

Entwässerung des Stadtgebietes.

Curt Merkel.

Hamburg besitzt bereits seit der Mitte des 18. Jahrhunderts eine neuzeitliche Entwässerungsanlage. Der Schöpfer dieser, nach dem großen Brande des Jahres 1842 entstandenen Siele war der Zivilingenieur W. Lindley. Diese Besielung beschränkte sich im großen und ganzen auf die innere, von den ehemaligen Festungswällen umgrenzte Stadt.

Der fortschreitenden Bebauung entsprechend, wurde das Sielnetz beständig weiter ausgedehnt, im Jahre 1890 betrug seine Länge 376550 m. Das Hauptsiel war das in den Jahren 1872 bis 1875 mit einem Kostenaufwand von 5404200 Mark erbaute Geeststammsiel. Seitdem ist der Bau weiterer Stammsiel erforderlich geworden. In der Zeit von 1898 bis 1904 wurden die Stammsiel Ruhmühle—Hafenstraße und Isebeck—Millerntor, in den Jahren 1906 bis 1908 das Stammsiel zur Besielung der Stadtteile Hamm und Horn (Nord) erbaut.

Das Stammsiel auf dem oberen linken Alsterufer zur Entwässerung der im Jahre 1913 eingemeindeten Vororte Alsterdorf, Ohlsdorf, Klein-Borstel und von Teilen von Fuhlsbüttel ist zurzeit im Bau, und der Bau weiterer Stammsiel steht bevor. Im Anschluß an die fertigen Stammsiel erfolgte der Bau zahlreicher Zweigsiel.

Die grundlegende Annahme Lindleys, die Abwässer ohne künstliche Hebung dem Vorfluter (Elbe) zuzuführen, ist nicht nur für die ersten Siele, sondern für den weitaus größten Teil der gesamten Entwässerungsanlagen maßgebend geblieben. Nur verhältnismäßig kleine Flächen, so der größere Teil des inneren Hammerbrooks sowie Teile der Stadtteile Beddel und Billbrook (s. Tafel XII), liegen so tief, daß hier die Abwässer künstlich gehoben werden müssen. Diese Abwässer werden höher liegenden Stammsielen zugeführt und gelangen so nach der gemeinsamen Ausmündung an der Hafenstraße.

Das Vorhandensein von Ebbe und Flut in der Elbe bedingt, daß die Abflußverhältnisse beständig wechseln, und daß der Abflußvorgang außerordentlich verwickelt ist. Mit steigendem Elbwasser wird das Wasserspiegelgefälle immer kleiner, bei gleicher Höhenlage hört der Abfluß auf, und sobald der Außenwasserstand eine höhere Lage annimmt als der Wasserstand im Sielnetz, schließen sich die eingebauten Tore und das Kanalwasser speichert sich im Sielnetz auf. Bei außergewöhnlich hohen und länger andauernden Elbwasserständen tritt bei Erreichung einer bestimmten Höhe eine Entlastung nach der Alster ein. Für die tieferliegenden Stadtteile erfolgt die Entlastung in die zahlreichen Kanäle des Hammerbrooks sowie in die Bille. Die zahlreichen Wasserläufe Hamburgs sind für das Sielwesen von großer Bedeutung, da sie die Anlegung zahlreicher Notauslässe gestatten. Nur für das Gebiet des südlichen Elbusfers und so auch für seinen tiefliegenden Teil (die Beddel) ist bei hohen Elbwasserständen eine natürliche Entlastung nicht möglich.

Bei der ersten Anlage der Siele und da größere Teile der inneren Stadt Inseln bilden, war es nicht zu vermeiden, daß zunächst eine Anzahl Ausmündungen an den Fleten erbaut wurden. Bereits Lindleys Bemühungen waren darauf gerichtet, die einzelnen Netze untereinander zu verbinden und durch Fortführung der Siele bis nach den St.-Pauli-Landungsbrücken eine Hauptausmündung in die Elbe zu schaffen. Lindley vermochte dies nur für den durch das Ruhbergsiel entwässernden Teil der Neustadt zu erreichen, für den die Ausmündung am Johannisbollwerk gebaut wurde, an die auch das städtische Stammsiel (innere Stadt) angeschlossen wurde. Der kräftige Elbstrom konnte nun unmittelbar zur Fortführung der Abwässer ausgenutzt werden. Später wurde eine Ausmündung an den St.-Pauli-Landungsbrücken geschaffen. Die Ausmündung erfolgte durch einen viereckigen Holzkasten, der 40 m

weit in die Elbe vorgeschoben war. Erst im Zusammenhang mit dem Bau des Geeststammfjels wurde eine grundlegende Änderung herbeigeführt durch Schaffung einer Hauptausmündung an den St.-Pauli-Markt- und Landungsanlagen (1872).

Die Abwässer des Geeststammfjelsgebiets flossen durch zwei ebenfalls hölzerne Kasten von 70 m Länge, die bis auf eine Tiefe von — 3,5 m *H. N.* versenkt worden waren, der Elbe zu. Diese Länge wurde später wegen der Fähranlagen auf 24 m verkürzt. Eine besondere Ausmündung in die Elbe wies ferner bis zum Jahre 1907 das Grenzziel auf, das im Jahre 1856 gemeinsam mit der Stadt Altona erbaut worden war und St. Pauli und früher einen Teil des älteren Altonas entwässerte.

Als durch die fortgeschrittene Bebauung das Geeststammfjels in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts die Grenze seiner Leistungsfähigkeit erreicht hatte und der Bau weiterer Stammfjelse nicht weiter hinausgeschoben werden konnte, gingen der Bewilligung der Mittel eingehende Untersuchungen über die zulässige Einleitung der Schmutzstoffe in die Elbe voraus. Für die Außengebiete wurde sowohl die Einführung des Trennsystems, die Schaffung von Kläranlagen mit Einleitung des geklärten Wassers in die Alster, als auch die Unschädlichmachung der gesamten Abwässer durch eine gemeinsame Kläranlage oder durch Fortleitung nach einem bedeutend unterhalb Hamburgs an der Elbe gelegenen Punkte erwogen. Die Frage, ob es zweckmäßig und angängig sei, soweit noch möglich, das Trennsystem einzuführen und die Tagewässer in die Alster einzuleiten, wurde in einem Bericht des Hygienischen Instituts vom 24. Februar 1898 sehr eingehend behandelt. Der Bericht kam zu einer Verneinung der Frage.

Auch darüber fanden eingehende Erörterungen statt, ob es sich empfehle, an Stelle des gegenwärtigen gemeinsamen Sietnezes nicht wenigstens teilweise ein Radialsystem einzuführen. Die Sietwässer hätten in diesem Falle an geeigneten Stellen vor ihrem Eintritt in die großen Sammler abgefangen und nach den an der Stadtgrenze gelegenen Riefelwiesen oder Kläranlagen gepumpt werden müssen. Eine Verwirklichung auch dieses Gedankens wurde als nicht ausführbar erkannt.

Das Verhandlungsergebnis war, daß die durchgeführte Entwässerungsweise beibehalten wurde, daß aber für die Zukunft, falls solches notwendig werden sollte, die Möglichkeit offenzuhalten ist, Kläranlagen einschalten zu können. Den jeweiligen Verhältnissen entsprechend, würde ein Teil oder die gesamte Schmutzwassermenge vor ihrer Einleitung in die Elbe einer weitergehenden Behandlung zu unterwerfen sein. Eine Klärung der hamburgischen Abwässer setzt jedoch voraus, daß in gleicher Weise seitens der Nachbarstädte verfahren würde.

Den ferneren Erwägungen der Behörden ist es überlassen worden, welche Vorkehrungen zu treffen sein werden, wenn im Laufe der Zeit die weitere Vorbehandlung der Abwässer vor ihrer Einleitung in die Elbe erforderlich werden sollte. Von Vorkehrungen zwecks einer etwaigen Desinfektion der Abwässer wurde abgesehen, da nicht daran zu denken ist, die große Schmutzwassermenge wirksam zu behandeln, und da das bei Sturzregen aus den Notauslässen strömende Wasser doch unbehandelt bleiben würde. Dagegen wurden sofort Vorkehrungen getroffen, daß möglichst wenig Ansteckungskeime überhaupt in die Siele und in den Fluß kommen können. Zu dem Zwecke werden in den Krankenanstalten die gesamten Abwässer der Abteilungen für innere Krankheiten und in den Auswandererhallen der Hamburg-Amerika Linie auf der Veddel die gesamten Abwässer behandelt, ehe sie in das Siet fließen. Allen Bewohnern, bei denen Typhuskranken liegen, werden, sobald die ärztliche Meldung eingeht, unentgeltlich die nötigen Desinfektionsmittel und Geräte mit Gebrauchsanweisung in das Haus gebracht und auf ihre Verwendung überwacht. Daneben wird durch den seit 1893 ausgebildeten Hafenärztlichen Dienst dafür gesorgt, daß alle Kranken von den Schiffen sofort entfernt werden, so daß auch von dort Ansteckungskeime nicht leicht in den Fluß kommen können. Für die an den

Rais vorhandenen Aborte sind, soweit sie unmittelbar in die Hafenbecken münden, Desinfektionsgruben angelegt.

Wenn somit auch eine Klärung der Abwässer der Zukunft vorbehalten worden ist, so sind doch in unmittelbarem Zusammenhang mit den neuen Stammzielbauten Anlagen geschaffen worden, um vor Einlauf der Zielwässer in die Elbe durch Sandfang und Rechen alle schweren Sinkstoffe und gröberen Schmutzteile, Kotballen usw. abzufangen. (S. „Ausmündungsanlagen“, S. 345.)

Der Einfluß von Ebbe und Flut auf den Zielbetrieb ist wegen der ständig wechselnden Vorfluthöhe als nicht günstig bezeichnet worden, dagegen ist ihr Einfluß auf den Vorfluter, die Elbe, sehr vorteilhaft, indem sie eine für die Selbstreinigung des Stromes höchst wichtige rasche Verdünnung der Zielwässer und ihre Verteilung auf die Elbwassermassen bewirken. Durch die Meeresflut werden große, die Oberwassermengen weit übersteigende Wassermengen hin und her geführt, was wesentlich zur Spülung des gesamten Stromgebietes beiträgt. Die mittlere Wassermenge der Elbe beträgt sekundlich bei Flut 1030 cbm, bei Ebbe 1120 cbm, und die größte Wassermenge bei Flut und Ebbe 1350 cbm.

Zurzeit findet eine mindestens 380fache Verdünnung der Zielabwässer statt, indem das 8000 ha große jezige Zielgebiet mit den von Altona und Wandsbek angeschlossenen Teilen eine Bevölkerung von rund 1 Million aufweist, mit einer täglichen Abwassermenge von 230000 cbm, d. h. rund 2,7 cbm in der Sekunde. Als künftiges Zielgebiet ist eine Fläche von 11834 ha anzunehmen, indem weitere Eingemeindungen in Anrechnung gebracht werden müssen.

Für dieses erweiterte Gebiet ist bei voller Bebauung eine Bevölkerung von 2672200 mit einer täglichen Abwassermenge von 514000 cbm anzusetzen.

Seit Jahren sind hamburgischerseits umfangreiche und sehr eingehende Untersuchungen der Elbe vorgenommen worden. Sie haben dargetan, daß der durch die Einleitung der städtischen Abwässer beeinflusste Zustand der Elbe durchaus befriedigend ist. In dieser Beziehung ist besonders auf die seitens des Naturhistorischen Museums in Hamburg veröffentlichten Untersuchungen hinzuweisen (Hamburgische Elbuntersuchungen VIII. Studien über die Einwirkung der Trockenperiode im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg von Richard Volk. Hamburg 1906. Mitteilungen aus dem Naturhistorischen Museum XXIII, 2. Beiheft zum Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten). Diese Untersuchungen lassen erkennen, daß die Flut die Abwässer nicht etwa in besorgniserregender Weise aufstaut, sondern daß sie die Fäulnisstoffe in so nachhaltiger Weise verdünnt, daß es der ungeheuren Zahl von kleinen Lebewesen (Elbplankton) ein leichtes ist, sie zu zerlegen und nach kurzer Zeit vollständig zu verwandeln. Wie stark die Verdünnung der Zielwässer wirkt, erhellt am besten aus einer Zusammenstellung, die Volk über das Verhältnis der schädlichen chemischen und Fäulnisstoffe zu dem Wasserstrom gibt. Nach seinen Angaben gelangen durch die Abwässer in der Sekunde etwa 12 l Urin mit 130 g Kochsalz und 360 g organischer Stoffe in die Elbe. Legt man den geringsten Wasserzufluß der Norderelbe mit nur 360 Sekunden Raummeter zugrunde, so ergibt sich in der ganzen Urinmenge nur eine Anreicherung von 1 Teil Kochsalz auf 2700000 Teile Wasser und 1 Teil organischer Stoffe auf 1000000 Teile Wasser. Die organischen Teile aus den Auswurfstoffen sind in ihrer Gesamtheit gering, so daß die Verunreinigung durch die Selbstreinigung des Wassers mit Leichtigkeit wieder entfernt wird. Diese Selbstreinigung wird durch die Aufgustierchen, Rädertiere, Mollusken und Würmer so gründlich vorgenommen, daß schon 5 km unterhalb der Hauptzielmündungen von Pilzflocken nichts mehr zu erkennen ist. Die den Detritus verzehrenden Tiere, die zum Teil auch ganz tatkräftige Reimvertilger sind, dienen unmittelbar oder mittelbar als Fischnahrung, so daß die toten Abwässerbestandteile wieder verkörpert und als Dünger für neue Lebensmittelerzeugung ausgenutzt werden.

Mit der rein wissenschaftlichen Forschung stimmen die Ergebnisse der Fischereibeobachtung überein, wonach es keine Gefährdung der Unterelbe durch die Sielabwässer gibt, wie die Ausführungen aus dem Gutachten des Direktors des Rgl. Preussischen Instituts für Binnenschifffahrt, P. Schiemenz, über die Verunreinigung der Elbe zeigen:

„Bei der Verunreinigung der Hamburger Gewässer sind hiernach zwei Vorgänge völlig auseinander zu halten, nämlich die Verunreinigung durch die Sielwässer und diejenige durch den Hafenerverkehr. Die letztere Verunreinigung beruht auf der bekannten Tatsache, daß die auf dem Wasser verkehrenden oder an dem Wasser wohnenden Menschen alle Gegenstände, deren sie sich entledigen wollen, ins Wasser werfen. Der Boden der Gewässer bedeckt sich infolgedessen mit allerhand Gerümpel, das einer Fischerei sehr hinderlich ist. Andererseits geben alle verwesbaren Stoffe, wie Küchenabfälle, verdorbene Eßwaren, zu Fäulnisvorgängen Veranlassung. Diese Verunreinigung des Hafensbezirkes hat mit den Sielwässern nichts zu tun. Diese Verunreinigung ist durch den eigenartig gefärbten schwarzen Schlamm nachzuweisen. Aber auch sie hat keinen starken nachteiligen Einfluß auf die Tierwelt, wie das Verzeichnis der in den einzelnen Häfen gefundenen Tiere dartut. Daß auch die Fische dadurch nicht vernichtet werden, ergibt sich aus den Netzfangen. Die gefangenen Fische hatten alle durchweg ein gutes Aussehen und ließen in keiner Weise auf irgendeine Benachteiligung schließen. Wie die Untersuchungen dargetan haben, haben sich die Fische in einer ganz auffallenden Weise den durch die Verunreinigung gegebenen Verhältnissen angepaßt, und sie nähren sich mit Vorliebe von dem durch die Abwässer in der Entwicklung begünstigten Tubifer. Die Verunreinigungen liefern somit unmittelbar die Nahrung für die Fische.“

Über die wirtschaftliche Bedeutung dieser Vorgänge hat sich Volk wie folgt ausgesprochen:

„Die Wiederbelebung von totem Sielinhalt tritt uns zuerst in einer Vermehrung der Bakterien, Algen, Protozoen, handgreiflicher in der von Planktonkrustern, Würmern und Mollusken entgegen, und sie gelangt dadurch, daß sehr viele, vielleicht die meisten dieser Geschöpfe als Nährstoff zum Aufbau des Fischkörpers verbraucht werden, zu einer hohen Bedeutung für den menschlichen Haushalt. Wir lernen aus diesen Tatsachen, daß die Stoffwechselreste unseres eigenen Ernährungsvorganges, die wir neben andern belebten Abfällen unserer Haushaltungen durch die Siele in die Elbe schicken, statt sie auf den Acker zu fahren, wirtschaftlich durchaus nicht ganz verloren gehen, daß sie vielmehr, wenn auch nicht in Gestalt von Feldfrucht und Mastvieh, so doch in nicht zu unterschätzender Menge als Fischfleisch wieder zu einem wertvollen Nahrungsmittel der Menschen werden.“

Auch das hamburgische Hygienische Institut ist bei seinen eingehenden Untersuchungen zu dem Ergebnis gekommen, daß eine eigentliche Schlammablagerung im Flußbett der Elbe nicht nachzuweisen und daß selbst in den Häfen ein Einfluß der Siele vielfach nicht bemerkbar ist. Wo aber ein solcher Einfluß nach den Untersuchungen doch angenommen werden kann, sind irgendwelche auf einer erheblicheren Schlammablagerung beruhende Unzuträglichkeiten nicht festzustellen, nirgends kann von einer bedenklichen Verschlammung der Elbe die Rede sein.

Bei den gewaltigen Wassermengen, die die Elbe führt, kann schon aus ihrer Gegenüberstellung mit der täglich in die Elbe gelangenden Sielwassermenge auf eine hinreichende Verdünnung der letzteren in der Elbe geschlossen werden, auch wenn man die ungünstigen Umstände in Rechnung zieht. Die Verdünnung der Sielwässer durch das Elbwasser ist derartig, daß die Beimischung der Sielwässer durch chemische Untersuchungen, die regelmäßig in der Gegend des Wasserwerkes bei Kaltehofe ausgeführt wurden, nicht nachweisbar ist.

In neuester Zeit hat Professor Hofer (München) die Elbe eingehend untersucht. Auch er kommt zu dem Ergebnis, daß die Verunreinigung der Elbe durch die Abwässer der Stadt

Mündungsanlage Dafenstraße.
 Abwässerproben in der Zeit vom 29. August 1906, 6 Uhr vormittags, bis 30. August 1906, 6 Uhr vormittags.

Zeit	Oxydierbarkeit KMnO ₄ mg das Gitter	Abdampfungsstand mg im Gitter		Suspendierte Stoffe mg im Gitter		Äußere Beschaffenheit				Wasserstand		Bemerkungen			
		Gesamt	Stückverluft	Gesamt	Stückverluft	Klarheit	Durchsichtigkeit	Geruch	Farbe	Bodensatz	ber der Gelbe		im Giel		
29. August 1906:															
6 Uhr vorm.	105,4	658	543	115	54	50	54	stark opales	2,0	faulig, schwach säk.	grau	mäß. dunkelgrau	3,40	3,40	
7 "	86,8	720	596	124	1	60	59	" "	2,0	" "	graugelb	mäß. bräunlichgr.	3,20	3,20	
8 "	130,2	710	592	118	43	90	90	" trübe	2,0	" "	" "	" "	3,30	3,30	
9 "	185,8	859	674	185	84	70	70	" "	2,0	" "	" "	mäß. dunkelgrau	3,70	3,50	
10 "	167,4	831	661	170	85	39	46	" "	2,0	" "	" "	mäßig grau, feinere Flecke	4,20	4,00	
11 "	179,8	864	685	179	193	35	158	stark trübe	1,5	" "	" "	mäßig braungrau	4,55	4,30	
12 "	192,0	934	760	174	109	15	94	trübe	2,0	stärker säkaltisch	" "	fast 0	4,95	4,65	
1 nachm.	229,2	822	672	150	79	11	68	stark trübe	1,5	" "	" "	wenig graubraun	4,85	4,85	
2 "	247,8	907	723	184	151	31	120	" "	1,5	mehr faulig, säkaltisch	" "	mäß. dunkelgrau	4,50	4,70	
3 "	229,2	972	766	206	234	94	140	" "	1,0	" "	" "	" "	4,30	4,50	
4 "	185,8	909	756	153	401	106	295	" "	1,5	" "	" "	reichl. dunkelgrau	4,00	4,30	411. nachm. Stiefpüßg.
5 "	142,6	623	518	105	197	71	126	trübe	1,5	wenig säk., kohlsartig	gelbschgrau	mäß. gelbschgrau	3,70	4,30	
6 "	167,4	647	530	117	180	77	103	" "	1,5	kohlsartig	" "	" "	3,40	4,25	
7 "	192,0	777	648	129	240	76	164	stark trübe	1,0	stark kohlsartig	" "	mäß. dunkelgrau	3,15	4,00	
8 "	204,4	885	713	172	215	99	116	" "	1,5	kohlsartig	" "	" "	2,95	3,90	
9 "	396,6	989	791	198	452	148	304	" "	1,0	stark säk., schw. faul.	" "	reichl. dunkelgrau	3,50	3,70	
10 "	278,8	933	776	157	208	42	166	" "	1,0	" "	schw. violett	reichl. dunkelbr.	4,00	3,75	
11 "	334,6	977	886	90	122	9	113	" "	1,5	" "	" "	feinere Flecke,	4,50	4,10	
12 "	278,8	895	748	147	262	65	197	" "	1,5	etwas schwächer	schw. violett, graugelbsch	mäß. dunkelgrau,	4,85	4,35	
30. August 1906:															
1 Uhr vorm.	241,6	927	777	150	265	52	213	" "	1,5	säk., schwach faulig	graugelb	mäß. bräunlichgr.	5,00	4,50	
2 "	210,6	940	762	178	82	38	44	" "	2,0	schwach säkaltisch	" "	wenig grau	4,80	4,65	
3 "	148,8	773	645	128	167	61	106	trübe	2,0	schwach nach Lakon	" "	mäß. gelbschgrau	4,50	4,50	
4 "	130,2	827	681	146	132	73	59	stark opales	2,0	schwach säkaltisch	" "	mäß. dunkelgrau	4,10	4,20	
5 "	105,4	711	648	63	153	36	117	" "	2,0	schw. säk. u. faulig	" "	mäß. bräunlichgr.	3,80	3,85	
6 "	93,0	705	596	109	140	44	96	" "	2,0	schwach säkaltisch	gelbschgrau	wenig grau	3,50	3,50	

Hamburg sich in sehr engen Grenzen hält. In keinem deutschen Flusse ist auch nur annähernd ein so üppiges niederes Tierleben und dementsprechend ein so reicher Fischbestand wie in der Elbe. Von den niederen Pflanzen und Tieren findet man in der Elbe unterhalb Hamburgs in der Hauptsache solche Formen, die sonst in reinem oder wenig verunreinigtem Wasser leben, wie die verschiedenen Algen, mikroskopische Krebschen, Rädertiere, Muscheln und Schnecken. Solange die hauptsächlichsten Werkstätten der Selbstreinigung, die busenartigen Erweiterungen der Elbe, namentlich bei Finkenwärder, erhalten bleiben, so lange braucht die Stadt Hamburg auf Jahrzehnte hinaus ihre Abwässer keiner weitergehenden Reinigung zu unterziehen.

Aber die Zusammensetzung und Beschaffenheit der Sielwässer geben eingehende Untersuchungen von Abwässerproben durch das hamburgische Hygienische Institut genaueren Aufschluß.

Die Abwässerproben wurden an fünf verschiedenen Stellen während einer Zeit von 24 Stunden stündlich entnommen, um die Beschaffenheit zu den verschiedenen Tageszeiten kennen zu lernen. Von diesen wird das Ergebnis der fünften Entnahmestelle, an der Ausmündungsanlage, auf Seite 333 wiedergegeben.

Diese Zusammenstellung zeigt die Abwässer aus dem ganzen Stadtgebiet gemischt. Die Abwässer haben zu allen Tages- und Nachtstunden infolge der erheblichen Verzögerung in dem weit ausgedehnten Sielgebiet eine nahezu gleichmäßige Zusammensetzung, der Permanganatverbrauch betrug im Mittel 194 mg, die gelösten Stoffe betragen 831 mg und die Schwebstoffe 180 mg im Liter.

In einzelnen Fällen weisen die Abwässer höchst schädliche, ja äußerst gefährliche Beimengungen auf.

Seitdem die ersten Bestimmungen in Hamburg über die Einleitung der Abwässer in die Sielwerke erlassen worden sind, ist in den gesamten Verhältnissen eine große Umwandlung eingetreten. Die in den letzten Jahrzehnten neu kanalisierten Städte konnten diesen Verhältnissen sofort bei Inbetriebnahme der Kanalisationsanlagen Rechnung tragen und Vorsorge treffen, daß die Einleitung von schädlichen und gefährlichen Abwässern und Stoffen von vornherein verboten wurde; in Hamburg mit seiner weit älteren Besiedlung ist dies nur schrittweise und nach Überwindung vieler Widerstände erreichbar. Dem Fehlen eines gesetzlichen Verbots ist der Eintritt einer Anzahl sehr schwerer Unglücksfälle zuzuschreiben.

Ein sehr tragischer Fall hat sich bei den Reinigungsarbeiten in einem Sielwerk des Hammerbrooks ereignet. Einer der hierbei beschäftigten Arbeiter verstarb nach mehreren Tagen, und zwar infolge Vergiftung durch Einatmung von Arsenwasserstoff. Der Arbeiter hatte mit einem eisernen Eimer den Sielschlamm aufgewühlt, in dem Arsen enthalten war; hierdurch hatte sich Arsenwasserstoff gebildet, der eingeatmet wurde.

Auch Entzündungen in den Sielwerken haben sich mehrfach ereignet, und zwar sowohl durch eingeführte benzinhaltige Dämpfe und Benzin, wie auch durch die Entzündung von Kanalgasen. Das Betreten der Sielwerke ist daher nur mit Sicherheitslampen gestattet, zu welchem Zwecke hauptsächlich Acetylenlampen Verwendung finden.

Das Sielwesen hat sich, um in Gefahrenfällen Abwässerproben entnehmen zu können, mit Rauchhelmen und einer Drägerschen Rettungsvorrichtung, wie sich solche bei den Grubenunfällen bewährt haben, ausgerüstet. Es ist fraglos, daß bei den heutigen Verhältnissen weitgehende Vorschriften über das Verbot der Einleitung oder die Vorbehandlung mancher Abwässer unerlässlich sind. Zurzeit findet eine Neubearbeitung des Baupolizeigesetzes statt. Bei seinem Erlaß sollen die betreffenden Ergänzungen Gesetzeskraft erlangen. Als eine vorbeugende, vorübergehende Maßregel ist die abgedruckte Warnung zu betrachten, die die Ableitung gefährlicher Stoffe in die öffentlichen Sielwerke betrifft:

Warnung betreffend die Ableitung gefährlicher Stoffe in die öffentlichen Siele.

Ungeachtet einer gleichen Warnung im Jahre 1906, sind in steigendem Maße aus Fabriken in großen Mengen Abwässer von höherer Temperatur als 37°C sowie Abwässer, die gesundheits- und feuergefährliche Gase entwickeln (insbesondere Benzin- und Schwefelwasserstoffgase), in die Siele geleitet worden.

Zur Abwehr schwerer Unglücksfälle von den in den Siele beschäftigten Arbeitern und zur Verhütung erheblicher Schädigungen der öffentlichen Sielanlage werden die Gewerbetreibenden aufgefordert, derartige Wassermengen entweder vor Abfluß in die Siele abzukühlen oder, wenn dies wegen der Beschaffenheit der Kesselanlagen zurzeit nicht ausführbar erscheint, das Ableiten der heißen Wassermengen vorgängig der Baudeputation, Abteilung für das Sielwesen, so rechtzeitig anzuzeigen, daß die Sielarbeiter gewarnt werden können.

Soweit die Befürchtung bestehen muß, daß Abflüsse gefährliche Gase in den Siele entwickeln können, werden die Fabrikhaber im Hinblick auf die unter Umständen möglichen straf- und zivilrechtlichen Folgen etwaiger Unglücksfälle aufgefordert, nach Sachlage geeignete Vorichtsmaßregeln (Neutralisierung, Desinfektion, Ablagerung der Abflüsse u. dgl.) zu treffen.

Hamburg, den 14. April 1907.

Die Polizeibehörde.

Bei Vermietung von Staatsplätzen an Private, wie solches in ausgedehntem Maße auf dem südlichen Elbufer stattfindet, werden in die Verträge die nachstehenden Bestimmungen aufgenommen:

Abflüsse oder Stoffe, die nach Menge oder Art den Betrieb oder die Unterhaltung der Siele einschließlich der Pump- und Reinigungsanlagen beeinträchtigen oder gefährden, oder die eine Belästigung der Umgegend durch Ausströmen stark riechender Gase aus den Siele verursachen, oder die den Vorfluter schädlich beeinflussen, können von dem Einleiten in das Siel ausgeschlossen werden oder müssen vor dem Einleiten einer entsprechenden Behandlung nach Vorschrift der Baudeputation, Abteilung für Sielwesen, im Einverständnis mit der Baupolizei und dem Medizinalamt unterworfen werden.

Heiße Abwässer, einschließlich des aus Dampfkesseln abgelassenen Wassers, sind vor dem Einleiten in das Siel auf einen Wärmegrad von mindestens 37°C herabzusetzen.

Schadenskosten, die der Baudeputation durch ordnungswidrige Benutzung der öffentlichen Siele entstehen, sind auf erste Rechnung unweigerlich zu erstatten.

Die Gefällsverhältnisse der Siele schwanken je nach ihrer Größe und Lage zwischen 1:50 und 1:3500. Im allgemeinen ist das Gefälle, der Oberflächengestaltung entsprechend, mäßig. Die Reinhaltung der Siele verursacht zum Teil großen Aufwand, so namentlich im Hammerbrook, woselbst die Reinigungskosten jährlich 21000 Mark mehr betragen als diejenigen in gleich großen Flächen anderer Bezirke mit günstigeren Bedingungen. Eine Umgestaltung dieser Sielverhältnisse ist deshalb geplant.

In früheren Jahren wurden etwa 8000 cbm Schlamm aus den Siele entfernt und abgefahren. In den letzten Jahren ist der gesamte Siel- und Reinigungsbetrieb geändert, namentlich ist die Sielspülung mit Schilden (Abb. 602 bis 605) eingeführt worden.

Jeder der sieben Sielbezirke ist in drei bis vier Unterbezirke eingeteilt, in denen je ein Sielwärter die Verantwortung für den Betrieb und die Reinhaltung aller darin befindlichen Siele hat. Dieser Sielwärter erhält die erforderlichen Arbeiter von dem Bezirksaufseher.

Die Reinigung der Siele geschieht in erster Linie durch Spülungen, nötigenfalls aber auch durch Herausnehmen und Abfahren der Ablagerungen. Bei den Spülungen sind drei Arten

zu unterscheiden, Spülungen mit Alsterwasser, Verbrauchswasser und Leitungswasser. Für die Spülungen der Stammsiele wird in der Hauptsache Alsterwasser verwendet, das durch Öffnen der bei den zahlreichen Spüleinlässen vorhandenen Schosse den Siele mit einem durchschnittlichen Überdruck von 1 m zufließt. Im Hammerbrook werden die Siele, soweit ihre Höhenlage es gestattet, aus den Kanälen und der Bille, auf dem südlichen Elbufer von den Elbkanälen

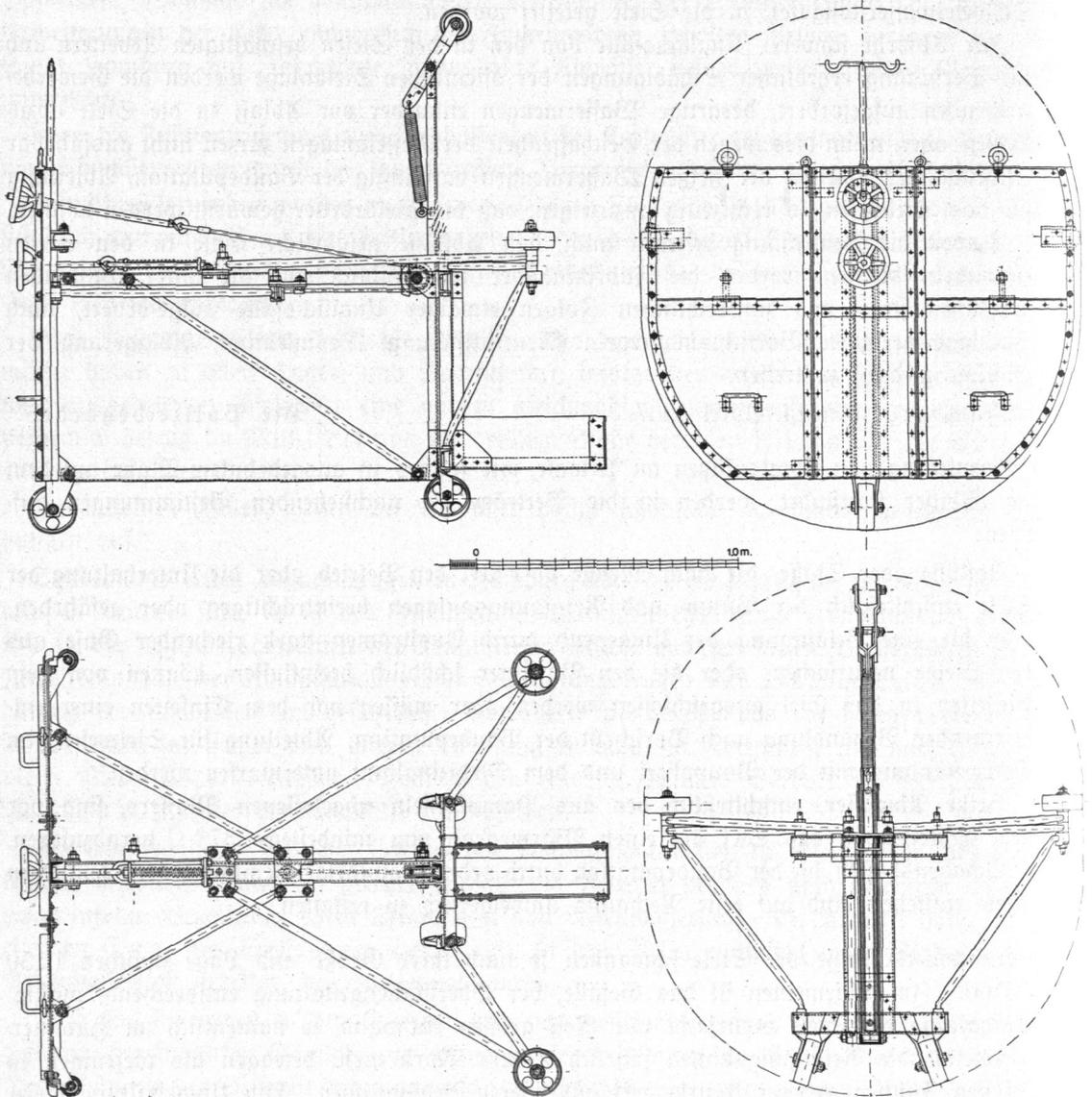


Abb. 602 bis 605. Spülwagen.

aus gespült. Um den Alsterwasserstand möglichst auf gleicher Höhe zu halten, dürfen die Siele in der Regel nur bei Alsterwasserständen über + 6,45 m gespült werden. Sobald der Wasserstand in der Alster über + 6,70 m steigt, ist die Spülung tunlichst zu verstärken.

Die Nebensiele mit ungenügendem Gefälle, denen Alsterwasser oder Wasser aus Kanälen ihrer Höhenlage wegen nicht zugeführt werden kann, müssen durch zeitweiliges Anstauen von Verbrauchswasser durch Schließen und plötzliches Öffnen von Spültüren reingehalten werden. Nur in den Fällen, in denen für die Spülungen Verbrauchswasser in genügenden Mengen nicht vorhanden ist, wird Leitungswasser verwendet. Da erfahrungsgemäß die schweren Ablagerungen, wie

Steine, Kies usw., durch gewöhnliche Spülungen nicht beseitigt werden können, ist man dazu übergegangen, diese Ablagerungen durch Spülflöße, Spülwagen und Spülschieber in Anlehnung an die in andern Städten übliche Spülweise mit Schilden zu entfernen. Früher wurden diese schweren Ablagerungen aus den Sielen herausgeschafft und abgefahren, was bei den sich immer wieder erneuernden großen Mengen wenig Nutzen brachte und mit hohen Kosten verbunden war. Diese Ablagerungen werden seit mehreren Jahren mit den genannten Vorrichtungen der Ausmündungsanlage in der Hafenstraße zugespült und dort auf maschinellem und somit billigerem Wege herausgebaggert.

Nur im Hammerbrook muß wegen der äußerst ungünstigen Gefällsverhältnisse, die ein Arbeiten mit Spülwagen ausschließen, vorläufig noch der Schlamm herausgenommen werden.

Die Wirkungsweise der Spülwagen besteht darin, daß ein fahrbarer Schild, der sich dem Sielquerschnitt möglichst genau anschmiegt und etwa die untere Hälfte des Sieles abschließt, das Wasser hinter sich aufstaut. Unmittelbar über der Sohle hat der Schild eine je nach Sielgröße mehr oder weniger große Durchlaßöffnung, durch die das aufgestaute Wasser mit großer Geschwindigkeit abfließt. Durch diesen „Spülstrom“ werden die vorgelagerten Sandmengen vorweg gespült, und der Spülwagen rückt, sobald die Sohle frei ist, durch den wirkenden Überdruck vor. Diese Vorrichtungen haben den großen Vorzug, daß sie, wenn die Wasserzuführung des Sieles nicht allzu gering ist, vollkommen selbständig arbeiten und auch über Nacht sich selbst überlassen werden können. Nur in den Sielverbindungen, in denen die Führung fehlt, müssen sie von Arbeitern geleitet werden. Während des Betriebes mit Spülwagen eingetretene Gewitterregen haben bis jetzt keinerlei nachteiligen Einfluß auf die ganzen Entwässerungsanlagen gezeigt. Um zu verhindern, daß eine größere Spülvorrichtung während der Nacht in eine Verbindung gerät, dort umfällt und dadurch etwa Schaden verursacht, wird in den Stammsielen vor jeder Verbindung quer durch das Siel eine starke Kette gespannt, durch die der Spülwagen rechtzeitig zum Stillstand gebracht wird.

An Bedienungsmannschaften sind in jedem Bezirk durchschnittlich drei bis vier Mann nötig, die alle einzelnen im Betrieb befindlichen Vorrichtungen der Reihe nach nachsehen.

Die Reinigung des ganzen Sielnetzes erfolgt in folgender Weise:

Zuerst werden die Stammsiele vom tiefsten Punkt anfangend gereinigt und auch weiterhin dauernd von Spülflößen oder Spülwagen durchfahren. Diese Maßnahme hat sich als nötig erwiesen, weil, wenn die Ablagerungen fortgeschafft sind, sofort wieder neue Mengen aus den kleineren Sielen nachschieben und durch kleinere Spüleinrichtungen, die nach der Reinigung der großen Siele tätig sind, immer wieder neue Mengen nachgeschickt werden. Die Hauptsache wird die Reinhaltung der Stammsiele bleiben, da sie die Vorbedingung für eine gute Vorflut und für die Reinigungsmöglichkeit der kleineren Siele mit Spülvorrichtungen ist.

In den beiden letzten Jahren sind rund je 3000 cbm Ablagerungen mit Spülvorrichtungen aus den Sielen nach der Ausmündungsanlage geschafft worden.

Die Siele werden in ausgedehntem Maße zur Beseitigung des Schnees benutzt. Soweit zugänglich, dienen hierzu die lotrechten Einsteigeschächte; an manchen Stellen sind jedoch auch besondere Schneeschächte angelegt worden. Neuerdings werden diese aus glasierten Tonröhren von 60 cm Durchmesser hergestellt. Solche Schächte sind jedoch nur in Siele eingebaut, in denen eine stete größere Wasserführung vorhanden ist. Im Jahre 1913 waren 118 Schnee-Einwurfstellen vorhanden.

Die zurzeit üblichen Sielquerschnitte sind in den Abb. 606 bis 628 wiedergegeben.

Die Berechnung des Sielnetzes erfolgt nach den nachstehenden Angaben:

An Verbrauchswasser werden 140 l in 24 Stunden für den Kopf der Bevölkerung gerechnet. Es wird angenommen, daß die Hälfte des Schmutzwassers innerhalb neun Stunden abfließt. Dies ergibt für 1 ha und die Sekunde eine abzuführende Schmutzwassermenge von 0,54 l.

Für das Regenwasser wird nach den früher gemachten Beobachtungen angenommen, daß die gewöhnliche Niederschlagshöhe 24 cm in 24 Stunden beträgt (Landregen) und daß hiervon zwei Drittel in der gleichen Zeit abfließt, was 1,85 l für das Hektar und die Sekunde ergibt. Hinsichtlich der stärkeren Regenfälle, die sich nur in größeren Zeiträumen wiederholen, wird angenommen, daß nur die Hälfte eines solchen Sturzregens in die Siele gelangt, wogegen die

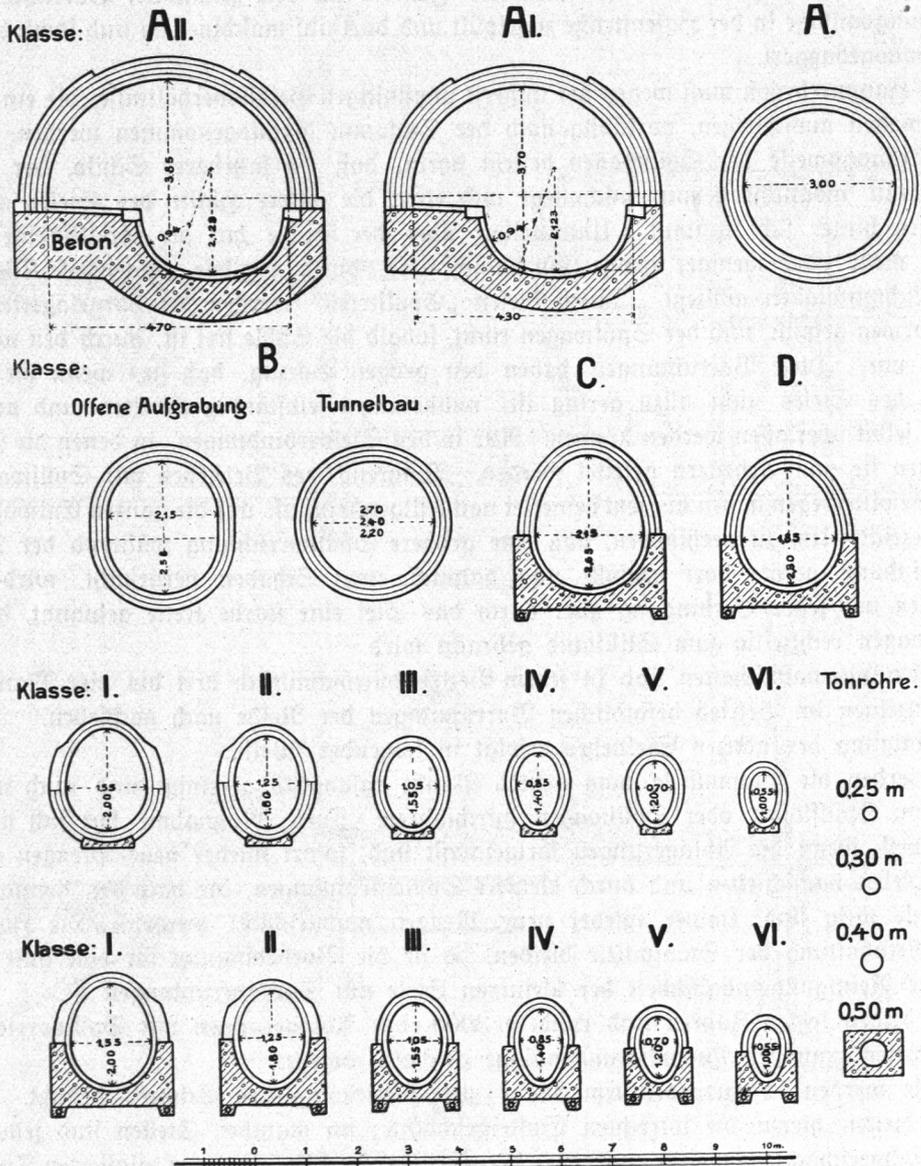


Abb. 606 bis 628. Sielquerschnitte.

andere Hälfte verdunstet und versickert. Für ein Hektar und die Sekunde werden etwa 40 l berechnet. In Hamburg fallen durchschnittlich jährlich 726 mm Regen, die Regendauer beträgt etwa 460 Stunden.

Bei Berechnung der Sielquerschnitte wird die Forderung berücksichtigt, daß die Siele so groß zu bemessen sind, daß die Notauslässe erst tätig sind, wenn eine ausreichende Verdünnung des Schmutzwassers eingetreten ist. Dieses Verdünnungsverhältnis wird dem Vorfluter des Notauslasses angepaßt.

Das hamburgische Sielnetz hatte Ende des Jahres 1913 eine Länge von 554940 m. Im einzelnen waren vorhanden:

Stammfiele (Klasse A bis D) . . .	34861 m
Klasse I	8259 "
" II	7048 "
" III	12912 "
" IV	29871 "
" V	113046 "
" VI	232542 "
Tonrohre	116401 "
	554940 m

Sein allmähliches Anwachsen geben die nachstehenden Zahlen wieder:

1845 . . . Länge	11224 m	1880 . . . Länge	212654 m
1850 . . . "	13494 "	1890 . . . "	311374 "
1860 . . . "	47648 "	1900 . . . "	376550 "
1870 . . . "	93780 "	1910 . . . "	505867 "

In einzelnen Jahren wurden bis zu 27896 m (1913) Siele erbaut.

Die Zahl der Hausfielarme betrug Ende 1913 35399 Stück. Die Gesamtkosten betragen Ende 1913 47867100 Mark, die jährlichen Betriebs- und Unterhaltungskosten, die ausschließlich staatsseitig getragen werden, waren im Jahre 1913 584000 Mark.

Auch von den Baukosten wird ein sehr erheblicher Teil, und zwar der auf die Stammfiele entfallende, vom Staate getragen.

Die Anlieger haben gesetzlich zu den Kosten der Siele (Klasse I bis VI und Tonrohre) bei bebauten Grundstücken einen Betrag von 60 Mark, bei unbebauten Grundstücken einen solchen von 25 Mark für das Meter der dem Siele zugekehrten beitragspflichtigen Fronte zu entrichten und in dem letzten Falle bei späterer Bebauung einen Beitrag von 35 Mark nachzuzahlen.

Dem Entwicklungsgange der Besielung gemäß und den örtlichen Verhältnissen entsprechend, unterscheidet man:

1. das Sielnetz der inneren Stadt,
2. das Sielnetz von St. Pauli,
3. das Sielnetz des Hammerbrooks und des Billwärder Ausschlags,
4. das Sielnetz des Gebiets der früheren und jetzigen Vororte,
5. das Sielnetz des südlichen Elbufers.

Namentlich das unter 4 angeführte Gebiet bietet nicht das Bild eines einheitlichen Netzes, besonders seitdem im Jahre 1904 die neuen Stammfiele hinzugetreten sind.

1. Das Sielnetz der inneren Stadt. Das Entwässerungsgebiet dieses Stadtteils liegt teils über, teils unter der Höhe der höchsten Sturmfluten. Durch eine zielbewusste, jahrzehntelange Hebung der tief liegenden Gegenden der inneren Stadt ist der Umfang der gefährdeten Gegenden auf eine sehr kleine Fläche beschränkt worden. Durch selbsttätig eintretende Schließung der Sielausmündung wird das Elbwasser an dem unterirdischen Einströmen gehindert. Seitdem die Ausmündungen in einer Mündungsanlage vereinigt sind, wird durch diese Schließung allerdings auch der unmittelbare Abfluß in die Elbe aus den höher liegenden Gebieten (mit Ausnahme des hochliegenden Teils von St. Pauli) verhindert.

Durch tiefliegende Kellereinflüsse und Sieltrümmen in den außerhalb des sogenannten Niederdammes (Graskeller, Großer Burstah und Große Johannisstraße) liegenden, bei Sturmfluten

überschwemmbareren Gebieten ist zurzeit noch ein Vollaufen der Siele möglich und das Elbwasser könnte aus den Notausläufen in die Alsterbecken fließen. Um dies zu verhindern, wird das zu diesem besonderen Zweck eingebaute Schoß des städtischen Stammesieles (bei der Pulverturmsbrücke) geschlossen, sobald das Elbwasser die Höhe von + 7,45 m *H. N.* erreicht, bei welchem Wasserstande erst ein oberirdisches Einströmen des Elbwassers in die Siele möglich ist. Die durch Düker gebildeten Sielverbindungen der zahlreichen Inseln der inneren Stadt werden beim Eintritt von Sturmfluten ebenfalls durch Schosse getrennt. Hierdurch wird verhindert, daß durch das Vollaufen eines Sieles auf einer Insel etwa die angeschlossenen tief liegenden Räume einer andern Insel ungünstig beeinflusst werden. Mit Erreichung der angestrebten Höhe von + 9,20 m für sämtliche Teile der inneren Stadt und nach Beseitigung aller überschwemmbareren Sieleinläufe an den Kanälen wird diese zeitweilige Trennung entbehrlich werden.

Um bei Sturzregen und gewöhnlichen Flutwasserständen eine Sielentlastung zu erreichen, sind die Schwellen der Notauslaufüberläufe auf etwa + 5,70 m gelegt. Diese Notauslässe sind mit selbstschließenden Türen, außerdem mit Schossen versehen.

Zurzeit können Kellerüberschwemmungen innerhalb des Niederdammes nur noch bei dem Zusammentreffen sehr ungünstiger Umstände eintreten, und zwar bei oftmaliger Wiederholung einer Sturmflut ohne genügendes Sinken der Elbe während der Ebbezeit. Eine solche ungünstige Sturmflutfolge herrschte vom 5. bis 8. Dezember 1895.

Das Elbwasser erreichte am 5. Dezember eine Höhe von + 6,98 m. Die nachfolgenden Fluten waren + 7,56 m, + 7,25 m, + 7,66 m, + 7,48 m und + 7,12 m. Die dazwischenliegenden Ebben hatten eine Höhe von + 5,14 m, + 5,50 m, + 5,50 m, + 5,75 m und + 5,76 m, das heißt, sie überstiegen in der großen Mehrzahl noch etwas die gewöhnliche Fluthöhe (+ 5,28 m). Der Wasserstand in dem abgeschlossenen städtischen Stammesiel stieg bis + 6,60 m und fiel zur Ebbezeit auf die jeweilige Elbwasserhöhe.

Als besonders günstig ist es zu bezeichnen, daß nach den jahrelangen Beobachtungen starke anhaltende Regenfälle mit den Sturmfluten nicht zusammenfallen. Der Wasserstand in den nicht überschwemmten Siele ist daher in den gefährdrohenden Zeitpunkten in der Regel weit niedriger als in der Elbe.

Die Sturmfluten beeinflussen jedoch nach Sachlage nicht nur die Siele der inneren Stadt, sondern sie ziehen auch die der Außenbezirke in Mitleidenschaft. Die Siele unterhalb des Schoßes der Pulverturmsbrücke bleiben durch die Notauslässe des Geeststammesieles und durch die Stammesiele Ruhmühle—Hafentor und Isebeck—Millerntor mit der Alster in Verbindung. Es muß deshalb auch hier dafür gesorgt werden, daß ein Durchfließen des Elbwassers nach der Alster nicht eintritt, was durch zu tief liegende Straßen- und Kellereinläufe in überschwemmbareren Räumen zurzeit noch möglich ist. In der angeführten Sturmflutfolge war der höchste Wasserstand in dem Geeststammesiel während der Flutzeit + 6,80 m, + 6,90 m, + 6,90 m, + 6,95 m, + 7,08 m und + 7,09 m. Der Alsterwasserstand erreichte eine größte Höhe von + 7,09 m. Er war durchweg 10 cm niedriger als der Sielwasserstand, und es fand demgemäß eine Sielentlastung durch die Notauslässe in die Alster statt, eine Erscheinung, die im allgemeinen zu den Seltenheiten gehört.

2. Das Sielsystem von St. Pauli. Ein Teil von St. Pauli wird gemeinschaftlich mit einem Teile von Altona entwässert. Dies geschah bis zum Jahre 1882 durch das an der Landesgrenze auf gemeinschaftliche Kosten im Jahre 1856 erbaute Grenzsiel.

Dieser Sammler, der anfangs genügte, um auch die größten Regennengen abzuleiten, reichte bei weiterer Bebauung des Sielgebietes nicht mehr aus, und da Notauslässe zur Entlastung in dem Geeststrücker St. Paulis nicht anzubringen waren, so wurde im Jahre 1882 ein zweites, mit dem ersten gleichlaufendes und mit ihm durch drei Querstutzen verbundenes Hauptsiel auf Altonaer Gebiet erbaut. Das Parallelsiel mündet unweit des zuerst erbauten Sieles. Da

dieses Entwässerungsgebiet fast ganz über der höchsten Sturmfluthöhe liegt, so kann es bei jedem Wasserstande in die Elbe entwässern.

Seitdem die Abwässer in der neuen Ausmündungsanlage maschinenmäßig gereinigt werden, war es erwünscht, auch die Abwässer von St. Pauli in gleicher Weise zu behandeln. Um nicht eine besondere Anlage erbauen zu müssen, werden diese Abwässer derselben Anlage zugeführt. Die Anordnung ist so getroffen, daß die Schmutzwassermengen an trockenen Tagen der Ausmündungsanlage zufließen. Bei Regenfällen tritt bei einer mehr als zweifachen Verdünnung ein Überfall in Tätigkeit und das überschüssige Wasser fließt der Elbe durch die alte Ausmündung unmittelbar zu. Bei hohen Elbwasserständen wird der Abfluß nach der Ausmündungsanlage, da diese außer Tätigkeit tritt, durch ein Schloß geschlossen, und sämtliche Abwässer dieses Gebiets fließen alsdann in früherer Weise der Elbe zu.

3. Das Sietz des Hammerbrooks und des Billwärder Ausschlags. Das Gelände des Hammerbrooks und des Billwärder Ausschlags ist fast wagerechtes, nicht genügend aufgehöhhtes Marschland, weshalb der größte Teil der Siete fast ohne Gefälle hergestellt wurde. Wegen der tiefen Lage der Siete kann ein unmittelbarer Abfluß in die Elbe nicht stattfinden, vielmehr muß das Wasser künstlich gehoben werden. Zu diesem Zwecke wurden im Jahre 1865 bei Brandshof zwei Dampfmaschinen von je 20 P.S. aufgestellt.

Die Anlage wurde bis zum Jahre 1880 zum Überpumpen des Sietzwassers in die Elbe benutzt. Da nach Schüttung eines Damms für den Hannoverischen Bahnhof das übergepumpte Sietzwasser durch die die Stadt durchströmenden Flete floß, so wurde im Jahre 1880 nach Vollendung des Geeststammfels eine neue Pumpenanlage am Anckelmannsplatz erbaut und das Sietzwasser zunächst in dieses übergehoben. Seit Inbetriebnahme des Stammfels Ruhmühle-Safentor ist das Überpumpsiel an dieses angeschlossen.

Zur Entlastung der Siete bei eintretendem Sturzregen sind an der Bille und den Hammerbrookkanälen Notauslässe angeordnet. Durch Baupolizeigesetz ist die tiefste Lage der Keller in diesem Gebiet auf + 4,6, bzw. + 5,2 über Hamburger Null festgesetzt; der mittlere Wasserstand der Bille und der Kanäle ist + 3,55, bzw. + 3,85 m, die Oberlaufrücken der Notauslässe liegen durchweg auf + 4,15 m. Durch die Höhenlage der Notauslässe wird eine Überschwemmung der Keller bei heftigen Regengüssen und andererseits ein Eindringen von Kanalwasser in die Siete nach Möglichkeit verhütet. Bei länger andauerndem Hochwasser in der Elbe, während welcher Zeit ein Ablassen der durch Schleusen mit der Elbe in Verbindung stehenden Schiffahrtskanäle nicht möglich ist, müssen durch Überpumpen diese Kanäle entlastet werden. Es geschieht dies durch die Pumpenanlage bei Brandshof, die für diesen Zweck in Betrieb genommen wird, sobald der Wasserstand in den Schiffahrtskanälen des Hammerbrooks über + 4,5 m steigt. In den letzten acht Jahren ist es nur während 19 Stunden erforderlich geworden, die Anlage für diesen Zweck zu benutzen. Das für die Inbetriebsetzung dieser Pumpe erforderliche Anheizen der Kessel bedingte einen zu großen Zeitaufwand, wodurch die Wirksamkeit der Pumpen bei plötzlichen Regenfällen ungünstig beeinflusst wurde. Deshalb wurden im Jahre 1898 zwei Elektromotoren von 50 P.S. aufgestellt, die mit den Kreiselpumpen gekuppelt werden können. Der Betriebsstrom wird den Elektrizitätswerken entnommen.

Die Pumpenanlage am Anckelmannsplatz bestand ursprünglich aus zwei Fairbairn-Kesseln, zwei liegenden Dampfmaschinen von je 45 P.S. und zwei Kreiselpumpen mit senkrechter Achse. Seit dem Jahre 1899 wird die Sietzpumpe durch die in elektrische Kraft umgesetzte überschüssige Wärme der Müllverbrennungsanstalt am Bullerdeich betrieben. Zur Nuzbarmachung des in den Abgasen vorhandenen Wärmeüberschusses sind in der Verbrennungsanstalt Dampfkessel und Dampfmaschinen aufgestellt, die den erforderlichen Strom durch ein Doppelbleikabel von 500 qmm Kupferquerschnitt den Elektromotoren am Anckelmannsplatz zuführen. Die

Bergütung für den Strom beträgt 6 Pf. die Kilowatt-Stunde. Unter Berücksichtigung der Zinsen für die Neuanlagen werden jährlich 20000 Mark Betriebskosten gespart.

In der Pumpanlage am Anckelmannsplatz sind vier über Maschinenhausfußboden liegende leicht zugängliche Kreiselpumpen mit wagerechter Achse aufgestellt, die durch je einen Elektromotor von 35 P.S. angetrieben werden. Die Leistung der Pumpanlage wurde hierbei auf 140 P.S. erhöht. Während die Gesamtleistung der alten Anlage 1,5 cbm bei 2,7 m Förderhöhe

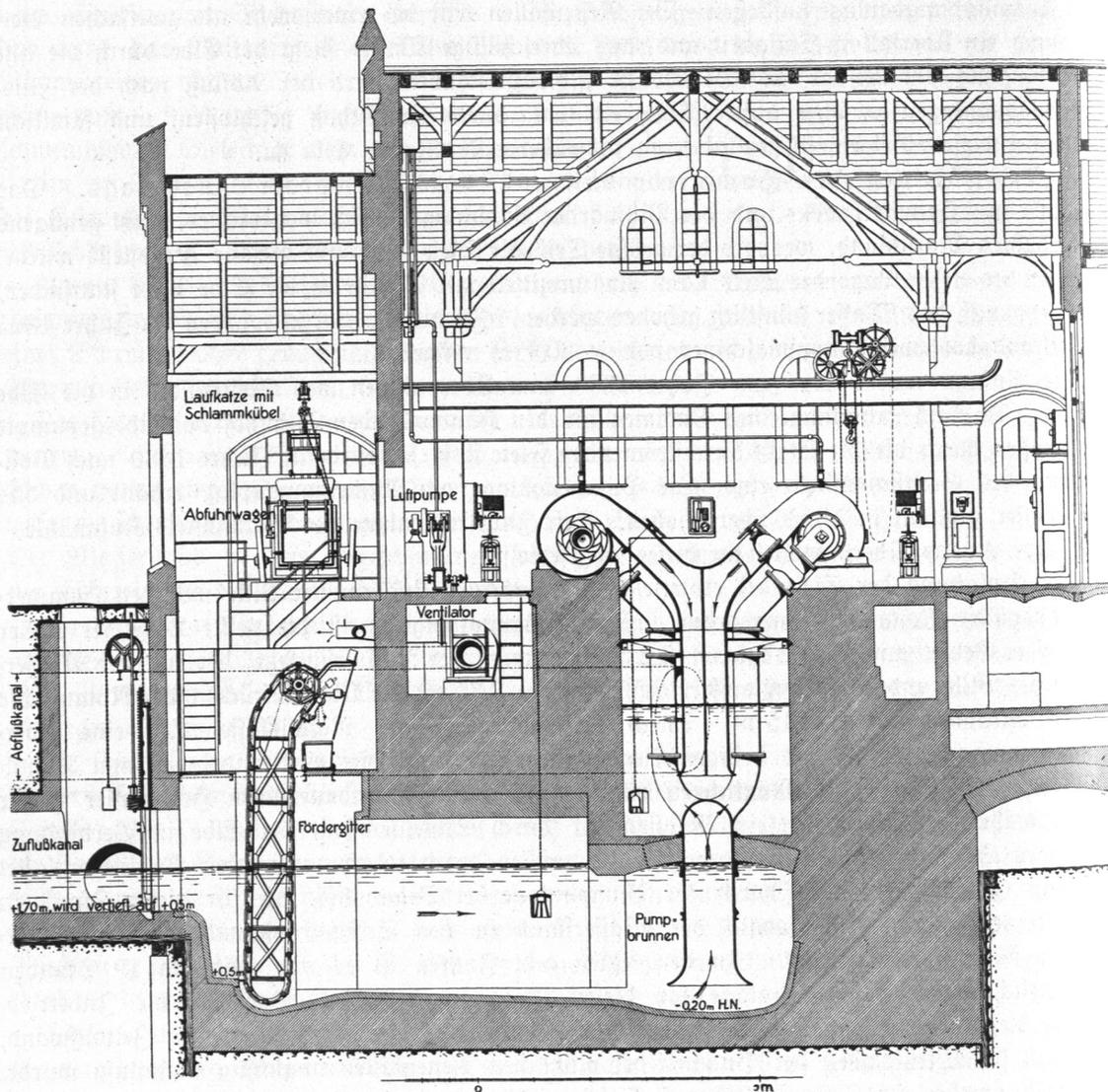


Abb. 629. Sielpumpe am Anckelmannsplatz, Querschnitt.

betrug, beträgt sie nunmehr 1,6 cbm bei der höchsten Förderhöhe von 4,2 m und 2,5 cbm bei der durchschnittlichen Hubhöhe von 3 m. Die Pumpen sind als Heberpumpen angeordnet, so daß die zu überwindende Gesamtförderhöhe dem Unterschied zwischen den jeweiligen Wasserständen entspricht. Zum Ansaugen der Kreiselpumpen dienen zwei elektrisch betriebene Luftpumpen. Früher wurden die gröberen Stoffe, damit sie den Pumpen nicht gefährlich werden konnten, durch einen Siebrechen zerkleinert, jetzt werden sie durch ein bewegliches Gitter aus dem Wasser entfernt und abgefahren. Dieses Gitter (Abb. 629) weist die gleiche Anordnung auf wie die Gitter in den Abfischanlagen an der Mündungsanlage und auf dem südlichen

Elbufer. Es unterscheidet sich von diesen durch seine vollständig senkrechte Stellung, die durch die geringen Raumverhältnisse bedingt ist. Um die ungenügenden Gefällsverhältnisse der Hammerbrooker Siele zu verbessern, ist der Pumpenjob bereits um 1,1 m tiefer gelegt. Im Anschluß hieran wird eine allmähliche Umgestaltung der Siele erfolgen.

4. Das Sielnetz des Gebiets der früheren und jetzigen Vororte. Zur Entwässerung dieses Gebiets ist in den Jahren 1872 bis 1875 das Geeststammziel erbaut worden. Bis zur

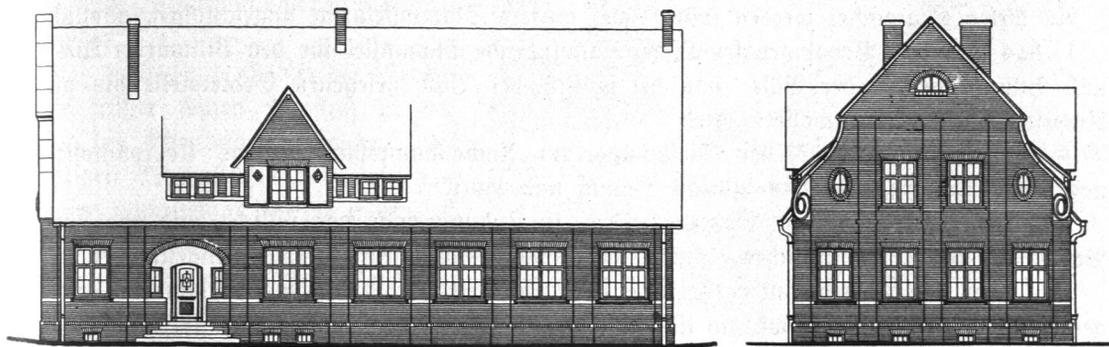


Abb. 630 und 631. Pumpanlage Billbrook, Vorder- und Seitenansicht.
Entwurf: Ingenieurwesen.

Erbauung des Stammzieles Isebeck—Millerntor nahm der rechtsalterige Stammzielzweig einen Teil der Schmutzabflüsse von Altona auf. An den linksalterigen Arm des Stammzieles waren früher sämtliche Zweigziele angeschlossen, die der Entwässerung der Stadtteile Uhlenhorst, Barmbeck, Eilbeck, Hohensfelde, Borgfelde, Hamm und Horn dienten. Nachdem die beiden Stammziele Ruhmühle—Hafenstraße und Isebeck—Millerntor in Betrieb sind, findet die Ableitung der Abwässer in folgender Weise statt:

Das Stammziel Isebeck—Millerntor nimmt die Abwässer der an das hamburgische Sielnetz angeschlossenen Teile Altonas sowie des südlichen und südwestlichen Teils von Eimsbüttel auf. Nach Ausführung der vorgesehenen Verlängerung wird es in Zukunft auch die Abwässer eines Teils des westlichen Rotenbaums und Harvestehudes sowie von Eppendorf, Groß-Vorstel und Fuhlsbüttel abzuführen haben. Die für Groß-Vorstel bereits in der Aus-

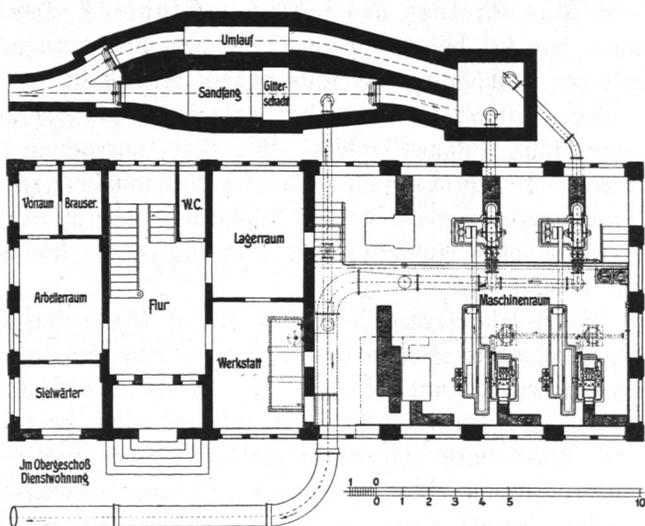


Abb. 632. Pumpanlage Billbrook, Grundriß.

führung begriffene Besielung findet zunächst ihren Anschluß an das rechtsufrige Geeststammziel. Der rechstufrige Zweig des Geeststammzieles entwässert augenblicklich Roterbaum und Harvestehude sowie Eimsbüttel, mit Ausnahme der obengenannten Teile, und Eppendorf. Nach Ausfühung eines über die sogenannte Loge zu führenden Anschlußzieles werden diesem Geeststammzielarm die Abwässer von Winterhude, Alsterdorf, Ohlsdorf sowie Klein-Vorstel zufließen.

Der linksufrige Geeststammzielarm nimmt augenblicklich das Gebiet von St. Georg sowie das westliche Hohensfelde auf. Außerdem entwässern das östliche Hohensfelde sowie das südliche Eilbeck und das nördliche Hamm in dieses Ziel. An der Ruhmühle sind das Geeststammziel

und das Stammfjel Kuhmühle—Hafenstraße offen miteinander verbunden, so daß sich an dieser Stelle das Wasser der oberhalb gelegenen Gebiete auf die beiden Siele je nach den jeweilig bestehenden Vorflutverhältnissen verteilt. Diese Gebiete sind: das nördliche Eilbeck, Wandsbek, Uhlenhorst, Barmbeck. An das Stammfjel Kuhmühle—Hafenstraße ist am Berliner Tor durch das Überpumpfjel das gesamte Pumpgebiet des Hammerbrooks und durch das Stammfjel der Bürgerweide das nördliche Hamm und Horn angeschlossen.

An dieses Stammfjel werden später zwei weitere Stammfjelarme angeschlossen, nämlich:

1. das vor dem Brooktorhafen-Düker einmündende Stammfjel für den Billwärder Ausschlag und Billwärder an der Bille, das die südlich der Bille gelegenen Gebietsteile bis an den Untersten Landweg entwässern wird,

2. das in der Gegend der Sielpumpe am Anckelmannsplatz in das Überpumpfjel einmündende Hauptfjel für das südliche Hamm und Horn.

An das gemeinschaftliche Gebiet werden in Zukunft noch das östliche und das nördliche Barmbeck, ein Teil des östlichen Winterhudes sowie des östlichen Alsterdorfs angeschlossen werden.

Von dem unter 1 genannten Gelände liegt ein Teil, und zwar das vorhandene Industriegebiet an der Bille (Billbrook), so tief, daß die Abwässer einer Pumptanlage (Abb. 630 bis 632) zugeführt und von hier dem Stammfjel zugeleitet werden müssen. Wegen der bereits vorhanden gewesenen Bebauung (in der Hauptsache große Fabriken) war hier eine Aufhöhung nur bis + 6,9 m S. N. ausführbar. Mit der Beseielung ist bereits begonnen und in Verbindung hiermit auch eine Strecke des Stammfjelles in der Billstraße gebaut.

Die Beseielung der auf + 9,2 m aufzuhöhenen südlichen Teile von Hamm und Horn hat ebenfalls begonnen.

6. Das Sielnetz des südlichen Elbufer. Das südliche Elbufer war ursprünglich Marschland, das bei höheren Elbwasserständen überschwemmt wurde. Im Jahre 1842 begann man mit der Aufhöhung, die heute nahezu beendet ist.

Hier entstand im Laufe der Jahrzehnte ein Stadtteil, der die Hauptwerften und zahlreiche gewerbliche Anlagen enthält. Bis zum Zollanschluß (1888) waren auf Steinwärder und dem Kleinen Grasbrook auch zahlreiche Privatwohnungen vorhanden, diese sind nach jenem Zeitpunkt verschwunden, da das Wohnen in diesem Gebiet nur so weit gestattet ist, wie dies für Betriebs- oder Aufsichtszwecke dringend erforderlich ist. Der Stadtteil Beddel enthält dagegen ein Wohnviertel.

Die Beseielung entwickelte sich in der Weise, daß jede der zahlreichen kleinen Inseln, aus denen besonders Steinwärder und der Kleine Grasbrook bestehen, sowie die einzelnen Ratzungen ihr eigenes Sielnetz erhielten. Die hierdurch bedingten Unbestände führten dazu, daß für die an den Rats liegenden Bedürfnisanstalten sowie für die Einzelbetriebe Desinfektionseinrichtungen oder Kübelaborte eingerichtet wurden. Eine wirklich befriedigende Abhilfe konnte nur durch eine einheitliche Kanalisierung des gesamten Gebietes erreicht werden. Diese Beseielung wurde im Jahre 1904 genehmigt und ist seitdem zum größten Teil vollendet.

Im allgemeinen ist hier die Schwemmkanalesation zugrunde gelegt. Zur Abführung der Sturzregenschwemmungen sind, wie üblich, Notauslässe vorgesehen. Für die meisten Hafenkais ist dagegen das Trennsystem in der Weise vorgesehen, daß die Regenwässer der sehr umfangreichen Schuppendachflächen dem nächsten Hafenbecken zugeführt werden, wogegen diejenigen der Straßen sowie die Brauchwässer und Auswurfstoffe dem Schwemmfjel zufließen.

Die endgültige Lage des nach dem Köhlbrand führenden Stammfjelles hing auf das engste mit der Gestaltung der Hafenanlagen auf Ruhwärder und der Regelung des Köhlbrands zusammen. Sie konnte daher erst nach Abschluß des zwischen Preußen und Hamburg geschlossenen Köhlbrandvertrages (1909) bestimmt werden. (S. Band II, S. 4.) Um das Abwasser bis zur Herstellung des Stammfjelles dem Köhlbrand zuführen zu können, war die Verlegung einer

Druckleitung vorgesehen, die jedoch nicht ausgeführt wurde, da in absehbarer Zeit mit der Erbauung des Stammsieles gerechnet werden muß. Es wurde neben der Ellerholzschleufe eine Pumpanlage erbaut, in der das Abwasser einen sehr geräumigen Sandfang und eine Abfischanlage (bewegliches Gitter) durchfließt und alsdann vorläufig in den Reiherstieg gelangt. (Näheres s. S. 350, „Abfischanlage des südlichen Elbusfers“.)

Das tiefliegende Gebiet der Beddel hatte früher seinen Ausfluß in der Nähe der Eisenbahn-Elbrücke. Bei niedrigen Elbwasserständen floß das Wasser unmittelbar in die Elbe, bei höheren Elbwasserständen wurde das Sielnetz durch ein Schoß gegen die Elbe abgeschlossen und diente alsdann als Sammelbecken. Wegen der in der Nähe der Ausmündung liegenden öffentlichen Badeanstalt und wegen der allerdings sehr entfernten Schöpfstelle der Stadtwasserkunst wurde im Jahre 1898 eine Sielpumpe erbaut, die aus zwei Benzolmotoren von je 16 P.S. und zwei von diesen angetriebenen Kreislumpen (60 Sekundenliter bei 12 m Förderhöhe) besteht. Die Abwässer werden zurzeit durch eine über die neue Elbrücke führende und den Oberhafen unterdückernde 1600 m lange Druckleitung von 40 cm lichter Weite dem Hammerbrooker Sielsystem zugeführt. Bei weiterem Ausbau des Sielnetzes des südlichen Elbusfers werden die Abwässer in dieses übergepumpt werden.

Durch die inzwischen beschlossene Beseitigung der kleinen Arbeiterhäuser der Beddel und durch die vor der Neubebauung erfolgende Aufhöhung des Geländes auf + 9,2 m wird das Pumpgebiet eine wesentliche Verkleinerung erfahren.

Vorläufig unabhängig von dem übrigen Sielnetz des südlichen Elbusfers hat die Bestellung der neuen Hafengelände auf Waltershof und Finkenwärder begonnen.

Ausmündungsanlage des nördlichen Elbusfers. In der Mündungsanlage werden die Sielwässer vor ihrem Austritt in die Elbe von den grobsinnlich wahrnehmbaren Stoffen befreit. Sie werden alsdann zwecks besserer Vermischung mit dem Elbwasser über den Strom

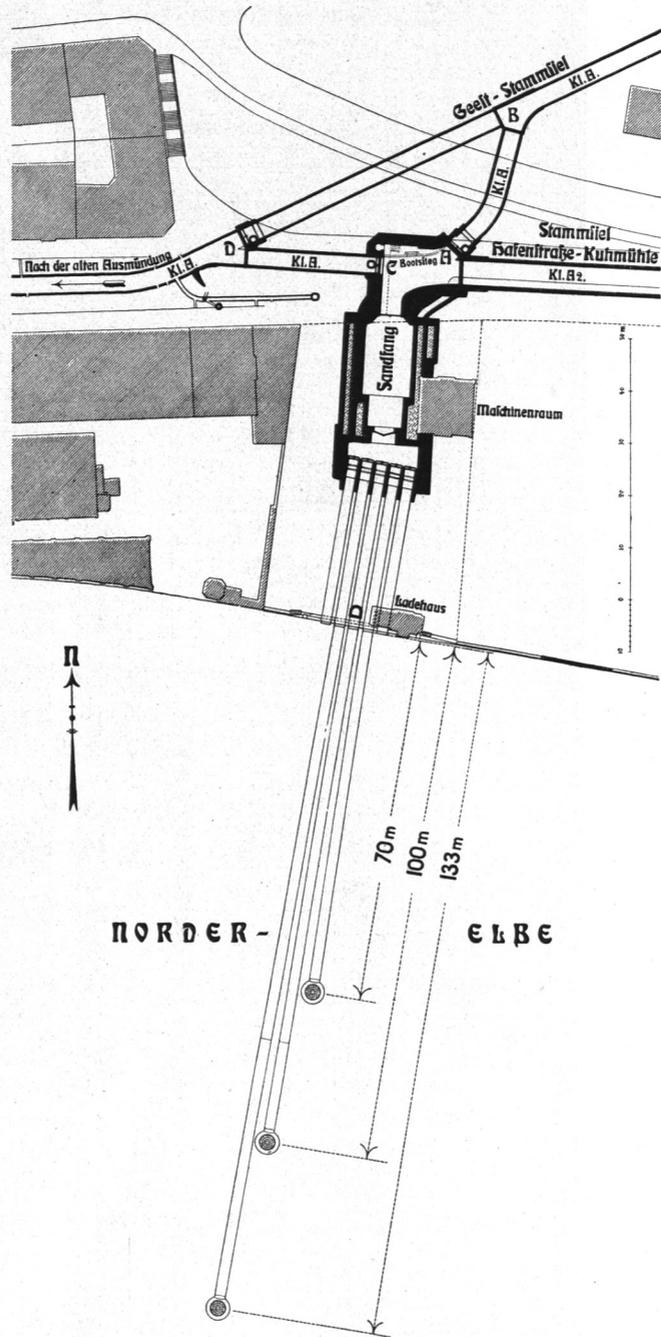


Abb. 633. Ausmündungsanlage des nördlichen Elbusfers, Lageplan.

verteilt. Zu diesen Zwecken sind ein Sandfang mit Bagger und eine Abfischanlage hergestellt und verschiedenlange Ausmündungsrohre in der Elbe verlegt worden.

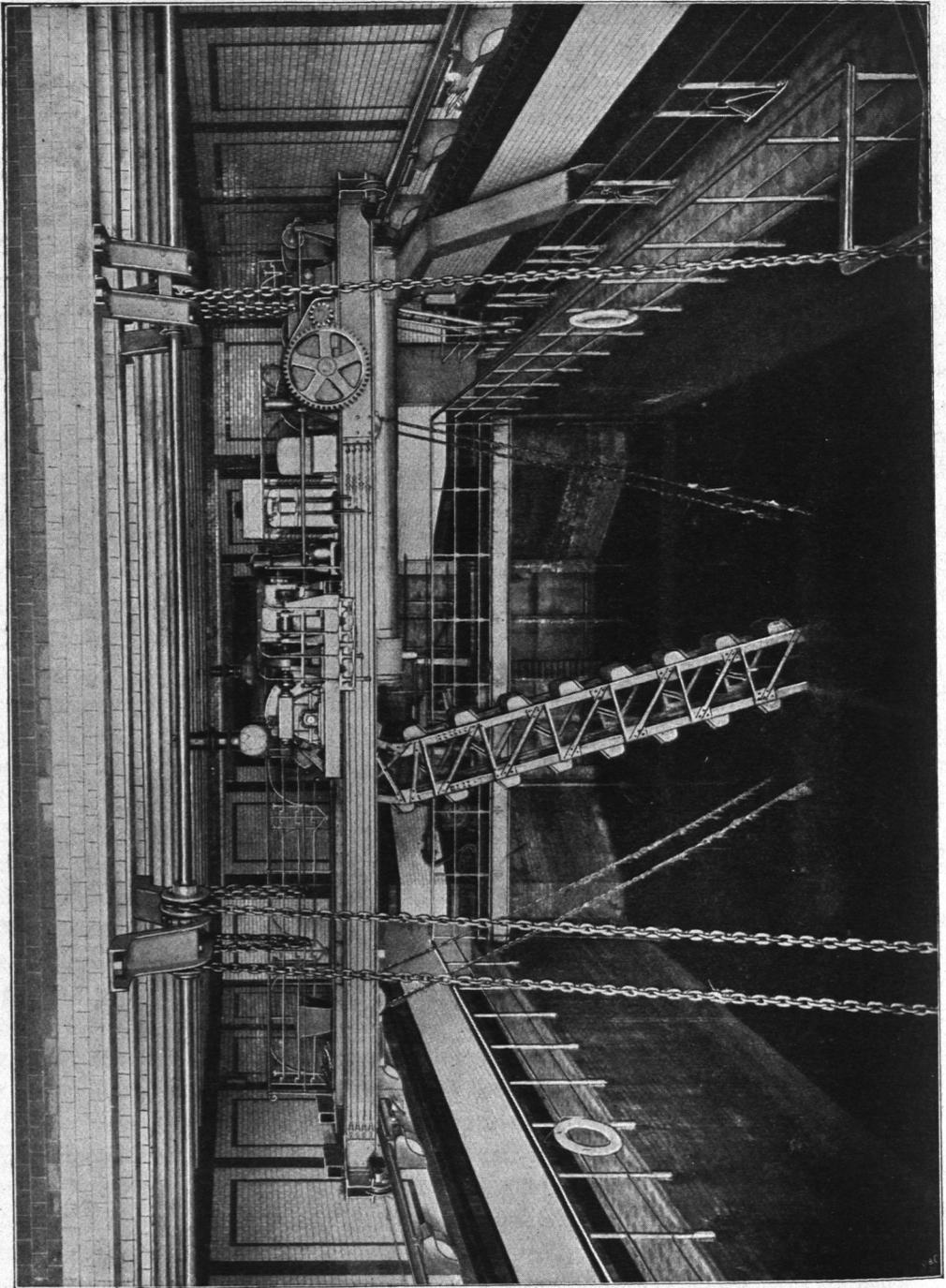


Abb. 634. Ausmündungsanlage des nördlichen Elbufers, Schwingbagger.

Die Anordnung der Mündungsanlage ist aus Abb. 633 ersichtlich. Ihre Gestaltung war bedingt durch den bei ihrer Erbauung verfügbaren, nur kleinen Platz. Der Sandfang ist 16,75 m lang, 9 m breit und besitzt eine ausnehmbare Tiefe von 2 m. Die im Sandfang abgelagerten Stoffe werden mit einem Schwingbagger gehoben und in Kippwagen entladen.

Die Schwimmstoffe werden durch zwei bewegliche Gitter aus dem Abwasser entfernt. Sämtliche beweglichen Teile werden elektrisch angetrieben, der Strom wird an Ort und Stelle erzeugt

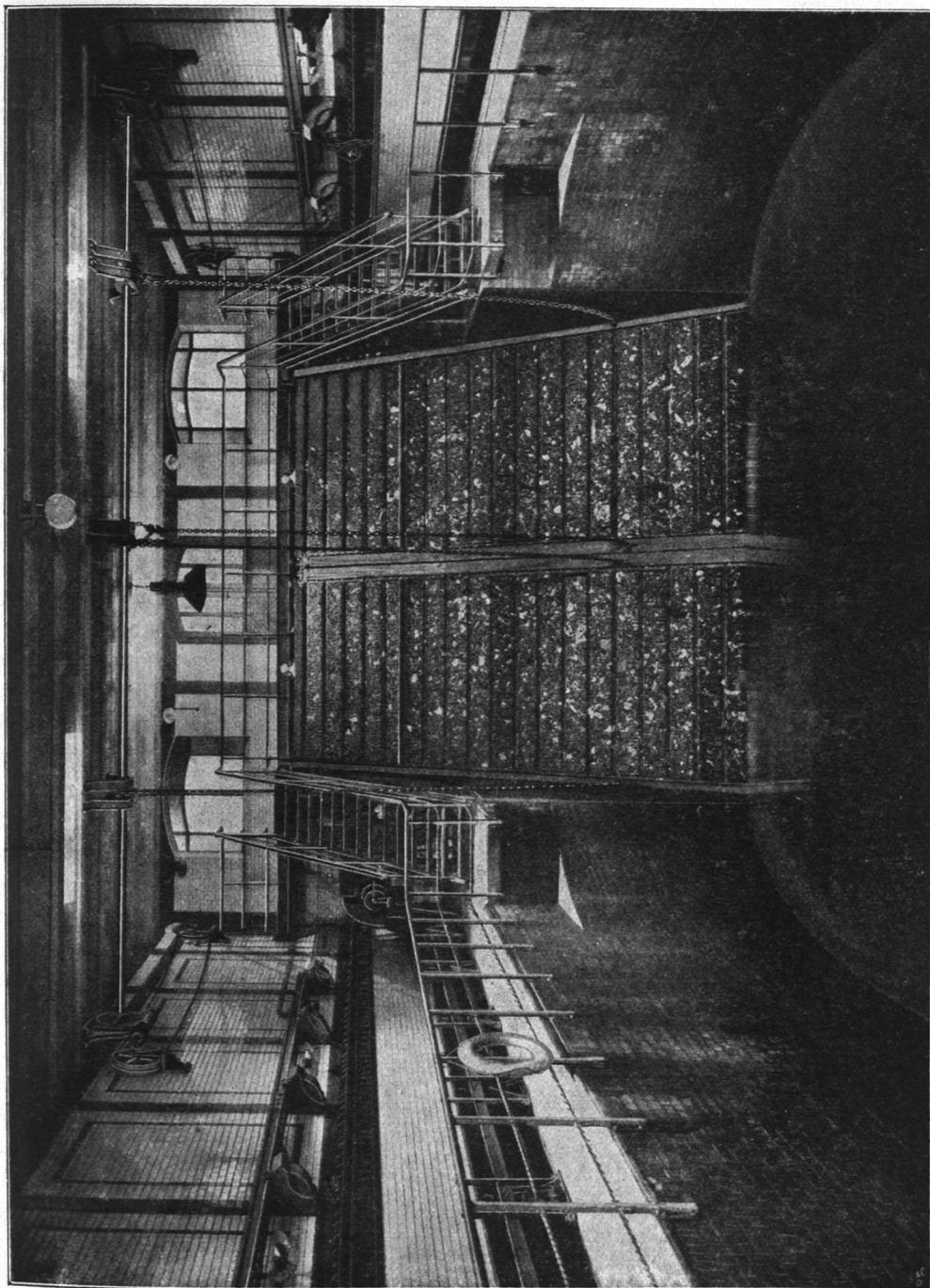


Abb. 635. Ausmündungsanlage des nördlichen Ufers, Abfischgitter.

(zwei Deutzer Kraftmaschinen von je 30 P.S., die zwei Schuckert-Dynamos treiben). Der Schwingbagger (Abb. 634) ist außer in der Querrichtung auch in der Längsrichtung beweglich. Das Abfischgitter (Abb. 635) mußte bei den vorliegenden Verhältnissen eine sehr große Höhe erhalten. Es ist als eine breite Kette ohne Ende, aus einzelnen Gliedern bestehend, hergestellt.

Mit der Maschenweite ist man in Hamburg nicht so weit heruntergegangen, wie solches an kleineren Orten geschehen ist; sie beträgt 15 mm bei dem Gitter des Nordufers und 10 mm bei dem des Südufers. Die Stablänge ist 36 cm. Die Stäbe werden in Sägen von je 10 Stück

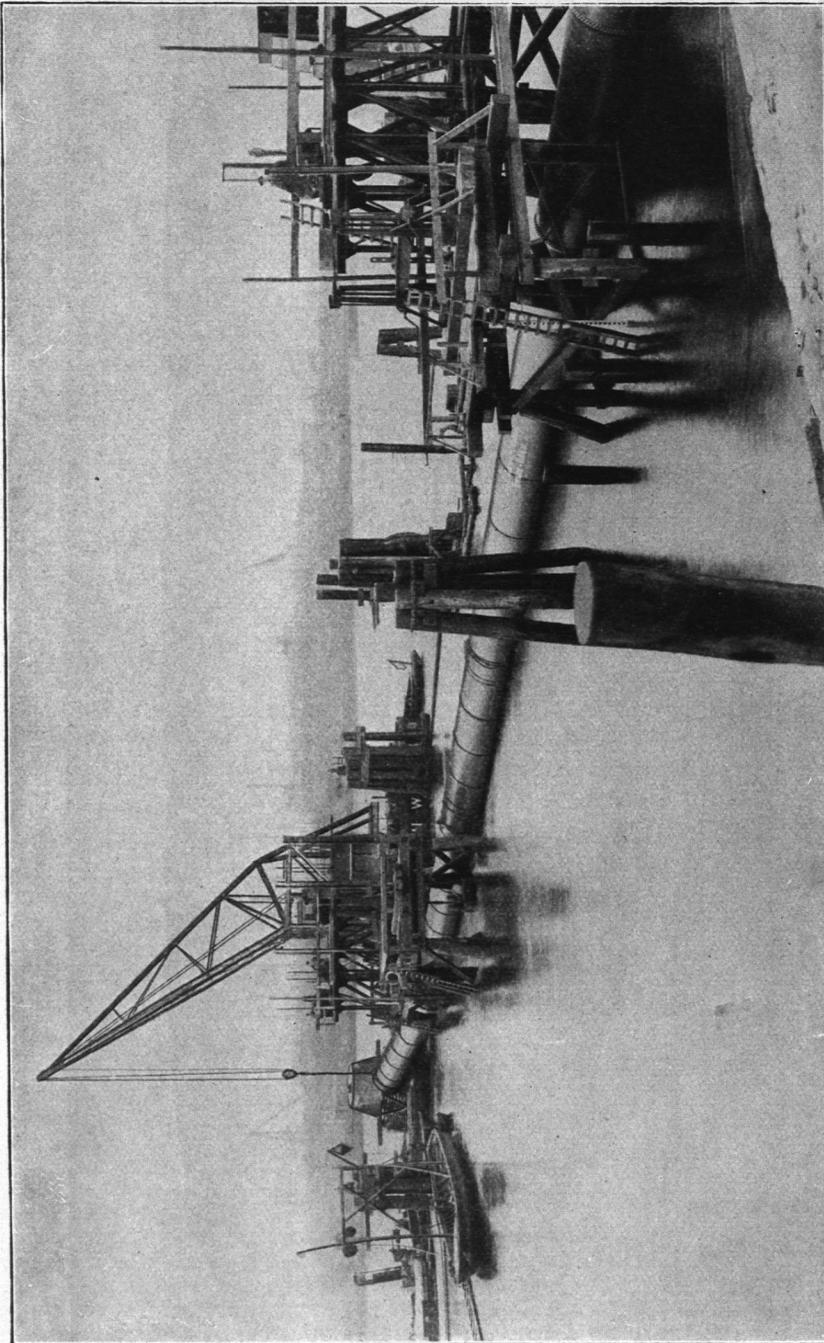


Abb. 636. Ausmündungsanlage des nördlichen Elbufers, Verfertigung des 100 m langen Ausmündungsrohres.

zusammengegossen und können leicht ausgewechselt werden. Jedes der beiden Drehgitter ist 3 m breit und besitzt 46 Gitterfelder. Die Gesamtzahl der zehnteiligen Roste ist 1400. Die Abstreifer sind beweglich, ihr Gummikamm faßt mit seinen Fingern zwischen die Gitterstäbe. Ist ein Gitterfeld durchlaufen, so bewegt sich der Rahmen mit dem Gummikamm vom Gitter hinweg unter einem Gummiabstreifer hindurch, der die abgefischten Stoffe auf ein Förderband wirft, das vor dem Gitter liegt. Der Rahmen schwingt alsdann wieder in seine erste Lage zurück. Das gesamte Gitter kann aus dem Wasser herausgehoben werden. Die Geschwindigkeit des Gitters ist sekundlich 3 bis 4 cm, der Kraftbedarf 1 P.S., für das Heraus-schwenken der Abstreifer sind 2,5 P.S., jedoch nur zeitweilig, erforderlich. Die gebaggerten und abgefischten Stoffe werden durch Kippwagen nach einem Schütttrichter ge-

fahren und ausgekippt. Durch eine schrägliegende Schnecke werden die Stoffe auf die Ufermauerhöhe (+ 9,2 m, sturmflutfrei) gehoben und durch ein in der Höhe einstellbares Laderohr in vollständig abgedeckte Schuten befördert. Neuerdings wird die Anlage so umgestaltet, daß im Winter bei Eisgang eine Abfuhr der gewonnenen Stoffe zu Lande erfolgen kann.

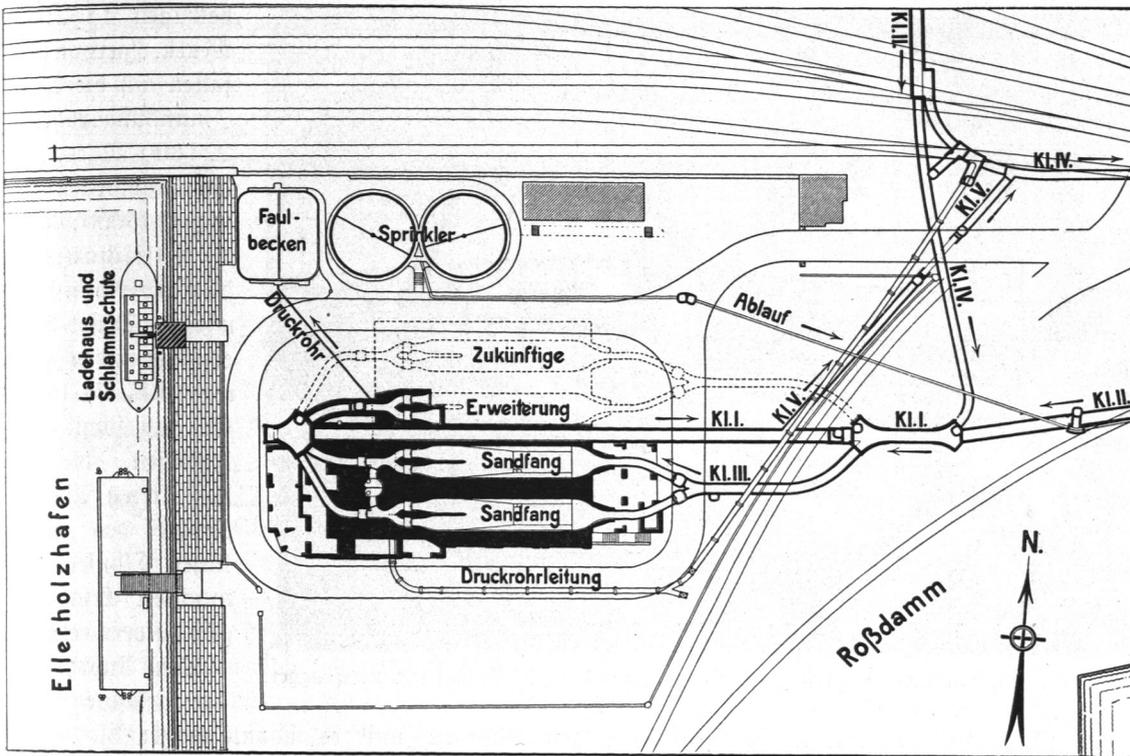


Abb. 637. Abfischanlage des südlichen Elbufers, Lageplan der Gesamtanlage.

Die drei Ausmündungsrohre haben eine Länge von 70, 100 und 133 m. Die Rohrversenkung erfolgte in einer gemeinsamen gebaggerten Rinne nach einem von dem Verfasser erfundenen Verfahren. Die Rohre erhielten Schwimmkammern, sie wurden schwimmend an der Versenkungsstelle angefahren (Abb. 636), an Versenkgerüsten angeschlagen und nach Füllung bestimmter Kammern versenkt. Nach erfolgter Versenkung und Dichtung am Ufer wurden die Rohre mit Baggerboden eingeschüttet, die Schwimmkammern im Innern beseitigt und zuletzt der Abschlußdeckel des Ausmündungskopfes entfernt. Die Kosten der Ausmündungsanlage

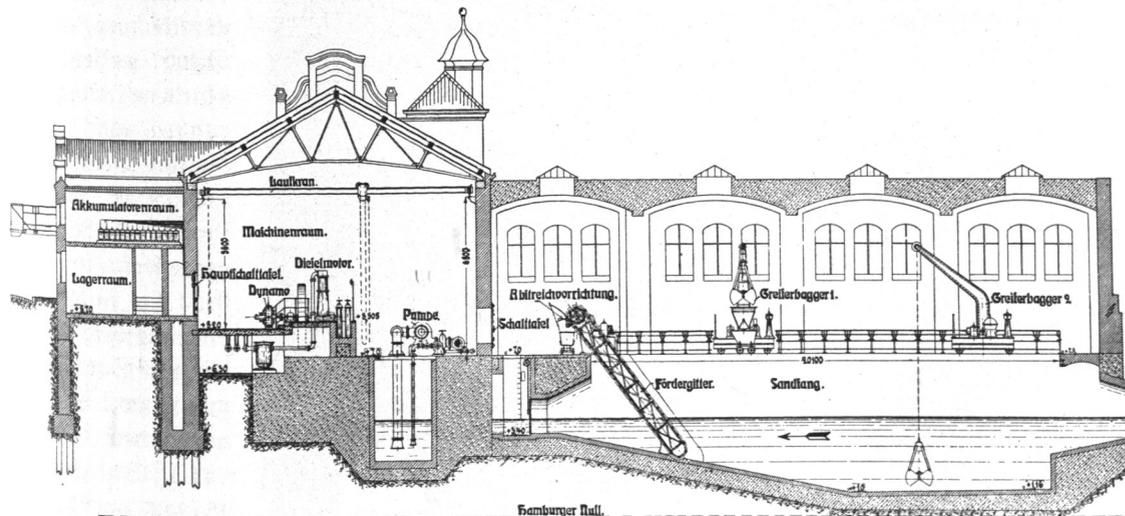


Abb. 638. Abfischanlage des südlichen Elbufers, Längenschnitt.



Abb. 639. Abfischanlage des südlichen Elbufers, Ansicht der Sandfänge mit Greifbagger.

lagen (Abb. 637) standen wenig Beschränkungen entgegen, und es konnte daher die glatte Wasserführung innerhalb der Anlage durchgeführt und damit das Auftreten von Wirbelbewegungen verhütet werden.

Der tiefste Punkt des Sandfangs (Abb. 638) liegt am Einfluß, die hier angeordnete Querschnittsvergrößerung begünstigt das Niederfallen der Sinkstoffe. Die gleichmäßig ansteigende Sohle bietet dem ablaufenden Wasser nirgends Widerstand. Die Querschnitte sind so groß, daß die mittlere sekundliche Durchflußgeschwindigkeit nur 15 cm beträgt.

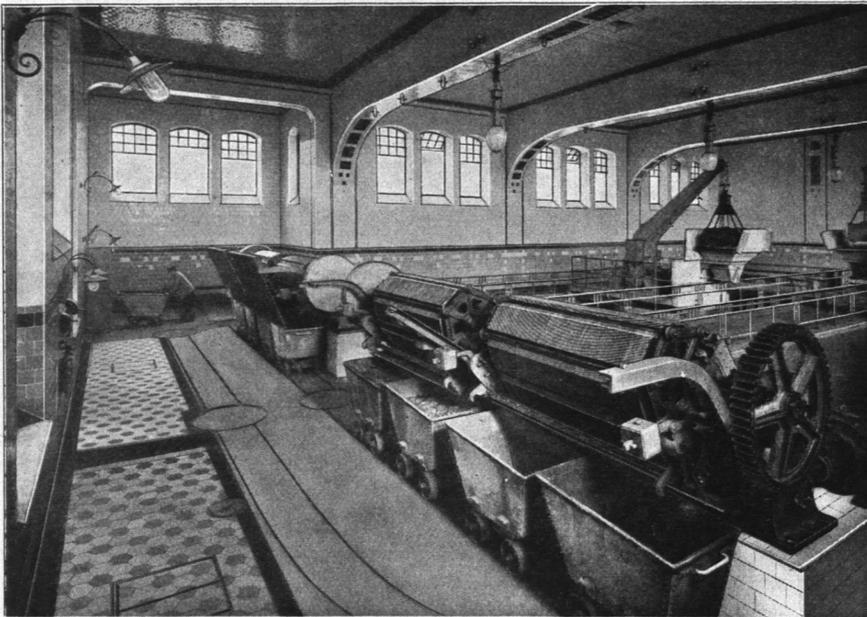


Abb. 640. Abfischanlage des südlichen Elbufers, Abfischgitter.

betragen 1152000 Mark. Hiervon entfallen auf die Ausmündungsrohre 224800 Mark, auf die maschinellen Anlagen 140000 Mark.

Abfischanlage des südlichen Elbufers. Dieser Bau erfolgte in den Jahren 1906 bis 1908. Er gab somit Gelegenheit, die in der älteren Abfischanlage des nördlichen Elbufers gemachten Erfahrungen zu verwerten.

Der Anordnung der gesamten An-

lagen (Abb. 637) standen wenig Beschränkungen entgegen, und es konnte daher die glatte Wasserführung innerhalb der Anlage durchgeführt und damit das Auftreten von Wirbelbewegungen verhütet werden.

Der tiefste Punkt des Sandfangs (Abb. 638) liegt am Einfluß, die hier angeordnete Querschnittsvergrößerung begünstigt das Niederfallen der Sinkstoffe. Die gleichmäßig ansteigende Sohle bietet dem ablaufenden Wasser nirgends Widerstand. Die Querschnitte sind so groß, daß die mittlere sekundliche Durchflußgeschwindigkeit nur 15 cm beträgt.

Statt Eimerbagger sind Greifbagger (Abb. 639) benutzt.

Die Maschenweite der Gitter (Abb. 640) ist 10 mm. Die Gitter weisen verschiedene Abänderungen auf, durch die ihre Betätigung und nicht minder ihre Unterhaltung verbessert worden ist. Es sind zwei voneinander unabhängige Sandfänge mit je zwei Gittern vorhanden. (Abb. 641.) Die Anlage ist von vornherein für Landabfuhr der

Statt Eimerbagger sind Greifbagger (Abb. 639) benutzt.

Die Maschenweite der Gitter (Abb. 640) ist 10 mm. Die Gitter weisen verschiedene Abänderungen auf, durch die ihre Betätigung und nicht minder ihre Unterhaltung verbessert worden ist. Es sind zwei voneinander unabhängige Sandfänge mit je zwei Gittern vorhanden. (Abb. 641.) Die Anlage ist von vornherein für Landabfuhr der

Statt Eimerbagger sind Greifbagger (Abb. 639) benutzt.

Die Maschenweite der Gitter (Abb. 640) ist 10 mm. Die Gitter weisen verschiedene Abänderungen auf, durch die ihre Betätigung und nicht minder ihre Unterhaltung verbessert worden ist. Es sind zwei voneinander unabhängige Sandfänge mit je zwei Gittern vorhanden. (Abb. 641.) Die Anlage ist von vornherein für Landabfuhr der

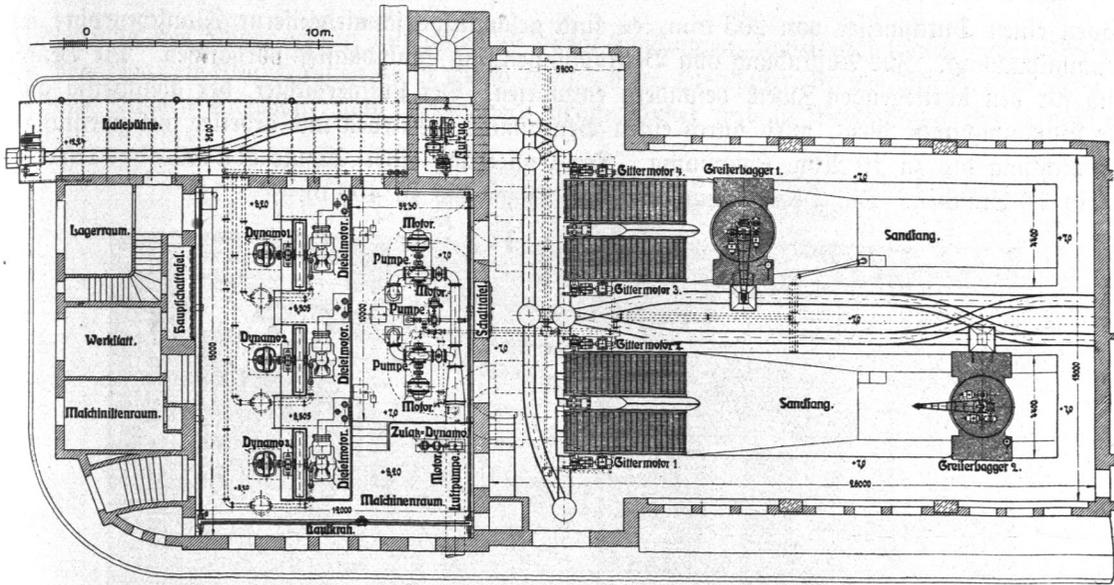


Abb. 641. Abfischanlage des südlichen Elbusfers, Grundriß.

gewonnenen Stoffe bei Eisgang eingerichtet worden. Für gewöhnlich geschieht diese Abfuhr zu Wasser, wie aus Abb. 642 ersichtlich ist.

Fortschaffung der gewonnenen Stoffe. Während einiger Jahre sind diese Stoffe nach der im Staatsbesitz befindlichen Insel Waltershof gebracht und hier landwirtschaftlich verwertet, später ist der Unrat an ländliche Abnehmer gegeben worden. Demnächst werden die Stoffe auf der Insel Hahnöfersand wieder staatsseitig ausgenutzt werden. Die Entladung wird hier wie früher auf Waltershof maschinenmäßig erfolgen, und zwar unter Verwendung von verdünnter Luft zum Hochsaugen und von Preßluft zur Weiterbeförderung des Schlammes auf das Land. Auf dem Gerüst der Entladestelle stehen zu diesem Zwecke zwei Kessel, der

eine dient zum Aufspeichern von Druckluft, der andere, dessen Boden trichterförmig gestaltet ist, zur Schlammförderung. Dieser Kessel wird durch eine bewegliche Saugrohrleitung mit der Schlamm- schute verbunden.

Die Saugleitung mündet in den oberen Schlammkesselteil und ist durch einen Schieber absperrbar. Die Druckleitung schließt an den Kesseltrichter an. Die Leitungen

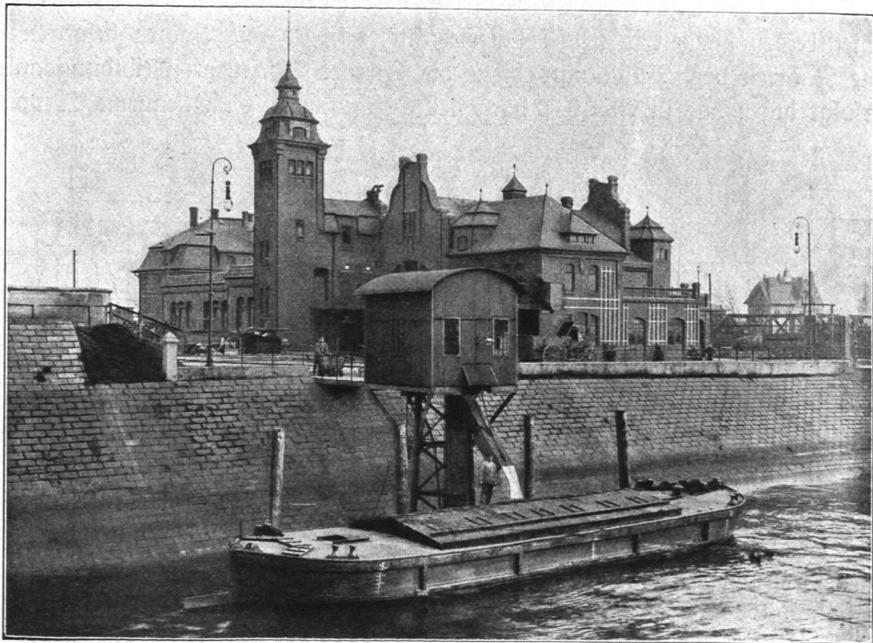


Abb. 642. Abfischanlage des südlichen Elbusfers, Ansicht.
Entwurf: Ingenieurwesen.

haben einen Durchmesser von 203 mm, es sind geschweißte schmiedeeiserne Flanschenrohre mit Gummipackung. Zur Auffindung von Verstopfungen sind Spundkasten vorhanden. Die Ventile sind für den vorliegenden Zweck besonders entworfen. Der Luftverdichter, der gleichzeitig auch als Vakuumpumpe dient, wird durch einen Benzinmotor getrieben und arbeitet mit zweistufiger Verdichtung bis zu 10 Atm. Spannung. Die Entleerung einer Schute von 30 cbm erfordert 8 bis 10 Stunden. Die Druckleitung hat eine Länge bis zu 400 m.

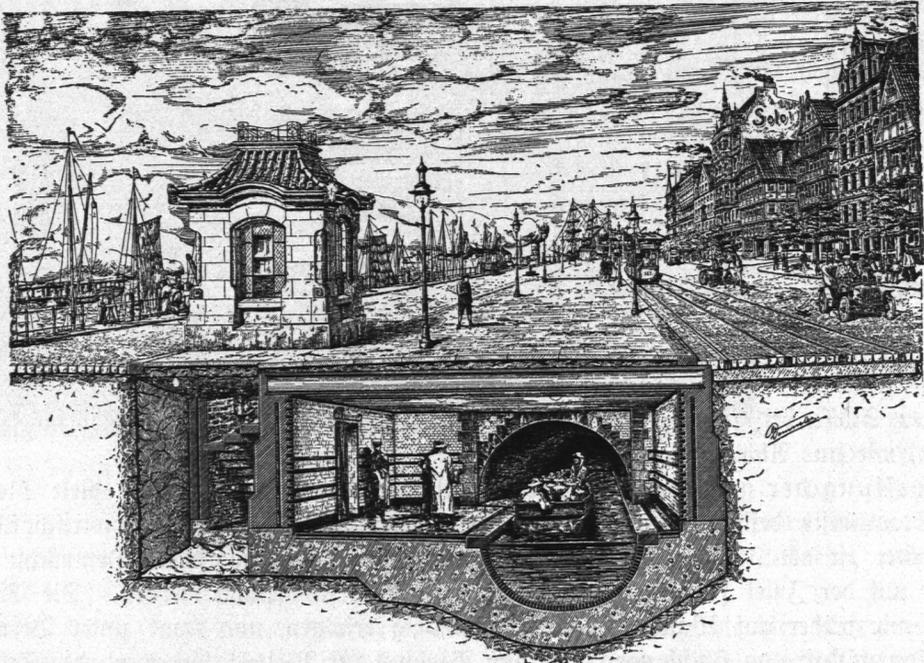


Abb. 643. Sieleinsteigehaus an den Vorsetzen.

Besondere bauliche Anlagen: Einsteigehaus, Düker, Tunnelstrecken. Verschiedene Sielstrecken besitzen so große Querschnitte, daß sie mit Booten befahren werden können. Für die Fahrten des Publikums dient die Strecke Vorsetzen—Mündungsanlage. Das Einsteigen erfolgt durch das in Abb. 643 dargestellte Häuschen. Eine bequeme Treppe führt in die elektrisch

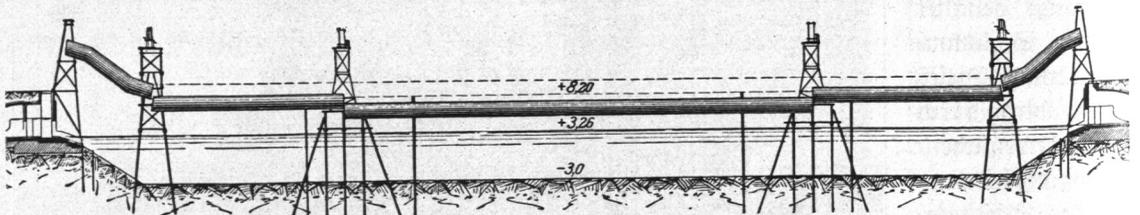


Abb. 644. Gerüste für die Aufnahme und das Versenken der Düker durch den Oberhafen und den Brooktorhafen, Zusammenbauen der Rohrteile.

beleuchtete Einsteigehalle hinab. Das eiserne Boot besitzt einen elektrischen Scheinwerfer und wird durch das für kurze Zeit aufgestaute Sielwasser getrieben. An der Mündungsanlage ist ein Anlegesteg vorhanden. Die Fahrten beginnen etwa eine Stunde vor Eintritt der Flut.

Düker. Die große Anzahl der das Stadtgebiet in Hamburg durchkreuzenden natürlichen und künstlichen Wasserläufe sowie die streckenweise tiefe Lage der Untergrundbahnen bedingen, daß das Sielnetz eine außerordentlich hohe Zahl von Dükern aufweist. Im Jahre 1913 waren vorhanden 115 einfache und 9 Doppeldüker. Die älteren Düker bestehen aus Gußeisen; seit vielen Jahren werden die Düker ausschließlich aus Schmiedeeisen (Flußeisen) hergestellt. Die

Reinhaltung der Düker erfolgt ausschließlich durch Spülungen, soweit angängig, durch Wasser aus benachbarten Wasserläufen, sonst durch aufgestautes Sielwasser, zu welchem Zwecke Schosse vor den Dükern eingebaut sind. Besonders große Düker sind in Verbindung mit dem Bau

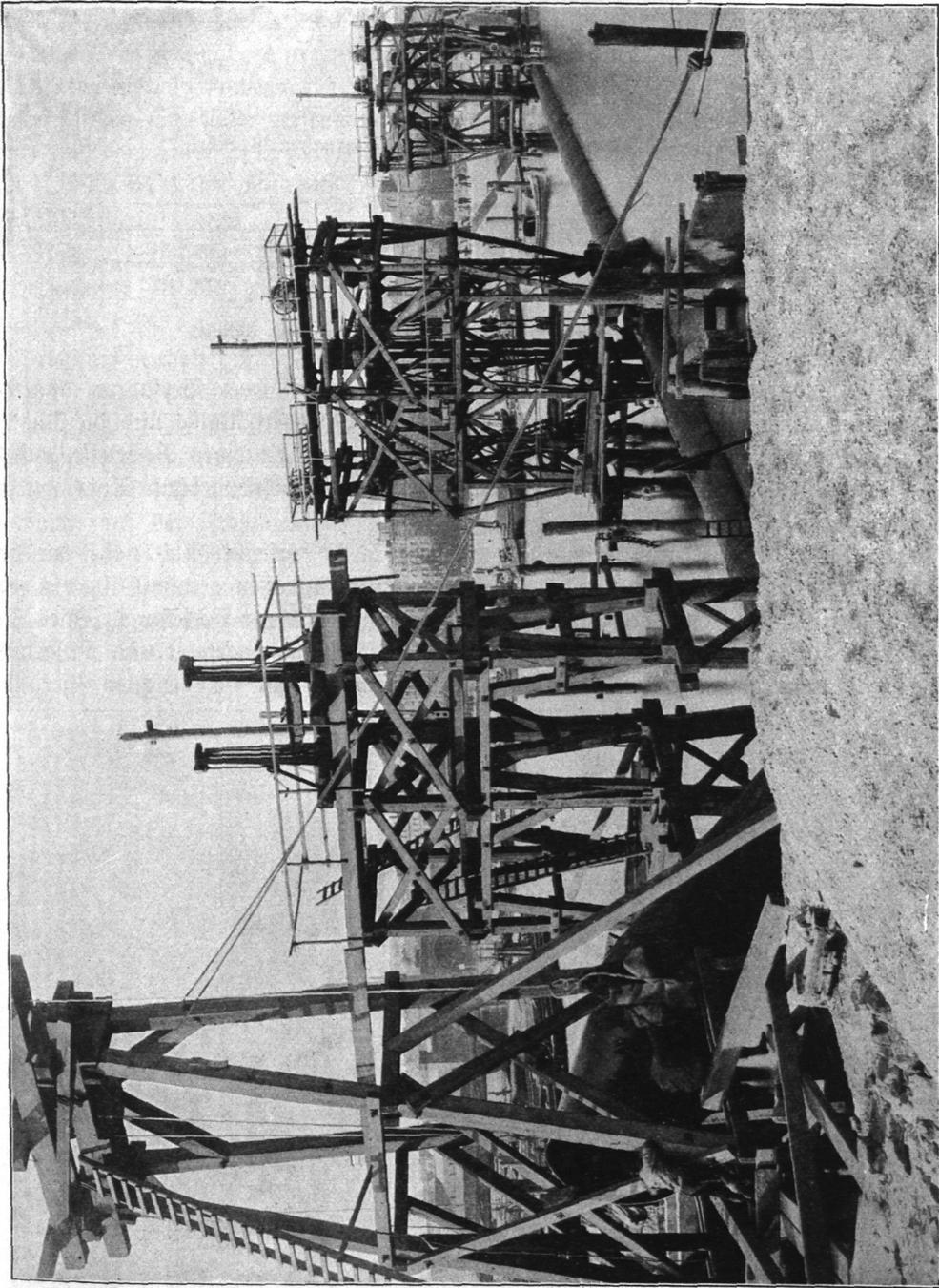


Abb. 645. Dükerverfenkung am Oberhafen.

des Stammsieles Ruhmühle—Hafenstraße zur Ausführung gekommen. Hierbei mußten dreimal breite Wasserläufe gekreuzt werden, und zwar der Oberhafen, der Brooktorhafen und der Niederhafen. An allen drei Stellen sind mit Rücksicht auf die bessere Spülwirkung und etwaige Ausbesserungen Doppeldüker verlegt worden. Der Rohrdurchmesser ist 2 m, die Rohrlänge

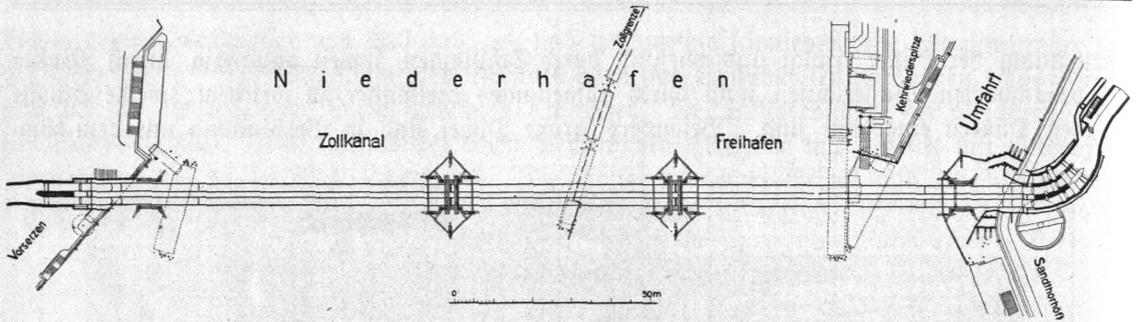


Abb. 646. Dükerverfenkung durch den Niederhafen, Grundriß.

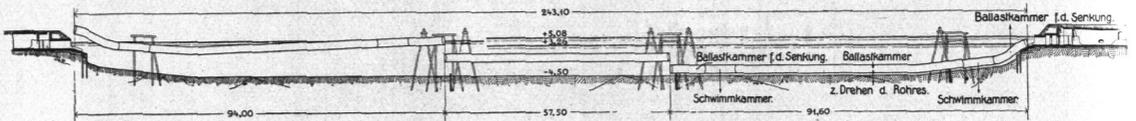


Abb. 647. Dükerverfenkung durch den Niederhafen, Schnitt.

137 m, 131 m und 243 m. Bei der Rohrverfenkung wurden zwei Verfahren angewendet. Am Oberhafen und am Brooktorhafen, woselbst die Schiffsverkehrsverhältnisse und die Dükerverfenkung eine Versenkung des ganzen Rohres gestatteten, wurden die einzelnen Rohrteile auf hohen Gerüsten (Abb. 644) über Wasser zusammengebaut, und das zusammengebaute Rohr wurde von diesen aus versenkt. (Abb. 645.)

Die Düker durch den Niederhafen wurden an einer Stelle versenkt (Abb. 646), an der die Wasserfläche durch die Zollgrenze (Zollgitter) in zwei Wasserstraßen getrennt ist, die jederzeit benutzbar bleiben mußten. Die Erfüllung dieser Forderung führte zur Versenkung eines Dükers in drei Teilen. (Abb. 647.) Die Rohrstücke wurden fertig zusammengebaut und an den Enden geschlossen, schwimmend an die Versenkungsstellen geschafft und von leichten Gerüstbauten



Abb. 648. Dükerverfenkung durch den Niederhafen, Endrohr in der Schwimmmlage.

versenkt (Abb. 648), weil der Rohrauftrieb ausgenutzt werden konnte, indem nur so viel Wasser in die Rohrstücke eingelassen wurde, um den Auftrieb zu überwinden. In die Rohrstücke waren senkrechte Wände eingebaut, die Schwimmkammern bildeten. Um diese Zwischenwände nach erfolgtem Rohrzusammenbau leicht entfernen zu können, war die Befestigung in der in Abb. 649 angegebenen Weise erfolgt. Die Versenkung begann mit den beiden Rohrenden an der Ostseite, alsdann wurden die Mittelstücke und schließlich die westlichen Endstücke versenkt. Die vier landsseitigen Endrohre sind dem Querschnitt des Niederhafens entsprechend geknickt (s. Abb. 647), die Mittelstücke gerade.

Die landseitigen Enden wurden in ihrer wagerechten Schwimmlage angeschleppt (s. Abb. 648), sie mußten daher vor ihrer Versenkung in die senkrechte Schwimmlage gebracht werden. (Abb. 650.)

Die Drehung geschah durch Füllung von Ballastkammern (s. Abb. 647) und beanspruchte 45 Minuten. Während der Versenkung waren die Rohrteile nur an zwei Punkten an den Schraubenwinden aufgehängt, wodurch eine gleichmäßige und genau bestimmbare Belastung gesichert war. Die landseitigen Rohrenden legten sich am Ufer in gemauerte Schalen, an den der Mitte zugekehrten Rohrenden waren auf der Freihafenseite Pfähle, auf denen ein Holm ruhte, eingeschlagen. Auch je ein Ende der Mittelrohre mußte auf Pfählen gelagert werden. Die vorgeschriebene Höhenlage an diesen Stellen wurde durch einen Taucher leicht durch Unterlagsbohlen genau eingehalten. Bei dem Versenken der Mittelrohre waren die Winden derart aufgestellt, daß zwischen dem versenkten landseitigen Rohr und dem Mittelstück ein Spielraum von 20 cm war.

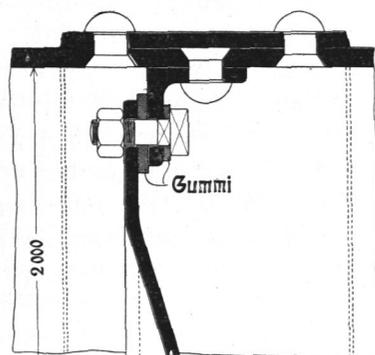


Abb. 649. Befestigungsart der Querswände.

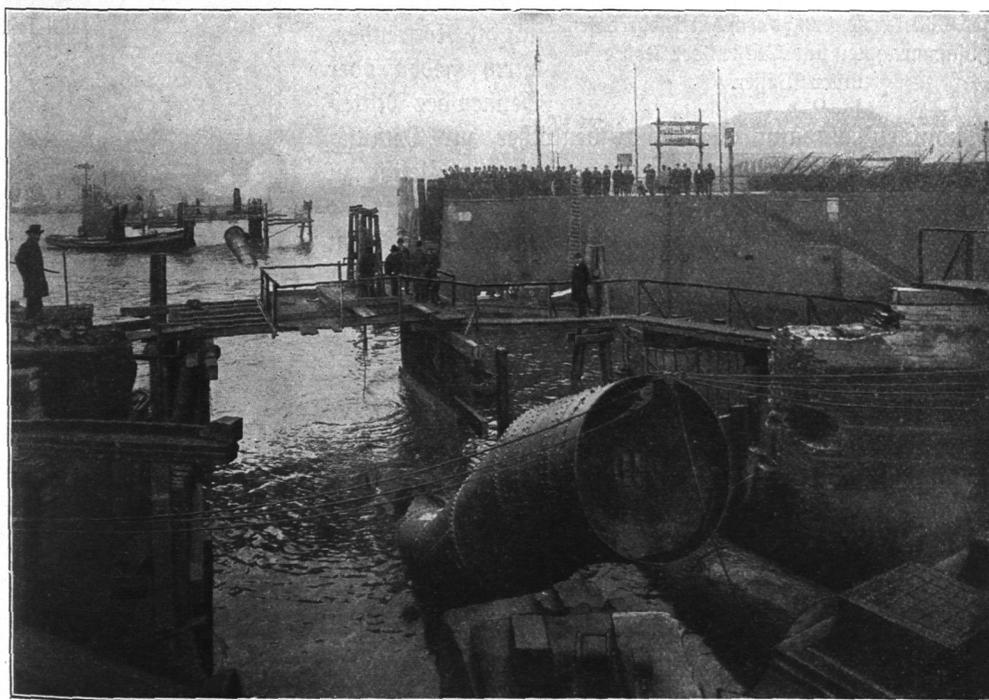


Abb. 650. Dükerverfenkung durch den Niederhafen, Endrohr nach erfolgter selbsttätiger Aufrichtung in der senkrechten Schwimmlage.

Das Zusammenholen und die Dichtung zweier Rohre geschah wie folgt: Die beiden Rohrenden wurden miteinander verschraubt. An den Rohrenden sind zu diesem Zweck (Abb. 651) Winkelringe von $15 \times 15 \times 1,6$ cm aufgenietet, deren freie Schenkel 36 Schraubenlöcher haben, wovon 4 Stück (im Scheitel, an der Sohle und in halber Rohrhöhe) 40 mm weit sind. An je einem Winkelring der Stoßstellen ist ein 2 cm starker und 9 cm breiter Weichbleiring mit Stiftschrauben befestigt. Die Bleche sind an dem andern Rohrende schwach angeschärft, so daß der Blechrand bei dem Zusammenschrauben in das Blei einschnitt.

Der Bleiring stand etwas nach innen über, so daß kleine Undichtigkeiten nach dem Leerpumpen der Rohre verstemmt werden konnten. Das Zusammenschrauben erfolgte durch einen

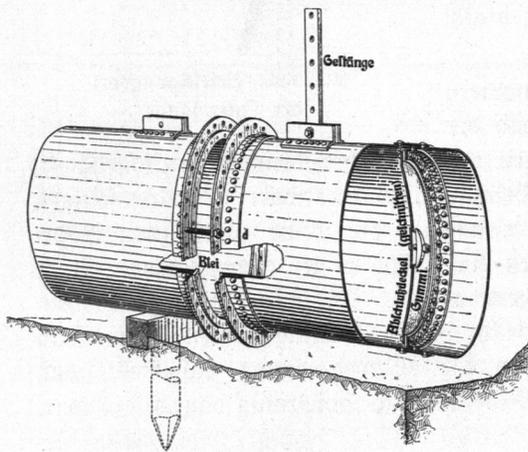


Abb. 651. Dükerversenkung durch den Niederhafen, Zusammenholen und Dichten der Rohre unter Wasser.

Taucher. Dieser schob zunächst durch die beiden passenden Löcher in der Mittelhöhe der Rohre einen dünnen Bolzen. Da das Mittelrohr bei Vornahme dieser Arbeit an einem langen Gestänge hing, so war es leicht zu bewegen. Durch Anziehen des Bolzens näherten sich die Rohrenden, durch Heben oder Senken des Mittel-

rohres konnten alsdann alle Schraubenlöcher zur Deckung gebracht werden, die weitere Verschraubung war leicht zu bewirken. Nach erfolgter Verschraubung aller Rohrstücke schlossen Taucher die Luft- und Wassereinflusstutzen. Nachdem die Rohre eingeschüttet waren, wurden sie leerpumpt und eine Zwischenwand nach der andern nach Herausbohrung der Riete mit einer elektrisch betriebenen Bohrmaschine entfernt.

Tunnelstrecken. Bereits bei den ältesten neuzeitlichen Sielbauten Hamburgs wurden verschiedene Strecken ihrer tiefen Lage wegen im Tunnelbau hergestellt. Bei dem Bau des Geeststammseiles wurde die Strecke vom Dammtor bis nach der Hafensstraße in einer Länge von etwa 3 km tunneltiert. Die durchschnittliche Tiefenlage ist 20 m. Von den Stammseilen Ruhmühle—Hafensstraße und Isebeck—Millerntor mußten bei einer Gesamtlänge von 8900 m 4685 m in Tunnelbau hergestellt werden. Von diesen 4685 m wurden 974 m in gewöhnlicher bergmännischer Bauweise, 2146 m mit Brustschild und Preßluft, 1058 m mit Brustschild ohne Preßluft und 507 m ohne Brustschild, jedoch mit Preßluft vorgetrieben. Die Tiefenlage betrug bis zu 20,75 m. Bei dem Stammseilbau Berliner Tor—Hamm—Horn wurden 710 m in der Bürgerweide

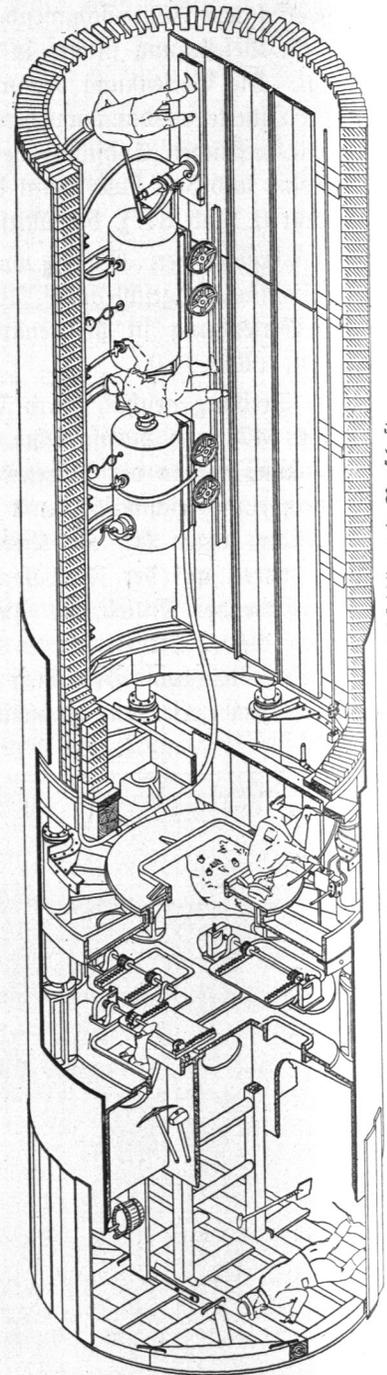


Abb. 652. Vormitierung mit Brustschild und Preßluft.

und 1100 m in der Mittelstraße, bei der Hammer Kirche und im Horner Weg tunneliert. Die Tunnelstrecke des Geeststammfels wurde in bergmännischer Weise hergestellt, wobei außerordentliche Schwierigkeiten zu überwinden waren. Diese Erfahrungen gaben den Anstoß, bei dem Bau der neuen Stammfiele die Anwendung von Brustschilden zunächst zu empfehlen, bei den späteren Ausschreibungen aber vorzuschreiben.

Die Bauweise und Anordnung der hierbei verwendeten Brustschilde war den Übernehmern freigestellt, doch mußten bestimmte Bedingungen durch sie erfüllt werden.

Auf der Strecke Isebeck—Millerntor (Querschnitt, s. S. 338) kostete 1 m Tunnel Klasse B 890 Mark, auf der Strecke Mühlendamm—Hühnerposten 1 m Tunnel Klasse A, mit Schildbetrieb ohne Verwendung von Preßluft etwa 1100 Mark, 1 m Tunnel Klasse B, ohne Verwendung von Preßluft, 420 Mark, 1 m Tunnel Klasse B, bei Verwendung von Preßluft 670 Mark.

Der Fortschritt betrug in 24 Stunden Strecke Weidenallee—Millerntor im Durchschnitt 1,3 m, im höchsten Falle 3,8 m, der Luftdruck 0,6 bis 1,45 Atm.

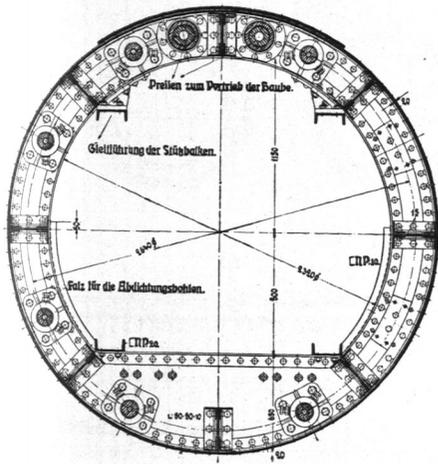


Abb. 653. Tunnelstrecke der Bürgerweide, Brustschild, Querschnitt.

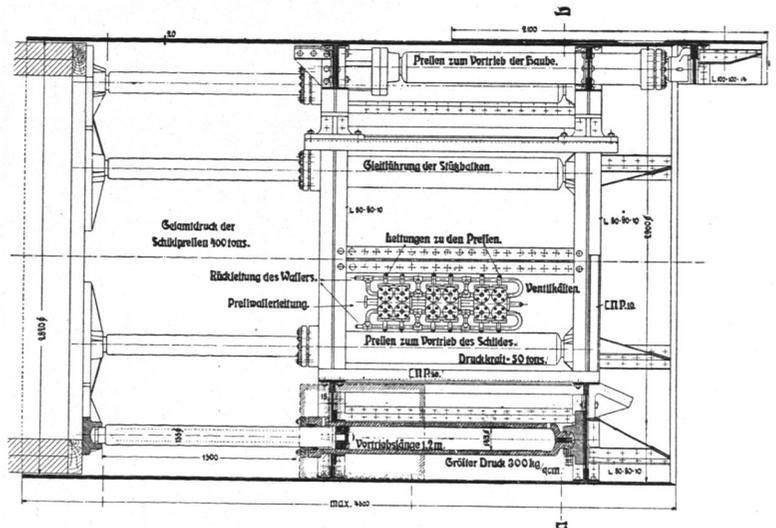


Abb. 654. Tunnelstrecke der Bürgerweide, Brustschild, Längenschnitt.

Auf der Strecke Berliner Tor bis Befenbinderhof (Schildvortrieb ohne Preßluft) betrug der Fortschritt in 24 Stunden im Durchschnitt 1,77 m, im höchsten Falle 3,8 m.

Im ganzen wurden vier Förderschächte und ein Hilfschacht abgeteuft. Zwei Förderschächte und ein Hilfschacht wurden zum Hinablassen der Schilde benutzt. Der Verbrauch der durch Luftverdichter (Kompressoren) erzeugten Druckluft war sehr verschieden, je nach der Beschaffenheit der zu durchfahrenden Gebirge. Die Verwendung von Mauerwerk statt eiserner Rohre trug viel zu dem starken Druckluftverlust bei. Außerdem hing der Verbrauch an Druckluft von dem jeweiligen Grundwasserstand, d. h. von der erforderlichen Höhe des Luftdrucks ab. Die Abb. 652 zeigt die Art der Vorminierung mit Brustschild und Luftdruck. Bei den sämtlichen Sieltunnelsektoren in Hamburg hat es sich als erforderlich herausgestellt, für das Vordrücken der Brustschilde einen entsprechenden Vorraum vorzuminiern, d. h. einen solchen Raum zu schaffen, daß in diesen der Brustschild durch die Schildpressen hineingedrückt werden konnte.

Diese auch an andern Orten immer wieder gewonnene Erkenntnis hat dazu geführt, für den Tunnelvortrieb in der Bürgerweide den Schild mit einer durch besonders starke Preßwasserkolben beweglichen Haube zu versehen. Der Versuch hat kein günstiges Ergebnis gehabt, und die Haube wurde wieder entfernt. Der auf dieser Strecke verwendete Schild (Abb. 653 und 654) war auf Grund der vom Sieltwesen bei den Tunnelbauten gesammelten Erfahrungen entworfen.

Er zeigte gegenüber den früher benutzten Brustschilden eine einfachere Bauweise und hat sich durchaus bewährt. Die Schildlenkung hat vielfach sehr große Mühe verursacht. Sie wurde in der Hauptsache durch einseitigen Preßdruck bewirkt. Bei der Ausmauerung der Tunnelwände wurde Mörtel mit einer Bindezeit von zwei bis vier Stunden verwendet.

Von den Bauwerken, deren Herstellung im Tunnelbau unter Verwendung von Preßluft besondere Mühe verursachte, ist die Verbindung des Stammfels Isebeck—Millerntor mit dem Geeststammfels unter dem Millerntor hervorzuheben. Der Betrieb des Geeststammfels wurde hierbei durch Einbauung eines schmiedeeisernen Rohres von 1 m Durchmesser aufrechterhalten.

Die ebenfalls wegen der streckenweise tiefen Lage in Tunnelbau ausgeführte Stammfisstrecke in der Hafenstrasse wurde ohne Verwendung von Schild und Preßluft hergestellt. Die hierbei angewandte Vortriebsweise und der Tunnelausbau sind in den Abb. 655 bis 660 wiedergegeben. Auch ein Teil der Ausmündungsanlage des nördlichen Elbufer ist in Tunnelbau hergestellt.

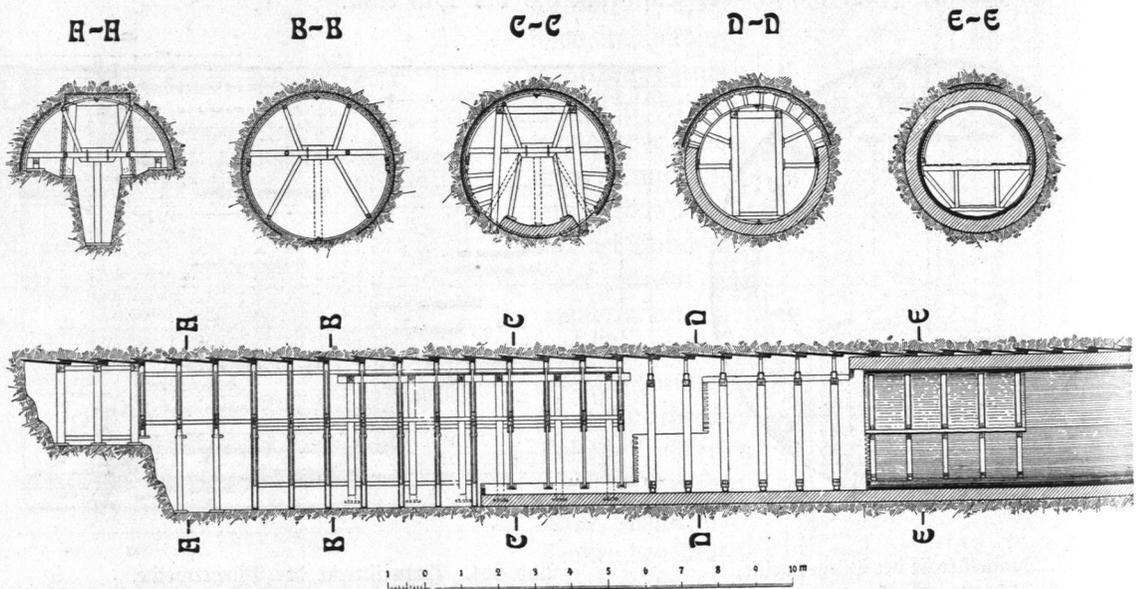


Abb. 655 bis 660. Stammfisstrecke Hafenstrasse, Vortriebsweise der Tunnelstrecke.

Kläranlagen. Bereits seit dem Jahre 1894 sind in Hamburg in einer in der Zwischenzeit bereits wieder beseitigten Versuchsanlage (Baukosten 50000 Mark) in der Nähe des Eppendorfer Krankenhauses umfangreiche Versuche über die Abwässerklärung angestellt worden. Die in dieser Anlage gesammelten Erfahrungen wurden von dem Ingenieurwesen bei dem Bau einer biologischen Kläranlage für das zweite Gefängnis Fuhlsbüttel im Jahre 1903, einer Sprinkleranlage auf dem südlichen Elbufer bei der dortigen Abfischanlage und bei dem Bau der biologischen Kläranlage für die Stadt Bergedorf ausgenutzt.

Die erstgenannte Anlage (Abb. 661) ist für das Abwasser von 1600 Personen (zu 200 l auf den Tag und Kopf) berechnet. Mit Rücksicht auf den Vorfluter, die Alfter, ist eine zweistufige wechselweise tätige biologische Anlage mit weitgehender Vorklärung geschaffen. Bei der Ausgestaltung dieser Anlage ist großer Wert auf das gute Aussehen gelegt worden, das durch Bepflanzung, durch Rasenflächen und Blumenbeete erreicht wurde. Das Gelände weist zurzeit bereits einen sehr guten Baumwuchs auf, und die Anlage wirkt sehr malerisch. (Abb. 662 und 663.)

Auf dem südlichen Elbufer ist bei der Ellerholzschleuse eine Versuchsanlage durch Aufstellung von zwei Sprinklern von 12 m Durchmesser erbaut (s. Abb. 637). Für die Vorreinigung sind

in Eisenbeton hergestellte Faulkammern vorhanden. Der Betrieb dieser Anlage ist durch die in dem Abwasser enthaltenen großen Ölmenge unmöglich gemacht worden. Die Bemühungen zur Ausschcheidung des Öles, das mit dem Abwasser innig vermischt ist, sind bisher nicht gelungen.

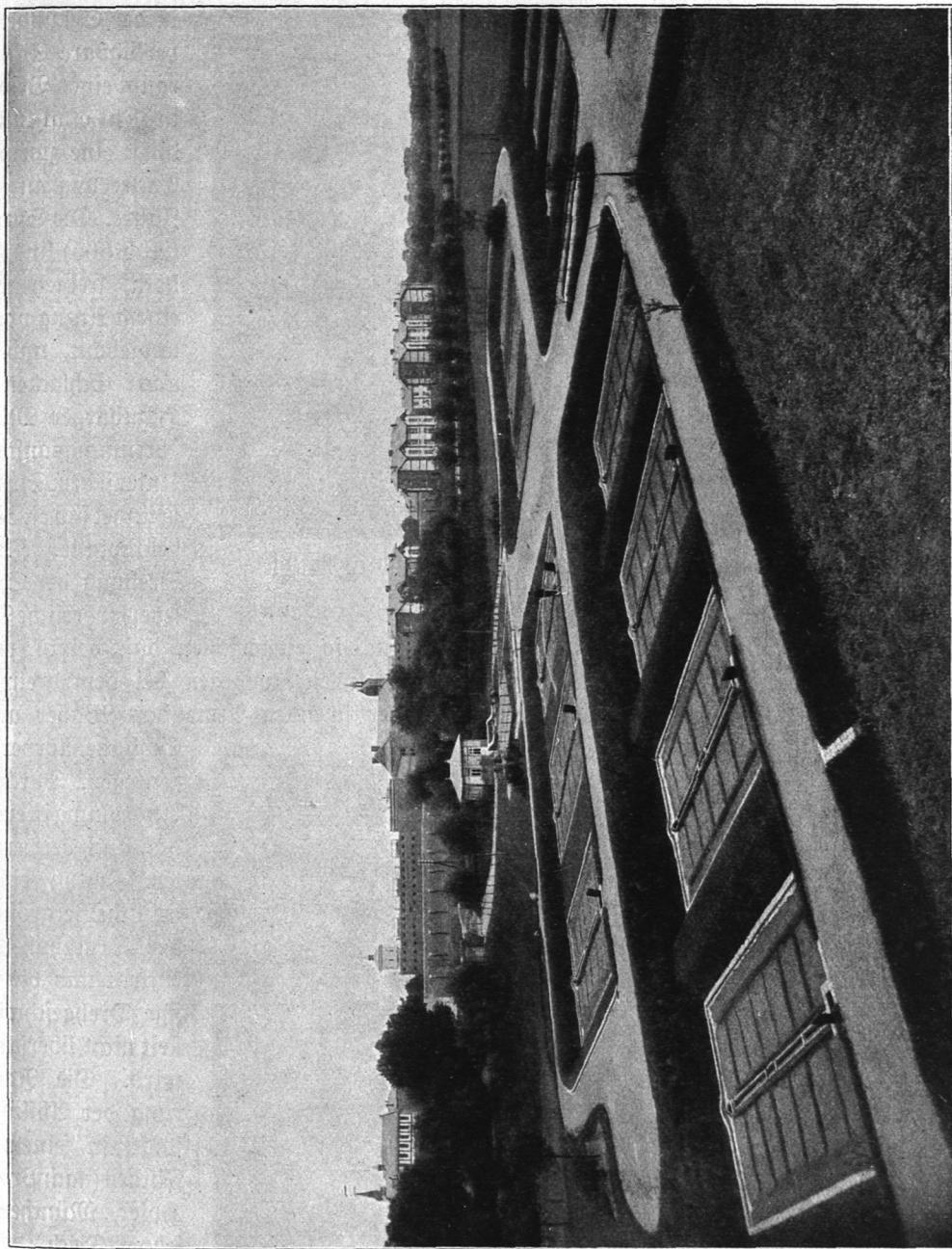


Abb. 661. Biologische Kläranlage für das zweite Gefängnis in Fuhlsbüttel, Gesamtansicht.

Die Bergedorfer Kläranlage ist auf Kosten des hamburgischen Staates unter Leistung eines Beitrages der Stadt Bergedorf in den Jahren 1912/13 erbaut worden.

Ihre derzeitige Größe genügt für die Reinigung von 2250 cbm Trockenwetterzufluß und 6750 cbm Regenwetterzufluß (= 14000 Köpfe und Fabrikabwässer).

Die Anordnung (Abb. 664) ist so getroffen, daß eine beliebige jeweilige Erweiterung erfolgen kann.

Das Abwasser durchfließt zunächst ein Grobgitter mit Handbetrieb. Es wird alsdann auf die Emscherbrunnen gepumpt, von denen bisher vier mit 7 m innerem Durchmesser und 10 m Tiefe angelegt sind. Der Aufenthalt in den Brunnen beträgt bei Trockenwetterzufluß zwei Stunden, bei Regenwetterzufluß 40 Minuten, die Wassergeschwindigkeit ist hierbei 5, bzw. 15 mm



Abb. 662. Biologische Kläranlage für das zweite Gefängnis in Fuhlsbüttel, vom Eingang gesehen.

in der Sekunde. Der verfügbare Schlammraum eines Brunnens ist 140 cbm und bedingt eine zweimalige Entleerung in einem Jahre. Die Sprinkler (Abb. 665) sind 1,8 m hoch, freistehend mit einem Anzug von 5:1 aufgebaut, und zwar aus Schlacken der Hamburger Müllverbrennungsanstalten.

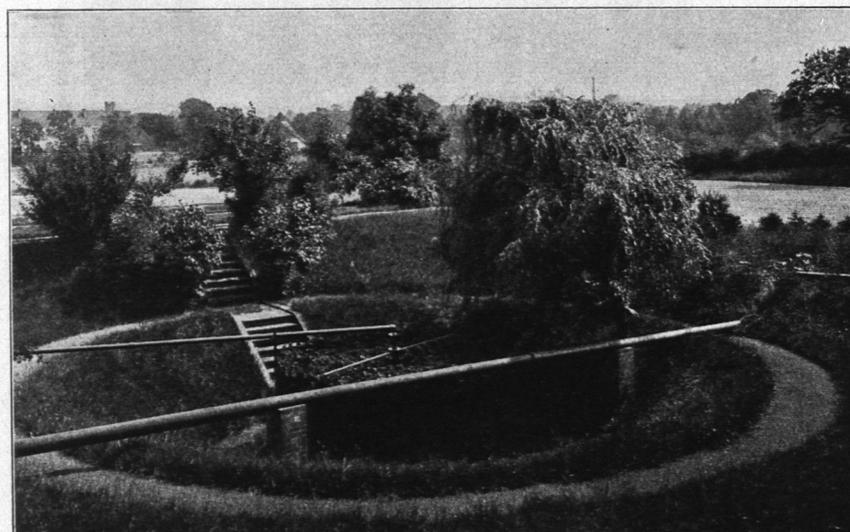


Abb. 663. Biologische Kläranlage für das zweite Gefängnis in Fuhlsbüttel, Sprinkler.

Unter jedem Sprinkler befindet sich eine Eisenbetonplatte. Die zur Drehung der Sprinkler erforderliche Druckhöhe ist 30 cm. Die Druckvorrichtung ist vierarmig und so eingerichtet, daß beim Trockenwetterabfluß nur die beiden unteren Arme in Tätigkeit treten, wogegen bei dem dreimal so großen Regenwetterabfluß auch die beiden 30 cm höher sitzenden Arme das Wasser auf die Schlackenkörper ver-

sprengen. Durch diese Anordnung ist erreicht, daß auch bei vermehrtem Zufluß eine erhebliche Vergrößerung der Druckhöhe nicht eintritt und die zulässige Drehgeschwindigkeit nicht überschritten wird. Die Nachklärung der Abflüsse erfolgt in einem mit Fischen (nach Professor Hofer, München) besetzten Teich.

Die Bauausführung ist unter Senkung des

sehr hohen Grundwasserstandes erfolgt. Das Maschinenhaus ist mit dem Dienstgebäude verbunden (s. Abb. 664). Im ersten Stock befindet sich ein Laboratorium und ein Zimmer für den Chemiker.

Die Kläranlage, einschließlich der Zu- und Ableitung, hat 345 000 Mark gekostet.

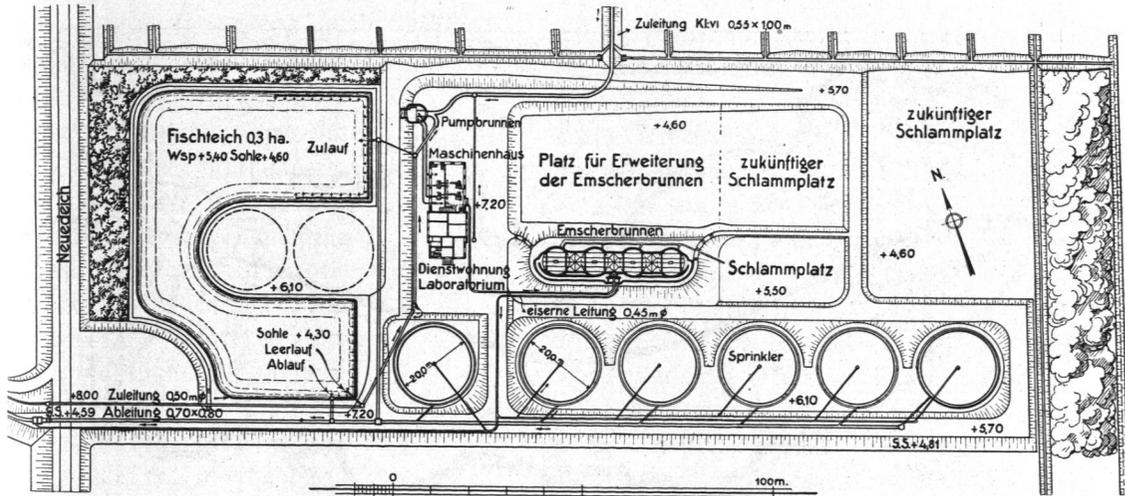


Abb. 664. Biologische Kläranlage Bergedorf, Lageplan.



Abb. 665. Biologische Kläranlage Bergedorf, Sprinkler und Dienstgebäude.

Entwässerung des Billwärder Marschgebietes.

J. J. F. Brüggmann.

Die Höhenlage der im Lageplan (Abb. 666) bezeichneten, von Osten nach Westen abfallenden Billwärder Marsch schwankt zwischen + 5,2 m und + 3,2 m H. N. Diese Ländereien sind vermutlich im 12. Jahrhundert eingedeicht worden. Der Elbwasserstand schwankt im täglichen zweimaligen Wechsel der Ebbe und Flut zwischen etwa + 3,3 m und + 5,1 m. Die tiefe Lage des Gebietes schloß eine natürliche Entwässerung im wesentlichen aus und führte schon sehr früh zur Schaffung künstlicher Entwässerungsanlagen. Zuerst wurden Windmühlen mit Wurfrädern, später mit Wasserschrauben, benutzt, die das Wasser aus den