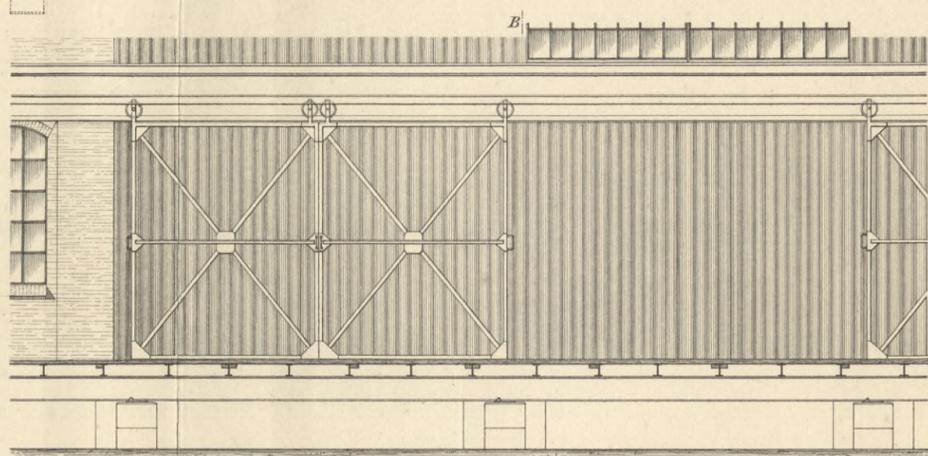
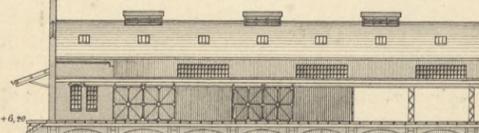


Fig. 6. Thorwand der Wasserseite. 1:75.

Fig. 7. Giebel Ansicht.  
1:500.

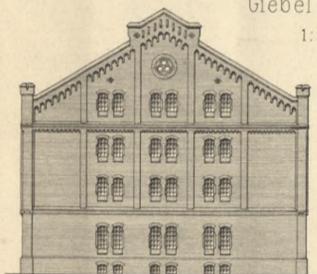


Fig. 7-10.

Speicher II u. IV.  
(Warenspeicher)

Fig. 10. Ständer.  
1:75.

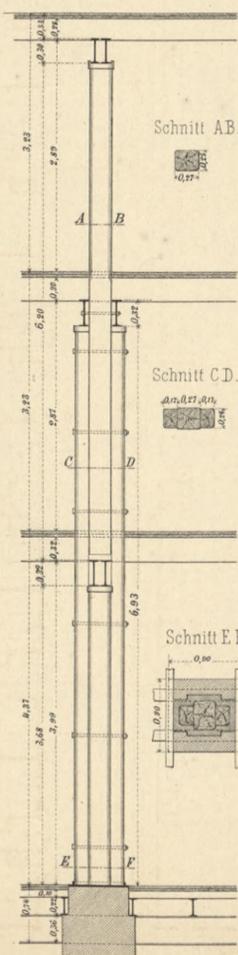


Fig. 11. Grundriss einer Kaisstrecke.  
1:1000.

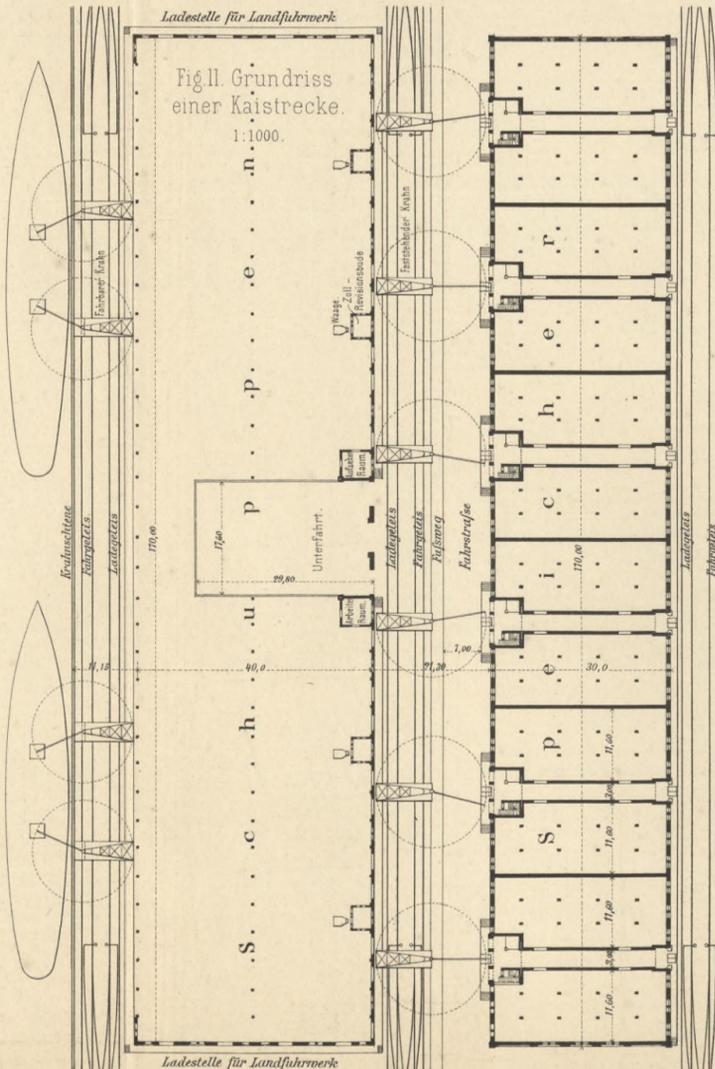


Fig. 8. Längs - Ansicht.  
1:500.

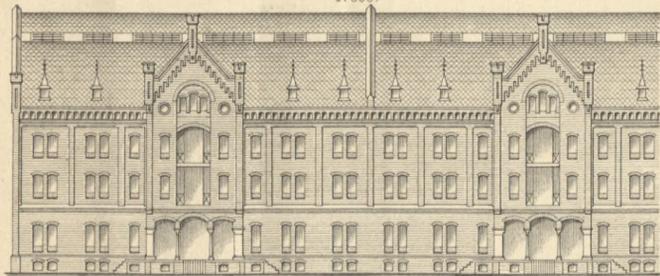


Fig. 12 u. 13. Speicher III (Weinspeicher).  
1:500.

Fig. 12. Haupt - Ansicht.  
1:500.

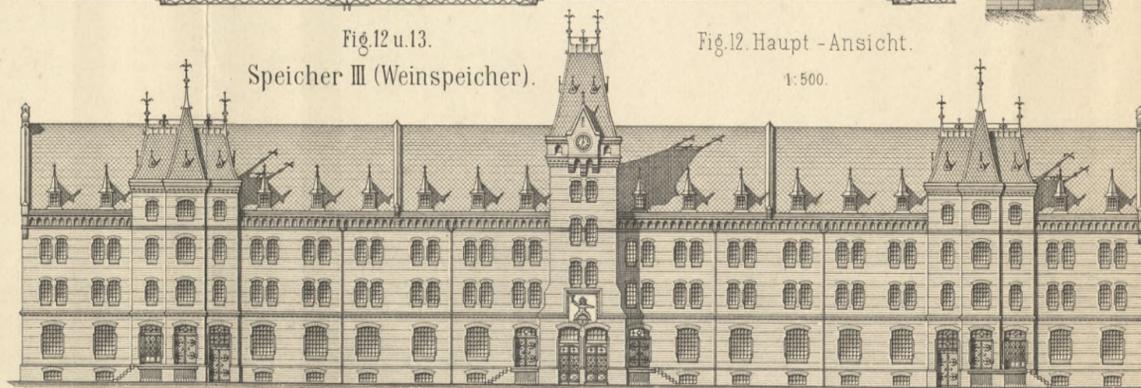


Fig. 9. Grundriss.  
1:500.

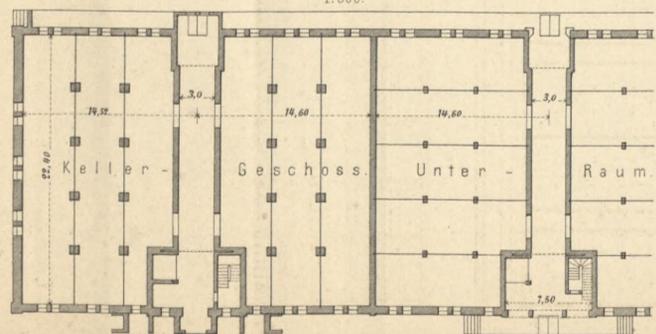
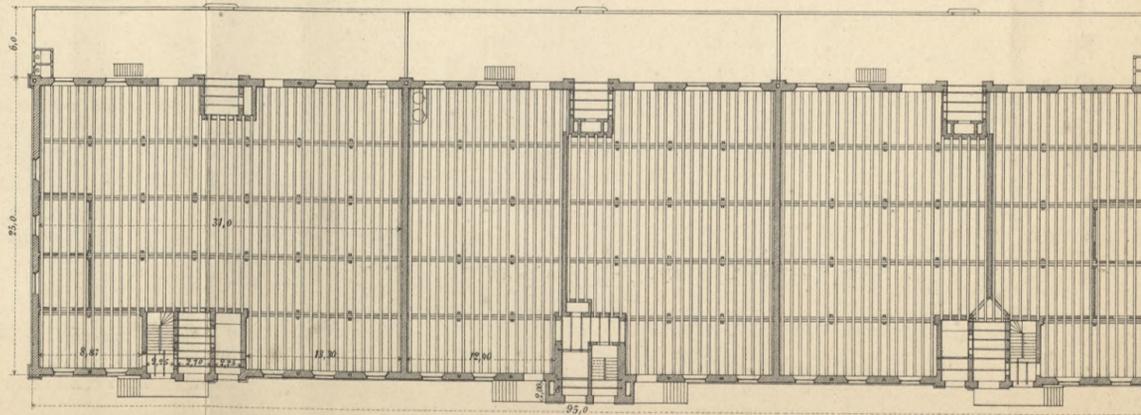


Fig. 13. Grundriss.  
1:500.





# Hafen zu Bremen.

Fig. 1. Giebelansicht 1:600.



Fig. 2. Hauptansicht. 1:600.

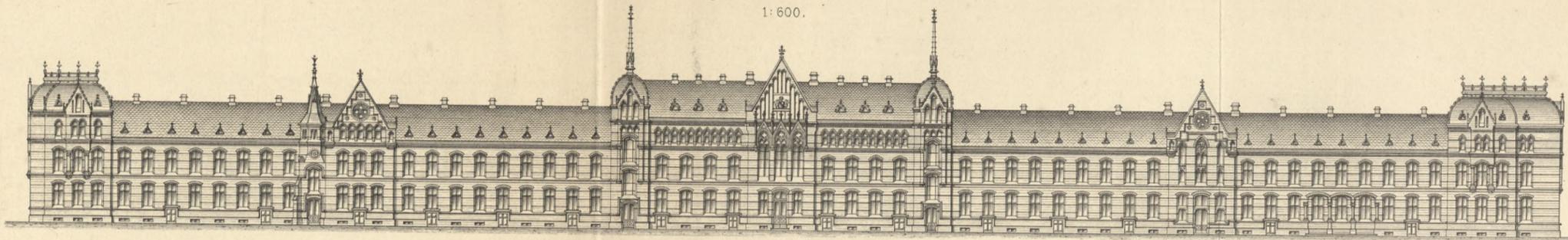


Fig. 3. Querschnitt 1:600.

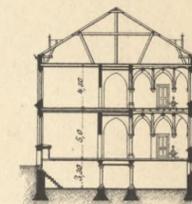


Fig. 5. Ansicht. 1:300.



Fig. 4. Grundriss des Erdgeschosses 1:600.



Fig. 1-4. Verwaltungs-Gebäude.

Fig. 5 u. 6. Nebenbureau.

Fig. 8. Querschnitt. 1:300.

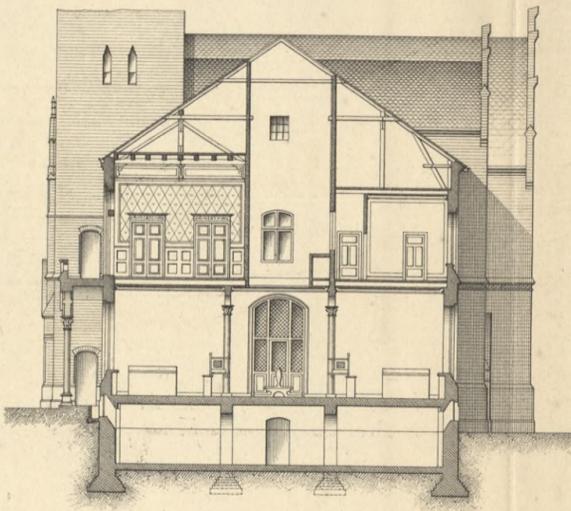


Fig. 11. Querschnitt. 1:300.

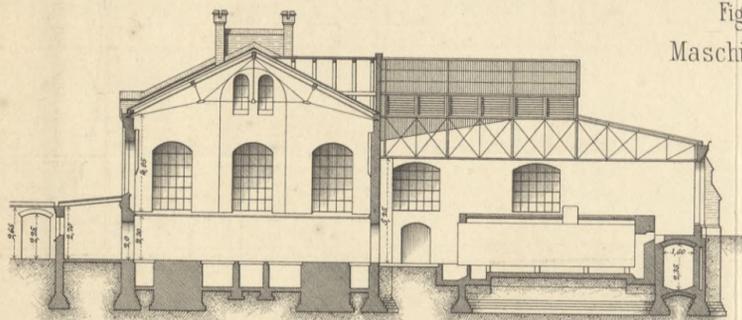


Fig. 11 u. 12. Maschinen-Gebäude.

Fig. 9. Grundriss. 1:600.

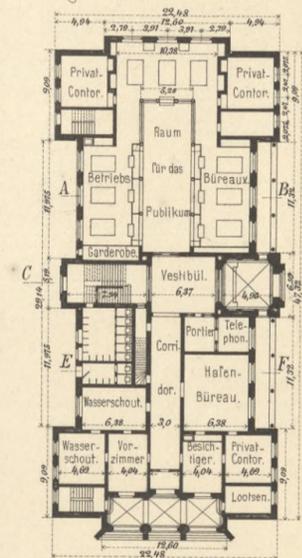


Fig. 6. Grundriss 1:300.

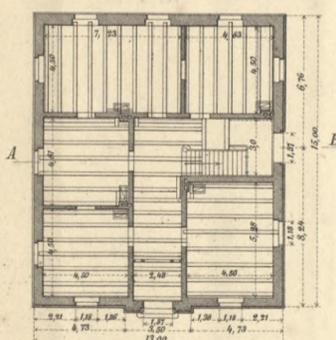
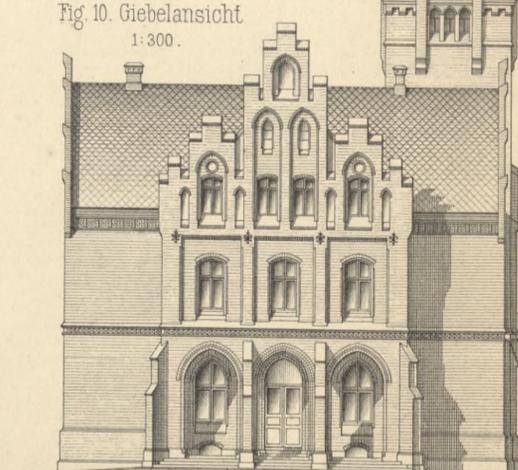
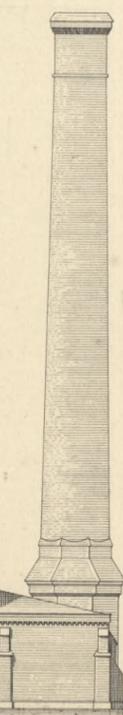
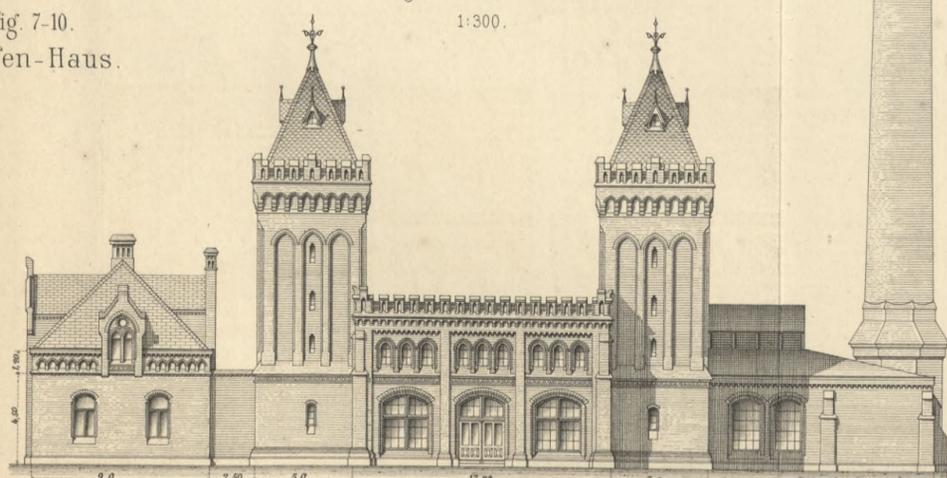


Fig. 7. Hauptansicht 1:300.

Fig. 7-10. Hafen-Haus.

Fig. 12. Hauptansicht 1:300.

Fig. 10. Giebelansicht 1:300.



Maasstab 1:300.

Maasstab 1:600.



Unterführung am Stephanithor. 1:25.

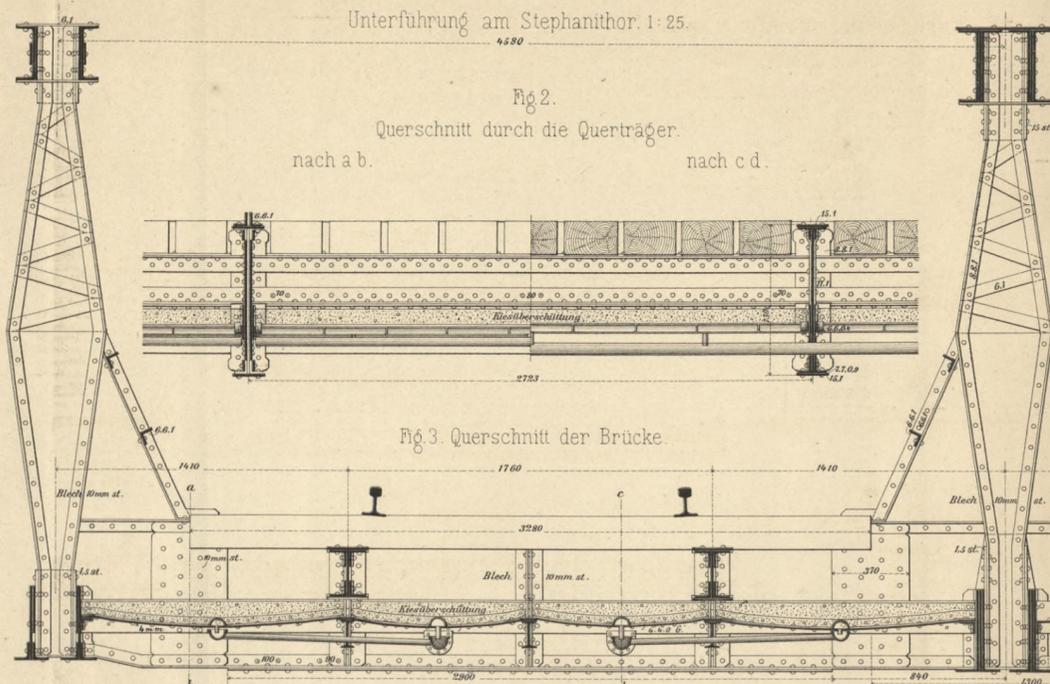


Fig. 2.

Querschnitt durch die Querträger.

nach a b.

nach c d.

Fig. 3. Querschnitt der Brücke.

Fig. 1-6. Höherlegung der Weserbahn.



Unterführung am Stephanithor.

1:200.

Fig. 1.

Ansicht von der Wallseite.

Fig. 7. Unterführung der Hafenstraße unter der Straße „am Wall“

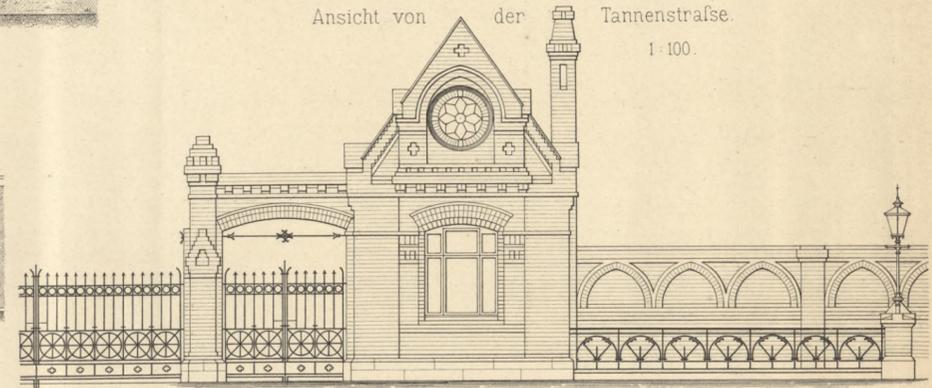


Fig. 11.

Thorhaus am Haupt-Einfahrtsthor.

Ansicht von der Tannenstraße.

1:100.



Unterführung des Doventhorsteinweges. 1:200.

Fig. 5. Ansicht.

Fig. 6. Querschnitt.

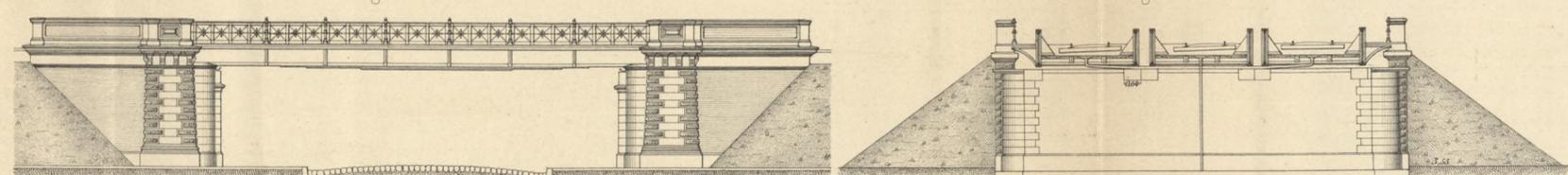


Fig. 12. Fußweg-Unterführung unter dem Freibeizirk. 1:100.

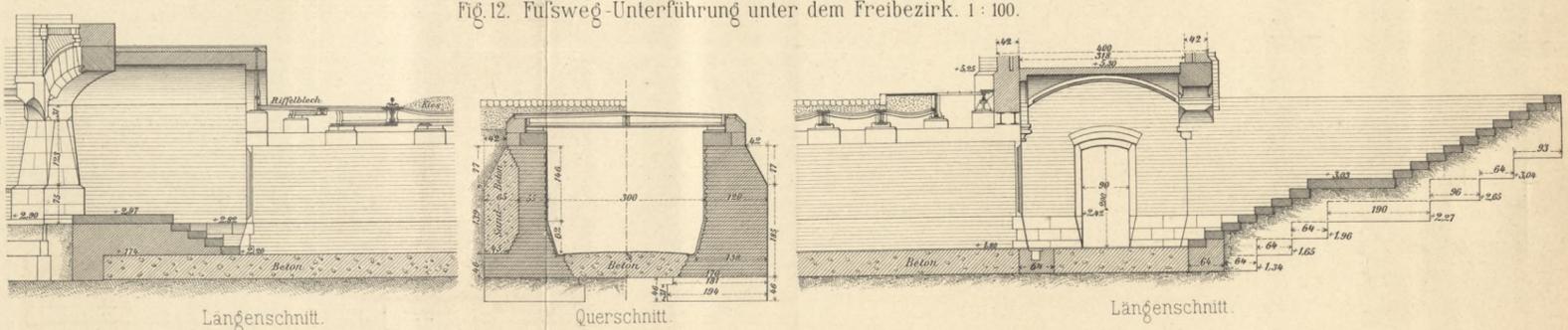


Fig. 8. Schwellenschienen-Oberbau mit Leitschienen für Einpflasterung in Verbindung mit Holz-Fördergleis.

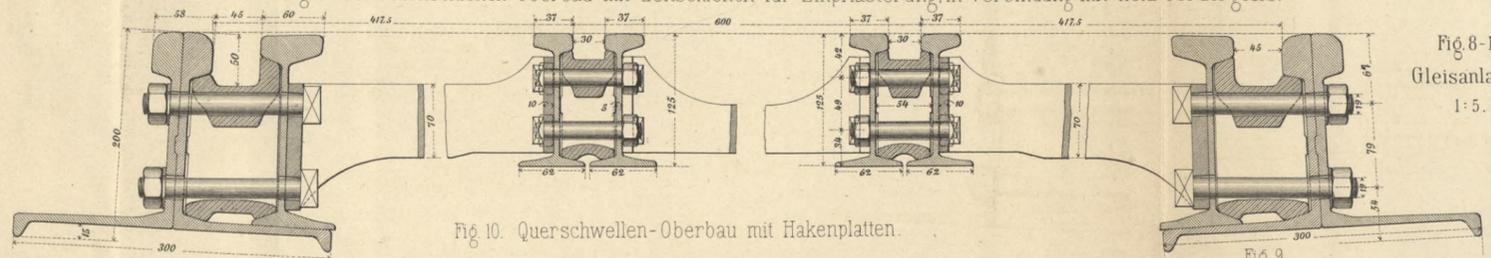


Fig. 8-10.

Gleisanlagen.

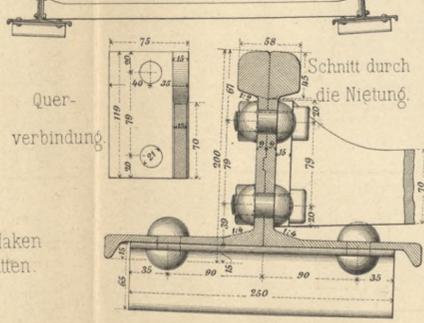
1:5.

Fig. 10. Querschwellen-Oberbau mit Hakenplatten.

Längenschnitt mit Verlaschung.

Fig. 9.

Schwellenschienen-Oberbau ohne Leitschiene.



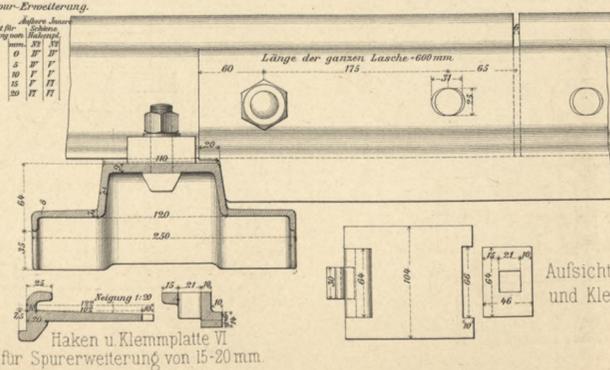
Quer-  
verbindung

Schnitt durch  
die Nietung.

Aufsicht auf Haken  
und Klemmplatten.

Querschnitt  
durch das Gleis  
mit Hakenplatte IV  
für normale Spur.

Bereitstellung der Spur-Erweiterung.



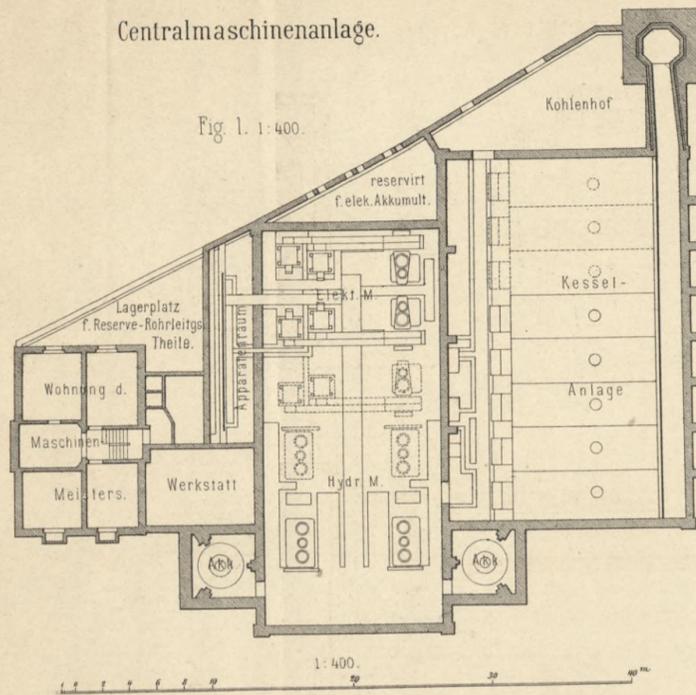
Haken u. Klemmplatte V  
für Spurerweiterung von 5, 10 u. 15 mm.

Haken u. Klemmplatte VI  
für Spurerweiterung von 15-20 mm.

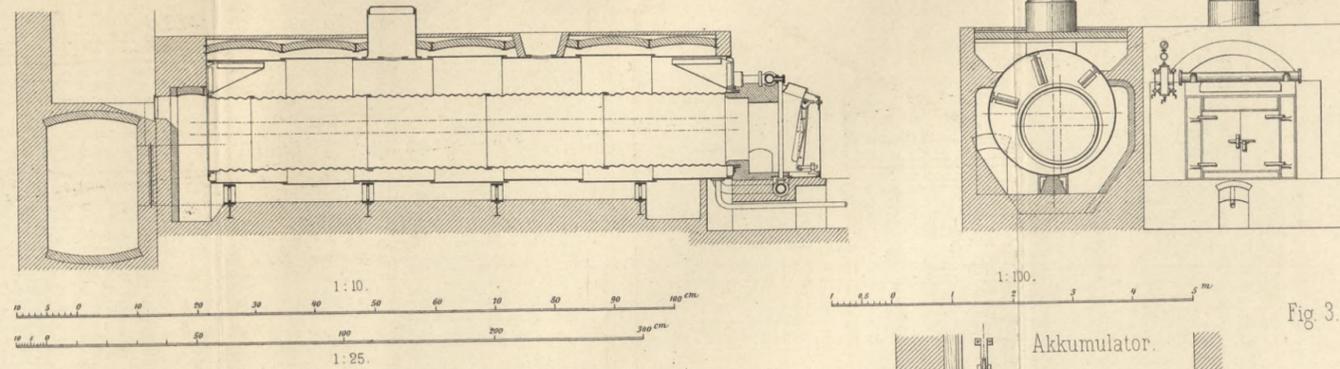


# Hafen zu Bremen. Maschinen.

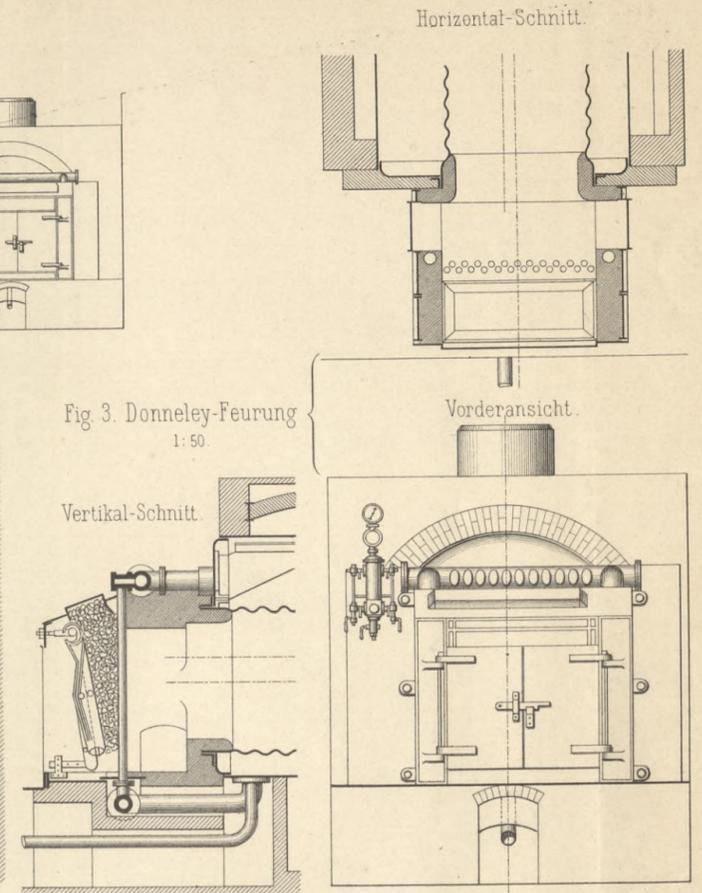
### Centralmaschinenanlage.



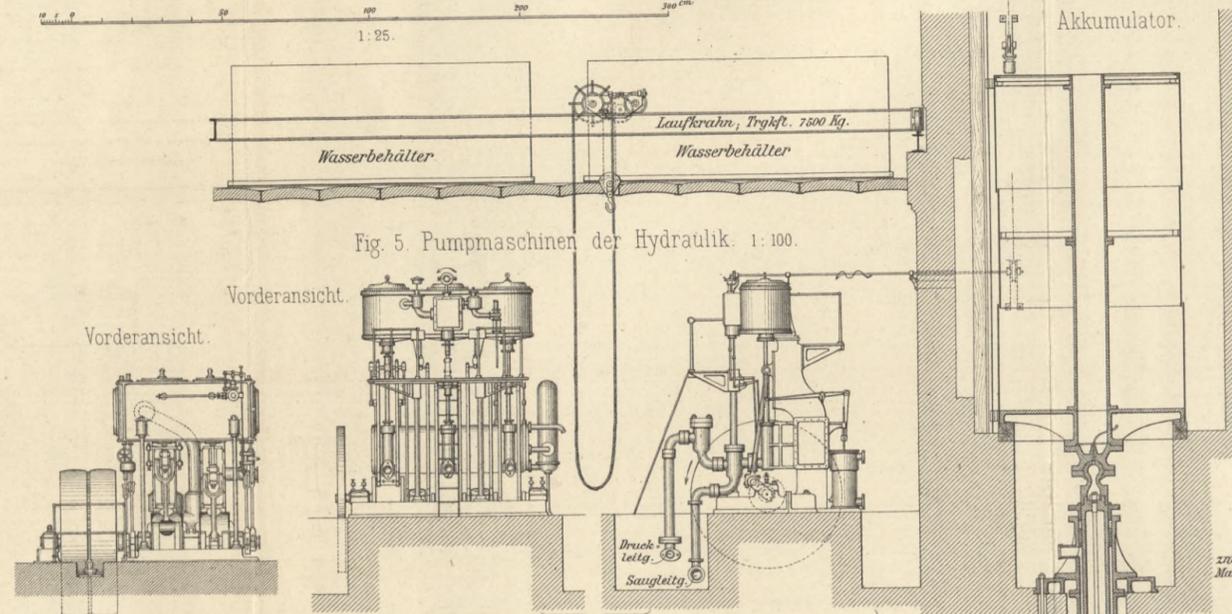
### Fig 2. Dampfkessel-Anlage. 1:100.



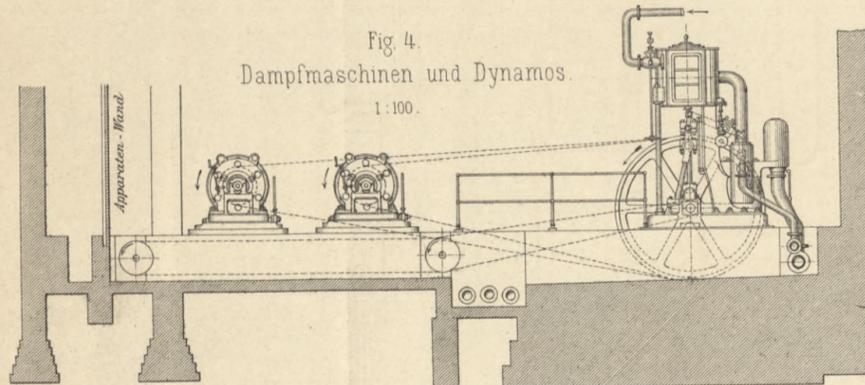
### Fig 3. Donneley-Feuerung 1:50.



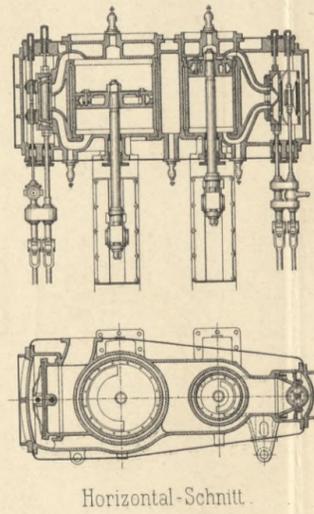
### Fig 5. Pumpmaschinen der Hydraulik. 1:100.



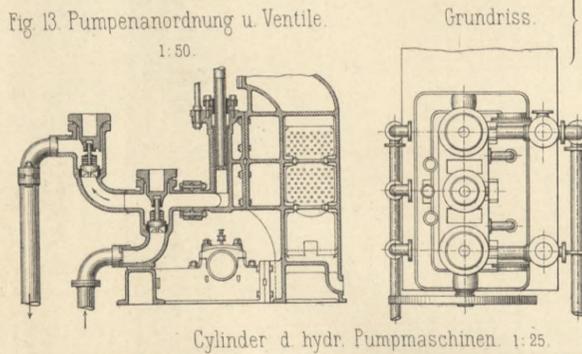
### Fig 4. Dampfmaschinen und Dynamos. 1:100.



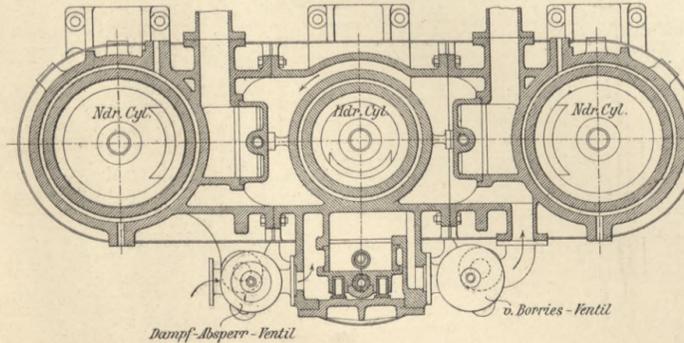
### Fig 6. Cylinder der Dampfmasch. f. d. Elektrik. 1:50.



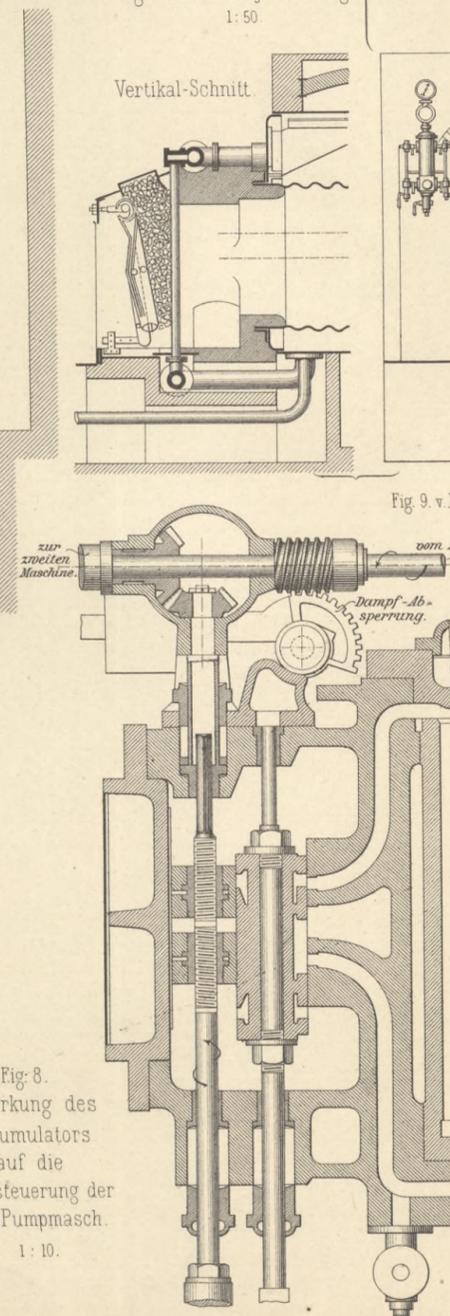
### Fig 13. Pumpenanordnung u. Ventile. 1:50.



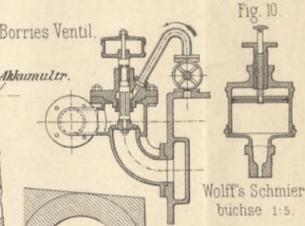
### Cylinder d. hydr. Pumpmaschinen. 1:25.



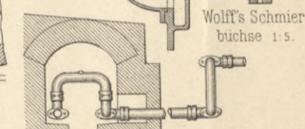
### Fig 8. Einwirkung des Akkumulators auf die Meyersteuerung der hydr. Pumpmasch. 1:10.



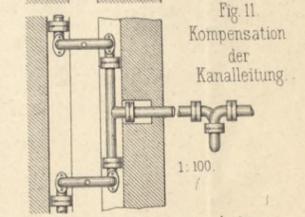
### Fig 9. v. Borries Ventil.



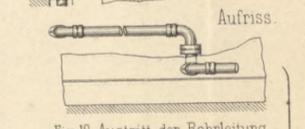
### Wolf's Schmierbüchse 1:5.



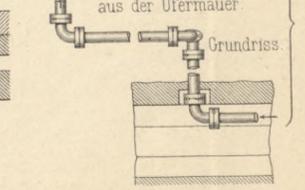
### Fig 11. Kompensation der Kanalleitung. 1:100.



### Aufriss.

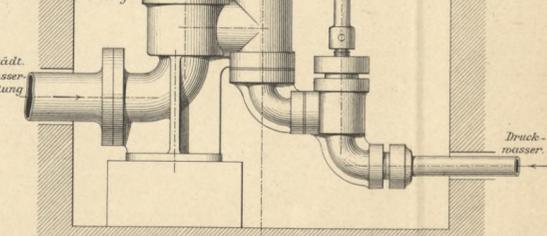
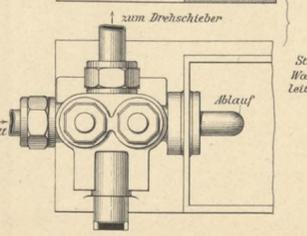
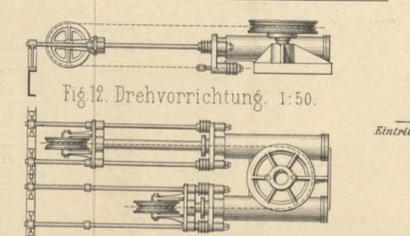
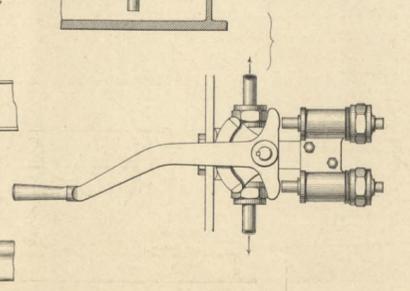
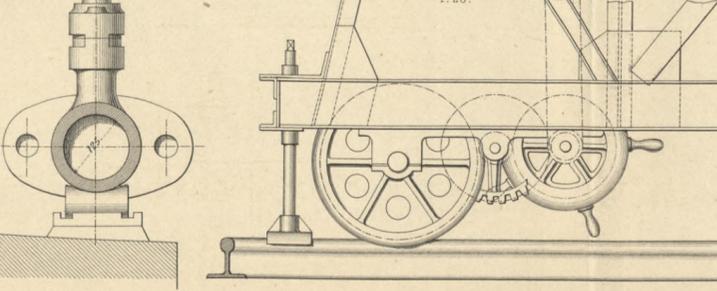
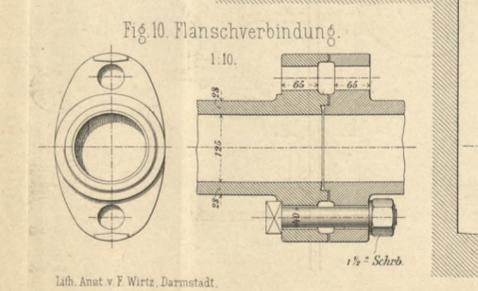
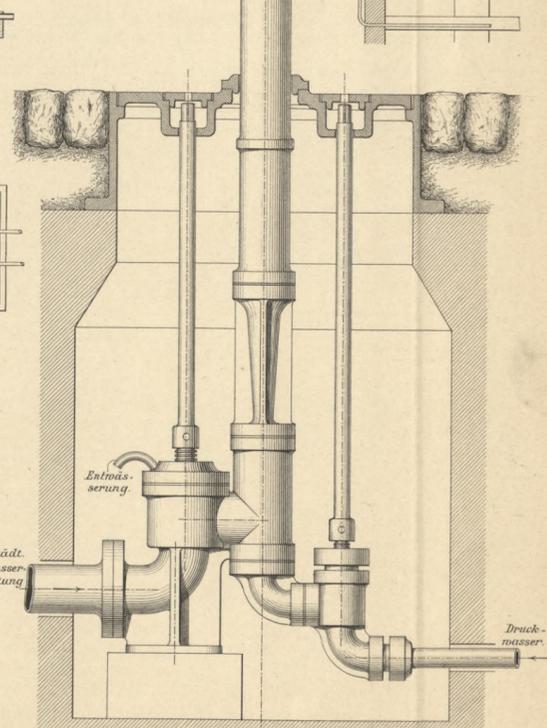
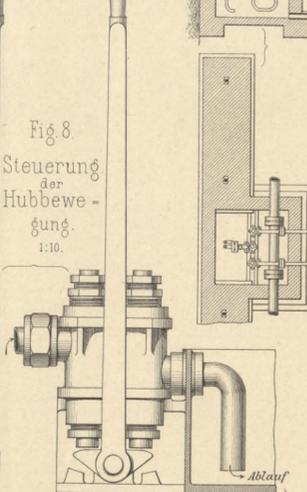
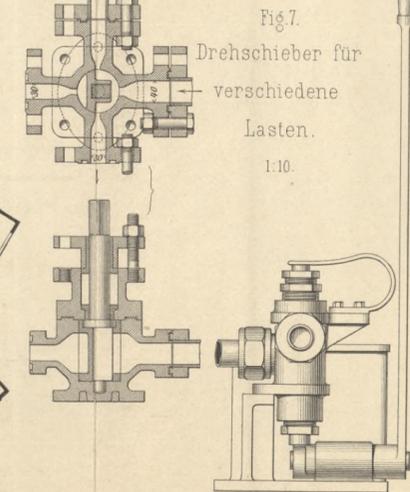
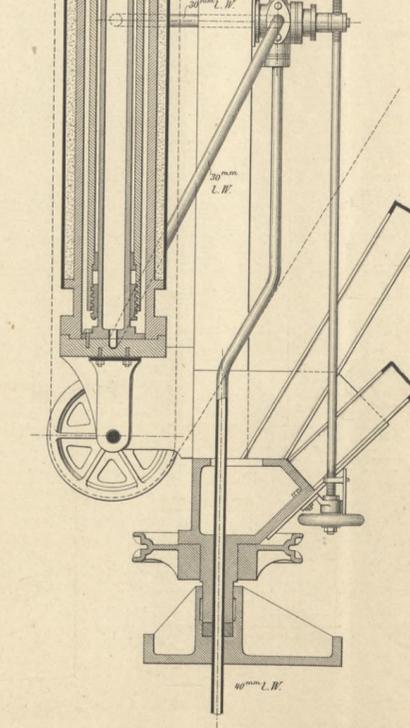
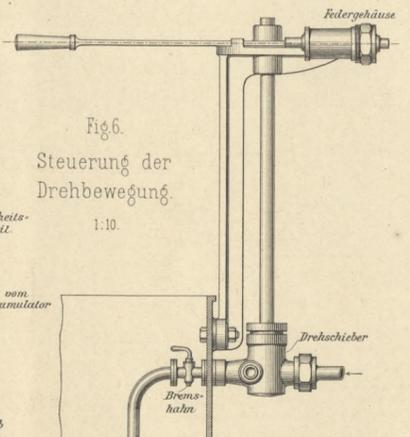
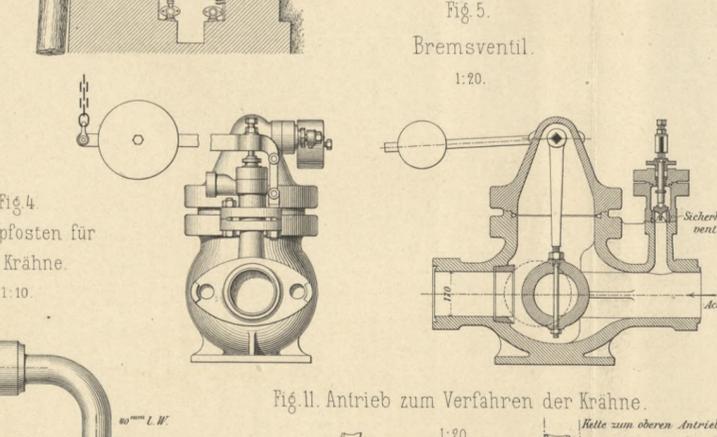
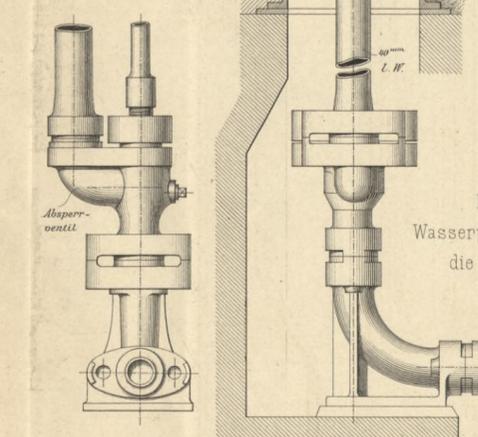
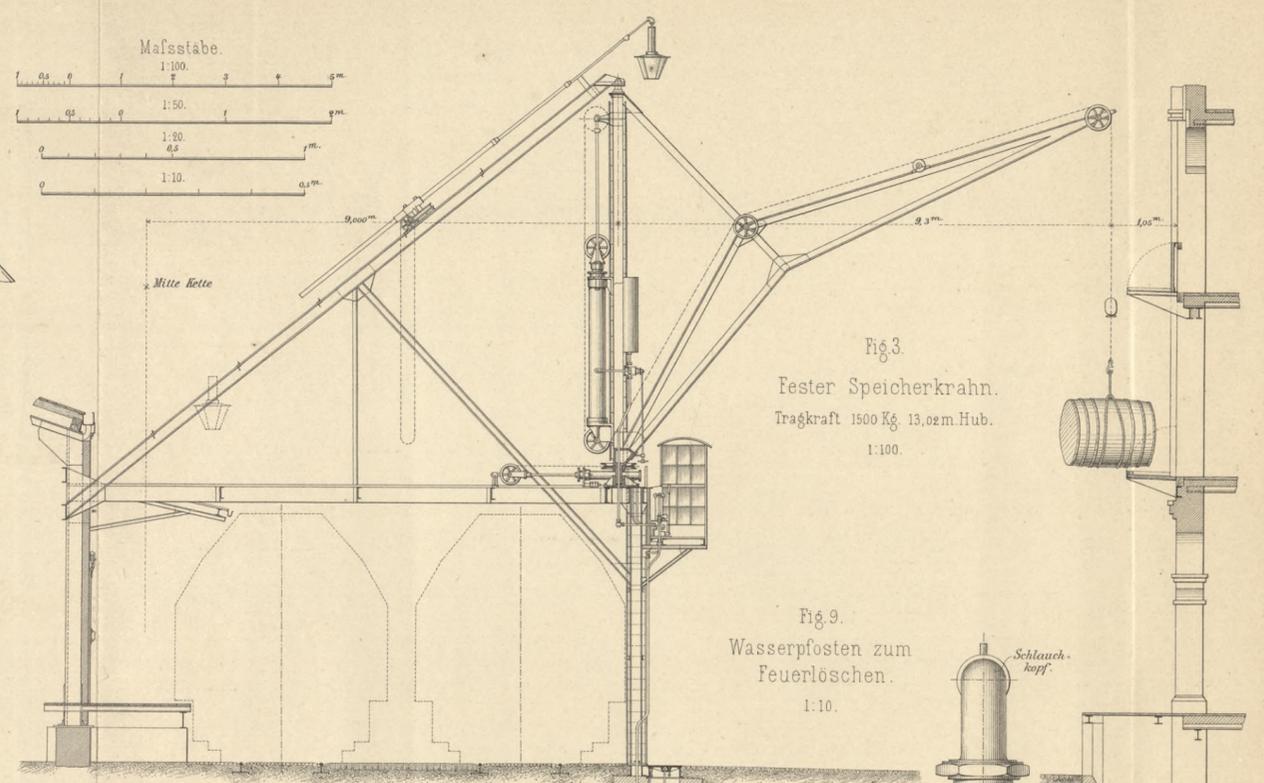
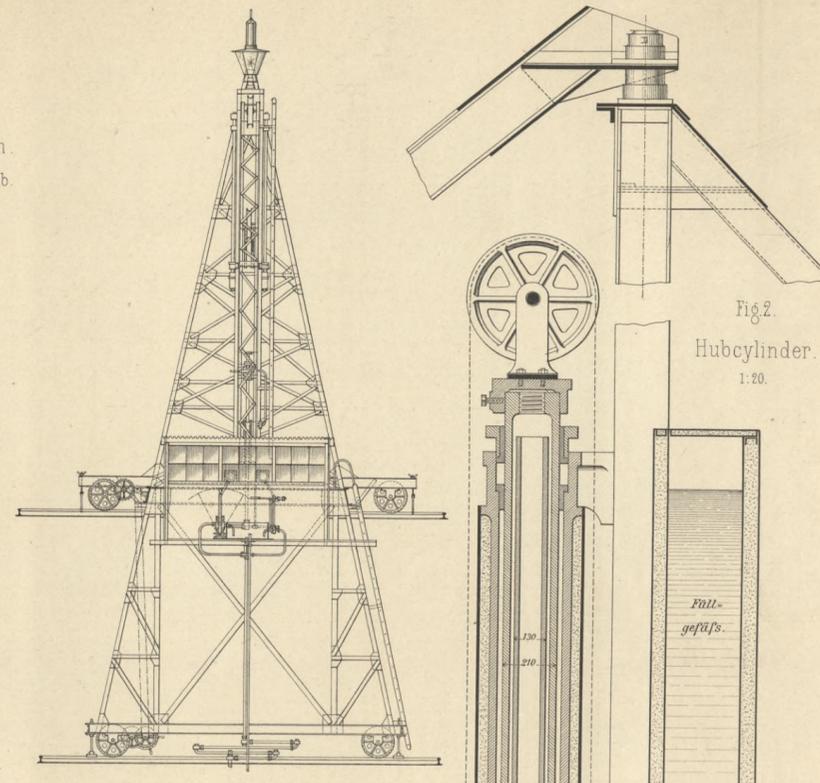
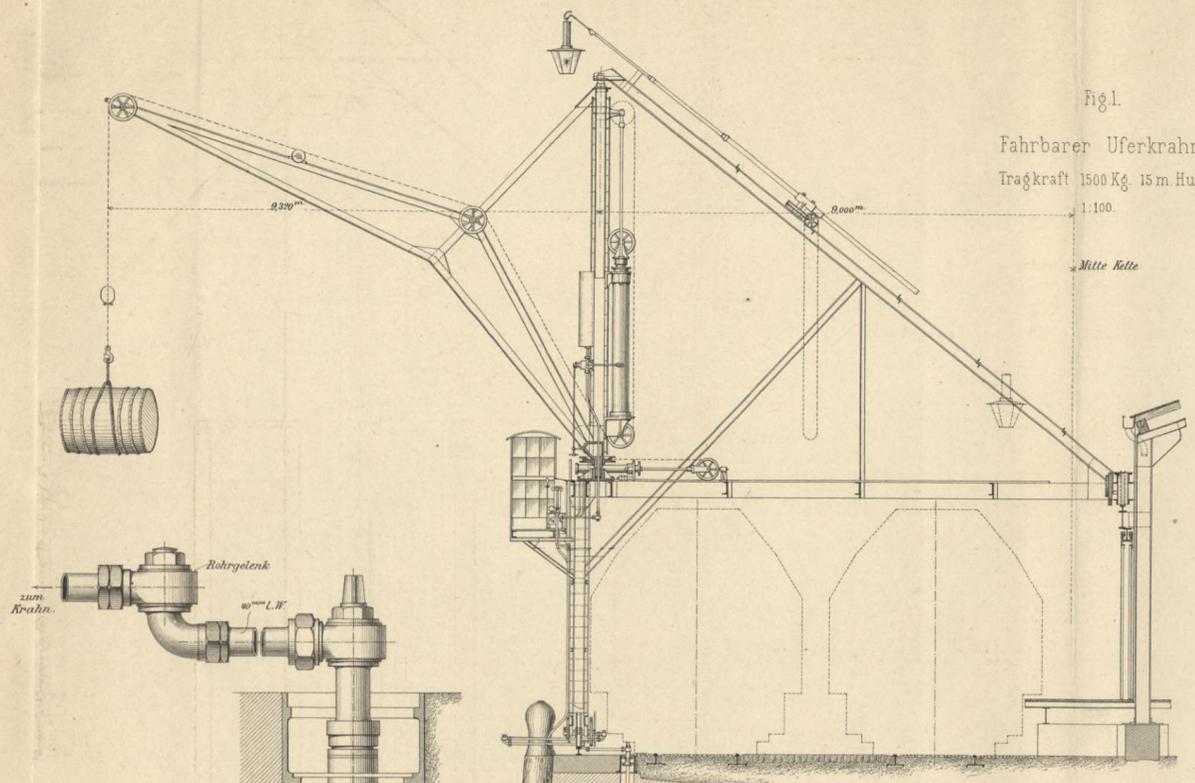


### Fig 12. Austritt der Rohrleitung aus der Ufermauer.





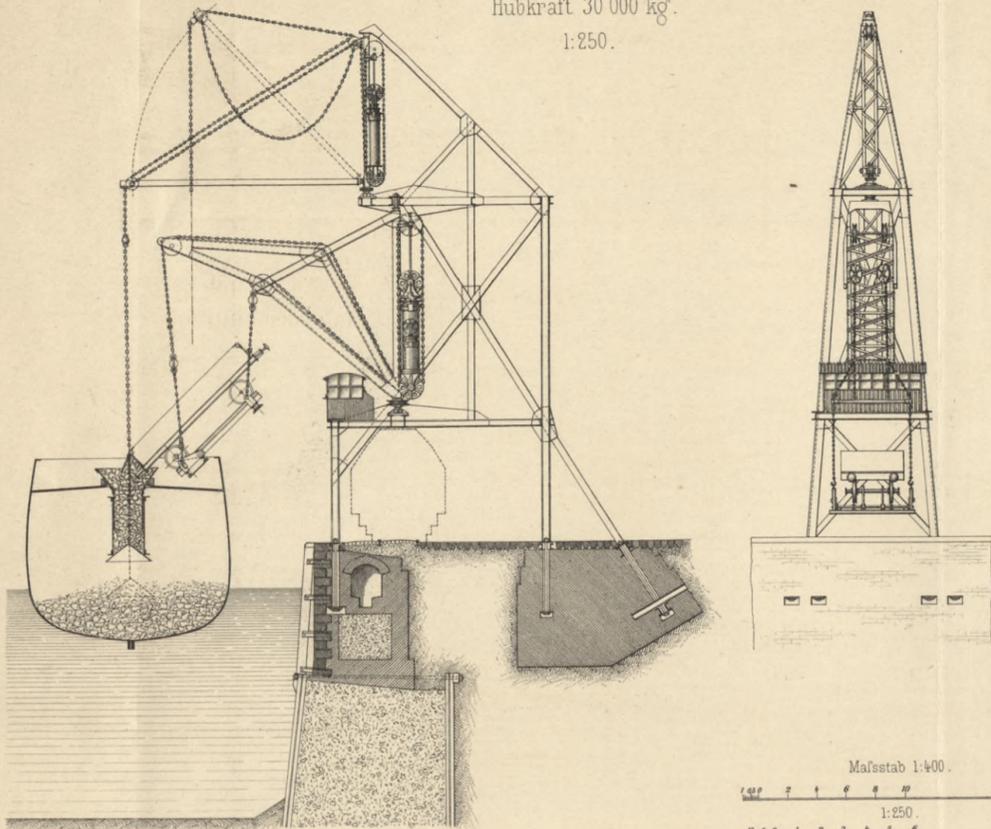
Hafen zu Bremen.



Lith. Anst. v. F. Wirtz, Darmstadt.



Fig. 1.  
Kohlenkrah. (Project).  
Hubkraft 30 000 kg.  
1:250.



Mafstab 1:400.  
1:250.

### Hafen zu Bremen.

Fig. 2. Seiten-Ansicht.  
1:400.

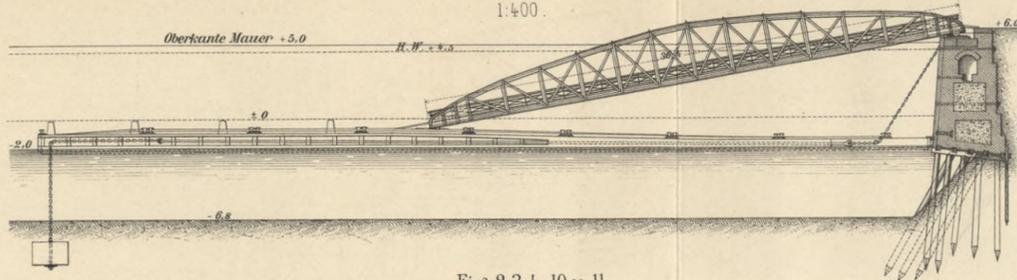


Fig. 2, 3, 4, 10 u. 11.  
Landevorrichtung.

Fig. 4. Grundriss. 1:400.

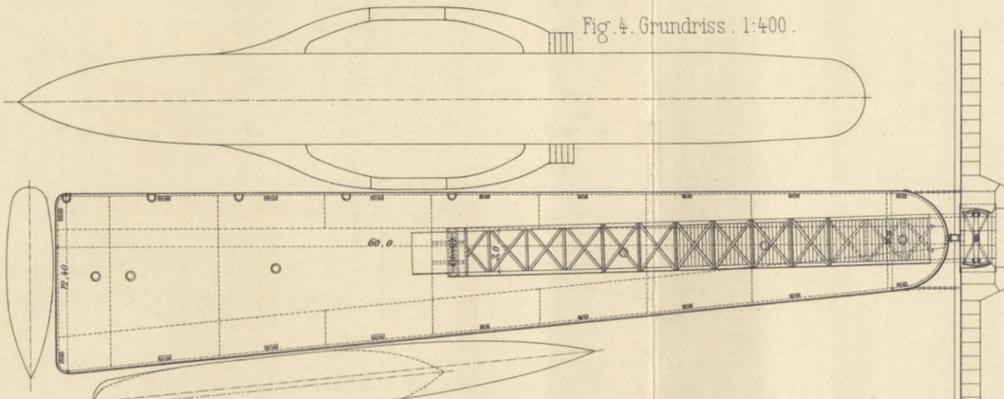


Fig. 3.  
Vorder-Ansicht.  
1:400.

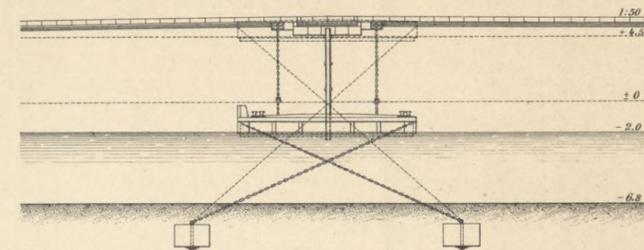


Fig. 7-9. Holzschuppen.

Fig. 7. Querschnitt.  
1:200.

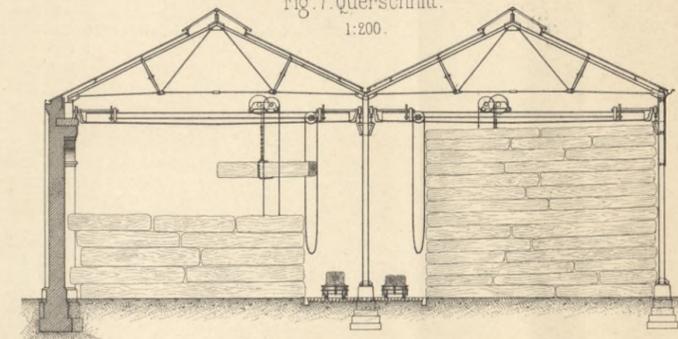


Fig. 8. Längsschnitt. 1:200.

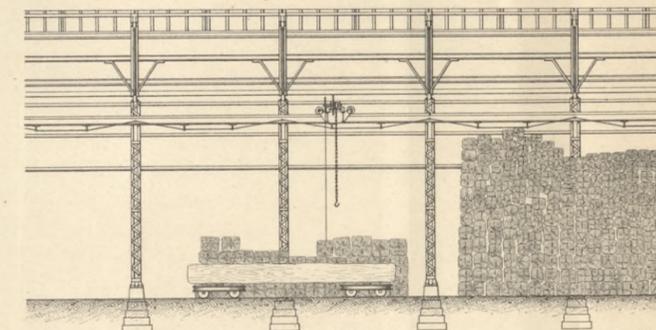
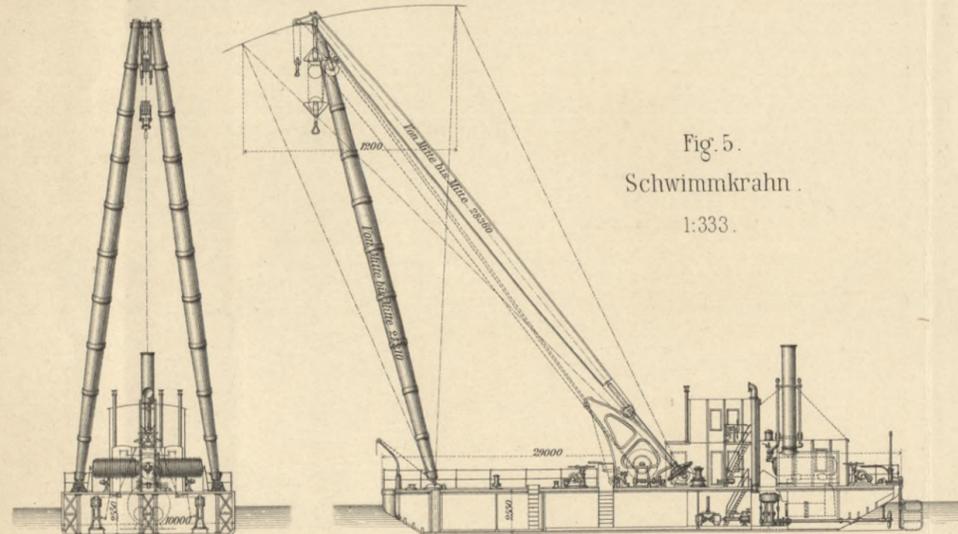


Fig. 9. Grundriss. 1:500.



Fig. 5.  
Schwimmkrah.  
1:333.



Mafstab 1:333.

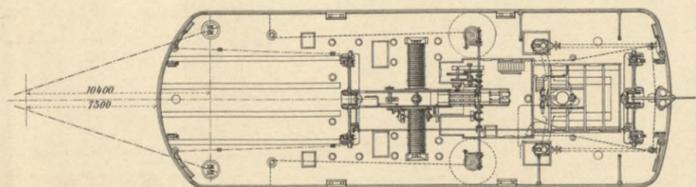


Fig. 6.  
Schwimmdock-Anlage.  
1:400.

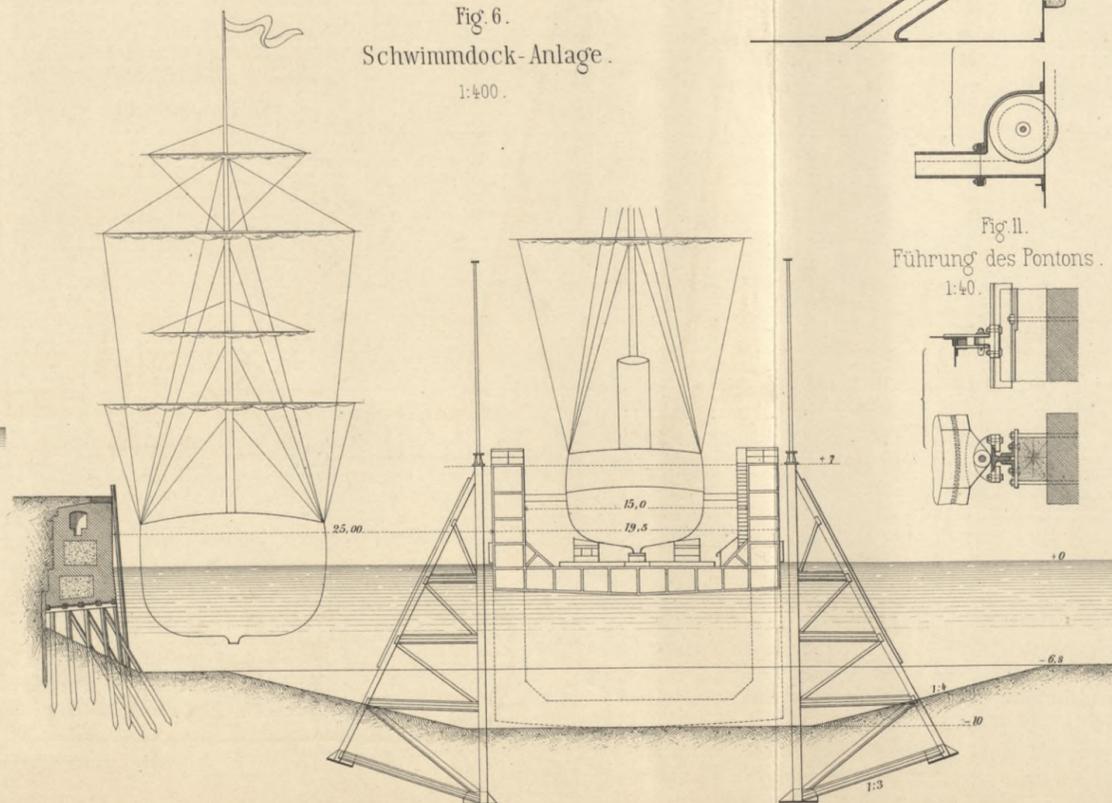


Fig. 10.  
Führung der Ketten.  
1:40.

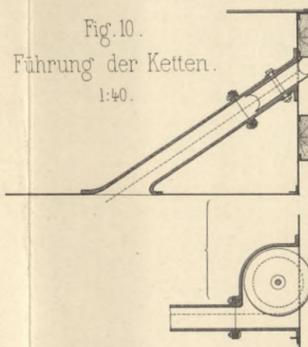
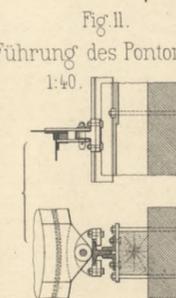


Fig. 11.  
Führung des Pontons.  
1:40.





# Hafen zu Bremen.

Fig 1.  
Ramme für Jochpfaehle.  
1:200.

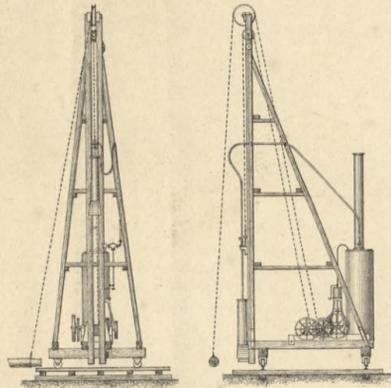


Fig 2.  
Querschnitt  
1:500.

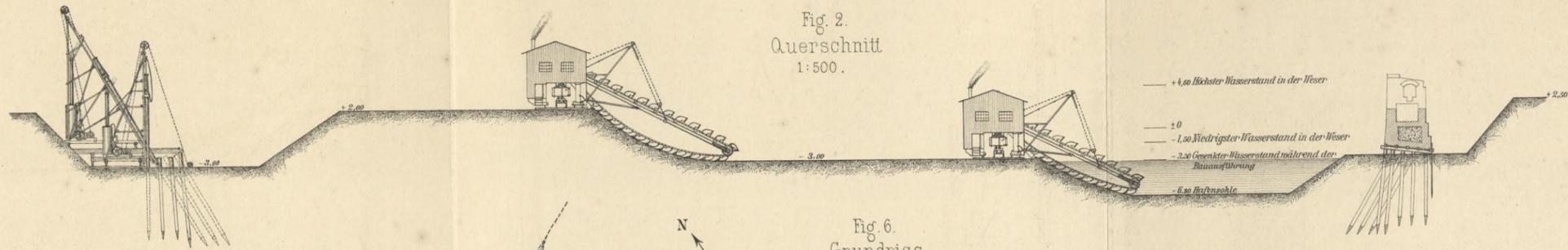


Fig 3.  
Spundwand-  
Ramme.  
1:200.

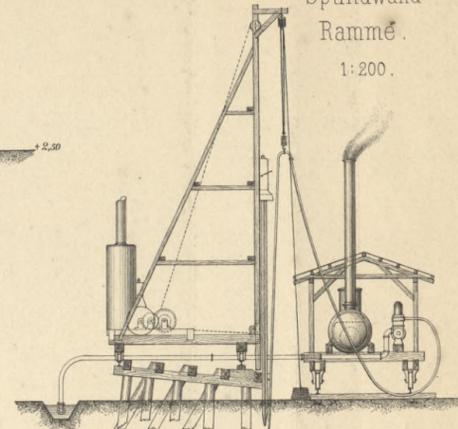


Fig 6.  
Grundriss.  
1:8000.

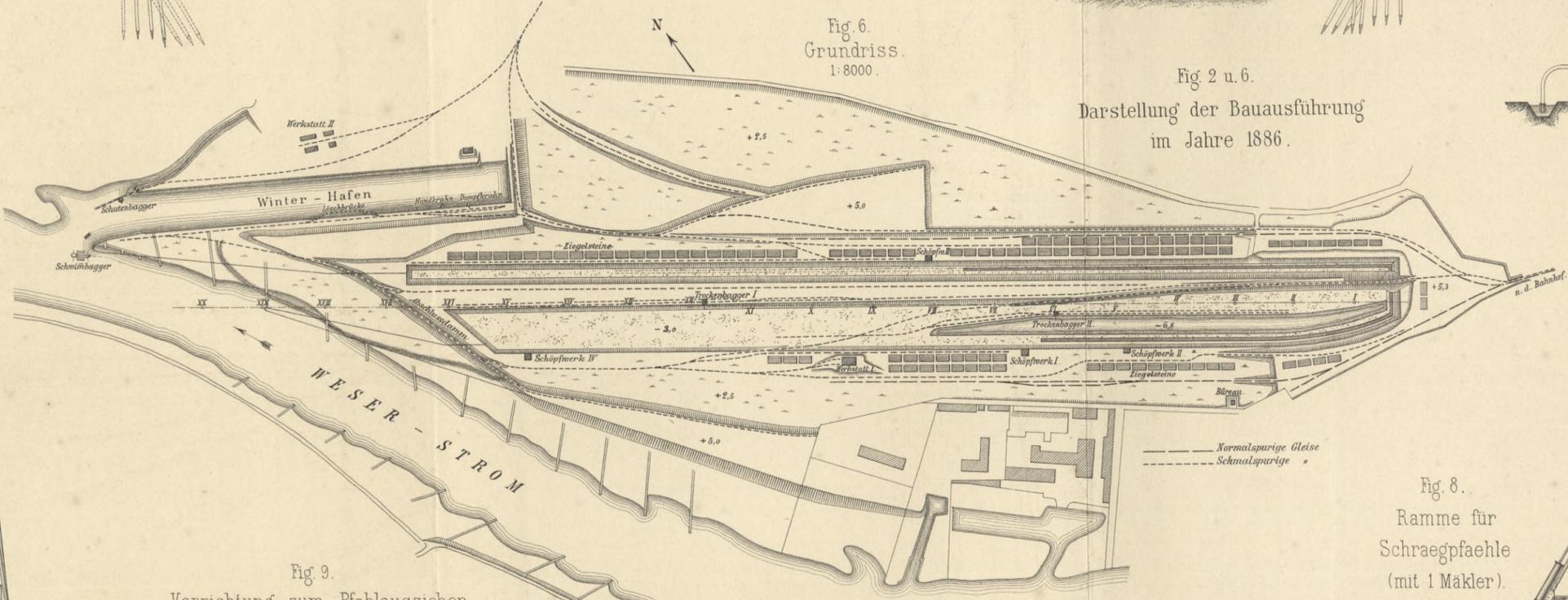


Fig 2 u. 6.  
Darstellung der Bauausführung  
im Jahre 1886.

Fig 7.  
Spülrohr-  
Spitze.  
1:8.



Fig 4.  
Ramm-  
Cylinder  
1:80.

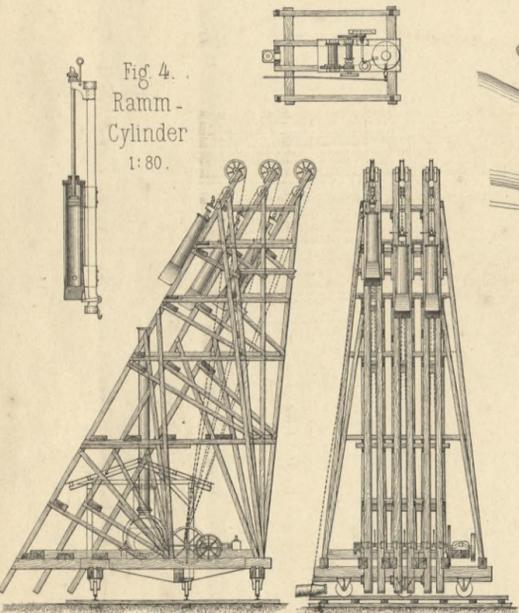


Fig 8.  
Ramme für  
Schraegpfaehle  
(mit 1 Mäklern).  
1:200.

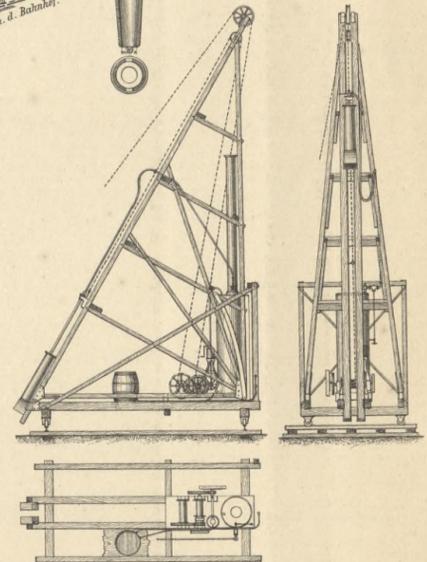


Fig 9.  
Vorrichtung zum Pfahlausziehen.  
1:100.

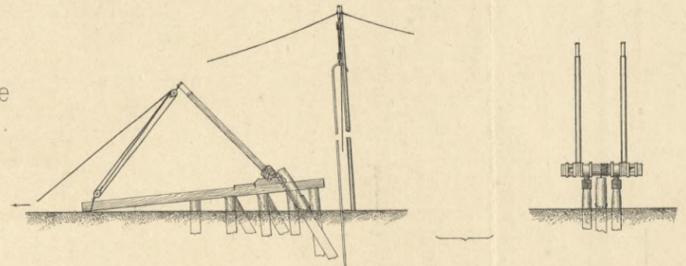


Fig 10.  
Beton-Bereitungs-Anlage.  
1:200.

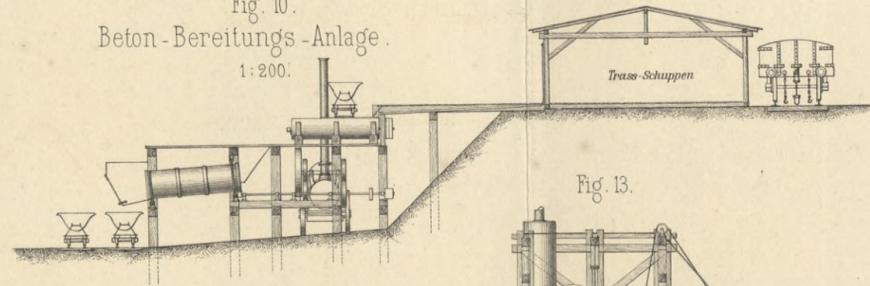


Fig 5.  
Ramme für Schraegpfaehle  
(mit 3 Mäklern).  
1:200.

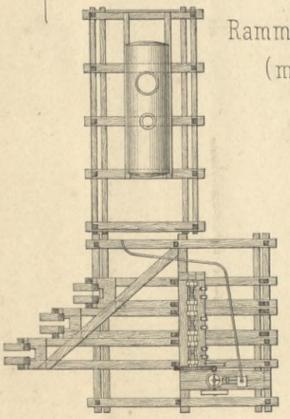


Fig 15.  
Beton-Stampf-Maschine.  
1:100.

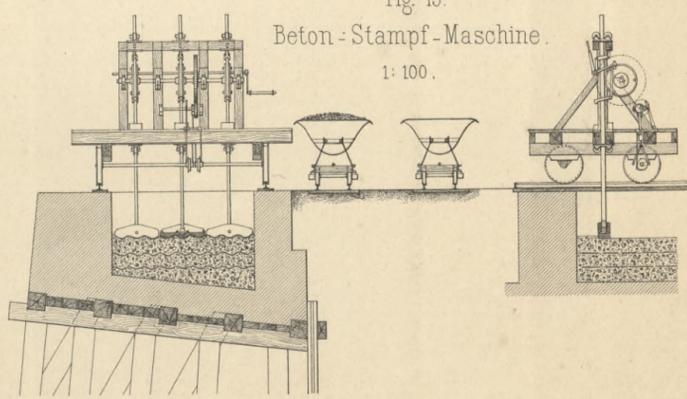


Fig 11 u. 12.  
Schuten-Bagger  
1:200.

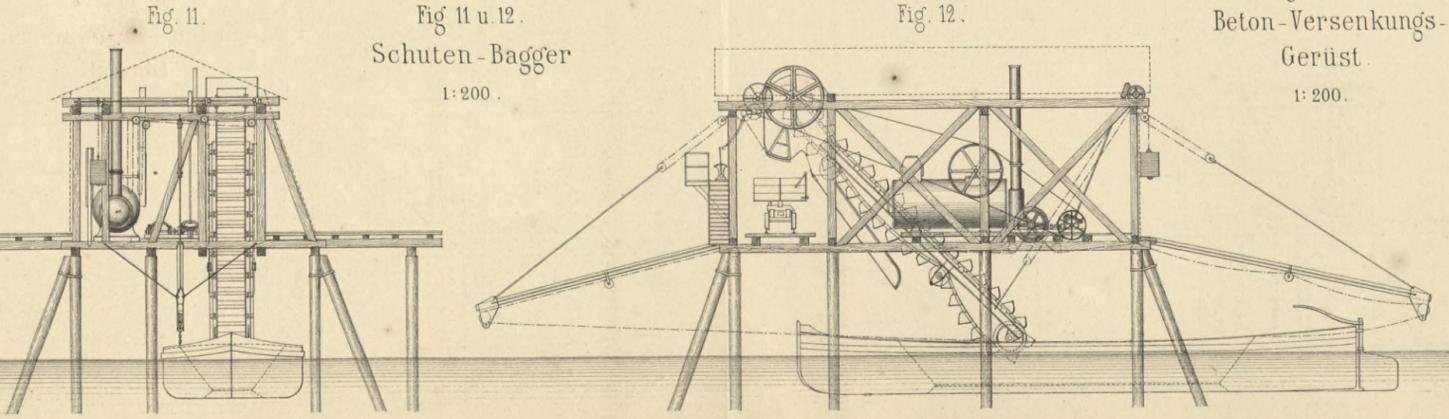
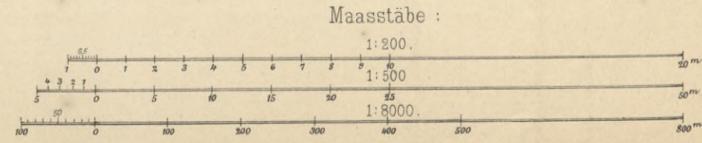
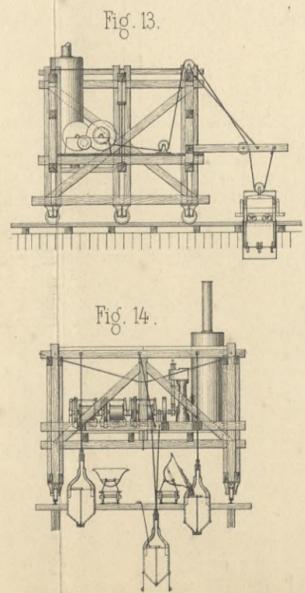


Fig 13 u. 14.  
Beton-Versenkungs-  
Gerüst.  
1:200.

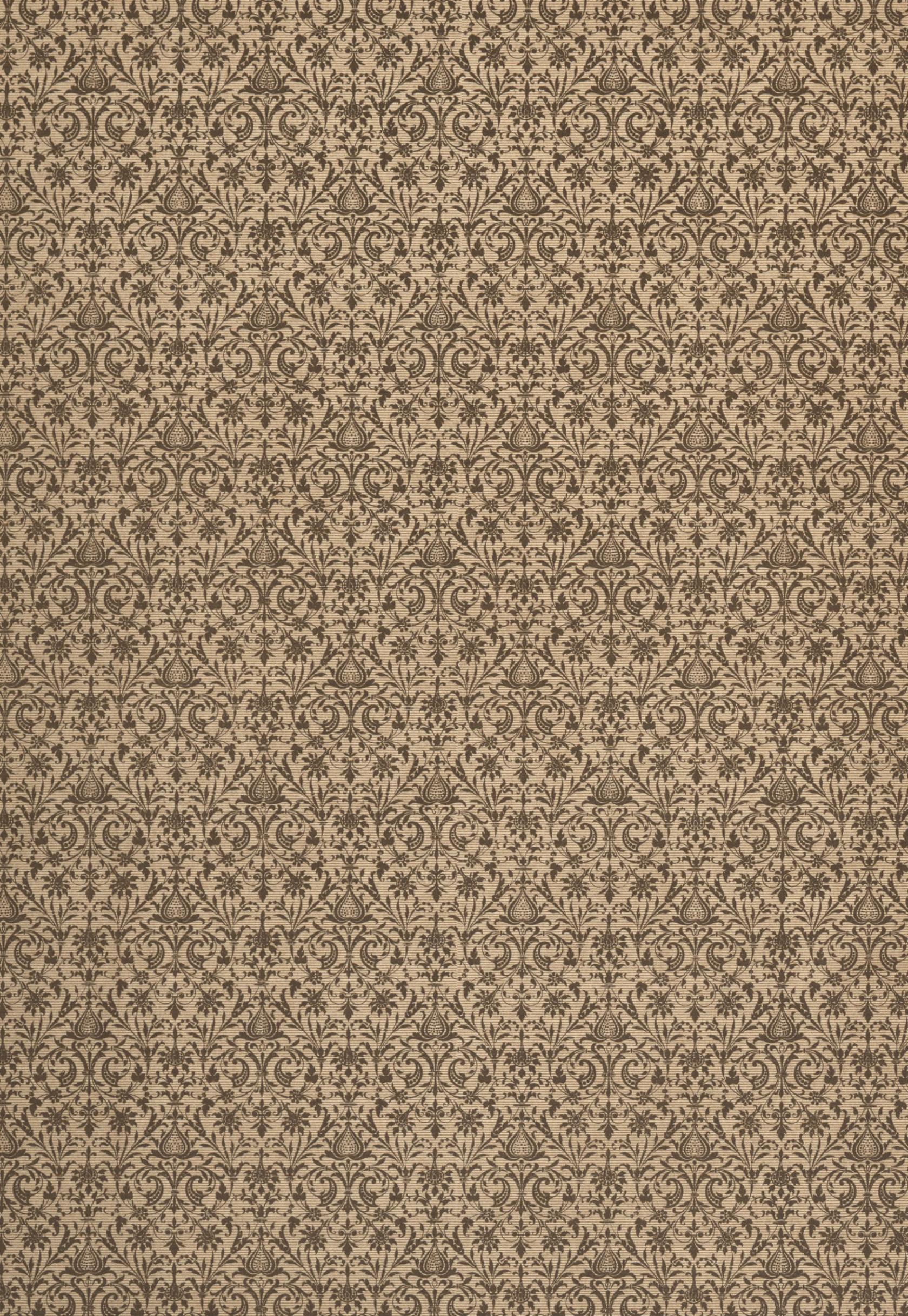


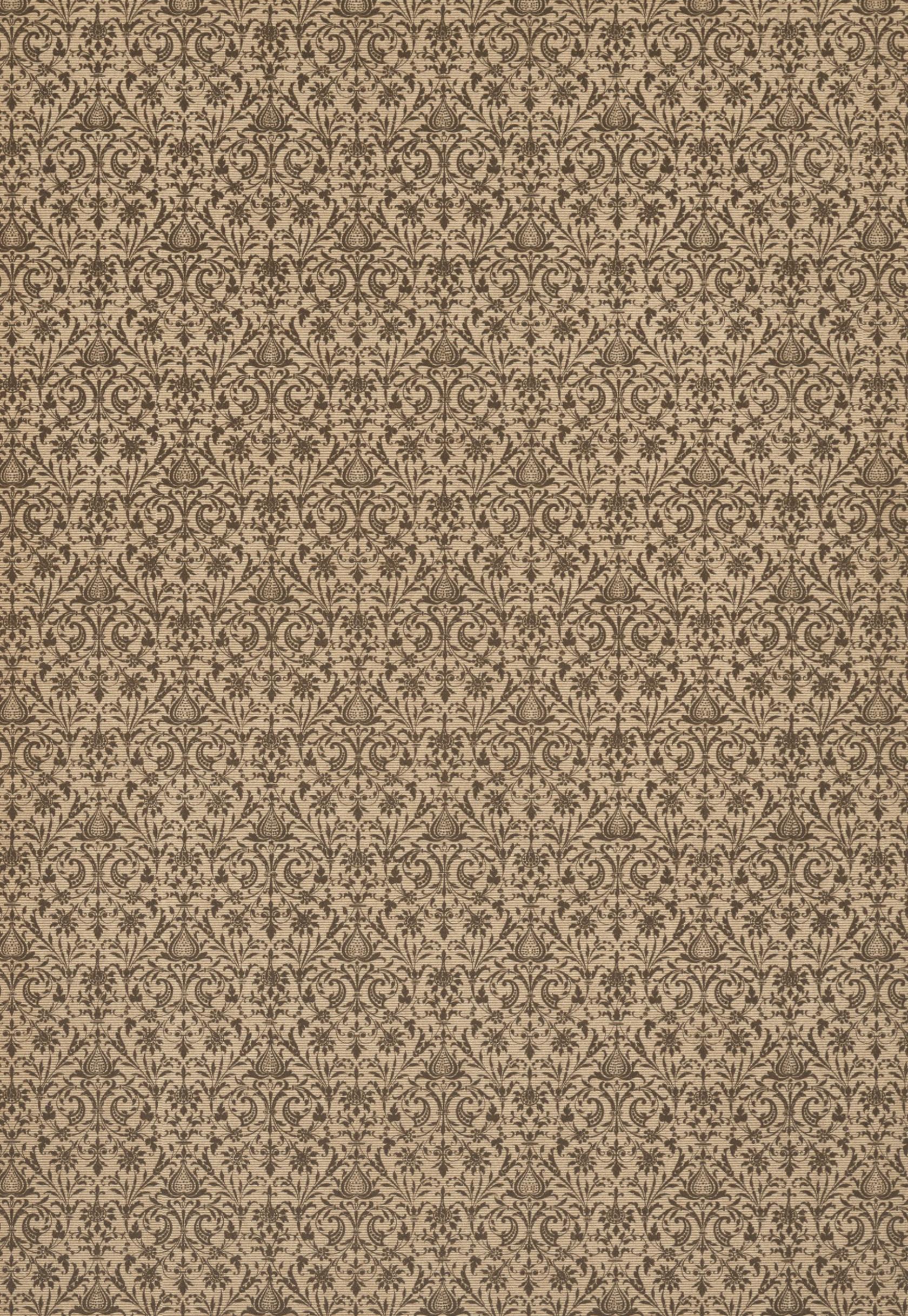


S. 2001

S. 61







WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

IV 35236  
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. I. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000302752