

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300971



**Handbuch**  
der  
**Wasserbaukunst**

von  
**G. Hagen.**

Dritter Theil:  
**Das Meer.**

Zweite, neu bearbeitete Auflage.

Vierter Band mit 11 Kupfertafeln.

---

Berlin 1881.

Verlag von Ernst & Korn.

(Gropius'sche Buch- und Kunsthandlung.)

# Seeufer- und Hafen-Bau.

Von

G. Hagen.

Vierter Band.

Zweite, neu bearbeitete Auflage.

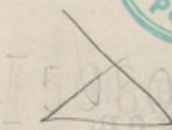


Mit einem Atlas von 11 Kupfertafeln in Folio und einer Inhalts-  
Nachweisung der vier Bände.

Berlin 1881.

Verlag von Ernst & Korn.

(Gropius'sche Buch- und Kunsthandlung.)



Die Herausgabe von Uebertragungen in fremde Sprachen behält sich die Verlagsbuchhandlung vor.



II- 125542

125542-11

## Vorwort.

Kurze Zeit vor meinem Austritt aus dem Staatsdienst, am Schluss des Jahrs 1875, machte die Verlagshandlung Ernst & Korn mich darauf aufmerksam, daß die ersten Bände des dritten Theils des Handbuchs der Wasserbaukunst nahe vergriffen seien. Ich unterzog mich sogleich der Umarbeitung und Vervollständigung des ganzen Werks über Seeufer- und Hafengebäude, wozu bereits früher vielfache Notizen gesammelt waren. Indem ich aber nunmehr volle Muße hatte, konnte ich nach der Herausgabe des ersten Bandes bereits im Sommer 1879 den Herrn Verlegern mittheilen, daß, abgesehen von etwa nöthigen spätern Zusätzen, die folgenden Bände zum Druck bereit seien. Hierdurch erklärt es sich, daß 1880 der zweite und dritte Band, und im Anfange dieses Jahrs auch der vierte in der neuen Ausgabe erschienen ist.

Berlin, im März 1881.

**G. Hagen.**





# Inhalts-Verzeichnifs

## des vierten Bandes.

### Abschnitt VIII. Fortsetzung.

#### Ausführung der Hafendämme.

	Seite
§ 67. Senkstücke . . . . .	3
§ 68. Bétonblöcke . . . . .	39
§ 69. Der Hafen von Marseille . . . . .	72
§ 70. Schwimmende Wellenbrecher . . . . .	80

### Abschnitt IX.

#### Schiffahrts-Canäle zwischen zwei Meeren.

§ 71. Aeltere Canäle . . . . .	99
§ 72. Der Suez-Canal . . . . .	106
§ 73. Der Panama-Canal . . . . .	115

### Abschnitt X.

#### Bagger.

§ 74. Allgemeine Bemerkungen . . . . .	137
§ 75. Löffel-Bagger . . . . .	148
§ 76. Rad-Bagger . . . . .	169
§ 77. Bagger mit senkrechter Eimerkette . . . . .	175
§ 78. Die geneigte Eimerkette . . . . .	180
§ 79. Aeltere Bagger mit geneigter Eimerkette . . . . .	206
§ 80. Dampfbetrieb bei geneigter Eimerkette . . . . .	225
§ 81. Pumpen-Bagger . . . . .	244
§ 82. Bagger-Prahme . . . . .	260
§ 83. Felsensprengungen . . . . .	280

## Abschnitt XI.

## Der innere Hafen.

	Seite
§ 84. Flotthäfen . . . . .	295
§ 85. Hafenwände . . . . .	310
§ 86. Befestigung der Schiffe . . . . .	331
§ 87. Hafen-Anstalten . . . . .	343
§ 88. Bauliche Anlagen zur Sicherung des Verkehrs . . . . .	358
§ 89. Schiffsbau-Anstalten . . . . .	377

## Abschnitt XII.

## Landmarken.

§ 90. Baaken und Buoyen . . . . .	417
§ 91. Leuchtthürme . . . . .	430
§ 92. Leuchtfeuer . . . . .	458
§ 93. Katoptrische Apparate . . . . .	477
§ 94. Dioptrische Apparate . . . . .	485
§ 95. Nebel-Signale . . . . .	501

## Abschnitt IX.

## Abschnitt X.

## Bayer.

§ 74. Allgemeine Bemerkungen . . . . .	137
§ 75. Ländl-Bayer . . . . .	143
§ 76. Hoch-Bayer . . . . .	163
§ 77. Bayer mit nordlicher Küstenlinie . . . . .	175
§ 78. Die westliche Küstenlinie . . . . .	180
§ 79. Aeltere Bayer mit nördlicher Küstenlinie . . . . .	207
§ 80. Grundriss der nördlichen Küstenlinie . . . . .	227
§ 81. Franken-Bayer . . . . .	244
§ 82. Bayer-Palatin . . . . .	260
§ 83. Pfalzgraven . . . . .	280

## Achter Abschnitt.

Fortsetzung.

---

# Ausführung der Hafendämme.



§ 67.

Senkstücke.

Das gewöhnliche Packwerk, wie solches in den oberländischen Strömen üblich und im zweiten Theil dieses Handbuchs § 36 beschrieben ist, findet ebensowenig bei Hafendämmen Anwendung, wie auch bei Einbauen, die zum Schutz der Ufer in die See treten. Das Packwerk besteht nämlich aus einzelnen Faschinenlagen, die auf dem Wasser schwimmend verbunden, leicht beschwert und nach und nach durch andre überdeckt werden, bis sie endlich unter dem Gewicht der obern Lagen soweit herabsinken, dafs sie den Grund erreichen. Nachdem dieses geschehn, werden sie erst vollständig mit Senkmaterial überschüttet und erhalten dadurch die nöthige Festigkeit, um der starken Strömung und dem Andrang des Eises widerstehn zu können. Diese sehr bequeme Art der Ausführung verbietet sich in der See, weil die einzelnen Faschinen, oder auch die ganzen Lagen, selbst wenn sie durch Würste verbunden und mit Pfählen benagelt sind, von den Wellen verschoben und zerrissen werden. Man darf demnach in der See von dem gewöhnlichen Packwerksbau nur Gebrauch machen, wenn die Tiefe sich auf wenige Fufse beschränkt und sonach die erforderliche Strauchmasse vor dem Eintritt eines stärkeren Wellenschlags ausgeworfen, verbunden und mit Steinen beschwert werden kann.

Von einer andern Art der Verwendung der Faschinen bei Hafenbauten ist bereits §§ 56 und 57 bei Gelegenheit der Steinkisten und der mit Pfahlreihen umgebenen Dämme die Rede gewesen. In den abgeschlossnen Räumen, die sich dabei bilden, ist das Einbringen der Faschinen leicht und sicher, da sie bei mäfsigem Wellenschlage nicht fortgetrieben werden.

Es giebt noch eine andre Constructions-Art, wobei gleichfalls Faschinen benutzt werden, die man aber zu großen Prismen fest verbindet, bevor sie auf die Stelle kommen, wo sie versenkt werden sollen. Die Verbindung erfolgt auf besondern Rüstungen, oder auch wohl auf dem Wasser, aber alsdann in geschützten Buchten, die einem starken Wellenschlag nicht ausgesetzt sind. Diese Prismen, welche man *Senkstücke* nennt, flößt man an die Stellen, wo sie versenkt werden sollen, um den beabsichtigten Hafendamm oder Einbau zu bilden, und man versenkt sie nicht etwa schräge, wie die Lagen im Packwerk, sondern horizontal. Bei größerer Tiefe liegen mehrere Lagen Senkstücke über einander, die sich in den Fugen überdecken und die wie Mauersteine unter sich in Verband gebracht sind. Diese Prismen haben oft eine Basis von 20 bis 30 Quadrat-Ruthen, während ihre Höhe meist 3 bis 6 Fufs mißt. Die Senkstücke, die vom Ingenieur Strotman zum Uferschutz der Insel Zeeland erbaut wurden, waren 64 Fufs breit und sogar bis 560 Fufs lang, ihre Oberfläche hielt also nahe 250 Quadrat-Ruthen.

Der Senkstückbau ist in den Niederlanden schon lange im Gebrauch gewesen und zwar nicht nur bei Bauten an der See, sondern auch bei Deichen, wenn ein Bruch geschlossen werden sollte, durch den Fluth und Ebbe heftig ein- und ausströmten (§ 18). In Deutschland wurde diese Bauart zuerst durch Woltman bekannt\*), der dieselbe auch mehrfach mit Erfolg versuchte. Wenige Jahre später veröffentlichte F. Schulz\*\*) eine ausführliche Beschreibung nach den Wahrnehmungen, die er darüber in den Niederlanden gesammelt hatte. Derselbe rühmt gleichfalls diese Bauart wegen der Sicherheit der Ausführung und meint, daß sie für Hafenbauten an der Ostsee sehr geeignet sei, doch spricht er die Besorgniß aus, daß die großen Kosten ihre Einführung verhindern dürften.

Beim Bau der Swinemünder Molen 1818 fanden die Senkstücke zum ersten mal in Preußen Anwendung, seitdem sind sie in allen unsern Häfen, mit Ausnahme der städtischen Häfen in

---

\*) Beiträge zur hydraulischen Architectur. IV. Band. Göttingen 1799. Seite 74.

\*\*) Versuch einiger Beiträge zur hydraulischen Architectur. Königsberg 1808. Seite 197.

Vorpommern, üblich geworden. Sie bilden indessen bei uns nur den Kern des Hafendamms und werden sowohl in der Krone, wie auf den Dossirungen mit Steinschüttungen überdeckt. Welchen großen Zerstörungen die letztern ausgesetzt sind, ist bereits erwähnt. Nichts desto weniger gab es bis zur neusten Zeit noch viele und eifrige Vertheidiger dieser Bauart, und erst im Herbst 1864 gelang es mir, bei einer neuen und großartigen Hafen-Anlage einen solideren Construction Eingang zu verschaffen. \*)

Der Senkstückbau ist insofern in der Ausführung sehr bequem, als man die kurzen Zwischenzeiten, wenn die See sich abstillt, oder auch die Fluth- und Ebbe-Strömung aufhört, benutzen kann, um die schon vorher verbundenen Stücke zu versenken. Während dieser Zeit darf freilich kein plötzlicher Sturm eintreten, noch auch eine heftige Strömung, gegen welche man die Senkstücke bei ihrer großen Ausdehnung nicht halten und noch weniger sie gegen dieselbe bewegen kann. Es gehört nicht zu den Seltenheiten, daß unter solchen Umständen das Stück weder an die beabsichtigte Stelle gebracht, noch auch geborgen werden kann, und sonach nichts andres übrig bleibt, als es seinem Schicksal zu überlassen. Wenn es aber vor dem Versenken lange Zeit hindurch schwimmt und das Wasser die Zwischenräume zwischen den Reusern vollständig füllt, so sinkt es wohl von selbst herab, wie dieses beim Bau der Mole vor der Pregel-Mündung einst geschehn ist.

Es ergibt sich aus Vorstehendem, daß der Senkstückbau, wenn man Constructionen in Faschinen wählt, für Ausführungen an der See sich noch am meisten eignet. Im Uebrigen hat diese Bauart vor den gewöhnlichen Packwerken keinen Vorzug, im Gegentheil stellt sie sich wegen der dabei nöthigen Rüstungen und sonstigen Erfordernissen theurer, und wenn dauernd starke Strömungen stattfinden, so wird das Flößen der Stücke auf die bestimmte Stelle und das scharfe Versenken derselben besonders schwierig und oft unmöglich. Daß aus diesem Grunde der Versuch mißglückte, den Senkstückbau am Rhein einzuführen, ist im II. Theil dieses Handbuchs § 37 bereits mitgetheilt.

\*) Dieser Bau, nämlich ein Bassin-Hafen, der in die See vortritt, wurde bei Stolpmünde ausgeführt, und die dabei gewählte Construction-Art ist § 58 beschrieben.

Obwohl die Senkstücke, nachdem sie einige Zeit im Wasser gelegen haben, specifisch schwerer werden und zuweilen sogar von selbst versinken, so können sie doch vom Wellenschlage leicht fortgetrieben und zerrissen werden, wenn man sie nicht jedesmal sehr stark und zwar durch solches Material beschwert, welches den Wellen hinreichend widersteht. Bei den Bauten an der See müssen hierzu, und namentlich für die obern Lagen, welche längere Zeit hindurch gesichert werden sollen, nur große Steine verwendet werden. Es ist aber auch nothwendig, daß diese die stufenförmig vortretenden untern Lagen überdecken, wenn nicht der ganze Bau, wie in den Niederlanden geschieht, sich ohne Seitenböschung steil erhebt. Gewöhnlich bilden die Senkstücke nur den innern Kern des Damms. Derselbe ist alsdann rings von Steinschüttungen umgeben, und die Wellen wirken auf letztere in gleicher Weise, als wenn im Innern keine Faschinen verwendet wären. Sobald aber die Steine von der Dossirung oder der Krone fortgetrieben sind, so können die bloßgelegten Senkstücke einem starken Wellenschlag nicht lange widerstehn, sie werden bald zerrissen und das Strauchwerk treibt fort.

Die Faschinen sind über Wasser, oder wenn sie abwechselnd naß und trocken werden, sehr vergänglich, und zwar an der See noch in höherem Maasse, als an den binnenländischen Strömen, weil das Weidenstrauch in dem salzigen Wasser und beim Wellenschlage nicht auswächst. Man muß sonach entweder die Senkstücke nicht über das niedrigste Wasser vortreten lassen, oder auf sehr häufige Ausbesserungen gefaßt sein. Im letzten Fall ist aber eine solche Constructions-Art zu wählen, wobei die Reparaturen leicht und schnell sich ausführen lassen. Dieses findet in der That vielfach in den Niederlanden statt, wo das Steinmaterial überaus kostbar ist, und man daher die Masse desselben möglichst zu vermindern sucht. Man führt alsdann die Senkstücke oder die darüber gepackten Strauchlagen so hoch auf, wie die Dämme überhaupt werden sollen, und überdeckt sie mit einer Schicht großer und flacher Steine, die bei jeder Ausbesserung abgehoben und später wieder aufgebracht werden, also in gleicher Art, wie § 57 bereits erwähnt.

Bei den Hafenbauten an der Ostsee, wo kein merklicher Fluthwechsel stattfindet, auch die Preise der Steine sich bedeutend



niedriger stellen, da häufig große Massen erratischer Granitblöcke auf und vor dem Ufer vorkommen, pflegt man dagegen die Bedingung zu stellen, daß das sämmtliche verwendete Strauch, nachdem es comprimirt ist, unter dem niedrigsten Wasser bleiben soll. Die Hafendämme erheben sich in den Kronen meist 5 bis 6 Fufs über Mittelwasser, und das niedrigste Wasser sinkt zu Zeiten noch 2 Fufs darunter. Es lastet alsdann auf den Senkstücken und den darüber gepackten Faschinen-Lagen eine 7 bis 8 Fufs hohe Steinmasse, und diese bewirkt keineswegs in kurzer Zeit, sondern wie die Erfahrung zeigt, nach Jahrzehnten noch ein fortwährendes Setzen und Comprimiren, so daß schon aus diesem Grunde immer wiederholte Aufhöhungen und Umpflasterungen der Krone und der obern Theile der Dossirungen nothwendig werden. In welchem Maasse das ursprünglich schon durch die sogenannten Luntleinen zusammengedrückte Senkstück dabei an Höhe verliert, läßt sich nach den vorliegenden Erfahrungen nicht sicher nachweisen, und ohne Zweifel hängt dieses von dem verwendeten Strauch, so wie noch mehr vom Beschwerungs-Material ab, da dieses in die Zwischenräume zwischen den Reisern um so leichter eindringt, je feiner es ist. Gewiß ist aber die gewöhnliche Annahme, daß die Stücke auf die halbe Höhe comprimirt werden, zu geringe. Es fragt sich daher, ob die Anwendung der Senkstücke überhaupt einen Vortheil gewährt, und ob, wenn der Damm sich endlich gesetzt hat, das dabei nach und nach verbrauchte Strauch-Material nicht eben so theuer ist, als wenn man nur Steine verwendet hätte.

Als man zum Molenbau bei Swinemünde statt der Steinschüttungen, die bei Plymouth und Cherbourg zur Anwendung gekommen waren, Senkstücke wählte, meinte man hierdurch die Anlage-Kosten wesentlich zu ermäßigen. Dieses war auch Anfangs der Fall, die anhaltende Compression der Faschinen machte aber vielfach die Erhöhung der Dämme nothwendig, und da die Kronen abgeplastert werden mußten, um die Steine einigermaßen zu sichern, so wurden solche Reparaturen überaus kostbar und wiederholten sich in kurzen Zwischenzeiten, weil man jede durch das Sacken der Faschinen im Pflaster entstandene Unregelmäßigkeit bald beseitigen mußte, um größeren Beschädigungen vorzubeugen.

Zuweilen glaubt man, daß nur durch Strauchbettungen, also durch Senkstücke das Unterspülen des ganzen Damms zu verhindern sei. Man stützt sich dabei auf die Erfahrung, daß einzelne Steine, die auf dem Sande liegen, bei Wellenschlag in diesen versinken. Die Faschinenbettung unter einer Steinlage wird allerdings die Bewegung des Wassers und die Einwirkung desselben auf den Grund mäfsigen, daß man sich jedoch nicht zu viel davon versprechen darf, beweist die bereits § 13 erwähnte Erfahrung, daß die in dieser Art versuchte Sicherung einer hohen Sandbank in der Richtung der südlichen Mole vor Pillau nichts fruchtete. Jedenfalls würde diese Rücksicht auch nur die untere Senkstücklage rechtfertigen. Unbedingt gestalten sich die Verhältnisse in gröfserer Tiefe wesentlich anders, da die Kraft des Wellenschlags sich hier mäfsigt und bald ganz aufhört. Die Steine liegen daher auf dem Sand eben so sicher, als wenn sie auf Faschinen gebettet wären. Wenn aber in Folge der Strömung neben dem Damm der Grund sich vertieft, so erfolgt das Nachsinken eben sowohl, wenn die Steine auf einem Senkstück, als wenn sie unmittelbar auf dem Grund lägen. Bei den Schüttungen, die man in England und Frankreich an der See ausgeführt hat, ist eine Faschinen-Unterlage niemals angewendet, man hat aber nicht bemerkt, daß dabei grofse Steinmassen im Sande versunken wären.

Nach der vorstehenden Auseinandersetzung ist es mindestens sehr zweifelhaft, ob die Anwendung der Senkstücke in den Hafendämmen von Nutzen ist, und ob es nicht vortheilhafter wäre, sie durch Steinschüttung vollständig zu ersetzen, statt sie nur mit solchen zu umgeben. In neuerer Zeit ist dieses in unsern Häfen auch wirklich geschehn, ohne daß sich dabei ein starkes Versinken der Steine gezeigt hätte. Da jedoch die Senkstücke vielfach benutzt sind, die Hafenbaumeister sich auch noch davon oft grofse Vortheile versprechen und dabei die ersten Anlage-Kosten ermäfsigt werden, so darf die Beschreibung dieser Bauart hier nicht fehlen. Es sollen jedoch die verschiedenen Modificationen derselben nur kurz angedeutet und vorzugsweise diejenige Methode mitgetheilt werden, die ich bei verschiedenen Bauten in Pillau gewählt hatte, und die sich auch als zweckmäfsig erwies, da von der grofsen Anzahl von Senkstücken kein einziges ver-

unglückte, vielmehr jedes wirklich an diejenige Stelle kam, für die es bestimmt war.

Die Zusammensetzung der Senkstücke erfolgt in der Art, daß zunächst als Unterlage ein Rost aus Würsten gebildet wird. Letztere sind in beiden Richtungen 3 bis 5 Fufs von einander entfernt und in allen oder in einigen Kreuzungen zusammengebunden. Jedenfalls geschieht dieses in den äufsern Rändern rings um das Stück. Darüber werden gewöhnliche Faschinen gepackt, und zwar so, daß die Wipfelenden derselben immer im Innern liegen und aufsen nur Stammenden sichtbar sind. In jeder einzelnen Lage sind sämmtliche Faschinen parallel zu einander und zur Länge oder Breite des Senkstücks gerichtet, in jeder folgenden Lage aber rechtwinklig gegen die vorhergehende. In dieser Weise setzt sich die Packung fort, bis das Stück die erforderliche Höhe hat. Nunmehr wird darüber wieder ein Rost von Würsten aufgebracht, der möglichst genau über dem untern liegt, und beide werden mit einander durch Leinen verbunden. Zu diesem Zweck stößt man durch die Kreuzungen der Würste im untern Rost, sobald diese verlegt sind, Pfähle von hinreichender Höhe ein, dieses sind die sogenannten Luntpfähle, und schlingt um dieselben die beiden Enden der unter den Würsten hindurchgezogenen Leinen. Jeder Pfahl mit beiden Enden der Leine ragt über die spätere Faschinen-Packung hinaus, und man kann sonach den obern Rost an den untern anbinden und dabei, wenn es für zweckmäfsig erachtet wird, auch zugleich eine starke Compression der Packung veranlassen. Fig. 181 zeigt die Aufstellung eines Luntpfahls und zugleich die Art, wie beide Enden der Leine, welche man die Luntleine nennt, darum geschlungen werden. Diese Benennungen beziehn sich auf die Aehnlichkeit mit gewöhnlichen Lunten, die gleichfalls aus Leinen bestehen, welche um Stöcke gewunden sind.

In der Zusammensetzung der Senkstücke zeigt sich insofern eine Verschiedenheit, als man zuweilen die untern Würste soweit überragen läfst, daß ihre Enden bis auf die obere Fläche der Packung reichen, und dadurch Gelegenheit geboten wird, sie unmittelbar an die entsprechenden obern Würste anzubinden. Der hierdurch erreichte Vortheil ist indessen nur scheinbar, denn die Luntleinen geben dem Senkstück schon solche Festigkeit, daß

dasselbe beim Ablaufen von der Rüstung und während es auf dem Wasser schwimmt und versenkt wird, sich nicht auflösen kann. Sobald es aber auf dem Grund oder auf andern Senkstücken liegt, und das Beschwerungs-Material aufgebracht ist, so muß es durch dieses geschützt werden. Die Compression, die es alsdann erfährt, ist auch so groß, daß sowohl die Luntleinen, als auch die zur Seite hinaufreichenden Würste außer Wirksamkeit kommen. Weder die einen, noch die andern bleiben alsdann gespannt, indem die obere und die untere Fläche des Stücks sich einander weit mehr nähern, als dieses bei der Packung künstlich erreicht werden konnte.

Aus demselben Grunde ist es auch zwecklos, sehr starke Luntleinen zu verwenden und mittelst langer Hebel eine möglichst starke Compression der Stücke in jeder Durchkreuzung darzustellen. In dieser Absicht stellt man zuweilen einen kleinen mit Schwellen versehenen Bock auf die obere Kreuzung, legt einen langen Hebel darüber, an dessen kürzeren Arm die nächste Luntleine gebunden ist, und indem nunmehr der lange Arm durch mehrere Leute herabgedrückt wird, so bindet ein anderer Arbeiter unter dem Bock die betreffenden Leinen möglichst scharf an die obere Durchkreuzung. Die Leine, mit der dieses geschieht, wird aber durch den Hebel nicht angezogen, vielmehr spannt derselbe die nächst folgende Leine, so daß im obern Rost ein Kreuz herabgedrückt und im Abstand von 3 bis 5 Fuß seitwärts im untern Rost eins gehoben wird. Hierdurch kann augenscheinlich eine starke Compression nicht erreicht werden, während man besorgen muß, daß die Würste dabei zerreißen. Jedenfalls ist aber das scharfe Anziehn der Luntleinen entbehrlich und aus diesem Grund dürfen die letztern auch nur so stark sein, daß sie nicht aus freier Hand zerrissen werden können. Es ist ferner übertriebene Vorsicht, wenn man jede einzelne obere Kreuzung mit der entsprechenden untern verbindet, wie bei uns größtentheils geschehn ist. In den Niederlanden geschieht dieses nicht, vielmehr habe ich bei den Senkstückbauten, die an der Mündung des Nordholländischen Canals in das Y ausgeführt wurden, gesehn, daß nur etwa in den zwanzigsten Theil der Durchkreuzungen ein Luntpfahl gesteckt wurde, doch versah man am Umfange der Stücke jede Durchkreuzung mit einem solchen. Die sämt-

lichen übrigen Durchkreuzungen wurden indessen mit Bindweiden umbunden.

Diese Verminderung der Anzahl der Luntleinen hat nicht nur einigen Einfluß auf die Baukosten, indem dadurch Material und Arbeit erspart wird, sondern es tritt dabei noch der wesentliche Vortheil ein, daß wegen der weiteren Entfernung der Pfähle die Faschinen bequemer zugetragen werden können und daß diese Pfähle dabei namentlich beim Beginn der Packung nicht so oft umgeworfen werden. Zum Wiederaufrichten derselben müssen unter allen Umständen einige Arbeiter besonders angestellt werden. Begegnen die Arbeiter, welche die Faschinen tragen, alle 3 oder 4 Fufs an beiden Seiten solchen Pfählen, so können sie bei dem unsichern Auftreten und indem auch der Wind die Faschinen faßt, die sie tragen, sich nicht davon frei halten, sie stoßen dieselben daher unaufhörlich um, oder drücken sie so weit seitwärts, daß die obere Kreuzung nicht mehr auf die untere treffen würde.

Eine wesentliche Verschiedenheit in der Construction der Senkstücke findet außerdem statt, indem ihre Verbindung theils auf festen, theils auf beweglichen Rüstungen und zuweilen sogar ohne Rüstung auf dem Wasser geschieht. Die letzte Methode wird in den Niederlanden vielfach angewendet, und wenn eine geschützte Bucht von angemessner Tiefe in der Nähe ist und überdies ein märsiger Fluthwechsel stattfindet, so ist dieses Verfahren nicht unbequem, obwohl es längere Zeit in Anspruch nimmt, indem das Stück nur in mehreren Fluthperioden beendigt werden kann. Es mag hiervon zunächst die Rede sein.

Man legt zur Zeit des Niedrigwassers die Würste des untern Rostes, die sich nach der Länge des Stücks erstrecken, auf das flache Ufer, und auf die Enden derselben, die dem Meere am nächsten sind, mehrere Reihen Querwürste. Die Entfernung der Würste in beiden Richtungen mißt 4 Fufs. In die Durchkreuzungen, so weit sie gebunden werden sollen, setzt man sogleich die Luntpfähle ein, die dort nur aus schwachen Weidenästen bestanden, und befestigt an diese die um die Kreuze geschlungenen Luntleinen. Ueber den vordern Theil des Rostes werden sogleich Faschinen gepackt, doch nur in solcher Ausdehnung und Höhe, daß die nächste Fluth sie noch heben kann. Geschieht dieses, so wird jedes Ende der auf dem Ufer liegenden Langwürste von

je einem Arbeiter gefasst und soweit vorgeschoben, daß die bereits ausgeführte Faschinen-Packung bei der folgenden Ebbe im Wasser bleibt. Beim Eintritt der nächsten Ebbe vervollständigt man den untern Rost durch neue Querwürste, bindet dieselben an die Langwürste, stellt die Luntpfähle auf und packt Faschinen dazwischen. In dieser Art setzt sich die Arbeit fort, bis endlich das Stück soweit hinausgeschoben ist, daß es durch die nächste Fluth vollständig und in seiner ganzen Ausdehnung gehoben wird. Nunmehr wird die Packung, die in der Regel nur in der Höhe von etwa 3 Fufs erfolgt, beendet, und der obere Rost aufgebracht und mittelst der Luntleinen mit dem untern verbunden.

Auch in Swinemünde, wo bekanntlich kein merklicher Fluthwechsel stattfindet, hat man ein ähnliches Verfahren versucht.\*) Der untere Rost wurde auf dem Ufer verbunden und mit Luntpfählen besteckt, sodann aber herabgeschoben und vor ein Bohlwerk gelegt, während man ihn durch Böte, die vor Anker lagen, festhielt, so daß er durch den Strom nicht verschoben oder in seiner Form verändert werden konnte. Alsdann warf man vom Bohlwerk aus die Faschinen auf den schwimmenden Rost, bis die Packung so massenhaft wurde, daß sie die Arbeiter tragen konnte, und nunmehr erfolgte durch diese die weitere Erhöhung, sowie auch die Aufbringung des obern Rostes. Später wurde jedoch von dieser Methode nicht mehr Gebrauch gemacht. Ihre Anwendung, die weder bequem war, noch auch ein geregeltes Verlegen der Faschinen gestattete, scheint sich nur auf wenige Versuche beschränkt zu haben.

Als ich im Jahre 1822 in Swinemünde war, wurden die Senkstücke ausschliesslich auf beweglichen Rüstungen erbaut, und es bestanden dort zwei solche, von 80 Fufs Länge und 56 Fufs Breite, auf denen Stücke von gleicher oder geringerer Gröfse verbunden werden konnten. Der mit vollständigem Bohlenbelag versehene bewegliche Boden jeder Rüstung ruhte auf einem starken Balken, um welchen er sich drehn konnte. Hierdurch war Gelegenheit geboten, die Senkstücke in horizontaler Lage zusammenzusetzen, und sie auf geeigneten Flächen herabgleiten zu

---

\*) Bauausführungen des Preussischen Staates. Band I. Berlin 1842. Seite 103.

lassen, sobald sie fertig waren. Fig. 182 *a* zeigt die Zusammensetzung dieser Rüstung in der Seitenansicht, sowie *b* in der Ansicht von oben. Der feste Theil der Rüstung bestand aus zwei Pfahlreihen, in denen die einzelnen Pfähle 6 Fufs von einander entfernt waren, und sich gegenüber standen. Die vordere war verholmt, und von diesem Holm reichte nach jedem hintern Pfahl ein Balken hinüber, der über dem Holm mit einem flach kreisförmigen Einschnitt versehen war. Diese Einschnitte, welche in ihrer Lage und Höhe mit einander übereinstimmten und eine cylindrische Fläche darstellten, bildeten das Lager, worin die Achse des beweglichen Theils sich drehte. Ausserdem verband noch ein Rahmstück über der hintern Pfahlreihe die erwähnten Balken unter einander. Dasselbe war unmittelbar mit den Pfählen durch Bügel so fest verbunden, dafs es nicht abgehoben werden konnte. Auf diesem ruhte der bewegliche Boden, sobald er sich in horizontaler Lage befand, und er wurde alsdann mittelst starker Taue daran gebunden, damit er nicht etwa umkippen möchte, wenn vielleicht zufällig das äufserende Ende zu stark belastet wäre. Die Drehungsachse, die in jenen Einschnitten ruhte, bestand in einem starken hochkantigen Balken, der an den Stellen, wo er auflag, in seiner untern Fläche cylindrisch abgerundet war. In Abständen von 6 zu 6 Fufs waren verzahnte Träger aufgekämmt, deren obere Theile 56 Fufs lang waren. Dreizehn Querbalken, an verschiedenen Stellen gestossen, verbanden diese Träger mit einander. Letztere waren ausserdem noch durch schräge Bänder abgesteift, die an den Enden mit Versatzung in sie eingriffen und angebolzt waren, während sie sich zugleich gegen den Balken stützten, der die Drehungsachse bildete. Diese Bänder verhinderten das Verbiegen der ganzen Rüstung in horizontaler Richtung. Um dagegen dem Durchbiegen in verticaler Richtung zu begegnen, war die Hälfte der verzahnten Träger an beiden Seiten mit besonders breiten und starken Bohlen armirt. Auf den erwähnten Querbalken, die mit der Drehungsachse parallel lagen, befand sich der Bohlenbelag, auf dem die Senkstücke erbaut wurden.

Hätte man aber ein Senkstück unmittelbar auf diesem Boden zusammengesetzt, so wäre eine sehr starke Neigung nöthig gewesen, um es herabgleiten zu lassen. Es wurde daher darüber noch ein System von Rollen angebracht, auf welchen das

Stück schon bei geringer Neigung herabließ. In der Richtung der Drehungsachse lagen in Abständen von 3 Fufs diese Rollen, und in der darauf senkrechten Richtung befanden sich in größeren Abständen je zehn solche hinter einander. Sie hielten etwa 6 Zoll im Durchmesser, und waren mit vorstehenden Rändern und eisernen Achsen versehen, die in hölzernen Pfannen sich drehten. Auf die hinter einander liegenden hölzernen Rollen wurden Bohlen geschoben und auf jede solche brachte man eine Wurst, wodurch die untere Lage des Rostes sich bildete. Beim Aufpacken der Faschinen war einige Aufmerksamkeit nöthig, um zu verhindern, daß nicht etwa starke Reiser gegen die Rollen oder die Pfannen stießen, wodurch das Ablaufen verhindert wäre.

Sobald man nach der Zusammensetzung des ganzen Senkstücks dem Boden auch nur eine geringe Neigung gab, so kamen die Bohlen mit der darauf ruhenden ganzen Masse in Bewegung und glitten in das Wasser herab. Sie waren aber einzeln an Leinen gebunden, und mittelst dieser wurden sie, sobald das Stück schwamm, unter demselben hervorgezogen.

Um nach Vollendung des Senkstücks dem beweglichen Boden die erforderliche Neigung zu geben, oder um ihn nach der Stromseite überkippen zu lassen, traten etwa fünf und zwanzig Mann auf das Senkstück. Dieselben stellten sich zunächst auf den landseitigen Rand desselben. Alsdann wurden die Taue gelöst, mittelst deren der bewegliche Boden bisher in seiner Lage gesichert war. Sobald die Mannschaft darauf nach der vordern Seite ging, so schlug die Rüstung um, und das Stück glitt mit den darauf stehenden Leuten in das Wasser.

Ich habe mehrere Senkstücke in dieser Weise ablaufen sehn, ohne daß irgend eine Störung dabei vorgekommen wäre. Der hölzerne Boden tauchte auch nur wenig in das Wasser ein, indem sich dabei sehr schnell das Gleichgewicht wieder herstellte. Wenn aber nach dem Ablaufen des Senkstücks die Mannschaft nunmehr auf den schrägen Boden trat und nach dem landseitigen Rande ging, so nahm derselbe die horizontale Lage wieder an, worauf er durch Taue befestigt wurde. Nichts desto weniger liefs sich nicht verkennen, daß der bewegliche Boden in sich nicht genügend fest verbunden war, und seine Form sich sehr auffallend veränderte. Man bemerkte nicht nur starke Durchbiegungen der



Träger, sondern außerdem neigten sich diese auch nicht gleichmäfsig, und der Boden bildete, wenn er umgeschlagen war, eine auffallend windschiefe Fläche. Es leidet keinen Zweifel, dafs der Zusammenhang der einzelnen Verbandstücke hierdurch gelockert werden mußte, und wahrscheinlich waren vielfache und ausgedehnte Reparaturen der Rüstung nothwendig.

Man hat diese beweglichen Rüstungen, die man in Swinemünde Wippen nannte, soviel mir bekannt, nirgend wieder benutzt, vielmehr sind später in allen Preussischen Häfen, bei Ausführung der Senkstücke feste Rüstungen zur Anwendung gekommen. Bei Beschreibung der letztern beschränke ich mich auf diejenigen Einrichtungen und Verfahrensarten, die ich nach manchen Versuchen zu den Bauten bei Pillau wählte, und die sich bei vielfacher Benutzung als zweckmäfsig zu erkennen gaben, während sie zugleich möglichst einfach waren.

Die Rüstung muß an einer Stelle des Ufers erbaut werden, die nicht dem heftigen Wellenschlage der See ausgesetzt ist, vielmehr eine gedeckte Lage hat. Außerdem muß die Wassertiefe davor so groß sein, dafs das Senkstück beim Abflauen den Grund nicht berührt, sondern vollständig schwimmt. Indem die Höhe der Stücke nicht leicht mehr als 6 Fufs mißt, so genügt diese Tiefe. Dieselbe ist aber auch insofern nothwendig, als die Arbeit sich sehr erleichtert, wenn die kleinen Fahrzeuge, welche die Faschinen anfahren, an die Rüstung anlegen und in der Art gelöscht werden können, dafs man die Faschinen, ohne sie zuerst aufzustellen, unmittelbar aus dem Schiff auf die Rüstung trägt und daselbst verpackt. Ein zuverlässiger Aufseher zählt alsdann die Faschinen, und wenn eine größere Anzahl besonders schwach ausfällt, oder sonst den Lieferungs-Bedingungen nicht entspricht, so muß die Arbeit unterbrochen und eine nähere Prüfung vorgenommen werden (vergl. Theil II, § 34). Das Quantum der angelieferten und verpackten Faschinen läßt sich aber außerdem auch später noch ziemlich sicher beurtheilen, indem jeder Luntpfahl mit einer Eintheilung in ganze Fulse versehen ist, und so nach der Rauminhalt der Packung leicht ermittelt werden kann.

Der untere Rand der Rüstung muß über Wasser liegen, wenn auch vielleicht in seltenen Fällen bei ungewöhnlichen Stürmen das Wasser darüber steigt und die Wellen aufschlagen. Es ist aber

vortheilhaft, wenn andererseits auch keine zu große Niveau-Differenz zwischen diesem Rande und dem Wasserspiegel sich bildet. Wenn bei größerer Höhe das Senkstück selbst auch nicht durch die starke Krümmung, die es annehmen muß, leidet, so brechen dabei doch leicht die Bohlen, auf welchen die untern Würste liegen, und man ist alsdann gezwungen, diese häufig durch neue zu ersetzen.

Für das nachstehend bezeichnete Verfahren beim Herablassen der Senkstücke genügt eine Neigung von 12 Graden gegen den Horizont, wobei das Abfließen sehr sicher erfolgt, aber dennoch alle Operationen bequem vorgenommen werden können, insofern die Fläche mehr als die fünffache Anlage hat. Dabei ist es ohne Nachtheil, daß die Luntpfähle, die ihrer sichern Stellung wegen immer lothrecht eingesetzt werden, nicht normal gegen die Oberfläche des Stücks stehen und sonach auch der obere Rost nicht genau der Lage des untern entspricht.

Die Rüstung ruht, wie Fig. 184 *a* und *b* zeigen, auf verholzten Pfahlreihen. Indem diese aber niemals stark belastet werden, so dürfen die Pfähle weder besonders fest eingerammt sein, noch ist es nothwendig, starkes Holz dazu zu verwenden. Auch ist es nicht erforderlich, daß die Holme aus vollkantigen Balken zugerichtet werden, doch empfiehlt es sich, die Pfahlreihen nicht zu weit von einander zu entfernen, damit man, ohne daß die Rüstung mit einem Bohlenbelage versehen ist, die Würste bequem verlegen kann. Das Fehlen dieses Bohlenbelages gewährt aber den Vortheil, daß man die Regelmäßigkeit der Packung in der untern Fläche prüfen kann. Es kommt nämlich, wie bereits erwähnt, sehr darauf an, daß nicht einzelne Faschinen bis unter die Würste herabreichen, weil solche leicht gegen die Rollen stoßen, und dadurch das Abfließen des Stücks verhindern. Wenn das Ufer unregelmäßig ansteigt, so trifft es sich zuweilen, daß man einzelne Holme entweder in ihrer ganzen Länge oder theilweise unmittelbar auf den Boden legen kann. Die Pfähle sind alsdann an diesen Stellen entbehrlich, und es genügt, keilförmige Klötze aus den Abfällen der Bohlen und Holme darunter zu schieben und, soweit es nöthig ist, nachzutreiben.

Ueber die Holme werden endlich Halbhölzer regelmäßig verlegt und nicht nur aufgekämmt, sondern auch mit einigen Bolzen

befestigt, damit an ihnen das Senkstück sicher zurückgehalten werden kann. Der Abstand dieser Halbhölzer von einander ist jedesmal dem der Würste gleich, und es genügt, diesen zu 4 Fufs anzunehmen, wobei die Querwürste noch nicht stark durchbiegen.

Die angegebene Neigung des Gerüstes ist zu flach, als dafs das Senkstück, wenn es unmittelbar darauf gelegt würde, herabgleiten könnte. Damit dieses geschieht, ist die Anwendung von Rollen erforderlich. Man hatte solche, und zwar in der Art, dafs sie in einer Länge quer über die Rüstung reichten, schon mehrfach beim Senkstückbau angewendet. Es kam nur darauf an, sie zweckmäfsig zu befestigen. Die übliche Methode, wonach vor jedes Ende der Rolle an das Halbholz ein hölzerner Nagel eingetrieben wird, den man beim Herablassen des Stücks mit einer Axt durchschlägt, bot nicht die nöthige Sicherheit, und namentlich fehlte diese, wenn bereits viele Nägel an derselben Stelle abgeschlagen waren, auch wurde oft das Aufbringen eines neuen Stücks dadurch verzögert, dafs man immer andre Löcher einbohren, oder die alten räumen und aufserdem die erforderlichen Nägel schneiden muste. Passender fand ich es, bewegliche Knaggen aus Eichenholz zur Seite der äufsern Halbhölzer zu befestigen, die sich um starke Bolzen drehten und in ihren Endflächen nach Kreisbogen abgerundet waren. Fig. 184 a. zeigt dieselben. Man durfte sie nur anheben, um den Rollen Stützpunkte zu bieten, und sobald das Stück abgelassen werden sollte, genügte ein Schlag mit dem Rücken der Axt, um sie herabzutreiben. Nichts desto weniger muste das Senkstück noch in anderer Art und zwar in seiner Mitte gehalten werden, weil sonst die Rollen, welche sich nur mit ihren Enden an die Knaggen lehnten, bei zunehmender Belastung stark durchbogen und dadurch später an ihrer Bewegung verhindert wurden.

Diese Rollen waren aus geraden und dünnen Kiefern-Stämmen zugeschnitten und cylindrisch bearbeitet, so dafs sie an den Stammenden nicht stärker, als an den Wipfelenden waren. Ihre Länge, die um einige Fufs gröfser als die Breite der Rüstungen sein musste, maafs 44 Fufs, und ihr Durchmesser 6 Zoll. Sie wurden in Abständen von 6 Fufs verlegt, indem jene Knaggen eben so weit von einander entfernt waren.

Nach dem Aufbringen der Rollen legte man die Bohlen darüber. Dieselben mussten beim Ablaufen der Stücke sich krümmen. Sie durften daher nicht zu stark, noch über den Spahn geschnitten oder durch viele und weite Astlöcher geschwächt sein. Ferner mussten sie die Länge der Rüstung (rechtwinklig gegen das Ufer gemessen) haben. Diese betrug 60 Fuss. Endlich war es nothwendig, dass die Bohlen recht eben waren, damit man sie unter den schwimmenden Stücken leicht hervorziehen konnte. Sie wurden daher auf der obern Fläche und auf beiden schmalen Seiten behobelt, auch die Kanten gebrochen. Da sie aber nicht die erforderliche Länge hatten, so mussten sie gestossen werden, und dieses geschah in der Art, wie Fig. 183 zeigt. Die zu verbindenden Enden wurden keilförmig zugeschärft, so dass ihre Stärke am Ende nur  $\frac{1}{2}$  Zoll betrug, und nunmehr wurden sie durch eine Anzahl Nägel, die sämmtlich mit den Köpfen versenkt und an der untern Seite umgeschlagen waren, zusammengefügt. Dadurch bildeten sich freilich weder oben noch unten bündige Flächen, vielmehr entstanden auf beiden Seiten scharfe Absätze, doch hatten dieselben solche Richtung, dass sie weder beim Ablaufen des Stücks die Bewegung hemmen, noch das spätere Hervorziehen der Bohle erschweren konnten.

Diese Bohlen wurden in der Art an die darunter befindlichen Halbhölzer befestigt, dass beide in der Nähe ihrer Köpfe seitwärts eingekerbt, die scharfen Kanten gebrochen, und Enden von Luntleinen, woran es nie fehlte, darum gebunden wurden. Die Bohle legte sich dabei mit ihrem Kopf auf das Halbholz fest auf, und die Verbindung war so innig, dass nicht die geringste Bewegung erfolgte. Man sicherte hierdurch nicht nur das Senkstück gegen ein mögliches zu frühzeitiges Ablaufen, sondern es wurde dadurch auch das Nachgeben und Krümmen der Rollen vollständig verhindert. Sobald aber das Senkstück herabgelassen werden sollte, so genügte ein Schlag mit dem Beil, um die umgeschlungenen Leinen zu zerschneiden.

Nachdem diese Vorbereitungen getroffen waren, konnte das Senkstück zusammengesetzt werden. Die Würste werden in gewöhnlicher Art und zwar in der Stärke von 6 Zoll und in der vorher bestimmten Anzahl und Länge angefertigt. Diese Längen stimmen mit der Länge und Breite des Stücks überein,

und ihre Anzahl ergibt sich gleichfalls aus diesen Dimensionen, indem sie 4 Fufs von einander entfernt ausgelegt werden. Zunächst wird auf jede Bohle eine Wurst gelegt, und darüber kommen die Querwürste, die jedoch um 1 Fufs über jene hinausreichen. Alsdann schlingt man um alle Kreuzungen, die gebunden werden sollen, Luntleinen. Letztere müssen so stark sein, dafs sie aus freier Hand nicht zerrissen werden können, und ihre Länge ist etwa 6 Fufs gröfser, als die doppelte Höhe des fertigen Senkstücks. Man zieht jede Leine unter beiden Würsten soweit hindurch, dafs sie in ihrer Mitte diese fassen, alsdann wird ein halber Knoten geschlungen, der Luntpfahl eingestofsen und beide Enden der Leine in entgegengesetzten Richtungen um diesen gewunden, wie Fig. 181 zeigt, und an den Kopf des Luntpfahls gebunden. Jeder dieser Pfähle ist durch Kerben in ganze Fufse eingetheilt, und indem alle Pfähle gleiche Länge haben, so kann man an dem freistehenden Theil leicht erkennen, wie hoch die Faschinen-Packung an jeder Stelle ist. Auf die Kreuzungen im Umfange des Senkstücks müssen jedesmal Luntpfähle mit den zugehörigen Leinen gestellt werden, weil ohne diese Vorsicht die äufsern Faschinen hinausfallen. Im Innern des Stücks genügt es aber, wenn in jeder Richtung auf das zweite Kreuz ein Pfahl gestellt, also nur der vierte Theil der Durchkreuzungen mit den entsprechenden obern verbunden wird.

In welcher Art die Faschinen verlegt werden, ergibt sich aus Fig. 184. Es ist dabei angenommen, dafs die Faschinen in Schiffen angeliefert und aus diesen unmittelbar auf das Stück getragen werden. Sollten sie dagegen vorher auf das Ufer aufgestellt sein, so beginnt die Packung am obern Ende des Stücks, damit die Arbeiter beim Zutragen der Faschinen nicht unmittelbar auf den Würsten, sondern auf der bereits begonnenen Strauchpackung gehn können. Als allgemeine Regel gilt es, dafs die Faschinenlagen sich stets kreuzen, und die Seitenwände des Senkstücks nur die Stammenden zeigen dürfen. Ausserdem mufs die untere Lage des Stücks in der Art gebildet werden, dafs kein Wipfelende einer Faschine zwischen den Würsten tief herabsinken kann. Die letzte Bedingung macht es nothwendig, an der Stelle, wo die Wipfelenden der ersten Reihe hintreffen, noch eine Querwurst zu verlegen, wie solche auch in der Zeichnung an-

gegeben ist. Man wirft also eine Faschine neben die andre zwischen die Luntpfähle in der Längenrichtung des Stücks, und zwar so, daß die Stammenden etwa 1 Fuß über die letzte Quer-Wurst hinausreichen. Die zweite Faschinen-Reihe derselben Lage wird verkehrt und über diese hinaus so ausgelegt, daß die Stammenden jedesmal wieder 1 Fuß über die folgende Wurst treffen. In dieser Weise setzt sich die Packung fort, bis die erste Lage das Ende des Rostes erreicht.

Es ist indessen sehr beschwerlich, auf dieser ersten Lage zu gehn, weil man bei der parallelen Richtung der Faschinen leicht hindurch tritt. Aus diesem Grund macht man sogleich mit dem Aufbringen der zweiten Lage, oder der ersten Querlage den Anfang. Auch in dieser wird die erste Faschinenreihe mit den Stammenden nach aufsen und zwar wieder so gelegt, daß diese etwa 1 Fuß über die äußere Wurst hinausreicht. In einer der folgenden Reihen muß man wieder die Faschinen umkehren, damit auf der andern Seite des Stücks die Stammenden nach aufsen kommen. Die fernere Packung setzt sich in derselben Art fort, bis die beabsichtigte Höhe erreicht ist, bemerkt man aber irgend wo eine besonders tiefe Stelle, so füllt man diese aus, und indem häufig einzelne Faschinen sich lösen und oft große Massen ungebundenen Strauchs übrig bleiben, so kann man auch dieses unbedingt im Innern des Stücks verwenden.

Das Gehn auf den Faschinen ist freilich unbequem, doch ist der Uebelstand nicht von Bedeutung, wenn man jüngere Personen und besonders wenn man Seeleute bei dieser Arbeit benutzt. Die Anwendung von Laufdielen, die unaufhörlich verlegt werden müssen, ist nicht zu empfehlen, weil dadurch die Arbeit ungemein verzögert wird, und dasselbe gilt auch von der Anordnung, daß Einer dem Andern die Faschine zuwirft, wie dieses zuweilen geschieht. Bei stärkerem Winde ist das Letzte ganz unausführbar und auch sonst ist es sehr zeitraubend, besonders wenn die Tagelöhner weder im Werfen noch Auffangen die nöthige Uebung haben, und daher fortwährend Störungen eintreten.

Sobald die ganze Packung die beabsichtigte Höhe erreicht hat, welche keineswegs überall dieselbe zu sein braucht, sondern so gewählt wird, daß die Unebenheiten des Untergrundes sich möglichst ausgleichen, alsdann wird der obere Rost aufgebracht,

und zwar hängt es von der Richtung der Faschinen in der letzten Lage ab, ob zuerst die Längen- oder die Querwürste verlegt werden. Die erste Reihe der Würste muß die zunächst darunter befindlichen Faschinen kreuzen, damit diese sicher gehalten werden. Die zweite Reihe der Würste liegt normal gegen die erste, und zwar werden beide so gelegt, daß sie die Luntpfähle berühren. Nunmehr löst man von einem Pfahl nach dem andern die Leinen, zieht den Pfahl heraus und bringt beide Enden der Leine in solche Lage, daß beide Würste dazwischen treffen. Der Arbeiter tritt alsdann auf die obere Wurst, um diese herabzudrücken, und bindet darüber die Leinen so scharf zusammen, wie dieses ohne Anwendung besonderer mechanischer Hilfsmittel geschehn kann, und schneidet die übrigbleibenden Enden ab. Diese Enden werden gesammelt und später zu andern Zwecken, namentlich aber, wie bereits erwähnt, zum Anbinden der Bohlen an die Halbhölzer verbraucht. Die ganze Faschinen-Packung wird auf diese Art zwar keineswegs so fest comprimirt, als wenn man die sämtlichen Durchkreuzungen im obern und untern Roste mit einander unter Anwendung eines besonders starken Drucks verbunden hätte. Solche möglichst starke Compression ist indessen ohne Zweck, da die Packung schon durch das Auftragen der Faschinen und das Verlegen des Rostes eine geschlossene und dichte Lage annimmt, und keine größern Räume darin frei bleiben.

Nachdem die Luntleinen an den obern Rost gebunden sind, ist das Senkstück wesentlich fertig und kann, wenn die Rüstung zum Abbinden eines andern Stückes sogleich wieder benutzt werden soll, herabgelassen werden. Zuweilen werden die obern Würste noch, wie beim gewöhnlichen Pachwerk, durch eine grosse Anzahl Spiek- oder Faschinen-Pfähle befestigt, da jedoch in den Senkstücken die Würste schon angebunden werden, so ist dieses entbehrlich, es sei denn, daß einzelne Würste auf große Längen frei liegen. Das Letztere vermeidet man aber leicht, indem man die Luntpfähle in Reihen aufstellt, die diagonal über das Stück sich hinziehen. Das Einschlagen der Pfähle kann bei unvorsichtiger Arbeit auch sehr nachtheilig werden, indem die Bänder der Würste dabei leicht zerreißen und alsdann der Zusammenhang des ganzen Stückes geschwächt wird.

Das Senkstück bedarf indessen noch in andrer Beziehung

einer Vervollständigung. Es muß nämlich nicht nur mit einer Zäunung umgeben werden, damit das Senkmaterial nicht herabfällt, sondern durch solche muß man auch seine Oberfläche in verschiedene Felder eintheilen, um zu verhindern, daß bei einer stärkern Neigung, die während des Versenkens leicht eintreten kann, nicht alles Material auf eine Seite gleitet, und dadurch das Stück sich noch schräger stellt und nicht auf die beabsichtigte Stelle gebracht werden kann. Diese Zäunungen lassen sich eben so gut ausführen, wenn das Stück bereits auf dem Wasser schwimmt, als wenn es noch auf der Rüstung liegt, und zwar ist das Erstere in sofern noch vortheilhafter, als es namentlich bei niedrigen Stücken nicht selten geschieht, daß die Zaunpfähle ganz hindurch reichen und mit ihren Spitzen in die Bohlen eindringen, wodurch das spätere Hervorziehen der letztern erschwert und oft unmöglich wird. Indem die Zäune, welche auf den äußern Würsten stehn, weniger Festigkeit haben, so darf man sich mit diesen nicht begnügen, und es ist nothwendig, auch auf die nächsten Würste solche zu stellen, so daß also zwei Zäune das Stück auf allen Seiten umschließen. In dem innern Raum wird selbst bei großen Stücken meist nur ein Zaun nach der Länge desselben und zwei nach der Quere gezogen, so daß hier sechs getrennte Felder entstehn. Ueber die Ausführung dieser Zäune ist wenig zu sagen. Man treibt Pfählchen, die etwa  $1\frac{1}{2}$  Zoll stark und unten zugespitzt sind, in Abständen von 6 bis 12 Zoll in die Würste, über welche sie  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Fuss vorstehn und umflicht sie mit Reiser. Je stärker die letztern sind, um so weiter müssen die Pfählchen von einander entfernt bleiben.

Endlich kommt es noch darauf an, gewisse feste Punkte auf dem Stück darzustellen, woran dasselbe theils während des Transports gezogen und theils beim Versenken gehalten werden kann. Hierbei kann man die gewöhnlichen Faschinenpfähle, und zwar solche, die nahe die untere Fläche des Stücks erreichen, nicht entbehren. Sie werden wieder durch die Würste und unmittelbar daneben in verschiedenen Richtungen und oft in großer Anzahl eingetrieben, so daß sie vortretende und etwas verbreitete Köpfe bilden, über welche die umgeschlungenen Taue nicht abgleiten. Endlich ist es beim Versenken des Stücks auch von



grofser Wichtigkeit, es an einem Tau zu halten. Namentlich ist dieses nothwendig, wenn einige Strömung stattfindet, und die Wassertiefe bedeutend ist. Man flicht alsdann einen starken Ring aus Reisern und bindet diesen an eine Durchkreuzung der Würste. Damit letztere aber nicht nachgiebt, so wird sie rings umher mit Faschinenpfählen an die Packung genagelt. Da in beiden Fällen die Pfähle tief eingreifen müssen, so empfiehlt es sich, diese Köpfe und Ringe nicht früher anzubringen, als bis das Stück schwimmt und die Bohlen darunter beseitigt sind. In den Niederlanden benutzt man hierzu in neuerer Zeit eiserne Ringe, welche an die Durchkreuzungen der untern Würste gebunden sind.

Bevor man das Senkstück ablaufen läfst, müssen sorgfältig alle Vorkehrungen getroffen werden, um zu verhindern, dafs es nicht etwa durch irgend welche Hindernisse auf der Rüstung zurückgehalten wird, und dafs es, sobald es schwimmt, sogleich in solche Lage gebracht und sicher gehalten werden kann, wie der weitere Transport und die Beseitigung der Bohlen dies erfordert, auch müssen die Bohlen, so wie die Rollen einzeln an Leinen gebunden sein, damit sie nicht vom Strom fortgetrieben, vielmehr bequem auf das Ufer gezogen werden können. Die Strömung ist dabei gehörig zu berücksichtigen, da das Stück selbst, wie auch die benannten Hölzer von dieser jedesmal gefafst werden.

Die sämtlichen Rollen bleiben hinter dem Stück zurück und fallen unmittelbar neben der Rüstung ins Wasser. Es kommt daher nur darauf an, die Leinen an diejenigen Enden derselben anzubinden und durch Vorstecknägeln zu befestigen, die dem Strom zugekehrt sind. Diese Leinen werden an einen Pfahl auf derselben Seite des Ufers festgebunden, und man ist alsdann sicher, dafs alle Rollen unmittelbar am Ufer bleiben. An den Kopf jeder einzelnen Bohle wird gleichfalls eine Leine gebunden. Diese müssen aber so lang sein, dafs das Stück sich etwa um seine doppelte Länge vom Ufer entfernen kann, bevor sie scharf angezogen werden. Auch dürfen diese Leinen nicht zu schwach gewählt werden, weil man oft einen bedeutenden Zug ausüben mufs, um die Bohlen vorzuziehn.

Endlich ist es sehr wichtig, das Forttreiben oder Drehn des schwimmenden Stücks zu verhindern, weil in diesem Fall die

Bohlen nicht in ihrer Längenrichtung, sondern seitwärts gezogen werden müßten, was überaus schwierig ist. Zu diesem Zweck wird in angemessener Entfernung vor der Rüstung und zwar etwas stromaufwärts ein hinreichend schwerer Anker ausgebracht und das Tau desselben auf ein daneben liegendes gehörig bemanntes Boot genommen.

Sind diese Vorbereitungen getroffen, so treten etwa 10 Mann auf das Senkstück, die mit demselben zugleich herabgehn. Die Bewegung erfolgt so sanft, daß die Leute sich weder niederzusetzen noch zu halten brauchen, sie bleiben vielmehr frei stehn. Demnächst werden auf vorher verabredete Zeichen die Rollen gelöst, und zwar macht man mit der untern den Anfang, indem die beiden betreffenden Knaggen gleichzeitig mittelst hölzerner Hämmer herabgetrieben werden. Hierzu genügt jedesmal ein einziger Schlag. Sind die sämtlichen Rollen frei, so werden die Köpfe der Bohlen gelöst, indem an jede Bohle, die festgebunden ist, ein Mann mit einem scharfen Messer oder Beil sich stellt, und auf das Zeichen des Aufsehers werden sämtliche Leinen durchschnitten. Das Senkstück kommt nunmehr in Bewegung und rollt herab. Sobald es aber schwimmt, rudert das Boot, worauf das Ankertau sich befindet, ihm entgegen, und das Tau wird sogleich von den Arbeitern, die sich auf dem Senkstück befinden, gefaßt und scharf angeholt, wodurch Letzteres sich in der beabsichtigten Richtung zwischen die Rüstung und den Anker stellt. Gewöhnlich wird beim Ablaufen soviel Geschwindigkeit gewonnen, daß die Leinen, woran die Bohlen befestigt sind, sich spannen, sollte dieses nicht der Fall sein, so wird das Ankertau an das Senkstück angebunden, und die am Ufer befindlichen Arbeiter fassen die Leinen und ziehn eine Bohle nach der andern hervor.

Auf manchen Baustellen wird auf diese Vorsichtsmaafsregeln keine Rücksicht genommen. Man überläßt das Stück ganz sich selbst, während es abläuft. Es dreht sich alsdann, und nunmehr wird die Beseitigung der Bohlen überaus schwierig. Ich habe mehrfach gesehen, daß stundenlang an einer Bohle gearbeitet wurde, und man schliesslich doch gezwungen war, sie mit dem Stück zu versenken. Bei dem beschriebenen Verfahren tritt solche Verzögerung nicht ein, vielmehr gehn alle Operationen regelmäfsig

von statten, und dieses ist um so wichtiger, als eine große Anzahl von Leuten dabei beschäftigt wird, also der Zeitverlust auch in Betreff des Taglohns kostbar ist. Außerdem werden alle Bohlen und Rollen dabei gesichert und können bequem ans Land gezogen und sogleich wieder verwendet werden.

Wenn es irgend möglich ist, wird man den Transport und die Versenkung des Stücks in solcher Zeit vornehmen, wo die Strömung förderlich, wenigstens nicht hinderlich ist. Das massenhafte Senkstück ist alsdann leicht an die Stelle zu bringen, wo es hinkommen soll. Diese Gelegenheit läßt sich jedoch nicht immer abwarten, und oft tritt auch unerwartet eine entgegengesetzte Strömung ein. Das Bugsiren durch Ruderböte zeigt sich alsdann erfolglos, und auch durch Treideln vom Ufer aus, wo die Wege meist sehr unbequem sind, erreicht man wenig. In solchen Fällen habe ich eine Erdwinde auf das Stück stellen lassen, wodurch dieses, wenn auch langsam, doch sicher an seine Stelle gebracht wurde.

Wenn die Strömung oder der Wellenschlag das sofortige Versenken des Stücks unmöglich macht, so kann man dasselbe ohne Nachtheil mehrere Tage und selbst etwa eine Woche hindurch auf dem Wasser liegen lassen. Indem jedoch das Strauch nach und nach immer mehr durebnäfst wird, so sinkt das Stück auch tiefer ein, und wenn gleich weichere Holzarten an sich stets schwimmen, so verlieren sie doch so sehr an Tragfähigkeit, daß die beim Transport nothwendige Mannschaft nicht mehr auf das Stück gestellt werden darf. Andre Straucharten versinken von selbst und namentlich ist dieses auch bei Kiefern der Fall, wenn dieselben die Nadeln noch nicht verloren haben. Sind daher Faschinen dieser Art, die im Uebrigen sehr brauchbar und oft am billigsten zu beschaffen sind, in großer Menge eingebunden, so darf man mit der Versenkung nicht lange zögern. Es ist indessen keineswegs erforderlich, die vollständige Abstillung der See abzuwarten, vielmehr kann der Transport und die Versenkung auch bei einigem Wellenschlag vorgenommen werden, besonders wenn die Mannschaft aus Seeleuten besteht, welche durch das Schwanken der Fahrzeuge nicht an der regelmäßigen Ausführung der Arbeiten verhindert werden. Außerdem ist dazu auch die Anwendung guter Böte zum Beischaffen des Senkmaterials er-

forderlich, die sowohl leicht und sicher zu regieren, als auch so fest sind, dafs sie bei der Wellenbewegung nicht leiden.

Bei der speciellen Bearbeitung eines Molen-Projects werden schon die Dimensionen der einzelnen dabei zu verwendenden Senkstücke bestimmt und darnach diese in die Grundrisse und Profile eingetragen. Ein jedes derselben erhält sonach die entsprechende Länge und Breite und Höhe und mufs an die bestimmte Stelle verlegt werden. Was die Höhe betrifft, so wird bei dieser nur die Faschinen-Packung gerechnet, nicht aber die obern und untern aus Würsten bestehenden Roste, noch auch die Flechtzäune darüber. Man darf niemals dem Senkstück eine Höhe geben, die mit der Wassertiefe übereinstimmt, denn wenn es auch nicht vollständig eintaucht, so ist seine untere Fläche doch nicht ganz eben, und aus dem darunter liegenden, bereits früher versenkten Stück ragen leicht einzelne Pfähle oder stellenweise das Beschwerungs-Material vor. Man mufs hierauf sehr aufmerksam sein, denn es entsteht die grösste Verlegenheit, und man ist sogar gezwungen, das Stück theilweise aufzureifen, wenn es nicht die erforderliche Wassertiefe findet. Auch darf man in Meeren, die keinen starken Fluthwechsel haben, auf höhere Wasserstände nie Rücksicht nehmen, weil solche nicht mit Sicherheit zu erwarten sind. Andererseits ist es aber auch nicht nöthig, mit der obern Fläche des Senkstücks den Wasserspiegel zu erreichen. Beträgt die Wassertiefe darüber nur noch 3 Fufs, oder bei ruhiger See auch etwas mehr, so kann man mit voller Sicherheit zum gewöhnlichen Packwerks-Bau übergehn, weil mit einer Faschinenlage das Senkstück schon zu erreichen ist, also schwimmende Lagen nicht nöthig sind. Man wirft in diesem Fall aber die Faschinen in der Art aus, wie es in den Niederlanden üblich ist, nämlich mit den Stammenden nach aufsen, wodurch man wie beim Senkstück steile Seitenwände erhält. Nachdem diese Lage mit Würsten benagelt und mit den nöthigen Flechtzäunen versehen ist, wird sie eben so, wie das Senkstück selbst, beschwert.

Die Senkstücke werden wie die Quadern einer Mauer horizontal und im Verbande verlegt. Weite Stofsfugen lassen sich indessen dabei nicht vermeiden, und müssen später mit Steinen ausgefüllt werden. Damit diese Fugen aber nicht zu gros aus-

fallen, so pflegt man vor dasjenige Senkstück, das bereits auf dem Grunde liegt, zwei schwache Pfähle mit der Handramme einzustofsen. An diese lehnt man das neue Stück und befestigt es zugleich landwärts mit Tauen, damit es sicher gehalten wird und sich weder entfernen, noch drehn kann. Aehnliche Bäume stößt man zuweilen auch an den Seiten des Stücks ein, doch sind diese weniger wirksam, weil sie sich nicht wie jene an ein schon festliegendes Stück anlehnen. Sicherer lässt sich das Stück durch einen schweren Anker halten, der auf der Seite, von wo der Strom kommt, im gehörigen Abstände ausgebracht ist. Das Ankertau wird über ein großes Boot fort, das in der Nähe des Ankers liegt, durch jenen oben erwähnten Ring am Senkstück gezogen und sein Ende wieder auf das Boot genommen. Nachdem dieses Ende hier scharf angezogen ist, wobei das Senkstück schon seine richtige Stelle einnehmen muss, so bindet man auf dem Boot die beiden Theile des Taus durch eine umgewundene Leine zusammen. Das Senkstück wird in dieser Weise auch während des Versinkens sicher gehalten, das Tau zieht es sogar noch gegen den Strom, doch wird diese geringe Bewegung schon durch die stärkere Spannung des Taus aufgehoben. Ist das Stück gesunken und hinreichend beschwert, so dass es vom Strom nicht mehr gefasst werden kann, so löst man jene umgeschlungene Leine und das Tau kann alsdann aus dem Ringe herausgezogen werden.

Außerdem wird das Senkstück auch noch durch die drei Fahrzeuge gehalten, in denen sich das Beschwerungs-Material befindet, und die theils unter sich verbunden, theils auch so vollständig vor Anker gelegt sind, dass sie nach keiner Seite ausweichen können. Diese Unterstützung hört indessen auf, sobald das Stück zu sinken anfängt. Wenn man es also nur hierdurch halten wollte, so könnte es, ehe es den Grund erreicht, unter den Fahrzeugen fort noch stark seitwärts treiben.

Die erwähnten drei Fahrzeuge, worin sich das Beschwerungs-Material befindet, legen sich unmittelbar an die drei freien Seiten des Senkstücks, nachdem dieses an seine passende Stelle geflüßt und in der angegebenen Art befestigt ist, aber noch auf dem Wasser schwimmt. Wenn das anschließende, früher versenkte Stück so tief liegt, dass man noch ein beladenes Fahrzeug darüber

stellen kann, so ist es vortheilhaft, ein solches auch auf die vierte, oder die Landseite, zu legen. Dagegen ereignet es sich zuweilen, dafs nur zwei Seiten des zu versenkenden Stücks frei sind, und in diesem Fall mufs man sich mit zwei Fahrzeugen begnügen, wodurch das Auswerfen nicht nur verzögert, sondern auch erschwert wird. Sehr wichtig ist die gehörige Verankerung und gegenseitige Befestigung dieser Fahrzeuge, und es kommt dabei darauf an, dafs sie auch ihre Stellung beibehalten, nachdem das Stück, gegen welches sie sich anfangs lehnten, bereits herabgesunken ist. Wenn man diese Forderung unbeachtet läfst, so treiben die Böte seitwärts und es ereignet sich leicht, dafs ein Theil des Beschwerungs-Materials das Senkstück gar nicht trifft und einzelne Stellen desselben unbedeckt bleiben. Jedenfalls ist es immer leichter, das tief unter Wasser liegende Stück in seinem mittleren Theil zu treffen, als am Umfange. Man mufs daher beim Aufbringen des Beschwerungs-Materials dieses zunächst auf den Rand des Stücks werfen, und letztern möglichst vollständig belasten, während das Stück noch schwimmt. Es krümmt sich dabei sehr stark und indem der mittlere Theil noch über Wasser ist, versinken bereits die Ränder. Es darf kaum darauf aufmerksam gemacht werden, dafs das Aufwerfen des Ballastes möglichst gleichmäfsig erfolgen mufs, und sonach ist derjenige Theil des Randes, der am wenigsten sinkt, vorzugsweise zu beschütten. Die Seeleute, an das Ballastwerfen gewöhnt, wobei der Inhalt der Schippe oft durch eine kleine Luke fliegen mufs, sind zu dieser Arbeit sehr geeignet, und ohne dafs der Aufseher sie darauf aufmerksam zu machen braucht, werfen sie das Material mit Ueberlegung und Geschicklichkeit sehr passend aus, sobald sie nur wissen, wie dieses geschehn soll. Ist das Senkstück endlich von der Oberfläche verschwunden, und sinkt es herab, was jedesmal sehr langsam geschieht, so wird auch der mittlere Theil beworfen, und soweit es geschehn kann, auch über diesen der Ballast gleichmäfsig vertheilt. Die vorher bestimmte Quantität des letztern, welche in die Fahrzeuge verladen war, wird jedesmal vollständig verwendet.

Das beschriebene Verfahren, wobei mit der Belastung des Randes der Anfang gemacht wird, habe ich stets gewählt und es ist auch mehrfach anderweitig angewendet und passend befunden.

Zuweilen zieht man indessen das entgegengesetzte vor, indem man zuerst die Mitte des Senkstücks beschwert. Man beabsichtigt dabei, die untere Fläche nicht concav, sondern convex zu krümmen, indem man meint, daß dadurch das Sinken beschleunigt, also die während desselben zu erwartenden seitlichen Bewegungen in gewissem Grade vermindert werden. Diese Auffassung ist indessen wohl nicht gerechtfertigt, da die Krümmung niemals so bedeutend ist, daß sie auf die Bewegung einen merklichen Einfluß ausüben könnte, wogegen die Ränder sich nicht mehr sicher beschützen lassen, wenn das Stück bereits versinkt, und der alsdann eintretende Verlust des Ballastes nicht nur einen unnöthigen Kostenaufwand veranlaßt, sondern möglicher Weise auch die Gefahr herbeiführt, daß die Ränder des Stücks nicht hinreichend beschwert sind und sonach vom Strom oder Wellenschlag zerrissen werden.

In den Niederlanden wendet man beim Versenken noch eine andre Vorsicht an, deren sowohl Woltman und Schulz, als auch Storm Buysing\*) erwähnen. Man versieht nämlich das Stück rings umher mit starken geflochtenen Ringen, die nicht nur an den obern, sondern mittelst doppelter Leinen auch an den untern Rost gebunden sind. Hinreichend starke Fangtaue werden von den Ballastfahrzeugen aus durch diese gezogen und die Enden wieder aufgenommen und so befestigt, daß sie sich leicht lösen lassen. Das Stück schwimmt also nicht nur, sondern hängt auch an den Fahrzeugen. Nachdem man es stark beschwert hat, und zwar vorzugsweise in der Mitte, so neigen sich die Fahrzeuge zur Seite, und geschieht dieses in solchem Grade, daß man das Reissen der Leinen oder das Kentern der Schiffe besorgen muß, so werden auf ein gegebenes Zeichen gleichzeitig alle Leinen gelöst, dabei aber möglichst große Ballastmassen noch schnell hinaufgeworfen. Man beabsichtigt dabei, das Herabsinken, soweit es geschehn kann, zu beschleunigen, und dadurch die Seitenbewegung auf das geringste Maafs zu beschränken. Es dürfte indessen wohl zweifelhaft sein, ob dieser Zweck hierdurch wirklich zu erreichen ist. Die größte Gefahr besteht immer darin, daß das Stück eine geneigte Lage annimmt, weil es als-

---

\*) Bouwkundige Leercursus. II. Theil. Breda 1854. S. 545.

dann nicht mehr lothrecht herabsinkt, sondern seine Bewegung bei dem starken Widerstande des Wassers mehr oder weniger in der Richtung seiner stärksten Neigung erfolgt. Das Ueberneigen nach einer Seite kann aber bei dieser Art der Versenkung besonders leicht dadurch veranlaßt werden, daß man die Leinen nicht gleichzeitig löst, was sich in aller Schärfe niemals erreichen läßt. Außerdem kann man leicht erkennen, ob auf ein freischwimmendes Stück die Belastung gleichmäÙig aufgebracht ist, hängt es dagegen an den Leinen, so weiß man nicht, welche Seite am wenigsten beschwert ist und daher vorzugsweise noch beworfen werden muß. Ohne Zweifel ist das oben bezeichnete Verfahren, wonach das Stück durch einen schweren Anker gegen den Strom gehalten, oder zwischen leichten Pfählen herabgelassen wird, das sicherste.

Bei dem bereits erwähnten Senkstück-Bau auf Zeeland wurden die Stücke gleichfalls durch einen Anker gegen das Vortreiben durch die Strömung gesichert. Das Ankertau war um jene Verbindung von Faschinenpfählen gelegt, und umfaßte diese mit einer weit geöffneten Schleife, die man durch ein dazwischen gestecktes Holz noch mehr erweiterte, damit sie beim spätern Lichten des Ankers sicher abgehoben werden konnte. Letzteres geschah aber nicht sogleich nach dem Versenken, sondern erst nachdem drei Fluthen darüber gegangen waren. Der Anker wurde aber mittelst der Buoye gehoben, deren Tau ihn zwischen den Armen faßte.

Man darf nicht erwarten, daß die Versenkung ganz regelmäÙig und so genau geschieht, wie man etwa einen Quaderstein neben den andern versetzt. Große und ungleichmäÙige Stosfugen bleiben in tiefem Wasser jedesmal, man muß sich aber durch sorgfältige Peilung von der Lage und Ausdehnung derselben überzeugen, und bevor das folgende Senkstück darüber gebracht wird, sie durch schweres Senkmaterial füllen. Außerdem kann man auch die Lage der Stücke, selbst bei großer Tiefe, annähernd noch dadurch erkennen, daß man durch Ringe auf den vier Ecken leichte Leinen zieht, die beiden Enden einer jeden derselben auf ein Boot nimmt und sie nach dem Versenken des Stücks scharf anholt. Man wird dadurch wenigstens ermitteln können, ob das Stück sehr weit abgetrieben ist. Für die



Ausführungen auf Zeeland war zu diesem Zweck die Vorschrift erlassen, es sollten in Abständen von 100 Fufs an die äufsern Ränder der Senkstücke leichte Buoyen gebunden werden, durch welche man, wenn die Leinen lothrecht angezogen werden, sich versichern konnte, dafs der Bau in der vorgeschriebenen Richtung ausgeführt sei.

Die Wahl des Senkmaterials hängt vorzugsweise von dem Preise desselben ab. Am wenigsten dürfte sich der Marschboden dazu eignen, weil er sich im Wasser sehr fein zertheilt und von der schwächsten Strömung fortgetrieben wird, nichts desto weniger findet er in den Niederlanden am häufigsten Anwendung, weil andres Material nur mit übermäfsigen Kosten zu beschaffen ist. Wenn der Bau indessen vollendet ist, und ein Senkstück das andre vollständig überdeckt, indem die Seitendossirungen steil gehalten werden, und die Krone endlich mit grofsen Steinen belastet wird, so ist ein Ausspülen im Innern kaum noch zu besorgen. Bauschutt und Ziegelgrus wird in den Niederlanden als vorzüglich brauchbar betrachtet, während bei unsern Hafengebäuden meist nur eine Steinbeschwerung gestattet, und gewöhnlich die Bedingung gestellt wurde, dafs die Steine mindestens 3 Zoll im Durchmesser halten sollten. Nur ausnahmsweise wurde die Verwendung von grobem Kies, den die Schiffe als Ballast von London brachten (Shingles) genehmigt. Ohne Zweifel wird hierdurch die Sicherheit erreicht, dafs das Senkmaterial, bevor das Stück durch andre Stücke oder durch schwere Steine überdeckt ist, nicht durch Wellenschlag und Strömung fortgespült werden kann, aber die Baukosten steigern sich durch diese Vorsicht ungemein. Die Gefahr bei Anwendung feineren Materials ist aber keineswegs so grofs, wie man gewöhnlich annimmt. Dasselbe dringt nämlich in die Zwischenräume zwischen die Reiser ein, und wird dadurch dem Angriff der Strömung entzogen. Augenscheinlich ist in dieser Beziehung der rein ausgewaschne Seesand der Marscherde oder dem Thon weit vorzuziehen, da letzterer Klumpen bildet, die auf der Oberfläche liegen bleiben. Dazu kommt aber noch, dafs in passender Jahreszeit und bei gehöriger Leitung des Baues die Senkstücke mit dem aufgebrachtten Material nicht lange der unmittelbaren Einwirkung des bewegten Wassers ausgesetzt

bleiben, vielmehr nach kurzer Zwischenzeit andre Stücke darüber verlegt werden, woher nur der äufsere Rand, der die Dossirung bildet, durch aufgebrauchte Steine geschützt werden mufs. Beim Beginn des Baues der Südermole vor Pillau stellten sich die Kosten für das Steinmaterial übermäfsig hoch, und der englische Ballast, den man erwartet hatte, ging nicht ein. Da versuchte ich, Dünensand zu verwenden, und obwohl eine grofse Anzahl Senkstücke damit versenkt wurden, so trat dabei doch niemals ein Umstand ein, der Besorgnifs erregt hätte\*). Nur zur Beschwerung der vortretenden Ränder und derjenigen Stücke, die während des Winters nicht geschützt werden konnten, wurde Steinmaterial benutzt. Es zeigte sich aber die Anwendung des Sandes sogar als vortheilhaft, weil derselbe nicht auf der Oberfläche liegen blieb, sondern die Zwischenräume der Reiser anfüllte, wodurch die Compression geringer wurde, als wenn Steinmaterial benutzt wäre.

Die Quantität des Senkmaterials dürfte eigentlich nur so grofs sein, dafs sie das Aufschwimmen des Stücks verhindert. Es kommt demnach darauf an, das specifische Gewicht der Packung, also das specifische Gewicht der Reiser und das Verhältnifs derselben zu den leeren Räumen zu bestimmen. Der Niederländische Ingenieur Caland hat hierüber Untersuchungen angestellt, die jedoch bei der Verschiedenheit des Strauchs und bei dessen gröfserer oder minderer Trockenheit kein allgemein gültiges Resultat geben können. Es wäre nur zu erwähnen, dafs er den hohlen Raum gleich 7 Zehnthellen des ganzen Volums fand, indem die Reiser nur 3 Zehnthelle füllten. Derselbe empfiehlt dem zum Versenken hiernach erforderlichen Material noch die Hälfte zuzusetzen und zwar ein Viertel als Verlust beim Aufwerfen und ein zweites Viertel der Sicherheit wegen. Bei uns pflegte man auf 1 Cubikruthen Senkstück in dem Zustande, wie dasselbe nach dem Festbinden der Luntleinen comprimirt ist (wobei jedoch die Würste von der Höhe abgezogen werden),

---

\*) Der im November 1863 erfolgte Durchbruch, von dem § 52 die Rede war, geschah nicht an dieser Stelle, sondern nahe 100 Ruthen weiter westwärts, also in einer Molenstrecke, die erst nach meinem Abgange von Pillau erbaut war.

oder auf 8 Schock gewöhnlicher Faschinen, 6 Schachtruthen oder eine halbe Cubikruthe Senkmaterial zu rechnen. Man nahm aber an, daß nach dem Aufbringen der Steine, welche die Krone bilden, das Stück die halbe Höhe verliert, es also mit Einschluß des Senkmaterials wieder seine ursprüngliche Höhe erreicht und diese auch dauernd beibehält. Die letzte Annahme bestätigt sich indessen nicht, wenn man die spätern Sackungen berücksichtigt, und es scheint, daß die Faschinen nach ihrer schließlichen Compression so wenig Volum behalten, daß man selbst bei hohen Steinpreisen ohne Mehrkosten statt ihrer auch Steine hätte beschaffen können. Dabei würden noch die Reparaturen umgangen, welche die spätern Sackungen wiederholentlich nöthig machen.

Ein Umstand, auf welchen man beim Senkstückbau besondere Aufmerksamkeit verwenden muß, ist, wie bereits erwähnt, die Wassertiefe. Das Stück darf während des Transports und indem es an die dafür bestimmte Stelle gefloßt und genau eingerichtet wird, nirgend den Grund oder das darunter befindliche Senkstück berühren. Schon an sich ist es wenig beweglich, alle mechanischen Mittel, die auf den Baustellen vorhanden sind, pflegen sich aber als erfolglos zu erweisen, wenn es sich auf irgend einen Gegenstand aufgesetzt hat. Es bleibt alsdann nur übrig, die Zäune zu entfernen, den obern Rost zu lösen und durch Beseitigung einer oder mehrerer Faschinenlagen die Höhe des Stücks zu vermindern. Man muß daher dafür sorgen, daß die Wassertiefe mindestens um  $1\frac{1}{2}$  Fuß größer ist, als das Stück eintaucht. Dieser Umstand ist an Orten, wo ein merklicher Fluthwechsel statt findet, besonders von Bedeutung. Das Versenken kann nämlich nur in der kurzen Zwischenzeit erfolgen, wenn die Strömung aufhört, also beim höchsten oder niedrigsten Wasserstande. Der letztere eignet sich zwar insofern vorzugsweise, als die Wäse oder Sandflächen alsdann den Wellenschlag mäfsigen oder ganz aufheben, dagegen bleibt zuweilen auf der Baustelle nicht die erforderliche Wassertiefe, und in diesem Fall muß das Stück beim höchsten Wasser versenkt und jede Verzögerung vermieden werden, welche das Aufsetzen veranlassen würde.

Bei den Bauten an der Ostsee, wo der Wasserstand sich nur in Folge der Richtung und Stärke des Windes verändert, ist allein für die obersten Senkstücke diese Berücksichtigung der Tiefe

erforderlich. Es ist jedoch, wie bereits erwähnt, ganz entbehrlich, die Stücke so hoch zu machen, daß sie nach dem Versenken den Wasserspiegel erreichen oder nur wenig darunter bleiben. Bei der zu erwartenden starken Compression empfiehlt es sich aber, die Packung einige Fufs hoch über Wasser fortzusetzen, wenigstens rechtfertigt sich dieses, wenn man von der Ansicht ausgeht, daß Faschinen wohlfeiler als Steine sind. Man pflegt diesen Packwerkslagen keine Seitenböschungen zu geben, weil auf diesen die Steine nicht sicher liegen würden, vielmehr werden die Stammenden der Faschinen alsdann nach aufsen gekehrt.

Aus den bisherigen Mittheilungen ergibt sich, in welcher Weise die Senkstücke neben und über einander verlegt werden, um den Kern einer Mole zu bilden. Das Fig. 171 auf Taf. XXXIV. dargestellte Profil der Swinemünder östlichen Mole läßt dieses gleichfalls erkennen. Es wäre dabei nur zu bemerken, daß wenn die untern Schichten so breit sind, daß zwei oder drei Stücke neben einander gelegt werden müssen, auch diese zu versetzen sind, um zu verhindern, daß die Quersfugen nicht zusammentreffen. Außerdem pflegt man noch dafür zu sorgen, daß jede Schicht möglichst horizontal liegt. Wenn daher die Wassertiefe zunimmt, so giebt man den untern Stücken in ihrer ganzen Länge oder an einer Seite eine gröfsere Höhe, oder man beginnt eine neue untere Schicht. Durch diese Vorsicht läßt sich jedoch keineswegs eine grofse Regelmäßigkeit erreichen, und solche ist in der That auch entbehrlich, da die biegsamen Senkstücke sich allen Unebenheiten des Grundes anschliefsen, und wenn nur für gehörige Ausfüllung der Stofsungen gesorgt wird, keine hohlen Räume dazwischen bleiben. Das Herabgleiten eines Senkstücks ist aber selbst bei starker Neigung des Bodens nicht denkbar, wenn nicht etwa ein weicher Thon die Unterlage bildet.

Um die Faschinen sowohl in den Senkstücken, wie in dem darüber aufgebrauchten Packwerk zu sichern, müssen sie ringsumher mit Steinschüttung umgeben werden. Außerdem dürfen sie sich aber auch nicht bis über Wasser erheben, weil sie in diesem Fall verrotten würden. In der letzten Beziehung darf man wenig vorsichtig sein, da die Compression und sonach das Herabsinken der Faschinen, sobald die schwere Steinbelastung darüber aufgebracht wird, in viel höherm Grade eintritt, als man erwartet hatte.

Die beiderseitigen Dossirungen über Wasser mit der Krone pflegt man abzupflastern, unter Wasser dagegen kann man nur die rohe Steinschüttung darstellen. Dafs hier wie dort die Steine keineswegs fest liegen, sondern von den Wellen vielfach bewegt und fortgetrieben werden, ist bereits ausführlich erörtert, das Pflaster leidet indessen vorzugsweise dadurch, dafs sein Fufs nicht hinreichend gesichert ist. Die vergeblichen Versuche, die man in dieser Beziehung in Swinemünde gemacht hat, sind § 62 mitgetheilt. Am vortheilhaftesten ist eine Umschließung mit Pfählen in der Höhe des mittlern Wasserstands, wenigstens sind die Zerstörungen an solchen Molen, wo man diese Pfahlreihen angewendet hat, im Allgemeinen weniger erheblich. Die Caisson-Pfähle (vergl. § 21) sind gewöhnlich 6 bis 8 Fufs lang, 6 Zoll stark und bestehn gemeinhin aus geschnittenem Eichenholz. Man stellt sie 18 Zoll bis 2 Fufs von Mitte zu Mitte aus einander und rammt sie nahe am Rande der obern Senkstücke oder des Packwerks mit einer leichten Zugamme ein, so dafs sie sich etwa 2 Fufs über die ursprüngliche Krone erheben. Beim spätern Nachsinken sollen ihre Köpfe den mittlern Wasserspiegel erreichen. Sie bilden gleich Anfangs eine ziemlich sichere Umschließung des obern Theils des Baues, wozwischen sogleich Steine zur Belastung des Werks aufgebracht werden.

Das Steinquantum ist von dem gewählten Profil der Mole abhängig. Die Krone, die bei unsern Hafendämmen sehr verschiedene Breite hat, erhebt sich etwa 6 Fufs über Mittelwasser. Gewöhnlich hat sie seeseitig eine dreifache, und hafenseitig eine zweifache Anlage. Dieselben Dossirungen setzen sich auch unter Wasser fort. Um die Compression möglichst zu beschleunigen und um spätere Nachsackungen zu verhindern, pflegt man nicht nur diejenige Steinmasse zwischen beide Reihen der Caisson-Pfähle zu bringen, welche den über Wasser befindlichen Theil der Mole bilden, sondern auch diejenigen, welche die beiderseitigen Dossirungen unter Wasser überdecken sollen. Letztere müssen so groß sein, dafs sie dem Wellenschlag den nöthigen Widerstand leisten.

Diese hoch und steil aufgepackte Steinmasse läfst man mindestens während eines Winters auf dem Damm liegen, um diesen möglichst zu comprimiren, und auffallend ist die Erfahrung, die man bereits in Swinemünde gemacht hatte, und die sich auch in

Pillau wiederholte, daß selbst bei heftigen Stürmen keiner von diesen Steinen durch die Wellen herausgestofsen, noch überhaupt in Bewegung gesetzt wurde. Es zeigte sich sonach bei dieser provisorischen Anordnung schon auffallend die große Widerstandsfähigkeit der sehr steilen und nahe senkrechten Dämme.

Beim Beginn der günstigen Jahreszeit geht man zur schließlichen Regulirung des Baues über, die sämtlichen aufgebrachten Steine werden abgehoben, die Faschinenlagen, wenn sie unter Wasser herabgesunken sind, überhöht und mit Steinen überdeckt, worauf die Abpflasterung der Krone und der Dossirungen über Wasser erfolgt. Das Pflaster lehnt sich gegen die Caisson-Pfähle, die, wenn es nöthig sein sollte, noch nachgerammt werden. Diejenigen großen Steine, welche unregelmäßig geformt sind, sich also zur Abpflasterung nicht eignen, werden zur Bedeckung der Dossirungen unter Wasser verwendet. Daß man bei Darstellung des Pflasters vorzugsweise für sichere und gut schließende Lager zu sorgen hat, und daß das Verzwicken der Steine ganz zwecklos ist, wurde bereits § 62 nachgewiesen.

In Betreff der Sicherung des Pflasters muß hier noch erwähnt werden, daß die östliche Mole von Swinemünde bei dem überaus heftigen Nord-Nord-Ost-Sturm am 6. November 1864 übermäßige Beschädigungen erlitt, indem nicht nur die großen Steine, welche die seeseitige Dossirung bildeten, theils über die Krone geschleudert und theils längs der Dossirung fortgetrieben und stellenweise in hohen Haufen abgelagert wurden, sondern außerdem war die Krone auf lange Strecken bis nahe auf das mittlere Wasser aufgebrochen. Auffallend war es aber, daß die seeseitige Dossirung über Wasser sich größtentheils unversehrt erhalten hatte. Ohne Zweifel war auf diesen Theil des Damms, der sonst den stärksten Beschädigungen ausgesetzt ist, die größte Sorgfalt in der Unterhaltung verwendet, aber außerdem hatte auch das Vergießen der Fugen mit Mörtel gewiß wesentlich dazu beigetragen. Man konnte deutlich bemerken, daß, wo die Fugen offen geblieben und der Kalk in denselben sich nicht erkennen liefs, die Zerstörung begonnen hatte.

Die sehr großen Beschädigungen, welche an unsern Hafendämmen bei den ungewöhnlichen Stürmen im November 1863 und im December 1864 eingetreten sind, haben endlich das bis-

herige unbegrenzte Vertrauen zu der in Rede stehenden Constructionsart erschüttert und seitdem ist an der Preussischen Ostseeküste kein Molenbau mit Senkstücken zur Ausführung gekommen.

Nichts desto weniger ist in neuester Zeit diese Bauart in den vereinigten Staaten Nordamerika's wieder bei den Dämmen zur Verbesserung der Mündung des Mississippi gewählt worden, und zwar in einer bisher noch nicht erreichten Ausdehnung, da die beiderseitigen Dämme an der Mündung des South-Pafs zusammen über drei Viertel deutsche Meilen lang sind, wozu noch die beiden Schwellen von je 3000 Fufs Länge kommen, die man durch die beiden Nebenarme des Mississippi gelegt hat.

Der Unternehmer dieser Bauten, Capitän James B. Eads hatte sich auf einer Reise nach Europa, und wie es scheint, vorzugsweise nach Deutschland, mit dem Senkstückbau bekannt gemacht und sich überzeugt, dafs derselbe nicht nur in der kürzesten Zeit, sondern unter dortigen Verhältnissen auch mit den geringsten Kosten auszuführen sei. Er führte dabei einige Aenderungen ein, die man wohl nicht Verbesserungen nennen darf, die aber wahrscheinlich durch locale Verhältnisse veranlaßt waren. Die Regierung ertheilte ihm auch ein Patent auf die Ausführung solcher Senkstücke, die er Matratzen nannte.

Die erste Aenderung bestand darin, dafs statt der Würste zur Darstellung des untern und obern Rostes starke Latten gewählt wurden. Obwohl Weidenstrauch reichlich vorhanden war, woraus man die Würste hätte binden können, so fehlte es wohl an den nöthigen Arbeitskräften, um diese schnell genug in der erforderlichen Menge darzustellen, auch würden sie bei dem dortigen hohen Tagelohn wahrscheinlich viel theurer, als die in Sägemühlen geschnittenen Latten gewesen sein. Weniger erklärt sich aus den mir bekannt gewordenen Mittheilungen die zweite Aenderung, nämlich die Benutzung hölzerner Stäbe statt der Luntleinen zur Verbindung der beiderseitigen Latten. Diese Stäbe wurden mit Zapfen versehen, welche den in die Latten gebohrten Löchern entsprachen und nachdem sie darin eingetrieben waren, verkeilt. Die Faschinenpackung wurde also mit einer steifen Einfassung umgeben, die freilich überaus schwach war und bei den Biegungen des Stücks während des Ablaufens von der Rüstung und beim Aufsetzen auf den Grund oder auf die schon darunter

befindlichen Lagen leicht zerbrach und jede Form-Veränderung gestattete. Wenn indessen hierdurch keine wesentlichen Uebelstände veranlaßt wurden, so ergibt sich, daß eine besondere Vorsicht zur möglichst sichern Verbindung der Senkstücke überhaupt entbehrlich ist. Dabei darf freilich der Umstand nicht unbeachtet bleiben, daß diese Senkstücke während des Transports und wahrscheinlich auch während des Versenkens keinem erheblichen Wellenschlag ausgesetzt waren.

Die Zusammensetzung und fernere Behandlung der Senkstücke geschah in folgender Weise:\*) An den Ufern des Stroms wurden zunächst auf eingerammten Pfählen die Rüstungen von 40 Fufs Breite und von 100 Fufs Länge erbaut, die mit Bohlen bedeckt und im Verhältniß von 1 zu 10 gegen den Strom geneigt waren.

Die Latten, 25 bis 45 Fufs lang, waren 6 Zoll hoch und  $2\frac{1}{2}$  Zoll stark. Wenn ihre Längen nicht ausreichten, wurden sie durch aufgenagelte Laschen verbunden und dadurch theils mit der Länge und theils mit der Breite des zu erbauenden Senkstücks in Uebereinstimmung gebracht. Auf die Rüstung wurden die herbei gefahrten Latten nur nach der Länge verlegt. Hier bohrte man in jede Latte in Abständen von je 5 Fufs und zwar in ihre schmalen Seiten Löcher von  $1\frac{1}{8}$  Zoll Weite ein, schob in dieselben die Zapfen von Nufsbaum-Zweigen (Hickory), die darin verkeilt und glatt abgeschnitten wurden. Alsdann stellte man die Latten in Abständen von  $4\frac{1}{2}$  Fufs hochkantig auf, wodurch diese Zweige aufwärts gerichtet wurden.

Nummehr wurde das Weidenstrauch, das, wie es scheint, nicht in Faschinen verbunden war, etwa 6 Zoll hoch quer über die Latten gepackt und zwar so, daß zu beiden Seiten die Stammenden möglichst gleichmäfsig vortraten. Die nächste in gleicher Weise ausgeführte Lage kreuzte die erste, und so fort bis zur obersten, in welcher das Strauch wieder die Richtung der untern Latten hatte. Die Hickory-Zweige traten über die Packung vor, es wurden Zapfen darin angeschnitten und in passende Löcher in die Latten geschoben und verkeilt. Die Enden der an den

---

\*) E. L. Cortell, the South-Pass Jetty Works. Im Scientific American Supplement vom 20. Mai 1876.



Rändern, und zwar nächst den Langseiten des Stücks bestehenden Zweige wurden aber noch nicht verkeilt, sondern dieses geschah erst, nachdem sie noch durch Längslatten geschoben waren. Die letzten beiden Latten waren also mit den untern parallel gerichtet. Es ist noch die Rede davon, dafs vor dem Aufbringen der obern Latten das Strauch durch Hebel comprimirt worden sei.

Zum Transport der in dieser Weise zusammengesetzten Stücke wurden an die untern Latten gewisse Schlingen befestigt, in welche Taue eingezogen werden konnten. An letztern zog man die Stücke von den Rüstungen herab und flöfste sie an die Stellen, wo sie versenkt werden sollten. Dieser Transport verursachte auch hier bei ungünstiger Witterung und bei starker Strömung grofse Schwierigkeiten. Dafs nicht sämtliche Stücke genau an die dafür bestimmten Stellen gekommen sind, ist bereits erwähnt.

### § 68.

## Bétonblöcke.

Der Druck oder Stofs, den die Welle gegen einen Stein ausübt, ist der Ausdehnung der getroffenen Fläche, also im Allgemeinen dem Quadrat des Durchmessers, der Widerstand dagegen, den der Stein leistet, seinem Gewicht oder der dritten Potenz des Durchmessers proportional. Hieraus ergiebt sich, wie wichtig es ist, dem unmittelbaren Angriff der See recht grofse Steine entgegenzusetzen. Schon § 6 wurde mitgetheilt, dafs Blöcke von 50 Cubikfufs Inhalt selbst in der Ostsee noch keineswegs den nöthigen Widerstand leisten, vielmehr bei heftigem Seegang fortgeschleudert werden, während nach den Erfahrungen an andern Küsten sogar Steine von 1000 Fufs Inhalt in gleicher Weise ein Spiel der Wellen sind.

Die Herbeischaffung grofser natürlicher Steinblöcke ist aber überaus schwierig und kostbar, wenn nicht vielleicht ein Bruch, der solche liefert, in der Nähe sich befindet, und selbst in diesem Fall verursacht der Transport bedeutende Kosten, von der Anfuhr solcher schweren Massen aus weiterer Entfernung mufs aber ganz abgesehen werden. Dazu kommt noch, dafs man keineswegs jede

Steinart zu diesem Zweck verwenden darf, vielmehr nur solche brauchbar sind, die hinreichende Festigkeit besitzen und vom Seewasser nicht angegriffen werden.

Diese Schwierigkeiten verschwinden grosstentheils, wenn man die Steine künstlich zusammensetzt. Man kann ihnen alsdann nicht nur jede beliebige Grösse und Form geben, sondern sie auch entweder an derselben Stelle fabriciren, wo sie verwendet werden sollen, oder doch an solchen Punkten, von wo sie auf Fahrzeugen oder in anderer Weise leicht fortzubringen sind. Man ist zuweilen auch insofern zur Anfertigung künstlicher Blöcke gezwungen, als überhaupt kein brauchbares Steinmaterial zu haben ist. Aus diesen Gründen mußte man bei Erbauung des Piers von Dover (§ 60) die meisten Quadern aus Béton bilden. In England hat man indessen erst in neuster Zeit solche Blöcke der unmittelbaren Einwirkung des Seewassers ausgesetzt, weil man ihre Dauerhaftigkeit nicht als erwiesen ansah. In Frankreich dagegen ist diese Besorgnifs schon lange geschwunden, und vieljährige Erfahrungen sprechen bereits dafür, dafs dieselbe sowohl am Atlantischen Ocean, als auch an den Küsten des Mittelländischen Meeres, wo das Seewasser noch stärkeren Salzgehalt hat, sich nicht begründet.

Beim Ausbau des Hafens von Algier fanden die groszen künstlichen Steinblöcke die erste Anwendung \*). Unmittelbar neben der Stadt erstreckt sich das Ufer nahe von Norden nach Süden, und in geringer Entfernung liegt eine kleine Insel davor. Letztere war in früherer Zeit von den Spaniern befestigt, und nachdem Khaïr-el-din sie erobert hatte, verband er sie im Jahre 1530, um ihren Besitz sich zu sichern, durch einen aus Steinen angeschütteten Damm von 46 Ruthen Länge, mit der Stadt. Dabei bildete sich auf der Südseite ein kleiner Hafen, in welchem die Schiffe gegen die heftigsten, nämlich die nördlichen Winde gesichert waren. Um den Hafen weiter auszudehnen, und um ihm zugleich einigen Schutz gegen östliche Winde zu geben, wurde von der Südspitze der Insel später noch in südwestlicher Richtung ein 33 Ruthen langer Damm ausgeführt, und diesem

---

\*) Mémoire sur les travaux à la mer par Poirel. Paris 1841. Eine kurze Mittheilung darüber war bereits 1838 in den Annales des ponts et chaussées gleichfalls von Poirel gegeben.

gegenüber trat vom Ufer aus noch ein dritter Damm etwa 18 Ruthen weit vor. Die Beschädigungen an den beiden ersten Werken waren indessen übermäfsig stark, und wiederholten sich bei jedem Sturm, indem alsdann die losen Steine entweder über die Krone fort in den Hafen, oder längs der äufsern Dossirung fortgetrieben wurden. Man kannte kein andres Mittel, diesen Zerstörungen zu begegnen, als dafs man aus den Steinbrüchen auf der westlichen Seite von Algier immer neue Massen auf den schlechten Landwegen herbeiführte, und dadurch die Dämme wieder ergänzte. Bei zunehmendem Verkehr wurden auf diesen Dämmen, die mit der Zeit eine grofse Breite angenommen hatten, Magazine erbaut.

In solchem Zustand befand sich der Hafen, als er von den Franzosen erobert wurde. Seine Ausdehnung maafs etwa 15 Morgen, und es konnten darin gegen 60 Schiffe von 10 bis 12 Fufs Tiefgang liegen. Nur in der Nähe der Mündung betrug die Tiefe 15 Fufs. Die auf den beiden ersten Dämmen befindlichen Magazine wurden sogleich von der Regierung für Zwecke der Marine in Besitz genommen, aber es war dabei nothwendig, sie gegen den Andrang der See zu sichern. Der Ingenieur Noël aus Toulon erbaute auf dem ersten Damm, oder demjenigen, der die Insel mit der Stadt verband, eine starke Schutzmauer, die sich 16 Fufs über den Spiegel des Meers erhob. Hierdurch war freilich dem Uebertritt der Steine in den Hafen und zunächst auch der Beschädigung der Gebäude vorgebeugt, aber keineswegs eine vollständige Sicherheit erreicht, denn die Steine bewegten sich bei Stürmen und namentlich, wenn die Wellen schräge aufliefen, noch in westlicher Richtung, und nach kurzer Zeit überzeigte man sich, dafs zur Sicherstellung der Mauer dem Forttreiben der Steine Einhalt gethan werden müsse.

Nummehr wurde der Ingenieur Poirel zugezogen. Derselbe meinte, dafs die Steine der Decklage wenigstens 10 Cubikmeter oder 323 Cubikfufs halten müfsten, wenn sie dem überaus heftigen Wellenschlage bei nördlichen Stürmen Widerstand leisten sollten. Solche Massen aus den Steinbrüchen zu beziehen, war aber unmöglich, denn wenn sie auch dort gewonnen werden konnten, so fehlte es an den erforderlichen Verladungsstellen am Ufer. Die Felsen traten nämlich so weit vor, dafs kein Fahrzeug

mit einiger Sicherheit anlegen konnte, um diese Blöcke aufzunehmen.

In dieser Verlegenheit entschloß sich Poirel, die Blöcke künstlich darzustellen und zur Vermeidung des schwierigen Transports sie an Ort und Stelle zu formen. Dadurch war die Gelegenheit geboten, diesen Massen jede beliebige Ausdehnung zu geben. Dafs die erforderliche Festigkeit und Dauerhaftigkeit auf diesem Wege erreichbar sei, dafür sprachen schon manche Erfahrungen in den alten Italienischen Häfen. Der Sicherheit wegen entschied er sich aber dafür, das dort benutzte Material auch hier zur Anwendung zu bringen. Die *Puozzolane* wurde nach Vitruv's Mittheilung schon in frühster Zeit bei Hafenbauten verwendet. Reste von solchen sind noch vorhanden und zeigen, dafs mit Puozzolanmörtel ausgeführtes Mauerwerk sich unter dem Seewasser eben so gut, wie festes natürliches Gestein erhält. Brauchbaren Kalk, so wie auch harte und zur Bétonbereitung geeignete Steine lieferte die Umgebung von Algier.

1833 wurde der Bau begonnen, derselbe sollte zunächst nur die erwähnte Mauer sichern, und dieses geschah durch Bétonblöcke, die man vor der Mauer selbst ausführte. In der Tiefe von etwa 10 Fufs stellte man grofse, mehr als 30 Fufs lange, kastenförmige und fest verbundene Rüstungen auf, die über den Wasserspiegel hinaufreichten. Dieselben wurden durch angehängte Steinkasten gegen das Aufschwimmen gesichert. Sie waren mit keinem Boden versehen und ihre Wände schlossen sich, soweit es geschehn konnte, der Steinschüttung an. Dazwischen blieben indessen so weite Fugen, dafs ein grofser Theil des eingebrachten Bétons ohnfehlbar ausgespült worden wäre, wenn man die Wände nicht gedichtet hätte. Dieses geschah mittelst eines passend geformten grofsen Sackes von getheerter Leinwand, der so reichlich bemessen war, dafs er nicht nur den Boden des von der Rüstung umschlofsnen Raums überdeckte, sondern noch um einige Fufs höher und so weit war, dafs er der unregelmäßigen Oberfläche der Steinschüttung sich vollständig anschloß. Bewegliche Eisenbahnen über der Rüstung gestatteten, den Béton an allen Stellen gleichmäfsig zu versenken. Die Kasten, in welchen der Béton herabgelassen wurde, hatten einen dreiseitigen Querschnitt, und beide Seiten konnten zurückgeschlagen werden. Hierdurch wurde

es möglich, den Béton unmittelbar über der Stelle, wo er hinkommen sollte, ausfliessen zu lassen, so dafs er nur wenig mit dem Wasser in Berührung kam. Die auf solche Art geformten Blöcke hielten 150 bis 200 Cubikmeter, also 4850 bis 6470 Cubikfufs. Der dabei verwendete Mörtel bestand aus 1 Theil Kalk und 2 Theilen Puozzolane. Nach dem Erhärten der Masse wurde die Rüstung abgenommen, die Leinwand konnte natürlich nicht beseitigt werden, sie war aber jedenfalls unschädlich. Der Raum hinter diesen Blöcken, die etwa 2 Fufs von einander entfernt standen, wurde mit Steinschrott ausgefüllt und überpflastert, während man eine Unterspülung dadurch verhinderte, dafs man kleinere Blöcke, die auf dem Ufer dargestellt waren, darüber fort auf die Steinschüttung unter Wasser verstürzte.

Diese letzten Blöcke, auf dem vorher geebneten Boden in Kasten geformt, deren Wände sich leicht lösen liefsen, hielten 12 bis 50 Cubikmeter oder 390 bis 1600 Cubikfufs. Indem sie vor dem Versenken gehörig erhärtet waren, also ein besonders schnelles Binden des Mörtels nicht erforderlich war, so versetzte man dabei die Puozzolane mit Sand, so dafs auf 1 Theil der ersten, 2 Theile des letztern kamen. Nach zwanzig Jahren untersuchte Ravier diese Blöcke mittelst des Scaphander und fand, dafs sie bis zu grofser Tiefe sich gut erhalten hatten.

Der vorhandene kleine Hafen entsprach indessen nicht entfernt dem nunmehr eintretenden Bedürfnifs, und es ist seitdem in südlicher Richtung an denselben ein sehr ausgedehnter Vorhafen angeschlossen. Poirel begann diesen Bau, indem er von der südlichen Spitze der erwähnten Insel mehr in südlicher Richtung einen 21 Ruthen langen Damm ausführte. Die Länge desselben war ursprünglich auf 133 Ruthen festgestellt, da sich jedoch mit geringen Mehrkosten eine weit gröfsere Fläche umschliessen liefs, wenn der Damm weiter ostwärts verlegt würde, so mufste der Bau unterbrochen werden, bis hierüber bestimmte Entscheidung getroffen war. Es mufs aber bemerkt werden, dafs dieser Damm ohne Verwendung natürlicher Steine, ganz aus prismatischen Bétonblöcken ausgeführt wurde.

Bei der weitern Fortsetzung des Baues ist jener Damm in ost-süd-östlicher Richtung auf 180 Ruthen Länge ausgeführt. Die Hafenumündung ist südöstlich gekehrt und hat nahe die Weite

von 90 Ruthen. Hinter derselben setzt sich in süd-süd-westlicher Richtung ein 180 Ruthen langer Damm fort, der aber durch eine kleine Mündung unterbrochen und an seinem Ende durch einen Querdamm mit dem Ufer verbunden ist. Der rings umschlossene Hafen hat hierdurch die Länge von 420 Ruthen, und grofsentheils die Breite von 180 Ruthen erhalten. Er umfaßt eine Fläche von 300 Morgen. Bei diesen letzten Hafendämmen ist der Kern aus natürlichen Steinen aufgeschüttet und mit Bétonblöcken überdeckt.

Nachdem dieser erste Versuch gemacht war, wurde derselbe vielfach in Französischen Häfen und zwar sowohl bei Neubauten, als auch vorzugsweise zum Schutz vorhandener Steinböschungen wiederholt, und wenn man auch zuweilen den Blöcken nicht hinreichende Dimensionen gegeben hat, dieselben also von den Wellen in Bewegung gesetzt und fortgetrieben wurden, oder andre Ursachen die Zerstörung der Hafendämme veranlafsten, so hat sich doch die Zweckmäfsigkeit dieser Constructionsart unter den schwierigsten Verhältnissen vollständig bewährt, und es ist sogar kein andres Mittel zum Schutz einer Steindossirung unter Wasser bekannt, als die Ueberdeckung mit grofsen künstlichen Blöcken.

Die Verwendung dieser Blöcke zu Schüttungen, worauf massenhafte Hafenmauern ruhen, erscheint dagegen nach manchen Erfahrungen bedenklich. Hierher gehört namentlich der § 61 erwähnte Durchbruch des Damms bei Port Vendres. Man ist in neuerer Zeit der Ansicht, dafs ein Hafendamm, um dem Wellenschlage sicher zu widerstehn, einen gewissen Grad von Wasserdichtigkeit besitzen mufs. Diese Bedingung wird durch Schüttung regelmäfsig geformter Bétonblöcke am wenigsten erreicht. Die sehr verschiedenartigen und schnell wechselnden Pressungen, die in einer mit grofsen Zwischenräumen versehenen Ablagerung beim Gegenschlagen der Wellen sich bilden, veranlassen ohne Zweifel heftige Strömungen im Innern, welche Unterspülungen verursachen können. Aufserdem ist die Ablagerung solcher Blöcke auch keineswegs sicher, da die scharfen Kanten und Ecken, welche zufällig die Stützpunkte bilden, im Lauf der Zeit abbrechen.

Die Ueberdeckung einer Steinschüttung mit Blöcken braucht sich nur so weit unter Wasser fortzusetzen, als

ein starker Stofs der Wellen noch bemerkbar ist. In der Tiefe von 15 bis 16 Fufs mäfsigt sich selbst bei heftigem Seegang die Kraft der Wellen so sehr, dafs die Schüttung keines Schutzes bedarf. In der Ostsee dürfte dieses schon bei 8 Fufs unter dem mittleren Wasserstande der Fall sein. Die Ueberdeckung ist sonach nur auf den obern Theil der Dossirung zu beschränken, sie wird aber augenscheinlich um so kostbarer, je flacher dieselbe ist. Sie stellt sich am billigsten und ist zugleich am leichtesten auszuführen, wenn die Steinschüttung bis zu der betreffenden Tiefe möglichst steil ist, oder ein und ein viertelfache Anlage hat. Die scharfkantigen Bétonblöcke lagern sich schon unter einfüßiger Böschung, bilden daher auf solcher Schüttung eine sichere Ueberdeckung. Man hat also nur dafür zu sorgen, dafs immer neue Blöcke nachgestürzt werden, sobald die früher versenkten auf der Böschung herabgleiten. Ganz unerwartet pflegen solche Bewegungen auch nicht einzutreten, man kann daher an den bedrohten Stellen und zwar auf dem Damme selbst die Blöcke bei Zeiten formen, und sobald es nöthig ist, sie herabwerfen. Wenn aber dieses wiederholentlich geschieht, so bildet sich die Ueberdeckung bis zu der erwähnten Tiefe regelmäfsig aus.

Um vor der Hafenmauer an jeder Stelle, wo es nöthig ist, die Blöcke anfertigen zu können, pflegt man ein Banket oder eine Risberme anzubringen, welche sich über den gewöhnlichen Wasserstand erhebt und die äufsere Dossirung von der Mauer trennt. In manchen Fällen werden die Blöcke auch auf der Krone der Hafenmauer selbst geformt. Beim Herabstürzen zerbrechen sie nicht, wenn sie aus gutem Material und mit Sorgfalt angefertigt sind, und die nöthige Härte angenommen haben. Bei Besichtigung einer grofsen Anzahl Französischer Häfen habe ich nirgend gesehn, dafs bei dieser Art der Verwendung ein künstlicher Block sich in mehrere Stücke getrennt hätte. Wohl aber lagen sie oftmals so unsicher auf einander, dafs eine Bewegung leicht erfolgen konnte. Wenn indessen eine solche eintritt, so reiben sich entweder die scharfen Kanten ab, welche nicht die nöthige Unterstützung bieten, oder der Stein nimmt eine andre und zwar eine festere Lage an. In beiden Fällen erfüllt er vollständig seinen Zweck. Der Umstand, dafs diese

Ablagerungen künstlicher Blöcke immer ein sehr unregelmäßiges Ansehn haben und niemals die gleichmäßigen Profile darstellen, welche man sonst, namentlich in den Französischen Wasserbauwerken, zu sehn gewohnt ist, kann mit Rücksicht auf die wesentlichen Vortheile dieser Methode nicht in Betracht kommen.

Wenn vor einer Hafenmauer eine flache Steinböschung sich befindet, so läßt die erstere sich auch sichern, ohne dafs man letztere vollständig überdeckt. Man braucht nämlich nur unmittelbar vor der Mauer Bétonblöcke zu verstürzen, die so grofs sind, dafs sie nicht seitwärts treiben können. Sobald die davor liegenden kleineren Steine von den Wellen fortgetrieben werden, sinken die Blöcke herab und müssen durch andre ersetzt werden. In dieser Weise bildet sich nach und nach bis zur erforderlichen Tiefe die sichere und hinreichend starke Ueberdeckung von selbst aus. Es ist bereits erwähnt worden (§ 61), dafs man vor dem Wellenbrecher bei Cette die Blöcke in dieser Weise verwendet hat. Vor den beiden Köpfen des Wellenbrechers bei Cherbourg hat man dagegen die vollständige Sicherung der flachen Böschungen für nöthig erachtet, und namentlich neben dem westlichen Kopf ist dieselbe nahe auf 10 Ruthen Breite mit Blöcken überdeckt. Diese liegen so nahe neben einander, wie die Versenkung derselben es irgend gestattete. Die freien Räume sind durchschnittlich nur etwa 18 Zoll weit, und bei niedrigem Wasser kann man wahrnehmen, dafs die Ueberdeckung sehr vollständig geschehn ist und nur hin und wieder der Wellenschlag die Blöcke in Bewegung gesetzt hat. Dieselben halten durchschnittlich 400 Cubikfufs.

Bei dieser Sicherung der Steinschüttung verursacht das Aufbringen der Blöcke grofse Schwierigkeit, und dürfte überhaupt nur ausführbar sein, wo ein starker Fluthwechsel statt findet. Ohne solchen fehlt es an der nöthigen Wassertiefe, um die zwischen Fahrzeugen oder unter Flößen hängenden Blöcke an den Ort ihrer Bestimmung zu bringen, während der Transport in andrer Weise, also etwa auf Eisenbahnen, bei der niedrigen Lage der Steinschüttung unüberwindliche Schwierigkeiten bieten würde. Der starke Fluthwechsel giebt aber noch Gelegenheit, die Ueberdeckung in andrer Weise auszuführen, indem die Blöcke an Ort und Stelle mit einem besonders schnell bindenden Mörtel



geformt werden. Sobald man aber dieses thut, so giebt es keinen Grund, nur einzelne Blöcke darzustellen, und es empfiehlt sich alsdann, die ganze Schüttung, soweit sie auf einige Stunden trocken wird, im Zusammenhang zu übermauern. Vor dem Wellenbrecher bei Cherbourg hat man dieses in neuester Zeit gethan (§ 36), und dadurch ohne Zweifel die Schüttung am vollständigsten gesichert.

Indem von der verschiedenartigen Verwendung der Bétonblöcke zur Sicherung der Hafendämme die Rede ist, muß noch einer eigenthümlichen, wenn auch keineswegs empfehlenswerthen Benutzung derselben in manchen Ostseehäfen erwähnt werden. Da die Beschaffung großer und gehörig geformter Granite, wie sie beim Abpflastern der Krone und der Dossirungen über Wasser benutzt werden sollten, sehr schwierig war, und endlich nur übrig blieb, sie mit bedeutenden Kosten aus Schweden zu beziehen, so versuchte man, dieselben durch künstliche Blöcke zu ersetzen, die entweder aus Béton geformt, oder aus zerschlagenen Granitstücken aufgemauert wurden. Nachdem sie erhärtet waren, versetzte man sie, wie die Quadern eines natürlichen Gesteins. Obwohl man diese Verwendung sehr vortheilhaft fand, und einzelne Blöcke dieser Art sich auch haltbar erwiesen, so ist doch nicht zu verkennen, daß ein solches Verfahren an sich durchaus unpassend ist. Derselbe Zweck läßt sich nämlich sicherer und mit geringern Kosten erreichen, wenn man von der Pflasterung ganz absieht, und die Krone nebst den Dossirungen über Wasser unmittelbar mit gespaltenen Graniten und zwar unter Anwendung eines schnell erhärtenden Mörtels übermauert.

Was die Anfertigung der künstlichen Steinblöcke betrifft, so werden dieselben theils aus Bruchsteinen aufgemauert und theils aus Béton geformt. Die erste Methode verdient wohl insofern den Vorzug, als dabei ein regelrechter Verband gegeben werden kann, während die kleinen Steine im Béton, die nur einen geringen Theil der Masse bilden, solchen nur sehr unvollständig darstellen. Indem das Quantum der Steine sich vermindert, so vergrößert sich in gleichem Maasse das des Mörtels und da letzterer in allen Fällen theurer ist, so stellen sich die Kosten der Bétonblöcke, obwohl dabei die Maurerarbeit erspart wird, meist höher, als die der gemauerten Blöcke. Nach

den bei uns gemachten Erfahrungen zeigten sich indessen die ersten dauerhafter, als die letzten. Diese zerbrachen vielfach beim Herabstürzen oder bei sonstigen Bewegungen, was wohl davon herrührte, daß sie nicht mit der nöthigen Vorsicht angefertigt waren und vielleicht einzelne Steine im Innern ohne Mörtelfuge sich nur trocken berührten. Außerdem ließen sie sich nicht so schnell darstellen.

Wo es an brauchbaren Bausteinen fehlt, die lagerhaft sind und zugleich die nöthige Festigkeit besitzen, muß man sich jedenfalls zur Anwendung des Bétons entschließen, wie dieses in Marseille der Fall war. Dasselbe geschieht auch, wenn es darauf ankommt, in der kurzen Zeit des niedrigen Wassers Blöcke anzufertigen, indem das Aufmauern viel langsamer von statten geht, als das Einfüllen der Bétons. Aus dem letzten Grunde konnten die tieferen Lagen der Blöcke vor dem Cherbourger Wellenbrecher nur in Béton geformt werden. Bei Cette, Port Vendres und in andern Französischen Häfen war dagegen die erste Methode, und zwar soweit bemerkt werden konnte, ohne Nachtheil gewählt werden.

Mögen die Blöcke in der einen oder der andern Art dargestellt werden, so ist die Bereitung eines Mörtels, der nicht nur vollständig erhärtet, sondern auch im Seewasser sich dauernd erhält, vorzugsweise wichtig. Im ersten Theil dieses Handbuchs § 46 ist zwar die Bereitung der hydraulischen Mörtel und die Zusammensetzung und Prüfung der Bestandtheile desselben eingehend behandelt, da jedoch das Seewasser auf denselben in eigenthümlicher Weise einwirkt, so ist es nothwendig, hierüber noch einige Mittheilungen zu machen.

Die Französischen Ingenieure haben sich hiermit vielfach beschäftigt. Aus den frühern sorgfältigen Untersuchungen von Vicat kannte man in Frankreich eine große Anzahl natürlicher magerer Kalke und außerdem waren viele Fabriken zur Darstellung eines solchen, wie auch von Cementen und künstlichen Puozzolanen entstanden. Man war hierdurch in den Stand gesetzt, in jedem Theil von Frankreich für mäßige Preise hydraulische Mörtel zu bilden, die den erforderlichen Grad von Härte über oder unter Wasser, und zwar in beliebig kurzer Zeit annehmen. Es schien, daß man in dieser Beziehung bereits volle

Sicherheit erreicht hätte, und dafs auch für die Bauten an der See keine Besorgnifs mehr vorläge, indem die Versuche ergaben, dafs wenigstens theilweise diese natürlichen und künstlichen Kalke, Cemente und Puozzolanen im Seewasser sich nicht anders verhielten, als im süfsen Wasser, und darin namentlich auch schnell und vollständig erhärteten. Um so mehr mufste es überraschen, als 1850 der Ingenieur Noël in Toulon die unerwartete Erfahrung machte, dafs dort, wie auch in Algier der zur Hafenuauer angewendete Mörtel zwar im Seewasser erhärtete und nach 6 bis 12 Monaten einen hohen Grad von Härte annahm, dafs er aber später wieder zerfiel und in einzelnen Fällen sich sogar vollständig auflöste. Die Redaction der Annales des ponts et chaussées beeilte sich, diese Thatsache bekannt zu machen und erliefs zugleich die dringende Aufforderung, den Gegenstand durch Mittheilung sonstiger Erfahrungen und durch wissenschaftliche Untersuchungen aufzuklären. Es zeigte sich hierauf, dafs man in der That auch in andern Häfen, namentlich in la Rochelle, St. Malo und Calais dieselbe Erscheinung bemerkt hatte, während an andern Orten, wie in Marseille und Cherbourg, ein solches späteres Erweichen oder Zerfallen des Mörtels nicht vorgekommen war.

Ueber die Ursache dieser Erscheinung wurden von namhaften Ingenieuren verschiedene Ansichten ausgesprochen, bis Ravier in Algier die folgende, auf vielfache Beobachtungen und chemische Analysen gegründete Erklärung mittheilte\*), der auch Vicat sich anschlofs.

Die schwefelsaure Magnesia und das Chlormagnesium, die zusammen im Mittelländischen Meere 1 Proc., im Atlantischen Ocean und in der Nordsee aber nur etwa  $\frac{1}{2}$  Proc. des Seewassers ausmachen, lösen die freie und nicht festgebundene Kalkerde auf, und verbinden sich mit dieser zu schwefelsaurem Kalk und Magnesia. Die Verbindung derselben überzieht als feste Decke jeden Mörtel im Seewasser und schützt ihn vor weitem Zersetzungen, so lange sie innig auf ihm haftet. Letzteres geschieht aber nur, wenn die Kalkerde hinreichend durch Thonerde

\*) Essais et observations sur les mortiers employés en eau de mer, in den Annales des Ponts et chaussées 1854, II. Semestre, pag. 20 ff.

gebunden ist. Entgegengesetzten Falls löst sich der Ueberzug von der innern Masse, zerbricht, und die zerstörende Einwirkung des Seewassers setzt sich nach und nach weiter fort. Für die Haltbarkeit des Mörtels im Seewasser ist es sonach Bedingung, daß der Index der Hydraulicität (wie Vicat das Verhältniß der Thonerde und der Magnesia zur Kalkerde nennt) nicht unter einer bestimmten Größe bleibt. Jeder natürliche oder künstliche Kalk oder Cement, in dem dieses Verhältniß nicht unter 36 zu 100 ist, bildet im Seewasser einen dauernd haftenden Ueberzug, und bleibt sonach unversehrt, während Kalke, die weniger hydraulisch sind, dadurch nicht geschützt werden.

Diese Bedingung wird in vielen Fällen erfüllt, und namentlich gilt dieses von dem natürlichen magern Kalke von Theil im Département Ardèche. In Marseille wurde derselbe schon früher benutzt, und gegenwärtig wird er bei allen Hafengebauten am Mittelländischen Meer von Toulon bis Port Vendres und selbst im Hafen Saïd in Aegypten ausschließlicly angewendet.

Dieser Kalk bricht unmittelbar am Ufer der Rhône, sein Transport ist daher wenig kostbar. In Port le Bouc, dem nächsten Hafen an der Mündung der Rhône, sah ich große Massen dieses Kalks, der auf dem Canal von Arles von der Rhône her herabgekommen war, in Seeschiffe verladen.

Er ist theils von blauer und theils von hellgelber, nahe weißer Farbe. Der erste wird als vorzüglicher angesehen. Seine chemische Zusammensetzung ist:

	im blauen	im weißen
Kalkerde . . . .	44,8	46,5
Kiesel- und Thonerde	17,2	15,8
Eisen-Oxyd . . . .	0,1	0,4
Kohlensäure . . . .	35,3	36,5
Wasser und Erdharz .	2,7	0,8

Das specifische Gewicht schwankt zwischen 2,40 und 2,43. Wenn er im rohen Zustande lufttrocken ins Wasser getaucht wird, so saugt er dasselbe merklich ein, und sein Gewicht vermehrt sich um 6 bis 7 Proc. Der helle Stein nimmt etwas mehr Wasser auf, als der blaue. Von jenem lösen sich auch merklich Theilchen ab und trüben das Wasser.

Auf einigen Baustellen wird dieser Stein roh angekauft und an Ort und Stelle gebrannt, für andre geschieht das Brennen und Zubereiten des Kalkmehls schon neben den Brüchen in besondern Fabriken. Im letzten Fall wird aber die Fabrikation durch geeignete Regierungsbeamte speciell und dauernd beaufsichtigt. Dieses geschieht zum Beispiel für die Hafengebauten bei Marseille, woselbst der Kalk schon gemahlen angeliefert wird.

Was die Behandlung des Kalks in den erwähnten Fabriken betrifft, so wird er gebrannt, mit Wasser besprengt und in Haufen abgelagert. Sobald er alsdann vollständig erkaltet und dabei grosstheils in Staub zerfallen ist, hebt man ihn mittelst eines Elevators oder einer Eimerkette auf eine geneigte Rinne, in deren Sohle sich ein eisernes Sieb mit Oeffnungen von etwa 9 Linien Weite befindet. Hier scheiden sich die gröbern Kalkstücke aus und diese werden aus freier Hand sortirt, je nachdem sie entweder ungar sind, oder obwohl sie hinreichend gebrannt, doch nicht zerfallen sind. Der Unterschied zwischen beiden ist sehr auffallend, da erstere viel schwerer und fester, als letztere sind. Jene kommen wieder in die Oefen, diese wirft man in einen Trichter, aus dem sie auf einen Mahlgang fallen.

Der feine Kalk, der durch das erwähnte Sieb hindurchfällt, wird in ein Beutelzeug geleitet. Dieses besteht aus einem Drahtgewebe, das in der Fläche eines Quadrat-Decimeters 20000 Maschen hat, oder auf den Quadratzoll 1370 Maschen, woher auf den Zoll in jeder Richtung 37 Maschen treffen. Das hindurchfallende Mehl ist das fertige Fabrikat. Die gröbern Körnchen und kleinern Stücke, die über das Beutelzeug fortrollen, werden zugleich mit den vorher ausgesuchten größern Stücken des garen Kalks gemahlen und hierauf aufs Neue gebeutelt. Diejenigen Körnchen, welche wieder nicht hindurchfallen, werden als unbrauchbar verworfen. Indem beim Mahlen der ausgebeutelten Körner, so wie auch des nicht vollständig gebrannten Kalks, die Mühlsteine stark angegriffen werden, so sorgt der Fabrikant schon dafür, daß beide nicht in zu großer Menge vorhanden sind, und namentlich nicht Schlacken oder andres Gestein dazwischen kommt.

Das Kalkmehl aus der Mühle giebt nach den darüber angestellten Versuchen einen etwas weniger bindenden Mörtel, als

dasjenige, welches sogleich durch das Beutelzeug fiel. Aus diesem Grund pflegt man die Bedingung zu stellen, daß von jenem nicht mehr, als 20 Procent diesem zugesetzt werden dürfen. Eine sorgfältige Prüfung zeigte, daß die sowohl aus größern Stücken, als aus den Körnern bestehende Masse, welche man auf die Mühle brachte, sich in folgender Art zusammensetzte:

- 10 Procent tadellose Kalkstücke, die nur wegen mangelnder Benetzung nicht zerfallen waren,
- 70 Procent zwar gar gebrannt, aber zu fest, als daß sie durch Benetzung sich zertheilten,
- 10 Procent hatten beim Brennen nicht den nöthigen Grad der Hitze erhalten, und
- 10 Procent bestanden aus Schlacken oder aus fremdartigem Gestein.

Was die andern Materialien betrifft, die in Marseille zur *Béton* bereitung benutzt wurden, so ist darüber wenig zu sagen. Der Sand war ein ziemlich scharfer, jedoch keineswegs ganz reiner Flußsand. Man zog denselben dem Seesand vor, weil dieser in dortiger Gegend noch weniger rein ist, und großentheils aus Kalkkörnchen besteht. Im Allgemeinen nimmt man aber in Frankreich keinen Anstand, auch den Seesand, sobald er nur die nöthige Festigkeit besitzt und nicht zu fein ist, zum Mörtel zu verwenden. Das daran haftende Salz hält man so wenig für nachtheilig, daß man sogar, wie ich in Cette und in Cherbourg sah, den Mörtel mit Seewasser anmachte. Aus der obigen Erklärung der chemischen Einwirkungen ergiebt sich auch, daß weder der Seesand noch das Seewasser einem stark hydraulischen Kalk schädlich ist. In Marseille benutzte man jedoch zu der Mörtelbereitung das Wasser, welches in der grofsartigen Leitung von der Durance her zugeführt wird.

Der zum *Béton* benutzte Kies wurde bei Marseille zugleich mit den Schüttsteinen im Frioul gewonnen (§ 63). Es war daselbst die Bedingung gestellt, daß jedes zur Verwendung kommende Stück wohl durch einen Ring von 6 Centimeter oder 2,3 Zoll Durchmesser, jedoch nicht mehr durch einen Ring von der halben Weite hindurchfallen sollte. Man nahm indessen auch Stücke an, die bei gröfserer Länge so wenig Querschnitt hatten,

dafs sie in aufrechter Stellung durch den letzten Ring sich hindurch schieben liefsen.

Die Zusammensetzung und Bearbeitung des Bétons, sowohl durch Handarbeit, wie durch Maschinen, ist bereits (Theil I, § 47) behandelt. Bei der ausgedehnten Verwendung desselben für die Hafenbauten in Marseille wurde jedoch, zum Theil durch die dortigen Verhältnisse veranlafst, ein andres Verfahren gewählt.

Die nachstehenden Angaben beruhen grosstentheils auf eigener Wahrnehmung während meiner Anwesenheit in Marseille im Herbst 1857. Sie weichen in manchen wichtigen Punkten von der Beschreibung dieses Baues ab, die Latour und Gassend publicirt haben.\*)

Die Bereitung des Mörtels, wie des Bétons erfolgte auf einer Rüstung von etwa 70 Fufs Länge und 40 Fufs Breite. Die obere Ansicht derselben ist Fig. 185 *a*. nebst den darauf liegenden Eisenbahnen, Hebevorrichtungen und Mörtelmaschinen dargestellt. Darunter, also unmittelbar auf dem Erdboden, befinden sich noch andre Bahnen, die Fig. 185 *b*. zeigt, und die nicht nur unter sich durch Drehscheiben, sondern mittelst der Hebevorrichtungen auch mit den obern Bahnen verbunden sind. An der linken Seite schliesst sich an die Rüstung ein kleines Dampfmaschinen-Gebäude an, und hinter demselben befindet sich der Schuppen, worin der pulverisirte Kalk von Theil aufbewahrt wurde.

A, A und A sind drei Mörtelmaschinen, von denen jedoch die dritte, wie bei meiner Anwesenheit geschah, nicht immer aufgestellt war. Von der letztern bemerkt man nur die in den Boden versenkte gufseiserne kreisförmige Rinne. Diese ist in der Sohle 19 Zoll und oben  $26\frac{3}{4}$  Zoll weit und 19 Zoll hoch. Sie hält

\*) Travaux hydrauliques maritimes par. MM. Latour et Gassend Marseille 1860. Eine grosse Anzahl in Farbendruck ausgeführter Tafeln stellt die verschiedenen mechanischen Vorrichtungen sehr deutlich dar, die Bearbeitung des Textes läfst indessen Vieles zu wünschen übrig. Es scheint, dafs die Verfasser, welche in den ersten Jahren als Conducteurs des travaux bei diesem Bau angestellt waren, vorzugsweise nur die ursprünglich bearbeiteten Projecte veröffentlichten, ohne die spätern Aenderungen zu erwähnen.

im äufsern Durchmesser 14 Fufs. In der Sohle befindet sich zum Ablassen des fertigen Mörtels eine Oeffnung, welche durch eine passend geformte gufseiserne Platte von unten geschlossen und während des Betriebs festgeschroben ist. Ihre obere Fläche schliesst sich der Sohle der Rinne vollständig an, so dafs sich darüber keine Vertiefung bildet.

Im Mittelpunkt jeder Rinne steht eine eiserne Welle, die mit vier Armen versehen ist. Drei derselben sind Achsen, um welche sich gufseiserne Räder drehn. Diese Räder laufen sämmtlich auf der Sohle der Rinne, doch sind sie so versetzt, dafs eins die Mittellinie derselben verfolgt, während das zweite ihren innern und das dritte ihren äufsern Rand berührt. Die vertikale Welle wird mittelst conischer Räder durch eine Betriebswelle in Bewegung gesetzt, die Fig. 185 *b.* sichtbar ist. Letztere wird unmittelbar von der Dampfmaschine getrieben, und die eingreifenden conischen Räder können vom obern Boden aus ausgerückt werden, wodurch die betreffende Mörtelmaschine angehalten wird. Ist der Mörtel gehörig gemengt, so öffnet man die erwähnte Klappe im Boden der Rinne, unter welcher der Wagen steht, der denselben aufnehmen soll. Um die Rinne vollständig zu entleeren, wird die Fig. 186 dargestellte Schaufel an den vierten Arm gehängt, die den Mörtel vor sich her schiebt. Damit sie aber nicht etwa die Masse über die Oeffnung fortstößt, so geht ein Arbeiter daneben, der sie vor der Oeffnung aufhebt. Die Schaufel, welche zu viel Widerstand finden würde, wenn sie an die Wände scharf anschließen sollte, verhindert nicht, dafs an letzteren noch bedeutende Quantitäten Mörtel haften. Um auch diese zu beseitigen und der Oeffnung zuzuführen, wird schliesslich noch der Kratzer angehängt, den dieselbe Figur zeigt. Dieser besteht aus zwei Federn, die sich scharf an die Wände der Rinne anlegen.

Was die Zufuhr der Materialien betrifft, so wird der Sand in kleinen Eisenbahnwagen auf dem Strange *B* herbeigeführt. Mittelst einer Drehscheibe gehn die Wagen auf den Strang *C* über und gelangen auf die mit Geleisen versehene Bühne *E*, die sie auf die Rüstung hebt. Auf dem Strange *F* schiebt man sie alsdann an die drei Mörtelmaschinen, wo sie entleert werden. Sie gehn hierauf auf demselben Wege wieder zurück. Der Kalk wird in andern Wagen und zwar auf dem Geleise *G* aus dem



Kalkschuppen angefahren, auf derselben Bühne *E* gehoben und neben den Mörtelmaschinen niedergelegt, oder unmittelbar hineingeschüttet. Die Hebemaschine besteht in einem Balancier, woran nicht nur die erwähnte Bühne, sondern auf der andern Seite eine zweite *L* hängt, welche die beladenen Mörtel- und Kieswagen hinaufhebt. Der Balancier wird durch eine besondere, sehr einfache Dampfmaschine in Bewegung gesetzt. Auf der Rüstung steht nämlich ein Dampfeylinder, dessen Kolben unmittelbar mit dem Balancier und zwar in der halben Länge des Arms verbunden ist. Ein Rohr führt den Dampf aus dem Kessel der Hauptmaschine herbei, und jenachdem man denselben über oder unter den Kolben treten läßt, so hebt er eine oder die andre Bühne mit dem darauf stehenden Wagen. Es muß noch bemerkt werden, daß jede Mörtelmaschine etwa zweimal in der Stunde gefüllt wird und hierzu ein Wagen Sand erforderlich ist, während ein einzelner Wagen den Kalk für alle drei Maschinen herbeiführt. Wenn daher die Arbeit gehörig geregelt wird, so daß nicht alle drei Maschinen gleichzeitig gefüllt werden, so ist hinreichend Gelegenheit geboten, den Sand unmittelbar aus dem Wagen in eine Maschine zu werfen, ohne daß wegen Sperrung des Geleises der Betrieb einer andern unterbrochen wird. Auch kann man, wenn es nöthig sein sollte, noch zwei Wagen bequem hinter die letzte Maschine stellen. Dieses geschieht, wenn ein dritter sogleich diese Maschine füllen muß. Der Kalk, der in Säcke verpackt ist, wird aber gelegentlich, wenn die Bahn frei ist, angefahren, und gewöhnlich liegen neben jeder Mörtelmaschine soviel Säcke, daß dieselbe mehrmals damit gefüllt werden kann.

Der Mörtel wird in der Art zusammengesetzt, daß nach dem Rauminhalt auf 5 Theile Sand 3 Theile Kalkmehl kommen. Letzteres wird aber nicht gemessen, sondern gewogen. Der Cubikmeter Kalkmehl wiegt 600 Kilogramm, also der Cubikfuß etwas über 37 Pfund. Um 10 Cubikfuß Mörtel darzustellen, braucht man 9 Cubikfuß Sand und  $5\frac{2}{3}$  Cubikfuß oder 220 Pfund Kalkmehl. Jede Maschine liefert bei einmaliger Füllung 26,8 Cubikfuß Mörtel. Es müssen also  $24\frac{1}{8}$  Cubikfuß Sand und  $14\frac{1}{2}$  Cubikfuß oder 538 Pfund Kalkmehl zugesetzt werden. Die Sandwagen sind so geacht, daß die aus Blech bestehenden Kasten genau dieses Quantum fassen, wenn sie, wie immer geschieht, nach der

Füllung abgestrichen werden. Ich bemerkte auch wiederholentlich, daß Stücke Holz im Innern aufgenietet waren, wenn zufällig der Kasten zu groß war. Der Kalk wird aus der Fabrik in Säcken angeliefert, deren jeder brutto 45 Kilogramme, oder 90 Pfund wiegt. 6 Säcke gehören also zur einmaligen Füllung einer Maschine. Der Wagen wird aber mit 18 Säcken beladen.

Was endlich das Wasser betrifft, so wird dieses, wie bereits erwähnt, aus der städtischen Wasserleitung entnommen, und zwar fließt es unter dem starken Druck unmittelbar in die beiden eisernen Kübel *D*, die sich auf der Rüstung befinden. Man braucht also nur einen Hahn zu öffnen, um diese zu füllen. Von hier schöpft man es mit Eimern, die 8 Liter oder nahe ein Viertel Cubikfuß halten, in die Mörtelmaschinen, und zwar gehören zu dem bezeichneten Mörtelquantum 28 solche Eimer oder 7,2 Cubikfuß. Es ist auch auf die Unterbrechung der Wasserleitung Rücksicht genommen, die wegen der nöthigen Reinigungen jährlich einmal vorkommen muss. Damit alsdann der Betrieb der Maschinen nicht gestört wird, so befindet sich auf der Rüstung noch ein großes Reservoir *H*, welches aus einem Brunnen mittelst der Dampfmaschine gespeist werden kann.

Die Mörtelbereitung erfolgt in der Art, daß zunächst, nachdem die Oeffnung in der Rinne geschlossen ist, die 6 Säcke Kalk hineingeschüttet werden, alsdann gießt man das Wasser darüber, und sobald dieses geschehn, setzt man die Maschine in Gang. Nunmehr wird durch zwei Arbeiter der Sand mit Schaufeln eingeworfen, und zwar ohne Unterbrechung, bis der Wagen entleert ist. Wollte man den ganzen Inhalt durch Umstürzen des Wagens auf einmal hineinbringen, so würde der Widerstand so groß werden, daß die Maschine ihn nicht bewältigen könnte. Die senkrechte Achse mit den drei Rädern dreht sich in der Minute zweimal um, die Räder bewegen sich also mit der Geschwindigkeit von etwa  $1\frac{1}{2}$  Fuß in der Secunde. Nach 15 bis 20 Minuten ist die Vermengung vollständig erfolgt, und alsdann wird der Mörtel, wie oben beschrieben, durch die Oeffnung im Boden in den darunter stehenden Wagen abgelassen. Die Zwischenzeit von einer Füllung bis zur nächsten beträgt ungefähr eine halbe Stunde.

Die Wagen, welche den in den Maschinen bereiteten Mörtel

aufnehmen, stehn auf den kleinen Zweigbahnen *I, I, I*, unter der Rüstung. Sie gelangen dahin von dem Strange *K* mittelst Drehscheiben. Sobald sie den Inhalt einer Maschine aufgenommen haben, werden sie von der zweiten Bühne *L*, die an dem bereits beschriebenen Balancier hängt, auf die Rüstung in den Strang *M* gehoben und hier auf den Boden *N* verstürzt, wo der Béton durch Handarbeit dargestellt wird. Der zum Béton benutzte Kies wird auf andern Wagen gleichfalls auf den Strängen *B* und *K* beigeführt und ebenso wie die Mörtelwagen mittelst der Bühne *L* gehoben und auf dem Strange *M* auf die Rüstung gestürzt. Das Material wird hier so schnell verbraucht, daß die leeren Wagen ohne wesentliche Störung der Arbeit nicht auf demselben Wege wieder zurückgehn können. Der Strang ist daher bis zu einer dritten Bühne *O* verlängert, die an einem zweiten Balancier hängt, und die Wagen von der Rüstung auf das zu ebener Erde liegende Geleise herabführt. Indem hier nur leere Wagen herabgelassen, nie aber ein solcher gehoben wird, so war die Verwendung von Dampfkraft dabei entbehrlich. Der Balancier, der sich über der Bahn befindet und den die Figur gleichfalls bezeichnet, ist so eingerichtet, daß die leere Bühne dem andern Arm das Gleichgewicht hält, also nur eine sehr geringe Kraft erforderlich ist, um sie zu heben. Der leere Wagen auf der Bühne würde dagegen mit der letztern sogleich herabstürzen, wenn er nicht zurückgehalten würde. Eine auf der Rüstung bei *P* aufgestellte Winde, die durch einen Arbeiter gehandhabt wird, genügt daher, um diese Bühne abwechselnd zu heben und zu senken, und alle leeren Wagen von dem Strange *M* herabzulassen.

In jeder Mörtelmaschine werden, wie erwähnt, 26,8 oder in runder Zahl 27 Cubikfuß auf einmal bereitet. Der Mörtelwagen faßt diese Masse und wird durch sie vollständig gefüllt, er schüttet sie aber nicht an einer Stelle aus, sondern muß sie auf drei Bétonbetten gleichmäßig vertheilen. Er ist daher nicht mit einem, sondern mit drei eisernen Kasten versehen, die einzeln seitwärts umgelegt werden können, aber in ihren obern Rändern so genau an einander schliessen, daß der ausfallende Mörtel nicht in die Fugen tritt. Die drei Kasten füllen sich also ungefähr gleichmäßig an, und soweit dieses nicht geschieht, muß der Arbeiter,

der den Wagen schiebt, die Masse so verbreiten, daß jeder einzelne Kasten gefüllt ist.

Zum Anfahren des Kieses dienen wieder besondere Wagen, von denen jeder, wenn er abgestrichen ist, 14 Cubikfufs hält. Diese Masse wird zu einem Bétonbette verwendet, und man erhält daraus, nachdem die 9 Cubikfufs Mörtel zugesetzt und durchgearbeitet sind, 16,17 Cubikfufs Béton.

Die Art der Bétonbereitung ist folgende. Zuerst wird eine Wagenladung Kies auf eine der drei mit *N* bezeichneten Stellen verstürzt, dabei schiebt man indessen den Wagen langsam vorwärts, so daß seine Ladung sich in einem etwa 10 Fufs langen Rücken niederlegt. Ist dieses geschehn, so wird der Mörtelwagen vorgeschoben und in gleicher Weise ein Kasten desselben entleert. Die Kiesschüttung wird also nahe in ihrer ganzen Länge mit Mörtel überdeckt. Damit aber der folgende Kasten desselben Wagens später auch umgestürzt werden kann, und dadurch keine Sperrung des Geleises entsteht, so ist es nothwendig, daß die drei Bétonbetten immer der Reihe nach bearbeitet und gefüllt werden. Alsdann braucht man nur die Wagen auf demselben Geleise etwas vor- oder zurückzuschieben, um die Verstärkungen vorschriftmäfsig auszuführen.

Die Vermengung des Mörtels mit dem Kies erfolgt auf jedem Bette durch sechs Arbeiter. Zwei derselben sind mit einer Art Rechen versehen, die Fig. 187 zeigt, deren zwei Zinken etwa 8 Zoll hoch und 4 Zoll von einander entfernt sind. Diese Arbeiter stehn auf der äufsern Seite der Rüstung. Sie greifen in den Haufen so ein, daß sie jedesmal sowohl Kies, als auch Mörtel fassen, die sie etwa 18 Zoll an sich heranziehn. Dabei werden beide Rechen immer gleichzeitig nahe neben einander eingestellt und übereinstimmend angezogen, so daß der Erfolg derselbe ist, als wenn ein breiter Rechen mit vier Zinken gebraucht würde. Diese Arbeiter werden durch zwei andre ihnen gegenüber stehende unterstützt, welche Stangen führen, die an ihren Enden mit gabelförmigen Beschlägen versehen sind. Letztere lehnen sich gegen die obern Ansätze auf den Rechen und werden kräftig dagegen gedrückt. Fig. 187 zeigt, wie beide Werkzeuge in einander greifen. Diese Operation wurde sehr schnell und sicher ausgeführt, indem die Arbeiter bereits eine grofse Uebung erlangt hatten.

Endlich stehn zur Seite und vor dem Haufen noch zwei Arbeiter, die mittelst Spaten sowohl die zerstreut umherliegenden Steine zusammenwerfen, als auch dafür sorgen, daß jene ersten Arbeiter immer zugleich Mörtel und Steine fassen können. Die trocknen Steine werden daher an Stellen geworfen, wo der Mörtel überwiegend ist.

Wenn der ganze Haufen in dieser Art durchgearbeitet und dabei etwa um 18 Zoll vorgerückt ist, so beginnt dieselbe Operation wieder an dem ersten Ende und wird in gleicher Art durchgeführt. Bei dem dritten Vorschieben wird die Masse in die Einschnitte Q gezogen, so daß sie in die darunter stehenden Wagen fällt.

Diese Bearbeitung des Bétons dauert 4 bis 5 Minuten, daher konnte der Mörtel, der in zwei Maschinen angefertigt wurde, auch bequem auf zwei Bétonbetten verbraucht werden. Wenn die Masse indessen aus diesen herabfiel, so war sie noch keineswegs so vollständig durchgearbeitet, daß jeder Stein ringsum mit dem Mörtel in Berührung gekommen wäre. Man bemerkte vielmehr viele Flächen und sogar oft mehrere Kiesstücke, die noch ganz trocken waren. Es darf indessen nicht unbeachtet bleiben, daß die beschriebene Operation noch keineswegs die Vermengung beschließt, vielmehr setzt sich diese theils beim Herabfallen des Bétons in den Wagen und theils beim Umstürzen des letztern und bei der Verbreitung in den Formkasten noch fort.

Vorstehend habe ich die Bétonbereitung beschrieben, wie ich dieselbe in Marseille ausführen sah. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß man dafür auch die Darstellung des Bétons durch andre Maschinen wählen kann, welche im ersten Theil dieses Handbuchs § 47 beschrieben sind. Nach dem erwähnten Werk von Latour und Gassend sollen auch in Marseille zu diesem Zweck horizontale Blecheylinder von 3 Fufs Durchmesser und 4 Fufs Länge benutzt sein, die mit vier Reihen radialer Stangen im Innern versehen waren. Nach der Zeichnung lag jeder dieser Cylinder auf einem Wagen, und nachdem ein Theil seines Umfangs geöffnet und er mit Mörtel und Kies etwa zur Hälfte gefüllt war, schob man ihn soweit von der Rüstung fort, daß der von der Hauptwelle in Bewegung gesetzte Riemen auf die Scheibe zur Seite des Cylinders paßte. Die Riemscheibe stand mittelst Räder-

werk mit der Achse des Cylinders in Verbindung, und nachdem diese eine gewisse Anzahl Umdrehungen gemacht hatte, wurde der Betriebsriemen gelöst, und die ganze Bétonmaschine auf einer Eisenbahn bis über die Form geschoben, worin der Bétonblock gebildet wurde, und hier ausgestürzt. Als ich in Marseille war, sah ich keine dieser Maschinen in Gebrauch, wohl aber erzählte mir ein Aufseher, man habe früher die Anwendung von Bétonmaschinen versucht, doch hätten dieselben so wenig geleistet und seien so schwer zu behandeln gewesen, daß man sie bald verlassen und dafür Handarbeit gewählt habe.

Bei dem zuerst beschriebenen Verfahren wurden die mit Béton gefüllten Wagen über diejenigen Formkasten geschoben, worin die künstlichen Blöcke gebildet werden, und hier ausgestürzt. Diese Formkasten und die bereits mehr oder weniger erhärteten Blöcke liegen reihenweise in einem ausgedehnten Bauhofe von 48 Ruthen Länge und  $26\frac{1}{2}$  Ruthen Breite. Die Lage desselben ist in der Situations-Zeichnung Fig. 191 angegeben. Der herbeigeführte Kies kann also unmittelbar darin abgeladen, und ebenso die fertigen Blöcke daraus fortgeführt werden. Die beschriebene Rüstung liegt an der südlichen schmalen Seite, und längs derselben zieht sich eine Eisenbahn von größerer Spurweite, oder eine Schiebebühne hin, die in Fig. 185 *b*. mit *R* bezeichnet ist. Von ihr gehen leichte Bahnen aus, die über die fertigen und bereits erhärteten Blöcke, oder über die Formkasten fort bis zu denjenigen Stellen geführt sind, wo neue Blöcke gebildet werden. Man kann in 30 Reihen die Blöcke neben einander legen und jede Reihe faßt 33 Stück derselben, so daß nahe 1000 Blöcke hier Platz finden. In der Richtung der einzelnen Reihen findet auf dem geebneten Boden ein schwaches Gefälle statt, woher die gefüllten Bétonwagen leicht zu bewegen sind, und das Zurückschieben der leeren Wagen auch nicht mühsam ist.

Jeder Block hält 10 Cubikmeter oder  $323\frac{1}{2}$  Cubikfuß. Er ist 10 Fuß  $7\frac{1}{2}$  Zoll lang, 6 Fuß  $4\frac{1}{2}$  Zoll breit, 4 Fuß  $9\frac{1}{2}$  Zoll hoch und wiegt, wenn er einige Zeit gelegen hat, 50 000 Pfund. Die Form besteht nur aus den vier Seitenwänden, die wie gewöhnliche Holzwände aus Schwellen, Stielen und Rahmstücken zusammengesetzt und auf der innern Seite mit Brettern verkleidet sind. Die sämtlichen Verbandstücke bestehn aus schwachem

Kreuzholz, damit die Formen leicht zusammengesetzt und transportirt werden können. Nur die Schwellen und Rahmstücke haben größere Breite, um ein Durchbiegen zu verhindern. Die Zusammensetzung erfolgt in der Art, daß durch jede kürzere Wand zwei Eisenstangen, an den Enden mit Schraubengewinden versehen, hindurchgezogen sind, dieselben greifen durch die äußern Stiele der Langwände hindurch und werden durch Schraubenmuttern daran befestigt. An letztere ist jedesmal ein etwa 6 Zoll langer Arm angeschmiedet, mittelst dessen sie ohne Hülfe eines besondern Schraubenschlüssels angezogen und gelöst werden können. Nachdem der Kasten aufgestellt ist, werden die beiden Rahmstücke der langen Seiten noch durch eine darüber gelegte starke Zange verbunden, die theils mittelst der vortretenden Kämme ein Ausbiegen verhindert, theils aber auch als Querschwelle für die Eisenbahn dient. Endlich wäre noch zu bemerken, daß man nach Aufstellung der Form in dieselbe zwei Stücke Kreuzholz legt, die oben 5, unten 7 Zoll breit und 6 Zoll hoch sind. Sie bilden in der Sohle des Blocks zwei tiefe Rinnen, durch welche man, wenn die Steine gehoben werden sollen, Ketten hindurch zieht.

Ueber die Bétonwagen ist noch zu erinnern, daß dieselben, wenn sie entleert werden sollen, nicht seitwärts umschlagen, vielmehr ihre Ladung nach vorn und hinten ausschütten, indem die darauf befindlichen Kasten hier mit Klappen versehen sind, welche sich um horizontale Achsen in den obern Seiten drehn. Die Sohle des Kastens bildet aber nicht eine horizontale Ebene, sondern besteht aus zwei geneigten Ebenen, die in einem scharfen Rücken in der Mitte sich schneiden. Beim Füllen der Form wird zuerst eine, alsdann die zweite Klappe geöffnet und mit Schaufeln, deren Blätter normal gegen die Stiele gerichtet sind, der Béton vollständig herausgeschoben. Ist dieses geschehn, so steigen einige Arbeiter, die Holzschuhe tragen, in die Form und vertheilen den Béton mittelst Schippen möglichst gleichmäÙig. Sie bedienen sich auch gulseiserner Stampfen an hölzernen Stielen, die etwa 8 Zoll im Durchmesser haben und 60 Pfund wiegen. Der Gebrauch derselben beschränkt sich indessen vorzugsweise nur auf die vollständige Anfüllung der Ecken, da man in der Masse, deren Erhärtung sehr bald beginnt, starke Erschütterungen vermeiden muß. Die dichte Ablagerung des Bétons wird vorzugsweise durch das

vielfache Betreten desselben veranlaßt, und hierdurch gelingt es auch, sein Volum so zu vermindern, daß zur Füllung einer Form nahe ein voller Wagen mehr erforderlich ist, als man nach dem Rauminhalte der jedesmaligen Ladung erwarten sollte. Statt zwanzig Wagen braucht man wirklich ein und zwanzig.

Die Bétonwagen stehn, wenn sie behufs der Füllung unter die Einschnitte in der Rüstung gestellt werden, nicht unmittelbar auf einer festen Eisenbahn, vielmehr auf kleinen Schiebebühnen *S* (Fig. 185 *b.*), die auf der Bahn laufen und so weit seitwärts geschoben werden, bis die Schienen auf denselben sich an die Bahnen *T* anschließen. Von den letztern sind jedesmal mehrere eingerichtet, und der Béton wird abwechselnd in verschiedene Formkasten über verschiedene Bahnen verfahren. Diese Vorsicht ist besonders in dem Fall geboten, wenn bereits eine große Anzahl von Blöcken hinter einander in einer Reihe liegt, also die darüber geführte Bahn eine größere Länge hat und die Wagen erst nach 10 bis 15 Minuten wieder zurückkommen.

Die sämtlichen hier erwähnten Wagen sind möglichst leicht und zwar ohne Ausnahme ganz aus Eisen construirt. In der Nähe der Rüstung und auf derselben, so wie beim Transport des Bétons werden sie nur von Menschen geschoben. Beim Anfahren des Sandes und Kieses aus größerer Entfernung spannt man dagegen Pferde vor.

Nach 2 bis 3 Tagen sind die Blöcke soweit erhärtet, daß man die Formkasten abnehmen, auch die Querschwellen der Eisenbahn unmittelbar darauf legen kann. Sie müssen indessen längere Zeit und wenigstens sechs Wochen ruhig liegen, ehe sie so fest sind, daß sie sich, ohne zu zerbrechen, aufheben und transportiren lassen. Auch nach dieser Zeit darf man sie noch nicht starken Stößen aussetzen. Man kann sie daher alsdann zwar zur Ueberdeckung von Steinschüttungen benutzen, indem sie von Flößen aus vorsichtig auf diese herabgelassen werden. Sollen sie dagegen den Fuß der Hafenmauer sichern und herabgestürzt werden, oder eine Schüttung bilden, wobei eine gleichmäßige Unterstützung unmöglich ist, so darf dieses nur etwa drei Monate nach ihrer Anfertigung geschehn. Die Blöcke, die ich im September 1857 formen sah, sollten erst im folgenden Jahr verwendet werden.



Bei meiner Anwesenheit in Marseille hatte ich nicht Gelegenheit, die Blöcke transportiren zu sehn, ich erfuhr nur, dafs, wenn dieses geschehn soll, zu jeder Seite einer Reihe eine Schiene gelegt wird, so dafs ein sehr weitspuriger und hoher Wagen die Blöcke überspannt. Dieser Wagen trägt eine Dampfmaschine, die sowohl an zwei durch die Rinnen gezogenen Ketten die Steine aufhebt, als auch den Wagen nach der nördlichen Seite des Bauhofes, also der beschriebenen Rüstung gegenüber, hinführt. Hier liegt eine feste Eisenbahn, auf der die Blöcke bis zum Ufer gelangen. Ueber dem Ende derselben ist eine Rüstung erbaut, die sich soweit seewärts erstreckt, dafs der Laufkrahnen auf derselben die Blöcke auf Schiffe legen kann. Mittelst eines zweiten ähnlichen Laufkrahns werden sie von den Schiffen gehoben und auf eine Bahn gebracht, die auf dem angeschütteten isolirten Hafendamm liegt. Von hier bringt man sie aber mittelst besonderer Krahnne auf die äufserer Dossirung. Es sollen auch in Marseille zum Versenken der Blöcke in gröfserer Tiefe, wie in Algier, Flöße benutzt sein. Indem ich in Cette diese Art des Transports sah, so möge die Beschreibung der dortigen Anordnungen hier noch folgen.

Da die Fabrication der Bétonblöcke in Cette nicht entfernt so lebhaft betrieben wurde, wie in Marseille, so waren auch die dazu bestimmten Anlagen viel einfacher. Indem aber der Wellenbrecher hier eine freiere Lage hat, und den Stürmen mehr ausgesetzt ist, so gab man den Blöcken gröfsere Dimensionen und namentlich gröfsere Breite und Höhe, damit sie beim Herabfallen, oder wenn andre Steine von den Wellen darauf geworfen würden, nicht zerbrechen möchten. Sie hielten 12 Cubikmeter oder 388 Cubikfufs, und waren 9 Fufs 6 Zoll lang, und 6 Fufs 4 Zoll breit und eben so hoch. Der Mörtel bestand aus 1 Theil Kalk von den Brüchen bei Theil und zwei Theilen Sand. Er wurde in einer aufrecht stehenden Mörtelmaschine bereitet, deren Achse mit etwas geneigten Blättern versehen war und durch ein an einen Göpel gespanntes Pferd in Bewegung gesetzt wurde. Zu 1 Theil Mörtel kamen 2 Theile zerschlagene Steine, und die Vermengung geschah in gleicher Weise wie in Marseille durch Handarbeit. Der fertige Béton wurde aber mit Handkarren auf die Formen geschoben und darin verstürzt.

Die Darstellung der zum Durchziehen der Ketten bestimmten Rinnen auf der Bodenfläche der Bétonblöcke geschah hier in der Art, daß man nicht Stücke Kreuzholz in die Formen legte, sondern schmale Kästen, aus drei dünnen Brettern bestehend, einsetzte, welche die Seiten und die obere Fläche der Rinne begrenzen. Sie wurden an den Enden durch aufrecht stehende Brettstückchen unterstützt, welche nach dem Querschnitt der Rinne geformt waren. Auf diese Art wurde der wichtige Vortheil erreicht, daß man nicht durch untergeschobene Hebel den Block zuerst etwas lüften durfte, um die Kreuzhölzer zu entfernen, man brauchte vielmehr nur die letzten Brettstückchen fortzustofsen, was augenblicklich gelang, und konnte alsdann die Kette hindurchziehen. Die Seitenbretter lösten sich beim Anheben des Blocks, so daß sie sogleich wieder gebraucht werden konnten, und das obere Brett liefs sich herausziehen, sobald der Stein auf dem Wagen lag.

Mehrere Blöcke, die bereits im vorigen Jahr geformt waren, sah ich heben und versenken. Nachdem die beiden Ketten durch die Rinnen gezogen sind, stellt man an jede lange Seite des Steins einen aus schwachem Holz gezimmerten Bock auf, an dem sich zwei verticale Schraubenspindeln im Abstände der beiden Rinnen befinden. Fig. 188 *a*, *b* und *c* zeigt die für den Transport bis zum Wasser bestimmte Einrichtung, Fig. 188 *c* stellt zwei einander gegenüber stehende Böcke in der Ansicht von vorn und von der Seite dar. Man verbindet sie, indem man einige hochkantige, mit Kämme versehene schwache Hölzer darüber legt. Dieselben lassen zwischen sich und dem Block einen Raum von etwa 2 Fufs Höhe frei. Ueber die Rahmstücke der Böcke wird ein Bohlenboden gelegt, worauf sich die Mannschaft bewegt, welche den Block hebt. Die Spindeln sind nur im obern Theil mit Schraubengängen versehen, unten bestehen sie dagegen aus starken Stangen, die hakenförmig umgebogen sind. Hieran werden die unter dem Block hindurchgezogenen Ketten befestigt. Die Schraubenmutter sind starke gusseiserne Cylinder mit je sechs Seiten-Oeffnungen. In diese werden sechs hölzerne Hebel eingesetzt, die ein horizontales Spill bilden, woran man die Schraubenmutter dreht und dadurch den Block hebt. Zuerst werden alle vier Ketten gleichmäfsig scharf angespannt, und indem die Winden demnächst übereinstimmend gedreht werden, so behält der Stein

seine horizontale Lage bei, während er etwa 20 Zoll hoch gehoben wird. Diese geringe Höhe genügt schon, um nicht nur einen kleinen Wagen, sondern auch die auf einem Holzrahmen befestigte Eisenbahn *B* darunter zu schieben.

Der Wagen hat gusseiserne Räder von etwa 9 Zoll Höhe, die mit Spurkränzen auf der innern Seite versehen sich um feste Achsen drehn. Der Bohlenboden, welcher den Stein trägt, befindet sich unmittelbar über den Rädern, woher die ganze Höhe des Wagens nur etwa 13 Zoll mißt. Die Bahn besteht aus quadratischen Eisenstäben von  $1\frac{1}{2}$  Zoll Breite und Höhe, und diese sind auf Bohlen aufgenagelt. Sobald man die erwähnten Schraubenmuttern rückwärts dreht, setzt sich der Stein auf den Wagen, und letzterer wird alsdann fortgezogen. Hierzu ist indessen eine sehr bedeutende Kraft erforderlich, da das Gewicht der Ladung etwa 600 Centner beträgt, die Bahn aber keineswegs regelmäsig liegt, noch auch vollständig unterstützt ist. Dazu kommt, daß auch die Räder bei ihrer geringen Höhe und ihrer einfachen Befestigungsart sehr starke Reibung veranlassen. In der Verlängerung der Bahn war deshalb eine starke Erdwinde aufgestellt, doch auch diese genügte oft nicht, um den Wagen mit dem Block zu bewegen, alsdann wurden Brechstangen hinter die Räder auf die Schienen geschoben, und indem man diese anhub, setzte der Wagen sich in Bewegung.

Die Blöcke lagen in mehreren Reihen neben einander, die Eisenbahn mußte daher jedesmal verlegt werden, sobald man zu einer andern Reihe überging. Die Stelle, an welcher die Blöcke in das Wasser herabgelassen wurden, konnte jedoch nicht gewechselt werden, weil hier eine besondere Rüstung erbaut war. Um letztere mit den ersten Bahnen zu verbinden, war noch eine Querbahn *A* angelegt, die zum Ufer parallel gerichtet war. Sie lag etwas tiefer, als die erstere, und der erwähnte Wagen mit dem Stein wurde auf einen andern mit Geleisen versehenen Wagen *C*, also auf eine Schiebebühne gestellt. In der Richtung dieser Querbahn befand sich wieder eine Erdwinde, mittelst deren beide Wagen mit dem Stein bis vor die Rüstung gezogen wurden. Auf dieser war gleichfalls ein Geleise *D* angebracht, auf welches der obere Wagen geschoben wurde.

Die Rüstung bildete eine geneigte Ebene. Man durfte

der letztern indessen nur eine geringe Ausdehnung geben, weil sie sonst zu weit in den Hafen vorgetreten wäre und den Verkehr gestört hätte. Indem sie aber wenigstens 9 Fufs unter Wasser herabreichen mußte, so war man gezwungen, ihr das starke Gefälle von 0,16 also von 1 zu  $6\frac{1}{4}$  zu geben. Zuerst hatte man versucht, den Wagen zugleich mit dem Stein mittelst einer starken Bremse herabzulassen. Man mußte jedoch hiervon abgehn, weil bei dieser Anordnung die Bewegung nicht gleichmäßig, sondern stofsweise erfolgte und immer besorgt werden mußte, daß man den Wagen nicht mehr würde anhalten können.

Während der Wagen noch auf der Schiebebühne steht, wird eine starke Kette um den Bétonblock geschlungen, an welche ein dreischiebiger Block befestigt ist. Ein entsprechender Block, der jedoch nur zwei Scheiben hat, befindet sich an der Rüstung E auf dem Ufer. Das über die Scheiben beider Blöcke gezogene Tau schlingt man dreimal um einen sehr solide befestigten Balken, der in dem mittlern Theil cylindrisch bearbeitet und hier 15 Zoll stark ist. Die Reibung, welche das Tau auf dieser Oberfläche erfährt, ist so groß, daß zwei Mann, welche das hintere Ende fassen, den Wagen mit dem Stein auf der geneigten Ebene sicher halten. Sie lassen ihn langsam hinabgehn und können ihn an jeder Stelle zum Stillstande bringen.

Die geneigte Ebene ist etwa 80 Fufs, und der unter Wasser befindliche Theil derselben etwa 60 Fufs lang. Letzterer besteht aus zwei starken Balken, die unter sich zu einem festen Rahmen verbunden, und woran die Schienen, die das Geleise bilden, mittelst Holzschrauben befestigt sind. Dieser Rahmen ruht lose auf eingerammten Pfählen, die in Abständen von 3 Fufs zwei Reihen bilden. Die Pfahlköpfe sind unter Wasser von Tauchern (in Scaphandern) nach der Schnur abgeschnitten. Um den Rahmen zu versenken, wird er am Ufer gegen zwei Pfähle so befestigt, daß sein äußeres Ende frei herabsinken kann. An letzteres hängt man einige Gewichte an, die sich jedoch leicht wieder abheben lassen. Die Taucher untersuchen, ob er überall die Pfahlköpfe trifft. Ist dieses nicht der Fall, so läßt man ihn wieder aufschwimmen, oder man zieht auch wohl sein äußeres Ende mittelst angebundener Taue vom Ufer aus, soweit es nöthig ist, seitwärts, bis er ein ganz sicheres Lager gefunden hat. Alsdann

hängt man an den letzten Querriegel des Rahmens ein sehr schweres gußeisernes Gewicht, welches das Aufschwimmen und selbst das Verschieben bei mäfsigem Gegenstofs sicher verhindert. Hierauf untersuchen die Taucher nochmals jeden einzelnen Pfahlkopf, und wenn ein solcher den Rahmen nicht unmittelbar berührt, so treiben sie einen Keil von angemessner Stärke dazwischen. Diese Rahmen sind einer so starken Zerstörung durch den Bohrwurm ausgesetzt, dafs sie in jedem Jahr erneut werden müssen. Aus vorstehender Beschreibung ergibt sich indessen, dafs dieses immer leicht und sicher auszuführen ist. Auch wenn die Pfähle so beschädigt sein sollten, dafs sie nicht mehr die nöthige Sicherheit bieten, so kann man andre in denselben Reihen dazwischen einrammen und abschneiden.

Ehe der Block herabgelassen wird, mufs man diejenigen Vorrichtungen treffen, welche die sichere Befestigung an den Senkapparat erfordert. Es werden zunächst die Brettchen entfernt, welche behufs der Umschließung der Rinnen in den Formkasten gestellt waren, und sich vielleicht von dem Béton noch nicht gelöst hatten. Sodann werden starke Ketten aus einzölligem Rundeisen durch die Rinnen soweit hindurchgezogen, dafs jede der beiden Ketten den Block in ihrer Mitte fafst. Ihre beiden Enden werden aber über dem Block leicht zusammengebunden, wie Fig. 188 *a.* zeigt, so dafs sie später bequem gefafst werden können.

Ist dieses geschehn und zugleich die erwähnte Kette mit dem Flaschenzuge umgeschlungen, so schiebt man mittelst Brechstangen und Hebebäumen den Wagen mit dem Block von der Schiebebühne *C* auf das stark geneigte Geleise *D.* Auf diesem treibt die Schwere ihn schon weiter, und es kommt nur darauf an, zu verhindern, dafs er sich nicht zu schnell bewegt. Man läfst ihn soweit herab, bis er ganz eintaucht und dadurch soviel an Gewicht verliert, dafs das Flofs ihn tragen kann.

Dieses Flofs ist Fig. 189 *a.* von der Seite und Fig. 189 *b.* von vorn und zur Hälfte im Querschnitt dargestellt. Es wird getragen von zwei grofsen hölzernen Tonnen, die 22 Fufs 4 Zoll lang sind, und deren Durchmesser in ihrer Mitte 7 Fufs 8 Zoll misst. Zwei hochkantige einfache und zwei doppelte Balken ruhn darauf und sind mit Tauen und eingesetzten und verstreben

Pfosten daran befestigt. Ueber diese Balken sind aber eilf schwache Hölzer gestreckt, welche den Bohlenbelag tragen, der 27 Fufs lang und eben so breit ist. Auf letzterem stehn vier Winden, die mit gufseisernen Schrauben versehen sind. Diese greifen jedesmal in ein Schneckenrad an einer gufseisernen Trommel. Letztere ist mit einem Kranz angegossener Daumen versehen, welche in die Zwischenräume der Doppelglieder einer darüber liegenden Vancauson'schen Kette eingreifen. Die Enden dieser Ketten sind, wie Fig. 190 zeigt, mittelst Verbindungsglieder und je eines starken Vorsteckbolzens an das entsprechende Ende der durch die Rinne unter dem Stein hindurchgezogenen Kette befestigt. An jeden Vorsteckbolzen ist aber eine Leine gebunden, woran man ihn, sobald die Spannung der Ketten aufhört, ausziehn und dadurch die Verbindung auf einer Seite lösen kann. Die Durchmesser der Trommel, des Schneckenrades und der Schraube sind so gewählt, dafs das Gewicht des unter Wasser hängenden Blocks noch so eben durch die Reibung getragen wird. Zum Herablassen des Blocks genügt also schon eine sehr geringe Kraft, womit die Winden gedreht werden.

Dieses Flofs wird über die geneigte Ebene so hinübergeschoben, dafs der Bétonblock zwischen den beiden Tonnen hängt. Die betreffenden Enden der auf den Trommeln liegenden Ketten werden mit den um den Block geschlungenen verbunden, und alle Winden scharf angezogen, so dafs das Flofs gleichmäfsig belastet ist. Alsdann läfst man das um den cylindrischen Balken am obern Ende der geneigten Ebene geschlungene Tau langsam auslaufen, wobei der Wagen mit dem Block noch etwas weiter vorrückt, und das Flofs, das ihm folgt, trägt nunmehr vollständig den daran hängenden Block, indem dieser zugleich tiefer herabsinkt. Wenn man das Flofs noch weiter bewegt, so wird der Wagen frei und kann mittelst des Flaschenzugs leicht zurückgezogen werden. Bevor der weitere Transport des Blocks beginnt, pflegt man denselben, besonders wenn er in flachem Wasser versenkt werden soll, noch etwas zu heben, und zwar werden dabei die Winden auf der Seite am stärksten angezogen, wo er am tiefsten herabsinkt. Man kann sich hiervon vom Flofs aus leicht überzeugen, indem man durch die im Bohlenbelag zu diesem Zweck frei gelafsnen Oeffnungen mit einer Stange unter-

sucht, wie tief die obere Fläche unter Wasser liegt. Sobald der Block in die horizontale Lage gebracht ist, läßt er sich bei weiterem Aufwinden leicht in dieser erhalten, indem die vier Winden übereinstimmend gedreht werden.

Das Floß wird nunmehr an diejenige Stelle bugsirt, wo der Block versenkt werden soll. Durch Zurückdrehn der Winden läßt man alsdann die Ketten soweit nach, daß nicht nur der Stein auf dem Boden liegt, sondern auch einige Glieder der untern Kette sich daneben legen, also die Ketten nicht mehr belastet sind. Zieht man alsdann mittelst der erwähnten Leine an einer Seite beide Vorsteckbolzen aus, so sind die Steinketten nur noch auf der andern Seite mit den auf den Trommeln liegenden Ketten verbunden, und sobald diese Trommeln mittelst der Winde gedreht werden, so ziehn sich die Ketten aus den Rinnen und ihre Enden treten über das Floß, wo man sie fassen und sie vollends ausziehn kann. Sollte sich aber in einer Rinne noch ein starker Widerstand finden, so ist dieser durch die kräftige Windevorrichtung jedesmal leicht zu beseitigen.

Es muß erwähnt werden, daß nach der Beschreibung von Poirel die Blöcke bei Algier zum Theil in derselben Weise und nahe mit denselben Apparaten transportirt und versenkt wurden, doch hatte man dabei auch andere Methoden angewendet. In Marseille sah ich aber Flöße liegen, die mit dem beschriebenen genau übereinstimmten, während Latour und Gassend derselben nicht erwähnen, vielmehr nur das Versenken der Blöcke von einem großen Fahrzeug aus darstellen, welches mit einem weit über den Bug vortretenden Hebebock versehen ist.

Die Operation des Versenkens der Blöcke gestaltet sich wesentlich anders an solchen Küsten, wo starker Fluthwechsel statt findet, wie zum Beispiel in Cherbourg. Wendet man dabei einen besonders schnell erhärtenden Mörtel an, so läßt sich der Landtransport auf den Eisenbahnen ganz umgehn. Zur Zeit des niedrigen Wassers werden nämlich die künstlichen Steine geformt, und an derselben Stelle, wo dieses geschehn ist, kann man sie beim Hochwasser mit dem Floß heben und dahin bringen, wo sie versenkt werden sollen. Der größern Sicherheit wegen wählte man hier aber statt der beiden Tonnen zwei Seeböte, wozwischen der Block hing. Es ist hiervon bereits bei

Beschreibung des Cherbourger Hafens (§ 36) die Rede gewesen, auch zugleich mitgetheilt, daß man daselbst eine Menge Bétonblöcke gleich an Ort und Stelle formte, so daß der Transport ganz unterblieb, und daß man schliesslich statt einzelne Blöcke zu verwenden, den obern Theil der Steinschüttung im Zusammenhange übermauerte. Es bleibt nur hinzuzufügen, daß wegen der kurzen Dauer des Hochwassers und bei der großen Gefahr, welcher die Fahrzeuge ausgesetzt sind, wenn sie durch den Wellenschlag, der hier nur selten sich mäfsigt, bei eintretender Ebbe auf den Steingrund stoßen, eine besondere Vorsicht nöthig ist, um die Blöcke, sobald sie auf die bestimmte Stelle gebracht sind, augenblicklich zu lösen und herabfallen zu lassen. Das langsame Versenken auf den Grund und das Ausziehn des Vorsteckbolzens, wenn die Kette nicht mehr gespannt ist, war daher hier nicht anwendbar. Die Blöcke hingen in zwei Ketten, welche wieder durch Rinnen in der Bodenfläche gezogen waren. Das eine Ende jeder Kette wurde an den Balken befestigt, der beide Böte verband, das andere dagegen war mit derselben Zange gefaßt, die bereits § 65 beschrieben und in Fig. 179 auf Taf. XXXV dargestellt ist. Sobald man durch gleichzeitiges Anziehn der Leinen die beiden Zangen öffnet, welche ein Ende jeder Kette fassen, so werden die Ketten augenblicklich gelöst, die Steine stürzen herab, und die Ketten können an den andern Enden wieder aufgeholt werden. Bei diesen Zangen ist aber noch dafür gesorgt, daß sie sich nicht vielleicht zu frühzeitig öffnen, indem zufälliger Weise gegen die Leinen gestofsen und dieselben dadurch angezogen werden. Zunächst liegt der Hebel in einem festen eisernen Rahmen, so daß er vor einer Berührung mit andern Körpern vollständig gesichert ist. Außerdem ist er noch mit einer zweiten Leine verbunden, die ihn stark abwärts zieht, und zunächst gelöst werden muß, ehe er mittelst der erstern gehoben werden kann.

Die in Cherbourg verwendeten Blöcke hielten 15 Cubikmeter oder 485 Cubikfuß und unterschieden sich von andern noch dadurch, daß die Kanten abgestumpft waren, indem man diagonal durchschnittene Kreuzhölzer in die Ecken der Formkasten gestellt hatte.

Der Cubikfuß Bétonblock mit Einschluss aller Nebenausgaben,



wie Transport, Geräte und sonstige Einrichtungen kostete in Marseille 0,46 Mark, in Cherbourg dagegen 1,37 Mark.

Schliesslich wäre noch eines eigenthümlichen Verfahrens zu erwähnen, wodurch man für Mauern aus Bétonblöcken in tiefem Wasser ebene und horizontale Grundflächen gebildet hat. Bei der im Jahr 1873 beendigten Verlängerung des südlichen Hafendamms bei Aberdeen um etwa 1000 Fufs, kam ein solches zur Anwendung. Der Untergrund bestand zunächst aus gewachsenem Felsen, ging aber weiterhin in eine Ablagerung von Steingerölle und Kies und endlich in festen Thonboden über, der gleichfalls mit Kies überdeckt war.

Durch Taucher wurden die in der Richtung des Damms liegenden einzelnen Steine beseitigt und alsdann erfolgte die Aus ebenung dadurch, dafs man Säcke aus Segeltuch versenkte, die mit frisch angemachtem Béton gefüllt waren, die sich also nicht nur an alle Unebenheiten des Grundes anschlossen, sondern auch in ihrer Oberfläche durch Taucher in angemessener Weise sich ausbreiten und abgleichen liefsen.

Um den Béton möglichst unversehrt hinabzubringen, wurde er nicht unmittelbar in die Säcke geschüttet, vielmehr in grofse und mit Bodenklappen versehene eiserne Kasten, die an weit übergreifenden Krahen hingen. Zwei solcher Kasten nahmen jeder etwa 100 und ein dritter etwa 300 Cubikfufs Béton auf. Man zog darüber einen Sack, der noch etwas mehr fassen konnte, und befestigte ihn leicht über dem Kasten. Alsdann wurde dieser an der Stelle herabgelassen, die man erhöhen wollte, und öffnete mittelst Leinen die Klappen des Kastens. Der Taucher löste den Sack, worauf der Kasten leer heraufgezogen wurde. Nachdem nunmehr der eingeschlossene Béton in passender Höhe geebnet war, wurden darüber die Bétonblöcke von 200 bis 450 Cubikfufs Inhalt bis 1 Fufs über Niedrigwasser versetzt. Die weitere Erhöhung des Damms bis zur Krone geschah durch Bétonschüttung zwischen Holzwänden, die wieder mit Leinwand verkleidet waren. Man bildete aber dabei kleinere Abtheilungen von so geringer Ausdehnung, dafs man dieselben schneller füllen konnte, als die Fluth anstieg, so dafs die Oberfläche des frisch geschütteten Bétons immer über Wasser blieb. Konnte die Schüttung aber nicht schnell genug erfolgen, so stürzte man Bétonblöcke mit

hinein, um immer über Wasser zu bleiben. Endlich wurde noch der äußere Fuß des Damms durch davor gelegte Bétonsäcke gesichert.\*)

### § 69.

## Der Hafen von Marseille.

Die Sicherung der Hafendämme durch Bétonblöcke hat vielfach in Frankreich Anwendung gefunden. Nirgend ist dieses aber in größerem Maasse geschehn, als bei Marseille.

Marseille ist schon seit längerer Zeit einer der frequentesten Handelshäfen in Frankreich, und der Verkehr hat in der letzten Zeit noch übermächtig zugenommen. Die dortige Handelskammer erwähnt, daß der Tonnengehalt der eingekommenen Schiffe im Jahr 1827 nur 849 000 Tons, 1856 dagegen 3 590 000 Tons betragen habe. Veranlassung zu dieser Zunahme gab nicht nur die gesteigerte Handelsverbindung mit der Türkei, Kleinasien und Aegypten, sondern auch die Eisenbahn, die endlich Marseille mit dem Innern Frankreichs verband, während die Gebirgsstrassen bisher den Verkehr in dieser Richtung sehr erschwerten. Die seit 30 Jahren bereits eingetretenen wesentlichen Verbesserungen und Erweiterungen des Hafens haben ohne Zweifel hierzu mit beigetragen, da früher oft der Fall eintrat, daß die ankommenden Schiffe wegen Ueberfüllung des Hafens oder wegen ungünstigen Windes nicht einlaufen konnten, und auf der Rhede bei südlichen oder südöstlichen Stürmen großen Gefahren ausgesetzt blieben. Eine weitere Ausdehnung des Verkehrs hat die Eröffnung des Suez-Canals veranlaßt, wenn freilich die in dieser Beziehung früher gehegten Erwartungen, wie es scheint, nicht vollständig erfüllt gegangen sind. Die neuere großartige Erweiterung des Hafens wurde vorzugsweise mit Rücksicht auf den in Aussicht stehenden directen Verkehr mit dem Orient durch diesen Canal veranlaßt.

---

\*) Entnommen aus den in London erscheinenden Zeitschriften: Engineering und the Engineer, December 1874.

Die commercielle Bedeutung des Hafens von Marseille ist insofern überraschend, als die Verbindung desselben mit dem Binnenlande vor dem Bau der Eisenbahn für einen lebhaften Verkehr ganz ungeeignet war, und auch gegenwärtig wegen der starken Steigungen noch viel zu wünschen übrig läßt. Eine Wasserverbindung fehlt aber ganz, und ist wegen des gebirgigen Bodens, der auch nicht die nöthigen Quellen zur Speisung eines Schiffahrts-Canals liefert, nicht ausführbar. Der Canal du Midi setzt sich bis zur Rhône bei Tarascon fort, und etwa 2 Meilen weiter abwärts, bei Arles, umgeht ein andrer Canal, der Canal von Arles genannt, die Mündung der Rhône, indem er in südöstlicher Richtung nach dem Hafen Bouc, in die Mündung des Etang de Berre geführt ist, wozu in neuester Zeit noch der für Seeschiffe fahrbare Canal gekommen ist, der die Rhône bei Tour St. Louis mit dem Golfe de Foz verbindet (§ 40 a). Die auf der Rhône oder dem Canal du Midi bis ans Mittelländische Meer beigeführten Güter müssen also etwa 7 Meilen weit über die offene See, wo überdies Stürme und heftiger Wellenschlag oft plötzlich eintreten, nach Marseille verfahren und hier aufs Neue umgeladen werden. Dieser Verkehr, obwohl sehr kostbar, ist dennoch von großer Ausdehnung und übertrifft bei Weitem denjenigen, der unmittelbar von Marseille aus landwärts gerichtet ist, indem die sterilen Umgebungen weder Getreide oder andre Ausfuhrartikel liefern, noch auch die spärliche und arme Bevölkerung hier eine erhebliche Einfuhr fremder Güter veranlaßt. In letzter Beziehung ist freilich die Stadt Marseille selbst wichtig, aber der großartige Verkehr beschränkt sich vorzugsweise und beinahe ausschließlich auf solche Frachten, die seewärts einkommen und seewärts wieder ausgeführt werden, also nur vorübergehend hier lagern, oder auch sogleich nach ihren verschiedenen Bestimmungsorten auf andern Schiffen versendet werden. Hierzu kommt der in neuerer Zeit ausschließlich durch Dampfboote vermittelte starke Personenverkehr, der sich nicht nur über das Mittelländische Meer, sondern bis Ostindien und China ausgedehnt hat.

Der Hafen von Marseille, wenn auch durch die Kunst und namentlich in neuester Zeit wesentlich verbessert, ist schon durch seine Umgebungen mehr als die meisten andern Seehäfen

begünstigt. Die Küste des Département du Var tritt in südlicher Richtung weit in das Mittelländische Meer hinein, sie besteht aus Kalkfelsen, die meist bis zu großer Tiefe steil abfallen. Ein eigentlicher Strand kommt vor denselben nur in den geschützten Buchten vor, und sonach fehlen im Allgemeinen hier die Sand- und Kiesmassen, welche sonst die Hafenmündungen bedrohn. Die gelösten Steinbrocken sinken bis zu solcher Tiefe herab, wo sie nicht mehr von den Wellen fortgetrieben werden. Der westliche Theil dieses vortretenden Ufers fällt schon in das Département Bouches du Rhône, und in diesem liegt Marseille und zwar an einer Küste, die sich von Norden nach Süden erstreckt. Auf der Südseite des Hafens springt das Vorgebirge Endoume in südwestlicher Richtung weit vor, und demselben gegenüber liegen die Felseninseln Ratoneau und Pomégue, die sich bis auf eine Viertel Meile ihm nähern. Diese Inseln, die man auch den Frioul nennt, sind bereits früher erwähnt worden, indem sich dazwischen der Quarantaine-Hafen befindet (§ 29), auch auf ihnen das Steinmaterial für die Hafenbauten gewonnen wird (§ 63). Die zwischen diesen Inseln und dem Festland liegenden Klippen oder kleinen Inseln mäfsigen noch mehr den Wellenschlag. Südlich davon war die frühere Rhede, und die daselbst ankernden Schiffe waren gegen westliche, nördliche und östliche Winde geschützt, nur bei südlichem und noch mehr bei südwestlichem Wind traf sie der stärkere Wellenschlag, doch konnten sie alsdann in den Hafen einsegeln. Die Rhede hat guten Ankergrund, nur treten aus demselben einzelne Klippen hervor, von denen sich eine bis auf 1 Fuß unter den gewöhnlichen Wasserstand erhebt. Diese Klippen sind durch Buoyen und zum Theil durch aufgemauerte Säulen bezeichnet, während das Château d' If, das auf einer höhern Klippe steht, gleichfalls zur Orientirung dient.

Wenn die Schiffe den Hafen einlaufen, müssen sie das Vorgebirge du Pharo umsegeln, das im Situationsplan Fig. 191 angegeben ist, und schliesslich südöstlich steuern, um die Hafenmündung zu gewinnen. Diese mehrfache Veränderung des Courses ist für Segelschiffe oft nicht ausführbar, wie bereits § 38 erwähnt wurde, die Schwierigkeit hat jedoch heutiges Tages ihre Bedeutung verloren, indem Dampfschiffe die Segelschiffe ein- und ausschleppen.

Der alte Hafen wird mit Ausnahme seiner Mündung von höhern Ufern nicht berührt, ihn umgiebt vielmehr im Norden, Osten und Süden eine flache Niederung, auf der die Stadt erbaut ist. Ohne Zweifel hatte das tiefe Wasserbecken früher eine noch größere Ausdehnung, und die allmähige Verschüttung desselben erfolgte wohl mehr durch den vom Gebirge gelösten und unmittelbar hineingeführten Kies, als durch Anspülung beim Wellenschlag. So hatte die Natur hier einen Hafen von großer Ausdehnung gebildet, in welchem die Schiffe gegen alle Winde geschützt sind, weil die weit vortretende Felsecke die Mündung so sehr beschränkt, daß selbst bei einstehenden Winden die Wellen sich verbreiten, und dadurch ihre Kraft verlieren. Die Mündung ist aber nach Nordwest gekehrt, und in dieser Richtung liegt die Küste so nahe, daß der Wellenschlag schon an sich nicht bedeutend ist. In der ganzen Ausdehnung des Hafens ist der Felsboden mit feinem Kies überdeckt, und bietet sonach überall einen guten Ankergrund. Bélidor\*) meint, es gäbe keinen günstiger gelegenen Hafen, und gewiß muß man dieser Ansicht beistimmen, wenn man von andern in neuerer Zeit ausgeführten großartigen Anlagen absieht.

Ueber den damaligen Zustand des Hafens (unter Ludwig XIV.) macht Bélidor einige interessante Mittheilungen. Es kamen schon Baggerarbeiten vor, die mit dem von Bélidor ausführlich beschriebenen Löffelbagger ausgeführt wurden, den ich noch vor wenig Jahren in Toulon in Thätigkeit fand. Die Mündung war 280 Fufs weit, doch durch zwei massive Pfeiler unterbrochen, von denen die beiden mittleren eine Oeffnung von 106 Fufs frei ließen. Die beiden Seitenöffnungen, von geringerer Weite, waren durch Ketten gesperrt, und in jeder Nacht wurde auch vor die mittlere eine schwere Kette gezogen und angeschlossen. Bélidor sagt ferner, daß früher hier die Galeeren lagen, zu deren Aufnahme der in der südöstlichen Ecke des Hafens befindliche Canal diente, dieselben wurden aber 1748 nach Toulon verlegt.

Was den neuern Zustand des alten Hafens betrifft, so zeigt Fig. 191 seine Lage und Ausdehnung. Er ist 252 Ruthen lang, 80 Ruthen breit. Die Mündung ist 21 Ruthen weit. Seine Fläche

\*) Architecture hydraulique. Vol. IV. Tome II. Livre II. Chap. III.

mifst 105 Morgen und es finden darin bis 900 Schiffe Platz. Die Tiefe, die durch Baggern erhalten wird, ist sehr verschieden. Man beabsichtigte, dieselbe durchweg auf 6 Meter oder 19 Fufs zu bringen, doch war dieses vor mehreren Jahren noch nicht entfernt erreicht. Die obern Ablagerungen, die besonders von den einmündenden Abzugsrinnen der Stadt herrühren, bestehn in einem sandigen Schlamm. Vergleichungsweise gegen andre Häfen, die durch keine hindurchgehende Strömung gereinigt werden, ist die Verflachung aber nur sehr mäfsig. Massive Kais umgeben den ganzen Hafen, doch liegen diese so niedrig, dafs sie bei starken Anschwellungen bei heftigem Südwestwinde inundirt werden. Fluth und Ebbe wird, wie mir von den dortigen Ingenieuren gesagt wurde, nicht bemerkt.

Der Hafen hatte früher noch eine zweite nach Norden gerichtete Mündung, östlich von dem Fort St. Jean, die jedoch nur von kleineren Fahrzeugen benutzt werden konnte. Der Canal in der südöstlichen Ecke des Hafens, der ursprünglich zur Stationirung der Galeeren bestimmt war, diente später zur Reparatur und zum Neubau von Schiffen. Indem die Stadt, die in älterer Zeit den Hafen nur im Norden begrenzte, sich weiter und bis auf die Südseite ausdehnte, so war jene Schiffsbaustelle zu gefährlich gelegen, und man richtete daher etwa vor 40 Jahren einen besondern Schiffsbau-Hafen in der südwestlichen Ecke neben dem Fort St. Nicolas ein, der in der Situationszeichnung gleichfalls angegeben ist. Jener Canal, der nunmehr Canal de la Douane heifst, und der 40 Fufs breit und  $6\frac{1}{2}$  Fufs tief ist, dient vorzugsweise, um die unter Steuerverschluss lagernden Güter nach den Magazinen auf der von ihm umschlossenen kleinen Insel zu bringen.

Unerachtet der bedeutenden Gröfse des Hafens kam es seit dem Jahre 1840 doch wiederholentlich vor, dafs die ankommenden Schiffe darin nicht Platz fanden, und deshalb vor der Mündung ankern mußten, wo sie aber bei südwestlichen Winden ungeschützt und gefährlich lagen. Die ungenügende Tiefe im Hafen trug auch wesentlich zur Ueberfüllung desselben bei, indem die grofsen Schiffe nicht ans Ufer gelegt werden konnten, also die Ladungen mittelst Lichter eingenommen und gelöscht wurden. Für letztere mußte aber immer die Fahrt frei bleiben.

Das Bedürfnis zur Vergrößerung des Hafens stellte sich unter diesen Umständen immer dringender heraus, indem aber die Schüttung der Hafendämme im tiefen Wasser nach den frühern Methoden theils übermächtig kostbar, theils aber auch nicht gesichert erschien, so dachte man zunächst daran, ein neues Hafenbassin auf dem Lande auszugraben. Sganzin erwähnt dieses Projectes. Eine halbe Meile südlich vom Hafen mündet in einem weit geöffneten und ausgedehnten Thal ein kleiner Bach, die Havenune. In der Richtung desselben wollte man einen zweiten, also von dem ersten ganz getrennten Hafen anlegen.

Von diesem Project ging man indessen bald ab, und 1844 wurde der Bau des Bassin Joliette begonnen, das im Jahr 1857 vollendet und in Gebrauch genommen war. Damals wurde auch schon die Verlängerung des westlichen Damms nach Norden zu angeschüttet. Dieses Bassin umfaßt eine Fläche von 115 Morgen und die Tiefe darin ist meist selbst für die größten Schiffe überflüssig groß. Es hat auf der Südseite eine Mündung von 127 Fuß Weite, eine zweite auf der Nordseite ist nur halb so weit und durch eine zweiflügelige Drehbrücke überspannt. Eine dritte Mündung verband anfangs auf der Ostseite des Forts St. Jean noch dieses Bassin mit dem alten Hafen. Die Verbindung ist jedoch später eingegangen. Im Jahr 1857 war bereits, wie auch im Situationsplan angedeutet ist, der Canal durch eine Mauer gesperrt, und an jeder Seite derselben befand sich ein Trockendock, deren eines im neuen Bassin und das andre im alten Hafen seinen Eingang hatte. Beide Docks waren durch je ein Pontonthor geschlossen und eine Dampfmaschine, die neben der Mauer aufgestellt war, diente zum Auspumpen beider.

Das Bassin Joliette ist rings mit Kais umgeben. Auf dem nördlichen Abschlußdamm befinden sich Schuppen, die zum Theil unter Verschluss der Douane stehn. Der seeseitige Abschlußdamm tritt auf der Südseite bedeutend vor und dient dadurch zum Schutz des gemeinschaftlichen Vorhafens, in welchem die Schiffe vor Anker liegen. Die Erfahrung hat indessen gezeigt, daß dieser Liegeplatz bei westlichen Winden keineswegs sicher ist. Wiederholentlich sind Schiffe hier vor den Anker getrieben und am Felsufer gestrandet.

Auch dieses Bassin entsprach noch nicht dem Bedürfnis und

man überzeugte sich bald, daß namentlich mit Rücksicht auf die Eröffnung des Suez-Canals die Hafenanlage bedeutend vergrößert werden müsse. Das Fig. 191 in punktirten Linien dargestellte Project wurde am 25. Februar 1862 von der Handelskammer in Marseille genehmigt. Dasselbe ist seitdem theilweise zur Ausführung gekommen, dabei jedoch in mehrfacher Beziehung geändert. Die in nördlicher Richtung an das Bassin Joliette sich anschließenden vier Bassins sind mit manchen Aenderungen vollendet. In demjenigen, welches ursprünglich Bassin impérial heißen sollte, fehlt indessen die unmittelbare Verbindung mit der See. Darüber hinaus setzt sich der Hafendamm noch etwa 150 Ruthen weit fort und schützt hier einen zweiten Vorhafen. Bis zum Cap Pinède ist das Ufer in der angegebenen Linie hinausgeführt und mit Mauern eingefast, auch mit vortretenden Dämmen zum Löschen und Laden versehen, doch scheinen diese in andrer Weise angelegt zu sein, als die Zeichnung angiebt. Die im Halbkreis projectirten Trockendocks sind nicht zur Ausführung gekommen, dagegen hat man beim Verschütten des Ufers eine Wasserfläche offen gelassen, die einen kleinen Hafen zum Ausbessern der Schiffe bildet und die in das Bassin Napoleon mündet. Endlich ist der Wellenbrecher ganz fortgefallen. Daß aber bei der letzten Aenderung der Regierungsform in Frankreich auch die darauf bezüglichen Namen verändert sind, bedarf kaum der Erwähnung; die Bassins Napoleon und Imperial heißen jetzt Gare maritime und Bassin national.

Vor dem Bassin du Lazaret befindet sich, wie schon früher beabsichtigt wurde, ein ausgedehnter Bahnhof und die Geleise sind nicht nur auf der Ostseite der sämmtlichen Bassins, sondern nördlich vom Bassin d'Aréne auf einer Brücke auch auf den westlichen Seedamm hinübergeführt.

Der Hafen ist für die ankommenden Schiffe bei Tage durch die hohen Ufer und noch höheren Kuppen der Gebirge sehr deutlich markirt, während der Dunkelheit dienen dagegen verschiedene Feuer zur Orientirung. Der Schiffer erblickt zuerst den hohen Thurm auf dem Felsen Planier, der 8 Seemeilen südwestlich vom alten Hafen im offenen Meer liegt. Auf demselben brennt 128 Fufs über dem Spiegel der See ein Blickfeuer erster Ordnung, dessen Periode 30 Secunden beträgt. Es besteht seit 1802 und wurde 1829 mit dem dioptrischen Apparat versehen.



Ein zweites Feuer befindet sich östlich von den Inseln Pomégue und Ratoneau auf Chateau d' If, und steht auf einem isolirten Felsen. Dieses Feuer ist ein festes, vierter Ordnung und 67 Fufs über dem Spiegel der See. Seine Entfernung von der Mündung des alten Hafens mißt in gerader Linie etwas weniger, als 2 Seemeilen. Es ist erst 1863 eingerichtet.

Die Einfahrt in den neuen Vorhafen wird durch zwei Feuer bezeichnet, von denen das eine auf dem südlichen Kopf des Damms vor dem Bassin Joliette, und das andre auf der am weitesten vortretenden Ecke des gegenüberliegenden Ufers am Fufs der Anhöhe steht, worauf das kaiserliche Lustschloß erbaut ist. Das erste derselben ist ein festes rothes Feuer dritter Ordnung, 73 Fufs über dem Meer. Es wurde 1855 zuerst angezündet. Das zweite, Tête de More genannt, ist ein Blickfeuer vierter Ordnung, das in der Periode von je 3 Minuten einen starken Schein wirft, dem eine kurze vollständige Verfinsterung vorangeht und folgt. Es brennt seit 1837 und zwar in der Höhe von 60 Fufs über dem Seespiegel.

Ein fünftes Feuer befindet sich im Fort St. Jean unmittelbar an der nördlichen Seite der Mündung des alten Hafens. Es ist ein festes Feuer vierter Ordnung, 92 Fufs über Wasser und besteht schon seit 1745, während es 1840 mit einem verbesserten Apparat versehen wurde.

Die drei letzterwähnten Feuer sind in der Situations-Zeichnung angegeben und mit dem Buchstaben *L* bezeichnet. Außerdem wird die südliche Einfahrt in das Bassin Joliette noch zu beiden Seiten durch hellbrennende Laternen markirt.

Es wäre noch eine Anlage zu erwähnen, die zwar vorzugsweise im Interesse der Stadt zur Ausführung gekommen ist, von der jedoch auch die Schifffahrt den wesentlichsten Nutzen zieht. Sie betrifft das zur Versorgung der Schiffe erforderliche Wasser. In Marseille fehlte es bisher an solchem, die Bäche in der Nähe versiegten während der Dürre, die Brunnen gaben nur wenig und schlechtes Wasser und man sah sich daher vorzugsweise auf Cisternen beschränkt. Dieser Mangel ist ums Jahr 1847 durch eine Wasserleitung beseitigt, der sich in Rücksicht auf ihre Ausdehnung und die zu überwindenden Terrainschwierigkeiten nur wenige neuere an die Seite stellen. Von der Durance, die

noch 30 Meilen weiter aufwärts schiffbar ist, wird neben dem Städtchen Pertuis das Wasser entnommen und mit Verfolgung der Thäler auf weitem Umwege nach Marseille geleitet. Die Leitung, die man den Canal von Marseille nennt, mißt  $12\frac{1}{2}$  Deutsche Meilen, davon sind 2 Meilen unterirdisch. Das wichtigste Bauwerk ist dabei der Aquaduct von Roquefavour, der 1274 Fufs lang ist, und sich 258 Fufs über die Thalsohle erhebt. Oestlich von Marseille, neben dem botanischen Garten, befindet sich in bedeutender Höhe über der Stadt das übermauerte Sammelbassin, worin auch die Vorrichtungen zum Filtriren des Wassers angebracht sind, bevor dasselbe in die Leitungsröhren tritt. Der Erbauer der Wasserleitung ist der damalige Hafeningenieur Montricher.

## § 70.

## Schwimmende Wellenbrecher.

Indem die sämmtlichen bisher beschriebenen Hafendämme sehr kostbar, und bei mehreren derselben dennoch wesentliche Mängel unverkennbar sind, so erklärt es sich, dafs sowohl Ingenieure, wie Seeleute und selbst Personen, denen der Gegenstand ganz fremd war, mit mancherlei Erfindungen auftraten, wodurch sie denselben Zweck sicherer und mit geringeren Kosten zu erreichen hofften. Gewifs würde es sich nicht rechtfertigen, diese Vorschläge, soweit sie bekannt geworden sind, ausführlich zu beschreiben oder zu beurtheilen, aber dennoch dürfen dieselben nicht ganz mit Stillschweigen übergangen werden, weil sie zum Theil wirklich versucht worden sind, also bereits Erfahrungen darüber vorliegen, und sodann auch, weil dieselben Vorschläge sich immer aufs Neue zu wiederholen pflegen. Dazu kommt noch, dafs die Erfolge im Gebiet der Technik während der letzten Jahrzehnte kaum noch gestatten, irgend eine Idee als ganz verwerflich zu bezeichnen, da eine solche vielleicht bei sorgfältiger und wissenschaftlicher Behandlung zu wichtigen Resultaten führt.

Am 29. Juni 1860 beschlofs das Oberhaus des Englischen Parlaments, „es solle eine Special-Commission ernannt werden, um zu untersuchen, in wiefern es thunlich sei, die Schiffe längs der dortigen Küsten mehr zu schützen, als gegenwärtig, indem

eine Constructionsart für Wellenbrecher und Hafendämme eingeführt wird, die weniger kostbar und für manche Gegenden mehr geeignet ist, als das System der festen Mauern, das bisher üblich war. Ferner solle dieselbe sich auch darüber äufsern, ob ein solcher Plan zugleich für die Landes-Vertheidigung dienlich sei.“

Die Commission vernahm unter dem Vorsitz des Lord Somerhill während des Monats Juli in sieben Sitzungen sowohl diejenigen Personen, die neue Erfindungen gemacht hatten, als auch verschiedene Sachverständige, welche aufgefordert wurden, sich darüber auszusprechen. Die erstern waren, wie immer geschieht, von der Vortrefflichkeit und allgemeinen Nützlichkeit ihrer Erfindungen so innig überzeugt, daß sie jedes Bedenken dagegen zurückwiesen und das Mißglücken mancher bereits angestellten Versuche entweder in Abrede stellten oder es durch zufällige Umstände und oft sogar durch absichtliche fehlerhafte Ausführung und nachlässige Unterhaltung erklärten. Viel wichtiger sind die zum Theil sehr eingehenden und unbefangenen Aeußerungen der Sachverständigen, die im Allgemeinen sich gegen sämtliche Vorschläge aussprachen.

Der unter dem 2. August 1860 erstattete Bericht besagt, die Commission habe von den verschiedenen Vorschlägen, namentlich zu schwimmenden Wellenbrechern, die ihr mitgetheilt wären, Kenntniß genommen und darüber die Ansichten der Sachverständigen gehört, sie sei jedoch nicht im Stande, der Regierung die Ausführung irgend eines dieser Pläne zu empfehlen. Mit Rücksicht auf die sehr großen Kosten der bisher üblichen Constructions-Arten sei sie jedoch der Ansicht, daß die mäfsige Summe von 10 000 Pfund bewilligt werden möge, um zu versuchen, ob diejenigen Vorschläge, welche am meisten ein günstiges Resultat erwarten lassen, vielleicht zu Methoden führen, wonach mit geringern Kosten Menschen und Güter geschützt werden können.

In der folgenden Andeutung dieser verschiedenen Vorschläge müssen zunächst diejenigen erwähnt werden, welche sich auf schwimmende Wellenbrecher beziehn. Die hieher gehörigen Erfindungen sind aber unter sich wieder wesentlich verschieden. Bei einigen derselben soll die Wellenbewegung durch schwimmende Körper, die wenig eintauchen und nur wenig über die Oberfläche vorragen, gemäfsigt oder ganz aufgehoben

werden. Dafs dieselben die beabsichtigte Wirkung in gewissem Grade veranlassen, ist nicht in Abrede zu stellen, wie sich bereits aus der Untersuchung der Wellenbewegung ergab (§ 6). Die Wassertheilchen in der Oberfläche beschreiben die grössten kreisförmigen Bahnen, und wenn sie von festen Körpern theils zurückgehalten werden, und theils neben diesen vorbeistreichen, so vermindert sich ihre Geschwindigkeit, wodurch die vollständige Ausbildung der Wellen gestört wird. Haben die schwimmenden Körper nur geringe Ausdehnung, so dafs sie leicht der Bewegung der umgebenden Wassertheilchen folgen, so wird die Wirkung nur geringe bleiben. Letztere dürfte sich dagegen am vortheilhaftesten gestalten, wenn diese schwimmenden Körper in der Richtung der Bewegung der Wellen (also normal gegen den Kamm der Wellen) solche Breite haben, dafs sie von dem umgebenden Wasser zum Theil nach vorn und zum Theil rückwärts geschoben werden. Die Breite der Wellenbrecher müfste also dem halben Abstände zweier Wellenrücken gleich sein. Hierauf hat man gemeinhin nicht Rücksicht genommen, vielmehr legte man die Balken oder Cylinder in der Art, dafs sie dem Kamm der Wellen parallel gerichtet waren. Man glaubte bei dieser Anordnung eine gröfsere Oberfläche zu beruhigen, aber gerade dadurch wurde die Bewegung des Wassers am wenigsten gestört. Wenn der Capitän E. Belcher mittheilt, er habe in der Brandung vor der Africanischen Küste sein Schiff dadurch gerettet, dafs er aus langen Hölzern und Böten ein Flofs bildete und hinter dasselbe sein Schiff brachte, so hatte dieser einfache Wellenbrecher vielleicht eine solche Richtung, dafs er in der bezeichneten Art das Wasser beruhigte. Andererseits leidet es auch keinen Zweifel, dafs selbst kleinere schwimmende Körper, wenn sie in so grofser Anzahl vorhanden sind, dafs sie in weiter Ausdehnung die Oberfläche bedecken, gleichfalls eine auffallende Abstillung der See veranlassen. Wenn vor dem Ufer der Ostsee zerbrochenes Eis in der Breite von etwa 100 Ruthen und darüber liegt, wird der Wellenschlag in hohem Grade gemäfsigt. Man mufs dabei aber die Brandung von der regelmäfsigen Wellenbewegung oder der Dünnung unterscheiden. Letztere verschwindet nicht so bald, doch vermindert sich ihre Höhe, wenn sie unter einer gebrochenen Eisdecke fortläuft. Im offenen Wasser wird die Welle höher,

wenn sie eine Barre oder Untiefe antrifft, schwimmt auf der letztern dagegen zerbrochenes Eis und zwar in weiter Ausdehnung, so werden die Wellen oder die Dünung hier sogar niedriger, als im offenen Meer. Die Brandung hört dagegen jedesmal ganz auf, wenn das Wasser mit Eisklumpen dicht bedeckt ist. Selbst Fischernetze oder Segel, die auf der See treiben, verhindern die Brandung, und hiermit hängt auch die Wirkung des Oels zusammen, die schon Franklin beobachtete, und von der, wie oben mitgetheilt wurde, in früherer Zeit die Lootsen in Pillau Nutzen zogen.

In den erwähnten Commissions-Vernehmungen wurden sehr verschiedene Ansichten über die Wirkung der auf der Oberfläche schwimmenden Körper ausgesprochen. Der Hydrograph der Admiralität, J. Washington, bezeichnete dieselbe als ganz unbedeutend. Aus dem Log-Buch des Capitän M' Clintock wies er nach, daß in einer Eismasse, die etwa eine geographische Quadratmeile Ausdehnung hatte, die Dünung noch 5 Fufs und in der Nähe des offenen Wassers 10 Fufs mafs, während sie in dem letztern nur um  $3\frac{1}{2}$  Fufs gröfser war. Er sprach auch die Ansicht aus, daß die Abstillung in der sogenannten Sargassa-See, oder in dem von dem Golfstrom rings umflossenen Theil des Atlantischen Oceans, nicht die Wirkung des daselbst schwimmenden Seetangs sei, sondern allein davon herrühre, daß hier mit seltenen Ausnahmen immer Windstille herrsche. Endlich meinte er, daß ausgeworfene Netze und Hölzer kleinen Fahrzeugen und namentlich Fischerböten wohl einigen Schutz gewähren könnten, wenn sie trieben, nicht aber, wenn sie, wie beim schwimmenden Wellenbrecher der Fall ist, vor Anker lägen. Diese letzte Auffassung dürfte wohl zweifelhaft sein, da die Wellenbewegung durch frei schwimmende Körper doch nicht in gröfserm Maafse geschwächt werden kann, als wenn sie durch Anker gehalten werden. Gewifs darf man nicht von einzelnen flachen Schwimmern bedeutende Wirkung erwarten, wie auch die Versuche dieser Art zu keinen merklichen Resultaten geführt haben.

Der Admiral Tayler sagte aus, er habe schwimmende Wellenbrecher in Ciotat und Brighton ausgelegt, sie auch für Havre empfohlen. In Bezug auf diesen letzten Hafen habe Arago sich sehr dringend für die Ausführung ausgesprochen und erklärt, daß

dieses Princip eine neue Aera des Hafenbaues eröffne. Die schwimmenden Wellenbrecher vor Ciotat sind nicht nur wirklich ausgeführt, sondern haben auch einige Jahre in der See gelegen. Die nähere Beschreibung derselben dürfte sich hier nach rechtfertigen.

Taylor theilte mit, er habe daselbst vierzehn Stück ausgelegt. Sie hätten 6 Fufs über das Wasser heraufgereicht, während ihre Kiele 18 Fufs darunter sich befanden. Zwei Jahre hindurch hätten sie gelegen und vor der Hafenmündung auffallend ruhiges Wasser erzeugt. Beim Ausbruch der Revolution im Jahr 1848 habe man das Werft von Mackenzie in Ciotat zerstören wollen, und zu diesem Zweck die Wellenbrecher zerschlagen und verbrannt. Washington dagegen theilte mit, er habe bei der Französischen Admiralität über die Wirkung der Tayler'schen Wellenbrecher Erkundigungen eingezogen und erfahren, dafs im Havre niemals damit ein Versuch gemacht sei. In Ciotat habe Capitän Tayler als Entrepreneur die Wellenbrecher in den Jahren 1846 und 1847 erbaut und dafür 272 500 Franks erhalten. Sie seien jedoch fortwährend in Unordnung gewesen. Die Localbeamten hätten im November 1849 geklagt, dafs diese massenhaften Körper weder die nöthige Festigkeit besäfsen, noch auch gehörig schwimmen, und in der richtigen Lage nicht erhalten werden könnten. Sie schützten nicht den Hafen, sondern bedrohten ihn sogar. Ihre Beseitigung sei dringend geboten. Am 10. April 1850 sei daher ihre Entfernung angeordnet.

Bei meiner Anwesenheit in Ciotat im Jahr 1857 theilte mir der dortige Hafenmeister, während dessen Dienstzeit der Versuch gemacht war, hierüber Folgendes mit. 1846 habe man 12 Stück dieser Wellenbrecher ausgelegt. Jeder sei 20 Meter lang gewesen. Beim nächsten Sturm habe sich schon gezeigt, dafs sie den Wellenschlag gar nicht mäfsigten, doch hätten die Anker gleich nachgegeben, einzelne Ketten seien gebrochen. Sie wären daher verrieben und dabei gegen einander gestofsen und zum Theil auf den Strand geworfen. Man habe sie indessen in Stand gesetzt und im Frühjahr 1847 sie wieder in vorgeschriebner Art ausgelegt. Die Holzverbindungen hätten sich indessen immer mehr gelockert, auch habe der Wurm die einzelnen Balken zerstört, so dafs diese vielfach zerbrachen. Die Reparaturen seien immer

schwieriger geworden, woher nach einigen Jahren davon abgestanden und sie ganz beseitigt werden mußten.

Die Beschreibung, welche der Hafenmeister von der Construction machte, war nicht klar. Nachdem jedoch in neuerer Zeit sowohl Bouniceau, als auch Barret in leichten Skizzen die Anordnung dargestellt haben, ist diese in den Figuren 252 und 253 auf Taf. XLV wiedergegeben.

Der einzelne Wellenbrecher bestand, wie Fig. 252 *a*, *b* und *c* in der Seitenansicht, im Querschnitt und in der Ansicht von oben zeigen, aus einem vierseitigen Prisma, an das auf beiden Enden vierseitige Pyramiden sich anschlossen. Die sämtlichen Seitenwände bestanden aus Balkenrosten. In der scharfen untern Kante des Prismas mußte wohl Ballast eingebracht gewesen sein, weil das Prisma sich sonst flach auf das Wasser gelegt hätte.

Diese Wellenbrecher wurden in zwei Reihen hinter einander so verankert, daß sie gegenseitig die Zwischenräume deckten, wie Fig. 253 zeigt. Indem sie aber auf den Breitseiten dem Stofs der Wellen ausgesetzt waren, so war eine sehr feste Verankerung nothwendig. Zu diesem Zweck hatte man zunächst unter jede Reihe eine schwere Kette ausgelegt, die nicht nur an jedem Ende durch zwei Anker, sondern außerdem noch durch einige in den Grund getriebene und tief abgeschnittene Pfähle gehalten wurde. An diese Kette war jedes Stück mit sechs Ketten verbunden, wie Fig. 252 *a* und *b* zeigt, nämlich an den Spitzen durch zwei schräge und ohnfern der Endflächen der Prismen noch durch vier steil herabreichende. Außerdem waren seeseitig an jedes Stück noch zwei Ketten befestigt, die in einiger Entfernung unter sich und mit einer stärkern Kette verbunden waren, welche letztere von einem schweren Anker gehalten wurde.

Fragt man, ob diese Wellenbrecher, wenn sie auch hinreichend befestigt gewesen wären, den Wellenschlag wesentlich gemäsiget haben würden, so läßt sich eine solche Erwartung nicht begründen. Die hohen Prismen schwammen jedenfalls so frei, daß sie dem Stofs des Wassers in gewissen Grenzen folgen konnten. In der Nähe der Oberfläche ist dieser Stofs viel stärker, als weiter abwärts. Sie neigten sich, oder schwangen von einer Seite zur andern und übertrugen daher die Bewegung, die ihnen vorn mitgetheilt wurde, auf das dahinter befindliche Wasser.

Dieses mußte also nahe in dieselben Schwingungen, wie jenes, versetzt werden, und ihre Wirkung konnte nicht bedeutend sein.

Ueber den in Brighton angestellten Versuch wußte Washington wenig Auskunft zu geben. Er habe den Bau hier gesehen, und meinte, er sei ans Ufer getrieben. Dafs derselbe die beabsichtigte Abstillung des Wassers veranlaßt habe, ergibt sich auch nicht aus den sonstigen Vernehmungen.

Aehnlich dem erwähnten Wellenbrecher ist derjenige, den der Major Grove erfand und versuchsweise um das Jahr 1840 vor Dover auslegte. Derselbe bestand aus einem eisernen an beiden Enden geschlossenen Cylinder von etwa 60 Fufs Länge und 9 Fufs Durchmesser, der horizontal auf dem Wasser schwamm. An denselben war ein starker eiserner Rechen befestigt, der unter den Cylinder hinabreichte und die hindurchtretenden Wellen zertheilte, oder wie J. Walker sich ausdrückte, das Wasser kämmte, und dadurch allerdings einigen Erfolg gehabt haben soll. Washington bestritt indessen das Letzte und meinte, die Abstillung sei nicht gröfser gewesen, als wenn ein Boot daselbst gelegen hätte. Grove hatte auf eigne Kosten diesen Wellenbrecher erbaut. Die Regierung gestattete den Versuch vor Dover und gab hierzu Anker und Ketten. Ein erfahrener Seemann führte die Verankerung aus. Nach dem ersten Sturm brachen jedoch die Ketten, und der Cylinder trieb ans Ufer. Er wurde noch zweimal ausgelegt, da er aber immer ins Treiben kam, so beseitigte man ihn nach kurzer Zeit.

Wesentlich verschieden von diesen Erfindungen ist diejenige, welche der Civilingenieur J. Macintosh empfahl. Eine dünne und breite flexible Decke, die er Wellendrucker (Wave represser) nannte, sollte auf dem Wasser schwimmen. Bei hinreichender Ausdehnung wird dieselbe, wie er meinte, den Wellenschlag aufheben, oder ihn in eine sanfte Dünung verwandeln, so dafs die Schiffe sicher dahinter liegen, während das Gegenstossen eines Schiffs ganz gefahrlos wird, auch Menschen sich auf diese Decke retten können. Vor Brighthon hatte Macintosh in dieser Art ein Gewebe aus Kokusfasern mit eingeflochtenem Kork ausgelegt, das 6 Ruthen lang und eben so breit war, und nach seiner Mittheilung hinter sich das Wasser beruhigte. Die Insecten verzehrten jedoch in kurzer Zeit diesen Wellenbrecher, und der



Versuch, ihn mit Creosot und aufgelöstem Arsenik zu tränken, hatte keinen Erfolg, da die Wellen beides ausspülten. Er meinte, man dürfe die Fäden nur mit Gummi-Elasticum tränken oder Guttapercha dafür nehmen, so würde jede Gefahr der Zerstörung beseitigt werden, und wenn man der Decke die Breite von 50 Yards oder 12 Ruthen gäbe, so würden die Schiffe vollkommen sicher dahinter liegen. Wenn das Gewebe 2 Zoll stark wäre, so könnten Menschen darauf bequem gehn und es hindre nichts, Rettungsböte auf solchem Wellenbrecher zu stationiren. Obwohl der Erfinder sich erbot, auf eigne Kosten einen Versuch dieser Art zu machen und nur Anker und Taue zur Befestigung der Decke von der Regierung zu erhalten wünschte, so unterstützte die Commission doch nicht diesen Vorschlag.

Der Admiral Sartorius empfahl eine ähnliche flexible Decke. Die meisten schwimmenden Wellenbrecher wären, wie er meinte, insofern sehr gefährlich, als sie wenig über das Wasser vorträten und daher in der Dunkelheit nicht gesehn würden. Schiffe könnten leicht dagegenstossen. Er wollte daher an gewöhnlichen Buoyen ein dicht geflochtenes Netz aus solchem Tauwerk, das auf dem Wasser schwimmt, befestigen. Dasselbe sollte, wie große Massen Seegras wirken, also theils den Wellenschlag mäfsigen, theils aber auch das Darüberfahren der Schiffe nicht hindern. Auch dieser Vorschlag fand nicht Beifall.

Die Commission behandelte mit größerer Aufmerksamkeit allein den keilförmigen schwimmenden Wellenbrecher des Captain Sleigh, den derselbe schwimmender Strand nannte. Schon in den Vernehmungen, welche das Parlament 1859 über Sicherheitshäfen veranlafte, war von dieser Erfindung die Rede gewesen, und es wurde damals erwähnt, daß eine Vorrichtung dieser Art vor den Hafen Lowestoft gelegt sei, um im Schutz derselben die neuen Molen auszuführen. Ein solcher Wellenbrecher hatte auch wirklich während der ganzen Bauzeit, nämlich 18 Monate hindurch, vor seinen Ankern gelegen, und nach der Mittheilung von Sleigh sollen auch die Ingenieure, welche den Bau leiteten, erklärt haben, daß letzterer nicht würde auszuführen gewesen sein, wenn dieses Floß nicht so wirksam den Wellenschlag gemäfsigt hätte. Diese Angaben wurden freilich weder in den früheren noch in den späteren Vernehmungen sicher

festgestellt, doch erhob sich von keiner Seite ein Widerspruch dagegen, und sonach scheint in der That eine Erfahrung vorzuliegen, welche beweist, daß ein schwimmender Wellenbrecher nicht nur während heftiger Stürme vor den Ankern gelegen, sondern daß er auch den beabsichtigten Zweck in merklichem Grad erfüllt hat.

Dieser Wellenbrecher besteht in einem aus Holz gezimmerten Floß, dessen Querschnitt ein rechtwinkliges Dreieck bildet. Die längere Kathete ist der Boden und dieser schwimmt horizontal, etwa 10 Fufs unter der Oberfläche des Wassers. Die kürzere senkrechte Kathete ist dem zu schützenden Ufer zugekehrt und erhebt sich 10 bis 12 Fufs über das Wasser. Ihre Länge beträgt daher 20 bis 22 Fufs. Die Hypotenuse ist seewärts unter einem Winkel von 12 bis 15 Graden gegen den Horizont geneigt. Die obere Fläche des Wellenbrechers, die durch die Hypotenuse beschrieben wird, bildet einen ebenen Boden, der mit 4zölligen Bohlen bekleidet ist, und derselbe stellt den künstlichen Strand dar, auf den die Wellen auflaufen, ohne irgend wo Widerstand zu finden, also ohne Gelegenheit, zerstörende Wirkungen zu äußern. Die Breite des Floßes mißt nach Vorstehendem 75 bis 104 Fufs.

Beim Hafenaufbau in Lowestoft war die geringere Höhe und der grössere Neigungswinkel gewählt, später entschied sich aber der Erfinder dafür, die erstere zu vergrößern und den letztern zu verkleinern. Er wollte auch jedem Floß die Länge von 200 Fufs geben, dieselbe scheint bei Lowestoft viel geringer gewesen zu sein. Sleigh liefs sich auf diese Wellenbrecher ein Patent geben, doch ist, soviel bekannt, kein weiterer Gebrauch davon gemacht. In Hastings war man dazu zwar geneigt, und in der Erwartung, daß die dortige Hafenverwaltung ihre Zusage halten würde, erbaute Sleigh auf eigne Kosten und zwar auf der Themse drei solche Wellenbrecher, jeden von 200 Fufs Länge. Es entstanden jedoch wegen der zu erhebenden Hafengelder Zweifel, und es stellte sich heraus, daß nur für feste Piers, aber nicht für schwimmende Wellenbrecher gesetzlich Hafengelder erhoben werden dürften. Hierauf wurde die Annahme der nicht nach festen Contracten bestellten Floße verweigert. Später erbaute derselbe noch für Folkestone drei andre Wellenbrecher, jedoch nur von 80 Fufs Länge, deren Annahme zur Zeit seiner Vernehmung gleichfalls

zweifelhaft war. Er beantragte wiederholentlich bei der Regierung die versuchsweise Auslegung seiner Flöße, indem er den laufenden Yard für 35 Liv. Strl. darstellen wollte, während die Verankerung auf 100 Yards noch 375 Liv. kosten würde. Alle vorstehend angegebenen Maafse sind Englische, hiernach würde der laufende Rheinländische Fufs im Ganzen  $91\frac{1}{3}$  Thlr. kosten.

Ueber die Wirksamkeit dieser Wellenbrecher und über die Möglichkeit, dieselben sicher zu verankern, fanden sehr ausführliche Vernehmungen statt. Sleigh selbst ging von einem sehr einfachen Raisonnement aus. Er sagte, sein Wellenbrecher, dessen Breite gröfser sei, als die Entfernung zweier Wellenscheitel, liege ganz ruhig, da das Wasser ihn theils vor, theils rückwärts treibe. Aufserdem setze sich unter ihm die Wellenbewegung nicht fort, wovon er sich durch den Augenschein überzeugt haben wollte. Er gab jedoch nicht an, in welcher Weise er diese Ueberzeugung gewonnen habe. Dieser künstliche Strand erhebe sich, wie er ferner sagte, so hoch, dafs keine Welle hinüberschlage. Aus diesem Grund bilde sich dahinter ruhiges Wasser, und erst in weitem Abstände könne der übertretende Wind neue Wellen erzeugen. In der letzten Beziehung schrieb er aber seinem Wellenbrecher noch einen ganz besondern Vorzug vor allen übrigen zu. Er meinte nämlich, dafs der über die flach ansteigende Fläche hinstreichende Wind seine horizontale Richtung verlassen und unter demselben Winkel aufwärts ansteigen werde, so dafs die dahinter liegenden Schiffe nicht nur dem Wellenschlag, sondern auch dem Druck des Windes entzogen würden.

Was die Möglichkeit des sichern Ankerns betrifft, so meinte Sleigh, dafs dieses gar keine Schwierigkeit bieten könne. Die Zerlegung der Kräfte zeige, dafs die Oberfläche des Wellenbrechers in normaler Richtung nur den fünften Theil des Drucks oder Stofses der Welle erfährt, und von diesem wieder nur der fünfte Theil auf eine horizontale Verschiebung wirkt. Sleigh meinte ferner, dafs der Wellenbrecher von der Strömung, die immer der Küste parallel gerichtet sei, nicht stark afficirt werden würde, da diese ihn nur von der schmalen Seite treffe.

James Walker äufserte, dafs unter allen schwimmenden Wellenbrechern dieser noch am meisten einigen Erfolg verspreche. Dagegen war Coode und eben so auch Washington ganz entgegen-

gesetzter Ansicht, weil die auf eine schräge Fläche auflaufende Welle die fortschreitende Bewegung der ganzen Wassermasse mittheile und erfahrungsmäßig die größten Zerstörungen veranlasse, die auch in diesem Fall nicht fehlen würden. Beide hielten einen schwimmenden Wellenbrecher mit verticaler Vorderfläche für zweckmäßiger, indem solche Fläche nur dem Stofs der schwingenden Welle ausgesetzt wäre, der ungleich schwächer sei.

Diese Auffassung ist wohl in sofern nicht richtig, als jene zerstörenden Wirkungen der fortschreitenden Welle nur auf Gegenstände ausgeübt werden können, welche ihrer Bewegung entgegen treten. Auf dem geneigten ebenen Bohlenboden giebt es solche nicht, woher diese Art der Wirkung hier auch nicht zu besorgen ist. Meines Erachtens dürfte aber dieser Boden, wenn er auch bis 12 Fufs über den Wasserspiegel ansteigt, sich noch nicht hoch genug erheben, um hohe Wellen nicht übertreten zu lassen, und wenn ein großer Theil jeder Welle überstürzt, so wird sich dadurch der Wellenschlag noch über das Flofs hinaus fortsetzen, wie dieses im Swinemünder Hafen und in allen unsern Häfen geschah, ehe die Molen mit steilen Brustmauern versehen waren. Sodann ist auch zweifelhaft, ob der Wellenbrecher bei hohem Seegange wirklich ohne Bewegung bleibt, und ob er nicht vielmehr dem Wellenschlag entsprechend um seine Längsachse schwingt. Dieses ist um so wahrscheinlicher, als die Belastung durch das aufgetriebene Wasser sich stets verändert. Sollte er aber Schwingungen dieser Art machen, so würden dieselben den Wellenschlag weiter fortsetzen. Nichts desto weniger dürfte allerdings eine bedeutende Schwächung der Wellen hinter einem hinreichend langen Flofs dieser Art zu erwarten sein. Dafs dasselbe auch den Wind aus der horizontalen Richtung ablenkt, ist dagegen augenscheinlich eine übertriebene Erwartung.

Es mag erwähnt werden, dafs im Jahr 1840 ein Englischer Geistlicher der Preussischen Regierung die ähnliche Erfindung eines Wellenbrechers anbot. Ein Unterschied gegen den vorstehend beschriebenen bestand darin, dafs keine scharfe Kante der See zugekehrt war, vielmehr die schräge Fläche sich auch auf der vordern Seite an eine lothrecht stehende Wand anschlofs, die ganz unter Wasser bleiben sollte, die also gewifs einem starken Stofs ausgesetzt war. In eigenthümlicher Weise wollte der Er-

finder die Verbindung der Balken durch Bolzen und Schrauben möglichst beschränken und dafür vorzugsweise den damals vielfach empfohlenen Seeleim (marine glue) verwenden. Der Ankauf der Erfindung wurde nach der Besichtigung des etwa 6 Fufs langen und sauber bearbeiteten Modells abgelehnt.

Auf einen Wellenbrecher, der gleichfalls eine geneigte Ebene bildet, die jedoch unter dem Winkel von 45 Graden gegen den Horizont ansteigt, hatte im Jahre 1846 P. Borrie ein Patent genommen. \*) Der Apparat hatte nur eine geringe Breite und mußte deshalb durch weite eiserne Röhren und durch angebrachte schwere Gewichte in seiner Stellung erhalten werden. Er bot den Wellen eine viel gröfsere Stofsfläche, als jener. Zur Ausführung ist er wohl nie gekommen, von der Commission geschah desselben auch gar keine Erwähnung.

Der Vorschlag des General-Major Patrick Yule, die Wellenbewegung durch einige hundert kupferne Röhren von 20 Fufs Länge und 6 Zoll Durchmesser aufzuheben, die an Steinen so geankert sind, dafs sie in Abständen von 3 bis 5 Fufs neben einander senkrecht schwimmen, wurde von der Commission nicht weiter beachtet, obwohl der Erfinder erwähnte, dafs ein Versuch mit 20 bis 30 Röhren dieser Art vor dem Hafen Portobello in der Nähe von Edinburgh bei einer Wassertiefe von 9 Fufs sehr günstige Resultate ergeben habe.

In gleicher Weise wurde auch die Vernehmung des Civilingenieur Kershaw nur auf wenige Fragen beschränkt, dessen Erfindung mit der vorstehenden einige Aehnlichkeit hatte. Derselbe wollte jedoch die Röhren unter sich verbinden, so dafs sie einen aufrecht schwimmenden Rechen bildeten. Die Röhren, aus Gußeisen bestehend, sollten 3 Fufs Durchmesser haben und eben so weite Zwischenräume zwischen sich lassen.

Bei allen schwimmenden Wellenbrechern ist die sichere Befestigung derselben ein überaus wichtiger Umstand, denn wenn sie auch wirklich den Wellenschlag so mäfsigen, dafs Schiffe dahinter ankern können, so werden letztere dennoch der äufsersten Gefahr ausgesetzt, wenn vielleicht bei zunehmendem Sturm der Wellenbrecher selbst von seinen Ankern gelöst wird. Die Schiffe

\*) Civil Engineer and Architect's Journal. 1847. pag. 248.

werden alsdann weder schnell genug unter Segel kommen und ihm ausweichen, noch auch, wenn dieses gelingen sollte, das hohe Meer gewinnen können. Andererseits ist aber ihr Untergang auch unvermeidlich, wenn der Wellenbrecher gegen sie treibt und sie vor sich auf den Strand setzt. Eine sichere Verankerung bleibt daher die Hauptbedingung für alle Anlagen dieser Art. Ohne dieselbe können sie Unglücksfälle nicht verhüten, vielmehr nur befördern, und die Vorsicht in dieser Beziehung ist um so mehr geboten, als beinahe in allen Fällen, wo man schwimmende Wellenbrecher versuchte, ihre Ankerung sich als unhaltbar erwies und sie ans Ufer trieben. Vergleicht man sie mit einem vor Anker liegenden Schiff, so kann diese Erfahrung nicht befremden. Die Wellen bewegen sich in der Richtung des Windes, und letztere bedingt auch die Lage des Schiffs. Das Schiff wird daher an der vordern Seite von den Wellen getroffen, und hier hat es diejenige Form erhalten, wobei der Widerstand des Wassers, den es bei der Fahrt überwinden muß, am geringsten wird. Sonach ist auch der Stofs der Wellen ohne Vergleich viel mäfsiger, als wenn die Wellen das Schiff von der Seite treffen sollten. Letzteres geschieht allerdings zuweilen, nämlich wenn der Wind sich ändert, und in diesem Fall ist die äufserste Vorsicht erforderlich, um das Brechen des Ankertaues oder der Kette zu verhindern. Glücklicher Weise pflegen die Wellen meist nach kurzer Zwischenzeit der veränderten Richtung des Windes wieder zu folgen, und sonach dauert bei den im Sturm ankernden Schiffen jenes ungünstige Verhältnifs nicht lange. Ganz anders ist es aber bei den Wellenbrechern, die gerade in dem Fall, wenn der Wind gegen das Ufer steht, also die Schiffe am meisten des Schutzes bedürfen, mit ihrer Langseite dem vollen Angriff des Windes und der Wellen ausgesetzt sind.

Was den Stofs der Wellen betrifft, so muß man darauf Rücksicht nehmen, daß man zur möglichsten Erleichterung, und um nicht unverhältnißmäfsig lange Ketten verwenden zu dürfen, wohl niemals die Wellenbrecher auf sehr tiefes Wasser legen, vielmehr sie immer so weit der Küste nähern wird, daß dahinter nur so eben der nöthige Raum frei bleibt, in welchem die zu schützenden Schiffe sicher liegen können. Die Wellenbrecher befinden sich also an Stellen, wo die Wellen nicht mehr, wie auf sehr tiefem

Wasser, regelmäfsig schwingen, vielmehr haben sie in Folge des ansteigenden Grundes schon eine gewisse fortschreitende Bewegung in ihrer ganzen Masse angenommen. Sie stofsen daher das Floss viel stärker, als im offenen Meer geschehn würde, auch bleiben die Ankerketten nicht immer gleichmäfsig gespannt, wie dieses bei einem constanten Druck der Fall wäre. Ohne Zweifel wird der Wellenbrecher eben so, wie ein vor Anker liegendes Schiff, nachdem er vom Stofs zurückgetrieben war, sich wieder gegen den Wind bewegen. Die Ankerkette sinkt alsdann herab und die folgende Welle stöfst zunächst das Fahrzeug wieder fort, wobei die Kette sich hebt und spannt. Sollte der Stofs den Wellenbrecher treffen, während die Kette noch gespannt ist, so tritt eine viel gröfsere Gefahr ein, und diese wird um so bedeutender, je gröfser die Stofsfläche ist.

In der Anordnung des keilförmigen Wellenbrechers wurde von mehreren Seeleuten und Ingenieuren, welche die Commission befragte, eine Aehnlichkeit mit einem scharf gebauten Schiff gefunden, und hierauf begründete sich die Ansicht, dafs ein solcher Apparat ziemlich sicher vor Anker gelegt werden könne. Nichts desto weniger machten Washington und Coode darauf aufmerksam, dafs ohnerachtet bei Leuchtschiffen alle drei Jahre die Ketten erneuert werden, dieselben dennoch nicht selten brechen und diese Schiffe alsdann vertreiben. Die volle Sicherheit beim Ankern dieses Wellenbrechers wurde daher nicht von allen Sachverständigen zugegeben.

In dieser Beziehung mufs noch die Aussage von G. W. Lenox mitgetheilt werden. Derselbe war mit Brown associirt gewesen und hatte, wie er angab, 40 Jahre hindurch für alle Welt Anker und Ketten geliefert. Er war der Ansicht, dafs jeder Körper, wenn er auch noch so grofs und unförmlich sei, sich sicher durch Anker halten lasse, vorausgesetzt, dafs Anker und Ketten in den erforderlichen Dimensionen und mit der nöthigen Sorgfalt angefertigt wären. Den mehrfach gemachten Vorschlag, die Anzahl der Anker und Ketten der Sicherheit wegen zu vergrößern, hielt er für unangemessen, weil solche nicht gleichmäfsig zur Wirksamkeit kommen, und sonach eine Kette nach der andern bricht. Man müsse die ganze Kraft auf eine einzige, hinreichend starke Kette wirken lassen. Für die Stärke der Ketten gäbe es keine

Grenze, er habe vor Kurzem für das königliche Arsenal in Malta eine Kette aus Stabeisen von  $4\frac{1}{2}$  Zoll Durchmesser geliefert. Die Vergänglichkeit des Eisens im Seewasser und auf dem Meeresgrund sei nicht so groß, als man gewöhnlich annehme, nur müsse man dafür sorgen, daß es nirgend mit Kupfer in Berührung komme. Das drei Viertel zöllige Eisen leide im Canal während 5 Jahre nur sehr wenig, doch sei es vortheilhaft, es alle 2 oder 3 Jahre durch einen Taucher untersuchen zu lassen. Die Ketten an sich brechen übrigens viel weniger, als deren Verbindung mit dem Anker, die oft sehr sorglos ausgeführt werde. So strandete der Wellenbrecher von Brighton allein aus dem Grund, weil der Bolzen, der diese Verbindung darstellte, sich gelöst hatte.

Wiederholentlich wurde die Frage gestellt, welche Dauer die schwimmenden Wellenbrecher haben würden, wenn man sie gegen äußere Beschädigungen sichern könnte. Die Antwort war gewöhnlich, daß eine sehr lange Dauer in Aussicht stehe. Sleigh sagte, das Holz werde bei Schiffen nicht früher schadhaft, als etwa nach 25 Jahren. Dieser Vergleich würde passend sein, wenn die Verbandstücke des Wellenbrechers gleichfalls aus gesundem Eichenholz beständen, und wenn auf die Unterhaltung derselben und namentlich auf den Anstrich der über Wasser liegenden Theile eben so große Vorsicht, wie bei Schiffen verwendet, und außerdem auch für den Zutritt der frischen Luft gesorgt würde.

Endlich wäre noch zu erwähnen, daß vielfach ein Vorzug der schwimmenden Wellenbrecher darin gefunden wurde, daß sie nicht, wie gewöhnliche Hafendämme, die Durchströmung verhindern, sondern solche unter ihnen ungehindert erfolgen kann. Hierdurch sollte, wie man meinte, die Verflachung des durch sie geschützten Hafenbassins oder der Rhede verhindert werden. Wie wenig ein solcher Erfolg zu erwarten, ist bereits § 48 ausführlich erörtert. Dennoch wurde dieser vermeintliche Vorzug mehrfach zur Sprache gebracht und verschiedene feste Wellenbrecher empfohlen, die in der Tiefe mit Oeffnungen versehen sein sollten.

In diesem Sinn erklärte der Ingenieur Wells, er schraube gewalzte eiserne Pfähle von 6 bis 8 Zoll Durchmesser, die unten mit der Schraube von Mitchell versehen sind, in 10 bis



16 Fufs Entfernung von einander in den Grund und bilde in solcher Art drei Pfahlreihen, die oben durch eiserne Balken, wie durch Holme und Zangen nach der Länge und Quere verbunden sind und sich dadurch gegenseitig unterstützen. Sie reichen bis 15 Fufs über das niedrigste Wasser. In der äufsern, oder in der der See zugekehrten Reihe sind alle Pfähle mit Nuthen versehen, die bis 12 Fufs unter das niedrigste Wasser herabreichen, und in diese schiebt man horizontale starke Hölzer ein, die also eine dichte Wand von 27 Fufs Höhe bilden. Eine feste Laufbrücke vollendet den ganzen Bau. Solche Dämme habe er theils in einigen kleineren Schottischen Häfen, theils auch bei Panama ausgeführt, und die 19jährige Erfahrung an Leuchtthürmen beweise, dafs eiserne Pfähle sich im Seewasser unversehrt erhalten. Er lasse dieselben aus Bündeleisen walzen und, während sie noch glühend sind, durch aufgegossenes Wasser schnell abkühlen, wodurch ihre Oberfläche der Einwirkung des Seewassers ganz entzogen werde. Bei dem Bau eines Hafendamms vor Madras, den er auf Kosten der Regierung ausführe, müsse er Pfähle von über 60 Fufs Länge anwenden. Dieselben werden aus zwei Stücken zusammengesetzt, da er sie nur in Längen von höchstens 44 Fufs darstellen könne. Die Zusammensetzung erfolge durch vernietete Bolzen. Die Ausführung eines solchen Baues sei sehr bequem, da man von der Laufbrücke aus vor derselben die Pfähle einsetzen und einschrauben könne, ohne von der Witterung und dem Wellenschlag abhängig zu sein. Bei dem Mangel an geeigneten Arbeitern in Madras erfolge das Setzen und Einschrauben der Pfähle mittelst Dampfkraft. Ein großes gezahntes Rad werde auf den Kopf des Pfahls gesteckt und in dieses greife ein Getriebe ein, welches die Maschine in Bewegung setzt. Das Einschrauben eines Pfahls erfolge in  $3\frac{1}{2}$  Stunden. Der laufende Fufs dieses Damms koste 55 Pfund oder der Rheinländische Fufs 390 Thaler.

Sodann brachte der Hydrograph der Admiralität E. K. Calverden von ihm erfundenen Wellenschirm (wave screen) wieder zur Sprache, von dem bereits § 33 die Rede war. Er erklärte die Construction desselben, ohne jedoch mitzutheilen, dafs derselbe irgendwo bereits versucht sei.

Unter den vernommenen Personen befand sich auch ein Geistlicher Namens F. Glover, der gleichfalls eine Erfindung

gemacht hatte. Seine Absicht ging dahin, die Barre vor einem schiffbaren Fluss so zu erhöhen, daß sie sich von selbst zum Hafendamm oder Wellenbrecher ausbildet, und dadurch der in eine schmale Rinne eingeschlossene Strom gezwungen wird, diese offen zu erhalten. Glover sagte, er habe gesehen, wie man in den Niederlanden und in Belgien durch Strauchzäune die Watten erhöhe, und in gleicher Weise könne dieses auch durch starke, durchsichtige Holzverzimmerungen, die mit Schraubenpfählen an den Grund befestigt werden, mit den Barren geschehn.

Endlich empfahl noch der Ingenieur J. Abernethy die von Coode bei Bridport gewählte Constructionsart, nämlich die Stein-schüttung zwischen schließenden Pfahlwänden dadurch dauerhaft und sogar unvergänglich zu machen, daß man, sobald das Holz seine Festigkeit verliert, dasselbe durch Mauern umschließt.

Die zuletzt erwähnten Vorschläge und Erfindungen gehören freilich nicht hieher, da sie sich nicht auf schwimmende Wellenbrecher beziehen, nichts desto weniger schien es angemessen, die sämtlichen in dieser Commissions-Verhandlung zur Sprache gebrachten Anordnungen und Constructionen mit wenig Worten zusammenzustellen.

---

Neunter Abschnitt.

---

## Schiffahrts-Canäle zwischen zwei Meeren.



## § 71.

## Aeltere Canäle.

Die Canäle, welche die schiffbare Verbindung zwischen zwei Meeren darstellen, die oft interoceanische Canäle sind, gehören mit Ausnahme der beiderseitigen Häfen zwar nicht zu den Seebauten, bei ihrer innigen Beziehung zur Seeschifffahrt dürfen sie indessen hier nicht mit Stillschweigen übergangen werden, und dieses um so weniger, als in neuester Zeit durch einen solchen ein viel näherer Weg nach Ostindien eröffnet ist, auch zu erwarten steht, daß in einigen Jahrzehnten ein solcher den Atlantischen mit dem Stillen Ocean verbinden wird.

Einige kleinere Canäle dieser Art waren bisher schon in Europa ausgeführt, die aber ohnerachtet der wesentlichen Abkürzung des Wegs, und obgleich ihre Befahrung vollkommen sicher war, dennoch nur wenig benutzt wurden.

Der Schleswig-Holsteinsche oder der Eider-Canal, 1777 bis 1785 erbaut, der die Kieler Bucht mit der obern Eider bei Rendsburg verbindet, kann von Schiffen bis zu 10 Fufs Tiefgang befahren werden, doch geschieht dieses nur selten, und meist nur, wenn die Abgangs- oder Bestimmungsorte in der Nähe liegen. Als ich in Pillau angestellt war, zog ich hierüber stets Erkundigungen ein, und es ergab sich, daß im Sommer keins der daselbst ankommenden Schiffe durch den Canal gegangen war, nur im Spätherbst wählten einige Niederländer und Ostfriesen diesen Weg, deren Familie die ganze Bemannung bildete, wobei also die längere Dauer der Fahrt keine Mehrkosten veranlafste.

In neuerer Zeit beabsichtigte man einen für die größten Seeschiffe fahrbaren Canal zwischen der Ostsee und der Nordsee zu erbauen. Die politische Bedeutung eines solchen ist gewiß nicht

in Abrede zu stellen, man erwartete aber auch, daß die Handelsschiffe diesen kürzern Weg dem durch den Sund und das Kattegatt vorziehen würden, wo die Schifffahrt allerdings mit manchen Gefahren verbunden ist. Um Letzteres durch statistische Angaben zu begründen, sind Listen publicirt worden, welche nachweisen, wie viel Schiffe zwischen den Dänischen Inseln oder im Kattegatt jährlich stranden. Diese Verluste sind freilich bedeutend, aber mit Verwunderung bemerkt man, daß die verunglückten Schiffe grosentheils solche sind, die zur Vermeidung der Gefahr den bestehenden Holsteinschen Canal hätten benutzen können.

Fragt man, warum die Gefahr nicht in dieser Weise vermieden wurde, so liegt die Antwort sehr nahe, wenn man den Betrieb der Seeschifffahrt näher ins Auge faßt. Ein Schiff kann keineswegs so leicht einen Hafen anlaufen, wie ein Wagen auf der Landstrasse in den Hof eines Gasthauses einfährt. Das Einsegeln in den Hafen ist jederzeit mit Zeitverlust, Kosten und meist auch mit gewissen Gefahren verbunden, die oft bedeutender, als in der offenen See sind. Was den Zeitverlust betrifft, so erklärt sich dieser zum Theil durch den nothwendigen Aufenthalt beim Einbringen, Verholen und Ausgehn und in den Verhandlungen mit den Hafenbehörden, vorzugsweise aber dadurch, daß ein günstiger Wind zum Ausgehn abgewartet werden muß. Die Kosten beziehn sich auf Hafengelder, Lootsengeld und andre festgestellte Abgaben, so wie auch auf die Löhnung der beim Aus- und Einbringen nöthigen Hülfmannschaften, während der Lohn und die Beköstigung der Schiffsmannschaft in der Zeit, wo das Schiff im Hafen liegt, keine Unterbrechung findet. Der Gewinn bei der ganzen Fahrt kann hierdurch wesentlich vermindert, und sogar vollständig aufgehoben werden. Oft genug entläßt der Rheder einen Capitän, weil er meint, daß derselbe ohne dringende Veranlassung in einem Hafen Schutz gesucht hätte. In der Handelsmarine gilt auch allgemein der Grundsatz, daß, so lange irgend die Segel und die eigene Mannschaft das Schiff noch weiter führen können, keine fremde Hülfe angenommen, oder ein Nothhafen angelaufen werden darf.

Sehr wichtig ist aber noch die dritte Rücksicht, nämlich die Gefahr beim Einsegeln in den Hafen. In offener See giebt es für ein wohl ausgerüstetes, gehörig beladenes und durch zuverlässige

Leute hinreichend bemanntes Schiff wenig Gefahr. Viel grösser wird diese in der Nähe des Landes, also vor einem Hafen. Der Eider-Canal war in dieser Beziehung keineswegs frei von Mängeln, noch mehr treten diese aber bei dem projectirten neuen Canal wegen seiner grössern Fahrtiefe hervor. Schon der Zugang aus der Ostsee ist keineswegs ganz sicher. Von der Südspitze der Insel Falster erstrecken sich die sogenannten Trindeln in theils zusammenhängenden, und theils isolirten Untiefen etwa  $2\frac{1}{2}$  Meilen weit bis in die Mitte der Wasserfläche zwischen dieser Insel und dem Ufer des Stralsunder Regierungsbezirks. Auch weiter westwärts bis Eckernförde ist das Fahrwasser zwischen den verschiedenen Inseln enge und vielfach gekrümmt, so dafs der Weg nach der Canalmündung kaum als weniger gefährlich, wie der Durchgang durch den Sund angesehen werden kann. Noch ungünstiger gestalten sich die Verhältnisse an der westlichen Mündung. Die weit ausgedehnten Wattgründe, und vielleicht noch mehr die Rücksicht auf die eingedeichten Ländereien, die bei einer andern Leitung des Fluth- und Ebbestroms, behufs der Darstellung und Erhaltung eines hinreichend tiefen Fahrwassers gefährdet werden könnten, scheinen vorzugsweise die Verlegung der westlichen Canalmündung in die Elbe und zwar bei St. Margarethen, zwischen Brunsbittel und Glückstadt veranlaßt zu haben. Abgesehen von dem Uebelstande, dafs die in Aussicht gestellte Abkürzung des Wegs von der Ostsee zur Nordsee hiedurch wesentlich verringert wird, so wurde auch nicht der bisherige Weg durch einen gefahrlosen ersetzt. Allerdings ist die Mündung der Elbe mit zahlreichen Lootsen-Stationen, mit Leuchthürmen, Leuchtschiffen und Seemarken sehr vollständig versehen, aber dennoch bleibt das Einlaufen bei heftigen Stürmen und dunklem Wetter oder in der Nacht, namentlich für grössere Schiffe sehr bedenklich, indem das Fahrwasser bis weit in die See hinein von Sand- und Wattgründen enge eingeschlossen ist.

Der Canal sollte, indem er von der Bucht bei Eckernförde ausging, über 11 Deutsche Meilen lang und 27 Fufs tief werden. Die Kosten waren auf etwas mehr, als 28 Millionen Thaler berechnet. Verzinsung dieser Summe durch Erhebung von Abgaben beim Durchgange der Handelsschiffe war nicht zu erwarten, da nach Vorstehendem ein lebhafter Verkehr nicht in Aussicht stand.

Von seiner Ausführung wurde abgesehn, weil im Interesse der Deutschen Kriegsmarine jene hohen Anlagekosten in andrer Weise nützlichere Verwendung finden konnten.

Nichts desto weniger ist man von der Absicht zur Verbesserung der Verbindung zwischen Ost- und Nordsee, doch nicht ganz zurückgekommen. Die fünf Schleusen in dem bestehenden Eider-Canal haben nicht ganz gleiche Dimensionen. Ihre Längen wechseln zwischen 115 und 102 Fufs, ihre Breiten zwischen 26 und 25,3 Fufs und die Tiefen der Schlagschwellen zwischen 11,2 und 10,8 Fufs. Im Französischen Kriege kam es darauf an, ein Kanonenboot, welches länger als die Schleusen war, durch den Canal zu bringen, während die sonstigen Dimensionen kein Hindernis boten. Die Aufgabe wurde dadurch gelöst, dafs man Fangedämme durch den Canal führte, welche die Stelle eines Schleusenhauptes vertraten. Dieser Fall hat wohl vorzugsweise Veranlassung gegeben, dafs man nunmehr die Schleusen in etwas größern Dimensionen umbauen, und besonders die Eider, welche die Fortsetzung des Canals an der westlichen Seite bildet, corrigiren will. Letzteres ist bereits begonnen.

Ein andrer Canal, durch welchen den Seeschiffen ein weiter und besonders gefährlicher Umweg erspart werden sollte, ist der Caledonische Canal. Die Englische Regierung liefs denselben im Anfange dieses Jahrhunderts im nördlichen Schottland ausführen. Er erstreckt sich von Inverness aus in südwestlicher Richtung nach Fort William am Loch Eil, das mit dem Atlantischen Meer in unmittelbarer Verbindung steht. Die Orkney- und Shetlandinseln machen die Umschiffung der Nordspitze von Schottland überaus gefährlich, außerdem verkürzt der Canal den Seeweg etwa um 40 Deutsche Meilen. Die Richtung des Canals war durch eine zusammenhängende Seen-Kette vorgezeichnet. Zunächst tritt er in den langgestreckten und ganz gerade gerichteten Binnensee Loch-Nefs, der bis 129 Faden (750 Fufs Rheinländisch) tief ist. Seine Scheitelstrecke erreicht der Canal im kleinen See Loch-Oich, alsdann durchschneidet er das Loch Lochy und aus diesem führt die letzte Canalstrecke nach dem erwähnten Loch-Eil. Die Entfernung von Inverness bis Fort William beträgt 13 Deutsche Meilen. Davon treffen 8 Meilen in die Seen, auf 5 Meilen mußte der Canal ausgegraben werden. Seine Scheitel-



strecke im Loch-Oich erhebt sich 91 Fufs über das gewöhnliche Hochwasser im Murray-Firth bei Inverness. Mit diesem stimmt das Hochwasser im Loch-Eil nahe überein. Auf der westlichen Seite liegen vier Schleusen, von denen nur eine einfach und eine andre sogar achtfach gekuppelt ist. Die Anzahl der Schleusen auf der Ostseite beträgt acht. Eine derselben ist vierfach und eine andre fünffach gekuppelt. Drei von diesen zwölf Schleusen sind zu Zeiten geöffnet und dienen zur Regulirung des Wasserstandes. Der Canal ist im Wasserspiegel 118 Fufs, in der Sohle 49 Fufs breit und  $19\frac{1}{2}$  Fufs tief. Die Schleusen sind 39 Fufs weit und in den Kammern 157 Fufs lang.

Diese grofsartige Canal-Anlage, die Telford ausführte, wurde von den Schiffern bei weiten Fahrten beinahe gar nicht benutzt. Ein Hindernifs lag darin, dafs in den langgestreckten Seen, die von hohen Felsufern begrenzt werden, die Segel nur selten benutzt werden konnten, und ihr Gebrauch wegen der veränderlichen Richtung und Stärke des Windes, der über das Gebirge fällt, höchst gefährlich war. Leinpfade, die unter diesen Verhältnissen und wegen der nothwendigen Annäherung der Schiffe an die Felsufer ohne Nutzen geblieben wären, waren nicht eingerichtet, während selbst das Warp-Anker auf grofse Strecken wegen der Tiefe seinen Dienst versagte. Der Canal war daher nur bei gewissen Winden zu befahren, und sobald diese sich änderten, so entstand für die Schiffe, die sich auf dem Loch-Nefs oder Loch-Lochy befanden, eine gröfsere Gefahr, als beim Durchgange zwischen den Orkney- und Shetlandinseln. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, wurden vor etwa 30 Jahren Dampfschleppböte auf den gröfsern Seen stationirt, doch soll auch hierdurch der Verkehr nur wenig befördert sein, indem die Schiffer nach wie vor die Umfahrung der Nordspitze von Schottland dem Durchgange durch den Canal vorziehen.

Wesentlich verschieden von diesen Canälen ist ein dritter älterer, nämlich der Nordholländische Canal, insofern der frühere Schifffahrtsweg, den er umgeht, nicht die erforderliche Tiefe hatte. Er verbindet Amsterdam mit dem Hafen Nieuwediep oder das Y mit der Nordsee. Die nach Amsterdam bestimmten Schiffe mußten vor seiner Anlage bis 1825 durch die Zuider-See gehn, und hier fanden sie von der Insel Wieringen

ab kaum noch die nöthige Tiefe, die bei der Insel Urk nicht mehr genügte und in dem Eingange in das Y, am sogenannten Hoek van het Y, beim gewöhnlichen Hochwasser nur  $9\frac{1}{2}$  Fufs betrug. Die Ladungen mußten daher nicht nur vollständig in Lichterfahrzeuge übernommen, sondern selbst die leeren Schiffe noch über die flachsten Stellen hinübergehoben werden. Zu diesem Zweck benutzte man die sogenannten Kameele. Dieses sind Fahrzeuge mit flachem Boden und von mondformiger Gestalt, die an der concaven Seite sich möglichst nahe den Seitenflächen des zu hebenden Schiffs anschließen. Zwei derselben legt man unmittelbar neben das letztere und senkt sie, indem man sie voll Wasser laufen läßt. Alsdann werden sie durch untergezogene Ketten möglichst fest verbunden, und indem sie nunmehr ausgepumpt werden, so steigen sie nicht nur selbst auf, sondern heben auch zugleich das zwischen ihnen befindliche Schiff, so daß dieses über die Untiefe fortgezogen werden kann. Dasselbe taucht zwar noch 2 bis 3 Fufs in den weichen Modergrund ein, doch sind die hier benutzten Bugsirböte so kräftig, daß sie diesen Widerstand überwinden.

Diese Untiefen umgeht der Canal. Kleinere Ostindienfahrer und selbst Kriegsschiffe, die noch nicht vollständig ausgerüstet sind, können auf ihm nach der See gelangen, ohne daß sie gelichtet oder gehoben werden dürfen. Er ist nahe 11 Deutsche Meilen lang, und nach Storm Buysing im Wasserspiegel 118 Fufs, in der Sohle 30 Fufs breit und 18 Fufs tief. Ursprünglich hatte man die Tiefe von 22 Fufs angenommen, die Schleusen wurden auch dieser entsprechend erbaut, doch verursachte die Baggerung unerwartete Schwierigkeiten,\*) woher die beabsichtigte Tiefe nicht dargestellt ist. In dem Canal befinden sich vier Schleusen, eine bildet den Eingang aus dem Y, Amsterdam gegenüber, die zweite liegt bei Purmerend, die dritte am nördlichen Ende des Polders Zype und die vierte bei Nieuwe-Diep. Bei der Anlage des Canals durften die Wasserstände in den durchschnittenen Ländereien, die mit Ausschluss der letzten Strecke künstlich entwässert werden, keine Aenderung erfahren. Hierdurch war die eigenthümliche

---

\*) In meiner „Beschreibung neuerer Wasserbauwerke“, Königsberg 1826, ist ausführlich hiervon die Rede.

Anordnung geboten, daß der Wasserspiegel im Canal nicht höher, sondern tiefer liegt, als die anschließenden Gewässer, die er verbindet. Der mittlere Fluthwechsel im Y beträgt etwa 1 Fufs, oder die Ebben sinken 1 Fufs unter Amsterdamer Peil. Unter dem letztern liegt die erste Canalstrecke bis Purmerend  $3\frac{1}{2}$  Fufs, und die beiden folgenden nahe 2 Fufs.

Zur bequemerem Benutzung des Canals hat die Niederländische Regierung das Befahren desselben mit Dampfkraft gestattet, obwohl Leinpfade vollständig eingerichtet sind. Wenn hierdurch auch Beschädigungen der Ufer veranlaßt werden, und diese, wie mir gesagt wurde, in gleicher Weise bei Schrauben- und Rad-Dampfern eintreten, so wurde es doch als erstes Erforderniß angesehen, daß der Canal für den Verkehr nutzbar sei, und daß daher seine Ufer so befestigt werden müßten, daß sie beim Wellenschlag der Dampfböte nicht leiden. Letzteres ist in der That grosstheils bereits geschehn. Auf lange Strecken sind die Dossirungen durch Ziegelböschungen gesichert.

In den Jahren 1819 bis 1825 wurde der Canal unter Leitung des General-Inspectors des Wasserstaates Blanken Janszoon ausgeführt. Er wird von den ein- und ausgehenden Seeschiffen benutzt, als ich jedoch im Jahr 1862 denselben befuhr, begegnete ich nur einem einzigen größern Schiff, einem überseeischen Dampfer, während gleichzeitig eine Anzahl Schiffe vor dem Pampus im Zuider-See lagen, welche theils lichteten, theils die Ladung in Lichtern einnahmen.

Für die Handelsmarine dürfte der Nordholländische Canal seine Bedeutung grosstheils verlieren, sobald der neue Canal durch das Y und durch die Landenge bei Velsen eröffnet sein wird, von dem bereits § 60 die Rede war. Derselbe soll  $25\frac{1}{2}$  Fufs tief und in der Sohle 86 Fufs breit sein, während die Kammern der größten Schleusen, neben denen sich noch kleinere befinden, 380 Fufs lang sind, und die lichten Weiten zwischen den Thoren nahe 56 Fufs messen.

## § 72.

## Der Suez-Canal.

Von viel gröfserer Bedeutung, als diese älteren Canäle ist der 1869 eröffnete Suez-Canal, der für grofse Seeschiffe die directe Verbindung zwischen dem Mittelländischen Meer und dem Indischen Ocean durch das Rothe Meer darstellt. Er verkürzt den Weg von England nach Ostindien etwa um die Hälfte, oder ungefähr um 1000 Deutsche Meilen, und die Entfernung der Häfen am Mittelländischen Meer vom Orient um zwei Drittel der früheren Länge. Seine Wichtigkeit für den Verkehr ist daher nicht in Abrede zu stellen, und wenn seine dauernde Unterhaltung auch schwierig sein wird, so lassen die bisherigen Erfahrungen doch sicher erwarten, dafs die Vortheile, die er dem Handel bietet, die Unterhaltungskosten decken werden.

Der Gedanke zur Ausführung dieses Canals ist keineswegs in neuester Zeit entstanden, gehört vielmehr schon der frühsten, mythischen Zeit der Geschichte an, und wahrscheinlich bestand schon dereinst eine künstliche, wenn auch gewifs höchst mangelhafte schiffbare Verbindung zwischen dem Rothen Meer mit dem Nil, also mit dem Mittelländischen Meer. Nach Herodot wurde unter Necho, Psammetich's Sohn (also 600 Jahre vor Christus), an der Aushebung des Canals gearbeitet, nach Strabo geschah dieses aber schon 7 Jahrhunderte früher durch Ramses II. Unter Römischer Herrschaft wurde durch Trajan und Hadrian der Canal wieder hergestellt und er bestand bis ins 8. Jahrhundert unserer Zeitrechnung, als der Chalif Almanzor zur Unterdrückung eines Aufstandes 767 ihn stellenweise zuschütten liefs.

Seitdem gerieth das Unternehmen vollständig in Vergessenheit, bis Napoleon während des Feldzuges in Aegypten, im Jahr 1798, die Idee wieder aufnahm und die Aufstellung eines Canal-projects anordnete. 1803 wurde ihm durch Lepère, der zu diesem Zweck zwei Jahre hindurch mit Localuntersuchungen sich beschäftigt hatte, ein solches vorgelegt. Demselben lag die durch falsche Nivellements veranlafste irrige Voraussetzung zum Grunde, dafs der mittlere Wasserstand im Rothen Meer über 30 Fufs höher sei, als der des Mittelländischen Meers. Laplace's Widerspruch

blieb unbeachtet und man meinte, vier Schiffsschleusen seien nothwendig, um den von Suez ausgehenden Canal in den Damiette-Arm des Nils zu leiten. Von der Ausführung dieses Projects war indessen nicht weiter die Rede, Napoleon meinte, dieses sei Sache der Türkischen Regierung.

In der Mitte dieses Jahrhunderts lenkte indessen der zunehmende Verkehr mit dem Orient wieder die Aufmerksamkeit auf dieses Unternehmen. Man berechnete die Gütermenge, die sich damals zwischen Europa und dem Orient bewegte, auf 2 Millionen Tons (zu 1000 Kilogramm oder 2000 Pfund) und hiernach schienen die Anlagekosten hinreichende Verzinsung zu sichern, namentlich wenn man auf die Verstärkung des Verkehrs bei der erleichterten Verbindung Rücksicht nahm. Es traten demnach 1846 drei Ingenieure, nämlich Robert Stevenson, Negrelli und Talabot zusammen, um die Ausführbarkeit näher zu untersuchen. Der letzte, ein Franzose, übernahm die Terrain-Besichtigungen im Innern des Landes, während den beiden ersten die beiderseitigen Hafenanlagen zufielen. Dabei stellte sich zunächst heraus, daß jene früher gefundene Niveau-Differenz nicht vorhanden ist, oder vielmehr auf ein sehr geringes Maafs sich beschränkt. Der Canal sollte nach diesem Project unterhalb Caïro vor einem großen Wehr, das bei Hochwasser geöffnet wird, den Nil durchschneiden und in den Hafen von Alexandrien münden.

Die Brüder Barraut legten 1856 der inzwischen zusammengetretenen internationalen Commission ein andres Project vor, welches ungefähr dem später zur Ausführung gekommenen entspricht, und bis in den See Menzaleh dieselbe Linie verfolgt, wie dieses. Von hier wendet sich aber der Canal nach Westen, indem er nahe an der Küste blieb, die beiden Arme des Nils kurz vor ihren Mündungen durchschnitt und schließhch wieder in den Hafen von Alexandrien trat. Der Grund, weshalb man den benannten Hafen zum Ausgangspunkt des Canals wählte, war die Besorgniß, daß ein besonderer Canalhafen in dem flachen Strande vor starken Versandungen nicht zu sichern sei. Die internationale Commission verwarf dieses Project, wie auch das frühere wegen der Verbindung mit dem Nil, wodurch die Bewässerungsverhältnisse zu sehr gestört werden würden.

Nunmehr beauftragte der Vicekönig von Aegypten zwei seiner

Ingenieure, Linant-Bey und Mougel-Bey, das Canalproject aufzustellen. M. F. von Lesseps, der mit der Verwaltung der Ausführung und des Betriebs dauernd in Verbindung geblieben ist, schloß sich ihnen an. Sie behielten die zuletzt gewählte Linie im Uebrigen bei, nur führten sie dieselbe vor dem Eintritt in den Menzaleh-See in nordöstlicher Richtung in den Golf von Pelusium, der auch die Bai von Tineh genannt wurde.

Die internationale Commission war mit diesem Project im Allgemeinen einverstanden, doch verlegte sie die Mündung etwa 4 Deutsche Meilen weiter westwärts, wo das schmale Ufer in flacher Biegung vortritt. Diese Aenderung wurde dadurch begründet, daß hier, wie sich ziemlich sicher nachweisen liefs, seit Jahrhunderten der Strand durch Sandablagerungen nicht weiter vorgetreten sei. Man schloß daraus, daß auch der neue Hafen keinen Versandungen ausgesetzt sein würde. Wie wenig diese Erwartung in Erfüllung gegangen ist, nachdem die weit vortretenden Hafendämme ausgeführt waren, ist bereits § 39 mitgetheilt.

Die Commission wählte nunmehr fünf Mitglieder aus ihrer Mitte (unter diesen den um den Wasserbau hoch verdienten Niederländischen General-Inspector F. W. Conrad), welche das Project in den Einzelheiten an Ort und Stelle prüfen sollten. Im Jahr 1856 gab die Commission an den Vicekönig ihr Urtheil dahin ab, daß das Project ausführbar sei, und nunmehr kam es darauf an, eine Actien-Gesellschaft zu bilden, welche die nöthigen Geldmittel zur Bestreitung der Anlagekosten lieferte. Den Bemühungen des Herrn v. Lesseps gelang dieses, indem vorzugsweise französische Capitalisten dabei sich betheiligten.

Die Ausführung bot Schwierigkeiten, wie solche bei andern Anlagen in neuern Zeiten noch nie vorgekommen waren. Ein für Seeschiffe fahrbarer und mehr als 21 Deutsche Meilen langer Canal sollte in einer Wüste dargestellt werden, die ganz unbewohnt, ohne Wege und ohne irgend welche Culturen war, die nur einige Lebensbedürfnisse geliefert hätten. Selbst an trinkbarem Wasser fehlte es überall, während das Kameel das einzige Transportmittel war. Die Zuleitung von Wasser war vor Allem dringend geboten. Als daher an den am leichtesten zugänglichen Punkten die Canalarbeiten begannen, wurde auch die Aushebung des Süßwasser-Canals eingeleitet und eifrigst betrieben. Derselbe

beginnt bei Zagazig an einem Nil-Arm, der weiterhin versiegt. Auf eine kurze Strecke konnten von hier aus noch die erkennbaren Reste des vor mehr als 2000 Jahren ausgeführten Canals verfolgt und benutzt werden. Er wurde in der Richtung nach Ismailia weiter geführt. Hier befand sich sein Wasserspiegel 19 Fufs über demjenigen, den der grofse Canal haben sollte, es wurden daher zwei Schiffsschleusen nöthig, um ihn an diesen herabzuführen. Zur Versorgung des südlichen Theils mit Wasser wurde der Süfswasser-Canal an der westlichen Seite der Bitterseen gleichfalls in drei Schleusen nach Suez geführt. Man richtete diesen Canal so ein, dafs er zugleich mit Kähnen befahren, also zur Zuführung von Lebensmitteln, Geräthen und Baumaterialien benutzt werden konnte. Er ist in der Sohle 25 Fufs breit und 4 Fufs tief, während die darin liegenden Schleusen in den Kammern etwas über 100 Fufs lang und 28 Fufs weit sind. Nördlich von Ismailia liefs sich wegen zu grofser Terrainschwierigkeiten dieser Canal nicht fortsetzen. Statt seiner ist daher hier eine Röhrenleitung gelegt, in welche das Wasser durch Dampfmaschinen hineingedrückt und bis Port Saïd geführt wird. In Entfernungen von etwa einer halben Meile wird die Leitung durch eiserne Bassins unterbrochen, aus denen man das Wasser bequem entnehmen kann.

Am 25. April 1859 wurde bei Port Saïd, also an der Mündung in das Mittelländische Meer, der erste Spatenstich zur Darstellung des Suez-Canals gethan. Anfangs stellte der Vicekönig nach einem besondern Vertrage eine grofse Anzahl Fellahs als Arbeiter. Dieselben erwiesen sich aber sogleich als ganz unbrauchbar, es wurden daher Leute aus Europa angenommen, aber bei dem sehr hohen Tagelohn derselben und den grofsen Kosten ihrer Unterhaltung mufste die Handarbeit, soweit es irgend möglich war, beschränkt und durch Maschinenkraft ersetzt werden. Die dabei zur Anwendung gekommenen eigenthümlichen Baggermaschinen werden später erwähnt werden, hier wäre nur die Anordnung des Canals im Allgemeinen darzustellen.\*)

---

\*) Eine nähere Beschreibung des Canals nebst Situationsplänen vom untern Nil und dem Canal selbst, wie auch von den beiderseitigen Häfen, ist von meinem Sohn L. Hagen, der bei der Eröffnung zugegen war, in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang XX, 1870, Seite 217, mitgetheilt.

Besonders wichtig war die Entscheidung der Frage, ob Schleusen nöthig wären, wodurch nicht nur die Kosten erhöht, sondern auch der Verkehr erschwert würde. Die ägyptischen Ingenieure erklärten solche für entbehrlich und die Internationale Commission schloß sich dieser Ansicht an. Jedenfalls mußten aber starke Durchströmungen verhindert werden, die theils Uferabbrüche, und theils in Folge derselben auch Verflachungen veranlaßt haben würden.

Der mittlere Wasserstand des Rothen Meers erhebt sich noch nicht 1 Fuß über den des Mittelländischen Meers. Diese geringe Niveaudifferenz liefs bei der großen Länge des Canals und bei dem mäfsigen Profil desselben keine nachtheilige Strömung besorgen. Der Fluthwechsel im Mittelländischen Meer ist gewöhnlich hier kaum bemerkbar, nur in den Aequinoctial-Springfluthen soll bei ruhiger Witterung der Wasserstand während der Fluth um 5 Zoll über den mittleren sich erheben, und während der Ebbe etwa 12 Zoll darunter sinken. Größern Wechsel veranlassen heftige Winde, die nach ihren Richtungen zuweilen Anschwellungen von  $21\frac{1}{2}$  Zoll und Senkungen von  $20\frac{1}{2}$  Zoll gegen Mittelwasser bewirken. Auch im Rothen Meer erzeugen die Winde stärkere Schwankungen, als der Fluthwechsel. Letzterer mißt bei toden Fluthen etwa 3 Fuß, bei Aequinoctial-Springfluthen dagegen  $6\frac{1}{2}$  Fuß. Bei heftigen und anhaltenden Südwinden erhebt sich das Wasser vor Suez bis 5 Fuß 10 Zoll über den mittleren Stand, und sinkt bei Nordwinden bis 4 Fuß 5 Zoll darunter.\*)

Hiernach waren zwar Strömungen zeitweise zu erwarten, man meinte jedoch, daß diese sich nicht durch den ganzen Canal fortsetzen würden, weil im Innern der Landenge sehr starke Einsenkungen des Bodens befindlich sind, die sobald sie mit den Meeren in Verbindung stehn, sich mit Wasser füllen und Binnenseen bilden, die das periodisch hinzuffliessende Wasser aufnehmen, ohne ihr Niveau merklich zu verändern.

Etwa 3 Meilen vom Rothen Meer entfernt tritt der Canal in die Bitterseen, die eine zusammenhängende Wasserfläche von etwa 6 Deutschen Quadratmeilen bilden. Die Commission war

---

\*) Diese letzten Angaben sind aus Försters allgemeiner Bauzeitung, Jahrgang 1857 entnommen.



demnach der Ansicht, daß nur diese erste Strecke des Uferschutzes bedürfen würde.

Die erwähnten Seen, die bisher bei der starken Verdunstung und dem fehlenden Zufluß trocken lagen (Theil II, § 7), haben sich nach der Verbindung mit den Meeren hoch mit Wasser angefüllt, so daß ihre Tiefen zwischen 20 und 40 Fufs messen. Weiter nördlich trifft der Canal eine ähnliche Vertiefung, nämlich den Timsah-See, in welchem sich jedoch nur die Tiefe von 8 Fufs dargestellt hat.

Eine andere mit Seewasser schon früher gefüllte Einsenkung durchschneidet der Canal mit einigen Unterbrechungen auf 7 Meilen Länge, bevor er in das Mittelländische Meer tritt. Dieses ist das Haff von Menzaleh, das sehr flach und etwa 10 Meilen lang und 4 Meilen breit ist. Es zieht sich zur Seite des Meers hin und ist von demselben nur durch eine schmale und niedrige Nehrung getrennt, die aus feinem Seesande ohne thonige Beimengung besteht.

Die Canallinie verfolgt von Meer zu Meer eine flache Rinne in der Landenge, die nicht starke Krümmungen macht. Der Boden besteht auf der Nordseite der Bitterseen aus fest abgelagertem Sand, von dem man erwartete, daß er weder durch die schwache Strömung, noch durch den Wind in Bewegung gesetzt werden würde. In der südlichen Strecke ist der Thonboden vorherrschend.

Der Canal mißt in seiner ganzen Länge, also mit Einschluß der Seen, die er durchschneidet, vom Mittelländischen bis zum Rothen Meer 160 Kilometer oder 21,5 Deutsche Meilen. Seine Tiefe sollte 25,5 Fufs und seine Breite in der Sohle 70 Fufs betragen. Diese Dimensionen sind ihm bisher noch nicht vollständig gegeben. Er durchschneidet großentheils niedriges Land, das sich nur wenig über den Wasserspiegel erhebt, hiervon machen vorzugsweise die nächsten Strecken zu beiden Seiten von Ismaïlia, nämlich am Serapeum und bei El-Guisr Ausnahmen, woselbst Einschnitte von gegen 40 Fufs vorkommen. Durch die Bitterseen und den Timsah-See ist der Canal frei hindurchgeführt und seine Rinne, wo es nöthig war, vertieft. Indem man aber hier die vorhandenen größten Tiefen verfolgte, so ist sein Zug keineswegs gerade gelegt, sondern scharf gekrümmt. Buoyen und Landsignale bezeichnen ihn. Beim Durchgang durch den See Menzaleh und die damit in Verbindung stehenden Ballah-

Seen hat man durch den ausgehobenen Grund an beiden Seiten Dämme gebildet. Noch wäre zu erwähnen, daß mehrere Ausweichestellen von 80 Ruthen Länge eingerichtet sind.

Vor dem Hafen Port-Saïd, der am Mittelländischen Meer die Einfahrt in den Canal bildet, tritt an der westlichen Seite eine 600, und auf der östlichen eine 500 Ruthen lange, aus Bétonblöcken aufgeführte Mole vor. Der Kopf der letztern ist von der ersten 133 Ruthen entfernt, oder dieses ist die Weite der Mündung des Vorhafens, der sich landwärts bis auf 660 Ruthen verbreitet. Verschiedene Leuchthürme, so wie kleinere Bassins zur Aufnahme von Schiffen und dergleichen sind hier angelegt. Am Suez-Hafen war die Erbauung von Molen entbehrlich, doch sind zwei gröfsere aber offene Hafenbassins hier erbaut, an welche sich die nach Caïro führende Eisenbahn anschliesst. Neben einem dieser Bassins befindet sich ein Trockendock, während weiter seewärts vom östlichen Ufer aus ein Damm vortritt, der als Wellenbrecher den Eingang in den Canal deckt. Auch hier befinden sich zwei Leuchthürme.

Am 17. November 1869 erfolgte die feierliche Eröffnung des Canals und es mag erwähnt werden, daß einige Wochen später auch die zur Deutschen Kriegsmarine gehörige Corvette Hertha, bei 17 Fufs Tiefgang den ganzen Canal bis in das Rothe Meer durchlief, ohne irgend wo den Grund zu berühren.

Die nach Eröffnung des Canals angestellten Beobachtungen haben ergeben, daß die Strömungen allerdings durch die großen Wasserflächen des Timsah-Sees und der Bitterseen sehr begrenzt werden, die wie Regulatoren wirken, daß aber dennoch die nördlich und südlich von denselben belegenen Strecken nicht ganz unabhängig von einander sind. Es bilden sich vielmehr in Folge der herrschenden Winde Strömungen, die sich durch den Canal fortsetzen. Von Mai bis October ist der Nord- und Nord-Ost-Wind vorwiegend, alsdann ist der Wasserstand in Port Saïd höher, als in Suez und im September steigt diese Niveaudifferenz bis  $1\frac{1}{4}$  Fufs. Dabei finden freilich viele Unterbrechungen statt, doch tritt eine große Wassermasse in dieser Zeit aus dem Mittelländischen in das Rothe Meer über. Im Winter dagegen sind die Winde meist südlich, alsdann erfolgt das Gegentheil und im Januar steigt die Niveaudifferenz bis 1 Fufs. Man rechnet, daß auf diese Art

jährlich  $7\frac{1}{2}$  Millionen Cubikruthen Wasser hin und her strömen. Hierdurch wird eine auffallende Einwirkung auf die Salzniederschläge in den Bitterseen veranlaßt, die nach den darüber angestellten Messungen nach und nach sich auflösen und verschwinden.

Was die localen Strömungen betrifft, so haben dieselben zwischen Port-Saïd und dem Thimsah-See meist die Geschwindigkeit von  $\frac{1}{2}$  bis  $1\frac{1}{2}$  Fufs in der Secunde und steigern sich sehr selten bis auf 2 Fufs. Zwischen Suez und den Bitter-Seen werden sie bedeutender, meist fallen sie zwischen 2 und  $3\frac{1}{2}$  Fufs, erreichen aber zuweilen sogar 4 Fufs. \*)

Der Verkehr auf dem Suez-Canal hat in den ersten acht Jahren sich sehr bedeutend gesteigert, wie sich aus nachstehender Zusammenstellung der Anzahl der durchgegangenen Schiffe und der durchschnittlichen Ladungsfähigkeit derselben ergibt. Nach letzterer werden die Abgaben erhoben ohne Rücksicht auf die Ladung, die sich wirklich im Schiff befindet. Das leere Schiff zahlt also eben so viel, wie das beladene. Die Methode des Messens stimmt mit der jetzt allgemein angenommenen überein und ist im Betriebs-Reglement genau angegeben. Die Ladungsfähigkeit wird in Tonnen (Tonneau à 1000 Kilogrammes) ausgedrückt.

	Zahl der Schiffe.	Mittl. Tonnenzahl.
1870 . . . . .	486 . . . . .	900
1871 . . . . .	765 . . . . .	1000
1872 . . . . .	1082 . . . . .	1400
1873 . . . . .	1173 . . . . .	1800
1874 . . . . .	1264 . . . . .	1900
1875 . . . . .	1494 . . . . .	2000
1876 . . . . .	1457 . . . . .	2100
1877 . . . . .	1613 . . . . .	unbekannt.

Es ergibt sich hieraus, daß nicht nur die Anzahl der Schiffe, sondern auch die Gröfse derselben fortwährend zugenommen hat. Das gröfste Schiff, das 1877 den Canal passirte, war der Englische Dampfer Hooper, dessen Ladungsfähigkeit auf 4987 Tons berechnet war. Unter den 1613 Schiffen befanden sich aber nur

\*) Annales des ponts et chaussées. 1878, II., pag. 454.

5 Segelschiffe. Der Verkehr beschränkt sich also beinahe ausschließlich auf Dampfschiffe und dieses wohl vorzugsweise, weil die Durchfahung des Rothen Meers wegen der Korallenriffe und der heftigen Stürme für Segelschiffe zu gefährlich ist.

Die Gesamtkosten der Anlage mit Einschluss der spätern Verwendungen zu ihrer Vervollständigung belief sich am Schlufs des Jahres 1877 auf 354 Millionen Franks. Die Dividende berechnete sich auf etwas über 3 Procent.

Die Abgabe für Befahrung des Canals war ursprünglich auf 10 Franks für die Tonne und außerdem bei Personenböten auf 10 Franks für jeden Reisenden festgestellt. Dieses genügte aber nicht, es wurde daher noch ein Zuschlag von 3 Franks für die Tonne erhoben. Dieser Zuschlag soll aber später fortfallen, ist auch bereits auf  $2\frac{1}{5}$  Franks zurückgegangen. Im Jahresbericht der Gesellschaft von 1877 wird gesagt, dafs der durchschnittliche Werth der durchgehenden Güter für die Tonne sich auf 1000 Franks stellt, dafs also die Vertheuerung des Transports um etwas mehr als 1 Procent wenig in Betracht kommt. Es wird hinzugefügt, dafs in den letzten Jahren auch Güter von geringerem Werth aus Indien, also Getreide, Reis, Baumwolle und aus Europa Salz und selbst Steinkohlen (wahrscheinlich nur als Rückfracht) auf diesem Wege versendet worden. Zu jenen Abgaben kommen indessen noch die Hafengelder, Lootsengelder, Gebühren fürs Bugsiren und dergleichen. Bis Ende 1877 hatte von den in den 8 Jahren durchgegangenen 9334 Schiffen durchschnittlich jedes nahe 20 000 Franks gezahlt.

Schliesslich mögen noch die wichtigsten Bestimmungen des neusten Betriebs-Reglements mitgetheilt werden.

Obwohl der Canal durchweg die Tiefe von 8 Meter (25,5 Fufs) hat, darf der Tiefgang der Schiffe nicht mehr als 7,5 Meter (23 Fufs) betragen. — Segelschiffe müssen sich von den Schleppdampfern der Gesellschaft bugsiren lassen, den Dampfschiffen ist es gestattet mit eigener Kraft zu fahren. — Die Geschwindigkeit darf nie 10 Kilometer ( $1\frac{1}{3}$  Deutsche Meilen) in der Stunde übersteigen. — Jedes Schiff mufs einen Canal-Lootsen annehmen, der nach bester Einsicht den zu verfolgenden Weg bezeichnet, wenn dabei aber das Schiff selbst Schaden leidet, oder andern Schiffen Schaden zufügt, oder den Canal beschädigt, so bleibt der Schiffs-

fürher verantwortlich. — Das in einem Hafen ankommende Schiff darf in den Canal nicht früher einfahren, als bis hierzu die ausdrückliche Erlaubnifs ertheilt wird. Fahrten in der Nacht werden nur ausnahmsweise gestattet. Beim Begegnen zweier Schiffe muß die Geschwindigkeit gemäfsigt werden. Das Vorbeifahren eines Schiffes vor einem andern, das in gleicher Richtung fährt, ist unbedingt verboten. — Bei Unterbrechung der Fahrt müssen Ausweichplätze inne gehalten werden, und wenn dieses nicht möglich ist, muß das Schiff mit drei Ketten an das Ufer befestigt werden. — Wenn ein Schiff zufällig fest fährt, darf der Schiffsführer selbst nicht versuchen, es wieder flott zu machen, er verliert vielmehr augenblicklich das Commando und muß sogleich Beamte der Gesellschaft rufen lassen, die das Weitere veranlassen.

## § 73.

## Der Panama-Canal.

Wenn der Suez-Canal, wie vorstehend erwähnt, für den interoceanischen Verkehr schon eine hohe Bedeutung gewonnen hat, so stellt sich die Verbindung zwischen dem Atlantischen und dem Stillen Meer durch Eröffnung einer Wasserstrasse zwischen Nord- und Südamerika noch wichtiger heraus, indem dadurch der gefährliche Umweg um das Cap Horn oder durch die Magellan-Strasse vermieden wird. Ein solcher Canal würde aber nicht nur für den Europäischen Handel vortheilhaft sein, sondern vorzugsweise auch den Verkehr der an beiden Meeren belegenen vereinigten Nordamerikanischen Staaten wesentlich erleichtern.

Schon Alexander von Humboldt machte bei seiner Reise nach Südamerika darauf aufmerksam, daß der mächtige Atrato-Strom, der sich in den Atlantischen Ocean ergießt, seine Quellen ohnfern des Stillen Oceans sammelt, und hier ein Verbindungs-Canal möglich sei. Aehnliche Projecte wurden vielfach angeregt, und besonders seit dem Beginn der Arbeiten am Suez-Canal ist die Landenge von Panama oder Darien in dieser Beziehung vielfach untersucht, und wiederholentlich haben die Nordamerikanischen vereinigten Staaten, so wie auch einzelne Gesellschaften zu diesem Zweck Expeditionen veranlaßt. Wenn nunmehr das grofsartige

Unternehmen so weit vorbereitet ist, daß eine Actien-Gesellschaft sich gebildet, für eine bestimmte Canallinie sich ausgesprochen, auch mit der Regierung der vereinigten Staaten von Columbia einen Vertrag abgeschlossen hat und die erforderlichen Geldmittel wenigstens theilweise bereits gezeichnet sind, also die Ausführung mit großer Wahrscheinlichkeit erwartet werden darf, so wird es sich rechtfertigen, daß dieser überaus wichtige Bau hier nicht mit Stillschweigen übergangen wird. Dabei muß aber sogleich auf die sehr großen Schwierigkeiten hingewiesen werden, welche wieder theils die Abgelegenheit dieser uncultivirten Gegenden und theils die höchst ungesunden klimatischen Verhältnisse veranlassen. Die schnelle Ausführung der Panama-Bahn wurde nur dadurch ermöglicht, daß kurz vorher die Goldgruben Californiens entdeckt waren. Die Bahngesellschaft beförderte die Leute unentgeltlich von Europa nach San Francisco, wenn sie auf dem Hinwege eine bestimmte Zeit hindurch an den Bahnarbeiten sich betheiligten.

Eine Gesellschaft von Privatpersonen bildete sich vor wenig Jahren in der Absicht, den in Rede stehenden Canal auszuführen und schloß am 20. März 1878 mit der Regierung der vereinigten Staaten von Columbia einen Vertrag, dessen wichtigste Bestimmungen die folgenden sind:\*)

Die Regierung ertheilt dieser Gesellschaft (civil international and interoceanic society) auf 99 Jahre das ausschließliche Privilegium zur Ausführung und Verwaltung eines Canals für Seeschiffe durch das Gebiet von Columbia, und verpflichtet sich diesem Unternehmen weder selbst Concurrenz zu machen, noch andre ähnliche Anlagen zu gestatten. Sobald die erforderlichen Geldmittel gesichert sind, soll eine internationale Commission von Ingenieuren, denen die Regierung zwei der ihrigen beifügen wird, das Project feststellen. Dabei wird bestimmt, der Canal müsse solche Dimensionen erhalten, daß Dampfschiffe von 140 Meter Länge, 16 Meter Breite und 8 Meter Tiefgang, und so auch Segelschiffe mit herabgelassenen Bramstengen ihn befahren können. Ferner bezeichnet der Vertrag die Termine, in welchen die Gesell-

---

\*) Der Vertrag ist vollständig mitgetheilt in der in Panama erscheinenden Zeitung Star et Herald vom 17. Mai 1878.

schaft sich gebildet, die Voruntersuchungen beendet, das Project aufgestellt und der Canal ausgeführt sein soll, so wie auch die Art des Betriebes auf demselben und die von der Gesellschaft zu erhebenden Abgaben. Ausdrücklich wird aber festgestellt, daß keine fremde Regierung in die Rechte der Gesellschaft eintreten, und daß der Canal nebst den beiderseitigen Seehäfen für ewige Zeiten neutral bleiben soll, so daß die Handelsschiffe selbst derjenigen Staaten, mit denen vielleicht Columbia sich feindlich gegenüber steht, unbehindert passiren dürfen.

Bald darauf ergingen Aufforderungen an die verschiedensten Regierungen, Commissare zu einem internationalen Congress nach Paris zu senden, um über die vorliegenden Canal-Projecte zu entscheiden. 13 Staaten in Europa, die Nordamerikanischen Freistaaten, wie 7 Staaten Südamerika's, und China folgten diesem Ruf. 116 Commissare, theils Techniker, theils Geologen, Kaufleute und Andre traten am 15. Mai 1879 zusammen. Der französische Vice-Admiral de la Ronzière führte den Vorsitz, übertrug aber die Leitung der Geschäfte an den Grafen Ferd. de Lesseps, der sich bereits um die Ausführung des Suez-Canals wesentliche Verdienste erworben hatte.

Es wurden zunächst besondere Abtheilungen für die verschiedenen zu prüfenden Gegenstände gebildet, und Herr v. Lesseps erklärte sogleich, daß innerhalb zehn Tagen die Beschlüsse der General-Versammlung gefasst sein müßten. Zu eingehenden Untersuchungen wurde daher keine Zeit, noch auch sonst Gelegenheit geboten. Es lagen zehn Entwürfe vor, von denen aber die große Mehrzahl so unvollständig bearbeitet war, daß die localen Verhältnisse daraus nicht mit Sicherheit sich entnehmen ließen.\*)

Ueber den zu erwartenden Verkehr wurde von der betreffenden Abtheilung angegeben, daß im Jahr 1876 schon 5 Millionen

---

\*) Die nachstehenden Mittheilungen sind größtentheils aus dem Bericht des Niederländischen Commissars, des Ingenieurs F. W. Conrad entnommen, den derselbe in der Tijdschrift van het K. Instituut van Ingenieurs 1879—1880, Notulen, pag. 24 bekannt machte. — Vielfache Einzelheiten in Betreff der Localverhältnisse, so wie der bisherigen Auffassung und Behandlung der Projecte findet man auch in van Nostrand's Engineering Magazine, März- und April-Heft 1880.

Tons durch den Canal gegangen sein würden, wenn er bestanden hätte, das aber bei der voraussichtlichen Steigerung des Verkehrs nach Eröffnung des Canals (etwa 1887) sogar  $8\frac{1}{4}$  Millionen Tons durchgeschifft werden würden. Der Weg von London, von Havre und von New-York nach San Francisco verkürze sich um 3300 bis 3600 Seemeilen, während auf andern Touren nach Nord- und Südamerika der Gewinn mässi-ger sei.

Die vorgelegten Projecte waren folgendē: 1) Nach dem vom Mexicanischen Ingenieur F. de Garay entworfenen, welches die Regierung von Mexico empfahl, ist die Canallinie am weitesten nach Westen verlegt, sie verbindet die Campéche-Bai am Atlantischen mit dem Golf von Tehuantepec am Stillen Ocean. Diese Linie ist 250 Kilometer\*) lang. Sie verfolgt das Thal des Tarifa, ersteigt eine Einsenkung der Cordilleren, die 223 Meter über dem Meeresspiegel liegt, und fällt alsdann wieder herab. Ein Tunnel ist dafür nicht angenommen, wohl aber die Erbauung von 120 Kammerschleusen.

Mehrere Projecte beziehn sich demnächst auf die Durchführung des Canals durch den Nicaragua-See, und es mag bei-äufig bemerkt werden, das bereits im Jahr 1829 die Niederländische Regierung mit der Regierung von Guatemala Verbindungen anknüpfte, um hier einen Canal zu erbauen, zu dem auf Veranlassung des Königs Wilhelm I. der ausgezeichnete Niederländische Ingenieur F. W. Conrad einen generellen Entwurf gemacht hatte. Der Antrag wurde indessen damals abgelehnt.

Der Nicaragua-See, dessen Oberfläche nahe 900 Deutsche Quadratmeilen mißt, und dessen Quellengebiet 23 000 Quadratmeilen umfaßt, liegt 32,6 Meter über dem Meer, und hat seinen Abfluß durch den San Juan-Fluß nach dem Atlantischen Ocean. Zwischen dem See und dem Stillen Ocean zieht sich zwar das Gebirge hin, doch ist dasselbe hier minder hoch und darin befinden sich mehrere bedeutende Einsenkungen. Indem der See auch hinreichende Tiefe hat, so ist diese Stelle ohne Zweifel für die Ueberführung des Canals sehr beachtenswerth, und auf sie beziehn sich mehrere Vorschläge.

---

\*) Um runde Zahlen angeben zu können, ist in diesen Angaben das metrische Maas beibehalten.



2) Nach dem Project des amerikanischen Ingenieurs A. G. Menocal soll der Canal von dem neu anzulegenden Hafen Greytown, im Westen der Mündung des San Juan, beginnen, das ausgedehnte niedrige Thal zwischen Deichen verfolgen, alsdann aber in das Strombett selbst verlegt werden, wobei allerdings Regulirungen und Schleusenanlagen noch nöthig sind. Die Länge dieses Weges mißt etwa 70, und die des Nicaragua-Sees in der SchiffsstraÙe etwa 50 Kilometer. Hier beträgt die Wassertiefe 9 bis 10 Meter, doch sind an der westlichen Seite verschiedene Felsen fortzusprengen. Endlich ist zur Verbindung mit dem Stillen Ocean noch ein 30 Kilometer langer Canal erforderlich, der im Thal des Medio-Flusses ansteigt und nachdem er eine Einsenkung des Gebirges überschritten hat, im Thal des Rio Grande nach der Bucht las Serdas sich hinzieht, wo in der Nähe von Brito gleichfalls ein Hafen erbaut werden muß. Der Schiffahrtsweg erfordert in dieser Linie keinen Tunnel, doch sind darin 20, oder vielleicht auch nur 17 Kammerschleusen nöthig. Die Kosten der Anlage wurden auf 770, und die der jährlichen Unterhaltung auf  $6\frac{1}{2}$  Millionen Franks berechnet.

3) Das von Blanchet vorgelegte Project unterscheidet sich von vorstehendem nur dadurch, dafs derselbe den Wasserspiegel des Nicaragua-Sees auf beiden Seiten noch weiter ausdehnen will. Durch den San Juan soll zu diesem Zweck ein 17 Meter hohes und 1000 Meter langes Wehr gelegt werden. Um aber die Anzahl der erforderlichen Schleusen zu vermindern, sollen dieselben sehr starke Gefälle erhalten. Die Zeichnung zu einer solchen von 33 Meter Gefälle war dem Project beigefügt.

4) Eben so stimmt auch das Project von M. Mainfroy ungefähr mit dem unter Nr. 2 bezeichneten überein, doch soll, um die Hafenanlage am Stillen Ocean zu umgehen, der Canal nach der Bai Salinas geführt werden, die schon an sich einen ziemlich sichern Hafen bildet. Dabei wird aber ein 230 Meter hoher Berggrücken durchschnitten, der einen Tunnel nöthig macht.

5) Das Project von Belly weicht von den vorstehenden darin ab, dafs auf dem Abhange nach dem Atlantischen Ocean gar keine Schleusen erbaut, vielmehr das Fahrwasser in der ganzen Länge des San Juan durch Stromcorrection dargestellt werden soll.

Die Verlegung des Canals in den Nicaragua-See ist ohne Zweifel in mehrfacher Beziehung als sehr passend anzusehn. Die Durchführung durch einen Tunnel kann dabei umgangen werden, das Speisewasser für die Schleusen ist überreichlich vorhanden, auch ist bei der großen Ausdehnung des Sees der Abfluß aus demselben keinen starken Schwankungen unterworfen. Der letzte günstige Umstand verschwindet aber vollständig im untern Theil des San Juan, da von beiden Seiten mächtige Nebenflüsse in ihn einmünden, die bei den dortigen heftigen Niederschlägen oft in kürzester Zeit sehr hohe Anschwellungen veranlassen. Der Canal müßte also in dem ausgedehnten und niedrigen Flufsthal mit sehr hohen und festen Deichen umschlossen werden. Dazu kommt, daß der Hafen bei Greytown nicht nur schwierig anzulegen, sondern gegen starke Verflachungen kaum zu sichern sein würde. Das größte Bedenken gegen diese Linien erregt aber die Thätigkeit der zwischen dem See und dem Stillen Ocean belegenen vielen Vulkane, die bei den häufigen Erdbeben in dieser Gegend in hohem Grade die Schleusen, wie auch den ganzen Canal bedrohn. Man findet hier kein älteres Gebäude und bis in den See hinein zeigen sich überall die Spuren zusammengebrochener Felsmassen. Die Reihe der 49 noch thätigen Vulkane beginnt ohnfern Mexico, zeigt gerade am Nicaragua-See die verheerendsten Wirkungen und endet ohnfern der Panama-Bahn. In Panama finden sich zuerst wieder Gebäude, die Jahrhunderte alt sind.

Auf die Verlegung der Canallinie nahe an die bestehende Eisenbahn war man besonders aufmerksam gewesen. Die Landenge hat hier die geringste Breite, das Terrain bietet weniger Schwierigkeiten, als an den meisten andern Stellen, und von großer Bedeutung ist der Umstand, daß man auf der Bahn sehr bequem Arbeiter, wie Baumaterialien und überhaupt alle Bedürfnisse beschaffen kann und dadurch in den Stand gesetzt wird, den Bau gleichzeitig an verschiedenen Punkten einzuleiten und ihn um so schneller zu beendigen.

6) Vorzugsweise wurde Gewicht gelegt auf das von zwei französischen See-Officieren, Lucien N. B. Wyse und A. Reclus, bearbeitete Project. Nach demselben soll der Canal neben der Stadt Colon an der Bai Limon, westlich von der Bahn beginnen und nach Panama geführt werden, indem er vom Atlantischen Meer

das Thal des Flusses Chagres verfolgt. Das Gebirge, das er durchschneidet, erhebt sich 87 Meter über das Meer. Die Verfasser hatten gefunden, dafs es in Betreff der Kosten am vortheilhaftesten sei, bis zur Gebirgshöhe von 40 Meter den Canal offen auszuführen, bei gröfsern Höhen aber ihn in einen Tunnel zu legen. Hiernach erhält der Tunnel die Länge von 6 Kilometer. Die Länge des ganzen Canals misst 73 Kilometer, und darin wird überall der Wasserspiegel des Atlantischen Oceans gehalten, so dafs keine Schleuse behufs Uebersteigung einer Anhöhe erforderlich ist, wohl aber ist eine solche in seiner Verbindung mit dem Stillen Ocean bei Panama nothwendig, weil hier der Fluthwechsel bei Springfluthen 4,2 bis 5,3 Meter beträgt und bei Stürmen bis 6,5 sich steigert, wodurch im Canal Strömungen bis zu 2,5 Meter in der Secunde eintreten würden, welche die Schiffahrt zu sehr belästigten. Die im Flusse Chagres oft plötzlich eintretenden Anschwellungen machen die Sicherstellung des Canals durch hohe und starke Deiche nothwendig. Vor den beiderseitigen Häfen müssen Molen weit hinausgeführt werden, nämlich bei Panama auf 5000, bei Colon, wo der Fluthwechsel höchstens 0,5 Meter misst, auf 900 Meter Länge. Die Kosten der Anlage waren berechnet auf 1070, und die der jährlichen Unterhaltung auf  $6\frac{1}{2}$  Millionen Franks.

7) Von denselben Verfassern wurde noch ein zweites Project für diese Linie vorgelegt, wobei der Tunnel fortfiel, indem der Canal an jedem Abhange sechs Schleusen erhalten und durch Anspannung des Chagres-Flusses gespeist werden sollte.

8) Der Nordamerikanische Ingenieur F. Kelley verlegt den Canal etwas weiter nach Osten, wo die Landenge ungefähr dieselbe Breite hat, wie bei Panama, die Cordilleren aber sich bis 300 Meter erheben. Die Verbindung mit dem Atlantischen Ocean soll in der Bucht San Blas stattfinden, und von hier soll der Canal ohne Schleuse bis in das weite Bette des Flusses Baijano sich fortsetzen, der in den Stillen Ocean mündet. Die ganze Länge misst 53 Kilometer und davon fallen 16 in den Tunnel.

9) Der Ingenieur L. de Puydt aus Columbien wollte den Canal von Port Escondido del Sur vor dem Golf von Uraba beginnen, eine kurze Strecke das Thal des Turgandi verfolgen und alsdann in das Thal des Tanela übergehn lassen. Von hier sollte

er, wie es scheint, in einem Tunnel durch das Gebirge geführt, in das weite Thal des Tuijra treten, in dessen Bett er mündet, sobald die Wassertiefe 9 Faden mißt. Der Schiffahrtsweg, der im Ganzen 153 Kilometer lang ist, soll keine Schleuse erhalten und den Golf von Uraba mit dem Golf San Miguel am Stillen Ocean verbinden. Die Länge des eigentlichen Canals würde 88 Kilometer messen.

10) Das letzte Project war von dem See-Officier der Vereinigten Staaten Th. O. Selfridge aufgestellt. Nach diesem beginnt die Wasserstrafse in der vielfach zertheilten Mündung des mächtigen Atrato - Stroms in den Golf von Uraba, verfolgt den Stromlauf etwa 240 Kilometer weit, bis derselbe sich der Chiri-Chiri Bai im Stillen Ocean bis auf 50 Kilometer nähert. Diese Verbindung soll durch einen Canal dargestellt werden, der auf 4 Kilometer Länge durch einen Tunnel unter dem Gebirge fortgeführt und mit 22 Schleusen versehen ist. Die Anzahl der Schleusen kann aber nach Ansicht des Verfassers auf 3 zurückgeführt werden, wenn man den Canal tiefer legen und den Tunnel auf 9 Kilometer verlängern wollte. Die Mündung des Atrato wäre auf gleiche Weise, wie am Mississippi geschehn ist, zu vertiefen.

Es darf nicht befremden, dafs die zur technischen Prüfung dieser Projecte gewählte Abtheilung den von Lesseps gestellten Termin nicht inne halten konnte, doch war sie einige Tage später schlüssig geworden und gab dem unter Nr. 6 vorstehend bezeichneten Project zwischen Colon und Panama vor den übrigen den Vorzug. Sie machte jedoch darauf aufmerksam, dafs auch dieses Project noch keineswegs so vollständig bearbeitet sei, dafs die Einzelheiten und namentlich die Anlagekosten sich sicher beurtheilen liefsen. Verschiedene Localuntersuchungen, besonders über die Beschaffenheit des Bodens und des Gebirges müfsten jedenfalls vorangehn.

Dabei wurden in Betreff der Sicherung der Schiffahrt noch mehrere Bedingungen aufgestellt.

Der Wasserstand im Canal dürfe sich nicht verändern. Im gewöhnlichen Erdboden solle der Canal 22 Meter Sohlenbreite, 8,5 Meter Tiefe und 2füßige Böschungen erhalten, im Felsboden dagegen lothrechte Seitenwände, die gleichfalls 22 Meter von ein-

ander entfernt und in der Höhe des Wasserspiegels durchweg mit horizontalen Reibhölzern verkleidet sind. Diese Wände seien 2 Meter über Wasser zu erheben und daneben 2 Meter breite Fußpfade anzubringen. In den Tunneln sollten aber an der äußern Seite der Fußwege, also 26 Meter von einander entfernt, senkrechte Wände von 15 Meter Höhe angebracht und durch halbkreisförmige Gewölbe von 13 Meter Radius verbunden werden. Die lichte Höhe des Tunnels in der Mittellinie mißt also über Wasser 30 Meter. Wenn endlich der Canal seine Richtung verändert, so dürfe dieses in keiner schärferen Krümmung, als mit dem Radius von 2000 Meter geschehn.

Die Schleusen müßten 20 Meter weit und in den Kammern 150 Meter lang sein, während die Schlagschwellen wieder 8,5 Meter unter Wasser liegen. Die Gefälle dürften nicht größer als 4 Meter sein. Dabei wurde noch die ungewöhnliche Bedingung gestellt, daß jedesmal drei Schleusenammern neben einander erbaut werden müßten, damit gleichzeitig Schiffe in beiden Richtungen durchschleust werden könnten, und die dritte Kammer sogleich in Gebrauch zu nehmen sei, wenn eine der beiden andern der Reparatur bedürfte.

Bei diesen Dimensionen würden die größten Handelsschiffe den Canal befahren können. Um ein Begegnen von solchen zu ermöglichen, müßten aber in Entfernungen von 10 Kilometern Ausweichestellen eingerichtet werden, die um 10 Meter breiter als der Canal und 500 Meter lang sein sollten.

In der schieflichen Gesamtsitzung am 29. Mai faßte Herr Lesseps den Beschluss des Congresses in folgende Worte:

„Der Congress erachtet die für den Handel und die Schifffahrt so dringende Ausführung eines interoceanischen Canals mit constantem Wasserspiegel für möglich, und ist der Ansicht, daß dieser Canal, um sowohl leicht zugänglich zu sein, als auch um die sonstigen Vortheile zu bieten, die man von solchem Verbindungswege fordert, vom Golf Limon nach der Bai von Panama gerichtet sein muß.“

Diesem Beschlufs stimmten, wie Lesseps später in New-York mittheilte, 78 der anwesenden Commissare bei, während nur 8 sich dagegen erklärten und die 12 übrigen sich der Abstimmung enthielten.

In dieser Art war sowohl die Richtung des Canals im Allgemeinen festgestellt, wie auch beschlossen, daß derselbe keine Schleuse erhalten, vielmehr im Niveau der beiderseitigen Meere durchgeführt werden solle. Hiernach schien die Ausführung so gesichert, daß bald darauf 800 000 Actien zu 500 Franks aus-geboten und dabei eine jährliche Dividende von  $11\frac{1}{2}$  Procent in Aussicht gestellt wurden. Nichts desto weniger sind seitdem wieder so erhebliche Bedenken gegen die gewählte Linie und überhaupt gegen das ganze Canalproject erhoben, daß es zweifelhaft ist, ob die Gesellschaft dieses zur Ausführung bringen, oder vielleicht die Verbindung beider Meere in ganz anderer Art darstellen wird.

In dem Verein der Amerikanischen Civil-Ingenieure wurde hierüber vielfach verhandelt.\*) Schon die Wahl der Panamalinie wurde insofern getadelt, als dadurch der Weg nach San Francisco sich bedeutend länger herausstellte, als wenn man durch die Landenge Tehuantepec den Stillen Ocean mit dem Mexicanischen Meerbusen verbunden hätte. Für Europa würde die Verkürzung dieses Weges freilich nur 13 Procent, für New-York aber 24 und für New-Orleans sogar nahe 40 Procent betragen. Der Canal sei aber für Europa nicht entfernt von der Wichtigkeit, wie für die Vereinigten Staaten, deren Bethheiligung an der Aufbringung der Kosten vorzugsweise erwartet werde, und auf die daher auch vorzugsweise Rücksicht genommen werden müsse.

Sodann wurde von verschiedenen Seiten die Verlegung des Canals in das Thal des Chagres für durchaus unpassend erklärt. Die Anschwellungen seien hier so hoch, daß selbst Versuche, kleinere Flächen gegen solche zu sichern, mißglückten, es wäre daher undenkbar, daß man den Canal in viel größerer Tiefe, nämlich im Niveau des Meeres, gegen diese Fluthen werde schützen können. Dabei komme es aber nicht nur auf die Wassermasse an, welche der Strom aus dem Gebirge herabführt, sondern schon die Zuflüsse von den Thalrändern und aus dem Thal selbst seien übermächtig, wenn, wie oft geschieht, der Regen so heftig ist, daß in 12 Stunden der Regenschirm sich 5 Zoll hoch anfüllt. Der

\*) Transactions of the American society of civil engineers. Ende 1879 und Anfang 1880.

Canal dürfe daher nicht in die Flufsthäler, sondern müsse auf die Wasserscheiden verlegt werden, um von keiner Seite starke Zuflüsse zu erhalten. Hiernach scheine die unter Nr. 8 erwähnte Linie besonders beachtenswerth, die aber in der Art verändert werden müsse, dafs sie, ohne das Thal des Bayano zu berühren, westlich von demselben in den Golf von Panama geführt werde.

Diese Linie sei auch die einzige, wobei alle Krümmungen sich vermeiden liefsen, welche von grofsen Schiffen doch nicht verfolgt werden könnten. Evans erwähnte, dafs er bei Bereisung des Suez-Canals Augenzeuge gewesen, wie zwei grofse Schraubendampfer festgefahren wären.

Endlich genügten auch die gewählten Dimensionen nicht, da man doch gewifs nicht die grössten Schiffe ausschliesen werde. Nach den Liverpooler Schiffslisten seien daselbst 1879 schon 51 Schiffe eingelaufen, die über 400 Fufs (Englisches Maafs) lang waren. Man baue aber gegenwärtig noch bedeutend gröfsere Schiffe, so lasse die Inmand-Company einen Dampfer von 525 Fufs Länge und 53 Fufs Breite ausführen. Für diese sei die angenommene Breite des Canals, namentlich im Felsboden, viel zu geringe. Man müsse aber erwarten, dafs hier auch grofse Segelschiffe mit voller Takelage vielfach durchgehn würden, da die regelmässigen Winde sowohl im Atlantischen, wie im Stillen Ocean diese Schifffahrt begünstigten, während solche im Suez-Canal beinahe ganz fehle, weil die Befahrung des Rothen Meers für Segelschiffe gar zu gefährlich sei. Damit aber die Raen weder beim Begegnen zweier solcher Fahrzeuge an einander, noch in den unterirdischen Strecken gegen die Felswände stiefsen, müfsten nothwendig viel gröfsere Breiten gewählt werden.

So waren sehr bedeutende Einwendungen gegen das von der internationalen Commission gewählte Project bereits erhoben, als Herr v. Lesseps, nachdem er die verschiedenen Linien an Ort und Stelle besichtigt hatte, nach New-York kam und von dem Ingenieur-Verein zur Theilnahme an einer aufserordentlichen Sitzung am 26. Februar 1880 eingeladen wurde, wozu auch eine grofse Anzahl andrer Gäste (Herren wie Damen) Einladungen erhalten hatten.

Nachdem Lesseps durch den Präsidenten feierlich begrüfst war, ergriff er das Wort und nach manchen historischen An-

deutungen sowohl über den Suez-Canal, wie über den von Panama, waren besonders folgende Aeußerungen von Bedeutung, die wohl durch die vorstehenden Bedenken veranlaßt waren. Bevor die Ausführung des Suez-Canals begonnen, sei das zum Grunde gelegte Project in vielfacher Beziehung angegriffen worden: der Wasserstand im Canal werde wegen der Porosität des Bodens nicht zu halten sein, die fortwährenden Versandungen werde man nicht beseitigen können, der Fluthwechsel im Rothen Meer werde so starke Strömungen veranlassen, daß dadurch theils die Schiffahrt zeitweise unterbrochen, theils aber auch die Ufer heftig angegriffen werden würden und dergleichen. Die Erfahrung habe aber keins dieser Bedenken bestätigt, es sei vielmehr ein Werk geschaffen, dessen große Bedeutung für den Verkehr allgemein anerkannt werde. Er erwarte dieselben Erfolge auch beim Panama-Canal, dessen Ausführung jene übermäßigen Schwierigkeiten, wie dort, nicht entgegenständen. Dort hätte man die zahllosen Arbeiter in Gegenden beschäftigen müssen, die absolut nichts lieferten, wo selbst das Trinkwasser 60 Stunden weit herbeigeführt werden mußte, und wo übermäßige Hitze und die heftigsten Stürme die Arbeit oft unterbrachen. Die Landenge von Panama sei dagegen überaus fruchtbar, enthalte reiche Quellen und die Hitze sei viel mäßiger, als in Aegypten. Der Fluthwechsel im Stillen Ocean werde eben so wenig störend sein, wie der im Rothen Meer. Eine Schleuse sei daher auch hier entbehrlich, er halte solche für ein so wesentliches Schiffahrts-Hinderniß, daß, wenn die internationale Commission diese für nöthig erachtet hätte, er augenblicklich seine Betheiligung am Canalproject aufgegeben haben würde. Die Sprengungsarbeiten würden allerdings nicht leicht sein. Nachdem die Amerikanischen Ingenieure aber die Klippe bei Hellgate beseitigt haben (§ 83), so zweifle er nicht, daß sie auch hier keine unüberwindlichen Schwierigkeiten finden werden.

Wenn in den frühern Mittheilungen über das betreffende Project bereits von Deichen die Rede war, welche die Fluthen des Chagres abhalten sollten, so erklärte jetzt Lesseps, es sei Absicht, das ganze Thal des Chagres-Flusses, ehe derselbe aus dem Gebirge tritt, durch einen 40 Meter hohen und 1600 Meter langen Damm vollständig zu schließeln und dadurch ein Bassin zu bilden, welches tausend Millionen Cubikmeter faßt. Diese bei



heftigem Regen aufgefangene Masse solle aber in der Zwischenzeit bis zum nächsten Regen in einem ganz neu auszuhebenden Strombette, ohne Ueberschwemmungen zu veranlassen, in die See geleitet werden. Das Bette werde daher solche Dimensionen erhalten, dafs es in der Secunde 200 Cubikmeter abführen kann.

Ueber das erwähnte Auffahren der Schiffe auf die Ufer des Suez-Canals erwähnte Lesseps, dafs dieses allerdings zuweilen vorkomme, dafs aber die Schiffe immer sogleich wieder flott würden. In dem Canal selbst sei in den 11 Jahren, seitdem er eröffnet, hierdurch noch nie eine Sperrung der Schiffahrt vorgekommen. In dem Bitter-See sei dieses freilich einmal geschehn.

Lesseps hatte zu den Localbesichtigungen mehrere Ingenieure und unter diesen auch den Niederländischen J. Dirks zur Begleitung gewählt, der in Verbindung mit Hawkshaw den Canal von Amsterdam durch das Y nach der Nordsee ausgeführt. Derselbe betrat auch die Rednerbühne und nachdem er die Verdienste des Herrn v. Lesseps gerühmt, und die Schwierigkeiten angedeutet hatte, die bei Darstellung des Amsterdamer Canals zu überwinden gewesen wären, bestätigte er, dafs die Ausführung des Panama-Canals leichter als die des Suez-Canals, und sogar leichter als die mancher andern Canäle wäre, welche auch gelungen seien.

Es ergibt sich nicht aus den sonstigen Mittheilungen, dafs die Erklärungen von Lesseps und von seinen Begleitern die Stimmung der Amerikanischen Ingenieure für das Panama-Project gehoben hätten, von grofser Bedeutung ist aber eine Adresse, die in Bezug auf diese Erklärungen der Erbauer der Brücke von St. Louis und der Correctionswerke an der Mündung des Mississippi, James B. Eads, am 9. März 1880 an den Ausschufs der inter-oceanischen Canal-Gesellschaft richtete. Diese gab zu eingehenden Verhandlungen Veranlassung, an denen auch Lesseps sich theiligte.

Eads erklärte zunächst, dafs bei der gegenwärtigen Ausbildung der Technik und bei den grofsen Hilfsmitteln, welche der Maschinenbau bietet, eigentlich kein Project als unausführbar angesehen werden dürfe, er sonach auch das Panama-Canalproject für ausführbar halte, selbst wenn dabei unerwartet die grössten Schwierigkeiten eintreten sollten. Wie sehr aber in solchem Fall die Baukosten sich steigern, und die Bauzeit sich verlängern

würde, lasse sich nicht vorherbestimmen, und so sei es möglich, daß diese wie jene vergleichungsweise gegen den erwarteten Nutzen des Unternehmens sich übermächtig ausdehnten und das begonnene Werk deshalb aufgegeben würde. Der Ingenieur sei daher verpflichtet, solchen Zufälligkeiten, soweit es geschehn kann, auszuweichen, und in sorgfältige Ueberlegung zu nehmen, in welcher Weise die Aufgabe, also im vorliegenden Fall die Ueberführung großer beladener Seeschiffe aus einem Ocean in den andern am sichersten, zugleich auch mit den geringsten Kosten und in der kürzesten Zeit sich lösen lasse. Auch müsse dabei die spätere Unterhaltung berücksichtigt werden.

In dem bereits gewählten Canalproject seien die möglichen Zufälligkeiten ganz unbeachtet geblieben, und die Kostenberechnung enthalte auch nicht die Zinsen, Commissionsgebühren, das Disconto, die gesetzlichen Abgaben und andre Nebenausgaben, die bei der Brücke von St. Louis die Bausumme verdoppelten.

Was die Zufälligkeiten betrifft, welche die Ausführung ungemein erschweren können, so erwähnt Eads, daß bei Darstellung eines Canals über dem Spiegel des Meers die zudringenden Wassermassen sich wohl schätzen ließen und man deren Beseitigung in Anschlag bringen könne, wenn aber, wie hier in der Tiefe von 28 Fufs unter dem Meer der Canal in dem durch Erdbeben vielfach gehobenen und zerklüfteten Gebirge der Cordilleren ausgesprengt werden solle, so sei es denkbar, daß man Quellen begegnet, die unmittelbar von dem Meer gespeist werden, also die Trockenlegung der Baugrube unbedingt verhindern. Es gebe freilich alsdann noch immer Methoden, die Sprengungsarbeiten durch den 6 Kilometer langen Tunnel fortzusetzen, aber welche enormen Kosten und welchen Zeitaufwand würde dieses erfordern?

Demnächst sei auch die Schiffahrt mit Dampftrieb in einem von Felswänden eingeschloßnen engen Canal höchst bedenklich. Das Auffahren der Schiffe auf sandige Ufer selbst mit einer mäßigen Geschwindigkeit sei weniger gefährlich, jede Berührung eines Felsens bei der Fahrt veranlasse aber wesentliche Beschädigungen und hier komme noch das Ueberscheeren oder das plötzliche Wenden der Schiffe in Betracht, das bei tieferer Einsenkung und bei größerer Geschwindigkeit immer häufiger sich einstelle. Jeder Seemann wisse, daß auf flachem Wasser das Schiff oft dem

Ruder nicht folgt, und plötzlich von selbst sich seitwärts wendet. Am meisten ist dieses in engen Fahrwassern mit steilen Seitenwänden zu besorgen. Das Schiff drängt das vor ihm befindliche, bisher ruhende Wasser gleichmäfsig nach beiden Seiten, und wenn es sich einem Ufer bedeutend mehr, als dem andern nähert, so schwillt das Wasser hier höher an und veranlafst dadurch den starken Seitendruck gegen den Vordertheil des Schiffs. Die Ausgleichung des Wasserspiegels gegen die andre Seite erfolgt aber um so langsamer, je mehr der Kiel sich der Sohle des Canals nähert. Diese Gefahr wächst also mit dem Tiefgang der Schiffe und zugleich mit ihrer Geschwindigkeit. Hiernach ist Eads der Ansicht, dafs zwischen Felsufern, und zwar eben so wohl in offenen, wie in unterirdischen Strecken, die Geschwindigkeit auf 2, oder äußersten Falls auf  $2\frac{1}{2}$  Seemeilen in der Stunde beschränkt werden müsse.

Ferner wurde die Einwirkung des bedeutenden Fluthwechsels im Stillen Ocean auf die Strömungen im Canal erwähnt, wenn derselbe keine Schleuse erhalten sollte. In dieser Beziehung hatte Lesseps freilich zugegeben, dafs die Fluthen hier gröfser, als im Rothen Meer sind, er sprach dabei jedoch die Erwartung aus, dafs sie weniger heftig in den Canal eindringen würden, sobald der Hafen von Panama gehörig vertieft wäre. Diese gewifs ganz ungegründete Hoffnung wurde von Eads zurückgewiesen. Derselbe fügte aber hinzu, dafs der in Panama angestellte Agent einer Dampfschiffahrts-Gesellschaft ihm mitgetheilt habe, der Fluthwechsel steigere sich zuweilen sogar auf 29 Fufs. Hierdurch werden unfehlbar so heftige Strömungen in dem Canal veranlafst werden, dafs nicht nur die Schifffahrt unterbrochen, sondern auch die Ufer, soweit sie nicht aus Felsen bestehen, den stärksten Angriffen ausgesetzt würden.

Demnächst bemerkt Eads, dafs es sehr schwierig sein werde, sowohl im Canal, wie in den Häfen die erforderliche Tiefe zu erhalten, da die Zuflüsse von den Seiten grofse Massen Erde und Gerölle bei heftigem Regen zuführen. Wenn auch durch jenen Damm und das neue Strombette die Fluthen des obern Chagres zurückgehalten würden, so liefsen doch weiter abwärts die Seitenzuflüsse sich nicht sperren. Deichanlagen könnten zwar einzelne Strecken des tiefen Canals sichern, aber wenn man für die

dahinter sich ansammelnden Wassermassen nicht wieder neue Flussbetten bis zur See darstellte, so würden sie sich dennoch in den Canal ergießen und in demselben, oder bei ihrem Eintritt in den Hafen, die mitgeführten Stoffe fallen lassen.

Um allen diesen Uebelständen und Gefahren nicht ausgesetzt zu sein, schlägt Eads vor, man solle von der Canalanlage ganz absehn, und dafür eine passende Eisenbahn erbauen, auf der die Schiffe mit voller Ladung über den Isthmus und über die Cordilleren fort, von Meer zu Meer herüber geführt würden. Schon vor vierzig Jahren seien in dieser Weise große Canalböte über das Alleghany-Gebirge in Pensylvanien geschafft worden, und die neuere Technik werde dieses System leicht auf die größten Seeschiffe ausdehnen lassen. Die Kosten würden sich dabei gegen den projectirten Canal auf den vierten Theil, und ungefähr eben so viel auch die Zeit der Darstellung vermindern, während alle Schwierigkeiten, die eintreten können, sich viel sicherer vorhersehn lassen. Auch in der Unterhaltung trete ein so großer Vortheil ein, daß die Betriebskosten dadurch reichlich gedeckt würden, während zugleich eine größere Anzahl von Schiffen und zwar viel schneller befördert werden könnte.

In der darauf folgenden mündlichen Verhandlung erklärte Eads zunächst, daß nicht er allein dieser Ansicht sei, Reed, früher erster Ingenieur beim Schiffbau der Britischen Marine, habe in den Londoner Times bereits die Hoffnung ausgesprochen, daß man statt des Panama-Canals eine Schiffs-Eisenbahn wählen werde, und ähnliche Projecte seien auch bei andrer Gelegenheit gemacht worden.

Gewiß ist es ohne Beispiel und kann nur befremden, daß die größten Seeschiffe (wie es scheint, jedoch nur von der Handels-Marine) in voller Ausrüstung und mit voller Ladung auf einen Eisenbahnwagen gestellt und mindestens 10 Deutsche Meilen weit, und noch dazu über ein hohes Gebirge fort mit großer Geschwindigkeit von Meer zu Meer versetzt werden sollen. Etwas Aehnliches kommt indessen auf den neueren Hellingen oder dem Slip von Morton (§ 89) bereits vor, und wenn man die heutigen Leistungen der Eisenbahnen in Betracht zieht, so läßt sich die Möglichkeit dieses Unternehmens nicht in Abrede stellen. Ein Bedenken dagegen auszusprechen, verbietet sich um so mehr, als der Ingenieur, der diesen Vorschlag macht, durch die großartigsten

und erfolgreichsten Ausführungen einen seltenen Ruf sich erworben hat.

Das Project dieser Schiffs-Eisenbahn wurde bei der Vernehmung durch mehrere Zeichnungen erläutert, da jedoch diese dem stenographischen Bericht nicht beigelegt sind, so kann die zum Grunde liegende Idee hier nur im Allgemeinen angedeutet werden. Auch war das Project keineswegs vollständig bearbeitet, da die erforderlichen Terrainaufnahmen noch fehlten und nur durch die Ergebnisse flüchtiger Untersuchungen oder durch diejenigen Messungen ersetzt werden konnten, welche zur Feststellung der verschiedenen Canallinien ausgeführt waren.

Das Schiff soll auf eine große Tafel gestellt werden, die auf so vielen Rädern ruht, daß jedes derselben nur mit 5 Tons belastet wird. Wenn also das Schiff mit Ladung 6000 Tons wiegt, und dazu mit 25 Procent noch das Gewicht dieser Tafel nebst Zubehör, oder des Wagens kommt, so würden 1600 Räder erforderlich sein. Diese stehen auf 12 Schienensträngen, die 4 bis 5 Fufs von einander entfernt sind, und aus Stahl bestehen. Ihre Stärke ist dieselbe, wie bei gewöhnlichen Eisenbahnen erster Classe, indem der Yard (3 Fufs) 70 Pfund wiegt. Die Räder, gleichfalls mit Stahlreifen versehen, werden aber, so wie ihre Achsen und Federn auf den Druck von 20 Tons geprüft, da nicht immer alle ganz gleichmäßig belastet sind. Der Wagen würde hiernach 50 bis 60 Fufs breit sein, wenn aber seine Länge, die nicht bezeichnet ist, auch nur etwa 200 oder selbst 100 Fufs mißt, so würde überreichlich Raum für die Aufstellung jener Räder vorhanden sein. Diese Räder sind aber nicht mittelst durchgehender fester Achsen zu zwei oder mehreren verbunden, sondern jedes hat seine besondere Achse, damit es im Fall eines Bruchs keine Entgleisung veranlaßt, es auch leicht durch ein neues ersetzt werden kann.

Der Wagen soll durch zwei Locomotiven gezogen werden, welche die fünffache Zugkraft der gewöhnlichen Gütermaschinen haben und auf zwei Geleisen laufen. Dieses genügt in der That, da auch die schweren Gütermaschinen auf unsern Bahnen über 500 Tons Bruttolast bei Steigungen von 1:100 noch bequem ziehn. Auf andere Geleise werden die Transportwagen für Wasser und Kohlen gestellt.

Eads erwartet, daß die Bewegung des großen Wagens sehr sanft und frei von allen Stößen sein wird, indem die Unebenheiten der Bahn durch die vielen Federn über den Rädern ausgeglichen werden. Der Wechsel im Gefälle wird durch sanfte Uebergänge so gemäßigt, daß der verticale Bogen in der Länge des Wagens sich nicht merklich von der Sehne entfernt. In Betreff der Krümmungen der Bahn ist dieses ausdrücklich angegeben, indem dieselben wenigstens mit dem Radius von einer Meile beschrieben sein sollen. Die Gefälle der Bahn werden auf allen in Betracht kommenden Linien sich auf das Maafs von 1 : 100 beschränken lassen, auf der Panama-Linie wahrscheinlich auf 6 : 1000. Um ferner das Begegnen zweier Schiffe auf der Bahn zu ermöglichen, sollen nach Bedürfnis Schiebebühnen angebracht werden, auf welchen der eine Wagen zur Seite geschoben wird, während dieselbe Bühne noch die zwölf andern Schienen trägt, welche die Verbindung beider Strecken darstellt.

Sehr eingehend wurde in der Vernehmung die Frage behandelt, in welcher Weise die Schiffe auf die Wagen gestellt werden sollen, und ob dieses ohne Nachtheil für die beladenen Schiffe geschehn könne. Eads erklärte dabei, daß er mit dem Schiffbau genau bekannt sei, denselben auch sowohl wissenschaftlich erlernt, wie vielfach ausgeübt habe. So habe er für die Regierung vierzehn große eiserne Schiffe erbaut. Indem man dabei aber immer den Fall ins Auge fassen müsse, daß bei starkem Seegange das Schiff vorn und hinten von zwei Wellen getragen wird, in der Mitte ihm aber die Unterstützung fehlt, so sei es Bedingung, das Schiff so zu verstärken, daß wenn es wie ein Brückenträger nur an beiden Enden aufsteht, es dennoch bei voller Ladung nicht weiter durchbiegt, als die Elasticitätsgrenzen dieses gestatten. Ein Schiff von 300 Fufs Länge wird dabei freilich etwa 3 Zoll durchbiegen, bei späterer gleichmäßiger Unterstützung aber, also wenn es auf ruhigem Wasser schwimmt, seine frühere Form wieder annehmen. Der Fall, daß das Schiff nur in der Mitte getragen wird und seine Enden frei schweben, sei von weniger Bedeutung. Dabei wird erwähnt, daß der bereits genannte Schiffbauer Reed zum Beweise der Unschädlichkeit des Transports auf Eisenbahnen anführe, der Northumberland, ein sehr großes eisernes Schiff mit fünf Masten sei beim Ablauf auf

dem untern Rande der Helling stehn geblieben und zwar so, daß 170 Fufs (ein hundert und siebenzig Fufs) seiner Länge bei fallendem Wasser sogar frei in der Luft geschwebt hätten. So habe es zwei Monate hindurch gestanden, bis es endlich bei einer besonders hohen Fluth flott geworden wäre. Dabei sei es aber unbeschädigt geblieben. Auf die Frage, ob kein nachtheiliges Ausbauchen der Seitenwände durch die Ladungen zu besorgen sei, erklärte Eads, daß solches doch nur beim Getreide zu vermuthen wäre, nachdem er aber gesehn, wie in den Schiffen auf dem Mississippi die schwächsten Bretterwände für solchen Druck genügten, so würden jedenfalls die Balken des Decks und Zwischen decks diesem Druck hinreichend Widerstand leisten. Er fügte hinzu, jedes Schiff, welches für stark genug erachtet würde, den Atlantischen Ocean zu befahren, könne auch ganz sicher auf den Eisenbahnwagen gestellt werden.

Ueber das Verfahren beim Aufbringen der Schiffe auf die Bahn wurde die Erklärung abgegeben, es solle neben dem Hafen in einer zunächst noch abgeschlossnen Baugrube mit der Neigung von 1 : 100 die Bahn bis 30 Fufs unter Wasser herabgeführt werden. Dieselbe solle auch mit Mauern umgeben und am untern Ende zum Verschluss durch Stemthore oder durch Pontonthore eingerichtet werden. Diese würden jedoch nur bei vorkommenden Reparaturen geschlossen, sonst blieben sie immer geöffnet. Der Enddamm, der dieses 3000 Fufs lange Bassin zunächst vom Hafen trennt, werde später durchstochen und durch Baggern vollständig beseitigt.

Solle nun ein Schiff transportirt werden, so lasse man, wie auf den Slips geschieht, zuerst den Wagen hinreichend tief herablaufen, führe das Schiff darüber und richte es gehörig ein, so daß der Kiel sich über der Mittellinie befindet. Nunmehr wird eine Dampfmaschine in Thätigkeit gesetzt, welche Wagen und Schiff so weit zieht, bis letzteres mit dem Kiel überall den Wagen berührt. In dieser Zeit wird das Schiff noch durch das Wasser in seiner lothrechten Stellung gehalten, um diese aber ferner zu sichern, werden jetzt keilförmige Klötze von beiden Seiten durch kräftige Winden unter den Boden gezogen, wie die Figuren 244 und 268, die sich auf das Patent-Slip und auf das schwimmende Dock beziehen, angeben. Diese Klötze bewegen sich auf festen

Bahnen, greifen also tief unter Wasser sicher ein. Sie sollen in Abständen von 10 Fufs, vielleicht auch noch näher an einander eingeschoben werden. Wenn dieses aber geschehn ist, so wird die stehende Maschine wieder angelassen, die den Wagen bis über Wasser heraufzieht, worauf jene beiden Locomotiven sich davor spannen. Eads meint, das ganze Manöver zum Aufstellen des Schiffs werde sich etwa in einer halben Stunde ausführen lassen. Das Ablassen des Schiffs am Ende der Bahn und zwar wieder in ein gleiches Bassin, erfolgt augenscheinlich noch viel schneller, da man den Wagen alsdann nur so weit herabläßt, dafs das Schiff frei aufschwimmt.

Eads erklärte noch, dafs wenn die Panama-Linie gewählt würde, der Bau der Eisenbahn nebst den beiderseitigen Bassins für 50 Millionen Dollars in fünf Jahren auszuführen sei.



Zehnter Abschnitt.

---

**Bagger.**



## Allgemeine Bemerkungen.

**Baggerarbeiten** oder solche Aufräumungen der Fahrwasser und Liegestellen der Schiffe, wodurch die Untiefen unmittelbar beseitigt werden, kommen zwar vielfach in Flufshäfen und Canälen und selbst in Strömen und Flüssen vor, doch finden sie in gröfserm Maasse in den Seehäfen Anwendung, woher die dazu dienenden Apparate am passendsten bei Gelegenheit des Hafenbaues beschrieben werden. In vielen Fällen wird durch Baggern eine Untiefe entfernt, welche schon lange bestanden hat, häufiger geschieht es aber, dafs man nur die Ablagerungen entfernt, welche eine schwache Strömung herbeiführt, und da im letzten Fall die Ursache der Verflachung nicht aufhört, so mufs auch die Vertiefung in längern oder kürzern Zwischenzeiten immer von Neuem vorgenommen werden. Die Strömung in den Häfen ist gewöhnlich so gering, dafs selbst die feinem Niederschläge dadurch nicht angegriffen werden. Diese Schwächung des Stroms rührt aber davon her, dafs ein sehr breites und tiefes Profil nothwendig ist, um für eine grofse Anzahl von Schiffen die erforderlichen Liegeplätze zu schaffen.

Die **Niederschläge** rühren theils von den Flüssen und Bächen her, die sich in den Hafen ergiefsen und die erdigen Theilchen oder den Sand und Kies, die sie mit sich führen, darin absetzen. Andererseits aber werfen auch die Wellen, indem sie mit heftiger Bewegung einlaufen, grofse Massen von Sand und Kies hinein, und besonders geschieht dieses, wenn zugleich eine starke Einstromung stattfindet. Dazu kommt noch, dafs oft von den kahlen Dünen in der Nähe Sand hineinfliegt, auch Kehrlicht und anderer Schmutz in den Hafen geworfen, oder durch Strafsenrinnen ihm zugeführt wird. Ebenso pflegt auch Asche und Schlacken

aus den Dampfschiffen, selbst wenn es polizeilich verboten ist, über Bord geschüttet zu werden. Verunreinigungen dieser Art lassen sich bei gehöriger Aufsicht grosentheils vermeiden, auch kann man die kleinern Wasserläufe, die in den Hafen treten, zuvor in Schlammkasten reinigen. Dafs man in gleicher Weise das Geschiebe und den Kies, welchen Bäche aus nahe liegenden Gebirgen hinzuführen, abzuhalten im Stande ist, ist bereits § 39 erwähnt. Nichts desto weniger lassen sich die Verflachungen, die von gröfsern Strömen und von der See herrühren, gemeinhin nicht vermeiden, noch auch durch Spülung vollständig beseitigen, namentlich wenn der Hafen für eine grofse Anzahl von Schiffen die nöthigen Liegeplätze bieten soll, und folglich grofse Querprofile haben mufs.

Es giebt hiernach nur wenige Häfen, in welchen immer wiederholte Baggerungen entbehrlich sind. Diese verursachen unzweifelhaft bedeutende Kosten, doch müssen letzte durch den Verkehr gedeckt werden, und kommen meist weniger in Betracht, als die localen Schwierigkeiten, welche den Baggerarbeiten vielfach entgegentreten.

Hierher gehört zunächst der Wellenschlag. Derselbe ist Veranlassung, dafs die Hafenmündung in andrer Weise, nämlich durch möglichste Verstärkung des Stromes offen erhalten werden mufs. Betrachtet man näher die Sand- oder Kiesmassen, welche die Mündungen periodisch verflachen oder vollständig sperren, so sind diese nicht so grofs, dafs man sie bei geregelter Betriebe der Baggerung nicht leicht und zwar mit geringern Kosten beseitigen könnte, als wenn man etwa zur Verlängerung der Hafendämme sich entschliesen wollte. Die Schwierigkeit liegt aber darin, dafs die See nur selten und nur auf kurze Zeit sich soweit abstillt, dafs der Bagger in der Mündung oder vor derselben arbeiten kann, wenn letztere nicht etwa so geschützt liegt, wie bei Neufahrwasser. Es mag gleich hier bemerkt werden, dafs längere Bagger bei mäfsigem Wellenschlag noch benutzt werden können, während kürzere wegen der stärkern Bewegung schon den Dienst versagen.

Demnächst ist auch im innern Hafen, wenn derselbe nur wenig Breite hat, das Baggern für die Schifffahrt störend. Man kann wohl, wie auch immer geschieht, das Anlegen der

Schiffe an diejenige Stelle, die gerade vertieft wird, verbieten, aber der Durchgang der Schiffe beim Ein- und Auslaufen läßt sich nicht verhindern, und es treten alsdann häufig sehr störende Unterbrechungen ein. Aus diesem Grund durfte früher in den Häfen von Hinterpommern kein kräftiger Dampfbugger angewendet werden, weil ein solcher bei der beschränkten Breite der Häfen dieselben ganz gesperrt haben würde.

Endlich verursacht auch die Beseitigung des gehobenen Sandes oder der Baggererde oft große Schwierigkeiten. Selbst wenn man dieselbe auf die nächsten Ufer karren wollte, fehlt es zuweilen an dem dazu erforderlichen Raum. Dieses Verkarren ist aber jedesmal sehr theuer, und die Kosten dafür stellen sich meist höher, als das eigentliche Baggern. Die Vertiefung würde also wegen der übermäßigen Kosten sich zuweilen gar nicht ausführen lassen, wenn man nicht das vom Bagger gehobene Material unmittelbar in die See oder in verlassne Flusarme verströmen könnte. Dieses Verströmen in die See ist ohne Nachtheil, wenn es in gehöriger Entfernung und zwar auf derjenigen Seite des Hafens geschieht, von wo die Küstenströmung es nicht zurückführt. Von diesem Verfahren kann man indessen nur Gebrauch machen, wenn der Hafen und seine Mündung hinreichend weit sind, so daß ein Zug von 3 bis 6 großen Prahmen von einem kräftigen Bugsirboot aus- und eingeschleppt werden kann. Andererseits hat man in neuerer Zeit auch verschiedentlich die Einrichtung getroffen, daß das ausgehobene Material unmittelbar auf das Ufer gelangt, indem es entweder reichlich mit Wasser vermengt in Rinnen dahin fließt, oder durch die Maschine herüber gehoben wird. Beides ist indessen nur möglich, wenn die zu vertiefende Rinne nahe am Ufer liegt, und dieses nicht hoch ist.

Man benennt die Bagger gemeinhin nach der Kraft, durch welche sie in Bewegung gesetzt werden, und spricht deshalb von Dampf- und Pferde-Baggern. Dieselbe Art der Bezeichnung wird jedoch nicht auf diejenigen angewendet, welche durch Menschenkraft getrieben werden. Man nennt diese vielmehr Handbagger. Indem dabei aber vielfach und sogar gewöhnlich gleichfalls mechanische Vorrichtungen benutzt werden, so daß der Bagger wirklich eine Maschine und nicht nur ein Werkzeug ist, so ist diese letzte Benennung mit Rücksicht auf den

Begriff der Handarbeit nicht passend gewählt. Die erwähnte Eintheilung der Bagger ist aber auch in sofern nicht angemessen, als die verschiedenen Betriebskräfte keineswegs verschiedene Einrichtungen bedingen. So stimmen zum Beispiel die bei uns üblichen Bagger, mögen sie durch Dampf oder Pferde oder Menschen in Bewegung gesetzt werden, in ihrer ganzen Einrichtung wesentlich überein, sie lösen und heben das Material vom Grund mittelst einer geneigten Eimerkette ohne Ende, und außerdem sind sie auch mit Vorrichtungen zur Seitenbewegung versehen. Dagegen sind andre Bagger, mag die Betriebskraft diese oder jene sein, wesentlich davon verschieden, und sonach empfiehlt es sich, sie nach der Art ihrer Wirksamkeit zu unterscheiden und zu gruppieren.

Unter diesem Gesichtspunkt tritt sogleich eine sehr auffallende Verschiedenheit hervor. Einige Baggerapparate müssen für jede einzelne Förderung besonders eingestellt und jenachdem sie die Erdmasse lösen oder heben, in anderer Art in Bewegung gesetzt werden. Die Mehrzahl der Baggermaschinen haben dagegen eine continuirliche und ziemlich gleichmäßige Bewegung, indem eine große Anzahl von Kesseln oder Eimern vorhanden ist, von denen jederzeit einer in den Boden einschneidet und sich füllt, während die andern theils das gelöste Material heben, und theils wieder leer herabgehn. Zu den erstern gehört der einfache Sackbagger, der ohne weitere mechanische Vorrichtung aus freier Hand benutzt wird, doch läßt er sich auch mit Windevorrichtungen verbinden und dadurch zu einem sehr wirksamen und unter gewissen Umständen unentbehrlichen Apparat umwandeln. Es hindert auch nichts, in diesem Fall ihn durch ein Pferd oder eine Locomobile in Bewegung zu setzen. Der leinene oder lederne Sack ist indessen kein unterscheidendes Merkmal dieses Baggers, der Gebrauch desselben bleibt vielmehr unverändert, wenn auch statt des Sacks eine Art von Schaufel oder ein anders gestalteter Löffel benutzt wird. In sofern dieser Behälter aber jedesmal mit einem Stiel versehen ist, so dürfte die allgemeinste Bezeichnung eines solchen Apparats Löffelbagger sein.

Unter denjenigen Baggermaschinen, welche in continuirlicher Bewegung erhalten werden, sind ohne Zweifel die sogenannten Radbagger die einfachsten. Die Schaufeln oder

Kessel sind am Umfange eines verticalen Rades angebracht, sie schneiden in den Grund und füllen sich an der tiefsten Stelle, entleeren sich aber, sobald sie die größte Höhe erreicht haben. Ohnerachtet der Einfachheit bietet diese Anordnung dennoch manche Schwierigkeiten, und namentlich erfolgt die Entleerung der Eimer meist so unvollständig, daß ein großer Theil des gelösten Materials nicht aufgefangen werden kann, sondern wieder in das Wasser herabstürzt. Man hat von Radbaggern nur selten Gebrauch gemacht, und vielleicht kommt ein solcher gegenwärtig gar nicht mehr vor.

Die gewöhnlichste Einrichtung besteht darin, daß eine Kette ohne Ende mit einer großen Anzahl von Eimern versehen ist, die während sie in den Grund eingreifen und eben so auch, während sie sich bewegen an beiden Enden auf zwei Trommeln von quadratischem oder polygonalem Querschnitt aufliegen. Zwischen letztern ruht die Kette entweder auf einer Rüstung, der sogenannten Baggerleiter, oder sie hängt mit den Eimern frei herab. Hierbei tritt noch der wesentliche Unterschied ein, daß die Eimer entweder lothrecht auf- und absteigen, oder daß sie nach Maafsgabe der Neigung, welche man der Leiter giebt, sich in schräger Richtung bewegen.

Diesen Baggern mit geneigter Eimerkette steht sehr nahe die Moddermühle, die in den Niederlanden vielfach, zuweilen auch in Deutschland gebraucht wird. Ein Schaufelwerk schneidet den weichen Thon vom Grunde ab und schiebt denselben in einer flach ansteigenden Rinne in den Prahm, auf dem derselbe weiter verfahren wird. Diese Maschine hebt nur reinen und sehr weichen Boden.

Wesentlich verschieden von den vorstehend benannten sind die Pumpenbagger, welche den Sand oder die Erde zugleich mit vielem Wasser, also eine ziemlich dünnflüssige Masse, fördern. Der wesentliche Vorzug derselben besteht darin, daß diese Masse in Rinnen oder Röhren sogleich auf das Ufer fließen kann, also der sehr kostbare weitere Transport des gehobenen Materials fortfällt. Erst in neuester Zeit sind diese Maschinen versucht worden, sie haben aber bereits sehr ausgedehnte Verwendung gefunden, wozu ihre große Einfachheit gewiß beigetragen hat.

Außer diesen eigentlichen Baggerapparaten müssen auch

die Anstalten zur Beseitigung des gehobenen Materials, und namentlich die Baggerprahme erwähnt werden.

Einige allgemeine Bemerkungen über die Ausführung der Baggerarbeiten dürften hier die passendste Stelle finden. Wenn man eine Untiefe, mag sie aus Sand oder Thon bestehen, beseitigen will, so ist es bedeutend schwieriger, in derselben die erste Vertiefung darzustellen, als eine solche später zu erweitern, und dieses rührt nicht von der gröfsern Festigkeit der Oberfläche her, vielmehr davon, dafs der Eimer besser schöpft und einschneidet, wenn er ansteigend eingreift, und sonach das gelöste Material von selbst in ihn hineinfällt, als wenn er sich horizontal oder abwärts bewegt. Hierdurch begründet sich die Regel, dafs man immer gegen den Berg baggern mufs. Hieran schliesst sich eine andre Regel an, nämlich dafs nach Maafsgabe der Gröfse der Eimer die Vertiefung nicht unter einem gewissen Maafse bleiben, noch auch dasselbe bedeutend überschreiten darf. Soll der Boden mehrere Fufs tief beseitigt werden, so mufs der Bagger wiederholentlich darüber geführt werden, wenn aber zuletzt nur eine Schicht von einigen Zollen Höhe noch übrig bleibt, so wird die Leistung des Baggers überaus geringfügig, und sonach die Arbeit höchst kostbar. Obwohl man freilich solche geringfügige Vertiefungen zuweilen versucht, so lassen sich dieselben doch immer vermeiden, wenn man auf die unvermeidlichen spätern Verflachungen Rücksicht nimmt. Damit beim Eintritt derselben die Schifffahrt nicht sogleich wieder gestört wird, beschränkt man die Vertiefung niemals auf das vorliegende Bedürfnis, sondern pflegt immer mindestens 1 Fufs weiter zu gehn. Da dieses Uebermaafs aber willkürlich angenommen ist, so steht es frei, davon um einige Zolle abzuweichen. Wenn aber, wie doch nothwendig, die Untiefe vorher sorgfältig nach ihrer Ausdehnung und Höhenlage gemessen ist, so kann man die Höhe der verschiedenen Schichten, die man abhebt, auch in der Art wählen, dafs man bei jedem Uebergange das passende Maafs innehält. Es darf kaum darauf aufmerksam gemacht werden, dafs bei der jedesmaligen Einstellung des Schlittens oder des einzelnen Löffels der Wasserstand sorgfältig beachtet werden mufs, und es ist deshalb nothwendig, in der Nähe des Baggers einen Pegel aufzustellen, den der Baggermeister stets beobachten kann. Vorzugsweise ist diese Vor-



sicht nothwendig, wo Fluth und Ebbe stattfindet, doch darf sie auch auf Gewässern nicht unterlassen werden, wo diese fehlt, weil der Wind leicht Aenderungen von einigen Zollen veranlassen kann, die bei sorgsamer Arbeit nicht unbeachtet bleiben dürfen. Eben so muß auch an die Leiter ein Stab befestigt sein, der jeder Zeit die Tiefe anzeigt, in welcher die Eimer einschneiden.

Zuweilen ist die zu beseitigende Untiefe so fest abgelagert, daß der Bagger nicht eingreifen kann, obwohl das Material, woraus sie besteht, von der Art ist, daß es durch die Eimer gefaßt und gehoben werden könnte, wenn der Zusammenhang desselben einigermaßen gelockert wäre. Dieses ist namentlich der Fall, wenn der Boden aus grobem Kies besteht und dazwischen zäher Thon niedergeschlagen ist. Es ist bereits erwähnt worden (II. Theil dieses Handbuchs § 53), daß unter ähnlichen Verhältnissen bei Gelegenheit der Schiffbarmachung des Severn diese Schwierigkeit durch Sprengen gehoben wurde, indem man Löcher bohrte und hierin Petarden explodiren liefs. Dasselbe Verfahren hat in neuester Zeit auch bei den Vertiefungen des Winterhafens in Memel Anwendung gefunden und zu günstigen Resultaten geführt. Dieser Hafen hat eine Ausdehnung von 18 Morgen. Anfangs verursachte die Baggerung keine Schwierigkeit, indem der Grund nur aus Sand bestand. In der Tiefe von 12 Fufs traf man aber auf eine sehr feste Schicht, in welche die Eimer nicht eindrangen. Dieselbe bestand aus einer Ablagerung von grobem Kies und größern Steinen, die durch eine compacte Thonmasse mit einander verbunden waren. Der dortige Hafen-Bauinspector Bleek löste diese Verbindung, indem er in Abständen von 10 Fufs Bohrlöcher von 8 Fufs Tiefe herabtrieb, in welche Petarden, deren jede 3 Pfund Pulver enthielt, eingesetzt wurden. Er bediente sich dabei eines fest vor Anker gelegten Balkenflosses, in welchem die Balken lichte Zwischenräume von 4 Fufs Weite liefsen, so daß die Bohrungen an den passenden Stellen leicht ausgeführt werden konnten. Die sämtlichen 40 Schüsse, die jedesmal unter dem Floss eingesetzt wurden, explodirten gleichzeitig. Hierdurch wurde der Boden so gelockert, daß der Bagger darin eingreifen und ihn heben konnte.

In vielen Fällen befinden sich in den Fahrwassern, die man vertiefen will, und zwar vorzugsweise wenn sie bisher diese Tiefe

noch nicht hatten, so große Geschiebe, daß dieselben von den Eimern nicht gefaßt werden können. Alsdann ist es nothwendig, dieselben durch Taucher mit Ketten umschlingen zu lassen und sie mittelst dieser aufzuwinden. Solche Fälle ereignen sich häufig bei Vertiefung der verschiedenen Fahrwasser in der Nähe der Ostseeküste, und man hält daher hier vielfach Taucherapparate in Bereitschaft, um die größeren Blöcke sicher fassen zu können. Sind die Geschiebe aber ziemlich frei gelegt, so lassen sie sich am bequemsten mittelst der Steinkörbe heben, die im II. Theil § 52 beschrieben sind.

Endlich bleibt noch die Frage zu beantworten, in welcher Weise man eine möglichst gleichmäßige Vertiefung darstellen kann. Bei allen Apparaten, die nicht continuirlich arbeiten, sondern jedesmal neu eingestellt werden, wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß man immer die höchsten Punkte der Fläche angreift. Anders verhält es sich jedoch mit denen, wo ein Eimer nach dem andern zum Angriff kommt und die Maschine dauernd in Thätigkeit bleibt. In England, wie auch größtentheils in Frankreich und theilweise in Deutschland, ist es üblich, den Bagger nur in einer Richtung zu verankern, und zwar in derjenigen, in der die Eimer einschneiden. Diese müssen jedenfalls gegen den Druck, den sie auf den Boden ausüben, gestützt werden, weil sie sonst mit dem ganzen Bagger zurückgedrängt werden würden. Wenn nur eine Rinne in der Breite der Eimer ausgehoben wird, wählt man die in Fig. 192 *c* dargestellte Anordnung. In den Punkten *A* schneiden die Eimer ein, der Hauptanker befindet sich daher an dem Tau *B*. Ein andres Ankertau ist in der Richtung *E* gespannt. An diesem holt man das Baggerschiff zurück, sobald eine Rinne dargestellt ist und eine zweite ausgeführt werden soll. Um alsdann aber dem Schiff den nöthigen Zug nach der Seite zu geben, damit die Eimer nicht in der ersten Rinne bleiben, so werden in einiger Entfernung zur Seite des Hauptankers noch zwei andre Anker ausgebracht, deren Taue in *C* und *D* dargestellt sind.

Bei diesem Verfahren gelingt es indessen nicht, die nach und nach ausgehobenen Rinnen mit einander vollständig zu verbinden, und es bleiben vielmehr zwischen ihnen höhere Rücken. Selbst wenn man durch Quertaue den Bagger zurückzuhalten

versucht, so dringen die Eimer doch bald in die bereits vorhandene Furche, indem sie den Anker, der dieses verhindern soll, nach sich ziehn. In dieser Weise hatte man sich vor etwa vierzig Jahren in dem Frischen Haff zwischen Königsberg und Pillau vergeblich bemüht, eine ebene Sohle darzustellen. Auch in Cuxhaven hörte ich den Lootsen-Commandeur einst klagen, daß er ohnerachtet der ausgeführten Vertiefung dennoch die Schiffe nicht über die Rücken bringen könnte, die stehn geblieben wären. Daß diese wirklich und sogar in der Höhe von 2 Fufs existirten, ergab sich sehr deutlich, als ein Peilstock senkrecht an das Boot befestigt war, und mit letzterm quer über die Rinnen gezogen wurde. Dieser Peilstock ruhte auf einem leichten eisernen Rade, welches in gleicher Art, wie die Rollen unter den Tischfüßen, sich immer in die Richtung der Bewegung stellte. Oft ist eine solche ungleichmäßige Vertiefung ohne Nachtheil, denn sobald ein starker Strom darüber geht, so werden die Rücken angegriffen und es erfolgt bald ohne weiteres Zuthun die nöthige Ausebnung. In solchen Häfen, welche nicht stark durchströmt werden, ist indessen hierauf nicht zu rechnen, und man muß alsdann dafür sorgen, daß der Bagger selbst überall die Sohle gleichmäßig vertieft und möglichst ebnet.

Bei den alten Pferdebaggern, die nach Holländischen Mustern erbaut, schon vor mehr als 100 Jahren in unsern Ostsee-Häfen üblich waren, ist diese Aufgabe sehr vollständig gelöst, wie überhaupt diese Bagger in jeder Beziehung sehr zweckmäßig eingerichtet waren. Die specielle Beschreibung der Maschine wird später mitgetheilt werden, hier wäre nur zu bemerken, daß die Eimerkette nicht in der Länginachse des Schiff's liegt, sondern an dessen schmaler Seite sich befindet, wie Fig. 192*a*. bei *A* zeigt. In der Richtung der Leiter liegt der Hauptanker, der mittelst des Taus *B* den erforderlichen Zug ausübt, damit die Eimer in den Grund eingreifen. Der Bagger bewegt sich seitwärts hin und her, indem er Kreisbogen um den weit entfernten Hauptanker beschreibt. Nur wenn ein solcher Querweg, der die ganze Breite des Fahrwassers umfaßt, beendigt ist, so wird jenes Tau *B* etwas eingeholt, damit die Eimer beim Rückwege neue Angriffspunkte finden. Zur Darstellung der Seitenbewegung sind zwei andre Anker ausgebracht, und die beiden

daran befestigten Taue *C* und *D* sind mit einander verbunden und um ein kleines Gangspill *F* geschlungen. Dreht man dieses nach der einen oder der andern Seite, so bewegt sich der Bagger rechts oder links, und indem dieser Weg in der Richtung seiner Länge erfolgt, so findet er nur geringen Widerstand. Die Mannschaft, welche den Baggerprahm führt, also während der Beladung desselben ohne Beschäftigung sein würde, muß dieses Spill drehn, wobei sie wenig angestrengt wird. Vergleichungsweise gegen die bei uns üblichen Dampfegger, auf welchen die Maschinen selbst die Taue der Anker *C* und *D* anziehen, ist die vorstehend erwähnte Anordnung insofern vortheilhafter, als häufig in der zu beseitigenden Fläche sich einzelne Stellen befinden, die schon an sich tiefer sind, welche daher von den Eimern nicht angegriffen werden, und bei deren Ueberfahung die Maschine wirkungslos bleibt. Trifft man auf solche Stellen, so werden die Arbeiter angewiesen, das Spill schnell zu drehn, wird dagegen dieses oder die zu gleichem Zweck aufgestellte Winde von der Maschine in Bewegung gesetzt, so rückt das Fahrzeug immer mit gleicher Geschwindigkeit fort, wenn auch wegen der größern Tiefe die Eimer keinen Boden fassen. Endlich ist noch ein vierter Anker in der Richtung von *E* ausgebracht, dessen Tau jedoch gemeinhin nicht gespannt ist, sondern lose auf dem Bagger liegt. Dasselbe wird nur angezogen, wenn vielleicht an einzelnen tiefern Stellen, wo also die Eimer nicht den nöthigen Widerstand finden, der Bagger durch den Wind oder die Spannung des Haupttaues sich dem Anker *B* zu sehr nähert.

Bei dieser Art der Benutzung des Baggers erfolgt die Vertiefung überaus gleichmäfsig, so dafs ich oft vergeblich nach Stellen gesucht habe, die auch nur 3 Zoll über die allgemeine Sohle vorragten. Auch in England ist man später in einzelnen Fällen zu dieser Methode übergegangen. Ein Englischer Ingenieur, der sich jedoch nur mit dem Anfangsbuchstaben seines Namens unterzeichnet hat, kündigte im Jahre 1843 diese Art des Baggers, die er das Radial-Baggern nannte, als seine Erfindung an\*), und bald darauf wurde erklärt, dafs Cubitt hiervon schon früher Gebrauch gemacht habe.

---

\*) Civil Engineer and Architect's Journal. 1843. Pag. 138.

Wenn man die zuerst erwähnte seitliche Bewegung gröfsern Dampfbaggern geben will, bei welchen die Eimerketten in der Längenrichtung des Schiffs angebracht sind, so mufs man dafür sorgen, dafs letzteres, welches in seiner Breite hin- und hergeschoben werden mufs, sich nicht dreht und dadurch das regelmäfsige Eingreifen der Eimer verhindert. Zu diesem Zweck sind, wie Fig. 192 *b.* zeigt, auf jeder Seite zwei Anker (*C* und *D*) erforderlich, welche das Schiff vorn und hinten halten. Um die betreffenden Taue gleichmäfsig anzuziehen und daher jene Drehung zu verhindern, sind an jeder Seite beide Taue in derselben Richtung um die Winden *F* geschlungen, bei deren Bewegung sie also in gleichem Maafse auf einer Seite verlängert und auf der andern verkürzt werden. Diese Winden *F* drehn sich gemeinhin um horizontale Achsen und werden von der Dampfmaschine in Bewegung gesetzt.

Auch in neuster Zeit ist in England wieder eine ähnliche Einrichtung erfunden und patentirt (Knipple's circular and radial dredging)\*). Dabei dreht sich der von einer Dampfmaschine in Bewegung gesetzte Baggerapparat im Kreise um eine feste Achse. Auffallender Weise sind dabei gleichzeitig zwei verschiedene Vorrichtungen für diese Drehung vorgesehn, nämlich theils wird das kreisrunde Fahrzeug durch einen in seinem Mittelpunkt eingestellten Schraubenpfahl gehalten, und theils kann die Maschine die auf demselben Fahrzeuge über einer Kreisbahn steht, sich drehn. Der Bagger soll in der Art zur Vertiefung eines nicht breiten Canals benutzt werden, dafs man die Eimer der geeigneten Baggerleiter von einem Ufer bis zum andern eingreifen läfst, und alsdann den Schraubenpfahl löst und ihn etwa 1 Fufs weiter wieder einstellt, was doch recht zeitraubend sein dürfte. Das gehobne Material fällt aber auf das Fahrzeug und wird von hier durch eine zweite Baggermaschine auf das Ufer gefördert. Nach der Mittheilung leistete diese Maschine mehr als irgend eine andre, doch wurde dieses in einer der nächsten Nummern derselben Zeitschrift widerrufen.

Es mufs noch erwähnt werden, dafs diejenigen Bagger, die zur Vertiefung eines Seehafens und namentlich der Mündung des-

\*) The Engineer 1877. II. pag. 274.

selben bestimmt sind, so eingerichtet werden müssen, daß sie bei schwachem Wellenschlag noch arbeiten können. Gegen das Schwanken in der Querrichtung oder das Rollen lassen sie sich nicht sichern, doch kommt es hierauf weniger an, da man sie so stellt, daß die Wellen sie vorn treffen. Dagegen müssen sie bei dieser Stellung möglichst ruhig liegen, also nicht stampfen, und dieses mäsiget sich bei einer bedeutenden Länge des Fahrzeuges. Die Ankündigungen Englischer Ingenieure und Fabrikanten von Baggern, die bei heftigem Seegang noch arbeiten, beruht stets auf einer ungewöhnlichen Länge der Bagger-schiffe.

Endlich wird die Benutzung der Bagger in und an der See noch wesentlich dadurch erleichtert und gesichert, wenn man sie mit einer oder zwei Schrauben versieht, welche durch die Dampfmaschine in Bewegung gesetzt werden können. Bei plötzlich eintretendem Sturm läßt sich alsdann der Bagger selbst leicht bergen, während das Bugsirboot nur zum Einbringen der Prahme benutzt werden darf. Solche großen Bagger werden zuweilen auch so eingerichtet, daß sie selbst den gehobenen Bagger-schlick in sich aufnehmen, also keiner Bagger-Prahme bedürfen, deren Anlegen an sie im Wellenschlag immer bedenklich ist. Ihr Betrieb wird dabei aber jedesmal unterbrochen, so oft sie die volle Ladung eingenommen haben, die zunächst wieder beseitigt werden muß.

### § 75.

## Löffel-Bagger.

In den zu dieser Classe gehörigen einfacheren und zusammengesetzteren Apparaten ist der Behälter, mit dem der Boden gelöst oder geschöpft und zugleich gehoben wird, jedesmal mit einem langen Stiel versehen. Er ist aber sehr verschieden gestaltet. Zuweilen besteht er nur in einer Schaufel, während er vielfach eine prismatische Form hat. Sehr oft fehlen ihm aber die festen Wände vollständig, und er wird nur durch einen leinenen oder ledernen Sack gebildet, an dem ein eiserner Bügel befestigt ist. In letztem Fall nennt man ihn Sackbagger, und solche

werden besonders häufig angewendet, weil sie mit den mindesten Kosten einzurichten sind.

Fig. 193 zeigt diesen Apparat in seiner einfachsten Form. Der eiserne Ring, woran der leinene Sack befestigt ist, hält etwa 9 Zoll im Durchmesser. Er ist in seinem untern Theil verbreitert und zugeschärft, so daß sich hier eine Schneide bildet, die leicht in den Boden eindringt. Oben verbindet er sich mit einer Röhre, welche den hölzernen Stiel umfaßt. Der Sack ist so groß, daß er einen halben bis drei Viertel Cubikfuß fassen kann, doch gewöhnlich füllt er sich nur etwa zur Hälfte. Die Arbeiter stehn auf einem kleinen Prahm, und zwar nahe am Rand desselben auf einer festen, oder nur lose übergelegten Bohle. Bevor sie die Baggerung beginnen, muß das Fahrzeug festgestellt werden, und dieses geschieht gewöhnlich durch vier schräge in den Grund gestofsne Stangen, deren obere Enden an die Poller gebunden werden. Zwei derselben kommen an die Langseite, neben der die Arbeiter stehn, und eine an jede schmale Seite.

Der Sack wird alsdann in einiger Entfernung vom Prahm in der Richtung ausgeworfen, welche die Zeichnung angiebt, und hierauf legt der Arbeiter den Stiel des Baggers auf seine linke Schulter, um einen sichern Stützpunkt zu gewinnen, und zieht mit beiden Händen die Stange an sich heran, indem er sie zugleich herabdrückt. Bei leichtem Boden geschieht dieses ohne besondre Mühe, und nachdem die Stange sich beinahe lothrecht gestellt hat, hebt er sie so weit, daß der Sack über dem Borde schwebt. Nunmehr faßt er die Stange nahe über dem Sack, giebt ihr eine horizontale Lage und indem er sie dreht, entleert sich der Sack über dem Prahm.

Es bedarf kaum der Erwähnung, daß diese Arbeit immer um so schwieriger wird, je größer die Wassertiefe ist, weil dabei die Länge des Hebelsarmes, an dem die Kraft ausgeübt wird, dieselbe bleibt, während der Hebelsarm, der den Widerstand zu überwinden hat, immer größer wird. Außerdem wird die Arbeit auch mühsamer, wenn der Boden fest ist. Beide ungünstigen Umstände vereinigten sich bei der Vertiefung des Nordholländischen Canals, wo die untern Schichten, die noch beseitigt werden mußten, aus festem Torf bestanden. Gewiß war es höchst unpassend, daß man unter solchen Verhältnissen noch von dem einfachen Sack-

bagger Gebrauch machte, doch die Arbeit war in Entreprise gegeben, und dem Unternehmer fehlten die Mittel zur Anschaffung kräftiger Maschinen. Die Leute mußten ihre volle Kraft anwenden, um mit dem Bügel in den Torf einzuschneiden, und wenn dieses gescheln war, so entstand die neue und noch größere Schwierigkeit, das gefasste Stück abzubrechen, also den Bagger zu heben. Sie hatten zu diesem Zweck einen starken Riemen über die Hüften befestigt, und das lose Ende desselben schlangen sie möglichst tief mehrmals um die Stange und umfaßten es mit der Hand, um ein Abgleiten zu verhindern. Dabei bogen sie die Knie, um den Oberkörper etwa 6 Zoll tief herabsinken zu lassen. Wenn sie sich nunmehr aufrichteten und abwechselnd nach einer und der andern Seite sich überneigten, so gelang es ihnen endlich, das Stück zu lösen, doch dauerte jede Förderung 2 bis 3 Minuten, und das gehobene Stück hielt selten einen halben Cubikfuß. Die Anstrengung war aber so groß, daß in kurzen Zwischenzeiten lange Pausen eintreten mußten.

Die Arbeit läßt sich unter ungünstigen Umständen wesentlich erleichtern, wenn man zwei Leute bei einem Sackbagger anstellt, indem der eine denselben einsetzt und herabdrückt, bis er sich gefüllt hat, während der andre ihn mittelst einer Leine durch den Grund zieht. Die ganze Anordnung ist alsdann sehr nahe dieselbe, wie bei dem Ballast-Bagger (Fig. 195).

Beim Schleusenbau neben Hünigen wurde der Fig. 194 dargestellte Löffel-Bagger benutzt, der aus einer blechernen Schaufel von etwa 1 Quadratfuß Grundfläche bestand. Der Gebrauch desselben ist dem des Sackbaggers gleich, nur fand Beaudemoulin es vortheilhaft, zwei Arbeiter dabei anzustellen. Einer derselben setzt die Schaufel mit ihrer Schneide schräge gegen den Boden, und der andre drückt mit einer Gabel, die das untere Ende des Stiels umfaßt, von der hintern Seite dagegen, wodurch das Eindringen in den kiesigen Grund sehr erleichtert wird. Es muß daran erinnert werden, daß die gelöste Masse unter Wasser einen großen Theil ihres Gewichts verliert, und sonach das Heben derselben aus größerer Tiefe die Arbeit wenig erschwert. Bei allen Baggerarbeiten wird überhaupt der größte Theil der Kraft auf das Eindringen und Füllen der Eimer oder Löffel verwendet, während das Heben sowol unter, als über



Wasser vergleichungsweise nur eine geringe Kraft in Anspruch nimmt.

Der Englische Ballast-Bagger, den man namentlich auf der Themse vor London vielfach in Thätigkeit sieht, ist Fig. 195 *a*. in der Seitenansicht und *b* in der Ansicht von oben dargestellt. Das Fahrzeug ist ein starkes Seeboot von etwa 40 Fufs Länge und 20 Fufs Breite. Dasselbe ist mit 2 Stagesegeln und einem Gaffelsegel versehen, der Klüver, der die Bewegung der Maschine hindern würde, wird während des Baggers besichtigt, woher er auch in der Figur nicht gezeichnet ist. Das Boot ist weniger zum schnellen Segeln, als zum Aufnehmen einer grossen Menge Ballast eingerichtet. Derselbe findet in dem freien mittlern Raum Platz, während unter dem vordern Verdeck die Segel und sonstigen Geräthe untergebracht werden und unter dem hintern das Logis für die Mannschaft sich befindet.

Beim Beginn der Ebbe gehn diese Fahrzeuge die Themse herab und ankern über den Kiesbänken, von wo sie den Ballast zu entnehmen angewiesen sind. Hier wird eine passende ebene Stelle ausgesucht, so dafs beim fallenden Wasser das Boot gehörig unterstützt wird, wenn es auch vielleicht ganz im Trocknen stehn sollte. Durch seitwärts ausgesteckte Bäume, an die es gebunden wird, verhindert man das Umfallen. Die Wassertiefe, in welcher gebaggert wird, ist daher in der Regel nicht viel gröfser, als die Einsenkung des Bootes. Auf dem Fahrzeuge befinden sich 4 Mann, die es sowohl bei der Fahrt bedienen, als auch die Baggerung ausführen. Bei der nächsten Fluth mufs die Ladung eingenommen sein, die sogleich als Ballast an die Schiffe abgegeben wird. Alle Ballast-Bagger sind geaicht, und an den Zahlen auf den Vorder- und Hinterstegen kann der Schiffer unmittelbar ablesen, wie viel Tons Ballast ihm zugeführt werden. Dieses Baggern geschieht vorzugsweise zur Gewinnung des Kiesel, demnächst aber auch zur Beseitigung derjenigen Untiefen, welche der Schifffahrt besonders nachtheilig sind. Dieser Kies besteht vorzugsweise aus den Feuersteinknollen, welche die Fluth aus dem Canal hinzuführt, woher ohnerachtet des bedeutenden Ballastverkehrs dennoch eine Abnahme des Kiesel nicht bemerkt wird. Wenn einzelne höhere Bänke auch zu Zeiten beseitigt werden, so erscheinen sie bald wieder in gleicher Höhe und Ausdehnung.

Zum Schöpfen des Kiesel dient ein Sackbagger, der in seiner Form dem beschriebenen Handbagger gleicht, nur ist er viel gröfser. Der eiserne Ring hält etwa 2 Fufs im Durchmesser und der Sack ist über 3 Fufs lang, er kann daher etwa 8 Cubikfufs aufnehmen. Dieser Sack besteht aus starkem Leder und zu mehrerem Schutz ist er mit Tauen umspinnen. An dem mit einer Schneide versehenen Ringe, woran der Sack hängt, sind aufser dem 3 bis 4 Zoll starken Stiel noch zwei Ringe befestigt, in welche zwei Ketten eingreifen. Letztere vereinigen sich bald in eine, und diese ist über die Winde geführt, welche die Zeichnung angiebt. Indem diese Kette angewunden wird, zieht sie den Ring mit dem Sack in solcher Richtung, dafs die Schneide in Wirksamkeit bleibt. Die Kette ist indessen nicht unmittelbar nach der Trommel der Winde geführt, sondern zunächst über eine Scheibe auf einem Krahn, der zwischen die Inhölzer des Fahrzeuges eingreift.

Einer von den Arbeitern setzt den Bagger in der Art rückwärts aus, wie Fig. 195 *a.* zeigt. Der Sack mit dem Ringe würde aber durch den sehr steilen Zug der Kette sogleich gehoben und von dem Grunde entfernt werden, also keine Wirkung haben, wenn man ihn nicht zurückhielte. Dieses geschieht dadurch, dafs an den Poller, der sich hier befindet, ein starkes Tau angebunden ist. Dieses schlingt der Arbeiter mehrmals um den Stiel des Baggers und umfaßt die Windungen mit der Hand, wodurch ein Abgleiten verhindert wird. Hierdurch wird der Bagger gezwungen, einen Kreisbogen zu beschreiben, dessen Mittelpunkt jener Poller ist, und auf diese Art schneidet er in den Grund ein. Es ist aber keineswegs erforderlich, dafs der Bagger immer unmittelbar neben dem Schiff ausgesetzt wird, vielmehr kann dieses auch in einiger Entfernung geschehn, und namentlich mufs man, wenn das Fahrzeug auf dem Grunde steht, den Kies von einer gröfsern Fläche entnehmen, weil sonst das Boot in die Grube fallen würde.

An der Achse des Getriebes, welches in das grofse Rad der Winde eingreift, befinden sich zwei Curbeln, an derjenigen, die der Mitte des Schiffs zugekehrt ist, können zwei Mann arbeiten, die andre bietet wegen der daneben befindlichen Trommel nur Raum für einen. Diese drei Arbeiter, gewöhnlich kräftige Leute,

ziehen nun den Bagger durch den Grund, und heben ihn so weit, daß er in diejenige Lage kommt, welche punktirt angegeben ist. An der Stelle, wo der Bagger aufgezogen wird, ist das Fahrzeug mit starkem Eisenblech verkleidet, weil ohne diese Vorsicht die Bohlen bald beschädigt würden. Schwebt der Baggersack frei über Bord, wobei der Stiel auf dem hintern Deck liegt, so greift der Arbeiter, der bisher den letztern führte, den kleinen an eine Leine gebundenen Haken, den die Figur schwebend zeigt, und befestigt denselben an den am untern Ende des Sacks befindlichen Ring. Hierauf holt er das andre Ende der Leine scharf an, und schlingt es um eine Klampe. Alsdann wird der Sperrkegel an der Winde gelöst, die Kette läuft aus und der Sack entleert sich lothrecht unter dem Block, um welchen jene Leine geschlungen ist. Die Befestigung des Blocks läßt sich aber leicht beliebig verändern, indem man den Block am Ladebaum verschiebt, oder den Ladebaum selbst in eine andre Richtung bringt, und ihn durch Leinen in dieser festhält. Auf solche Art läßt sich der Kies ziemlich gleichmäßig im Raum vertheilen. Die vier Mann pflegen in einer Ebbe 20 bis 30 Last Kies zu gewinnen, also  $2\frac{1}{2}$  bis  $3\frac{3}{4}$  Schachtruthen.

Wenn das Fahrzeug nicht, wie auf der Themse der Fall ist, zuweilen einem heftigen Wellenschlag ausgesetzt ist, so empfiehlt es sich, demselben weniger Tiefe und dagegen eine größere Länge zu geben. Die Kette, woran der Sack aufgezogen wird, läßt sich alsdann vortheilhafter anbringen, aber sehr wichtig bleibt immer die Vorsicht, daß der Stiel des Baggersacks sicher zurückgehalten wird, um das Durchschneiden des Grundes zu veranlassen und das Ausweichen der Schneide nach oben zu verhindern. Sind die vorzunehmenden Vertiefungen von keiner bedeutenden Ausdehnung und beschränkt sich ihre Dauer nur auf kurze Zeit, so läßt sich derselbe Sack auch bequem von einem leicht zusammengeführten Floß oder von einer Rüstung aus benutzen, indem man an solche den Krahn und eine Winde befestigt, man muß indessen alsdann ein besonderes Fahrzeug in Bereitschaft halten, um jedesmal den Inhalt des Baggersacks aufzunehmen. Lehnt sich dieses Floß in der Richtung des Zugs der Kette gegen das Ufer oder sonstige feste Punkte, so kann man die Winde entbehren und statt der Mannschaft, welche diese in Bewegung setzt, Pferdekraft benutzen.

Man befestigt alsdann an das Ende der Kette einen Block, und einen zweiten an das Ufer. An die darin eingeschorne Leine wird das Pferd gespannt und dasselbe entwickelt in dieser Weise den nöthigen Zug, um sowohl den Grund zu durchschneiden und den Baggersack zu füllen, als auch, um denselben mit seinem Inhalt so hoch über Wasser zu heben, dafs er sich in das darunter geschobene Fahrzeug entleert. Wegen dieser verschiedenen, immer höchst einfachen Einrichtungen, die man nach Umständen wählen kann, findet der beschriebene Bagger vielfache und vortheilhafte Anwendung. Man wird sich freilich nicht auf ihn beschränken, wenn ausgedehnte Flächen oder längere Fahrwasser vertieft werden sollen, wobei die continuirlich wirkenden Bagger jedenfalls den Vorzug haben und namentlich beim Betrieb durch Dampfkraft die Kosten wesentlich vermindern, aber solche Bagger lassen sich gemeinhin entweder gar nicht, oder nur mit wenig Erfolg benutzen, wenn es sich darum handelt, in einem beschränkten Raum, also etwa in der Ecke eines Hafens oder zwischen Duc d'Alben die erforderliche Tiefe darzustellen.

Sehr ähnlich diesem Ballastbagger wirkt ein gröfserer Löffel-Bagger, der schon vor langer Zeit in den Vereinigten Staaten sowohl auf Strömen und Canälen wie in Häfen gebraucht wird, und der gegenwärtig nach Einführung des Betriebs durch Dampf daselbst noch ausgedehntere Anwendung gefunden hat. Man nennt ihn den *T a u c h e r - B a g g e r* (*dipping dredging machine*). In den Einzelheiten der Construction wird er sehr verschieden ausgeführt. Seine wesentliche Anordnung ist Fig. 255 auf Taf. XLV dargestellt.

An der schmalen Seite eines flachen Prahms und zwar in der Mitte derselben ist die mit dem Ausleger verbundene gußeiserne hohle Drehsäule *a* aufgestellt. An ihrem obern Ende wird sie durch einen Bügel umfaßt, der an dem Giebelbalken *b* eines leichten, doch hinreichend verstrehten kleinen Gebäudes befestigt ist, worin sich nicht nur die Dampfmaschine, sondern auch das Kohlenmagazin und andre Materialien und Apparate befinden. Ihr Fuß steht in einer gleichfalls durchbohrten Pfanne.

Zwei Halbhölzer *c*, die den Ausleger bilden, umfassen den Kopf der Säule und sind mit diesem, wie auch an ihrem äußern Ende unter sich verbunden, während sie durch zwei Streben *d*

unterstützt werden, die gleichfalls auf Schuhen stehn, die an die Säule angegossen sind. Der cylindrische Bleheimer *f*, der 25 bis 50 Cubikfufs faßt, ist an einen langen hölzernen Stiel *g* befestigt und dieser bewegt sich zwischen den beiderseitigen Verbandstücken des Auslegers. Er liegt auf einer Rolle *h* auf, an deren Achse sich noch ein größeres Rad befindet. Um die Rolle *h* ist eine Kette geschlungen, die an beide Enden des erwähnten Stiels befestigt sind. Wenn jenes grössere Rad gedreht wird, so schiebt sich der Stiel mit dem Bleheimer weiter vor, oder zieht sich zurück. Diese Drehung geschieht mittelst einer in das Rad eingreifenden Kette, die zugleich um das kleinere mit einer Kurbel versehene Rad *i* geschlungen ist. Der Eimer *f* ist durch Flacheisen mit dem Stiel verbunden, außerdem aber noch durch eine eiserne Stütze, die ihn ohnfern seiner Mündung faßt. Am hintern Ende ist er nicht geschlossen, sondern mit einem Deckel versehen, den die Figur geöffnet zeigt. Dieser Deckel schließt sich leicht durch eine Klinke, öffnet sich aber, sobald letztere durch eine Leine angezogen wird. Außerdem umfaßt ein Bügel den Eimer und hieran wird er mittelst der über mehrere Rollen geführten Kette durch den Grund gezogen und gehoben. Diese Kette aber, die von der Dampfmaschine angezogen wird, ist in der Achse der Drehsäule durch dieselbe, so wie durch ihre Pfanne hindurchgeführt. Auf diese Art kann der Ausleger gedreht werden, ohne daß die Kette sich dabei verlängert oder verkürzt.

Um den Ausleger zu drehn, ist ein großes gußeisernes Rad *k* horizontal an die Säule befestigt, und in der Rille desselben liegt eine Kette, die sowohl in diese, wie auch in ein andres kleineres Rad eingreift, das von der Dampfmaschine langsam in einer oder der andern Richtung gedreht werden kann.

Ueber die Ausführung der Baggerarbeit ist wenig hinzuzufügen. Nachdem der Prähm an die passende Stelle gebracht ist, wird er daselbst festgestellt, indem man zwei Pfähle auf beiden Seiten seines vordern, und einen dritten an seinem hintern Ende in den zu diesem Zweck angebrachten Führungen herabstößt. Alsdann läßt man die Zugkette auslaufen, wobei der Eimer solche Lage annimmt, daß der Stiel sich unmittelbar neben dem Prähm senkrecht stellt. Der Eimer dringt dabei nur wenig

in den Boden ein, und würde beim Anzieln der Kette auch wenig Erde fassen, wenn er bei der nunmehr eintretenden Bewegung nicht herabgedrückt würde. Dieses bewirkt ein Arbeiter, indem er die Kurbel *i* dreht und ihr Rücklaufen verhindert. Sollte aber etwa ein großer Stein oder ein anderer Gegenstand gefasst werden, der nicht nachgiebt, so dreht man die Kurbel zurück, worauf sich sogleich der Eimer hebt. Wenn endlich der Zug der Kette sehr steil aufwärts gerichtet ist, so daß der Eimer sich nicht weiter vom Pralm entfernen kann, so wird beim fortgesetzten Anzieln der Kette der Eimer gehoben und nimmt dabei die in der Figur angegebene Lage an. Er wird aber nur so weit gehoben, daß ein anderer Pralm, welcher den Sand aufnehmen soll, so eben darunter fahren kann. Indem nunmehr jene an die Klinke befestigte Leine angezogen wird, löst sich der Deckel, und der Eimer entleert sich. Wenn man dem Ausleger verschiedene Richtungen giebt, so kann man, ohne das Baggerfahrzeug zu bewegen, diese vertieften Rinnen von einer Seite bis zur andern verlegen, so daß sie nahe um 180 Grade verschieden sind. Wenn aber die Baggerung neben dem Ufer erfolgt, so läßt sich auch mittelst des Auslegers der Eimer bis über das Ufer bringen und hier ausstürzen, so daß der weitere Transport des gehobenen Materials entbehrlich wird.

Malézieux\*), der diesen Bagger vielfach und namentlich auf dem Illinois-Canal in Thätigkeit sah, sagt, daß derselbe bis zur Tiefe von 22 Fufs unter Wasser arbeitet, und, wie er selbst beobachtet, gegen 100 Cubikfufs in der Minute fördert. Wenn der Grund nahe horizontal liegt, was namentlich beim Beginn der Baggerung fast immer der Fall ist, so dürfte der Eimer nur eingreifen, wenn er kräftig hineingedrückt wird, da man den Stiel nicht so stellen kann, daß bei der ferneren Bewegung in der Kreisbahn der Eimer sich noch tiefer senkt. Dieser Uebelstand verschwindet indessen, sobald man erst eine Grube ausgehoben hat, und alsdann der Eimer von der Sohle derselben gegen die steil ansteigende Seitenwand gezogen wird. Nichts desto weniger ergiebt sich doch hieraus, daß dieser Bagger in lockerm Boden am brauchbarsten sein wird, und hiermit stimmen auch die

---

\*) Travaux publics des Etats-unis d'Amérique. Paris 1873.

verschiedenen sonstigen Mittheilungen über seine Wirksamkeit überein.

Malézieux vergleicht diesen Bagger mit den in Europa üblichen Baggern mit geneigten Eimerketten, und giebt dem erstern den Vorzug, der nach seinen Worten wie ein Riesenarm in kurzen Zwischenzeiten mit dem großen Eimer aus der Tiefe den Sand und Thon schöpft und an passender Stelle auswirft, ohne das Material auch nur um einen Fuß höher zu heben, als gerade nöthig ist, der dabei aber so vorsichtig arbeitet, daß er jeden zufälligen Widerstand berücksichtigt und überall die Vertiefung nur so weit fortsetzt, als erforderlich, also jede beliebige Böschung darstellt, während andererseits der Europäische Bagger ohne Rücksicht auf alle zufälligen Umstände immer gleichmäßig mit der rohen Starrheit der Ketten ohne Ende fortarbeitet, und daher bei eintretendem Widerstand die Eimer, die Ketten und die Bolzen zerbricht. Wenn Letzteres auch nicht zugegeben werden kann, wie im Folgenden gezeigt werden wird, so ist doch nicht zu leugnen, daß dieser Bagger in beschränktem Raum wie auch zur Darstellung der Dossirungen tauglicher ist, daß dabei auch keine Kraft durch überflüssige Hubhöhe verschwendet wird, vor Allem aber, daß er für sehr geringe Kosten darzustellen, auch der Betrieb in sofern nicht theuer ist, als nur drei Mann zu seiner Bedienung genügen. Dieses sind der Maschinenmeister, der Heizer und der Baggermeister, der die Signale zum Anziehen und Lösen der Zugkette und zum Drehn des Krahn's giebt, und der selbst den Eimer mit dem Stiel einstellt und führt.

Wenn man aber fragt, weshalb in Amerika unsere Bagger so wenig Eingang gefunden haben, so ist der Grund dafür wohl nur in der dortigen Bauverwaltung und in der Gewohnheit zu suchen, Alles auf Entreprise ausführen zu lassen. Wenn einem Unternehmer die Beseitigung einer un tiefen Stelle in einem Hafen oder sonst wo übertragen wird, so fühlt sich derselbe gewiß nicht veranlaßt, für solche vorübergehende Verwendung einen Bagger zu erbauen, der wie erfahrungsmäßig bei fortgesetzter Benutzung 20 bis 30 Jahre vorhält. Er stellt sich vielmehr die Aufgabe, mit möglichst geringen Kosten einen Apparat zusammenzusetzen, der für den vorliegenden Zweck eben ausreicht. Prahme und Locomobilen sind später wieder anderweitig nutzbar, und was

sonst an Holz und Eisen erforderlich ist, muß einfach sein, auch eine spätere andre Verwendung möglichst gestatten. Diesen Bedingungen entspricht der beschriebene Bagger gewiß vollständig, und verdient daher auch Nachahmung, sobald gleiche Verhältnisse vorliegen.

Es mag hier erwähnt werden, daß der sogenannte *Excavator*, oder die Maschine, welche man namentlich bei Eisenbahnbauten zum Ausgraben tiefer Einschnitte benutzt, sehr genau dieselbe Einrichtung, wie dieser Bagger hat. Sie unterscheidet sich von demselben vorzugsweise dadurch, daß die Achse, um welche der Stiel des Eimers sich dreht, gegen diesen nicht verstellbar werden kann, der Stiel vielmehr an seinem Ende die Achse umfaßt. Diese Vereinfachung ist hier zulässig, insofern der Eimer nur zur geringen Tiefe, nämlich nur bis zum Planum der Bahn herabgelassen wird. Die Maschine steht auf Schienen, muß aber darauf besonders festgestellt werden, weil sie sonst durch den Widerstand, den der Eimer findet, zurückgeschoben würde. Indem der Eimer in einem Kreisbogen sich hebt, füllt er sich. Da der Krahn aber wieder gedreht werden kann, so läßt sich der Boden auch seitwärts ausheben und dadurch dem Einschnitt eine beliebige Breite geben. Ein zweites Geleise wird neben das erste verlegt, und hierauf steht der Wagen, in welchen der Eimer seinen Inhalt ausschüttet.

Nächst dem beschriebenen ist in den Vereinigten Staaten seit langer Zeit noch ein anderer Bagger im Gebrauch, der den auszuhebenden Boden wie mit zwei Händen oder einer Zange faßt, der dort *Grapple dredging machine* heißt, und den man *Zangen-Bagger* nennen könnte. Derselbe ist etwas einfacher als der frühere, vor dem er den Vorzug hat, daß er auch in festen Boden eingreift, und selbst große lose Steine sicher faßt und hebt. Ein Kasten aus Eisenblech von halbcylindrischer Form, der sich eben so öffnet und schließt, wie diejenigen, welche man zum Versenken des *Bétons* benutzt (beschrieben und gezeichnet im I. Theil dieses Handbuchs § 48 und Fig. 263) wird geöffnet und auf den Grund herabgelassen, wobei die Wände schon etwas eindringen. Wenn die Dampfmaschine ihn alsdann an der um seine Achse geschlungenen Kette emporhebt, so schließt er sich und umfaßt dabei die zwischen seinen



beiden Hälften befindliche Erde, die er auf diese Weise heraufbringt.

Die Aufstellung der Maschine ist folgende. Auf einem flachen Prahm steht ein dreibeiniger Bock, und zwar so, daß zwei Beine desselben eine schmale Seite des Prahms umfassen. Alle drei Beine müssen gehörig befestigt sein, damit der Bock nicht umkippt, wenn er einen starken Zug nach vorn oder nach einer Seite erleidet. Lothrecht unter dem Kopf des Bocks befindet sich ein aufwärts gerichteter starker Bolzen und diesen umfaßt der Schuh eines weit vortretenden Ladebaums, dessen Kopf in gleicher Weise mit dem Kopf des Bocks durch eine Kette verbunden ist. Ein kleines hölzernes Gebäude befindet sich auf dem Prahm, worin die Dampfmaschine steht, auch Materialien, wie Utensilien aufbewahrt werden. Die Feststellung des Prahms geschieht wieder eben so, wie bei jenem Bagger, mittelst zweier in Führungen herabgestoßener Pfähle. Der Ladebaum kann, so oft es nöthig ist, durch zwei Seitentaue gedreht werden, gemeinhin sind diese aber festgebunden, so daß er seine Stellung nicht ändert. Um bequem bis zu seinem Kopf gelangen zu können, sind Sprossen auf seine obere Fläche genagelt, auch wohl eine leichte eiserne Handlehne an einer Seite angebracht. Oben befinden sich nicht nur die beiden Scheiben, worüber die Ketten laufen, mittelst deren der eiserne Kasten geöffnet und herabgelassen, wie auch gehoben wird, sondern außerdem sind zu beiden Seiten noch zwei eiserne Ringe angebracht, worin zwei lange Stangen eingeschoben sind, die den Kasten zwischen sich halten. Zuweilen fehlen diese Stangen, alsdann läßt sich das Drehn des Kastens und das Verschlingen beider Ketten aber kaum vermeiden, und außerdem ist man in diesem Fall auch gezwungen, mit Peilstäben die Tiefen besonders zu messen, in welchen der Grund angegriffen wird, während jene Stangen in den darauf gezeichneten Maafsen dieses schon erkennen lassen.

An die Stangen schließt sich ein starker eiserner Rahmen an, der den Baggerkasten umfaßt, wie Fig. 256 *a*, *b* und *c* auf Taf. XLV in zwei Seitenansichten und im Durchschnitt zeigt. Die beiden cylindrischen Quadranten, welche den Kasten bilden, drehn sich um zwei nahe neben einander befindliche Achsen, die am Rahmen befestigt sind. In die Wände des Kastens greifen

oben vier Glieder ein, deren andre Enden durch eine gemeinschaftliche Achse verbunden sind. Wenn letztere von jenen ersten Achsen entfernt wird, so öffnet sich der Kasten, im entgegengesetzten Fall schließt er sich. Damit diese Achse solche Bewegungen machen kann, greift sie durch passende Schlitze jenes Rahmens hindurch.

Wenn eine Kette an diese Achse, eine zweite aber an den Rahmen befestigt ist, so wird der Kasten, sobald er an der ersten hängt, sich schliessen, sich dagegen öffnen, wenn die letzte ihn trägt. Das Schliessen würde aber beim Eingreifen in den Grund, wenn es nicht in anderer Weise noch befördert wäre, nur sehr langsam erfolgen, wobei also ein großer Theil des bereits gefassten Materials wieder herausfiel. Einigermaßen läßt sich dieses schon verhindern, wenn die Kette, mittelst deren der Kasten gehoben wird, gleichfalls an die obere Achse befestigt und um eine darunter befindliche Rolle geführt wird, die mittelst eines Querarms mit dem Rahmen verbunden ist. Indem man diese Kette aufwärts zieht, wird sie, bevor der Kasten sich hebt, mit einem Druck, der dem betreffenden Gewicht der ganzen zu hebenden Masse gleich ist, die obere Achse herabziehen, also auf die Schließung des Kastens hinwirken. Dieser Druck läßt sich aber, wenn kleinere Rollen mit der ersten verbunden werden, noch wesentlich verstärken. Man hat in dieser Beziehung verschiedene Anordnungen getroffen, die einfachste ist wohl diejenige, welche die Figur zeigt. Die Hebekette ist nämlich in der Rille der größten Rolle befestigt, diese wird also gedreht. Auf die Achse derselben sind noch zwei kleinere Rollen aufgezogen, welche an der Drehung von jener Theil nehmen. Auch an diese sind Ketten befestigt, die in der entgegengesetzten Richtung umgeschlungen sind und in die obere Achse eingreifen, die sich in den Schlitzen des Rahmens auf und ab bewegen kann. Nach Maßgabe des Verhältnisses der Durchmesser der großen und der beiden kleinern Rollen verstärkt sich also der Zug, womit der Kasten geschlossen wird, gegen das ganze Gewicht des zu hebenden Apparats. Doch auch bei dieser Anordnung scheint der Schluß nicht ganz scharf zu sein, wenigstens bemerkt man, daß die Maschine um so weniger Material fördert, je feiner dasselbe ist, und daß ihre Leistung bei feinem Sand sehr mäßig bleibt.

Die Figuren 256 *a* und *b* stellen den Apparat in derjenigen Stellung dar, die er annimmt, wenn er so eben herabgelassen ist, und die Kette angezogen wird, die ihn schliessen soll. Fig. *b* ist aber nicht Seitenansicht, sondern Durchschnitt, woher die Rollen darin vollständig zu erkennen sind. Fig. *c* zeigt dagegen den Kasten in der Seitenansicht, während er heraufgezogen wird. Er hängt noch an der um die Rolle geschlungenen Kette, sobald aber nunmehr die andre hier vom Rahmen verdeckte Kette angezogen wird, welche die bewegliche Achse faßt, so öffnet sich der Kasten und läßt seinen Inhalt fallen.

Besteht der zu beseitigende Boden aus schwerem Gerölle und kommen darin selbst gröfsere Steine vor, so würde der nur aus Blech gebildete Kasten leicht verbogen und beschädigt werden. Man verstärkt ihn daher in diesem Fall durch kräftige Zinken, die ihn auf der äufsern Seite umfassen, und welche auf ihn aufgenietet sind. Handelt es sich dagegen nur um Beseitigung von Steinen, so fällt die Verkleidung mit Blech ganz fort, und der Kasten verwandelt sich in ein Gitterwerk. Dabei tritt indessen zuweilen die Aenderung ein, dafs die Zinken sich rückwärts über die feste Achse hinaus fortsetzen. Wenn alsdann die Glieder, welche die Verbindung mit der beweglichen Achse darstellen, in die Enden der Verlängerungen eingreifen, so wird beim Anzieln der beweglichen Achse der Apparat nicht wie früher geöffnet, sondern im Gegentheil geschlossen, und zwar geschieht dieses mit gröfserer Energie, als wenn jene Glieder die Zinken selbst, oder Ansätze derselben vor der Achse faßten. Die Anbringung der Rollen ist daher in diesem Fall entbehrlich, und zwar um so mehr, als es dabei auf einen dichten Schlufs nicht ankommt. Fig. 257 zeigt in den ausgezogenen Linien diesen Apparat geschlossen und in den punktirten geöffnet.

Diese Zangen-Bagger zeichnen sich, wie sie auch eingerichtet sein mögen, vor den meisten übrigen dadurch aus, dafs sie auch bei mäfsigem Wellenschlag noch bequem benutzt werden können. Sie stellen keineswegs eine ebene Sohle dar, vielmehr heben sie nur stellenweise grofse Massen aus, aber die Ausgleichung erfolgt, wenn eine kräftige Strömung darüber streicht. Sie werden daher vorzugsweise zur Vertiefung der Vorhäfen benutzt, und es scheint,

dafs sie in solchem Fall in den Vereinigten Staaten allen andern vorgezogen werden.

An die hier beschriebenen Bagger schliesst sich ein Apparat an, den man wohl noch niemals zur Vertiefung eines Fahrwassers benutzt hat, der aber namentlich bei Fundirungen auf Brunnen zum Ausheben des Bodens sehr geeignet ist, und der nicht mit Stillschweigen übergangen werden darf, da er in neuester Zeit auch bei uns mehrfach mit Vortheil verwendet ist. Dieses ist die sogenannte Indische Schaufel.

Dieselbe war schon früher in Ostindien bei Brunnenanlagen benutzt worden, doch geschah dieses noch mit Hülfe von Tauchern, weil sie sich von selbst nicht gehörig anfüllte. Beim Bau der auf Brunnen fundirten Brücke über den Summaflufs gab man ihr die Fig. 254 dargestellte Anordnung, indem man sie zugleich ganz in Eisen ausführte. Sie besteht in einer flach gekrümmten Scheibe von etwa  $2\frac{1}{2}$  Fufs Länge und 2 Fufs Breite, deren Ansicht Fig. 254 *c* zeigt, und die mittelst einer darunter befindlichen Schiene, so wie zweier schrägen Stützen mit einem stärkern Arm verbunden ist. An jedes Ende dieses Arms ist eine Leine befestigt, so dafs er in zwei verschiedenen Richtungen aufgehängt werden kann. Fig. *a* zeigt diejenige, in der die Schaufel herabgelassen wird. Dieselbe steht alsdann beinahe senkrecht, und dringt um so leichter in den Boden ein, als sie selbst, so wie auch die Stützen zugeschärft sind. Das Eindringen wird aber noch befördert, indem man vor dem Herablassen des Apparats eine starke Stange, die unten mit einem gabelförmigen Eisen versehen ist, in eine Vertiefung des Armes einstellt, wie dieselbe Figur zeigt. Mittelst dieser Stange wird ein kräftiger Druck auf die Schaufel ausgeübt, und wenn es nöthig sein sollte, wird sie noch wiederholentlich gehoben und herabgestofsen, bis sie hinreichend tief in den Grund eingedrungen ist. Alsdann wird die Stange entfernt und das Tau, woran die Schaufel bisher hing, gelüftet und nunmehr das andre Tau angezogen. Hierdurch nimmt die Schaufel die in Fig. *b* angegebene Stellung an, und wird durch eine einfache Windevorrichtung gehoben.

Der grofse Vorzug dieser Maschine vor andern Apparaten besteht darin, dafs sie sehr wenig Raum einnimmt, und bis zu grofser Tiefe noch bequem benutzt werden kann. Wiederholent-

lich hat man mittelst derselben Brunnen bis 40 Fufs unter das Grundwasser versenkt.

Einen eigenthümlichen Bagger, der auch zu den Löffel-Baggern gerechnet werden muß, benutzte man bei Vertiefung des Canals von Bourgogne\*). Fig. 196 auf Taf. XXXVIII zeigt denselben in zwei verschiedenen Stellungen, nämlich in *A* während er eingesetzt wird. Er nimmt aber die Stellung *B* an, wenn er nicht mehr eingreift. Er besteht aus einem Kasten von Eisenblech, der 23 Zoll breit und im Boden 12 Zoll lang ist. Dieser wird auf drei Seiten von senkrechten Wänden eingeschlossen, während die vierte, die in den Grund eindringt, flach ansteigt und am Rande mit Zinken versehen ist, um den Kies besser zu fassen.

Der auf solche Art gebildete Kasten ist auf seiner hintern Seite mit einem hölzernen Stiel versehen. Die Richtung des letztern weicht etwas von der des obern Randes des Kastens ab, so daß, wenn dieser horizontal steht, der Stiel um einige Grade sich über den Horizont erhebt. Demnächst wird der Kasten neben der Schneide durch zwei Ketten gefast, die sich bald in eine vereinigen und vom Ufer aus angezogen werden, um sowohl den Bagger zu füllen, als auch um denselben nebst seinem Inhalt auf das Ufer zu bringen. Um diese Bewegung zu erleichtern, sind am Löffel noch zwei gußeiserne Räder von 15 Zoll Durchmesser und 7 Zoll Felgenbreite angebracht, welche mit der Achse fest verbunden sind. Letztere dreht sich in Lagern am Boden des Kastens. Diese Lager haben jedoch 4 Linien Spielraum, damit die Drehung noch erfolgen kann, wenn auch Sand und Erde neben der Achse eingedrungen sein sollten.

Auf einem flachen Fahrzeug, welches die Figur zeigt, befindet sich der Arbeiter, der den Bagger einstellt und lenkt. Er folgt mit dem Fahrzeug dem Bagger, und damit er letztern in dem nöthigen Abstand vom Ufer sicher einstellen kann, so ist von dem einen Canalufer zum andern eine Leine ausgespannt, an welcher er das Fahrzeug nach jedesmaliger Baggerung zurückzieht. Nachdem der Bagger eingesetzt ist, wie *A* andeutet, drehn zwei Arbeiter am Ufer eine kleine eiserne Winde, mittelst deren sie

\*) Annales des ponts et chaussées 1838. II. pag. 317.

die Kette anziehen. Hierdurch wird zunächst die Schneide zum Eingreifen gebracht, und der Löffel füllt sich. Ist dieses geschehn, so giebt der im Nachen befindliche Arbeiter dem Stiel des Baggers eine nahe horizontale Richtung. Dadurch stellt sich der Löffel auf die beiden Räder, und während diese ihn tragen, wird er über die Sohle des Canals und dessen Dossirung und selbst über den Leinpfad hinaus fortgezogen. Endlich richtet man ihn auf und entleert ihn. Ist dieses geschehn, so faßt der im Nachen befindliche Arbeiter wieder den Stiel des Löffels und zieht sich an dem Seil soweit zurück, dafs er den letztern aufs Neue einstellen kann.

Der Bagger brachte durchschnittlich jedesmal  $2\frac{1}{4}$  Cubikfufs Kies ans Ufer, und in 10 Stunden wurden von den drei Arbeitern 4 Schachtruthen gefördert. Wenn die Sohle des Canals nicht mehr, als um 1 Fufs vertieft werden sollte, wurde das gehobene Material nur nach einem Ufer des Canals geschafft, wenn dagegen die zu beseitigende Masse sich höher abgelagert hatte, so wurden zwei Winden auf beide Ufer gestellt, und die Baggerung erfolgte von der Mittellinie ab nach beiden Seiten. Der Canal war 5 Fufs tief, in der Sohle 29 und im Wasserspiegel 47 Fufs breit. Es leidet keinen Zweifel, dafs die Anwendung dieses Apparats unter Umständen und namentlich bei geringer Wassertiefe vortheilhafter, als die des gewöhnlichen Sack-Baggers ist, und die Beschaffung desselben auch weniger Kosten veranlafst, als die eines Maschinen-Baggers mit continuirlicher Bewegung.

Bei Vertiefung der Häfen zwischen den zahlreichen weit vortretenden Ladebrücken, an welche die Schiffe anlegen, benutzt man in Nordamerika einen von zwei Pferden bewegten großen Löffel-Bagger. Das damit gehobene Material wird aber unmittelbar aus dem Löffel hinter das Bohlwerk gestürzt, welches die Ladebrücke umgiebt. Die Einrichtung stimmt in Bezug auf die Bewegung des Löffels, der aus einem eisernen Kasten von 3 Fufs Breite, 2 Fufs Höhe und im Boden von 4 Fufs Länge besteht, nahe mit der des Ballastbaggers überein. Um jedoch der Kette, während der Löffel sich füllt, eine angemessnere Richtung zu geben, so läuft dieselbe über eine zweite Rolle, die an der langen Wand des Fahrzeugs unter der ersten angebracht ist. Sobald der Löffel gehoben werden soll, stöfst

man die Kette von dieser Rolle ab, und nunmehr erhebt sich der Löffel bei der fernern Bewegung des Göpels bis über das Bohlwerk. Alsdann wird der Göpel angehalten und der Krahn, dessen Ausleger etwa 15 Fufs lang ist, zugleich mit dem daran hängenden Löffel vorgeschoben. Der Stiel des Löffels kann dieser Bewegung leicht folgen, indem er auf einem kleinen Wagen ruht, der auf einer Eisenbahn läuft. Sobald der Löffel entleert ist, schiebt man den Krahn zurück und löst den Sperrhaken, der den Göpel mit der Trommel verbindet, um welche die Zugkette sich aufgewunden hat. Alsdann fällt der Löffel herab, und man darf denselben nur etwas zurückziehen, um die Arbeit aufs Neue zu beginnen. Die Zeit, in der der Löffel gefüllt und entleert wird, soll nur 70 Secunden in Anspruch nehmen, während zur Wiedereinstellung 80 Secunden erforderlich sind. Die einmalige Füllung erfolgt also in der Periode von  $2\frac{1}{2}$  Minuten, und man hebt dabei etwa 22 Cubikfufs.\*) Zum Feststellen des Fahrzeugs dienen wieder, wie bei den andern Amerikanischen Baggern, zwei Pfähle, die in den Grund gestossen werden.

Schliesslich müssen noch zwei Löffel-Bagger erwähnt werden, die einst als besonders zweckmäfsig eingerichtet angesehen wurden, die ich auch in ihrer ursprünglichen höchst mangelhaften Construction noch in Thätigkeit gesehn habe.

Der Bagger von Toulon, der Fig. 201 *a* in der Ansicht von der Seite, und *b* in der Ansicht von oben dargestellt ist, wirkt in ähnlicher Weise, wie der Englische Ballast-Bagger. Der Löffel, welcher aus einem Kasten besteht, ist gleichfalls mit einem langen Stiel versehen, der durch ein Tau gehalten wird, damit er beim Einschneiden in den Boden sich nicht heben kann. Er wird mittelst einer Kette, die neben dem Löffel sich spaltet, wie Fig. 202 zeigt, durch den zu beseitigenden Grund hindurchgezogen und später gehoben. Diese Bewegung erfolgt aber nicht mittelst einer einfachen Winde, sondern durch ein großes Laufrad von 23 Fufs Durchmesser, in dessen innerer Fläche die Arbeiter gehn. Ein zweites, jedoch kleineres Laufrad dient zum Zurückziehen des entleerten Löffels mittelst eines gleichfalls gespaltenen

---

\*) Marestier, mémoire sur les bateaux à vapeur des États-unis d'Amérique. Paris 1824.

Taues. Es sind aber zwei solche Löffel, nämlich an jeder Seite des Fahrzeugs einer, angebracht. Während einer derselben sich füllt und gehoben wird, ziehn die im kleinern Laufrade befindlichen Arbeiter den andern zurück, und in dieser Art wirken abwechselnd beide Löffel, indem sie von denselben Arbeitern und von beiden Laufrädern hin und her gezogen werden. Dieses ist dadurch erreicht, daß die zu beiden Löffeln gehörigen Ketten und Taue in entgegengesetzten Richtungen um die Achsen der Laufräder geschlungen sind, wie Fig. 201 *b* erkennen läßt. Während eine Kette oder ein Tau angezogen und aufgewunden wird, windet sich die andre von selbst ab.

Belidor\*) giebt eine ausführliche Beschreibung und einen vollständigen Anschlag dieses Baggers, indem er zugleich die Leistungen desselben während des Jahrs 1750 mittheilt. Die Dimensionen des Fahrzeugs und der Haupt-Maschinentheile ergeben sich aus den Figuren. Das Fahrzeug wird von vier Ankern gehalten und zwar in der Richtung der vier Ecken desselben. Es ist an beiden Seiten mit hohen Rüstungen versehen, auf welchen die Achsen der beiden Laufräder ruhn, und die zugleich die Krahnbalken tragen, an denen die Löffel gezogen und aufgewunden werden.

Die Löffel bestehn aus starken eisernen Gittern, die im Innern mit Holz verkleidet sind. Fig. 202 zeigt einen Löffel in größerm Maasstab und in perspectivischer Ansicht. Man bemerkt darin auch, wie derselbe von den Ketten und Tauen gefaßt wird, die ihn sowohl vor-, als auch zurückziehn. Derselbe ist im Lichten 2 Fufs 7 Zoll breit, und ohne die vortretenden Zinken 3 Fufs 10 Zoll lang und in der Rückwand 2 Fufs 7 Zoll hoch. Er faßt, wenn er ganz gefüllt ist,  $13\frac{1}{4}$  Cubikfufs. Die Rückwand besteht im untern Theil aus einer Klappe, die ein starker aus dem Boden vortretender Haken schließt. Sobald der Löffel gehoben ist und entleert werden soll, nimmt er die Lage an, welche Fig. 201 *a* auf der linken Seite zeigt. Man braucht alsdann nur den Haken seitwärts zu schlagen, so öffnet sich die Klappe und der Inhalt des Löffels entleert sich in den darunter geschobenen Prahm.

\*) Architecture hydraulique. II. Partie, IX. Chapitre.



Zur Führung der Stiele, die an den Löffeln befestigt sind, befinden sich neben den erwähnten Rüstungen je drei rings umschlossene Oeffnungen (Fig. 201 *b*), in welche nach Maafsgabe der Tiefe, in der gebaggert werden soll, die Stiele eingeschoben werden. Um zu verhindern, dafs der Löffel nicht über den Grund fortstreicht, ohne in ihn einzudringen, ist ein starkes Tau bei *A* (Fig. 201 *a*) an den Stiel gebunden. Der Aufseher zieht dieses Tau beim jedesmaligen Einstellen des Löffels unter der nächsten Sprosse *B* hindurch nach einer Kreuzklampe (§ 31), um welche er es schlingt, während er das Ende mit der Hand anzieht. Diese Sprosse bildet also die Achse, um die der Löffel sich drehn mufs. Sollte dabei der Löffel zu tief eingreifen und der Widerstand so grofs werden, dafs die Maschine ihn nicht überwinden kann, oder für einzelne Theile die Gefahr eines Bruchs eintreten, so feiert er das Tauende, das heifst, er zieht es nicht mehr an. Das Tau windet sich alsdann etwas ab, oder der Löffel hebt sich, greift nicht mehr so tief ein, und der Widerstand vermindert sich.

Aus Vorstehendem ergibt sich die Wirksamkeit der Maschine, und es wäre nur zu erwähnen, dafs das gröfsere Laufrad mit drei Männern und das kleinere mit zwei Schiffsjungen besetzt ist. Diese Leute sind, abgesehen von den Pausen beim Entleeren der Löffel, fortwährend beschäftigt. Jenachdem sie in den Laufrädern nach der einen oder nach der andern Seite ansteigen, so ziehn sie immer einen Löffel vor- und aufwärts, und den andern zurück. Diese Arbeiter mit dem Aufseher verlegen auch die Anker oder ziehn die Ankertaue ein und aus, wenn das Fahrzeug eine andre Stelle einnehmen soll. Endlich sind noch 4 Leute auf 2 Baggerprahmen angestellt, welche einen der letztern abwechselnd unter den einen und den andern Löffel schieben, und nachdem ein Prahm gefüllt ist, denselben ans Ufer ziehn und auskarren. Diese Prahme sind geaicht und fassen je 240 Cubikfufs. In weichem Boden und wenn auf etwa 8 Fufs Tiefe gebaggert wird, werden täglich 10 Prahme gefüllt, oder nahe 17 Schachtruthen gehoben. Bei 12 Fufs Tiefe kann man nur auf 15 Schachtruthen rechnen, der Bagger soll aber bis auf 30 Fufs Tiefe arbeiten können.

Als ich im Jahre 1857 in Toulon war, fand ich diesen Bagger neben mehreren Dampf-Baggern noch in Thätigkeit und zwar, soviel ich bemerken konnte, in derselben Art eingerichtet,

die Belidor beschrieben hat. Der Grund, weshalb man diese alte Maschine mit alleiniger Anwendung von Menschenkraft noch gegenwärtig benutzt, beruht darauf, daß man die Sträflinge im Bagno, also die früheren Galeerensklaven, bei den Hafenbauten beschäftigen muß.

Ein zweiter älterer Bagger, der gleichfalls mittelst eines großen Löffels arbeitet, ist der Venetianische Bagger. Die Figuren 203 *a* und *b* zeigen denselben im Längendurchschnitt und in der Ansicht von vorn. Die Dimensionen ergeben sich aus der Zeichnung. Das prahmartige Fahrzeug, das ihn trägt, wird mittelst dreier Pfähle festgestellt, die durch seitwärts vortretende Bohlen und je zwei Bügel an den Außenseiten geführt werden, und durch ihr eignes Gewicht so tief in den Boden eindringen, daß sie feste Stützpunkte bilden. Um sie wieder auszuziehen, wenn der Bagger seine Stelle verändern soll, werden sie mittelst daran befestigter Taue und kleiner Winden gehoben, von denen man zwei in der vordern Ansicht und die dritte in dem Längendurchschnitt bemerkt. Ein Steinkasten am hintern Ende des Fahrzeugs dient als Gegengewicht gegen den Balancier und Löffel. Der große, cylindrisch geformte Löffel ist mit einem starken Stiel versehen und an einem zweiten Stiel mittelst eines Charniers befestigt. Der erste Stiel ist so schwer, daß er von selbst zurückschlägt und den leeren Löffel öffnet. Der zweite Stiel, der lothrecht am Balancier hängt, ist dagegen mit einem breiten Spaten verbunden, der zugleich als Deckel des Löffels dient. Die Baggerung erfolgt in der Art, daß dieser Spaten oder Deckel senkrecht in den Grund eingedrückt, alsdann der Löffel mittelst des um eine Rolle gezogenen Taus und einer Winde dagegen gezogen und dadurch geschlossen wird. Nunmehr hebt man den Löffel so hoch über Wasser, daß ein Prahm darunter fahren kann, und mittelst eines Flaschenzugs und eines Gangspills öffnet man den Löffel, worauf der Inhalt desselben in den Prahm stürzt. Der größte Kraftaufwand ist zum Heben des vollen Löffels erforderlich, und hierzu dient ein aus sechzehn Balken zusammengesetzter Balancier und eine große hölzerne Schraube. Die Mutter der letztern ist, wie Fig. 204 zeigt, mit zwei horizontalen Zapfen versehen, damit sie sich bei den verschiedenen Neigungen des Balanciers immer normal gegen die Schraube stellt.

Im Jahr 1823 sah ich mehrere dieser Bagger bei Venedig in Thätigkeit. Schon in weiter Entfernung konnte man das Knarren der Schrauben hören, die, dem Regen und der Sonne ausgesetzt, eine sehr starke Reibung erfuhren und nicht nur gerissen waren und sich geworfen hatten, sondern bei denen auch häufig in den Gängen groſe Stücke fehlten. Durchschnittlich wurde in einer Viertel Stunde der Löffel einmal gehoben, und derselbe enthielt etwa 30 bis 40 Cubikfuß flüssigen Schlamms. Zehn Mann waren auf dem Bagger beschäftigt. 1863 sah ich in Venedig wieder einen Bagger dieser Art, bei dem aber die Schraube sich in weit besserm Zustand befand. Prony hatte über diese Maschine sich sehr vortheilhaft ausgesprochen und eine Leistungsfähigkeit derselben angegeben, welche die aller andern etwa um das Zehnfache übertrifft. Wenn in der Mittheilung dieser Aeusserung \*) nicht etwa ein Irrthum liegt, so kann die Beobachtung Prony's sich nur auf einen einzelnen kurzen Versuch beziehen, der mit übermäßiger Kraftanstrengung ausgeführt wurde.

## § 76.

## Rad-Bagger.

Bei den bisher beschriebenen Baggern muß dem Löffel, während er eingreift oder gehoben wird, eine andre Bewegung ertheilt werden, als wenn er geleert und zur weitem Fortsetzung der Arbeit wieder eingestellt wird. Die Handhabung desselben geschieht demnach abwechselnd in verschiedner Art.

Es lag gewiß sehr nahe, den Löffel oder Eimer an ein Rad oder an eine Kette ohne Ende so zu befestigen, daß er in der geeigneten Richtung in den Grund einschneidet und sich füllt, sodann ansteigt, ohne seinen Inhalt auszuschütten, und sobald er die höchste Stelle erreicht hat, eine solche Lage annimmt, daß er sich von selbst entleert und bei fortgesetzter Bewegung bis zur Sohle des Flusses oder Hafens wieder hinabgeht, um in diese aufs Neue einzugreifen. In ähnlicher Weise waren verschiedene

---

\*) Sganzin programme, quatrième edition par Reybell. Paris 1841. Vol. III, pag. 7.

Schöpfmaschinen, namentlich die Schöpfräder und die Norien, schon früher eingerichtet und mit Vortheil benutzt worden (I. Theil dieses Handbuchs § 45), und es kam nur darauf an, dieselben so zu ändern, daß die Eimer hinreichend sicher geführt werden, um in den festen Boden regelmäsig einzuschneiden, und daß bei ihrer Entleerung das gehobene Material, welches nicht so leicht wie Wasser ausfließt, möglichst vollständig aufgefangen wird. Man erreicht hierdurch vergleichungsweise gegen die Löffel-Bagger den wesentlichen Vorzug, daß eine große Anzahl von Eimern in Thätigkeit gesetzt wird, von denen bei der ununterbrochenen Bewegung der Maschine einer nach dem andern sich füllt und in der erforderlichen Höhe über dem Wasserspiegel seinen Inhalt in einen daneben liegenden Prahm ausschüttet. Diejenigen Bagger, welche den Norien nachgebildet sind und mittelst einer Eimerkette wirken, haben sich in der That als sehr zweckmäsig und wirksam bewährt. Von den Rad-Baggern, welche den Schöpfrädern entsprechen, läßt sich dieses nicht sagen, sie sind vielmehr nur verschiedentlich versucht worden, und wenn sie bei mäsigiger Tiefe der Fahrwasser und auf weichem und halbfüssigem Grund auch keineswegs ohne Erfolg waren, so ist man, soviel bekannt, doch in allen Fällen davon bald zurückgekommen.

Diese Rad-Bagger haben unbedingt vor allen übrigen Baggern mit continuirlicher Bewegung den Vorzug einer großen Einfachheit. Die Eimer sind an dem Umfang eines verticalen Rades befestigt, und sobald letzteres gedreht wird, verrichten sie alle Functionen, ohne daß es dabei einer Eimerkette oder zweiten Trommel und der dabei erforderlichen sonstigen Maschinerie bedarf. Diese Einfachheit vermindert nicht nur die Kosten der ersten Anlage, sondern ist auch mit einer bedeutenden Kraftersparung verbunden, indem die Reibung sich allein auf diejenige an der Achse des Rades beschränkt, und hierzu kommt noch die Befestigung der Eimer, die keiner weitem Führung bedürfen.

Diese Vorzüge erscheinen so wichtig, daß eine kurze Beschreibung der bisherigen Versuche mit Rad-Baggern sich rechtfertigen dürfte, wenn dieselben auch keineswegs zu den erwarteten Resultaten geführt haben. Die größte Schwierigkeit bezieht sich immer darauf, das gehobene Material möglichst vollständig in einer Rinne aufzufangen. Das Baggerrad muß einen an-

sehnlichen Durchmesser haben, da es nicht nur bis zu der größten Tiefe, in der es noch wirken soll, herabreichen, sondern auch sich so hoch über das Wasser erheben muß, daß der Prahm unter demjenigen Punkt seines Umfangs liegt, in dem die Eimer eine so starke Neigung annehmen, daß sie sich von selbst entleeren. Sind die Eimer fest mit dem Rad verbunden, wie gewöhnlich geschieht, so daß sie nicht etwa an einer gewissen Stelle von selbst umkippen, so folgt hieraus, daß der Sand oder die Erde nicht früher aus den Eimern herausfallen darf, als an der Stelle, wo ihre Bewegung nahe senkrecht abwärts gerichtet ist. Aber auch an dieser Stelle erhebt sich die Wand des Prahms, der das gebaggerte Material aufnehmen soll, noch einige Fuß über das Wasser, und sonach muß die Achse des Rades jedesmal über Wasser liegen, und das Material ist bis zum höchsten Punkt im Umfang des Rades zu heben, während es doch nur über den Rand des Prahms gebracht zu werden braucht. Diese Kraftverschwendung findet zwar bei allen Baggern mit continuirlicher Bewegung, und zwar oft in noch höherem Maasse statt, auch wird im vorliegenden Fall das Gewicht der gehobenen Massen zum Theil durch das der niedergehenden ausgeglichen, obwohl von letzterem sich bald das Wasser scheidet und abfließt, also diese theilweise Ausgleichung nur in beschränktem Maasse stattfindet, bei den Rad-Baggern tritt aber noch der Uebelstand hinzu, daß man ohnerachtet dieses Kraftverlustes dennoch den Zweck nicht vollständig erreicht, vielmehr das gelöste Material zum Theil nicht in den Prahm gelangt, sondern wieder in das Wasser herabstürzt. Ein anderer Uebelstand, den man jedoch in vielen Fällen umgangen hat, betrifft die Art der Wirksamkeit des Rades. Der Widerstand, den es überwinden muß, trifft es in demjenigen Kreise, in welchem die Eimer sich bewegen, also in einem bedeutenden Abstand von der Achse. Mit einem Hebelsarm von dieser Länge müssen die Eimer in den Boden einschneiden und das Material, das sie gefaßt haben, aufheben. Wollte man daher die Betriebskraft auf die Welle des Rades wirken lassen, so würde diese übermächtig in Anspruch genommen werden.

Im Jahr 1821 wurde in Berlin ein Rad-Bagger versucht, den ein gewisser Forstor in Boston erfunden hatte. Der Apparat sollte in einem Rad, ähnlich einem Oberschlächtigen

Mühlenrad, bestehn, bei dem jedoch die Seitenwände der Zellen fehlten. Dieses Rad sollte mittelst einer Windevorrichtung über die zu vertiefende Sohle in solcher Richtung gerollt werden, dafs die Zellen beim Ansteigen aufwärts gekehrt waren, also beim Niedergehn ihren Inhalt in einen daneben befindlichen Prahm fallen liefsen. Der in diesem Fach sehr erfahrene und umsichtige Mühlenbauer Schwahn leitete die Versuche und gelangte nach manchen Veränderungen der Maschine zu dem Resultat, dafs dieselbe in weichem Grund allerdings mit Erfolg, jedoch sehr unregelmäfsig arbeitete, und dafs das Rad 18 bis 20 Fufs Durchmesser haben müsse, wenn man auch nur 3 bis 5 Fufs tief baggern wollte, weil bei geringerer Höhe der Inhalt der Eimer nicht in den Prahm, sondern zurück in das Wasser fiel. \*)

Auf dem Canal von Beaucaire, der etwa alle 4 Jahre aufgeräumt werden mufs, wurde vom Ingenieur Bouvier ein Rad-Bagger angewendet, der Fig. 197 in der Seitenansicht des Rades und zum Theil im Längendurchschnitt desselben dargestellt ist. \*\*) Das Rad hält mit Einschlufs der an seinem Umfang angebrachten Eimer 11 Fufs im Durchmesser und ist nahe 2 Fufs breit. Es liegt in einem Schlitz am hintern Ende eines Prahms, der über Deck 38 Fufs lang und 16 Fufs breit ist. Die Bewegung erfolgt durch einen Göpel, an welchen zwei Pferde gespannt sind. Ein hölzernes Kammrad am obern Ende der Göpelwelle überträgt die Bewegung auf eine darüber liegende horizontale Welle, die mit zwei etwas conisch gestalteten hölzernen Getrieben versehen ist. Das zweite derselben greift in die vortretenden Kämme eines aufrecht stehenden Getriebes ein, und die Triebstöcke, welche die Fortsetzung dieser Kämme bilden, fassen wieder die seitwärts am Baggerrade angebrachten Stöcke, welche die Figur im untern Theil, oder in der Seitenansicht zeigt. Bei dieser Anordnung kann das Baggerrad etwas gehoben und gesenkt werden, ohne dafs seine Bewegung dadurch geändert wird. Wenn die Göpelwelle sich 10mal umdreht, macht das Baggerrad 4 Umdrehungen. Die Pferde gehn im Abstände von 6 Fufs von der Göpelwelle.

\*) Schwahn, Anleitung zum Bau der Fluß-Baggermaschinen. Berlin 1832, Seite 33.

\*\*) Annales des ponts et chaussées. 1831. II. pag. 352 ff.

An dem vordern Ende des Fahrzeugs, also dem Baggerrade gegenüber, ist eine Winde mit einer Hornhaspel aufgestellt, die unabhängig von der Maschine durch einen Arbeiter bewegt wird, um den Bagger in der Richtung des Rades vorzuschieben. Es wird also ein Graben in der Längenrichtung des Canals ausgehoben. Um denselben beim nächsten Uebergang der Maschine gleichmäfsig zu verbreiten, sind an beiden Ufern parallele Führungen angebracht, worin je zwei mit mehreren Rollen versehene Klötze laufen, und diese sind jedesmal mittelst eines Tauses mit dem Fahrzeug verbunden, so dafs letzteres sich von der Führung oder von dem Ufer nicht entfernen kann.

An das Achsenlager des Rades sind, wie die Figur an der rechten Seite zeigt, zwei Bogenstücke befestigt, die sich mit dem Rade heben und senken, und nur wenig über die Böden der Zellen oder Eimer vortreten. An diese wird der Prahm befestigt, der das ausgeschüttete Material aufnimmt. Der Prahm bleibt daher immer möglichst nahe neben dem Rade, ohne jedoch von diesem gefafst zu werden.

Zur Bedienung der Maschine gehört ein Aufscher, ein Arbeiter an der Winde und einer, der die Erde im Prahm vertheilt, außerdem zwei Jungen, welche die Klötze in den Führungen fortschieben, weil diese, sich selbst überlassen, dem Fahrzeug nicht folgen. Die durchschnittliche Leistung wird auf 23 Schachtruthen am Tage angegeben, doch wird ausdrücklich bemerkt, dafs der ausgehobene Boden aus feinem Schlamm besteht, der aus den Zellen leicht abfließt.

Endlich verdient noch ein Rad-Bagger erwähnt zu werden, den ich im Jahr 1822 in Travemünde, dem Hafen von Lübeck, in Thätigkeit sah. Fig. 198 zeigt den wesentlichsten Theil desselben. Er unterscheidet sich vorzugsweise von den vorher beschriebenen dadurch, dafs die Eimer nicht vollständig gegen das Rad befestigt sind, vielmehr jeder derselben sich um eine starke eiserne und zwar horizontale Achse drehn kann. Hierdurch wird der Vortheil erlangt, dafs die Eimer, noch bevor sie die volle Höhe erreicht haben, umschlagen und sich entleeren, auch das Material, das sie gefafst haben, vollständiger aufgefangen werden kann.

Noch ehe ein Eimer den Grund erreicht, stellt er sich normal

auf die Radspeiche, und diese theilt ihm den nöthigen Druck mit, um in den Boden einzuschneiden, so dafs dabei die Achse, um welche er sich dreht, wenig angegriffen wird. In dieser Stellung steigt er auch an, sobald aber die Speiche, auf der er steht, sich soweit gehoben hat, dafs ihre Richtung sich dem Lothe nähert, so verliert er seine Unterstützung und kippt um, wobei er sich entleert. Sein Inhalt wird von einer an jeder Speiche befindlichen schrägen Tafel aufgefangen, die denselben, wie Fig. 198 *b* zeigt, seitwärts wirft. Auf diese Weise gelangt die ausgebagerte Erde in den Prahm, der möglichst nahe an der Stirn des Rades liegt.

Seit langer Zeit ist dieser Bagger nicht mehr im Gebrauch. Nach manchen Erkundigungen scheint sogar die Erinnerung an ihn vollständig erloschen zu sein. Er ist aber insofern wichtig, als nur bei ihm der Versuch gemacht ist, durch die eigne Bewegung der Eimer die rechtzeitige Entleerung derselben zu veranlassen und diese durch den dabei eintretenden Stofs zu beschleunigen. Für die grosse Tiefe, welche der Hafen gegenwärtig hat, genügt dieser Bagger offenbar nicht, ob vielleicht noch andre Gründe vorlagen, aus welchen man ihn beseitigte, ist nicht bekannt. Nach den damals aufgezeichneten Notizen kann ich über ihn noch Folgendes mittheilen.

Das Baggerrad hatte in den Speichen etwa 22 Fufs Höhe. Es konnte, wie mir gesagt wurde, bis auf 11 Fufs Lübecker Maafs arbeiten, also etwas über 10 Fufs Rheinländisch tief. Die Eimer, oder Kessel, wie sie dort genannt wurden, bestanden aus starkem Kupferblech und jeder fafste, wenn er gefüllt war, ungefähr  $\frac{1}{2}$  Cubikfufs. Die Achse des Rades, die sehr nahe über dem Wasserspiegel lag, wurde durch ein Stirnrad von 7 Fufs Durchmesser in Bewegung gesetzt, in welches ein Getriebe von 3 Fufs Durchmesser einriff. Letzteres befand sich an der Welle eines Laufrades von 14 Fufs Durchmesser und  $4\frac{1}{2}$  Fufs Breite. In diesem gingen zur Zeit, als ich dort war, nur 2 Mann, woher die Maschine sich sehr langsam bewegte und wenig leistete.



## § 77.

## Bagger mit senkrechter Eimerkette.

Als man die Bagger mit Eimerketten versah, brachte man dieselben in gleicher Art wie bei den Norien an, indem man sie lothrecht herabhängen liefs. Eine Kette ohne Ende ist sowohl oben als unten um eine Trommel oder ein Prisma von vier bis sechs Seiten geschlungen. Dem obern Prisma theilt die Maschine, welche durch Menschen, oder Pferde oder Dampf getrieben wird, die drehende Bewegung mit, der die Kette folgt, indem ihre Glieder sich auf die Seiten der Prismen legen. Die eine Hälfte der Kette steigt bei dieser Bewegung auf, während die andre abwärts geht. Indem an diese Kette, die zur Vermeidung der Drehung entweder sehr breit, oder doppelt sein mufs, Eimer befestigt sind, so machen diese dieselbe Bewegung. Während sie sich an die untere Trommel anlehnen, erreichen sie die grösste Tiefe. Hier schneiden sie in den Grund ein und füllen sich. Sie erheben sich darauf bis zum obern Prisma, und indem sie auf diesem, seiner Drehung folgend, sehr schnell ihre Neigung ändern, so entleeren sie sich. Es kommt darauf an, ihren Inhalt möglichst vollständig aufzufangen und dem Prahm zuzuführen, in welchem die ausgehobene Erde abgefahren wird.

Diese Anordnung ist in sofern sehr vortheilhaft, als dabei die Reibung möglichst geringe bleibt, auch die aufsteigenden Eimer keiner Führung bedürfen, sondern frei an der Kette hängen. Das Auffangen der ausgeschütteten Erde, welche auf die bereits entleerten und verkehrt darunter hängenden Eimer fallen würde, bedingt indessen manche Vorkehrungen, wodurch entweder die Maschine ihre Einfachheit verliert, oder ihr regelmässiger Betrieb beeinträchtigt wird. Dazu kommt ein andrer gleichfalls sehr bedeutender Uebelstand und dieser bezieht sich auf die Verlängerung oder Verkürzung der Kette, die jedesmal nothwendig wird, sobald der Bagger in gröfserer oder geringerer Tiefe arbeiten soll. Die beiden Prismen, um welche die Kette gezogen ist, sind nämlich durch einen Rahmen mit einander verbunden. Die Stellung des obern Prismas läfst sich nicht verändern, weil in dieses die Betriebsmaschine eingreift, und selbst

wenn die Bewegung durch Menschenkraft mittelst Curbeln erfolgt, müssen auch diese in einer bestimmten Höhe über dem Boden bleiben. Die Höhe des obern Prismas ist also gegeben und darf nicht verändert werden. Wenn daher das lothrecht darunter befindliche gehoben oder gesenkt werden soll, so kann dieses nur durch Verlängerung oder Verkürzung des Rahmens und zugleich der Kette geschehn. Die Veränderung des Rahmens würde bei passender Einrichtung weniger Schwierigkeit machen, aber das Einsetzen oder Ausnehmen von Kettengliedern ist immer unständig und zeitraubend.

Diese Uebelstände verschwinden, wenn man die untere Trommel nicht lothrecht unter die obere, sondern schräge legt, wobei freilich die Einfachheit leidet, da wenigstens die aufsteigenden Eimer der Unterstützung bedürfen. Dennoch sind die Vorzüge dieser letzten Anordnung, deren Beschreibung später folgen soll, gegenwärtig bei Vertiefung großer Fahrwasser so allgemein anerkannt, daß für solchen Zweck die senkrechte Kette gar nicht mehr Verwendung findet. Dagegen ist sie noch im Gebrauch, wenn es sich darum handelt, beschränkte Baustellen zu vertiefen, oder einzelne Verflachungen zu beseitigen, die nur wenig unter Wasser liegen.

Als Régemortes die Brücke zu Moulin über den Allier erbaute, benutzte er zur Austiefung der Baugrube einen Bagger dieser Art, den er speciell beschreibt, und der nach seiner Mittheilung von de Lons erfunden war.\*) Fig. 199 zeigt denselben in der Seitenansicht. Auf Holmen, die auf zwei Pfahlreihen aufgebracht sind, ruht ein Balkenrost aus vier Querschwellen und zwei Langschwellen bestehend. Die letztern liegen auf den Querschwellen, und unter diesen befinden sich hölzerne Rollen, um den Bagger während des Betriebes leicht verschieben zu können. Die Pfahlreihen sind 12 Fufs von einander entfernt, woher der hölzerne Bock, der die Baggermaschine trägt, nachdem eine Rinne ausgehoben ist, seitwärts verstellt werden kann, um diese Rinne nach und nach zu verbreiten.

Die Zusammensetzung des Bocks, der auch den Dielenboden

---

\*) Régemortes, description du nouveau pont construit sur la rivière d'Allier. Paris 1771.

trägt, auf dem die Arbeiter stehn, bedarf keiner weitem Erklärung und es dürfte dabei nur zu bemerken sein, dafs seine beiden Seitenwände noch durch je zwei schräge eiserne Stangen seitwärts gestützt werden, um das Ueberweichen aus ihrer lothrechten Stellung zu verhindern. Dieselben sind in der Zeichnung vor den festen Stielen angedeutet. An jeder Seite des Bocks befinden sich je zwei Bohlen, die durch Bügel lothrecht gehalten werden. Dieselben sind unten auf beiden Seiten durch eiserne Querarme mit einander verbunden und mit einer grossen Anzahl Löcher versehen, damit sie mittelst Vorsteckbolzen in diejenige Höhe gestellt werden können, welche der Tiefe der beabsichtigten Baggerung entspricht. Jene Querarme an beiden Seiten der Maschine tragen statt des erwähnten untern Prismas zwei Walzen, und die Eimer füllen sich, indem sie unter diesen fortgezogen werden.

Das obere Prisma, welches mittelst eines Rades und Getriebes durch vier Arbeiter in Bewegung gesetzt wird, die zwei Curbeln drehn, ruht auf zwei Seitenstielen des Bocks und bleibt unverändert in seinen Achslagern, wenn auch die Eimerkette verlängert oder verkürzt wird. Es hat sechs Seiten, die der Länge der Kettenglieder entsprechen, damit letztere aber nicht darüber fortschleifen, so befinden sich an demselben drei Kämme, wie Fig. 200 in gröfserm Maafsstabe zeigt, und in diese greift die Kette ein. Letztere ist eine sogenannte Vaucansonsche Kette, d. h. ihre Glieder bestehn abwechselnd aus langen Ringen und Platten, wie dieselbe Figur in der Ansicht von vorn und von der Seite erkennen läfst. Die Ringe fassen beim Uebergang über das erwähnte Prisma die Kämme, und in dieser Weise wird die Kette so sicher gehalten, dafs sie der Bewegung des Prismas stets folgt.

Soll in gröfserer oder minderer Tiefe gebaggert werden, wobei die Kette verlängert oder verkürzt werden mufs, so werden entweder je zwei oder je vier Glieder neu eingesetzt, oder aus der Kette entfernt. Damit dieses aber geschehn kann, sind einzelne der erwähnten Ringe nicht vollständig, vielmehr fehlt ihnen eine lange Seite und die beiden kürzern Seiten sind verlängert, so dafs eine mit zwei Löchern versehene Schiene darübergestreift werden kann, die jedoch durch Ansätze zurückgehalten wird, damit sie die Bewegung der Kette nicht erschwert. Zwei eingetriebene Splinte verhindern das Lösen der Schiene. Fig. 200

zeigt einen in dieser Art eingerichteten Ring. Sobald die Kette verlängert oder verkürzt ist, läßt man die vier Bohlen, welche die untern Rollen tragen, so weit herab, oder hebt sie so weit, bis die Kette die nöthige Spannung hat, und dieses läßt sich immer leicht erreichen, indem in den Bohlen in geringen Entfernungen Löcher für die Vorsteck-Bolzen eingebohrt sind.

Die Eimer, aus Eisenblech bestehend und mit stärkern Schneiden und einer großen Anzahl kleiner Löcher versehen, durch welche das geschöpfte Wasser abfließt, sind auf eichene Bohlen aufgenagelt. Letztere werden über Unterlagen mittelst Bolzen an die Platte der Kette angeschraubt. In dieser Weise kann der Eimer sich auf das obere Prisma auflegen und mit demselben sich zugleich drehn, ohne daß er an seiner Bewegung gehindert wird. Zum Auffangen des Materials, das aus dem Eimer stürzt, dient eine bewegliche, mit einem Griff versehene kleine Rinne, die ein besonderer Arbeiter jedesmal vorschieben und gleich darauf wieder zurückziehen muß, damit der Eimer in seinem Niedergang sie nicht berührt. Um zum Vor- und Zurückziehen der Rinne die nöthige Zeit zu gewinnen, versah Régemortes keineswegs jede einzelne Platte in der Kette mit einem Eimer, vielmehr geschah dieses nur auf der sechsten. Endlich wäre noch zu bemerken, daß der ganze Balkenrost, der, wie erwähnt, auf acht Rollen ruht, während des Betriebs der Maschine in derjenigen Richtung, in welcher die Eimer den Boden angreifen, mittelst einer Winde langsam fortgezogen wird, damit die Eimer immer in frischen Boden einschneiden und sich füllen.

So oft ich diesen Bagger angewendet sah, hatte man sehr zweckmäfsig die beiden Trommeln am untern Ende des Rahmens durch ein polygonales und zwar gemeinhin durch ein sechsseitiges Prisma ersetzt. Das Einschneiden in den Boden erfolgt viel sicherer, wenn der Eimer vollständig gestützt wird und weder zurückweichen, noch schwanken kann. Nichts desto weniger wird er durch die vier Bohlen, statt deren man auch häufig vier Kreuzhölzer anwendet, keineswegs hinreichend festgehalten. Da diese nur in ihren obern Theilen in je zwei Bügeln hängen, so schwanken sie merklich seitwärts und eine noch stärkere Bewegung nehmen sie an, indem sie durch den Vorsteckbolzen nur am Herabsinken, aber keineswegs am Aufsteigen verhindert werden.

Sobald der Boden nicht sehr weich ist, so setzt er dem Eindringen jedes Eimers einen bedeutenden Widerstand entgegen, und alsdann dreht sich der Eimer um seine Schneide und hebt dabei den ganzen Rahmen auf. Wenn man eine Maschine dieser Art in Bewegung sieht, so wird man immer bemerken, daß jene vier Hölzer ununterbrochen aufsteigen und wieder herabsinken, und jenachdem bei einem oder dem andern die Reibung in den Bügeln geringer ist, so hebt sich dieses am stärksten. Wenn aber vollends der Maschine etwa bei Anwendung von Dampfkraft, wie ich in Straßburg sah, eine größere Geschwindigkeit mitgetheilt ist, so springen die Hölzer fortwährend 1 Fuß und darüber auf.

Es kommt wohl nur selten vor, daß man diesen Bagger, wie Régemortes that, von einer festen Rüstung aus wirken läßt. Gewöhnlich stellt man ihn zwischen zwei Prahme, wodurch seine Fortbewegung zwar erleichtert wird, aber die Vertiefung an Regelmäßigkeit verliert. Außerdem verschwindet alsdann auch der Vorzug, den die senkrechte Eimerkette insofern hat, als sie von einer Rüstung aus sehr nahe an die Umschließungswände der Baugrube gestellt werden kann.

Schwierig ist die Handhabung der Rinne, die man immer vorschieben muß, sobald ein Eimer sich entleert. Bei kiesigem Boden läßt sich dieses mit einiger Aufmerksamkeit noch ausführen, namentlich, wenn die Eimer nicht zu rasch auf einander folgen, oder auch wenn man die Maschine jedesmal anhält, bis die Rinne zurückgezogen ist, bei schlammigem Boden tritt dagegen die große Unannehmlichkeit ein, daß die auf die Rinne fallende Masse weit umherspritzt, und namentlich den Arbeiter trifft, der mit der Handhabung der Rinne beauftragt ist. Bei Vertiefung des Festungsgrabens in Pillau mit dieser Maschine mußte dieselbe nach wenig Minuten immer angehalten werden, weil das Gesicht des Arbeiters, nachdem er einige Eimer aufgefangen hatte, so mit Schlamm bedeckt war, daß er den nächsten Eimer nicht mehr sehn konnte, und daher gezwungen war, sich zunächst zu reinigen. Man stellte daher zwei Leute an die Rinne, die abwechselnd den Dienst versah und sich wuschen.

Gewifs liegt der Gedanke sehr nahe, durch die Maschine selbst die Rinne vorschieben und wieder zurückziehn zu lassen. Dieses ist in der That vielfach geschehn. Eine einfache Ein-

richtung dieser Art wählte der Ingenieur Kermaingant bei Vertiefung mehrerer Canalhaltungen im Département du Rhône.\*) Auf dem Bock, welcher die Baggermaschine trägt, ist über der obern Walze ein gekrümmter zweiarmiger Hebel angebracht, den ein starkes Gewicht herabdrückt. In dieser Stellung hebt der abwärts gekehrte kürzere Arm durch ein Zwischenglied die Rinne soweit auf, daß die Eimer ungehindert daneben herabgehn können. Sobald aber ein Eimer auf das obere Prisma sich auflegt und über diesem ansteigt, so berührt er den Hebelsarm, den er bald soweit aufhebt, daß die um eine horizontale Achse sich drehende Rinne sich senkt, und den Inhalt des Eimers aufnimmt. Dieser längere Hebelsarm muß der Form des Eimers entsprechend gekrümmt sein, so daß bei einer gewissen Stellung des letztern die Rinne vollständig vorgeschoben ist und in dieser Lage bleibt, bis sich der Eimer entleert hat. Bei der weitem Bewegung des Eimers hört die Berührung mit dem Hebel auf, worauf letzterer durch das angehängte Gewicht herabgedrückt und die Rinne wieder gehoben wird, so daß sie den Vorübergang des Eimers nicht hindert.

Der Französische Bauunternehmer Castor, der mit großem Geschick die Maschinen anordnete, die er bei seinen Entreprisen benutzte, hat einem Dampfbagger mit senkrechter Eimerkette die mechanische Vorrichtung zum Vorschieben der Rinne nicht gegeben. Letzteres geschieht vielmehr durch einen Arbeiter, der aber so hoch über der Rinne steht, daß er von dem aufspritzenden Material nicht getroffen werden kann. Die Rinne hängt an senkrechten Schienen, von denen eine sich in den Hebel verlängert, woran der Arbeiter sie vor- und zurückschiebt. Hierzu ist aber wenig Kraft erforderlich, weil die Rinne in Folge dieser Befestigungsart nur wenig gehoben und gesenkt wird.

### § 78.

## Die geneigte Eimerkette.

Die Bagger mit geneigten Eimerketten finden gegenwärtig vorzugsweise Anwendung, und zwar eben sowohl wenn sie durch Menschen- oder Pferdekraft, als wenn sie durch Dampf getrieben

\*) Annales des ponts et chaussées. 1836. I. pag. 108.

werden. Bei größern Vertiefungsarbeiten, also namentlich in Seehäfen und in den Fahrwassern für Seeschiffe werden sie bei uns, wie auch in Frankreich, beinahe ausschließlich benutzt. Wenn aber zwischen den Duc-d'Alben und vortretenden Ladebrücken der große Bagger den nöthigen Raum nicht findet, muß man statt seiner andre Vorrichtungen wählen, und zwar pflegt alsdann der Ballast-Bagger wegen seiner einfachen Zusammensetzung und der bequemen Handhabung in beengten Räumen zur Anwendung zu kommen. Gewöhnlich stellt man den Bagger mit geneigter Eimerkette auf ein Fahrzeug, zuweilen auch zwischen zwei solche. Doch hindert nichts, ihn auch von festen Rüstungen aus arbeiten zu lassen, wie der Unternehmer Castor dieses mehrfach bei Bauten in Frankreich gethan hat.

Haben die Maschinen große Dimensionen, so läßt sich die Eimerkette nicht mehr, wie bei dem de Lonsschen Bagger, mittelst Daumen sicher fassen, indem aber die Länge der Kettenglieder den Seiten der obern Trommel oder des obern Turas entsprechen muß, so werden sie von diesen schon sehr sicher gehalten, sobald die Polygonalwinkel nicht größer als rechte sind. In allen Englischen und Französischen Baggern ist das obere Prisma ein vierseitiges, oder sein Querschnitt ist ein Quadrat. Alsdann liegt bei jeder Stellung der Trommel wenigstens ein Kettenglied auf einer Seite des letztern auf und zieht an seinem Ende unter einem rechten Winkel das folgende und mit demselben die ganze Eimerkette nach sich, wobei ein Abgleiten beinahe undenkbar ist. Anders verhält es sich dagegen, wenn man die Seitenzahl des Prismas vergrößert, also dafür etwa ein fünfseitiges wählt. Der Winkel, den zwei auf einander folgende Kettenglieder bei dem Uebergange über dieses Prisma bilden, mißt alsdann nicht mehr 90, sondern 108 Grade, und der Zug, den das hintere Glied erleidet, setzt sich, wie die Zerlegung der Kräfte ergibt, auch auf das vorhergehende und zwar in der Längsrichtung desselben fort. Sehr nahe der dritte Theil des ganzen Zugs zieht das auf der vorhergehenden Seite der Trommel aufliegende Glied zurück. Dieser Umstand würde an sich von weniger Bedeutung sein, wenn die Kette scharf gespannt wäre, doch ist dieses meist nicht der Fall, indem bei den größern Dampfbaggern derjenige Theil der Kette, der sich abwärts bewegt, keine Füh-

rung hat, sondern im Bogen herabhängt, und oft sogar eine bedeutende Bucht bildet. Aus diesem Grund finden die Kettenlieder auf dem fünfseitigen Prisma nicht die nöthige Haltung, und wenn der Widerstand beim Eingreifen eines Eimers zufälliger Weise sehr groß wird, so geschieht es nicht selten, daß die Kette stehn bleibt und dennoch das Prisma sich unter ihr dreht. Hierdurch wird die Arbeit nicht nur unterbrochen, sondern die Kettenlieder sind alsdann auch großen Beschädigungen ausgesetzt, indem sie während des starken Zugs nicht auf den Seiten des Prismas, sondern auch auf dessen Kanten aufliegen.

Hierzu kommt noch, daß bei der erforderlichen sehr langsamen Bewegung der Eimerkette die Umdrehungsgeschwindigkeit des unmittelbar von der Maschine getriebenen Rades bei Uebertragung auf die Kettentrommel jedesmal vermindert werden muß. Bei gleicher Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel bewegt sich die Kette aber um so langsamer, je weniger Seiten die Trommel hat. Das vierseitige Prisma erfordert demnach nur eine geringere Verminderung der Geschwindigkeit, als das fünfseitige.

Trotz dieser Vorzüge wurde dennoch bei unsern Dampf-Baggern gewöhnlich die fünfseitige und sogar zuweilen die sechsseitige Kettentrommel gewählt, und nur in neuester Zeit ist die vierseitige wieder üblich geworden. Man gab jener aus zwei Gründen den Vorzug, nämlich einmal, weil man glaubte, dadurch die Leistungsfähigkeit des Baggers zu vermehren. Diese Ansicht beruht augenscheinlich auf einem Irrthum, denn wenn die Drehungsgeschwindigkeit des obern Prismas so wie auch die Länge der Kettenglieder dieselbe bleibt, so wird eine größere Kraft erfordert, um in einer Umdrehung der Trommel die größere Anzahl von Gliedern darüber zu führen und sonach der ganzen Kette eine größere Geschwindigkeit zu geben. Nur wenn in einer vorhandenen Maschine beim vierseitigen Prisma die Kraft derselben nicht ausgenutzt werden sollte, so würde, abgesehen von dem zuerst erwähnten Uebelstand, die Vergrößerung der Seitenzahl sich rechtfertigen. Wenn aber eine neue Maschine gebaut wird, so muß ihre Kraft der passendsten Anordnung des Baggerapparats entsprechen.

Sodann wollte man die Ungleichmäßigkeit im Widerstand der Kette vermindern. Beim vierseitigen Prisma, das in einen



Kreis vom Radius  $r$  beschrieben ist, beträgt der Abstand desjenigen Punkts der Kette, der den folgenden Theil derselben anzieht, von der Drehungsachse im Maximum  $r$ , und im Minimum  $0,707 \cdot r$ . Bei dem fünfseitigen dagegen  $r$  und  $0,809 \cdot r$ . Die Ungleichmäßigkeit wird also in der That etwas vermindert, jedoch nur in so geringem Maafs, daß die Ausgleichung gegen diejenigen Unterschiede verschwindet, welche in den Widerständen vorkommen, die der Boden dem Einschneiden entgegensetzt.

Die untere Kettentrommel, auch der untere Turas genannt, hat bei Englischen und Französischen Dampf-Baggern gleichfalls meist einen quadratischen Querschnitt, während man ihn zuweilen auch fünf- und sogar sechskantig macht. Die grössere Anzahl der Seiten ist dabei ohne Nachtheil, weil diese Trommel durch die Kette in Bewegung gesetzt wird, und die geringe Achsenreibung sie nicht verhindern kann, der letztern zu folgen. Es empfiehlt sich sogar, die Seitenzahl hier zu vergrößern, weil die Geschwindigkeit der Schneide an den Eimern bei gleicher Geschwindigkeit der Kette um so geringer wird, je grösser die Entfernung der letztern von der Drehungsachse ist. Auch ist es vortheilhaft, die Eimer in flacherem Bogen in den Grund einschneiden zu lassen, damit kein zu steiler Absatz sich bildet, dessen Rand leicht herabstürzen und die bereits vertiefte Stelle wieder überschütten könnte. Die Anwendung des fünf- oder sechsseitigen Querschnitts ist daher hier gerechtfertigt, und es kommt nur darauf an, den Turas nicht gar zu schwer werden zu lassen.

Die beiden Kettentrommeln sind durch einen starken Rahmen mit einander verbunden, den man den Bagger-Schlitten oder die Bagger-Leiter nennt. Derselbe besteht bei kleinern Baggern nur aus zwei hochkantigen Halbhölzern, welche die Achsen der beiden Prismen umfassen, und sie nicht nur in paralleler Lage, sondern auch in der beabsichtigten Entfernung von einander erhalten. Bei grösserer Länge der Eimerleiter müssen die Halbhölzer durch zwei gehörig verstreute und gegen Durchbiegung gesicherte hölzerne oder eiserne Träger ersetzt werden, die unter sich durch Riegel und Kreuzstreben verbunden sind.

Die Achse des obern Prismas, welche durch die Maschine

in Bewegung gesetzt wird, pflegt zugleich die Achse zu sein, um welche die Leiter sich dreht, wenn sie gehoben oder gesenkt wird. Wie vortheilhaft dieses auch ist, insofern bei jeder Neigung der Leiter die Maschine in die obere Kettentrommel eingreift, so erfährt doch die Achse der letztern in Folge der Belastung durch die Leiter eine starke Reibung, welche die Bewegung der Eimerkette erschwert. Schwahn hat, wie im Folgenden nachgewiesen werden wird, bei seinem Handbagger diese beiden Achsen von einander getrennt, zugleich aber dafür gesorgt, daß bei jeder Neigung der Leiter der auf dieser befestigte obere Turas durch die Maschine gleichmäÙig gedreht wird.

Um das untere Prisma in derjenigen Höhe oder Tiefe zu halten, in welcher gebaggert werden soll, faßt ein starker eiserner Bügel die beiden Seitenwände der Leiter nahe an ihrem untern Ende, und indem dieser Bügel mittelst mechanischer Vorrichtungen gehoben oder gesenkt wird, so verändert sich dadurch auch die Tiefe, in welcher die Eimer in den Grund einschneiden.

Auf der obern Seite der Leiter befindet sich jedesmal eine Bahn, welche die gefüllten Eimer trägt, und auf der diese zu der obern Trommel ansteigen. Zur Verminderung der Reibung kommen dabei noch Rollen in Anwendung, die entweder unter den Eimern, also an der Kette befestigt, oder in gewissen Entfernungen auf dem Schlitten angebracht sind. Im letzten Fall besteht also die Bahn aus einer Reihe von Rollen, die beim Uebergang der Kette die schleifende Reibung verhindern. Jedenfalls ist es vortheilhafter, die Rollen auf dem Schlitten, als an der Kette anzubringen, weil sie alsdann länger und stärker sind, und sich weniger abnutzen.

Bei den alten Pferde-Baggern befand sich auf der untern Seite der Leiter gleichfalls eine Bahn, auf welcher die Kette mit den abwärts gekehrten leeren Eimern bis zum untern Turas hinabstieg. Die Leiter war aber mit einer Vorrichtung versehen, wodurch die beiden Trommelwellen so weit von einander entfernt werden konnten, daß die Kette immer angemessen gespannt blieb. Castor hat diese letzte Vorrichtung auch bei denjenigen Leitern angewendet, in welchen der untere Theil der Kette frei, jedoch nur in schwacher Bucht herabhängt. Bei den neuern, und nament-

lich den Dampf-Baggern fehlt die zweite Bahn, und derjenige Theil der Eimerkette, der sich abwärts bewegt, hängt in einer mehr oder minder gekrümmten Bucht. Diese Aenderung kann nicht als vortheilhaft angesehen werden, obwohl nicht zu verkennen ist, daß die Anordnung der Leiter sehr erschwert werden würde, wenn sie mit jener zweiten Bahn versehen sein sollte, auf welcher die Kette mit den großen, abwärts gekehrten Eimern herabgleitet.

Die Bucht, in der man die Eimerkette frei hängen läßt, hat zunächst den Nachtheil, daß die Eimer, sobald sie die obere Trommel verlassen, also wenn sie sich so eben entleert haben, nicht der Richtung der Leiter folgen, sondern einen Weg beschreiben, der sich anfangs mehr dem Loth nähert. Die Rinne, welche die ausgestürzte Erde auffängt, kann daher meist nicht weit genug vorgeschoben werden, und ein Theil der letztern fällt ins Wasser zurück. Dieser Uebelstand wird um so bedenklicher, je größer die Bucht ist. Sodann ist es auch nicht vortheilhaft, die Eimer schon früher den Grund berühren und darin eingreifen zu lassen, bevor sie sich an die Seitenflächen der untern Trommel lehnen. Man läßt indessen die Kette oft in einer so starken Bucht hängen, daß sie in horizontaler Richtung das untere Prisma trifft, oder auch wohl die Achse der Kettenlinie sich schon zwischen beiden Prismen befindet, und daher die Eimer den tiefsten Punkt erreichen, während sie noch frei an der Kette hängen. Diese Anordnung wird vielfach für zweckmäÙig gehalten, weil man meint, daß dabei die Füllung sanfter und weniger gewaltsam erfolgt. Auf weichem Grund ist indessen diese Rücksicht ohne Bedeutung, auch ist nicht abzusehn, weshalb man die Stelle, welche schon bei dem frühern Uebergang des Baggers vertieft ist, nochmals ein wenig angreifen und nachkratzen soll. Die Eimer dürfen aber bei gehörigem Betrieb nicht früher gefüllt werden, als bis sie, an das untere Prisma gelehnt, in die vor demselben befindliche Erhöhung des Bodens einschneiden, denn dasjenige Material, welches sie hier lösen, müssen sie auch aufnehmen und in den Prahm ausschütten, sie können dieses aber nicht thun, wenn sie schon früher ganz oder theilweise gefüllt waren. Bei festem und namentlich bei ungleichmäÙigem Boden ist diese Anordnung aber noch nachtheiliger und sogar gefährlich.

Wenn der frei an der Kette hängende Eimer in eine weiche Stelle des Bodens eingedrungen ist und alsdann einem stärkern Widerstand begegnet, so wird seine Schneide sich gegen den Gegenstand stützen, der diesen Widerstand verursacht und indem die Kette ihn fortzieht, so wird er sich um seine Schneide drehn und eine solche Stellung annehmen, daß seine Oeffnung abwärts gekehrt ist. Bei weiterer Bewegung der Kette wird die Schneide aber fortgerissen, sie gleitet alsdann über die hinderliche Stelle, und Eimer und Kette nehmen ihre früheren Richtungen wieder an. Dieses geschieht jedoch nur unter sehr heftiger Erschütterung, denn die Kette macht bei jenem Drehn um die Schneide des Eimers zwei starke Biegungen und erhebt sich hinter dem Eimer. Wenn sie darauf wieder ihre frühere Lage annimmt, so geschieht dieses plötzlich, und der dabei eintretende starke Stofs kann leicht die Glieder und Bolzen beschädigen. In jeder mechanischen Werkstatt gilt auch die Regel, daß man niemals mit losem Stichel schneiden darf, weil mit solchem keine regelmässige Bearbeitung erfolgen kann und er selbst leicht bricht oder in andrer Art verdorben wird. Dasselbe gilt von der Eimerkette am Bagger, und die vielfachen Beschädigungen, die an losen Ketten vorzukommen pflegen, rühren vielfach von den Bewegungen und Stößen her, welche die Bucht veranlaßt.

Der unter der Leiter frei herabhängende Theil der Eimerkette darf zwar nicht so scharf angezogen werden, daß er sich einer geraden Linie nähert, weil sonst die Spannung der Kette so groß würde, daß sie theils die Bewegung erschweren, theils aber auch einen Bruch veranlassen könnte, es ist aber keineswegs erforderlich, die Bucht so weit auszudehnen, daß der Scheitel derselben noch tiefer, als der untere Turas läge, also die Kette zu diesem wieder ansteigen müßte. Die Besorgniß, daß die Kette in zu starke Spannung versetzt werden möchte, wenn man sie nicht tief herabhängen ließe, habe ich mehrfach aussprechen hören, und es dürfte daher nicht überflüssig sein, die betreffenden Verhältnisse näher zu untersuchen.

Wenn die Eimerkette auch keineswegs in allen ihren Theilen gleiches Gewicht hat, vielmehr jedes zweite Gliederpaar noch mit einem Eimer belastet ist, so darf man in dieser allgemeinen Betrachtung sie doch als eine gleichmässige und zwar vollkommen

flexible Kette ansehn. Sie bildet daher in der Bucht zwischen dem obern und dem untern Turas, oder zwischen ihren beiden Aufhängepunkten, eine Kettenlinie. Die Eigenschaften einer solchen stellen sich am einfachsten dar, wenn man die Abscissenlinie nicht durch ihren Scheitelpunkt, sondern in eine gewisse Entfernung  $h$  darunter legt, und man dieses  $h$  so bemisst, dafs es der Spannung der Kette in ihrem Scheitel entspricht. Mit andern Worten: wenn die Ordinate  $h$  eine eben solche Kette wäre, wie diejenige, welche die Curve bildet, und hinge frei herab, so würde sie im Aufhängepunkt dieselbe Spannung erfahren, welche die Curve in ihrem Scheitel erleidet. Jede andre senkrechte Ordinate  $y$  entspricht alsdann auch der Spannung der Kettenlinie an der Stelle, wo diese von ihr getroffen wird. Die Gleichung der Curve ist, wenn die Abscissen von jener Linie  $h$  abgezählt werden:\*)

$$y = \frac{h}{2} \left( e^{\frac{x}{h}} + e^{-\frac{x}{h}} \right)$$

und die Länge des Bogens vom Scheitelpunkt ab gemessen

$$s = \frac{h}{2} \left( e^{\frac{x}{h}} - e^{-\frac{x}{h}} \right)$$

indem  $e$ , wie gewöhnlich, die Grundzahl der natürlichen Logarithmen bedeutet.

Um die erste dieser Gleichungen auf den vorliegenden Fall anzuwenden, mufs zunächst bemerkt werden, dafs nach Vorstehendem die Kette in dem obern der beiden Aufhängepunkte oder in  $A$  die stärkste Spannung erleidet, es also darauf ankommt, die grösste Ordinate  $y$  durch den vorher ermittelten Werth von  $h$  auszudrücken. Die Entfernung der beiden Aufhängepunkte von einander ergibt sich aus der Länge der Eimerleiter und der Form und Gröfse der beiden Turasse. Die Neigung der Eimerleiter gegen den Horizont ist zwar nach der Tiefe, in der gebaggert wird, verschieden, am vortheilhaftesten ist es aber, wie dieses auch mehrfach ausgesprochen wird, wenn sie gegen den Horizont den Winkel von 45 Graden bildet. Bezeichnet man die Coordi-

\*) Poisson traité de mécanique. Livre III, chapitre 3.

naten des obern Aufhängepunktes  $A$  mit  $x$  und  $y$ , und die des untern  $B$  mit  $x'$  und  $y'$ , so ist

$$y - y' = x - x' = a$$

$x'$  ist aber positiv oder negativ, jenachdem es auf derselben oder auf der entgegengesetzten Seite von  $x$  liegt. Die Maafseinheit ist willkürlich anzunehmen, da aber nur die in den verschiedenen Fällen eintretenden Spannungen mit einander verglichen werden sollen, so darf man  $a = 1$  setzen. Hiernach ist

$$y - y' = 1 = \frac{h}{2} \left( e^{\frac{x}{h}} + e^{-\frac{x}{h}} - e^{\frac{x'}{h}} - e^{-\frac{x'}{h}} \right)$$

Indem  $x - x' = 1$ , so nehme ich für  $x'$  nach einander verschiedene Werthe an. Zunächst setze ich

$$x = 0,9 \text{ und } x' = 0,1$$

alsdann ergibt sich

$$\frac{2}{h} = e^{\frac{0,9}{h}} + e^{-\frac{0,9}{h}} - e^{\frac{0,1}{h}} - e^{-\frac{0,1}{h}}$$

Dieser Ausdruck enthält allein die unbekannte Gröfse  $h$ . Dieselbe läfst sich freilich nicht direct finden, man mufs sie daher in der Weise bestimmen, dafs man dafür, oder noch bequemer für  $\frac{1}{h}$  beliebige Werthe einführt, und diese mit Rücksicht auf die jedesmaligen Differenzen so verändert, bis die Summe der Glieder auf der rechten Seite gleich  $2 \cdot \frac{1}{h}$  ist. Nach etwa fünf Versuchen dieser Art, die wenig zeitraubend sind, gelingt es,  $h$  bis zur dritten Decimalstelle richtig darzustellen.

Ich finde für diese Werthe von  $x$  und  $x'$

$$\frac{1}{h} = 1,379$$

$$\text{also } h = 0,725$$

und die Spannung der Kette im obern Aufhängepunkte, oder

$$y = 1,733.$$

In gleicher Weise setze ich nach einander

$$x' = 0 \dots x' = -0,1 \dots x' = -0,2 \text{ und } x' = -0,3$$

wonach

$$x = 1 \dots x = 0,9 \dots x = 0,8 \text{ und } x = 0,7.$$

Die dafür gefundenen Werthe von  $h$  und  $y$  sind

für $x'$	$\frac{1}{h}$	$h$	$y$
+ 0,1	1,379	0,725	1,733
0	1,616	0,619	1,619
— 0,1	1,944	0,514	1,525
— 0,2	2,421	0,413	1,462
— 0,3	3,172	0,315	1,468

Es ergibt sich hieraus, wie auch vorher zu sehn war, daß bei positiven Werthen von  $x'$ , also wenn beide Aufhängepunkte in demselben Schenkel der Curve liegen, bei wachsenden  $x'$ , die Spannung immer größer wird, daß sie dagegen für negative  $x'$  zunächst sich noch vermindert, an einer gewissen Stelle ihr Minimum erreicht und alsdann sich wieder dauernd vergrößert. Eine nähere Untersuchung ergab, daß das Minimum der Spannung bei  $x' = -0,240$  und  $x = 0,760$  eintritt, und daß alsdann  $y = 1,454$  ist.

Die Spannung der Kette im obern Aufhängepunkt ist also in der That am geringsten, wenn die Achse der Kettenlinie zwischen beiden Aufhängepunkten liegt und die Entfernungen von denselben ungefähr wie 1 : 3 sich gegen einander verhalten. In diesem Fall liegt der Scheitel der Curve unter dem Aufhängepunkt  $B$ , und zwar ist

$$y' - h = 0,081.$$

Führt man statt der angenommenen Maasseinheit das Fufsmaass ein und setzt man  $a = 25$  Fufs, was den Dimensionen größerer Bagger ungefähr entspricht, so würde die Bucht der Kette sich 2 Fufs unter den untern Turas senken.

Vergleicht man indessen die alsdann in  $A$  oder im obern Aufhängepunkt der Kette eintretende Spannung mit derjenigen, die eben daselbst sich bildet, wenn  $B$  im Scheitel der Curve liegt, so bemerkt man, daß dieselbe im letzten Fall nur um 11 Procent, also sehr unbedeutend größer ist. Die Kette muß aber so stark sein, daß sie nicht nur die gefüllten Eimer hebt, sondern auch der dabei eintretenden Reibung und der Kraft entspricht, welche die Füllung der Eimer erfordert. Der Zug, den die Kette ausübt, stellt in der That beinahe die ganze Maschinenkraft dar,

welche den Bagger treibt, und diese Kette muß daher ohne Vergleich eine viel gröfsere Festigkeit haben, als jene Spannung fordert, welche die herabhängende Bucht veranlafst.

Es ergibt sich hieraus, dafs die Besorgnis einer zu starken Spannung der Kette, die allein die Einführung einer tiefern Bucht rechtfertigen würde, in Wirklichkeit ohne Bedeutung ist. Es empfiehlt sich daher gewifs, in allen Fällen die Kette so zu verkürzen, dafs die Eimer nicht früher den Grund berühren, als bis sie sich gegen den untern Turas lehnen, oder dafs beide Aufhängepunkte in demselben Schenkel der Kettenlinie liegen.

Eine tief herabhängende Bucht ist aber noch in anderer Beziehung sehr nachtheilig. Der Bagger muß nämlich, wie schon § 74 erwähnt wurde, vor der Untiefe, die er beseitigen soll, seitwärts bewegt werden, weil er nur in diesem Fall sie gleichmäfsig angreifen kann. Während also die Eimer in der Richtung der Leiter in den Grund einschneiden, so wird zugleich die Leiter seitwärts bewegt. Diese Bewegung setzt sich auf die untere Trommel fort und diese muß mit gewissen Rändern versehen sein, durch welche die Kette und mit dieser auch die Eimer gezwungen werden, an der Seitenbewegung Theil zu nehmen. Ist die Kette scharf gespannt, so erfolgt diese Uebertragung sehr sicher, man darf alsdann auf jeder Seitenfläche des untern Turas, auf welche die Kette sich auflegt, nur zwei etwas vortretende Schienen anbringen, so wird durch diese die Kette mit den Eimern schon vollständig gehalten und seitwärts geschoben. Wenn dagegen die Kette schlaff herabhängt, und die Eimer schon in Wirksamkeit kommen, ehe sie auf dem Turas aufliegen, so nehmen sie an der Seitenbewegung des letztern nicht vollständig Theil, und wenn sie sich endlich ihm nähern, so haben sie die allgemeine Richtung der Kette so weit verlassen, dafs die Glieder schon auf jene Ränder sich auflegen, und sonach ihre regelmäfsige Bewegung aufhört. Um dieses zu verhindern, wird die untere Trommel mit zwei vollständigen und weit vortretenden Rändern versehen, die allerdings das Abgleiten der Kette in hohem Grade verhindern, aber zugleich auch die Seitenbewegung des Baggers übermäfsig erschweren, indem sie mit ihren ausgedehnten Seitenflächen in den Theil des Bodens sich eindrücken müssen, der von den Eimern noch nicht gefafst und beseitigt wurde. Ohnerachtet dieser Er-



schwerung der Arbeit wird dennoch das Abgleiten der Kette hierdurch nicht vollständig verhindert, vielmehr ereignet es sich zuweilen, und veranlaßt alsdann nicht nur lange Unterbrechungen, sondern auch vielfache Beschädigungen. Bei den Baggern mit scharf gespannter Kette kommt dieses nicht vor.

Es ergibt sich hieraus, daß es vortheilhaft sein würde, wenn man die Bucht ganz vermeiden und die Kette, eben so wie sie ansteigt, auch auf einer Bahn herabführen könnte. Wenn man aber die Kette auch frei herabhängen läßt, so ist doch die starke Bucht, in der dieses gewöhnlich geschieht, nicht nothwendig, und es empfiehlt sich vielmehr, sie soweit zu spannen, wie es ohne Gefahr des Zerreißens möglich ist. Hierdurch läßt sich schon das Eingreifen der noch frei hängenden Eimer vermeiden, so daß dieselben erst zur Wirksamkeit kommen, wenn sie sich an den untern Turas anlehnen. Vielfach ist hierauf bereits Rücksicht genommen. Die Dampf-Bagger, welche der benannte Bauunternehmer A. Castor in verschiedenen Theilen von Frankreich benutzt, entsprechen vollständig dieser Ansicht,\*) auch der Maschinenbauer Schichau in Elbing richtete in derselben Weise den Dampf-Bagger für Neufahrwasser ein.\*\*)

Die Baggerleiter liegt mit ihrem obern Ende auf der Welle auf, welche die obere Kettentrommel dreht. Ihr unteres Ende hängt dagegen an einer Kette. Dieses untere Ende wird aber von dem Boden, in welchen die Eimer eingreifen, bei der Seitenbewegung des Baggers zurückgehalten, und ein Bruch des Schlittens würde unvermeidlich erfolgen, wenn letzterer nicht noch in anderer Weise an das Baggerschiff befestigt wäre, so daß er diesem stets folgen müßte. Am einfachsten geschieht dieses, wenn das Fahrzeug gespalten ist und die Leiter in dem Schlitz zwischen beiden Theilen hängt. Sie lehnt sich alsdann sowohl bei der Bewegung nach der einen, wie nach der andern Seite an einen dieser beiden Theile, damit aber nicht etwa ein starkes Klemmen eintritt, so läßt man einen geringen Spielraum und bringt überdies auf beiden Seiten vortretende kreisförmig gebogene

\*) Travaux de navigation et de chemins de fer par A. Castor. Paris 1861. Planche II und IV.

\*\*) Bauausführungen des Preussischen Staates. II. Band. Berlin 1848. Taf. 41.

Schienen an, gegen welche die Leiter mittelst der an ihr befestigten Schiene sich anlehnt. Ist dagegen die Leiter seitwärts am Schiff angebracht, so kann sie sich nur an diese Schiene anlehnen, wenn das Schiff sie fortschiebt. Bei der entgegengesetzten Bewegung, oder wenn das Schiff sie nach sich zieht, muß noch in andrer Weise für eine Verbindung gesorgt werden, weil sonst die Leiter zurückbleiben und dadurch ihr Verband gelockert würde. Gewöhnlich wird zu diesem Zweck die erwähnte Schiene mit Rändern versehen, und hinter dieselben greifen zwei an der Leiter befestigte Haken ein. Indem die Schiene einen Kreisbogen bildet, dessen Mittelpunkt in der Drehungsachse des Schlittens liegt, so hindert dieses Eingreifen nicht das Heben oder Senken des Schlittens, und letzterer bleibt bei jeder Stellung in Verbindung mit dem Baggerschiff. Noch sicherer läßt sich der Schlitten halten, wenn er, wie bei den alten Pferde-Baggern, rechtwinklig gegen die Langseite des Baggers gerichtet ist. Alsdann darf man nur an sein unteres Ende ein starkes Tau anstecken und dieses auf dem Bagger scharf anziehen und befestigen. Dieses Verfahren ist auch in sofern sicherer, als dabei der Zug diejenige Stelle des Schlittens trifft, wo derselbe den Widerstand des Bodens erfährt.

Was die Eimerkette betrifft, so ist dieselbe gewöhnlich doppelt, bei dem von Mazeline im Havre erbauten sehr großen Dampf-Bagger ist sie sogar dreifach. Alle Glieder haben gleiche Länge, und zwar entspricht diese der Breite der Seiten beider Trommeln. Die Glieder bestehn aus starken Eisenschienen und sind gemeinhin abwechselnd in ihren Enden gespalten, so daß ein Glied das andre gabelförmig umfaßt. Bei kleinern Baggern verbindet ein gemeinschaftlicher Bolzen oder Achse die Glieder beider Ketten, und die daran angebrachten Ansätze sichern zugleich den gegenseitigen Abstand der Ketten. Auf großen Baggern ist jede Kette mit besondern kürzern Verbindungsbolzen versehen, und der Abstand der beiden Ketten wird nur durch die darauf befestigten Eimer erhalten. Sowohl bei den durchgehenden, wie auch bei den kürzern Bolzen muß man dafür sorgen, daß dieselben sich nicht drehn, sie müssen vielmehr neben den Köpfen vierkantig ausgeschmiedet sein, und in entsprechend geformte Löcher der ersten Glieder passen, auf welche sie treffen. Im übrigen Theil ist jeder Bolzen cylindrisch, so daß das zweite

Glied sich darum drehn kann. Die Bolzen laufen gemeinlich in stählernen Buchsen, die in die Augen der Kettenglieder eingesetzt sind, oft werden sie auch selbst aus Stahl angefertigt, um das schnelle Ausschleifen zu verhindern. Durch vorgesteckte und gespaltene Splinte, oder auch durch Schraubenmuttern, die jedoch immer mit scharf angezogenen Gegenschrauben verbunden sein müssen, werden sie gehalten. Jedenfalls müssen sie sich leicht lösen lassen, damit bei eintretenden Beschädigungen sie selbst oder auch die Kettenglieder und Eimer abgenommen und durch Reservestücke ersetzt werden können. Gemeinlich treten die breitem Köpfe der Glieder, worin sich die Bolzenlöcher oder Augen befinden, nur auf einer Seite vor, während die andre Seite des Gliedes ganz eben bleibt, damit diese sich auf die Seitenflächen der beiden Trommeln auflegen kann.

Die Eimer sind derjenige Theil der ganzen Baggermaschine, der den meisten Beschädigungen ausgesetzt ist. Obwohl sie aus Eisenblechen von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{3}{8}$  Zoll Stärke bestehn, so werden sie doch, sobald sie auf einen Stein oder ein großes Holzstück treffen, und die Maschine nicht sogleich angehalten wird, leicht verbogen oder sie zerbrechen. Man versieht sie gewöhnlich mit einer aufgenieteten stählernen Schneide, doch empfiehlt es sich nicht, aus derselben einzelne Zinken vortreten zu lassen, weil diese, wenn sie nur flach sind, sich leicht verbiegen, und doch nur in geringem Maafse den Boden auflockern, also das Eindringen in denselben beim Uebergange des nächsten Eimers nur wenig erleichtern. Aus demselben Grunde dürfte auch die Anbringung von sogenannten Krätzen zwischen den Baggereimern keinen Erfolg haben. Dieselben bestehn aus drei bis fünf starken und zugeschärften Zinken, welche durch einige angenietete Querriegel unter sich und mit der hintern Wand so verbunden sind, dafs sie einen Korb bilden, dessen Form mit der der Eimer übereinstimmt. Man bringt sie zwischen den Eimern an und befestigt sie in gleicher Art, wie diese, an die Kette. Man meint, dafs sie, ohne selbst beschädigt zu werden, gröfsere Steine und andre harte Gegenstände fassen und lösen sollen. Diesen Zweck erfüllen sie aber keineswegs vollständig, vielmehr nur zufällig, wenn sie bei der dauernden Seitenbewegung einen Stein so fassen, dafs er hineinfällt. Die Bagger, die ich in Pillau vorfand, waren mit solchen Krätzen

versehn. Diese schützen aber nicht die dazwischen eingehängten Eimer, die in gleichem Maafs den Beschädigungen ausgesetzt blieben. Auch faßten diese eben so oft, wie die Kratzen, gröfsere Steine, während letztere niemals Erde und Sand aufbrachten, also die eigentliche Baggerung nicht förderten. Ich fand mich daher veranlaßt, sie vollständig zu beseitigen. Es muß aber noch bemerkt werden, daß die Baggereimer nicht selten Steine heraufbringen, die in ihnen nicht Raum finden, sondern auf ihnen und auf den Ketten liegen. Diese müssen alsdann sogleich abgehoben werden, weil sie beim Herabstürzen den Prahm beschädigen würden. Außerdem ist solches Steinmaterial zu werthvoll, als daß es mit dem übrigen Boden verschüttet werden dürfte.

In welcher Weise man einen sehr fest abgelagerten steinigen und kiesigen Untergrund auflockern kann, damit er von den Eimern gefaßt wird, ist bereits § 74 erwähnt, es muß aber noch angeführt werden, daß kräftige und starke Bagger sogar zusammenhängende Massen weiche ren Gesteins angreifen. Im Eingange des Hafens von Boulogne lag an der westlichen Seite der gewachsene Kreideboden so hoch, daß er stellenweise sogar über das niedrigste Wasser vortrat. Indem man später ein ausgedehntes Bassin oder einen Flotthafen daselbst erbaute, der auch Fregatten aufnehmen sollte, so mußte diese Bank beseitigt werden, und der bereits mehrfach genannte Bauunternehmer Castor erbot sich, dieselbe fortzubaggern und zwar für einen Preis, der freilich viel höher, als sonstige Baggerarbeiten war, der sich aber dennoch bedeutend niedriger stellte, als wenn man das Gestein unter Wasser gesprengt und gehoben, oder hinter Fangedämmen beseitigt hätte. Diese Arbeit war im Jahr 1863 im Betriebe. Die Einrichtung des Baggers stimmte mit derjenigen überein, die in Frankreich allgemein üblich ist. Das gelöste Material wurde mittelst einer geneigten Eimerkette gehoben und über der Mitte des Fahrzeugs abwechselnd nach beiden Seiten in Prahme ver­ stürzt. Das Fahrzeug selbst, wie alle Theile der Maschine, waren besonders stark ausgeführt. Die Eimer faßten über 20 Cubikfuß und zwischen je zwei derselben befand sich jedesmal eine Kratze. Dieselbe bestand aus zwei mit einander verbundenen sehr starken Zinken mit stählernen Spitzen, die etwa 6 Zoll vor die Eimer vortraten und zum Abbrechen des Gesteins dienten. Sie erfüllten

in diesem Fall ihren Zweck und lösten große Stücke, die sie theils selbst faßten und die theils von den nachfolgenden Eimern aufgenommen wurden. Eine Seitenbewegung des Baggers fand aber nicht statt, vielmehr bewegte sich derselbe nur in der Richtung der Baggerleiter, woher die Eimer den vorhergehenden Kratzen folgten und in gewissem Grade durch sie vor Beschädigungen geschützt wurden. Oft und sogar gewöhnlich griffen die Zinken in das Gestein, ohne es sogleich abzureißen. Dabei tauchte das Schiff sehr merklich tiefer ein, und sprang wieder auf, sobald die Haken abglitten. Solche vergebliche Angriffe wiederholten sich meist mehrmals nach einander. Die Eimer kamen alsdann leer herauf, oder hatten nur wenige kleine Stücke gefaßt, doch zuweilen förderten sie auch Blöcke von mehr als 20 Cubikfuß, bei deren Herabstürzen Baggerschiff und Prahm erschüttert wurden, die Rinne führte indessen bis nahe an den Boden des Prahms herab, um diesen vor zu harten Stößen zu sichern. In solcher Weise hatte die Arbeit nur sehr langsamen Fortgang, aber dennoch überwand die Maschine alle Hindernisse und der Versuch glückte vollständig. Dem Unternehmer wurde für den Cubikmeter gelösten Gesteins, in voller Masse gerechnet, 12 Francs gezahlt, also für die Schachtruthe 43 Mark.

Wegen der unvermeidlichen vielfachen Beschädigungen der Eimer müssen diese in solcher Weise an die Kette befestigt werden, daß sie leicht gelöst werden können. Bei kleineren Maschinen verbindet man sie mit den Kettenbolzen, und alsdann ist das Einsetzen anderer Eimer besonders bequem. Größere Eimer werden dagegen an die Kettenglieder angeschraubt, die Schrauben dürfen aber vor die Glieder nicht vortreten, weil diese sich sonst auf die Seiten der Trommeln nicht flach auflegen würden, sie sind daher mit versenkten Köpfen in die Kettenglieder eingelassen und ihre Schraubengewinde, wie auch die Muttern, befinden sich im Innern der Eimer. Die gewöhnliche Befestigung der Muttern genügt aber in diesem Fall nicht, da dieselben bei der Erschütterung der Kette sich bald lösen. Selbst durch doppelte Muttern, die fest gegeneinander gezogen werden, erreicht man noch nicht volle Sicherheit. Vortheilhaft ist es aber, ein durchbohrtes dünnes Brettstück aus trockenem hartem Holz zwischen die Eimerwand und die Muttern zu legen, weil solche elastische Unterlage ein

scharfes Anziehen der Muttern gestattet, und die Spannung noch vermehrt wird, sobald das Holz beim Eintauchen in das Wasser quillt.

Diese Befestigungsart der Eimer, die jedenfalls die einfachste ist, hat den Nachtheil, daß der Boden, über den der Inhalt des Eimers herabgleiten muß, nicht eben ist, vielmehr die Schrauben mit den Muttern daraus hervortreten. Letztere verhindern die Entleerung der Eimer, und besonders geschieht dieses bei zähem Thonboden, der im Eimer einen compacten Klumpen bildet. Außerdem wird gemeinlich das Herabgleiten der Masse noch in andrer Art etwas erschwert. Wenn nämlich die Kettenglieder an ihren Enden vortreten, da hier die Achsen hindurchgezogen sind, so muß der aus Blech gebildete Boden des Eimers gleichfalls sich erheben. Seine Verlängerung über das Kettenglied hinaus ist aber in sofern wichtig, weil während des Ansteigens auf der Leiter oft das Baggermaterial hier noch aufliegt.

Um die Entleerung des Eimers bei thonigem Boden möglichst zu befördern, muß man vorzugsweise den Eimern eine solche Form geben, daß sie nach oben oder nach der offenen Seite sich stark erweitern, und zwar eben sowohl in der einen, wie in der andern Richtung. Bei Kies ist diese Vorsicht entbehrlich, weil derselbe leicht herausfällt, wenn auch die Eimer nahe prismatisch gestaltet sind. Demnächst aber ist es in dieser Beziehung auch von großer Wichtigkeit, daß die Kette sich nur langsam bewegt, damit die Erdmasse sich lösen kann, bevor der Eimer vor der Rinne vorübergegangen ist. Löst sich die Erde nicht von selbst aus dem Eimer, so bewirkt man dieses zuweilen durch einen Schlag, den man mit einem hölzernen Hammer auf den Boden des Eimers führt. Bei größeren Eimern ist jedoch dieses Mittel ganz unwirksam.

Dem ersten in Königsberg eingerichteten Dampf-Bagger, dessen bereits § 52 erwähnt wurde, hatte man prismatisch geformte Eimer gegeben. Als aber die Besorgniß angeregt wurde, daß der Schlick nicht herausfallen möchte, so schnitt man die hintern Flächen der Eimer aus und brachte dafür bewegliche Klappen an, die beim Uebergange über die obere Trommel durch Hebel nach Innen gedrückt wurden, und dadurch den Inhalt der Eimer in Bewegung setzen sollten. Wie schon oben mitgetheilt, erwies der ganze Bagger sich aber als durchaus unbrauchbar.

Endlich wäre in Betreff der Eimer noch zu bemerken, daß dieselben sowohl am Boden, wie an den Seiten mit einer großen Anzahl kleiner Löcher versehen sein müssen, durch welche das geschöpfte Wasser abfließen kann. Sollte bei sehr weichem und schlammigem Grund dieser zugleich mit dem Wasser hindurchdringen, so schließt man die Löcher durch eingesetzte hölzerne Pfropfen.

Die Eimerkette wird durch den obern Turas in Bewegung gesetzt, und diesen treibt die Dampfmaschine oder der Pferdegöpel, oder bei kleinern Baggern geschieht dieses durch die Arbeiter, welche Curbeln drehn. Die Uebertragung der Bewegung erfolgt vielfach durch Räderwerk, zum Theil durch Vermittelung von langen Triebwellen oder auch wohl von Ketten, welche in Daumen auf den Rädern eingreifen. Jedenfalls ist es vortheilhaft, diese Maschinentheile möglichst einfach einzurichten, und in dieser Beziehung empfiehlt sich vorzugsweise die in neuester Zeit in Frankreich ziemlich allgemein eingeführte Anordnung, wonach von den Kolben der aufrecht stehenden Dampfzylinder die Leitstangen ausgehn, welche die Curbeln eines Getriebes drehn, das ein mit der obern Kettentrommel verbundenes Stirnrad in Bewegung setzt. Zuweilen und namentlich bei Baggermaschinen, welche nur für kurzen Gebrauch eingerichtet sind, befinden sich jene Curbeln sogar an der Achse der Trommel. In dieser Art hatte der Unternehmer, der vor zwanzig Jahren den Hafen von Dünkirchen vertiefte, die Maschine eingerichtet. Solche Anordnung ist zwar besonders einfach, doch pflegt dabei die Eimerkette eine zu große Geschwindigkeit anzunehmen, die für den regelmäßigen Betrieb nicht vortheilhaft ist. Außerdem empfiehlt es sich aber noch in andrer Beziehung, die Bewegung der Dampfmaschine mittelst Rad und Getriebe auf die Baggermaschine zu übertragen.

Der Widerstand, welchen die letztere erleidet, ist nämlich besonders in unreinem Boden sehr verschieden, und wenn ein Eimer einen besonders schweren oder fest gebetteten harten Körper trifft, so wird der Eimer und mit ihm die ganze Baggermaschine plötzlich angehalten, während die Dampfmaschine in vollem Gang ist. Der Bruch des Eimers oder irgend eines Gliedes ist alsdann kaum zu vermeiden, wenn nicht die Verbindung beider Maschinen

sich sogleich von selbst löst. Zu diesem Zweck setzt man das Rad, in welches das Getriebe eingreift, nur lose auf die abgedrehte Achse der obern Trommel, verbindet es aber mit einer starken Scheibe, der sogenannten Frictionsscheibe, die durch irgend welche Schrauben-Verbindungen gegen jene Achse geklemmt und durch die Reibung daran festgehalten wird. Sie theilt während des gewöhnlichen Betriebs die Drehung des Rades der Trommel mit, wenn aber plötzlich der Widerstand der letztern sehr groß wird, so überwindet dieser die Reibung und alsdann dreht sich die Scheibe mit dem Rad auf der Achse. Vollkommene Sicherheit gewährt diese Einrichtung nicht, denn wenn die Scheibe lange ihre Stellung behalten hat, so pflegt die Reibung so groß zu werden, daß die Frictionsscheibe nicht frei wird. Größere Sicherheit bietet das Einsetzen von Holzkeilen, wovon bei Beschreibung eines Dampf-Baggers die Rede sein wird.

Auf die Darstellung der passenden Geschwindigkeit der Kette muß man besonders aufmerksam sein und namentlich vermeiden, daß sie zu groß wird. Die Eimer entleeren sich viel regelmässiger und vollständiger, wenn sie sich langsamer bewegen, also längere Zeit hindurch über der Rinne schweben. Eben so verhält es sich mit dem Einschneiden in den Boden und mit dem Anfüllen der Eimer. Der größte Theil der Kraft, den die Maschine entwickelt, wird hierauf verwendet. Dieselbe muß aber verstärkt werden, wenn das Einschneiden mit großer Geschwindigkeit erfolgen soll, weil die zusammenhängende Erdmasse sich nicht plötzlich löst. Je compacter der Boden ist, um so langsamer trennt er sich, und um so geringer muß daher die Geschwindigkeit sein. Vergleicht man die Leistungen verschiedener Bagger, so wird man allgemein finden, daß die Masse des in der Stunde geförderten Materials in Vergleich zur Betriebskraft sich um so günstiger herausstellt, je langsamer die Eimer sich bewegen. Man kann aber durch Vergrößerung der Eimer leicht den Ausfall ersetzen, den die Verminderung ihrer Geschwindigkeit veranlaßt. Die Geschwindigkeit von 1 Fuß in der Secunde dürfte als das Maximum anzusehn sein, während eine Geschwindigkeit von 9 Zoll noch vortheilhafter ist.

Die Seitenbewegungen pflegen bei Dampf-Baggern gleichfalls von der Maschine auszugehen, und diese sind so zu be-



messen, daß der folgende Eimer den Einschnitt berührt, den der vorhergehende gemacht hat. Sehr vortheilhaft ist es aber, wenn die Seitenbewegung durch Einrücken eines zweiten Getriebes noch bedeutend beschleunigt werden kann, um den Bagger über solche Stellen schnell fortzuschaffen, wo die erforderliche Tiefe schon vorhanden ist.

In welcher Weise diese Bewegung, mittelst je eines oder je zweier Anker an jeder Seite, dargestellt wird, ist bereits § 74 mitgetheilt worden. Es muß aber bemerkt werden, daß wenn die Kraft der Dampfmaschine auch zu diesen Seitenbewegungen benutzt wird, dennoch das Anholen des Hauptankertaus nach jedem einzelnen Schlage oder nach Vollendung jedes Querweges, mittelst einer Winde erfolgt, welche die Arbeiter drehen. Wenn dagegen eine Baggerleiter gehoben werden soll, so geschieht dieses wieder durch die Maschine.

Sehr wichtig ist die Frage, an welcher Stelle des Fahrzeugs die Baggerleiter angebracht und wo die Prahme liegen sollen, welche das gehobene Material aufnehmen. Bei uns legte man allgemein die Leiter an die Längenseite des Baggers und zwar wurden gewöhnlich zwei Leitern, nämlich an jeder Seite eine, angebracht. Letzteres empfiehlt sich in sofern, als eine einzelne über Bord hängende Leiter ein bedeutendes Gegengewicht erfordert, wenn das Fahrzeug gehörig schwimmen soll. Dieses kommt dennoch zuweilen vor, wie ich zum Beispiel auf der Warnow bei Rostock sah.

Fig. 205 *a* deutet die Anordnung der Bagger mit zwei Eimerleitern an. *AB* sind diese Leitern. Bei *A* befindet sich die obere und bei *B* die untere Kettentrommel. Das gehobene Material wird in zwei Rinnen aufgefangen, die soweit vortreten, daß sie nahe in die Mitte der Baggerprahme *C* treffen. Letztere liegen an ausgebauten Rüstungen soweit seitwärts, daß sie von den Baggerleitern nicht berührt werden. Das Haupttau, welches die Eimer gegen den abzusteichenden Grund zieht, ist im Buge des Fahrzeugs bei *D* angebracht.

Die Dampfmaschine muss bei dieser Anordnung so kräftig sein, daß sie beide Bagger gleichzeitig treiben kann, und da beide den Grund angreifen sollen, so stellt man den vorangehenden Schlitten etwas höher ein, als den folgenden. Sobald

aber die Bewegung des Baggers eine entgegengesetzte Richtung annimmt, so muß der erste Schlitten, der nunmehr der hintere ist, gesenkt und der andre gehoben werden. Bei dieser Anordnung würde die Maschinenkraft nicht vollständig ausgenutzt werden, wenn man zeitweise nur einen Bagger in Betrieb erhalten wollte. Beide müssen daher gleichzeitig angelassen und angehalten werden. Hieraus folgt wieder, daß auch beide Prahme in gleicher Zeit gefüllt sein sollten. Dieses geschieht aber keineswegs, vielmehr sinkt oft einer derselben schon bis zur Marke der vollen Ladung herab, während beim andern diese noch hoch über Wasser liegt. Nichts desto weniger müssen beide gleichzeitig fortgeschoben und durch zwei leere ersetzt werden, weil die Unterbrechung des Betriebs zu groß sein würde, wenn man sie einzeln wechseln wollte. Diese Auswechslung der Prahme verursacht gewöhnlich eine lange Unterbrechung. Bei gehöriger Aufsicht verkürzt sich freilich die Dauer derselben, doch ist eine ununterbrochene Aufsicht namentlich in entlegenen Fahrwassern schwierig, und wenn die Maschine angehalten wird, so findet sich leicht Veranlassung, die Pause weit auszudehnen. Wenn ich unbemerkt den Betrieb solcher Bagger beobachtete, so war die Dauer der Pause wenigstens eben so lang als die der Arbeitszeit, und oft übertraf sie diese. Hieraus ergibt sich, daß die Leistung einer solchen Maschine nicht größer ist, als wenn nur eine Baggerleiter mit einer Dampfmaschine von der halben Kraft dauernd in Bewegung erhalten würde.

Wenn eine starke Strömung stattfindet, so gestaltet sich dieses Verhältniß günstiger, weil alsdann der volle Prahm schnell abtreibt, und der leere, der vorher an die passende Stelle gebracht war, sogleich angelegt werden kann. Auf der Elbe bei Hamburg ist es üblich, in solchem Fall die Maschine gar nicht anzuhalten. Man hebt nur die Klappe auf, welche die Fortsetzung der Rinne bildet, um den Inhalt eines Eimers, der vielleicht in der Zwischenzeit abfällt, aufzufangen. Bevor der folgende Eimer sich entleert, befindet sich der neue Prahm schon an seiner Stelle und nimmt die Schüttung auf.

Die Baggerleiter hat an der Seite des Fahrzeugs noch in andrer Beziehung eine ungünstige Lage. Wenn nämlich bei mächtigem Wellenschlag ein Rollen oder ein Schwanken um die

Längsachse des Baggerschiffs eintritt, so hebt und senkt sich die Leiter sehr stark, und die auf der untern Kettentrommel aufliegenden Eimer entfernen sich abwechselnd vom Grund und stoßen heftig auf denselben auf. Hierdurch wird die Wirksamkeit der Maschine nicht nur vermindert, sondern es treten auch leicht Beschädigungen derselben ein.

Mit Rücksicht auf diesen Umstand ist es zweckmäßiger, die Eimerleiter in die Mittellinie des Baggerschiffs zu legen. Das Rollen des letztern veranlaßt alsdann nur eine Seitenbewegung der Leiter und diese, die auch im ersten Fall nicht fehlt, ist weniger nachtheilig, als die auf- und abwärts gerichtete. Eine Anordnung dieser Art kommt vielfach bei größern Dampf-Baggern vor, und namentlich war sie bei Vertiefung der Clyde allgemein angewendet worden. Fig. 205 *b* zeigt das Wesentlichste solcher Einrichtung. Das Baggerschiff spaltet sich in seinem hintern Theil, und in dem Schlitz, der wasserdicht umschlossen sein muß, hängt die Baggerleiter *A B*. Der obere Turm *A* ragt noch etwas über den Spiegel des Fahrzeugs vor. Er wird durch eine über das Deck geführte eiserne Welle von der Dampfmaschine aus, die sich vorn befindet, in Bewegung gesetzt. Der Schlitz muß so lang sein, daß beim Auflegen und Abnehmen der Kette die ganze Leiter hindurchgewunden werden kann. Das Tau des Hauptankers ist wieder am Vordertheil des Fahrzeugs bei *D* befestigt und der Prahm *C*, der das gehobene Material aufnimmt, wird quer an das Schiff gelegt. Die Anbringung des Schlitzes im Fahrzeuge beeinträchtigt unbedingt die Festigkeit desselben, doch läßt sich durch gehörige Verstärkungen diesem Uebelstand genügend vorbeugen, und die in Rede stehende Anordnung des Baggerschlittens gestattet noch, mittelst starker Schwellen am Hintertheil des Fahrzeugs die Böden der beiden getrennten Theile mit einander zu verbinden. Die Baggerleiter würde diese Schwellen nur berühren, wenn sie eine nahe senkrechte Stellung annähme, was nie geschieht.

Bei diesem sogenannten Schottischen Bagger ist indessen das Anlegen des Prahms schwieriger, als wenn derselbe an der Langseite seinen Platz findet, namentlich bei einiger Strömung in der Richtung des Baggers. Außerdem befindet sich die untere Kettentrommel jedesmal unter dem Fahrzeug und

sogar ungefähr in der Mitte desselben. Die Baggerung kann daher nur stattfinden, wenn die Untiefe, die man beseitigen will, so tief unter Wasser liegt, daß das Fahrzeug darüber schwimmt. Wo Fluth und Ebbe stattfindet, ist dieser Umstand von weniger Bedeutung, weil man zur Zeit des höhern Wassers die Fläche angreifen und so weit erniedrigen kann, daß die Arbeit sich bei kleinem Wasser fortsetzen läßt. In Gewässern ohne merklichen Fluthwechsel empfiehlt es sich jedoch, jeden Bagger so einzurichten, daß die Eimerleiter über ihn hinausgreift, damit sie schon vor ihm solche Tiefe darstellen kann, daß er, ohne den Grund zu berühren, ihr folgt. Befinden sich die Baggerleitern an den Seiten des Schiffs, so ist diese Bedingung noch zu erfüllen, indem man jene soweit nach vorn bringt, daß sie über den Vordersteven hinausreichen. Bei den Schottischen Baggern ist dagegen dieses sogenannte Freibaggern unmöglich.

Endlich tritt bei sehr unreinem Grund und namentlich bei kleinern Baggern, wenn deren Leitern in Schlitzten liegen, noch der Uebelstand ein, das die Eimer zuweilen versunkenes Holz fassen, das, während es gehoben wird, auf beiden Seiten den Boden des Fahrzeugs trifft und sonach durch den Bagger nicht herausgeschafft werden kann. Es bleibt in diesem Fall nichts übrig, als die Kette etwas zurückgehn zu lassen, und nunmehr vom Deck aus mittelst Stangen und Haken das Holzstück zu drehn und soweit zu heben, daß man ein Tau darunter bringen und es hieran aus dem Wasser ziehn kann. In kleinern Flüssen wiederholen sich zuweilen Störungen dieser Art so vielfach, daß die Arbeit dadurch wesentlich verzögert wird, beim Aufräumen der Seehäfen und tieferer Fahrwasser pflegen dergleichen Störungen jedoch nur selten vorzukommen.

Die Baggerleiter läßt sich noch in andrer Weise in dem Baggerschiff anbringen, wie Fig. 205 c zeigt. Man legt sie nämlich wieder in einen Schlitz in der Mittellinie des Fahrzeugs, jedoch so, daß die obere Kettentrommel A sich nicht am hintern Theil, vielmehr in der Mitte des Schiffs befindet, während die untere Trommel hinter das Fahrzeug hinaustritt. Der Bagger kann also die Tiefe, deren er bedarf, stets sich selbst beschaffen, da jedoch die Eimer bei dieser Stellung der Baggerleiter in einer der frühern entgegengesetzten Richtung den Grund an-

greifen, so muß die Winde *D*, welche das Tau des Hauptankers anzieht, am Hintertheil angebracht sein. Dafs sie nicht genau in der Mittellinie, vielmehr etwas seitwärts steht, ist ohne wesentlichen Nachtheil, dieser Uebelstand läfst sich auch leicht dadurch beseitigen, dafs man die Ankerkette über eine Rolle führt, die über der Eimerleiter schwebt.

Das Ausschütten des gehobenen Materials erfolgt in der Mitte des Decks, die Rinnen, welche dasselbe aufnehmen, müssen also bis hierher reichen. Sie sind eben sowohl nach der einen, wie nach der andern Seite gerichtet, während eine Klappe an der Stelle, wo sie zusammenstossen, durch einen Hebel, oder in andrer Weise sich beliebig nach einer oder der andern Seite neigen läfst. Diese Klappe bildet also die Fortsetzung der Rinnen und führt nach der Stellung, die sie einnimmt, einer derselben das gesammte gehobene Material zu.

Diese Anordnung, welche in Frankreich allgemein eingeführt ist, und auch bei uns sehr günstige Resultate ergeben hat, ist in sofern von grofser Bedeutung, als dabei jede Unterbrechung der Arbeit vermieden wird. Während ein Prahm die Baggererde aufnimmt, legt man einen andern leeren an die gegenüberstehende Seite, und sobald der erste seine volle Ladung erhalten hat, so wird, ohne die Maschine anzuhalten, die erwähnte Klappe nach der andern Seite übergeneigt, worauf das gehobene Material sogleich in den leeren Prahm fällt. Die Klappe so wie auch die obern Theile der Rinnen müssen mit dichten und hinreichend hohen Wandungen umgeben sein, weil sonst die ausgestürzte Erde über das ganze Deck spritzt, und dadurch nicht nur der Betrieb erschwert, sondern auch die frei liegenden Maschinentheile leiden würden.

Bei dieser Lage der Baggerleiter ist die obere Kettentrommel von dem Prahm, der das geförderte Material aufnimmt, weiter entfernt, als bei allen sonstigen Baggern. Die Rinnen, welche immer eine gewisse starke Neigung haben müssen, werden daher länger und folglich muß auch die obere Trommel höher liegen, oder die Erde wird zu gröfserer Höhe gehoben, und hierzu ist eine gröfsere Kraft der Maschine erforderlich. Betrachtet man indessen die Leistungen der Bagger, so ergiebt sich, dafs dieselben im Vergleich zur Förderungshöhe sehr geringe bleiben.

Nur wenige Dampfbagger heben in der Stunde mit einer Pferdekraft eine Schachtruthe Erde oder Sand, die meisten unsrer Maschinen leisten viel weniger, zuweilen sogar nur die Hälfte. Besonders geringe wird ihre Leistung, wenn die Eimer nicht gehörig tief eingreifen. Castor giebt den Effect seiner Maschinen mit einer oder mit zwei geneigten Eimerleitern zu 1,4 Schachtruthen für die Pferdekraft und Stunde an, und den der Maschine mit senkrechter Eimerkette sogar zu 1,6 Schachtruthen. Diese große Wirksamkeit erklärt sich zum Theil dadurch, daß die betreffenden Maschinen nur in ihrer Längenrichtung bewegt wurden, und selbst dieses durch Menschenkraft geschah. Wahrscheinlich sorgte man aber auch stets für gehörig tiefes Eingreifen der Eimer.

Um den Theil der Kraft zu ermitteln, der zum Heben des Materials verwendet wird, untersuchte ich den rein ausgewaschenen Seesand, wie er vielfach, und sogar vorzugsweise von unsern Baggern, gehoben wird. Derselbe lagert sich sowohl trocken, wie auch nafs in verschiedener Art ab. Bei der lockeren Ablagerung, die man erhält, wenn man trocknen Sand leise ins Wasser schüttet und jede Erschütterung vermeidet, ist das Verhältniß des Sandes zu dem dazwischen befindlichen Wasser, dem Volum nach gerechnet, wie 16 zu 11, oder der Sand nimmt nur 59 Hunderttheile des Raums ein. Wenn dagegen der Sand möglichst dicht abgelagert ist, so stellt sich jenes Verhältniß auf 17 zu 10, oder auf 65 Procent des ganzen Rauminhalts. Das specifische Gewicht des Sandes in der compacten Masse fand ich 2,65, also übereinstimmend mit dem des Granits, woraus er entstanden ist. Indem ich nur auf die feste Ablagerung Rücksicht nehme, welche das größte Gewicht bedingt, so wiegt die Schachtruthe derselben

in der Luft . . . . 18400 Pfund und

im Wasser . . . . 8945 Pfund.

Erfolgt die Baggerung 15 Fufs unter Wasser und wird das Material 20 Fufs über Wasser gehoben, so erfordert eine Schachtruthe dieser Ablagerung die Kraft von 485700 Fufspfunden. Eine Pferdekraft entwickelt dagegen in der Stunde 1728000 Fufspfund, und wenn der dritte Theil davon in der Reibung der Baggermaschine, die vermöge der Rollen nicht so bedeutend ist,

und in der sehr langsamen Seitenbewegung consumirt wird, so bleiben noch 1152000 Fufspfund übrig. Davon wird zum Heben noch nicht die Hälfte, sondern nur etwa 3 Siebentheile verwendet. Der Rest, also die gröfsere Hälfte, ist zur Ueberwindung des Widerstandes beim Einschneiden der Eimer in den Boden erforderlich. Es ergibt sich hieraus, dafs nur eine sehr mäfsige Verstärkung der Kraft erforderlich wird, wenn man die obere Kettentrommel einige Fufs höher legt, dafs die Leistung aber wesentlich sich verstärkt, wenn das Material vollständig aufgefangen und in einer hinreichend geneigten Rinne dem Prahm zugeführt wird. Die gröfsere Höhe, zu der man bei der letzten Anordnung der Bagger das Material heben mufs, ist sonach keineswegs als besonders nachtheilig anzusehn.

Die Rinnen müssen hinreichend geneigt sein, damit das Material darin von selbst herabgleitet. Für leichten schlammigen Boden genügt die Neigung von 30 Graden gegen den Horizont, doch mufs diese als äufserste Grenze angesehen werden, und da die Bagger meist verschiedentlich benutzt werden, so empfiehlt es sich, den Rinnen die Neigung von 45 Graden zu geben, auf der selbst feuchter Sand und zäher Thon herabsinkt. Sollte letzteres zu Zeiten nicht vollständig geschehn, so kann man dieses dadurch befördern, dafs man einen Theil der Löcher in den Seitenwänden der Eimer schliesst, also mehr Wasser schöpft, welches beim Abfliessen durch die Rinne das sich hier ansammelnde Material fortspült. Sind die Rinnen zu wenig geneigt, oder können sie wegen der Höhe des Prahms nicht hinreichend gesenkt werden, so ist man gezwungen, besondere Arbeiter anzustellen, die den Sand in der Rinne herabschieben oder mittelst Schaufeln Wasser darüber giessen. In dem ersten Königsberger Dampf-Bagger war sogar ein durch die Dampfmaschine betriebenes geneigtes Schaufelwerk angebracht, das den gehobenen Boden durch die Rinne dem Prahm zuführte.

Man pflegt diese geneigten Rinnen nicht in ihrer ganzen Länge fest zu verbinden, vielmehr den äussern Theil um ein Charnier drehn zu lassen, damit die leeren Prahme, deren Borde hoch über Wasser treten, darunter geschoben werden können. In Rostock hatte man zu demselben Zweck die Prahme so eingerichtet, dafs ein Theil ihrer Seitenwand sich niederlegen liefs.

Ohne Zweifel wurde dadurch der Verband der Prahme wesentlich beeinträchtigt, wenn gleich die offenen Fugen ohne Nachtheil waren, insofern neben den Bodenklappen die Fugen sich auch nicht wasserdicht schliessen ließen.

### § 79.

## Aeltere Bagger mit geneigter Eimerkette.

In den Preussischen Ostsee-Häfen waren im Anfange dieses Jahrhunderts nur *Pferde-Bagger* im Gebrauch, die in ihrer Construction wenig von einander abwichen. Ihre einzelnen Maschinentheile entsprachen keineswegs den Anforderungen, welche man heutiges Tags an eine Maschine stellt, die Räder und Getriebe waren, wie in ältern Mühlen, nur aus Holz zusammengesetzt, Gufseisen fehlte fast ganz, und selbst die Anwendung des Schmiedeeisens beschränkte sich auf so einfache Formen und und so geringe Dimensionen, daß jeder Schmid die Stücke leicht darstellen konnte, ohne daß er einen Zapfen oder eine Achse abdreht, noch selbst von der Feile vielfach Gebrauch machen durfte. Dieser grossen Mängel ohnerachtet waren die Leistungen solcher Bagger doch sehr bedeutend und stellten sich meist vergleichungsweise höher, als diejenigen der später eingeführten Dampf-Bagger. Diese günstigen Resultate waren die Folge der sehr überlegten und zweckmäßigen Einrichtung der Fahrzeuge und der Baggermaschinen. Das kastenförmige Schiff, welches die Maschine trug, war für die Seitenbewegungen mehr geeignet, als die neuern Baggerschiffe. Die Leiter, die bis zu Tiefen von 15 Fufs reichte, liefs sich bequem verstellen, und die Eimer, welche den gelösten Boden nur etwa 6 Fufs über Wasser hoben, schütteten denselben ohne Vermittelung von Rinnen sicher in den darunter gestellten Prahm aus. Dieser Prahm lehnte sich in eine Nische des Baggerschiffs und die in ihn hineinfallende Erde traf jederzeit seine Mittellinie. Er mußte freilich während der Füllung gedreht werden, doch geschah dieses ebenso schnell, wie sicher, und es genügte dazu eine Unterbrechung von kaum zwei Minuten. Die Eimer, deren Rückwände ganz eben waren, schütteten das Material leicht aus, und waren in solcher



Weise mit der Kette verbunden, dass man nur einen Keil auszuschlagen brauchte, um sie abzunehmen und durch andre zu ersetzen. Wegen der vollständigen Spannung der Eimerkette bedurfte die untere Trommel keiner weit vortretenden Ränder, und der hieraus sich ergebende Widerstand gegen die Seitenbewegung verschwand, so wie auch ein Abgleiten der Kette bei diesen Baggern niemals vorkam.

Diese großen Vorzüge der ältern Pferde-Bagger werden die specielle Beschreibung derselben rechtfertigen, und dieses um so mehr, als solche vielleicht gegenwärtig nirgend mehr zu finden, vielmehr überall durch Nachbildungen der Dampf-Bagger verdrängt sind. Wenn man aber die letztern bereits dahin abgeändert hat, daß sie, wie jene, sich seitwärts hin und her bewegen, so dürften vielleicht auch andre Einrichtungen, deren Vorzüge unverkennbar sind, gleichfalls noch Nachahmung finden, und hierin liegt ein zweiter Grund, die Anordnung und Aufstellung dieser Maschinen eingehend zu beschreiben und durch Zeichnungen zu erläutern, was in keinem andern Werke über Wasser- oder Maschinenbau bisher geschehn ist.

Zwei solcher Bagger fand ich in Pillau vor, die in dem Hafen arbeiteten, während ein dritter die sogenannte Renne im Frischen Haff vertiefte. Letzterer war zeitweise einem lebhaften Wellenschlag ausgesetzt, der zwar die Einstellung der Arbeit nöthig machte, aber doch niemals Veranlassung gab, in den Hafen einzulaufen. Diese Bagger waren nach Holländischen Mustern ausgeführt und seit sehr langer Zeit, vielleicht schon seit dem siebzehnten Jahrhundert, in Preussen üblich.

Fig. 206 *a*. zeigt den Bagger in der Ansicht von derjenigen Seite, wo sich die Nische für den Prahm befindet, und zum Theil im Längendurchschnitt, Fig. 206 *c* in der Ansicht von der schmalen Seite und Fig. 206 *b* in der Ansicht von oben. In der letzten Figur ist die Eimerkette abgenommen. Das Fahrzeug von rechteckiger Form ist 47 Fufs lang, 22 Fufs breit und 7 Fufs hoch, ohne irgend eine Zuschärfung an einer Seite. Es ist jedoch mit einem Einschnitte oder einer Nische versehen, die so bemessen ist, daß, wenn der Baggerprahm darin liegt, die Eimerkette in die Querlinie trifft, welche seine lange Seite halbirt, wie Fig. 192 *a* zeigt. Die Langwände des Baggers sind ein

wenig übergeneigt, die beiden kürzern Wände dagegen, so wie auch die der Nische erheben sich senkrecht. Die Baggerleiter befindet sich an der schmalen Seite neben der erwähnten Nische. Die verschiedenen Winden, so wie auch der Göpel sind auf Deck, wiewohl der letztere bei andern Baggern dieser Art zuweilen in den untern Raum verlegt ist. Außerdem befindet sich auf dem Deck noch eine Bude zum Kochen, worin die Arbeiter zu Mittag sich aufhalten, auch wohl ihre Schlafstellen haben. Der untere Raum enthält den Pferdestall, sowie das Räderwerk, eine Kammer für Reservestücke, eine kleine Werkstatt, und häufig auch das Volks-Logis.

Die Construction des Fahrzeugs bedarf keiner nähern Beschreibung, da sie mit der Bauart flacher prahmartiger Gefäße übereinstimmt. Es wäre nur zu bemerken, daß über die Inhölzer im Boden drei starke Balken oder Kolsums gestreckt sind, welche Fig. 206 *b* in punktirten Linien andeutet. Dieselben tragen sowol die Pfannen der senkrechten Wellen, wie auch die Stiele, die mittelst darüber liegender Träger die Deckbalken unterstützen.

Es könnte unangemessen erscheinen, den Göpel auf dem Deck anzubringen, während der Stall im Raum ist, und sonach die Pferde jeden Morgen und Abend, in langen Tagen auch des Mittags, die ziemlich steile Rampe hinauf- und herabgehn müssen. Diese Anordnung bietet aber keine wirkliche Schwierigkeit, während entgegengesetzten Falls, wenn man den Göpel in den Raum verlegen wollte, was in der That zuweilen geschieht, die Pferde wegen der Hitze und des mangelnden Luftzugs während der Arbeit in starken Schweiß versetzt werden und weniger als in freier Luft leisten. Pferde, die zum erstenmal auf den Bagger kommen, gehn allerdings nicht gutwillig die Rampe herab, doch ist es leicht, sie hierzu zu nöthigen. Das Geschirr wird ihnen verkehrt aufgelegt, so daß der Brustriemen das Pferd hinten faßt, und die Stränge, die sich alsdann vor seiner Brust befinden, werden in einen Flaschenzug eingehakt, worauf zwei Mann, welche die Leine des Flaschenzugs anziehen, leicht das Pferd herabbringen. Ist dieses aber einige Male geschehn, und weiß das Pferd, daß es unten gefüttert wird, so läßt es sich ohne Widerstand herabführen, und nach einigen Tagen oder Wochen geht es von selbst

in den Stall, sobald es abgesträngt wird. Das Heraufführen der Pferde macht dagegen gemeinhin gar keine Schwierigkeit, obwohl man auch zu diesem Zweck leicht dasselbe Mittel anwenden könnte.

Indem alle Theile der Baggermaschine sich nur langsam bewegen, Schwungräder dabei auch nicht vorkommen, so überträgt sich ein starker Widerstand, dem die Eimer vielleicht begegnen, sogleich auf den Göpel, und die Pferde stehn alsdann still. Es bedarf daher bei diesem Bagger keines Frictionsrades, welches, um einen Bruch zu vermeiden, die Verbindung zwischen der Betriebswelle und der obern Kettentrommel unterbricht.

Bei der angegebenen Breite des Baggers hätte die Bahn, in der die Pferde gehn, ohnfehlbar eine gröfsere Ausdehnung erhalten können, wobei die scharfe Wendung, welche die Pferde sehr ermüdet, vermindert worden wäre. Auch das Tau, wodurch dem Bagger die Seitenbewegung gegeben wird, hätte diese Aenderung nicht verhindert, indem es ohne Schwierigkeit unmittelbar auf den Rand des Baggers verlegt werden konnte. Es soll jedoch der Bagger, wie er wirklich war, hier beschrieben werden, und sonach stellt die Zeichnung ihn auch mit allen seinen Mängeln dar.

Der Kreisweg, den die Pferde beschreiben, hatte nur 14 Fufs Durchmesser, und bei der gewöhnlichen Arbeit, wenn die Eimer gehörig einschnitten und gefüllt aufstiegen, mafs die Geschwindigkeit der Pferde nicht mehr als 3 Fufs. Der Göpel drehte sich also in 14,6 Secunden einmal um seine Achse. Das Kammrad an der Welle des Göpels war mit 62 Kämmen versehen und der Drilling, in den es eingriff, mit 19 Stöcken. Der zweite Drilling an derselben Welle hatte dagegen nur 16 Stöcke und das Stirnrad, das er bewegte und dessen Welle in ihrer Verlängerung zugleich die obere Kettentrommel bildete, war mit 60 Zähnen versehen. Wenn sonach der Göpel sich einmal drehte, so machte die Kettentrommel nur 0,87 oder ungefähr  $\frac{7}{8}$  einer Drehung. Diese Trommel hatte einen quadratischen Querschnitt, bei einer Drehung gingen daher vier Glieder von 18 Zoll Länge oder 6 laufende Fufs Kette darüber. Hieraus ergiebt sich, dafs die Geschwindigkeit der Kette nur 0,35 Fufs oder etwas über 4 Zoll mafs. Dieselbe vergrößerte sich aber bis auf das Doppelte, wenn die Pferde angetrieben wurden, und dieses ge-

schah, sobald die Eimer nur wenig eingriffen. Die letzte Welle, welche auf der einen Seite das Stirnrad trägt und auf der andern die obere Kettentrommel bildet, liegt mit ihrem Hals in der cylindrischen Vertiefung eines über Bord tretenden Balkens. Sowohl diese Vertiefung, wie auch der Hals sind mit eingelassenen und regelmässig abgefeilten Schienen versehen. Die Figuren 206 *a* und *b* zeigen diese Unterstützung der Welle.

Die Ketten bestanden aus zwei Strängen, welche, wie Fig. 207 zeigt, mittelst durchgehender Achsen mit einander verbunden waren. Die einzelnen Glieder der Kette waren aber bei den verschiedenen Baggern verschieden gestaltet. Die Zeichnung stellt sie in der einfachsten Form dar, wobei sie nur aus durchlochten Schienen bestehn, die an den Augen breiter sind, um auch hier die nöthige Stärke zu behalten. In andern Fällen hatten sie durchweg gleiche Breite, wodurch ihre Anfertigung noch leichter wurde, man mußte ihnen aber alsdann in dem mittlern Theile einen gröfseren Querschnitt geben, als nöthig gewesen wäre. Namentlich geschah dieses, sobald die Rollen, welche die Zeichnung darstellt, fortgelassen wurden. Ihre Breite maß alsdann  $1\frac{3}{4}$  Zoll und ihre Dicke 1 Zoll. Die Augen waren von Mitte zu Mitte 18 Zoll entfernt. Auf dem einen Bagger war jedes Kettenglied an dem einen Ende gabelförmig gespalten, so daß es das einfache Ende des folgenden Gliedes umfaßte. In diesem Fall war das Schmieden eines neuen Gliedes schwieriger, und indem dieses nur sehr unvollkommen zu geschehn pflegte, so traten dabei häufige Brüche und Verbiegungen ein, woher sich in keiner Beziehung ein Vorzug dieser Anordnung bemerken liefs. Die Achsen, welche beide Kettenstränge verbanden, waren in dem mittlern Theil  $16\frac{1}{2}$  Zoll lang und  $1\frac{3}{8}$  Zoll stark, die Zapfen an den Enden dagegen nur  $\frac{3}{4}$  Zoll stark.

Auf diese Zapfen waren meist kleine eiserne Scheiben oder Rollen aufgezogen, wie Fig. 207 *a* und *b* dieselben auf der rechten Seite der Kette zeigt. Sie sollten die Reibung vermindern, doch erfüllten sie diesen Zweck nur sehr unvollständig, wenn auch statt der ziemlich roh bearbeiteten schmiedeeisernen Rollen, gufseiserne angewendet wurden. Der Uebelstand lag darin, daß ihre Nabe oder die innere Fläche des Bohrloches, mit der jede Rolle auf der Achse auflag, zu kurz war. Indem fort-

während Sand und Schlamm dazwischen trat, so konnte nicht fehlen, daß das Ausschleifen entweder an der innern oder an der äußern Seite etwas stärker, als an der andern wurde, und sobald die Achse auch nur etwas conisch sich gestaltete, so nahmen die Rollen sogleich die entsprechende Neigung an, und nunmehr schliffen sich sowohl die Achsen wie auch die Löcher in den Rollen immer schärfer conisch aus, so daß die letztern sich sehr schräge gegen die Achsen stellten. Dieses veranlaßte mich zu dem Versuch, die Rollen ganz zu beseitigen. Dadurch mußte freilich die Reibung größer werden, aber der Unterschied liefs sich im Effect der Baggerung nicht bemerken, und die sehr bedeutenden Beschädigungen der Achsen, die nach kurzen Zwischenzeiten immer durch neue ersetzt werden mußten, hörten auf. Um aber die Baggerleiter gegen Beschädigungen durch das Ueberschleifen der Ketten zu sichern, so wurden die Bahnen mit dünnen Brettern verkleidet, die ohne bedeutende Kosten etwa alle Monat erneut werden mußten. Hierbei trat noch die Vereinfachung ein, daß beim Fortfallen der Rollen auch die Splinte, die das Ablaufen derselben verhindern mußten, entbehrlich wurden.

Die Kette hing, wie Fig. 206c zeigt, nicht frei in einer Bucht herab, sondern lag nicht nur über, sondern auch unter dem Schlitten auf festen Bahnen, und die zur Seite der obern wie der untern Kettentrommel angebrachten schrägen Schienen schoben die beiden Kettenstränge, falls sie sich von einander etwas entfernt haben sollten, immer wieder zusammen. Dazu kam noch, daß sehr bald in den Dielen, welche die Bahnen bildeten, etwas vertiefte Rinnen sich einschliffen, welche gleichfalls das Ausweichen der Kettenstränge verhinderten. In dieser Weise wurden die Baggerarbeiten mehrere Jahr hindurch bis zu meinem Abgang fortgesetzt und ein Lösen der Kette trat dabei niemals ein. Es muß aber noch darauf hingewiesen werden, daß bei der scharfen Spannung der Kette die Eimer den Boden nicht früher berührten, als bis sie auf der untern Trommel lagen, und daß von dieser die Kette auf beiden Seiten durch vortretende Schienen scharf zusammengedrückt wurde.

Die Eimer, welche in früherer Zeit bei diesen Baggern aus Kupferblech bestanden, wurden, um ihnen eine größere Steifigkeit zu geben, später sämmtlich aus Eisenblech angefertigt.

Ihre Länge, oder ihre Höhe (in derjenigen Stellung betrachtet, die der Eimer annimmt, wenn er so eben sich gefüllt hat) maß 17 Zoll, ihre untere Breite  $9\frac{1}{2}$  Zoll und in der Mündung  $12\frac{1}{2}$  Zoll, ihre Weite dagegen oder der größte Abstand der Blechwand von der Bohle, woran die Bleche genagelt waren, unten 10 Zoll und in der Mündung  $16\frac{1}{2}$  Zoll. Die Eimer waren sonach in beiden Richtungen nach der Mündung stark erweitert und schütteten gemeinlich ihren Inhalt schnell und vollständig aus. Nichts desto weniger geschah dieses zuweilen doch nicht rechtzeitig, nämlich, wenn stellenweise der Sand durch Schlamm sehr fest gebunden war. In diesem Fall mußte ein Arbeiter mit einem schweren hölzernen Hammer auf jeden Eimer aufschlagen, und zwar sobald der Eimer sich abwärts zu neigen anfang. Der Boden, auf dem der Inhalt des Eimers herabgleitet, war ganz eben, und es traten daraus weder vorragende Ränder noch Bolzen oder Schraubenmuttern vor.

Die Zusammensetzung der Eimer war von der bei Dampf-Baggern üblichen vorzugsweise insofern abweichend, als der Boden nicht aus Eisen, sondern aus Holz, nämlich aus einer eichenen Bohle bestand, die sich sowohl vorn wie hinten über den Eimer hinaus verlängerte, wie Fig. 207 *b* und *c* zeigt. Die andern Seitenwände des Eimers wurden aus einem Blechstück über einem Formklotz gebogen. Auf dem letztern formte man auch ein zweites Blechstück, welches den Hintertheil bildete und mit umgebogenen Rändern versehen war. Diese wurden an das erstere angenietet. Eine starke und breite Schiene wurde demnächst von außen über die Mittellinie des Eimers gelegt, an denselben angenietet und zugleich an die erwähnte Bohle oder die Rückwand genagelt. Endlich wurde eine starke und zugeschärfte Schiene noch rings um die Mündung des Eimers genietet.

Die Befestigung der Eimer an die Kette war überaus einfach, auch leicht zu lösen, aber dennoch vollkommen sicher. Wie Fig. 207 *b* und *c* zeigt, waren zwei Haken in die untere Seite der Bohle eingelassen. Diese griffen über eine Kettenachse, während auf die nächst folgende Achse ein langer eiserner Ring aufgezogen war. Dieser griff durch einen passenden Schlitz am untern Ende der Bohle, und in die darüber hinaustretende Oeffnung des Ringes wurde ein Keil von Eichenholz eingesetzt und

festgetrieben. Wollte man einen Eimer auswechseln, so brauchte man nur den Keil zurückzuschlagen, worauf sich der Eimer abheben liefs. Der Arbeiter, der neben der obern Kettentrommel stand und die Steine oder das Holz, welches die Eimer aufbrachten, ausheben, oder auch wohl für das rechtzeitige Ausschütten durch Aufschlagen sorgen mußte, war zugleich angewiesen, auf diese Keile aufmerksam zu sein, und so oft es nöthig wäre, sie nachzutreiben, was bei der sehr langsamen Bewegung der Kette immer geschehn konnte, ohne dafs die Maschine angehalten werden durfte. Ein solches Nachtreiben war indessen überaus selten erforderlich und es kam niemals vor, dass ein Keil sich vollständig gelöst hätte und ausgefallen wäre, in welchem Fall der Eimer beim Uebergange über die Trommel gleichfalls hätte herabstürzen müssen.

Die obere Kettentrommel ist ein vierseitiges, die untere dagegen ein fünfseitiges Prisma. Letztere besteht aus einem mit eiserner Achse versehen eichnen Klotz. An beiden Seiten einer jeden der fünf Kanten sind eiserne Schienen eingelassen und aufgenagelt, auf welche sich die Kettenglieder auflegen. Wenn die Kette mit Rollen versehen ist, so sind für die Rollen die entsprechenden Vertiefungen ausgeschnitten, so dass dieselben beim Aufliegen auf dem Prisma keinen Druck erleiden. Die Trommel ist außerdem an jeder Seite mit einem aufgetriebenen eisernen Ringe umgeben. Besonders wichtig sind die schräge vortretenden Schienen, welche nicht nur das Abgleiten der Kette verhindern, sondern außerdem auch die beiden Stränge wieder zusammen schieben, falls dieselben sich entfernt hätten. Fig. 209 und 210 zeigt diese Schienen. Sie befinden sich in der Mitte jeder Seite des Prismas. Da sie jedoch nur gegen das Hirnholz der Trommel genagelt werden konnten, so war zu besorgen, dafs sie leicht dem Seitendruck der Kette nachgeben möchten, wenn sie nicht in noch anderer Weise gestützt würden. Dieses geschieht durch eine andre Schiene, welche je zwei der gegenüberstehenden ersten Schienen mit einander verbindet. Diese Schiene ist mit zwei Oeffnungen an ihren Enden versehen, durch welche jene hindurchgreift, sie ist aber in die Seitenfläche des Prismas eingelassen, um das flache Aufliegen der Kettenglieder nicht zu verhindern.

Die obere vierseitige Kettentrommel hat genau dieselbe Einrichtung, da sie jedoch zu beiden Seiten sich in der starken Welle fortsetzt, auf der die Baggerleiter aufliegt, so konnten die Schienen, welche die Kettenstränge zusammenhalten, nicht an die Stirnflächen angenagelt, sie mußten vielmehr in die anschließenden Wellen eingelassen werden. Ihre gegenseitige Verbindung mittelst der Querschiene erfolgt in derselben Art, wie bei der untern Trommel, auch sind je zwei Schienen neben jeder Kante des Prismas aufgebracht, um ein sicheres Aufliegen der Kettenglieder zu veranlassen.

Die Baggerleiter besteht aus zwei besonders breiten Halbhölzern, die durch drei Querriegel an beiden Seiten eines jeden der letztern durch Schraubenbolzen mit einander verbunden sind. Fig. 206 *c* zeigt die Leiter von der Seite, und Fig. 208 sind in *A* die Halbhölzer, und in *B* ein Riegel mit den beiden daneben befindlichen Schraubenbolzen dargestellt. Diese Bolzen verbinden zugleich die seitwärts angebrachten Stützen *D*, welche unter jenen Halbhölzern und zwar parallel zu denselben zwei Kreuzhölzer *E* tragen. Zwischen den letztern bildet sich bei dieser Befestigungsart ein freier Raum, und darin bewegen sich die Eimer beim Niedergang, während die Rollen an den Kettenachsen, oder die Kettenglieder selbst auf den Kreuzhölzern in gleicher Art aufliegen, wie sie beim Aufsteigen auf den Halbhölzern ruhn.

Die beiden Halbhölzer sind oben mit abgerundeten Einschnitten versehen, womit sie die Welle der obern Kettentrommel umfassen. Diese Welle ist an der Stelle, wo das erste Halbholz oder dasjenige aufliegt, welches zunächst am Schiff sich befindet, nur so weit eingeschnitten, daß sich zu beiden Seiten ein Absatz bildet, der das Verschieben der Leiter verhindert. Der Zapfen am äußern Ende, der die zweite Wange trägt, hat dagegen nur 9 Zoll Durchmesser. Die Rundungen in beiden Wangen müssen concentrisch sein und an die cylindrischen Theile der Welle, die sie umfassen, sich anschließen. In den Seitenwandungen der Einschnitte sind Nuthen angebracht, in diese greifen Federn an Bohlenstücken ein, welche die Einschnitte schliessen, und endlich werden eiserne Bügel darumgelegt, welche mittelst je zweier durchgezogenen Schraubenbolzen das Ganze fest verbinden. Fig. 209 zeigt das auf den äußern Zapfen aufgeschobene Bohlenstück, um



aber die Nuthen und Feder sichtbar zu machen, ist der Bügel daselbst noch nicht aufgelegt. Auf der linken Seite derselben Figur sieht man den Bügel, sowie auch oben den Schraubenkopf und unten die Mutter des hindurchgezogenen Bolzen. Schliesslich wäre noch zu erwähnen, dafs sowohl in die hölzernen Achsen, als auch in die Pfannen, worin diese sich drehn, eiserne Schienen eingelassen, mit versenkten Nägeln befestigt und sorgfältig abgefeilt sind, um ein starkes Abschleifen zu verhindern, das in den ungeschützten Holzflächen bei dem fortwährend hinzuströmenden Sand und dem starken Druck schnell eintreten würde.

Aus der untern Trommel tritt an jeder Seite ein Zapfen der hindurchreichenden eisernen Achse hinaus. Diese liegen in eisernen Gabeln, die in Fig. 210 *b* sichtbar sind. Dieselbe Figur zeigt auch, dafs die Halbhölzer oder Wangen der Leiter hier gleichfalls mit Einschnitten versehen, und darin wieder mittelst Feder und Nuthe besondere Holzstücke eingeschoben sind. An letztere sind die erwähnten gabelförmigen Eisen befestigt. Vorrichtungen, wodurch das Ausfallen der Trommelwelle verhindert wird, fehlen hier ganz und sind auch entbehrlich, in sofern die beiden Kettenstränge dieses nicht zulassen. Dagegen ist noch dafür gesorgt, dafs der Kette die erforderliche Spannung gegeben werden kann. Dieses geschieht, wie die Figur gleichfalls andeutet, durch Einsetzen von passenden Holzkeilen in die hintern Enden der Einschnitte.

Das obere Ende der Baggerleiter liegt sonach auf der Achse der obern Kettentrommel, und wird durch dieselbe sicher gehalten. Ihr unteres Ende hängt dagegen an einem 5 Fufs hohen und  $1\frac{1}{2}$  Zoll starken eisernen Bügel, der wie Fig. 206 *c* zeigt, an beide Wangen der Leiter und zwar an der Stelle befestigt ist, wo diese durch den letzten Riegel mit einander verbunden sind. Durch diesen Bügel wird die Leiter, so oft es nöthig ist, gehoben oder gesenkt, und hierzu dient eine eigenthümliche mechanische Vorrichtung, die in sofern sie sehr leicht darzustellen ist, in früherer Zeit nicht ungewöhnlich war. Das Tau, welches an jenen Bügel befestigt ist, windet sich nämlich, wie die Figuren 206 *a*, *b* und *c* zeigen, um eine über Bord tretende Welle, und an derselben befindet sich über dem Rand des Baggerschiffs eine aus zwei hölzernen Scheiben und aus darüber genagelten

Latten zusammengesetzte Trommel von 3 Fufs Durchmesser. Um dieselbe ist ein zweites Tau geschlungen, dessen andres Ende über eine kleine 9 Zoll im Durchmesser haltende Winde gezogen ist. Diese Winde ist mit einem Pall oder einem Sperrkegel versehen und wird mittelst je zweier Hebel oder Handspaken gedreht. Die Löcher, in welche man letztere einsetzt, sind in Fig. 206 *b* sichtbar. Diese Winde wird jedesmal um einen Quadrant gedreht, worauf das Pall einfällt, und die Spaken ausgezogen und in die folgenden Löcher gestellt werden können.

Die beschriebene Befestigung der Leiter würde nicht verhindern, dafs sie bei der Seitenbewegung des Baggers bedeutend hinter demselben zurückbliebe, wobei entweder sie selbst, oder auch die Welle, auf der sie aufliegt, leiden müfste. Sie mufs daher noch in andrer Weise gehalten werden. Dieses geschieht eines Theils durch das auf die Wand des Baggerschiffs befestigte Halbholz *F*, welches Fig. 206 *c* zeigt. Sie lehnt sich gegen dieses, sobald der Bagger sie vor sich hinschiebt. Damit sie sich aber von demselben nicht entfernt, während er sie hinter sich herzieht, so ist an derselben Stelle, wo der Bügel die Leiter hält, in deren oberem Wagenstück ein Ring angebracht. Ein in diesen gestecktes Tau wird aber an einen Poller am entgegengesetzten Ende des Baggers, neben der Rampe, die nach dem Pferdestalle führt, befestigt. Hierdurch gewinnt die Leiter eine sehr sichere Führung, so dafs sie den Seitenbewegungen des Baggers vollständig folgt.

Endlich wäre noch zu erwähnen, in welcher Art der Bagger durch die Anker gehalten und wie er bewegt wird. Das Tau *G* des Hauptankers (Fig. 206 *b*), um welchen der Bagger hin und her sich in Kreisbogen bewegt, ist möglichst nahe an die Baggerleiter geführt. Es ist um eine kleine Winde, ähnlich der so eben beschriebenen, geschlungen, die durch Handspaken gedreht wird. Nach jedem Schlag oder nach jeder Seitenbewegung wird diese Winde, gewöhnlich um 3 Quadranten, umgedreht. Das hintere Ende des Taus wird dabei durch einen Arbeiter steif angeholt, um die nöthige Reibung auf der Winde darzustellen, und nachdem das Tau in angemessner Weise verkürzt ist, so wird das Ende an den dahinterstehenden Pfosten befestigt.

Um den Bagger nach der einen und der andern Seite zu bewegen, dient das Tau *HI*, dessen beide Enden an Anker an-

gesteckt sind. Einige Windungen desselben sind um eine stehende Winde *L* geschlungen, und jenachdem diese nach der einen oder der andern Seite gedreht wird, so macht der Bagger dieselbe Seitenbewegung. Die Arbeiter, welche den Prahm führen und auskarren, sind während der Füllung desselben ohne sonstige Beschäftigung, und drehn daher diese Winde, und zwar schneller oder langsamer, jenachdem die Eimer mehr oder weniger sich füllen. Endlich ist bei *K* noch das Tau eines vierten Ankers leicht befestigt, welches gemeinhin lose ist, und nur angezogen wird, sobald das Tau des Hauptankers schlaff werden sollte, und dieses geschieht, so oft man eine tiefere Stelle erreicht, welche von den Eimern nicht berührt wird.

Zu diesen Baggern gehörten auch mehrere sogenannte Kratzer, die statt der Eimer auf die Kette befestigt werden konnten. Dieselben bestanden jedesmal aus fünf starken und vorn zugespitzten Zinken, die durch Querriegel unter sich verbunden waren und einen Korb darstellten, dessen Form mit der der Eimer übereinstimmte. Sie waren auch eben so wie diese auf eichene Bohlen befestigt und wurden in gleicher Weise mit der Kette verbunden. Da sie bei der ununterbrochenen Seitenbewegung des Baggers zum Schutz der Eimer nichts beitrugen, und alles Material, welches sie lösten, sofern nicht vielleicht zufällig ein Stein gefasst wurde, hindurchfiel, so habe ich von denselben niemals Gebrauch gemacht.

Die *Baggerprahme* oder *Modderprahme*, die das gehobene Material aufnahmen, waren so lang, daß ihre Querachse in die Mittellinie der Eimerleiter fiel, wenn sie in der Nische des Baggers lagen. Fig. 192 *a* deutet die gegenseitige Stellung beider an. Wenn dabei der herabstürzende Baggerschlick den Prahm in sofern auch immer gleichmäÙig belastete, daß derselbe auf beiden Langseiten immer gleich tief eintauchte, so fand diese GleichmäÙigkeit doch keineswegs in Bezug auf seine Längachse statt. Diejenige Seite, über der die Eimer sich entleeren, wurde stärker, als die andre belastet. Der Prahm mußte also, nachdem er einen Theil der Ladung eingenommen hatte, umgedreht werden. Neben ihm befand sich eine Leiter. Auf dieser stieg ein Arbeiter herab, löste die beiden Fangleinen, die an Ringe in den beiden vorspringenden Ecken des Baggers befestigt waren, behielt jedoch diejenige, die ihn mit der Ecke *K* (Fig. 206 *b*) in Verbindung

setzte, in der Hand, um ein Forttreiben des Prahms zu verhindern. Alsdann wurde der gegenüber liegende Theil des Prahms, der vor den Bagger vortrat, von den Arbeitern auf dem letztern mit Bootshaken gefasst und fortgestoßen, worauf der Prahm sehr schnell die drehende Bewegung machte. Der darin befindliche Arbeiter ging mit der Fangleine an das andre Ende des Prahms, welches sich nunmehr an die Ecke *K* anlehnte, und indem vom Bagger aus die Bewegung mittelst der Bootshaken unterstützt wurde, nahm der Prahm die der frühern entgegengesetzte Stellung ein, und wurde durch die beiden Fangleinen wieder befestigt, worauf nach einer Unterbrechung von kaum 2 Minuten die Maschine wieder in Gang gesetzt werden konnte.

Die Prahme, deren Beschreibung im Folgenden gegeben werden soll, waren nicht mit Bodenklappen versehen, die Ladung wurde auch nicht verstürzt, sondern mußte ausgekarrt werden, und da Letzteres durch dieselben Arbeiter geschah, welche die Prahme mittelst Schiebstangen oder an Leinen nach dem Löschplatze schoben oder zogen, so mußte jeder Prahm mit vier Mann besetzt werden. Diese Leute arbeiteten auf Accord und wurden für jeden Prahm bezahlt, der 2 Schachtruthen Sand aufnahm, wenn er bis zu den deutlich markirten Strichen eintauchte. Während des Beladens mußte diese Mannschaft das Spill *L* drehn, um dem Bagger die Seitenbewegung zu ertheilen, auch beim Anholen des Hauptankertaus *G* behülflich sein. Sie traten gleichfalls hinzu, sobald die Anker verlegt oder sonstige Aenderungen im Baggern vorgenommen werden mußten, doch wurden diese Arbeiten besonders bezahlt. Auf dem Bagger befinden sich noch aufser dem Treiber, den der Eigenthümer der vier Pferde stellte, zwei Mann, von denen einer, der Baggermeister, kleinere Reparaturen selbst ausführte und den Betrieb beaufsichtigte. Der andre stand neben der obern Kettentrommel und mußte auf die vorkommenden Eimer aufmerksam sein, um sowohl Steine und Holz herauszunehmen, wie auch, so oft es nöthig war, die Keile anzutreiben, oder durch Aufschlagen mit dem Hammer die Eimer zu entleeren.

Was die Leistungen des Baggers betrifft, so faßte der Eimer, der gewöhnlich nicht nur ganz gefüllt, sondern sogar überhäuft oder mit einem Kopf versehen war, etwa  $1\frac{1}{2}$  Cubikfuß.

Indem die Kette aber, wie erwähnt, sich mit der Geschwindigkeit von 0,35 Fufs bewegte, und die Eimer 3 Fufs von einander entfernt waren, so entleerte sich in der Periode von 8,6 Secunden ein Eimer, also in der Stunde 419 Eimer, die sonach 4,4 Schachtruthen heben sollten. Dieses Resultat ist auch in der That erreicht worden, denn mit Einschluss der Zwischenzeiten beim Abschieben und Verlegen der Prahme und beim Umdrehn derselben stellte sich der Effect durchschnittlich auf 3,26 Schachtruthen in der Stunde, und zwar wenn wie gewöhnlich auf 12 Fufs Tiefe gebaggert wurde. Jedes der keineswegs besonders starken Pferde hob daher in der Stunde 0,815 Schachtruthen und dieses ist mehr, als die meisten unserer Dampf-Bagger mit jeder Pferdekraft leisten. Ich muß aber noch erwähnen, daß der ganze Betrieb mit großer Regelmäßigkeit erfolgte, und namentlich die Eimer immer gehörig gefüllt heraufkamen. Vorzugsweise rührte dieses wohl davon her, daß das Spill, welches die Seitenbewegung vermittelte, mit Menschen besetzt war, die auf den Zuruf des Aufsehers dasselbe schneller oder langsamer bewegten, doch konnten sie schon aus dem Widerstande, den dieses erfuhr, entnehmen, ob die Eimer tiefer oder flacher einschnitten. Die Baggerleiter wurde nur selten gehoben, sie blieb vielmehr unverändert während der Arbeit stehn. Es bildete sich daher die Oberfläche der Untiefe sehr eben und horizontal aus, und wenn demnächst eine zweite etwa 1 Fufs starke Schicht mit der entsprechend gesenkten Leiter abgehoben wurde, so war der Widerstand, den der Bagger fand, schon sehr constant geworden, und die Ausebnung war alsdann noch vollständiger, als beim ersten Uebergang über die Fläche.

Mit diesen Baggern stimmen in der Anordnung und Zusammensetzung der wesentlichsten Theile sehr nahe überein die Hand-Bagger, welche auf den Flüssen und Canälen in der Umgegend von Berlin vielfach Anwendung gefunden haben und auch noch im Gebrauch sind. Man nennt sie nach ihrem Erfinder die Schwahnschen Bagger.\*) Sie arbeiten meist nur in der Tiefe von 3 bis 5 Fufs und zwar im ruhigen Wasser, woher sie ziemlich

\*) Anleitung zum Bau der Fluß-Baggermaschinen von Schwahn, Berlin 1832.

leicht construirt sind. Die flachen Fahrzeuge, worauf man sie stellt, sind mit einem Schlitz versehen, worin die Eimerleiter liegt, die das Material in den angehängten Prahm wirft, ähnlich wie Fig. 205 *b* angegeben, doch wird der Prahm, um das Fahrwasser weniger zu beschränken, mit seiner schmalen Seite an das Baggerschiff gelegt, woher die obere Trommel theils etwas gehoben, und theils auch darunter eine Rinne angebracht werden muß. Vielfach wird die Maschine bei gleicher Anordnung auch auf zwei gewöhnliche Handkähne gestellt.

Die Eimerleiter stimmt mit der vorstehend beschriebenen überein. Nicht nur die aufsteigenden gefüllten, sondern auch die leer herabgehenden Eimer bewegen sich auf festen Bahnen und die Eimerkette ist scharf gespannt. Ebenso ist auch die Zusammensetzung der Eimer und ihre Befestigung auf der Kette sehr nahe dieselbe. Dagegen muß die abweichende Anordnung der beiden Achsen, um welche die obere Trommel und die Leiter sich drehn, erwähnt werden. Dieselben sind hier nicht verbunden, und so nach wird die Drehung der Trommel nicht durch die Reibung erschwert, welche das Gewicht der Leiter veranlaßt, wenn diese, wie sonst geschieht, auf derselben Achse aufliegt. Bei dieser Trennung mußte aber noch die Bedingung erfüllt werden, daß die Curbelachse, durch welche die Trommel in Bewegung gesetzt wird, ganz unabhängig von der Neigung der Leiter immer in gleicher Höhe bleibt, nämlich in derjenigen, die für das Drehn der Curbeln die bequemste ist.

Zu diesem Zweck ist die auf beiden Seiten des Schlitzes aufliegende starke eiserne Welle, welche die Leiter trägt, der Länge nach durchbohrt, und in diese Oeffnung sind Pfannen eingeschoben, welche die zweite Achse umfassen. Letztere ist an beiden Seiten mit Curbeln versehen, die gewöhnlich von vier Mann gedreht werden. Diese Achse trägt aber noch ein kleines Getriebe, das in ein gezahntes Rad an der Welle der obern Trommel eingreift. Diese Welle ist an die Leiter befestigt, und man bemerkt leicht, daß das Getriebe immer in gleicher Weise in das Rad eingreift, welche Neigung die Leiter auch annehmen mag.

Bei Beschreibung dieser Maschine giebt Schwahn noch an, in welcher Weise zum Betrieb derselben Pferde benutzt werden können, doch ist mir nicht bekannt, daß dieses jemals geschehn

sei. Dagegen hat man in neuster Zeit zuweilen Locomobilen auf das Fahrzeug gestellt und die Maschinen durch Dampf in Bewegung gesetzt.

Wesentlich verschieden hiervon sind die Moddermühlen, die seit langer Zeit in Holland in Gebrauch sind, auch wohl anderweitig noch benutzt werden. Sie unterscheiden sich von allen bisher erwähnten Baggern dadurch, dafs der zu hebende Grund nicht in Löffeln oder Eimern geschöpft, sondern in einer schrägen Rinne mittelst eines Schaufelwerks bis über Wasser und in einen Prahm geschoben wird. Diese Anordnung ist zwar insofern vortheilhaft, als die grofse Hubhöhe vermieden und die Erde nur so eben bis über Bord des Baggerprahms gebracht werden darf. Dagegen leidet es keinen Zweifel, dafs dabei die Reibung viel gröfser, als in jeder andern Baggermaschine ist. Die Moddermühle kann daher nur in sehr fettem und nicht fest abgelagertem Thonboden benutzt werden, also in denjenigen Niederschlägen, welche den Marschboden bilden. Kommt darin Sand vor, so versagt die Maschine den Dienst, wogegen sie, wie ich mehrfach bemerkt habe, in einem Boden von der erwähnten Beschaffenheit bedeutende Resultate giebt. Die folgende Beschreibung ist aus dem bekannten Holländischen Mühlenbuch\*) entnommen, sie ist aber keineswegs veraltet, vielmehr bezeichnet sie noch sehr genau die wesentliche Einrichtung der neuern Maschinen dieser Art.

An zwei neben einander liegende Ketten sind Schaufeln befestigt, welche in einer Rinne sich aufwärts bewegen und dabei die abgeschnittene Erde vor sich herschieben. Diese Rinne in Verbindung mit der Bahn, auf welcher die andere Hälfte der Kette herabgleitet, bildet wieder den Baggerschlitten oder die Baggerleiter, welche in gleicher Weise, wie bei dem beschriebenen Pferde-Bagger, auch die untere Kettentrommel trägt und auf der Achse der obern Trommel aufliegt. Die Leiter hängt an ihrem untern Ende an zwei Ketten, die mittelst Flaschenzügen durch ein grofses Spillrad angezogen oder nachgelassen werden, wodurch die Rinne mehr oder minder tief in den Grund ein-

\*) Groot volkomen Moolenboek, door v. Natrus, Polly en v. Vuuren. Amsterdam 1734.

schneidet. Die Leiter befindet sich in einem Schlitz des Baggerschiffs, der so lang ist, wie sie selbst, damit sie vollständig aus dem Wasser gehoben werden kann. Die obere Trommel liegt aber noch über dem Fahrzeuge, etwa 5 Fufs von dem hintern Ende desselben entfernt, so dafs der Schlitz an beiden Seiten geschlossen ist, wodurch das Fahrzeug eine festere Verbindung erhält. Eine flache Rinne führt das gehobene Material von der obern Trommel bis über Bord in den an der schmalen Seite des Baggerschiffs liegenden Prahm, und die Bewegung der herbeigeführten Erdmassen setzt sich auch durch diese Rinne fort, indem die folgenden Schaufeln die in der Rinne liegende Erde noch vor sich herschieben.

Die Kette mit den Schaufeln ist Fig. 218 im Durchschnitt gezeichnet. An jedes Kettenglied ist eine eiserne Stütze und eine Strebe angeschmiedet und an jede Stütze lehnt sich ein kurzer hölzerner Stiel, der die eigentliche Schaufel unterstützt. Letztere greift über die beiden Kettenstränge hinüber und ist 2 Fufs breit und  $1\frac{1}{2}$  Fufs hoch. Um den Abstand der beiden Kettenstränge unverändert zu erhalten, und um zugleich ein sicheres Eingreifen des obern Prismas in die Kette zu ermöglichen, ist noch ein Querstück hinter die beiden Stützen gelegt und soweit eingeschnitten, dafs die hölzernen Stiele sich dagegen lehnen. Zwei Schraubenbolzen greifen durch die sämtlichen erwähnten Verbandstücke, so wie auch durch die eisernen Stützen hindurch, zwei andre verbinden nur die eisernen Stützen mit den Stielen und der Schaufel, und endlich werden zu demselben Zweck am äufsern Ende der Stützen noch Nägel eingetrieben, deren Spitzen auf der Schaufel umgeschlagen sind.

Beide Prismen, um welche die Kette geschlungen ist, sind sechseckig, und zwar sind sie in gleicher Weise construirt, wenn auch bei dem untern, welches die Figur zeigt, die Anbringung von Einschnitten, in welche die Querhölzer eingreifen, entbehrlich gewesen wäre. Sie sind, wie die Figur andeutet, nur in ihren Kanten und zwar durch Latten dargestellt, auf welche die Ketten sich auflegen. Die Querhölzer greifen dagegen über die beiden Seitenböden hinaus und in letztere sind die erwähnten zahnartigen Vertiefungen eingeschnitten, womit die obere Trommel die Kette fafst und ihr die Bewegung mittheilt.



Die Rinne, welche sich an der untern Seite der Baggerleiter befindet, und worin die abgeschnittene Erde aufwärts geschoben wird, besteht aus einem Boden und zwei Seitenwänden, die gehörig gedichtet sind, während der Boden am untern Ende noch mit einer eisernen Schneide versehen ist, wie die Figur zeigt. Die leere Kette läuft auf der obern Seite der Leiter gleichfalls über ein Bodenstück und zwischen Seitenwänden zurück, doch sind weite Fugen dazwischen geöffnet, damit die an den Ketten und Schaufeln etwa noch haftende Erde hindurchfallen kann und keine Reibung veranlaßt.

Dieser Bagger wirkt in der Art, dafs einerseits das obere Prisma gedreht und dadurch die Schaufelkette in der untern Rinne aufwärts geschoben wird, andererseits aber bewegt sich der ganze Bagger in einer Richtung, welche derjenigen der Schaufeln in der untern Rinne entgegengesetzt ist. Hierdurch schneidet das zugeschärfte Ende der Rinne fortwährend in den Grund ein und führt den Schaufeln schon die Erdmasse zu, welche diese demnächst fassen und bis zum obern Prisma und sogar über dieses hinaus durch die abfallende Rinne bis in den Prahm schieben. Bei etwas festerem Thonboden, in welchem die Maschine schon mühsam arbeitet, sieht man prismatische Klumpen, als wären sie in Formen abgestrichen, in den Prahm fallen. Der Betrieb ist jedoch am regelmäsigsten, wenn ein dickflüssiger Schlamm ausgehoben wird.

Die Dimensionen und die ganze Einrichtung der Moddermühle sind nach den Zeichnungen im Mühlenbuche folgende. Das prahmartige Fahrzeug ist 60 Fufs lang und 18 Fufs breit. An demjenigen Ende desselben, welches während des Betriebes das vordere ist, befindet sich der Göpel, dessen Bahn sowohl über die vordere, wie auch über die Seitenwände etwas hinüberreicht. Der äufsere Durchmesser dieser Bahn ist 19 Fufs. Dieselbe ist rings mit hölzernen Wänden umgeben und schließt sich an der linken Seite des Schiffs an die Pferdeställe an, die gleichfalls sich auf Deck befinden und mit Wänden umgeben und überdacht sind. Unmittelbar neben der Bahn beginnt der  $3\frac{1}{2}$  Fufs breite und im Boden des Schiffs 25 Fufs lange Schlitz, worin die Baggerleiter liegt. In dem Deck setzt dieser Schlitz sich bis auf 5 Fufs vom Ende des Schiffs fort, seine Länge mißt in dieser Höhe 33 Fufs.

Die feste, nach hinten abfallende Rinne ist 6 Fufs lang und reicht etwas über Bord. An sie schließt sich eine kurze bewegliche Rinne an, die man aufhebt, sobald ein leerer Prahm darunter geschoben wird. Diese sämtlichen Rinnen befinden sich nicht in der Mittellinie des Fahrzeugs, sondern etwas näher der rechten Seite.

Die Welle des Göpels trägt unter Deck ein Stirnrad. Dieses greift in ein aufrecht stehendes Getriebe, das die Kämme eines Kammrades an einer horizontalen Welle faßt. Die letzte Welle erstreckt sich unter dem Pferdestall fort, bis an das hintere Ende des Fahrzeugs. Hier trägt sie ein zweites Kammrad, das in ein aufrecht stehendes Getriebe greift. Letzteres ist mit einem kleinern Getriebe verbunden und dieses setzt endlich das Kammrad an der Achse des obern Kettenprismas in Bewegung. In dem Mühlenbuch sind die Zahlen der Kämme und Triebstöcke großentheils eingeschrieben, nur bei einem Kammrad fehlt diese Angabe. Wenn letztere aus der Zeichnung entnommen wird, so ergibt sich, daß bei einer Umdrehung des Göpels die obere Kettentrommel 0,41 Umdrehung macht. Nehme ich an, daß die Pferde in einem Kreise von  $17\frac{1}{2}$  Fufs Durchmesser mit der Geschwindigkeit von 3 Fufs gehn, so ergibt sich, daß die Trommel in 45 Secunden sich einmal umdreht. Sie faßt dabei 6 Kettenglieder von 2 Fufs Länge, die Geschwindigkeit, mit der sich die Kette in der Rinne bewegt, ist daher 3,2 Zoll in der Secunde.

Was die Bewegung des Fahrzeugs betrifft, so erfolgt dieselbe gleichfalls durch die Maschine. Die Göpelwelle ist nämlich noch mit einem Getriebe versehen, das in ein Stirnrad einer aufrechtstehenden Winde eingreift. Letztere dreht sich 0,29 mal, während der Göpel eine Umdrehung macht, und da ihr Durchmesser in der Mittellinie des umgeschlungenen Taus ungefähr  $2\frac{1}{2}$  Fufs mißt, so werden bei jedem Umgang des Göpels sehr nahe 2 Fufs Tau eingezogen, oder das ganze Fahrzeug bewegt sich mit der Geschwindigkeit von  $1\frac{1}{3}$  Zoll, oder ein Erdprisma von dieser Länge wird in jeder Secunde den Schaufeln zugeführt.

Endlich befindet sich auf dem Fahrzeug noch ein 16 Fufs hohes Spillrad, mittelst dessen die Taus der Flaschenzüge, woran der Schlitten hängt, angewunden oder nachgelassen werden. Storm Buysing sagt, man lasse nach Maafsgabe der gröfsern oder minderen Festigkeit des Bodens die Rinne 4 bis 6 Zoll tief ein-

schneiden, die Angabe, die derselbe über die Leistungsfähigkeit der Maschine macht, ist aber wohl zu grofs.

Auf dem Bagger befinden sich gewöhnlich fünf Pferde, von denen während des eigentlichen Betriebs nur vier angespannt werden. Nachdem eine vertiefte Furche durch die zu beseitigende Fläche eingeschnitten ist, hebt man den Schlitten, stellt die Baggermaschine aus und schlingt das in der entgegengesetzten Richtung ausgebrachte Ankertau um dieselbe Winde, durch die das Fahrzeug vorgezogen wurde. Gleichzeitig spannt man das fünfte Pferd an den Göpel und dieses bringt den Bagger wieder an den Anfangspunkt der Fläche. Die übrigen Pferde haben in dieser Zeit Ruhe und werden darauf aufs Neue in den Göpel gespannt, um eine zweite Furche unmittelbar neben der ersten einzuschneiden.

In neuerer Zeit wird dieselbe Maschine auch durch Dampf in Bewegung gesetzt. Namentlich ist dieses in der Geeste geschehn, wo zwei grofse Bagger dieser Art die Eingänge zu dem neuen Hafen Geestemünde und zum alten Dock von Bremerhaven vertieften.

### § 80.

## Dampfbetrieb bei geneigter Eimerkette.

Die gröfsern Bagger, also namentlich auch die Dampf-Bagger mit geneigter Eimerkette sind unter sich sowohl in der ganzen Anordnung, wie auch in den Einzelheiten sehr verschieden. Zum Theil wird im Folgenden hierauf hingewiesen werden, doch empfiehlt es sich gewifs, zunächst einen Bagger dieser Art, der schon durch längern Gebrauch sich bewährt hat, eingehend zu beschreiben.

Ich wähle hierzu denjenigen Bagger, der 1860 und 1861 zur Verbreitung der Oder unterhalb Stettin erbaut wurde, und der den Namen Greif führt. Bei Aufstellung des Projects wurden nicht nur die an den zahlreichen inländischen gröfsern Baggern gemachten Erfahrungen benutzt, sondern es gelang mir dabei auch, diejenigen Einrichtungen einzuführen, welche in Frankreich bereits allgemein Eingang gefunden hatten. Eieher gehört namentlich die Verlegung der Eimerleiter in die Mittellinie des Schiff's

und die Anbringung zweier Rinnen unter der obern Kettentrommel, wodurch das gehobene Material abwechselnd nach der einen und der andern Seite ausgeschüttet wird. Außerdem wurden auch in Betreff der erforderlichen Neigung der Rinnen für den hier zu fördernden Boden besondere Versuche angestellt. Die Ausführung sowohl des eisernen Baggerschiffs, als auch der Maschinen erfolgte auf dem Werfte von Möller und Holberg zu Grabow bei Stettin, und bei der Sorgsamkeit der Fabrikherrn unter Mitwirkung der betreffenden Baubeamten und namentlich des sehr erfahrenen Baggerinspectors Alverdes gelang es, einen Bagger darzustellen, der nicht nur sich vollständig bewährt hat, sondern dessen Leistungen auch vergleichungsweise zur Kraft der Dampfmaschinen und zum Kohlenverbrauch, also zu den Betriebskosten, die der älteren Dampf-Baggermaschinen bedeutend übertraffen haben.

Fig. 211 zeigt den Bagger in der Ansicht von oben. Auf der linken Seite unten ist dabei das Verdeck entfernt, so daß man den halben Dampfkessel und die im Raum aufgestellten Maschinen sieht. Fig. 212 ist ein Längendurchschnitt durch die Mittellinie des Schiffs, Fig. 214 ein Querdurchschnitt desselben durch die Mittellinie der Rinnen, welche den geförderten Boden nach beiden Seiten ausschütten, und Fig. 215 die Ansicht von vorn.

Das Schiff ist 80 Fufs lang, 23 Fufs breit und 10 Fufs hoch. Vollständig ausgerüstet taucht es 4 Fufs tief ins Wasser. Das Ruder befindet sich dem Schlitz gegenüber, da der Hauptanker in derjenigen Richtung ausgebracht werden muß, in welcher die Eimer in den Boden einschneiden. Das grofse Spill steht daher über dem Schlitz, oder an der vordern Seite.

Der flache Boden des Schiffs besteht aus  $\frac{3}{8}$  Zoll starken Eisenplatten, die Kimmungsplatten und die übrigen Platten der Seitenwände, soweit diese unter Wasser liegen, sind  $\frac{5}{16}$  Zoll stark, über Wasser dagegen  $\frac{1}{4}$  Zoll. Dieselbe Stärke haben auch die Balkweger und die Platten zur Verstärkung des Bodens oder die Kolsums. An letztere sind Eckeisen von 2 und 2 Zoll Breite und  $\frac{5}{16}$  Zoll Stärke angenietet. Die Spanten bestehn aus Eckeisen von 3 und 2 Zoll Breite und  $\frac{5}{16}$  Zoll Stärke, die Verdecksbalken dagegen aus Eckeisen von 4 und 3 Zoll Breite und  $\frac{3}{8}$  Zoll Stärke. Das Deck selbst ist aus  $2\frac{1}{2}$  zölligen kiefernen Kron-

planken von 5 Zoll Breite gebildet, während eichene 3 zöllige Planken zum Schandeck verwendet sind.

Die Baggerrüstung, welche die obere Kettentrommel, sowie auch die daselbst befindlichen Räder trägt, die derselben die Bewegung mittheilen, besteht aus Ständern von  $\frac{3}{8}$  zölligen Platten, verstärkt durch Eckeisen von  $2\frac{1}{2}$  und  $2\frac{1}{2}$  Zoll Breite und  $\frac{1}{2}$  Zoll Dicke.

Die beiden Flügel des Schiffs zur Seite des Schlitzes, in welchem die Baggerleiter liegt, sind in gleicher Weise construirt. Bei ihrer Breite von 9 Fufs war es möglich, ihnen die nöthige Steifigkeit zu geben, so dafs ihre gegenseitige Stellung gesichert ist. Sie sind aber auch an ihren Enden unter sich verbunden durch die Rüstung *A* (Fig. 212 und 215), an welche der obere Kloben des Flaschenzuges befestigt ist, womit die Baggerleiter aufgewunden wird, und die überdies die Palle oder Sperrkegel hält, die in das grofse Spill für das Ankertau eingreifen. Diese Rüstung besteht aus gewalzten Eisenplatten von  $\frac{3}{8}$  Zoll Stärke und ist durch Eckeisen von  $2\frac{1}{2}$  und  $2\frac{1}{2}$  Zoll Breite und  $\frac{1}{2}$  Zoll Stärke abgesteift. Aufserdem ist zu gröfserer Sicherheit noch eine zweite, tiefer liegende Verbindung der beiden Vorderwände der Flügel dargestellt, nämlich durch die starke Platte *B* (Fig. 215). Diese würde indessen das Ausheben der Baggerleiter aus dem Wasser verhindern, was doch beim Auf- und Abnehmen der Eimerkette nothwendig ist. Sie ist daher an der einen Seite mit einem starken Charnier versehen, um welches sie sich zurückschlagen läfst, wodurch der Schlitz frei wird. Wenn sie die in der Figur angegebene Stellung einnimmt, was während des Baggers geschieht, so greift sie mit den in ihr befindlichen Löchern über vortretende Bolzen, und wird gegen letztere mittelst starker keilförmiger Splinte befestigt.

Der Betrieb des Baggers erfolgt durch zwei Mitteldruckmaschinen von je 12 Pferdekräften mit gemeinschaftlichem Condensator, Luftpumpe, Speise- und Lenzpumpe. Die Cylinder haben 20 Zoll Durchmesser, der Kolbenhub misst 36 Zoll. Zur Seite des Kessels befindet sich noch eine besondere Dampfpumpe zum Speisen des Kessels, von der man Gebrauch macht, wenn die gewöhnlichen Speisepumpen ihren Dienst versagen sollten, oder die Dampfmaschine zufällig lange stillstehen müfste.

Der Kessel ist ein Röhrenkessel von  $8\frac{1}{2}$  Fufs Länge und 7 Fufs Durchmesser. Darin befinden sich zwei Röhren neben einander von  $2\frac{1}{2}$  Fufs Durchmesser, worin die Feuerungen angebracht sind, und außerdem 112 Feuerröhren von 3 Zoll Durchmesser, welche die brennenden Gase durch das im Kessel befindliche Wasser nach dem Schornstein leiten. Die Spannung des Dampfes im Kessel während des Betriebs ist auf 20 Pfund Ueberdruck normirt. Die vom Feuer berührte Fläche des Kessels misst 712 Quadratfufs.

In die Kolbenstangen, die lothrecht geführt werden, wie Fig. 214 zeigt, greifen die Leitstangen *C* ein, welche nahe unter der Verdachung der Rüstung mit den Curbeln an den beiden auf derselben Achse befestigten Schwungrädern *D* verbunden sind. Letztere werden also unmittelbar durch die Dampfmaschine getrieben. Indem jedoch die Leitstangen nahe 19 Fufs lang sind, so war zu besorgen, daß sie beim Heben der Curbeln sich verbiegen möchten, wenn ihnen nicht vielleicht eine sehr große Stärke gegeben würde. Um letzteres zu vermeiden, bestehen sie in dem größten Theil ihrer Länge nicht aus Stangen, sondern aus Blechröhren. Sie treten durch das Deck hindurch, und zur Sicherung des Verkehrs auf diesem sind die Oeffnungen mit 4 Fufs hohen Blecheylindern umgeben.

Auf der Achse der beiden Schwungräder und zwar zwischen denselben befindet sich auf der linken Seite ein Stirnrad *E* (Fig. 212), welches in ein zweites von gleicher Größe eingreift. Ein Getriebe an dem letzten setzt die Bewegung auf ein an der Achse des obern Kettenprismas befindliches drittes Rad fort. Die Umdrehungsgeschwindigkeit dieses Rades beträgt nur den dritten Theil von der des Rades *E*. Wenn in schwerem Boden die ganze Kraft der Maschine in Anspruch genommen wird, macht dieses Rad  $28\frac{1}{2}$  Umdrehungen in der Minute, daher das Prisma oder der obere Turas  $9\frac{1}{2}$  Umdrehungen. Letzterer ist vierseitig, und sonach werden in jeder Minute 38 Kettenglieder aufgewunden. Jedes derselben ist  $22\frac{1}{2}$  Zoll lang, also durchläuft die Kette in der Minute  $71\frac{1}{4}$  Fufs, oder ihre Geschwindigkeit beträgt 1,19 Fufs.

Das erwähnte Rad *E*, welches sich auf der Achse des Schwungrades befindet, versieht die Stelle eines Frictionsrades; es ist nämlich so eingerichtet, daß es sich bei zufälligem

großem Widerstande löst, also ohnerachtet der Drehung seiner Achse nicht in das zweite Rad eingreift. Die hierzu dienende Anordnung ist nicht die gewöhnliche, es ist dabei nicht auf die Friction Rücksicht genommen, die, wie bereits mitgetheilt, wegen ihrer Veränderlichkeit nicht die nöthige Sicherheit bietet, vielmehr hat man Holzkeile benutzt, die für den gewöhnlichen Betrieb hinreichende Festigkeit haben, die aber durchbrochen werden, sobald der Widerstand der Eimerkette merklich größer wird.

Fig. 213 zeigt dieses Rad in größerm Maasstabe und zwar *a* in der Seitenansicht, wobei jedoch theilweise einzelne Verbindungsstücke abgenommen sind. An der rechten Seite derselben Figur sieht man den Durchschnitt durch das Rad und zwar parallel zu seiner Seitenfläche. Fig. 213 *b* ist dagegen ein Querschnitt nach der Linie *ACB*. Das Rad besteht zunächst aus einem mit vier Speichen versehenen gußeisernen Rade, welches mittelst zweier Ansätze an der Nabe zwischen die entsprechenden Ansätze an der Achse eingreift, also mit der letztern fest verbunden ist. Dieses Rad ist cylindrisch abgedreht, jedoch so, daß es, wie Fig. 213 *b* unten zeigt, einen etwas vortretenden Rand hat. Der Ring, der die Zähne trägt, ist in der innern Fläche cylindrisch ausgedreht und lehnt sich mit einem dem Rand entsprechenden Falz an denselben, wird also durch letztern vor dem Abgleiten nach dieser Seite gesichert. Um ihm auch auf der andern Seite die nöthige Haltung zu geben, werden auf das erste Rad, und zwar neben den vier Speichen, vier übergreifende Eisenplatten aufgeschoben. Eine dieser Platten bemerkt man Fig. 213 *a* oben, an der linken Seite und unten ist sie dagegen abgenommen. Bei dieser Art der Befestigung wird der Zahnkranz zwar auf dem Rade gehalten, so daß er nicht herabfallen kann, er ist aber mit demselben noch nicht so verbunden, daß er seine drehende Bewegung annehmen und auf das folgende Rad übertragen kann. Zu diesem Zweck sind unter den erwähnten Platten sowohl in den Zahnkranz, wie in das Rad übereinstimmende Nuthen eingestossen, und in diese werden jene 1 Zoll starken und 2 Zoll breiten Holzkeile eingetrieben, die bei größerm Widerstand brechen und durchschnitten werden. Diese Keile bestehn aus Weißbuchenholz, und drei derselben übertragen diejenige Kraft, welche zur Ueberwindung der gewöhnlichen Widerstände erforderlich ist. Der

Versuch, nur zwei anzuwenden, erwies sich als ungenügend, da diese schon beim ungefährlichen Eingriff der Eimer durchschnitten wurden. Jene drei übertragen dagegen die Bewegung, bis die Eimer durch große Steine oder Senkholz festgehalten werden. Wenn die Keile brechen, muß das Hinderniß in anderer Weise beseitigt, und sie selbst durch andre ersetzt werden.

Die Baggerleiter wird aus einem Rahmen gebildet, der sich aus zwei Blechträgern und einer großen Anzahl Riegel und Streben zusammensetzt. Die Träger bestehen aus  $\frac{3}{8}$  zölligen Platten und sind verstärkt durch Eckeisen von  $2\frac{1}{2}$  und  $2\frac{1}{2}$  Zoll Breite und  $\frac{1}{2}$  Zoll Dicke. Jeder Träger ist in der Mitte 4 Fuß hoch. Die Leiter ist so lang, daß sie in horizontaler Lage 9 Fuß über das Vorderende des Schiffs hinausreicht. Bei geringer Wassertiefe kann daher der Grund durch den Bagger leicht soweit beseitigt werden, daß das Fahrzeug die nöthige Tiefe findet. Als eine in die Peene vortretende Ecke Wiesengrundes unterhalb Anclam behufs Darstellung eines sichern Durchgangs der Schiffe durch die Eisenbahnbrücke beseitigt werden sollte, und theils die nöthige Mannschaft zum Abgraben der Wiese nicht schnell genug beschafft werden konnte, theils aber auch der nöthige Raum zum Verkarren der ausgegrabenen Erde nicht leicht zu erwerben war, so unterblieb das Abgraben ganz, und dieser Bagger arbeitete sich unmittelbar in die Wiese hinein. Die Kosten stellten sich schliesslich keineswegs höher, als wenn man wie gewöhnlich die obern Schichten durch Abgraben beseitigt hätte. Auch bei Verbreitung der Oder hat man die schmalen Streifen des Wiesengrundes, welche als Fangedämme die dahinter belegenen durch Handarbeit ausgehobenen Gruben gegen das Eintreten des Wassers sicherten, jederzeit unmittelbar durch den Bagger entfernt.

Die Baggerleiter ruht mit ihrem obern Ende auf der Achse der obern Kettentrommel und lehnt sich an beiden Seiten des Schlitzes gegen eiserne Kreisbogen, von denen einer Fig. 212 sichtbar ist. Ohnfern ihres untern Endes hängt sie an einem starken eisernen Bügel, den man mittelst eines vierscheibigen Flaschenzugs, dessen oberer Kloben am Bock *A* befestigt ist, heben und senken kann. Die Verstellung der Leiter ist nicht nur erforderlich, so oft man in größerer Tiefe baggern will, oder der Wasserstand sich ändert, sondern außerdem auch jedesmal,



wenn die Eimer zu tief eingreifen und deshalb zu großen Widerstand finden. Das rasche Heben des Schlittens ist alsdann nothwendig und dieses erfolgt durch die Dampfmaschine. Um es augenblicklich veranlassen zu können, und demnächst wieder die Baggerleiter zu senken, ist ein besonderer Arbeiter angestellt, der auf den Wink des Baggermeisters mittelst einer kleinen Winde die betreffenden Bewegungen sogleich veranlaßt. Um bei diesen so häufig eintretenden Verstellungen die Tiefe, in der die Eimer einschneiden, immer sicher beurtheilen zu können, wird an das untere Ende der Baggerleiter ein senkrecht stehender *Maafsstab* befestigt, der sich mit der untern Kettentrommel hebt und senkt, und gegen eine Marke am Vordertheil des Schiffs diese Tiefe leicht erkennen läßt.

Die Vorrichtung zum Heben und Senken der Leiter ist bei diesem Bagger eigenthümlich, und hat sich vollständig bewährt, indem sie jede gröfsere oder kleinere Verstellung augenblicklich sicher ausführen läßt, und dabei die Stöße vermeidet, welche sonst beim Eingreifen einer Kuppelung nie zu fehlen pflegen. Zugleich ist sie insofern sehr bequem, als dem Anziehen der Kette nicht etwa besondere Operationen zum Ausheben der Sperrhaken oder zum Lösen der Bremse vorangehn dürfen, vielmehr durch das Umdrehn einer leicht beweglichen Winde sowohl die Bremse gelöst, als auch unmittelbar darauf die Verbindung mit der Maschine dargestellt und die Kette angezogen wird. Ein einziger Arbeiter ist sonach im Stande, dieses ohne besondere Anstrengung auszuführen und er kann seine ganze Aufmerksamkeit auf die betreffenden Zurufe oder Winke des Baggermeisters verwenden.

Unter dem Deck des Baggers und zwar neben der Dampfmaschine befindet sich, wie Fig. 211 zeigt, die eiserne Winde mit den eingeschnittenen Gängen, in welche sich die Kette legt, die in den Flaschenzug eingeschoren ist, der den untern Theil der Leiter trägt. Mit dieser Winde ist ein gezahntes Rad verbunden, und in letzteres greift ein Getriebe ein, an dessen Achse und zwar neben der Schiffswand noch ein zweites Rad *F* von  $4\frac{1}{2}$  Fufs Durchmesser befestigt ist. Dasselbe hat keine Zähne, ist aber sehr sorgfältig cylindrisch abgedreht. Eben so ist auch ein andres eben so großes Rad *G*, das gleichfalls genau cylin-

drisch ist, unmittelbar daneben gestellt, und dieses wird von der Dampfmaschine ununterbrochen getrieben. Das Rad *F* kann vor- und zurückgeschoben werden, doch nur in so geringem Maafse, dafs das Lager seiner Achse an dem andern Ende nicht verstellt zu werden braucht, auch bleibt das neben diesem befindliche Getriebe fortwährend im Eingriff in die Zähne des Rades an der Winde. Die Achse ist 7 Fufs lang, und die Seitenbewegung, die man jenem abgedrehten Rade giebt, misst nur etwa einen halben Zoll. Dieselbe genügt aber schon, um das Rad entweder an der einen Seite gegen den Bremsklotz, oder an der andern Seite gegen die Fläche des von der Maschine getriebenen Rades *G* zu drücken, und dadurch entweder die Winde festzustellen, oder sie durch das letzte Rad so in Bewegung zu setzen, dafs die Leiter gehoben wird.

Fig. 216 zeigt die erwähnten Räder in gröfserm Maafsstab in der Ansicht von der Seite. Man bemerkt darin das grofse gezahnte Rad an der Winde nebst dem Getriebe, welches in dieses eingreift. An die Achse des letztern ist das glatte Rad *F* befestigt, welches sich verschieben läfst. Der Bremsklotz, der letzteres und mit demselben zugleich die Winde feststellt, befindet sich neben dem Achslager der Winde. Auf der andern Seite berührt dieses Rad bei der geringsten Verstellung den Umfang des von der Maschine gedrehten Rades *G*, und wird in Folge der zwischen beiden eintretenden Reibung von demselben in Bewegung gesetzt. Der Uebergang aus der Ruhe in die Bewegung und umgekehrt ist so sanft, dafs nicht die geringste Erschütterung dabei bemerkt werden kann.

Um das Rad *F* vor- und zurückzuschieben, dienen verschiedene Hebel und eine Schraube, welche Fig. 216 zeigt. Das neben der Schiffswand befindliche Achslager ist in der Mitte eines aufrecht stehenden starken Hebels angebracht, der sich um sein unteres Ende drehn kann, während sein oberes von einer Zugstange gefafst wird, die in den abwärtsgekehrten Arm *H* eines Winkelhebels eingreift, dessen horizontaler Arm *I* eine bewegliche Schraubenmutter enthält. Die beiden Arme *H* und *I* befinden sich aber nicht in einer Ebene, sondern sind  $3\frac{1}{2}$  Fufs von einander entfernt und an einer gemeinschaftlichen horizontalen Achse befestigt. Die Schraubenspindel, welche in jene Mutter eingreift,

wird durch eine kleine Winde  $L$  auf dem Deck in Bewegung gesetzt. Diese Winde ist auch in Fig. 211 sichtbar und mit demselben Buchstaben bezeichnet. Ein an diese gestellter Arbeiter ist sonach jederzeit im Stande, den Schlitten zu heben oder zu senken. Das Letztere geschieht, indem er den horizontalen Arm des Winkelhebels soweit senkt, daß das Rad  $F$  weder vom Bremsklotze, noch auch vom Rade  $G$  gefaßt wird, also unter dem großen Gewicht der Baggerleiter, welches mit Einschluß der Kette und der Eimer etwa 300 Centner beträgt, sich rückwärts dreht.

Man bemerkt in Fig. 216 am andern Ende noch ein Gewicht  $W$ , das an einen Hebel befestigt ist. Dieses war ursprünglich nicht vorhanden, mußte aber der Sicherheit wegen nachträglich angebracht werden. Die Winde  $L$  konnte nämlich mit Rücksicht auf ihre zweckmäßige Benutzung und auf die Vertheilung des Raums auf dem Deck nicht so nahe an das beschriebene Räderwerk gestellt werden, wie Fig. 216 zeigt. Die Eisenstange, welche den Winkelhebel unter der Winde mit dem verstellbaren Rade verbindet, mußte daher 16 Fufs lang werden. Dieses war ohne Nachtheil, wenn das Rad an den Bremsklotz gezogen werden sollte, aber beim Anlehnen desselben an das von der Dampfmaschine gedrehte Rad liefs sich der erforderliche Druck nicht übertragen, indem die Stange sich bog. Dieser Druck mußte demnach in andrer Weise dargestellt werden, und hierzu dient der Winkelhebel mit dem daran hängenden Gewicht. Die Stange wird demnach nur auf Zug in Anspruch genommen und selbst bei ihrem geringen Querschnitt kann sie diesen sicher ausüben. Bei der spätern Einrichtung desselben Apparats auf einem ältern und gröfseren Bagger liefs sich die Winde nahe an das Rad  $F$  stellen, und die Anbringung des erwähnten Gewichts war daher entbehrlich.

Es bleibt noch übrig mitzutheilen, in welcher Weise das Rad  $G$  durch die Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird. Auf der gemeinschaftlichen Achse der beiden Schwungräder  $D$  und des Frictionsrades  $E$  befindet sich, wie Fig. 211 zeigt, noch ein conisches Rad. Dieses greift in ein zweites conisches Rad auf der in schräger Richtung stehenden Achse  $M$  Fig. 212 ein, die sich eben so schnell, wie das Rad  $E$  umdreht. Diese Achse wird durch drei Lager gehalten und zwar ist das obere mit Rinnen

versehn, in welche Ringe eingreifen, die aus der Achse vortreten, und ihr Herabgleiten verhindern. Ihr unteres Ende, das frei schwebt, trägt wieder ein conisches Rad, und dieses greift, wie Fig. 214 erkennen läßt, in ein conisches Rad an derselben Achse, auf welche am andern Ende das Rad *G* befestigt ist. Indem die sämmtlichen in einander greifenden Räder gleiche Durchmesser haben, dreht sich auch das Rad *G* eben so oft, wie das Rad *E*, nämlich  $28\frac{1}{2}$  mal in der Minute um. Die Achse des letztern ist auch mit den Excentriks versehn, welche die Ventile öffnen und schliessen, auch bewegt sie die Pumpen und den Centrifugal-Regulator.

Auf der Baggerleiter sind, wie Fig. 212 zeigt, in Abständen von  $3\frac{1}{2}$  Fufs fünfzehn hohle gusseiserne abgedrehte Rollen von 10 Zoll Durchmesser und  $3\frac{1}{2}$  Fufs Länge angebracht. In dieselben sind Achsen von quadratischem Querschnitt eingesetzt, deren cylindrische Zapfen in Pfannen an den innern Seiten der Träger liegen. Auf diesen Rollen ruht die Eimerkette, die mit den gefüllten Eimern sich aufwärts bewegt. Die über diese Rollen gelegte Ebene schließt sich tangential an die beiden Kettentrommeln oder Turasse an. Letztere bestehn aus Gufseisen mit eingesetzten Achsen aus Schmiedeeisen. Die obere bildet ein vierseitiges, die untere ein sechsseitiges Prisma. Die Seiten entsprechen der Länge der Kettenglieder, so daß diese sich flach auf jene auflegen und keinen Spielraum frei lassen. In dieser Art wird dem Gleiten der Kette vorgebeugt. Die untere Trommel ist mit Seitenrändern versehn, über welche jedoch die Eimer noch etwa 15 Zoll hinausreichen.

Die Eimerkette besteht aus zwei Strängen, die mit einander nicht durch gemeinschaftliche Kettenbolzen, sondern nur durch die Eimer verbunden sind. Jeder Strang setzt sich abwechselnd aus sogenannten doppelten und einfachen Gliedern zusammen, die doppelten sind an beiden Enden gabelförmig gespalten und umfassen die Enden der einfachen. Jene wie diese sind, wie Fig. 217 zeigt, in den Flächen, womit sie auf den Kettentrommeln aufliegen, ganz eben. Die Verstärkung, welche das Auge umgiebt, tritt daher auf der entgegengesetzten Seite vor. Die Höhe der Glieder mißt im mittleren Theil  $3\frac{1}{4}$  Zoll, in diesen Verstärkungen dagegen  $4\frac{1}{2}$  Zoll. Die Augen sind

$1\frac{1}{2}$  Zoll weit gebohrt und von Mitte zu Mitte  $22\frac{1}{2}$  Zoll entfernt. Die ganze Länge jedes Gliedes mißt 27 Zoll. Die einfachen Glieder sind  $1\frac{1}{2}$  Zoll stark, die doppelten dagegen in der Mitte  $1\frac{3}{4}$  Zoll, und an den Enden 4 Zoll. In diesen verbreiterten Theilen befinden sich nicht nur die  $1\frac{3}{4}$  Zoll weiten Schlitzte, sondern auch die  $1\frac{1}{4}$  Zoll im Durchmesser haltenden Löcher, durch welche die Bolzen zur Befestigung der Eimer gezogen werden.

Die Bolzen, welche zur Verbindung je zweier Kettenglieder dienen, sind neben dem Kopf, der sich jedesmal an der äußern Seite der Kette befindet, viereckig ausgeschmiedet, und dieselbe Form hat auch das Auge in dem äußern Flügel des doppelten Gliedes, um das Drehn des Bolzens zu verhindern. Die Drehung erfolgt daher nur in dem Auge des einfachen Gliedes. Damit dieses aber sich nicht zu schnell ausschleift, was bei dem einfließenden Sande sehr zu besorgen, so erhält es eine größere Weite und man setzt eine stählerne Buchse ein, die in der Weite von  $1\frac{1}{2}$  Zoll ausgebohrt ist. Die Bolzen, welche mit Einschluß der Köpfe  $5\frac{1}{2}$  Zoll lang sind, werden gleichfalls aus Stahl geschmiedet und abgedreht. An den Enden, die auf der innern Seite der Eimerkette vortreten, sind sie durchlocht, und werden hier mit gespaltenen Splinten versehen. Die stählernen Buchsen, so wie auch die Bolzen werden gehärtet und demnächst gelb angelassen.

Ein Eimer ist Fig. 217 dargestellt. Die ebene Rückwand desselben, die an die Kettenglieder durch Schrauben befestigt wird, ist am hintern Ende 34, an der Oeffnung dagegen 35 Zoll breit und 18 Zoll lang. Sie bedeckt also vollständig die Kettenglieder zwischen den Verstärkungen derselben an den Achsen. Außerdem setzt sie sich aber noch  $6\frac{1}{4}$  Zoll weit über die Oeffnung des Eimers hinaus fort, jedoch ohne die Verbindungen der Kettenglieder zu überdecken. Diese Verlängerung dient zur Unterstützung der Erdmasse, welche in dem Eimer selbst nicht Platz findet, sondern über diesem den sogenannten Kopf bildet. Von derselben fließt ein Theil mit dem darin enthaltenen Wasser schon während des Ansteigens seitwärts ab und trifft die Augen der Kettenglieder und die darin befindlichen Bolzen. Ohne Zweifel ist dieses ein nachtheiliger Umstand. Man hat versucht, dem-

selben dadurch zu begegnen, daß man die Charniere der Kettenglieder mit passend gekrümmten Blechen überdeckte, doch bildeten diese wieder Vorsprünge, welche das Entleeren der Eimer erschwerten. Bei ältern Baggern hat man häufig diese Rückwand in ihrer ganzen Breite vortreten lassen, so daß sie sich über die Verstärkungen der Glieder an deren Bolzenlöchern hinzog.

An diese Rückwand schließt sich die gekrümmte Wandung des Eimers an, die jedoch nicht cylindrisch geformt ist, sondern eine erweiterte Mündung darstellt. Die Entfernung dieser Wand von jener ersten mißt in der Mündung  $20\frac{3}{4}$ , am hintern Ende aber nur 16 Zoll. Die sämtlichen Wände der Eimer bestehn aus  $\frac{3}{8}$  zölligen Blechen, die durch Eckeisen von  $2\frac{3}{4}$  Zoll Breite und  $\frac{1}{2}$  Zoll Stärke mit einander verbunden sind. In die Mündung ist aber noch eine etwas vortretende stählerne Schneide von  $\frac{1}{2}$  Zoll Stärke genietet. Der Eimer faßt, wenn er vollständig gefüllt, jedoch mit keinem Kopf versehen ist,  $4\frac{3}{4}$  Cubikfuß, seine Wandungen sind ringsumher mit Oeffnungen zum Abführen des Wassers versehen.

Die Verbindung des Eimers mit der Kette muß leicht zu lösen sein, damit man einen schadhafte Eimer ohne Zeitverlust ausnehmen und durch einen andern ersetzen kann. Die Anwendung von Schrauben war daher nicht zu umgehn. Diese müssen aber auf der einen oder andern Seiten vortreten. Unter den Kettengliedern darf solches nicht geschehn, weil alsdann die Kette sich weder auf die Trommeln regelmäfsig auflegen, noch über die Rollen geführt werden könnte. Die Köpfe der Verbindungsbolzen sind daher in die Kettenglieder versenkt, und die Muttern können nur im Innern der Eimer aufgeschoben werden, wo sie bei festem und zähem Boden das Ausfallen desselben ohnfehlbar erschweren. Dieser Uebelstand wird aber noch um so bedeutender, als die einfache Mutter während des Baggerns sich leicht löst. Man muß also auf jeden Bolzen zwei Muttern aufbringen, die möglichst fest gegen einander gezogen werden. Doch auch dieses genügt noch nicht, und man hat sich daher genöthigt gesehen, noch eine Scheibe von trockenem Buchenholz zwischen die Rückwand und die untere Mutter zu legen. Hierdurch ist allerdings eine sichere Verbindung dargestellt, aber alsdann treten die

vier Bolzen mit ihren Muttern 3 Zoll hoch über die Rückwand vor und erschweren das Entleeren der Eimer.

In den Französischen Baggern werden die Eimer auf andre Art mit den Ketten verbunden. Man verzichtet nämlich auf die Forderung, daß beide von einander leicht getrennt werden können, und befestigt sowohl das Bodenstück, das an beiden Seiten umgebogen wird, wie auch die Seitenwände des Eimers an die äußern Seiten der Kettenglieder mittelst Schrauben oder Niete. Diese treten also weder vor die untere Fläche der Kette vor, noch auch in die Eimer, und verhindern also nicht das Entleeren der letzteren. Die Breite des Eimers beschränkt sich dabei auf die der Kette, und wenn ein Eimer schadhaft wird, so wird er zugleich mit den beiden zugehörigen Kettengliedern ausgehoben.

Diese Anordnung ist auch für den vor Kurzem aus der Elbinger Fabrik für den Hafen von Riga erbauten sehr großen Bagger gewählt, dabei jedoch die Aenderung eingeführt, daß die umgebogenen Ränder der Eimerwände von je zwei schwächern Kettengliedern umfaßt und mit diesen durch Schrauben sehr sicher verbunden werden. Unter dem Eimer befinden sich daher je vier Kettenglieder, zwischen welche die nächsten einfachen, also diejenigen eingreifen, die keine Eimer tragen. Dabei ist noch die sehr passende Anordnung getroffen, daß die nöthige Verstärkung den Gliedern an ihren Enden nicht durch größere Höhe, sondern durch größere Breite oder Stärke gegeben ist. Die Kette bildet demnach auf der obern, wie auf der untern Seite ebene Flächen. Es mag noch erwähnt werden, daß jeder dieser Eimer  $9\frac{1}{4}$  Cubikfufs Boden faßt.

Die Baggereimer entleeren sich, wie Fig. 211 und 214 zeigt, über einer nach beiden Seiten gleichmäsig abfallenden eisernen Rinne. Ueber dem Scheitel derselben befindet sich eine Klappe, welche nach ihrer jedesmaligen Stellung die Fortsetzung der einen Hälfte der Rinne bildet, während sie die andre verschließt. Sie führt also das sämmtliche herabfallende Material der ersten zu, und sobald der Prahm, der dieses aufnimmt, gefüllt ist, braucht man nur der Klappe die entgegengesetzte Stellung zu geben, um die gehobene Erde in den auf der andern Seite des Baggers liegenden leeren Prahm zu schütten. Die Verstellung

der Klappe erfolgt durch das unmittelbar an ihrer Achse befestigte Spillrad *N*, welches man vom Deck aus drehn kann.

Die untern über den Bagger hinausreichenden Enden beider Rinnen sind mit Charnieren versehen und hängen mittelst Flaschenzügen an eisernen Krahen. Man kann sie daher leicht aufheben und sogar senkrecht aufstellen, was während des Transports des Baggers oder nach Beendigung der Arbeit immer geschieht, um sie vor Beschädigungen beim Vorbeifahren der Schiffe zu sichern. Sie müssen aber etwas gehoben werden, so oft ein leerer Prahm darunter geschoben wird.

Die Rinnen sind nach Maafsgabe der darüber angestellten Versuche 30 Grade gegen den Horizont geneigt. Eine etwas steilere Stellung derselben wäre indessen vortheilhaft, weil der gebaggerte Boden zuweilen doch nicht schnell genug herabgleitet, und alsdann diejenigen Leute, welche die Bemannung jedes Prahmes bilden, Wasser auf die Rinne werfen müssen, um die Masse in Bewegung zu setzen. Wenn in dieser Weise auch jede Ueberfüllung der Rinnen leicht beseitigt werden kann, so ist dennoch eine dauernde Aufmerksamkeit nothwendig, und dieselben Arbeiter haben während der Beladung eines Prahms noch dafür zu sorgen, daß die hineinstürzende Erde sich ungefähr gleichmäfsig vertheilt.

Um das Umherspritzen des Schlammes beim Entleeren der Eimer zu verhindern, sind die obern Theile der Rinnen nicht nur mit hohen Seitenwänden versehen, sondern auch überdeckt, wie die doppelten Linien in Fig. 212 und 214 angeben. Ausserdem erhebt sich zu demselben Zweck bis über den obern Turas hinaus ein Blechkasten, der sich über der erwähnten Klappe auf die Deckbleche der Rinnen aufsetzt. Dieser Kasten ist, wie Fig. 212 zeigt, auch an der hintern Seite mit einer dichten Wand versehen, die bis zum Boden beider Rinnen herabreicht. An der vordern Seite setzen sich die beiden Seitenwände des Kastens über die Rinne hinaus zu beiden Seiten des Schlitzes fort, indem ihre Höhe gleichmäfsig abnimmt und sie im Abstand von  $17\frac{1}{2}$  Fufs vom vordern Ende des Schiffes das Deck erreichen. In dieser Weise ist dem Umherspritzen des Schlammes begegnet, und unter den Rinnen bildet sich ein bequemer Durchgang, der den vordern und hintern Theil des Decks verbindet.



Diese Wände, so weit sie zugleich die Baggerleiter und das damit in Verbindung stehende Räderwerk nebst der Verdachung tragen, bestehen aus  $\frac{3}{8}$  zölligen Blechen und sind mit  $2\frac{1}{2}$  und  $2\frac{1}{2}$  Zoll breiten und  $\frac{1}{2}$  Zoll dicken Winkeleisen verstärkt. In ihren Fortsetzungen zu beiden Seiten des Schlitzes sind schwache Dielen statt des Eisenblechs verwendet. Die Rinnen haben dieselbe Stärke wie jene Wände.

Man könnte vermuthen, daß die beschriebenen Rüstungen dem Winde so stark ausgesetzt sind, daß die Ausführung der Baggerarbeit dadurch verhindert oder erschwert werden möchte. Vergleicht man indessen diesen Bagger mit einem solchen, wo die Leitern zur Seite angebracht sind, so ist die vom Winde getroffene Fläche in beiden Fällen nahe dieselbe, es kann also in diesem Umstande keine Veranlassung gefunden werden, die in Rede stehende Anordnung nicht zu wählen. Die Erfahrung hat auch gezeigt, daß eine solche Besorgniß ganz ungegründet ist, denn dieser Bagger hat in den meilenweiten Niederungen der untern Oder und Peene und selbst auf dem Haff, so oft der Wellenschlag das Baggern überhaupt zuliefs, gearbeitet und seine Bewegungen leicht und sicher ausgeführt, ohne daß man eine Erschwerung durch den Wind bemerken konnte.

Es bleibt noch übrig, die Vorrichtungen zur Fortbewegung des Baggers zu beschreiben. Das Tau des Hauptankers ist um das große Spill *O* Fig. 211 und 212 geschlungen, welches 20 Zoll Durchmesser hat und über dem Schlitz liegt. Es ist nach Art der gewöhnlichen Pumpspille eingerichtet und die Palle (Sperrkegel) befinden sich an den Streben, welche den Rahmen *A* stützen. Dieses Tau wird etwas angeholt, so oft ein Schlag gemacht ist und der Bagger die entgegengesetzte Seitenbewegung annehmen soll.

Die Seitenbewegungen erfolgen durch die Dampfmaschine. Auf der oben erwähnten schrägen Achse, welche das obere Räderwerk mit dem unter Deck liegenden verbindet, befindet sich eine Schnecke *P*, die mit ihren Schraubengängen in ein Stirnrad *Q* eingreift, wie Fig. 212 zeigt. Auf die Achse dieses Rades ist an jeder Seite eine doppelte Winde *R* aufgesetzt. Eine derselben ist in Fig. 211 sichtbar, und beide bemerkt man in Fig. 214. Von den beiden Ankern, die auf einer Seite des

Schiffs, nämlich nach Fig. 211 an Backbordseite ausgebracht sind, laufen die Taue *V* sowohl am Vordertheil, als am Hintertheil des Schiffs über Rollen und sind in der Längenrichtung des Schiffs nach derselben Winde geführt. Sie sind um diese in gleichen Richtungen umgeschlungen. Das eine tritt daher unter die Winde, das andre über dieselbe, und sonach werden beim Drehn der Winde beide in gleichem Maafse angezogen oder nachgelassen. Auf die zweite Doppelwinde, welche sich mit der ersten übereinstimmend dreht, sind die Taue von Steuerbord in derselben Richtung umgeschlungen. Wenn daher alle vier Taue auf den Winden lägen und man ihre Enden anziehn wollte, um die Winden auf sie wirken zu lassen, so würde das Baggerschiff eben so stark nach der einen, wie nach der andern Seite gezogen werden, also gar keine Bewegung machen. Man mufs daher, während die eine Winde das Schiff nach einer Seite bewegt, die andre aufser Thätigkeit setzen, und dieses geschieht gewöhnlich dadurch, dafs dieselben zwei Arbeiter, welche bei der entgegengesetzten Bewegung die Enden der Taue anziehn, sie nunmehr auf die Winde hinaufschieben, so dafs sich daselbst grofse Windungen bilden, die nicht gefafst werden. Die Taue bewegen sich also in einer Richtung, die derjenigen, welche die Winde darunter hat, entgegengesetzt ist.

Diese Handhabung der Taue verursacht indessen eine merkliche Reibung und hindert die Seitenbewegung des Schiffs, namentlich, wenn der Wind dieses gleichfalls thut. In solchem Fall wirft man die Taue von der Winde ganz ab, und dieselben Arbeiter ziehn sie fortwährend soweit aus, wie das Schiff nach der andern Seite vorgeht. Dasselbe geschieht auch, wenn eine Rinne ausgebagert wird, die etwa 20 Ruthen oder mehr breit ist, wobei also jeder Schlag des Baggers eine bedeutende Länge hat.

Das Rad *Q*, in welches die Schnecke *P* eingreift, hat 50 Zähne, es dreht sich also zugleich mit den erwähnten Winden nur einmal um, während die Schnecke 50 Umdrehungen macht. Die Winden sind nicht cylindrisch, sondern conisch geformt, und die Taue legen sich so auf, dafs sie nach und nach die gröfsern Durchmesser treffen. Sobald ein Tau das Ende der Winde erreicht hat, so wird es geschreckt, das heifst der Arbeiter, der das Tau hinter der Winde anzieht, schiebt dieses schnell vor, alsdann

lösen sich die Windungen und lassen sich leicht auf die andre Seite der Winde zurücklegen, wo der Durchmesser kleiner ist, und nunmehr wird das Tau wieder angeholt und die Winden wirken nach dieser kurzen Unterbrechung wie früher. Die Durchmesser der Winden messen an einer Seite 3 Fufs 9 Zoll, an der andern 4 Fufs 1 Zoll, durchschnittlich also 3 Fufs 11 Zoll. Die Seitentaue halten im Umfange 5 Zoll, oder im Radius 0,8 Zoll. Bei einmaliger Umdrehung der Winde werden daher 152,7 Zoll Tau angewunden. Beim normalen Gang der Maschine erfolgt in 0,57 Minuten eine Umdrehung, daher werden in der Minute 7 Fufs 3 Zoll Tau angezogen oder die Geschwindigkeit, womit das Schiff sich seitwärts bewegt, ist 1,45 also nahe  $1\frac{1}{2}$  Zoll. Bei leichtem Boden nimmt die Maschine eine gröfsere Geschwindigkeit an, die Schwungradwelle dreht sich alsdann 35 mal in der Minute, woher die Geschwindigkeit der Seitenbewegung 1,8 Zoll wird.

Auf dem hintern Theil des Vorderdecks befindet sich ein Gangspill *S*, welches zum Anholen des Rücktaues benutzt wird. Letzteres ist dem Hauptankertau gegenüber gespannt und verhindert ein zu weites Vorgehn des Baggers, falls die Eimer stellenweise keinen Widerstand finden. Endlich ist noch ein kleines Spill *T* ohnfern der Winden *R* aufgestellt, welches durch dasselbe Stirnrad, das in die Schnecke eingreift, schnell in Bewegung gesetzt werden kann. Dieses dient zur schleunigen Entfernung des Baggers, um vorbeifahrenden Schiffen Platz zu machen.

Was die Leistungen dieses Baggers betrifft, so förderte derselbe gleich Anfangs während 13 Arbeitsstunden für Pferdekraft und Stunde 1,34 Schachtruthen, durchschnittlich jedoch während des ersten Jahres nur 1,03 Schachtruthen. Seine Leistungsfähigkeit hat sich indessen nach und nach gesteigert, was ohne Zweifel von manchen Verbesserungen herrührt. Im Jahr 1864 hat er durchschnittlich für Pferdekraft und Stunde 1,29 Schachtruthen gehoben. Er hat also die von Castor angegebenen Leistungen sehr nahe erreicht. Der Kohlenverbrauch für Stunde und Pferdekraft stellt sich auf 6 Pfund Englische Kohlen.

Es mag noch erwähnt werden, dafs der ältere Dampfbugger Hercules, der mit zwei Leitern versehen ist, und dessen Maschinen

zusammen 36 Pferdekräfte haben, durchschnittlich in den verschiedenen Jahrgängen nur 0,65 bis 0,84 Schachtruthe für Stunde und Pferdekraft förderte. Dieses Resultat wurde aber früher vergleichungsweise zu den Leistungen der übrigen Dampfbagger schon als ein günstiges angesehen.

Mehrfach hat man die Dampfbagger mit Vorrichtungen versehen, wodurch sie sich selbst fortbewegen, und daher bei plötzlich eintretendem Sturm geborgen werden können, ohne daß man die Rückkehr der Bugsirböte abzuwarten braucht. Schon bei dem ersten Königsberger Dampfbagger war dieses zum Theil geschehn, indem man die beiden Schaufelräder nicht beseitigte, die er als Passagierboot gehabt hatte.

Der ungewöhnlich grosse Bagger, von Mazeline erbaut, den ich 1857 im Havre sah, war mit einer Schraube versehen. Das Fahrzeug ist 169 Fufs lang und 50 Fufs breit, die Dampfmaschine hat 70 Pferdekräfte, und die Leitern sind so lang, daß noch in der Tiefe von 15 Meter oder 47 Fufs unter Wasser gebaggert werden kann. Die Eimerkette ist eigenthümlich construirt, sie besteht nämlich aus drei Ketten, deren Glieder 1 Meter oder 3 Fufs  $2\frac{1}{4}$  Zoll lang sind. Zwischen diesen Ketten befinden sich die Eimer abwechselnd an einer und an der andern Seite, von denen jeder 1 Cubikmeter oder 32 Cubikfufs faßt. Die ganze Länge der Kette mißt 287 Fufs. Die Leiter liegt auch hier in einem Schlitz in der Mitte des Fahrzeugs. Die obere Kettentrommel, so wie auch die untere, besteht aus einem vierseitigen Prisma, die obere ist von einem hohen Blechtrichter umgeben, der das umherspritzende Material auffängt, und der in zwei Rinnen nach beiden Seiten des Schiffs ausmündet, von denen eine durch die Klappe geschlossen wird. Die Neigung der Rinnen gegen den Horizont mißt 30 Grade, und dieses genügt, da vorzugsweise nur abgerundeter Kies gebaggert wird.

Der Schlitz, in welchem die Eimerleiter hängt, setzt sich in einer flachen abwärts geöffneten Rinne von etwa 4 Fufs Höhe und 10 Fufs Breite in der Mittellinie des Schiffs bis zum Vordersteven fort, und eine etwas schräge gestellte Schraube mit vier Flügeln reicht in den vordern Theil des Schlitzes, also in diejenige Stelle hinab, wo diese Rinne sich mit dem Schlitz vereinigt. Die Flügel der Schraube treten nicht vor den Boden des Fahr-

zeugs vor, und sind daher vor Beschädigungen gesichert. Sobald man den Schlitten aufhebt, und hierdurch den Schlitz dem durchströmenden Wasser öffnet und die Schraubenachse mit der Dampfmaschine in Verbindung setzt, während die Baggermaschine ausgerückt wird, so verwandelt sich das Fahrzeug in ein Schraubboot, und kann leicht in den Hafen zurückgebracht werden. Diese Vorrichtung ist hier dringend geboten, weil in der weit geöffneten Mündung der Seine ein heftiger Wellenschlag oft unerwartet und plötzlich eintritt.

Zum Schleppen der dazu gehörigen hölzernen Baggerprahme, von denen jeder sechs Laderäume enthält, die durch Bodenklappen geschlossen werden, dient ein eisernes Dampfbugsirboot, das aber auch selbst einen Theil des ausgebagerten Kieses aufnimmt, und zu diesem Zweck acht gleiche Laderäume enthält.

Die in neuerer Zeit für verschiedene Ostseehäfen erbauten größern Dampfbagger stimmen in ihrer Anordnung mit dem vorstehend beschriebenen nahe überein. Dieses gilt auch von den für Pillau und Memel in Elbing ausgeführten Baggern. Da dieselben aber vorzugsweise zur Aufräumung der Seegatte bestimmt sind, falls Verflachungen darin vorkommen, so mußte dafür gesorgt werden, daß sie theils bei mäßigem Wellenschlag noch arbeiten, theils aber auch, daß sie bei plötzlich eintretendem stärkerem Seegang sicher in die Häfen gebracht werden können. In der ersten Beziehung haben sie daher größere Längen erhalten. Der Memeler Bagger mißt über Steven 100 Fufs. Andererseits sind sie aber auch mit Schrauben versehen, durch welche sie sich selbst fortbewegen. Dabei ist die Einrichtung getroffen, daß zu beiden Seiten des Schlitzes, durch welche die Eimerkette tritt, kleine Dampfmaschinen aufgestellt sind, welche Schrauben treiben und von dem im Vordertheil des Schiffs befindlichen Dampfkessel gespeist werden. Hierdurch erleichtert sich die Steuerung ungemein, und wenn man die eine Schraube vorwärts, die andre aber rückwärts laufen läßt, so kann man den Bagger sogar eine vollständige Drehung machen lassen, ohne daß er seine Stelle merklich verändert.

Manche Einzelheiten der Construction der Baggermaschine sind von denen des Stettiner Baggers verschieden. So wird das Räderwerk neben dem obern Turas nicht durch Bläuelstangen

von der Dampfmaschine unmittelbar in Bewegung gesetzt, vielmehr geschieht dieses mittelst einer senkrecht stehenden Achse, die mit conischen Rädern versehen ist.

Vorzugsweise ist aber die Art der Befestigung der Eimer gegen die Kette zu erwähnen. Die Kettenglieder haben wieder die in Fig. 217 dargestellte Form. Auf der untern, oder derjenigen Seite, mit der sie auf dem Schlitten und den Trommeln aufliegen, treten die Verstärkungen unter den Achsen nicht vor, wohl aber geschieht dieses oben. Damit die 7 Linien starken Bodenplatten der Eimer über diese Verstärkungen ohne Biegung sich fortsetzen können, sind über die mittlern Theile der Glieder zur Ausgleichung noch Platten gelegt, und durch diese hindurch die Eimer mit den Kettengliedern durch Niete verbunden. Fig. 259 *a* und *b* auf Taf. XLV zeigt diese Anordnung zugleich mit den ganzen Eimern im Längendurchschnitt nach der Linie *AB* und in der Ansicht von vorn. Es könnte auffallend erscheinen, daß man nicht in einfacherer Weise diese Kettenglieder im mittleren Theil so erhöhte, daß sie auch oben ebene Flächen bildeten. Die Zwischenplatten verstärken indessen die Bodenplatten, indem sie, wie Fig. *b* zeigt, zu beiden Seiten der Kettenglieder noch bedeutend vortreten. Indem aber die Platten unter sich vielfach vernietet wurden, durften nur zwei Niete durch jedes Glied getrieben werden. Die Eimer entleeren sich hier über einen ganz ebenen Boden, wenn aber ein Eimer ausgewechselt werden soll, so muß man die vier Niete beseitigen, welche durch die Kettenglieder greifen.

### § 81.

## Pumpen-Bagger.

Die Eigenthümlichkeit der Pumpen-Bagger besteht darin, daß sie nicht nur feuchten Sand oder Erde, vielmehr zugleich reichlich Wasser, also eine dünnflüssige Masse heben, die in diesem Zustand auf das Ufer geleitet werden kann. Sie sind freilich auch auf das Ausgießen des geförderten Materials in Prahme eingerichtet, und zuweilen geschieht dieses auch wirklich, in diesem Fall verschwindet aber der wesentliche Vorzug vor andern Baggern,

dafs nämlich der Transport des geförderten Bodens ganz fortfällt. Aufserdem mufs auch anerkannt werden, dafs sie sich durch ihre Einfachheit und namentlich durch die geringe Anzahl der beweglichen Theile auszeichnen, woher Beschädigungen an ihnen seltner vorkommen, als zum Beispiel an den Eimerketten.

Auch mit den ältern Baggern mit geneigten Eimerketten hat man zuweilen so viel Wasser geschöpft, dafs die gehobene Masse auf das Ufer fliefsen konnte. Dieses war namentlich beim Ausheben des Suez-Canals geschehn, wo man, um die Verwendung der dort überaus kostbaren Menschenkraft möglichst zu beschränken, den Sand auf der Eimerleiter sogar nahe 50 Fufs über den Wasserspiegel hob, und ihn mit reichlichem Zusatz von Wasser alsdann in Blechrinnen auf das Ufer fliefsen liess. Diese Rinnen, nach Kreisbögen im Querschnitt geformt, waren  $4\frac{1}{2}$  Fufs breit und nahe 2 Fufs tief. Ihre Länge maafs 223 Fufs, und indem sie durch eiserne Träger unterstützt wurden, ruhten sie auf Prahmen, die zwischen das Ufer und den Bagger geschoben wurden. War der Boden von der Art, dafs er in der wenig geneigten Rinne nicht herabglitt, so wurde noch ein Schaufelwerk angebracht, welches ihn fortschob und das eine auf den Prahm gestellte Locomobile in Bewegung setzte. \*)

Das Heben des Schlamms geschieht im Pumpen-Bagger auf verschiedene Art, nämlich entweder mittelst der Kreiselpumpe, oder durch Luftdruck, indem man in einem grossen Gefäfs durch Condensation des Dampfs einen nahe luftleeren Raum darstellt, und diesen durch Oeffnen eines Ventils mit der Saugröhre in Verbindung setzt, deren untere Oeffnung den Boden berührt, den man beseitigen will. Dabei mufs aber jedenfalls noch für die Auflockerung dieses Bodens gesorgt werden, weil das Wasser ihn sonst nicht mit sich fortreißen würde. Dieses geschieht meist durch Wasserstrahlen, die unter starkem Druck neben der Mündung der Röhre austreten. Wenn dagegen bei Kreiselpumpen die Turbine ohnfern dieser Mündung liegt, so läfst sich ihre Achse auch weiter fortsetzen und mit Schneiden versehen, welche in den Erdboden eindringen und ihn zertheilen.

Zunächst mag von den mit Kreiselpumpen versehenen

---

\*) Canal maritime de Suez par E. Deharme.

Baggern die Rede sein. Ein solcher, von mäfsigen Dimensionen, wurde beim Ausheben des Caseburger Durchstichs, ohnfern von Swinemünde (§ 40 *b*) benutzt, und bei der passenden Verwendung gab er auch sehr günstige Resultate. Die Figuren 264 *a*, *b* und *c* auf Taf. XLVI stellen denselben in der Ansicht von der Seite, von vorn und von oben dar. In Fig. *b* ist jedoch der Bock, an welchem die Steigröhre hängt, nebst der dazugehörigen Winde fortgelassen, damit die Röhren und die Verbindungen derselben nicht verdeckt würden.

Zwei Prahme 46 Fufs lang,  $6\frac{1}{2}$  Fufs breit und  $3\frac{3}{4}$  Fufs hoch, sind durch übergelegte Balken mit einander so verbunden, dafs ein Zwischenraum von 2 Fufs Breite frei bleibt. Durch diesen ist die Steigröhre herabgelassen, und über derselben ist der Schlitz offen, so dafs sie über Wasser gehoben werden kann. Weiter rückwärts ist der Schlitz überdeckt, und hier steht eine Locomobile von acht Pferdekräften. Dieselbe ist mit einer leichten Bude überbaut, worin auch Materialien und Utensilien aufbewahrt werden.

Am untern Ende der Steigröhre und zwar in der Erweiterung, welche die Figuren zeigen, befindet sich die Kreiselpumpe, die mit sechs Flügeln versehen 18 Zoll im Durchmesser hält. Die Steigröhre selbst, aus mehreren Stücken durch Flanschen verbunden, besteht aus Gufseisen und ist 12 Zoll weit. Am obern Ende ist diese Röhre durch eine eingesetzte Scheibe abgeschlossen, die jedoch mit einer Stopfbüchse versehen ist, durch welche die Achse der Kreiselpumpe hindurchgeführt ist. Nahe vor diesem Abschluss zweigt sich ein 8 Zoll weites Rohr ab, das bei der gewöhnlichen Lage der ersten Röhre senkrecht ansteigt. In der Entfernung von 3 Fufs ist es aber rechtwinklig gekrümmt. Diese Röhre verbindet sich mittelst eines Gummischlauchs mit einer 20 Fufs langen Blechröhre von 8 Zoll Weite, die in ihrer Mitte von einem Flaschenzuge getragen wird, dessen oberer Block an einem Ladebaum hängt. Der Gummischlauch ist in den Figuren durch die Querschraffirung bezeichnet, die Blechröhre ist aber am äufsern Ende mit vortretender Flansche versehen, durch welche sie mit andern eben so weiten und 16 Fufs langen Blechröhren, verbunden werden kann, um das gehobene Material an passende Stellen des Ufers zu führen.



Das mit der Locomobile verbundene Schwungrad, das 106 bis 120 Umdrehungen in der Minute macht, hält 4 Fufs 8 Zoll im Durchmesser. Von demselben führt, wie in den Figuren durch die punktirtten und auferhalb des Gebäudes durch die ausgezogenen Linien angegeben ist, ein Treibriemen nach einer 2 Fufs im Durchmesser haltenden Scheibe. An der Achse der letzten befindet sich vor der Steigröhre ein konisches Rad von 12 Zoll Durchmesser und dieses greift in ein halb so großes konisches Rad, das auf die Achse der Kreiselwelle befestigt ist. Der Kreisel macht also in der Minute 500 bis 560 Umdrehungen.

Diese Uebertragung der Bewegung bedarf noch einer nähern Erklärung. Es ist nothwendig, dafs bei jeder Neigung der Steigröhre die beiden conischen Räder gehörig in einander greifen. An das obere Ende der Steigröhre ist ein gabelförmiger Block aus Schmiedeeisen angeschroben. Fig. 264 *d* zeigt denselben in gröfserm Maafsstab. Er trägt an beiden Seiten die starken abgedrehten Achsen, um welche die Röhre sich dreht, wenn sie gehoben oder gesenkt wird. Geschieht dieses, so neigt sich gleichfalls die damit verbundene aufrecht stehende Zweigröhre. Während des Baggerns ist diese Bewegung aber immer nur sehr unbedeutend und beschränkt sich auf wenige Zolle am untern Ende der Röhre. Sie ist also in der Nähe der Achse noch viel geringer und die Biegsamkeit des Gummischlauchs genügt, um die veränderte Stellung auszugleichen, ohne dafs dadurch die Lage der folgenden Röhren verändert wird. Wird dagegen die Steigröhre aus dem Wasser gehoben, oder vor dem Baggern wieder herabgelassen, so mufs die Verbindung zwischen der ersten, am Ladebaum hängenden Röhre und der folgenden gelöst werden.

Die eine der so eben erwähnten Achsen ist nun centrisch durchbohrt, und durch sie tritt, ähnlich wie beim Schwahn'schen Bagger (§ 79), die gemeinschaftliche Achse der Riemscheibe und des ersten conischen Rades hindurch. Hiernach erfolgen beide Drehungen um dieselbe Achse und bei jeder Stellung der Röhre greifen die conischen Räder in einander ein.

An jenen Block aus Schmiedeeisen ist noch ein starker Bügel angeschroben, durch den die Achse der Kreiselpumpe tritt und von demselben in ihrer richtigen Lage gehalten wird, wie Fig. 264 *d*

zeigt. Diese Achse ist alsdann durch die Stopfbüchse in der Scheibe am obern Ende der Röhre geführt und ihr zweites Lager befindet sich im festen Theil der Turbine. Sie setzt sich aber nicht nur bis zu dem beweglichen Theil der letztern fort, den sie treibt, sondern noch etwa 2 Fufs weiter, und hier ist sie mit vier, etwas schräge gestellten Messern versehen, welche den Boden auflöckern. Indem die letzten immer in einer gewissen Tiefe wirken, und der darüber liegende Boden nachstürzt, so kann es leicht geschehn, daß plötzlich Erdmassen herabfallen, welche die Messer verschütten und ihre Bewegung unterbrechen. Um dieses zu verhindern, ist, wie die Figuren zeigen, ein starkes Blech darüber angebracht, welches die Messer überdeckt.

Bald nachdem dieser Bagger in Betrieb genommen war, zeigte sich dabei ein wesentlicher Uebelstand, dessen Abstellung nothwendig wurde. Das mit den erdigen Theilen und großentheils mit Sand vermengte Wasser wurde nämlich gegen das untere Achslager, wie auch gegen die obere Stopfbüchse getrieben und griff namentlich das erste sehr stark an. Um dieses zu verhindern, hat man die Achse in der Steigröhre noch mit einer engen Röhre umgeben, und in diese wird durch eine Druckpumpe von oben her Wasser unter so starkem Druck hineingeleitet, daß neben jenem Achslager der aufwärts statt findende Druck nicht zur Geltung kommt, vielmehr hier das reine eingepumpte Wasser herabfließt, während in dem ringförmig profilirten Zwischenraum zwischen beiden Röhren das Wasser mit dem Sand aufwärts steigt.

Dieser Bagger wurde in dem nördlichen Theil des Caseburger Durchstichs benutzt, der nicht durch einen Fangedamm abgeschlossen war und daher auch nicht bis zu einer gewissen Tiefe ausgegraben werden konnte. Er stellte hier aber keineswegs die volle Tiefe dar, vielmehr diente er nur, den obern Theil der Dossirung unter Wasser zu bilden, man liefs ihn daher, wie auch die Figuren zeigen, nur 8 Fufs tief greifen. In angemessener Entfernung vom Ufer wurde er parallel zu diesem bewegt und zwar in der Art, daß das Steigrohr nach vorn gekehrt war. Er stellte also nur eine Rinne von der angegebenen Tiefe dar, die, wie sich aus der Messung ergab, ungefähr 8 Fufs in der Sohle breit, und zu beiden Seiten flach dossirt war. Das Vor-

rücken des Baggers erfolgte aber keineswegs ununterbrochen, vielmehr wurde er mittelst der Ankerwinde gegen den mehrere Fuß hoch vorstehenden Boden so weit vorgeschoben, als dieses möglich war. Alsdann stürzte dieser Boden herab, und zugleich löste derselbe sich auch seitwärts, so daß einige Zeit hindurch der Sand reichlich zufließte. Sobald aber die Röhre ziemlich klares Wasser gab, so wurde der Bagger in gleicher Weise wieder vorgeschoben. Unter günstigen Verhältnissen enthielt die gehobene Masse 50 Procent Sand.

Indem die Ufer niedrig waren, und es vorzugsweise darauf ankam, höhere Uferländer darzustellen, so brauchte man die Leitungsröhren nicht leicht über 10 Ruthen zu verlängern. Bei dieser Ausdehnung versah sie vollständig ihren Dienst und es traten keine Störungen ein, selbst wenn der Boden nicht aus reinem Sand bestand, sondern auch gröberer Kies darin vorkam. Steinchen, die 1 bis 2 Zoll im Durchmesser hielten, waren vielfach durch die Maschine gehoben und durch die Röhren abgeführt. In einzelnen Fällen hatte man die Leitung bis 20 Ruthen verlängert, und bei reinem Sande war auch alsdann keine Unterbrechung durch Verstopfen der Röhren eingetreten. Bei einem Versuch, durch starke Senkung der Steigeröhre eine Stopfung absichtlich herbeizuführen, wurde diese sogleich wieder beseitigt, sobald man die Röhre so weit hob, daß sie nur reines Wasser förderte.

Zur Unterstützung der Leitungsröhren auf dem Ufer lagen dieselben auf zwei kleinen zweirädrigen Wagen, bei denen die Räder aber nicht gegenüber, sondern hinter einander standen, wie Fig. 265 *a* und *b* in der Ansicht von der Seite und von vorn zeigt. Sobald der Bagger vorrückte, wurden diese Wagen von den am Ufer beschäftigten Arbeitern auf untergelegten Bohlen weiter geschoben.

Die Ablagerung des geförderten Sandes geschah keineswegs regelmäßig, wenn sie sich selbst überlassen blieb. Das auströmende Wasser veranlafte Anfangs eine geringe Vertiefung des Bodens und rings um dieselbe, wo die Strömung sich mäanderte, lagerte sich der Sand. Der in dieser Weise von höheren Rücken umschlossene Raum wurde alsdann immer kleiner und verwandelte sich schließlich in einen Hügel, dessen Scheitel bis zur Mündung

des Leitungsrohrs anstieg. Um die Ausebnung zu veranlassen, mußten Arbeiter angestellt werden, welche in jener ersten Umwallung einen Abfluß nach derjenigen Seite darstellten, wo die Tiefe am größten war. In ähnlicher Art, als wenn es sich um eine Colmation handelte, verbreiteten sie nicht sowohl selbst die hinzugeführte Sandmasse gleichmäÙig, sondern richteten vielmehr die Strömung stets dahin, wo tiefe Stellen in der Nähe sich befanden.

Wenn man fragt, ob diese Baggermaschine, die so wenig bewegliche und noch weniger sich berührende Theile enthält, einer starken Abnutzung unterworfen ist, und daher bedeutender Unterhaltungskosten bedarf, so muß erwähnt werden, daß, abgesehen von der Sicherung der Achslager gegen das Eintreten des Sandes, die Kreisel oder Turbinen sehr stark angegriffen werden. Nach kürzerem Gebrauch war es nothwendig, die beweglichen Theile derselben durch neue zu ersetzen, da die mitgefasteen Steinchen große Stücke der gußeisernen Flügel ausgebrochen hatten.

Was die Leistungen der Maschine betrifft, so hob dieselbe während der ersten Hälfte des Jahres 1876 in der Stunde  $2\frac{1}{2}$  bis 3 Schachtrüthen, und die Kosten für den Betrieb nebst Kohlen und Bedienung und den Lohn der Hilfsmannschaften stellte sich durchschnittlich für die Schachtrüthe auf 7,7 Silbergroschen. Indem die Transportkosten hierin mitbegriffen sind, so ist dieser Preis unbedingt sehr niedrig.

Ein anderer, etwas größerer Bagger dieser Art wird gegenwärtig vor der Mündung des Elbingflusses sehr vortheilhaft benutzt, indem er, wie bereits § 57 mitgetheilt, den gehobenen Schlamm und die Erde unmittelbar über den daneben befindlichen niedrigen Hafendamm wirft. Bei demselben hat die Kreiselpumpe eine wesentliche Veränderung erfahren, um die Lager der Achse gegen das Eindringen der Erde zu sichern. Die Turbine besteht nämlich nur aus den beweglichen Flügeln, und unmittelbar über ihr ist die Röhre, worin ihre Achse liegt, abgeschlossen. Die von ihren Flügeln gefaste flüssige Masse wird in den schneckenförmig sich erweiternden Gang geschleudert, der sie umgiebt. Derselbe steht aber an seinem Ende, wo er die größte Weite angenommen hat, mit einer zweiten gußeisernen Röhre in Verbindung, die sich der Länge nach an die erste anlehnt, und in welcher

der Schlamm und die Erde mit dem Wasser ansteigt. Im Uebrigen ist dieser Bagger dem vorstehend beschriebenen sehr ähnlich.

In diesen beiden Baggern hat man die Turbinen tief unter Wasser gelegt. Dieses ist jedoch nicht nothwendig, denn wenn sie auch über dem Wasserspiegel sich befindet, also im Beginn ihrer Drehung noch kein Wasser faßt, so wirkt sie alsdann doch in gleicher Art wie ein Centrifugalgebläse, und vermindert den Luftdruck in dem unter ihr befindlichen Theil der Röhre so sehr, daß das Wasser bis zu ihr ansteigt. Diese höhere Lage der Turbine kann in Bezug auf die Uebertragung der Bewegung manche Vortheile bieten, wenn aber die Achse nicht aus dem untern Ende der Steigeröhre austritt, also jene Messer hier nicht angebracht werden können, so muß man in andrer Weise für die Auflockerung des Grundes sorgen, und dieses geschieht durch Wasserstrahlen, die unter starkem Druck ausspritzen. Dieses ist bei einem in neuster Zeit für Dünkirchen gebauten großen Kreisel-Bagger geschehn.

Bei Gelegenheit der Spülungen, die man im Hafen von Dünkirchen eingerichtet hat, um ein hinreichend tiefes Fahrwasser vor dessen Mündung darzustellen, wurde bereits eines Kreisel-Baggers erwähnt (§ 46), den die Gesellschaft Fives Lille daselbst ausgeführt und in Thätigkeit gesetzt hat. Mittelst desselben sollte an einer Stelle, wo der Spülstrom bereits zu schwach ist, um weitere Vertiefung zu veranlassen, die Fahrrinne ausgebaggert werden. Es kam also darauf an, in weiter Entfernung vor dem Hafen auf einer dem Wellenschlag ausgesetzten Bank kräftige Vertiefungsarbeiten und zwar bis zu großer Tiefe auszuführen, während dieselben bei niedrigem Wasser wegen mangelnder Tiefe auf der Bank jedesmal unterbrochen werden mußten. Andererseits aber durfte während des Hochwassers der lebhafte Schiffsverkehr nicht behindert werden, vielmehr sollte jedem ein- oder ausgehenden Schiff der Bagger weichen.

Der Bagger, der hiernach selbst bei ruhiger See nicht unterbrochen arbeitete, wurde zugleich mit den Räumlichkeiten zur Aufnahme des gehobenen Materials versehen. Die größern Dimensionen, die er dadurch erhielt, waren insofern vortheilhaft, als dieselben ihn bei bewegter See weniger rollen und stampfen ließen. Jedenfalls mußte er aber so eingerichtet werden, daß

die Dampfmaschine, sobald der Bagger nicht arbeitet, das Schiff in Bewegung setzt, also ein Bugsirboot entbehrlich wird.

Das Schiff aus Eisenblech erbaut, ist auf Deck 143 Fufs lang und  $24\frac{1}{2}$  Fufs breit, und taucht, wenn es leer ist 8, mit Baggerschlick belastet aber 10 Fufs ein. Zur Aufnahme des Letztern enthält es hinter einander mehrere mit Bodenklappen versehene Räume, Brunnen genannt, die unter sich in Verbindung stehn, und in welche die besonders geformten Zuleitungsröhren das Material ungefähr gleichmäfsig vertheilen sollen. Sämmtliche Brunnen fassen etwa 65 Schachtruthen. Eine Schraube vor dem Steuer setzt das Schiff in Bewegung, sobald die Baggerarbeit unterbrochen wird. Während der letztern findet keine Fortbewegung statt, es wird also jedesmal nur eine trichterförmige Vertiefung in der Richtung des Fahrwassers, keineswegs aber eine zusammenhängende Rinne ausgehoben. Beim Entleeren des Baggers werden die in Ketten hängenden Bodenklappen mit der Hand geöffnet.

Sobald das Fahrzeug an die Stelle gebracht ist, wo es arbeiten soll, wird es vor dem Hauptanker gegen den Strom gelegt, während man zugleich einen leichten Anker in entgegengesetzter Richtung ausbringt. In dieser Lage hindert es am wenigsten die vorbeigehenden Schiffe, und bei passender Stellung des Ruders scheert es auch etwas seitwärts.

Die Baggermaschine mußte so angeordnet werden, dafs sie nicht leidet, wenn sie bei der Wellenbewegung sich abwechselnd hebt und senkt, wobei also die Leitern auf den Grund aufstofsen. Die herabreichenden Theile bestehn daher zum Theil in flexibeln Gummiröhren. Die Anordnung scheint folgende zu sein. \*)

Zwei Kreiselpumpen heben in schräge herabgehenden Steigröhren zu beiden Seiten des Schiffes das Wasser mit der darin schwebenden Erde und dem Sande. Beide befinden sich im Schiff und ihre horizontalen Achsen liegen 2,7 Fufs über Wasser, während die etwa 1 Fufs weiten Steigröhren zunächst durch die Schiffswände treten, alsdann in Quadranten gekrümmt sind und im Abstände von etwa 30 Fufs die Saugköpfe tragen. Mit diesen

\*) Exposition universelle à Paris 1878. Notice des Modèles, Cartes et Dessins relatives aux travaux des ponts et chaussées. — Auch sind einige Skizzen von Herrn Baensch in der Zeitschrift für Bauwesen 1879, Seite 519, mitgetheilt.

Röhren sind die Injectionsröhren verbunden, und beide können wie Baggerleitern gehoben oder auch bis auf 27 Fufs herabgelassen werden.

Zwei andre Kreiselpumpen schöpfen Wasser aus der See und treiben dasselbe in einen gemeinschaftlichen Windkessel mit  $2\frac{1}{2}$  bis 3 Atmosphären Ueberdruck. Durch letztern werden die beiden bereits erwähnten Injectionsröhren gespeist, die gleichfalls bis zum Saugekopf herabgehn. Neben demselben spaltet sich jede dieser Röhren in vier kleinere, drei von diesen umgeben in gleichen Abständen den abwärts gekehrten Saugekopf, lockern also unter ihm den Boden auf, während die vierte in die Achse der Sauge-röhre tritt und aufwärts gerichtet ist, so dafs durch einen starken Wasserstrahl das Ansteigen des Wassers mit dem darin schwebenden Material befördert wird.

Sobald das Fahrzeug festgelegt ist, werden durch Dampfwinden die beiderseitigen Röhren so weit herabgelassen, dafs die Saugeköpfe sich auf den Grund legen. Durch die ersten Kreiselpumpen werden 800 Cubikfufs Wasser in der Minute gefördert, diese fliefsen durch Roste in die erwähnten Brunnen. Die Roste sind nothwendig, da nicht selten Steine bis zum Gewicht von 4 Pfund mit dem Wasser auftreiben, die beim Herabfallen die Wände der Brunnen und die Klappen beschädigen könnten. Die Brunnen füllen sich schnell an und das Wasser fängt an, über Bord abzufliefsen. Der Gehalt an Sand und Erde ist Anfangs ein sehr geringer und beträgt nur 2 bis 3 Procent. In dem Maafse, wie der Saugekopf herabsinkt, vergrößert sich aber der Gehalt an Sand und steigert sich auf 30, zuweilen aber, wenn tiefe Trichter im Boden gebildet sind, sogar auf 40 Procent. Alsdann werden die feinem thonigen oder sonstigen erdigen Theilchen so vollständig ausgewaschen und über Bord gespült, dafs nur reiner Sand in den Brunnen zurückbleibt. Mit der Tiefe des Trichters vergrößert sich die Gefahr, dafs der von den Seitenwänden herabstürzende Boden den Saugekopf ganz verschüttet. Es ist daher nothwendig, die austretende Masse fortwährend zu beobachten, und sobald der Gehalt an Sand sehr grofs wird, sogleich den betreffenden Saugekopf etwas anzuheben, worauf er wieder herabgelassen wird. Dasselbe mufs auch geschehn, wenn der Saugekopf vollständig verschüttet werden sollte und alsdann

die Wirkung der Pumpe ganz aufhört. In diesem Fall trägt das aufwärts spritzende Wasser wesentlich dazu bei, jene Pumpe bald wieder in Thätigkeit zu setzen.

Die erwähnten trichterförmigen Löcher werden in einer Stunde unter günstigen Verhältnissen etwa 6 Fufs tief, und alsdann verlegt man das Schiff ungefähr 60 Fufs weiter. In der Minute werden durchschnittlich 80 bis 90 Cubikfufs Sand, und mit Rücksicht auf die vielfachen unvermeidlichen Unterbrechungen in der Stunde  $15\frac{1}{2}$ , unter besonders günstigen Verhältnissen sogar 26 Schachtruthen gehoben.

Bei halber Fluth pflegt der Bagger herauszugehen und 1 Stunde vor halber Ebbe hat er gewöhnlich die volle Ladung eingenommen. Zur Zeit der todten Fluthen, also wenn die Ebben nicht so tief herabsinken, kann er schon früher ausgehn und alsdann gelingt es zuweilen, ihn in einer Fluthperiode zweimal zu befrachten. Bei Stürmen arbeitet der Bagger nicht, wohl aber während der Nacht, doch ist es in diesem Fall nothwendig, die Besatzung hinreichend zu verstärken, damit die erforderlichen Ablösungen erfolgen können.

Der Wellenschlag ist am wenigsten hinderlich, wenn die Richtung der Wellen mit derjenigen der Strömung übereinstimmt, oder ihr direct entgegengesetzt ist. Alsdann kann die Arbeit noch fortgehn, wenn auch die Wellenhöhe, oder die Niveaudifferenz zwischen dem obern und untern Scheitel 3 Fufs misst. Kreuzen sich dagegen die beiden Richtungen, so muß schon bei einer Wellenhöhe von wenig über 1 Fufs die Baggerung unterbrochen werden. Auffallend ist es, daß bei ganz ruhiger See die Leistungen geringer sind, als bei einiger Bewegung, und die günstigsten Erfolge erreicht man, wenn der Wind aufhört und eine schwache Dünung von etwa 1 Fufs Höhe dauernd anhält.

In den Häfen der Vereinigten Staaten und namentlich in den davor freiliegenden Fahrwassern werden die Kreisel-Bagger in der Art benutzt, daß sie nicht vor Anker gehn, vielmehr diese Fahrwasser durchlaufen und sie dabei vertiefen. Dabei soll der wesentliche Vortheil eintreten, daß selbst mäfsiger Wellenschlag nicht hinderlich ist. \*) Die Saugeröhre, in der das Wasser mit

\*) Notice sur les divers procédés de dragage employés dans les ports de l'Amérique du Nord par M. Lavoinne. Annales des ponts et chaussées. 1880, I., pag. 161.



dem Sande durch die auf dem Deck befindliche Kreiselpumpe heraufgezogen wird, hängt neben dem Ruder, etwa 30 Grad gegen den Horizont geneigt, bis zum Grund herab, und unmittelbar hinter ihrer Mündung befindet sich ein etwa  $2\frac{1}{2}$  Fufs langer und breiter Rahmen mit einigen Reihen vortretender eiserner Zinken, die bei der Bewegung des Bootes den Grund angreifen, und den Sand in das aufgesogene Wasser treten lassen. Zuweilen wird der Rahmen noch mit einem Blech überdeckt, um den Zuflufs des reinen Wassers von oben und von der Seite zu verhindern.

In dem Boot selbst, das mittelst zweier Schaufelräder durch die Dampfmaschine getrieben wird, befinden sich drei grofse Behälter, die den geschöpften Sand mit dem Wasser aufnehmen, Letzteres aber in bestimmter Höhe abfliefsen lassen. Sobald diese gefüllt sind, wird die Saugeröhre nebst dem Rahmen aufgehoben und das Boot geht an die zum Ausschütten bestimmte Stelle, wo diese Behälter durch Boden- oder Seitenklappen sich entleeren. Die Saugeröhre wird aber, sobald man die Kreiselpumpe anhält, an ihrem untern Ende durch ein Ventil geschlossen, so dafs sie vollständig gefüllt bleibt und die Wirksamkeit der Maschine immer sogleich beginnt, indem das Wasser in der leeren Röhre erst nach einiger Zeit bis zur Kreiselpumpe ansteigen würde.

Eine Maschine dieser Art auf einem 180 Fufs langen eisernen Schiff wurde 1877 in der Mündung des Mississippi benutzt. Die 2 Fufs weite Saugeröhre war so lang, dafs sie bei jener Neigung noch 27 Fufs tief den Boden angriff.

Ein anderer Pumpen-Bagger, den man gleichfalls bereits vielfach und zwar mit günstigem Erfolg benutzt hat, ist der sogenannte pneumatische Bagger. Derselbe zeichnet sich dadurch aus, dafs er, abgesehen von einer Druckpumpe, keine Maschine, sondern nur Dampfkessel und Ventile enthält, die aus freier Hand geschlossen und geöffnet werden. Bevor indessen zur Beschreibung desselben übergegangen werden kann, mufs eine Vorrichtung zur leichten Entleerung der Baggerprahme erwähnt werden, die vielleicht Veranlassung zur Erfindung dieses Baggers gegeben hat.

Bei Austiefung der Docks in Millwall benutzte Duckham grofse Blecheylinder, ähnlich den Dampfkesseln, in welche er

mittelst Trichter das durch gewöhnliche Bagger gehobene Material einfließen liefs. Diese Cylinder, an beiden Enden durch Halbkugeln geschlossen und so dicht vernietet, dafs sie selbst bei starkem Druck weder Luft noch Wasser ausströmen liefsen, hielten bis 30 Schachtruthen, und lagen zu zweien neben einander im Dampf-Bagger selbst, der mit einer Eimerkette in der Mitte versehen, sie unmittelbar füllte. Zuweilen lagen auch zwei solche Cylinder von geringeren Dimensionen in einem Prahm und nahmen alsdann durch Seitenrinnen die Erde oder den Sand auf, der aber immer reichlich mit Wasser gemengt sein mufste. War ein Cylinder gefüllt, so wurde die Zuleitungsöffnung, wie ein Mannloch, luftdicht geschlossen. Hierauf setzte man eine Luftpumpe in Bewegung, die in einem Windkessel, der mit den Cylindern in Verbindung stand, einen starken Druck erzeugte. Ergab alsdann das Manometer genügende Spannung, so öffnete man im Boden des Cylinders die Verbindung mit Röhrenleitungen, die sich zuweilen bis 400 Fufs auf das Ufer erstreckten. Durch diese flofs der gehobene Schlick ab, und diente in gleicher Weise zur Erhöhung der niedrigen Flächen, als wenn man ihn dahin verkarrt hätte. Es wird gesagt, dafs dieselbe Masse, deren Verkarzung früher drei Stunden in Anspruch nahm, nunmehr in 22 Minuten beseitigt wurde.

Befanden sich die Cylinder im Baggerschiff selbst, so wurde die Dampfmaschine, welche die Baggermaschine und die Schraube trieb, auch zur Bewegung der Luftpumpe benutzt, andern Falls konnte eine Locomobile auf den Prahm, oder wenn die Ausladung immer an gleicher Stelle erfolgte, auch auf das Ufer gestellt werden.

Bei dem pneumatischen Bagger wird nicht nur das bereits gehobene Material durch den Luftdruck weiter gefördert, sondern dasselbe wird in gleicher Weise auch aus der Tiefe in den Bagger gebracht. Ausserdem wird dabei die Luftpumpe umgangen, indem der stark gespannte Dampf schon dieselbe Wirkung wie die comprimirt Luft äufsert. Durch diesen läfst sich aber auch ein nahe luftleerer Raum darstellen, indem man ihn durch Einspritzen von kaltem Wasser condensirt, und der Druck der atmosphärischen Luft verursacht alsdann das Aufsteigen der Erde oder des Sandes aus der Tiefe.

Der Ingenieur Newton hatte ein Patent auf diesen Bagger genommen und ein solcher wurde im Lincoln Park (wahrscheinlich bei Chicago) versucht. Er hob aus der Tiefe von 13 bis 14 Fufs Sand, Kies und selbst kleine Steine, und förderte zugleich das Material etwa 70 Fufs weit auf das Ufer. Dabei arbeitete er so schnell, dafs seine Leistungen die höchste Verwunderung bei den Zuschauern erregten, während nur 4 Mann zu seiner Bedienung erforderlich waren. Fig. 263 *a*, *b* und *c* auf Taf. XLVI zeigt im Allgemeinen die Anordnung in zwei Seitenansichten und in einer Ansicht von oben.

Ein hölzerner Prahm trägt die Maschine. Derselbe ist aber mit einem Schlitz versehen, durch den die Saugeröhre niedergelassen wird, welche das Material hebt.

Zum Feststellen des Prahms wird dem Schlitz gegenüber ein Ankerpfahl in einer Führung zwischen zwei Stielen herabgelassen, der durch sein Gewicht schon hinreichend tief eindringt, also nicht eingerammt werden darf. Soll derselbe später wieder gehoben werden, so geschieht dieses durch die Dampfmaschine. Ausserdem wird der Prahm durch zwei Seitentaue gehalten, mittelst deren er um diesen Pfahl gedreht werden kann, so dafs in weiterer Ausdehnung die Vertiefung erfolgt.

Zu beiden Seiten des Schlitzes stehn die sogenannten Vacuumcylinder, die jedoch nach oben etwas verjüngt sind und von denen jeder 75 Cubikfufs fafst. Nach den wenig detaillirten Zeichnungen in den Engineering-News scheinen sie, wie grofse Fässer, aus Holzdauben zusammengesetzt und mit Eisenringen umgeben zu sein. Um sie zu füllen, wird der darin befindliche Dampf, der Behufs ihrer Entleerung vorher hineingelassen war, durch Einspritzen kalten Wassers condensirt, und dadurch in ihnen ein nahe luftleerer Raum erzeugt. Indem derjenige Cylinder, in welchem dieses geschieht, mit dem bis zur Sohle des Sees herabreichenden Saugerohr in Verbindung gesetzt wird, so dringt durch letzteres das reichlich mit Sand vermengte Wasser in ihn hinein. In dieser Art wird also das Material gehoben.

Die Saugeröhre, die 18 Zoll weit ist, tritt rechtwinklig aus einer eben so weiten horizontalen Röhre zwischen beiden Cylindern aus, und durch Schiebeventile kann sie beliebig mit jedem derselben in Verbindung gesetzt, oder gegen ihn abgeschlossen werden.

Diese Röhre ist aber mit zwei Stopfbüchsen versehen, so daß ihr mittlerer Theil mit der Saugröhre gedreht, also letztere gehoben und gesenkt werden kann. Auch die Saugeröhre selbst enthält eine Stopfbüchse, in welcher man den untern Theil nicht nur drehn, sondern nach Maafsgabe der darzustellenden Tiefe auch beliebig verlängern kann, wie dieses in gewöhnlichen Fernröhren geschieht.

An der Saugeröhre befindet sich noch eine andre Röhre, die mittelst eines Gummischlauchs mit einer kräftigen Druckpumpe verbunden und bis zur untern Mündung von jener herabgeführt ist. Durch diese werden drei starke Wasserstrahlen, nämlich einer unter der Mündung und zwei zu beiden Seiten derselben ausgespritzt, wie in Fig. *b* durch die punktirten Linien angedeutet ist. Diese Wasserstrahlen greifen den davor liegenden Sand stark an, so daß er herabfällt und zugleich mit dem Wasser in das Rohr und durch dieses in den Vacuum-Cylinder tritt. Die Saugeröhre hängt während des Baggerns nahe lothrecht herab, beginnt man aber die Arbeit an einer Stelle, wo die hierzu erforderliche Tiefe noch nicht vorhanden ist, so dreht man die Röhre, ehe sie herabgelassen wird, so weit, daß ihre Mündung sich nach unten kehrt. Indem sie alsdann sich selbst überlassen bleibt und die Druckpumpe in Thätigkeit gesetzt wird, so treibt das austretende Wasser den darunter liegenden Grund fort, und die Röhre stellt sich bald senkrecht, worauf die eigentliche Baggerung beginnt.

Sobald ein Cylinder gefüllt ist, würde der Inhalt desselben bei Darstellung der Verbindung mit der etwas tiefer liegenden Abflusrröhre schon sich in diese ergießen, damit dieses aber kräftiger geschieht, und das gehobene Material in weitere Entfernung geführt wird, so läßt man noch stark gespannten Dampf hineintreten.

Die 15 Zoll weiten Abflusrröhren der beiden Cylinder vereinigen sich in der Mitte des Prahms und am Ende desselben setzen sie sich in die drehbare weitere Leitung fort. Eine eben so weite, 40 Fufs lange Röhre wird durch eine Kette unterstützt, die von einem durch verschiedene Spannketten gehaltenen Baum herabreicht. Wenn aber diese Leitung noch nicht die nöthige Länge hat, um den ausgehobenen Sand an die dafür bestimmte Stelle zu bringen, so kann man sie noch um 80 Fufs verlängern,

doch muß für die gehörige Unterstützung dieser ferneren Leitung besonders gesorgt werden.

Nach den Mittheilungen in dem erwähnten amerikanischen Journal (vom 27. Mai 1876) sollen in 1 Minute neun bis zehn Cylinder gefüllt und entleert sein, hiernach würde jeder derselben in 12 bis 14 Secunden einmal in Thätigkeit gesetzt werden. Dabei sollen in derselben Zeit 500 bis 650 Cubikfuß gefördert werden, die 30 bis 40 Procent Sand und Kies enthalten. Durchschnittlich wären also in der Minute 1,4 oder in der Stunde 84 Schachtruthen Material gehoben, während  $2\frac{1}{2}$  bis 3 Tons oder 50 bis 60 Centner Kohlen täglich verbraucht wurden. Die Druckpumpe soll 30 Cubikfuß Wasser unter dem Druck von 130 Pfund auf den Quadratzoll in 1 Minute ausgegossen haben.

Vorstehende Angaben beziehn sich auf Englisches Maafs und Gewicht. Wenn aber diese Leistungen auch nicht dauernd erreicht sind, so waren doch 1876 mehrere Bagger dieser Art an verschiedenen Orten in den Vereinigten Staaten in Thätigkeit und ihre außerordentliche Wirksamkeit wurde von den auswärtigen Ingenieuren anerkannt, die zur Ausstellung hinübergekommen waren.

Es ist bereits mitgetheilt, daß man auf demselben Schiff, welches die Baggermaschine trägt, zuweilen auch die Räume anbringt, in welche der gehobene Boden zunächst abgelagert wird. Diese Räume, mit schrägen Wänden eingefast und unten mit Klappen versehen, die man später öffnet, um den Sand oder die Erde ausfallen zu lassen, haben in ihrer Form einige Aehnlichkeit mit Mühlentrichtern, woher man, nach der Englischen Benennung der letztern, diese Art von Baggerfahrzeugen auch bei uns Hopper-Bagger nennt. Sie müssen, um bedeutende Ladungen aufzunehmen, größer als die gewöhnlichen Bagger sein, und zu diesem Zweck giebt man ihnen größere Längen, wodurch noch der Vortheil erreicht wird, daß sie bei etwas bewegtem Wasser ruhiger liegen. Außerdem meint man, daß sie auch aus einem andern Grund bei einigem Wellenschlag noch ohne Nachtheil länger in Thätigkeit erhalten werden können, nämlich insofern kein Prahm an ihre Seite gelegt werden darf, der beim Gegenstoßen selbst leidet, oder das Baggerschiff beschädigt. Dieser Vorzug ist indessen wohl zweifelhaft, namentlich bei Baggern mit geneigter Eimerleiter, da wegen des Stoßens der Letztern gegen

den Boden bei derselben Stärke des Seegangs schon die Arbeit unterbrochen werden muß.

Diese Bagger sind jedesmal mit Schrauben versehen, die von den Dampfmaschinen getrieben werden, wenn die Baggermaschinen nicht arbeiten. Dieses ist auch nothwendig, damit sie mit Leichtigkeit und ohne großen Zeitverlust zu den Löschstellen gelangen und von diesen wieder zurückkehren können. Nichts desto weniger dürften solche vielfache Unterbrechungen doch höchst nachtheilig sein, besonders wenn die See nur selten sich soweit abstillt, daß der Bagger arbeiten kann. Ein in Elbing für Riga erbauter sehr kräftiger Hopper-Bagger, der etwa 200 Fufs lang war, faßte in den Laderäumen 100 Schachtruthen, während die Eimer bei gewöhnlicher Füllung  $9\frac{1}{2}$  Cubikfufs förderten. Hiernach dürfte derselbe etwa in 2 Stunden seine volle Ladung haben, wenn aber auch keineswegs jedesmal die Anker gehoben, vielmehr nur die Ketten gelöst werden, so ist kaum anzunehmen, daß er in einer Stunde abgefahren, gelöscht und wieder vollständig verankert werden könnte. Sonach wird wohl der dritte Theil der Zeit, oder vielleicht die Hälfte derselben für die eigentliche Baggerarbeit verloren, während die oben beschriebenen Bagger, wenn die hinreichende Anzahl von Prahmen vorhanden ist, ununterbrochen in Thätigkeit bleiben. Aus diesem Grund haben die Hopper-Bagger bisher auch wohl nur in solchen Häfen Eingang gefunden, wo ein starker Fluthwechsel stattfindet, also schon deshalb die Arbeit sich auf wenige Stunden beschränkt.

## § 82.

### Bagger-Prahme.

Die Fahrzeuge, in welche der Bagger das gehobene Material schüttet, sind gemeinhin so geformt, daß sie eine große Tragfähigkeit bei geringem Tiefgang besitzen, während auf ihre leichte Beweglichkeit wenig Rücksicht genommen wird. Aus diesem Grund werden sie mit flachem Boden versehen und vorn wie hinten nur wenig zugeschärft, oder auch ganz stumpf abgeschnitten. Ihre Grundfläche bildet im letzten Fall ein rechtwinkliges Parallelogramm. Die beiden langen Seiten desselben erheben sich loth-

recht, während die kurzen Seiten flach geneigt sind. Zuweilen werden aber auch die kurzen Seiten lothrecht gestellt und der Prahm nimmt alsdann vollständig die Kastenform an. Nur wenn das Material auf weite Entfernung verfahren werden muß, empfiehlt es sich, den Prahmen eine Form zu geben, die sich derjenigen der Schiffe nähert und die den Widerstand vermindert, den das Wasser ihrer Bewegung entgegensetzt.

Außerdem unterscheiden sich die Bagger-Prahme noch insofern, als sie theils mit festen und dichten Wänden und Böden, theils aber mit Oeffnungen in diesen versehen sind, die mittelst Klappen geschlossen werden und durch die ihre Ladung verstürzt wird. Dieses Verstürzen erfolgt jedesmal, wenn dazu Gelegenheit sich bietet, und wenn nicht etwa die Baggererde anderweit verwendet werden soll. Man erreicht dabei den großen Vortheil, daß die bedeutenden Kosten des Verkarrens der Erde erspart werden, die sich meist höher, als die der eigentlichen Baggerung stellen.

Es mag zunächst von den dichten Prahmen die Rede sein, also von solchen, aus denen die Ladung mittelst Schaufeln ausgehoben wird. Diese haben gemeinhin die in Fig. 219 *a* und *b* auf Taf. XLIII im Durchschnitt und in der Ansicht von oben dargestellte Form. Ihre Länge mißt selten mehr als 24 bis 30 Fufs, während ihre Breite sich auf 12 bis 14 Fufs und ihre Höhe auf 3 bis 4 Fufs beschränkt. Bei diesen mäfsigen Dimensionen, und da sie überdies nur in ruhigem Wasser benutzt werden, bedürfen sie nicht einer so festen Construction, wie andre Fahrzeuge. Obwohl daher einige Kniestücke nicht zu fehlen pflegen, um die Seitenwände mit dem Boden zu verbinden, so erfolgt ihre ganze Zusammensetzung doch mehr nach der Bauweise des gewöhnlichen Zimmermanns, als der des Schiffbauers. Jedenfalls muß sowohl der Boden, wie die Wände in den Fugen gedichtet und mit Pech vergossen sein, damit das Wasser von aussen nicht hineindringt. Außerdem ist es nothwendig, daß der Boden des Laderaums recht eben und nicht durch viele vortretende Inhölzer unterbrochen ist, weil sonst das Ausheben der Erde zu mühsam wird, oder ein großer Theil derselben darin bleibt. Auch die Zwischenwände oder die Schotten, welche den Laderaum von den beiden prismatischen Seitenräumen

scheiden, werden abgedichtet, damit die letztern sich nicht mit dem Wasser füllen, welches der Bagger zugleich mit der Erde einwirft. Diese Seitenräume haben aber vorzugsweise den Zweck, daß sie den beladenen Prahm schwimmend erhalten, auch stehn darin die Arbeiter, während sie den Prahm nach dem Löschplatz bewegen. Dieses geschieht entweder mittelst Schiebstangen, oder noch vortheilhafter an Leinen, die vom Bagger aus nach dem Löschplatz gezogen sind, und meist so schlaff herabhängen, daß sie von den darüber gehenden Schiffen nicht berührt werden. Die Arbeiter, welche den Prahm führen und denselben zugleich auskarren, erhalten gemeinhin nicht Taglohn, sondern werden nach der Anzahl der Prahme bezahlt, die sie abgeschoben und entleert haben. Dabei muß eine einfache Controle über die jedesmalige Ladung eingeführt sein, und diese ist am leichtesten dadurch zu erreichen, daß man jeden Prahm mit einem scharf markirten Strich auf der Außenfläche jeder Langseite versieht. Dieser bezeichnet die größte, noch gefahrlose Einsenkung. Jeder Prahm bleibt demnach so lange unter dem Bagger, bis dieser Strich die Oberfläche des Wassers berührt. Dabei muß aber für die gleichmäßige Vertheilung der Ladung noch durch Verschieben derselben gesorgt werden, doch wird dieses entbehrlich, wenn man wie beim Pferde-Bagger die Ladung immer in die Querachse des Prahms fallen läßt, und den Prahm zur gehörigen Zeit umwendet. Außerdem ist auch dafür zu sorgen, daß nicht etwa große Wassermassen mit abgefahren werden, vielmehr sind diese sogleich über Bord zu schöpfen. Endlich muß man auch darauf aufmerksam sein, daß der Prahm, sobald er zum Bagger zurückgeführt wird, vollständig entleert ist.

In den Niederlanden ist es üblich, bei den kleinern Prahmen, welche durch Hand-Bagger gefüllt werden, und in welchen daher die Ladung sich sehr gleichmäßig vertheilen läßt, den Wänden des Laderaums eine geringere Höhe zu geben, als denjenigen der Seitenräume. Fig. 220 zeigt diese Anordnung. Diese Prahme werden soweit beladen, daß das äußere Wasser so eben über die mittlern Wände hinüberspielt. Ob dieses geschieht, läßt sich leichter erkennen, als das Eintauchen jenes Strichs. Außerdem wird dabei noch der Vortheil erreicht, daß die Einsenkung, sobald die erwähnte Marke erreicht ist, nicht mehr von der Quantität



des mit der Erde zugleich geschöpften Wassers abhängt, letzteres sich vielmehr mit dem äufsern ins Niveau stellt und sonach nur die Erde oder der Sand mit dem Ueberschuss des Gewichts derselben über das des verdrängten Wassers den Prahm belastet. Die beiden Seitenräume heben den Prahm in der Art, dafs er nicht bis an den Rand eintauchen kann, wenn man ihn allein mit Wasser füllt. Er sinkt nur zu dieser Tiefe hinab, wenn die Ladung in einer specifisch schwereren Masse besteht, die aber auch einen Theil ihres Gewichts verliert, sobald das Wasser im Innern sich mit dem äufsern ins Niveau setzt. Beim Ausladen braucht man nur einen Theil der Erde abzustechen, alsdann heben sich die Wände über Wasser, und der fernere Zufluss von aussen hört auf. Sobald dieses geschieht, mufs aber das Wasser, wo es sich stellenweise über der Erde angesammelt hat, ausgeschöpft werden, weil sonst das Abstechen zu schwierig sein würde.

In England und Schottland und namentlich bei der Vertiefung der Clyde sah ich wiederholentlich Bagger-Prahme im Gebrauch, die von den beschriebenen sich wesentlich dadurch unterscheiden, dafs die Ladung nicht auf den Boden, sondern auf ein festes und wasserdichtes Deck des Prahms aufgebracht wurde, um welches rings umher etwa 12 Zoll hohe Bohlen aufgestellt waren, die das Herabfallen der Erde verhinderten. Diese Anordnung ist insofern zweckmäfsig, als das vom Bagger geschöpfte Wasser unter diesen Bohlen sogleich abfließt, also der Prahm durch dasselbe nicht belastet wird. Auch das Auskarren der Erde wird wegen der gröfsern Höhe, in der dieselbe bereits liegt, oft wesentlich erleichtert. Die Erde mufs freilich in diesem Fall durch den Bagger etwas höher gehoben werden, indem sie vielleicht 2 Fufs über Deck gelagert wird, während sie in jenen Prahmen nur so eben über die Wände gebracht werden durfte. Diese gröfsere Hebung veranlafst indessen bei passender Einrichtung des Baggers weniger Kosten, als wenn das Heben beim Füllen der Karren durch Menschenkraft geschieht. Der Umstand, dafs bei den auf diese Art beladenen Prahmen der Schwerpunkt etwas höher liegt, und dadurch die Stabilität vermindert wird, kommt nicht in Betracht, insofern die grofse Breite der Fahrzeuge das Umschlagen derselben verhindert.

Auf der Clyde hatten diese Prahme die Form von recht-

winkligen Paralleloipedem. Sie waren ungefähr 24 Fufs lang und 12 Fufs breit, und sowohl die längern, wie die kürzern Wände standen senkrecht gegen den Boden. Beim Transport wurden bis zwanzig derselben durch Ketten ziemlich fest verbunden, so dafs immer je zwei neben einander schwammen. Vor dieselben schob man aber einen Prahm, der die doppelte Breite hatte und vorn zugespitzt war, wie Fig. 221 zeigt. An diesen war das Schlepptau des Dampfboots befestigt, und so bildeten die sämtlichen angehängten Prahme gleichsam ein grosses Schiff, das mit dem scharfen Bug das Wasser seitwärts wies und dadurch den Widerstand verminderte.

Die Arbeiten an der Clyde, von denen im zweiten Theil dieses Handbuchs § 49 ausführlich die Rede gewesen ist, bezogen sich keineswegs allein auf die Beseitigung der vorhandenen Untiefen, sondern man bemühte sich auch, den Strom mit regelmässigen und festen Ufern zu versehen, damit die starken Fluth- und Ebbeströmungen das Fahrwasser ausbilden und die Tiefe darin erhalten möchten. Die Regelmässigkeit der Ufer ist freilich nur in geringem Grade erreicht.

Es kam vielfach darauf an, neue Ufer zu bilden, und wenn zu diesem Zweck auch Buhnen erbaut wurden, so ging man doch meist hiervon bald ab und stellte die beabsichtigten Uferlinien durch unmittelbare Anschüttung dar. Hierzu wurde die Baggererde benutzt, und die erwähnte Einrichtung der Prahme bot dazu so bequeme Gelegenheit, dafs die Entleerung derselben beinahe eben so schnell erfolgte, als wenn dieses durch Bodenklappen geschehn wäre. Man hob nämlich nur einige Bohlen aus, welche das Deck umschlossen, und schob die Erde über Bord, indem man, so weit es nöthig war, die höheren Wasserstände der Fluth benutzte.

In andern Fällen wurde die Erde auf die Ufer geschafft, alsdann waren Eisenbahnen auf das Watt geführt und bei höherem Wasserstand legten sich die Prahme an die Wagen, und die Ladung wurde übergeschoben, während eine stehende Dampfmaschine die Wagen zurückzog. Dieselben Prahme wurden auch benutzt, um vortretende Uferecken fortzuschaffen. Man legte sie in diesem Fall bei beginnender Ebbe auf die zu vertiefende Stelle, und belud sie, sobald der Boden umher trocken war, mit

der alsdann ausgegrabenen Erde. Bei der Fluth schwammen die Prahme wieder auf und wurden in die nächsten Buchten geführt, die man verfüllen wollte. Diese verschiedenen Arbeiten sah ich im Jahr 1852 in lebhaftem Betrieb.

Von großer Bedeutung ist die Frage, in welcher Weise man am schnellsten und mit den geringsten Kosten die Erde aus den Prahmen beseitigen kann. Das Mittel, welches sich hierzu am meisten eignet, ist ohne Zweifel das Verschütten der Ladung durch Boden- oder Seitenöffnungen. Hierzu findet sich jedoch häufig nicht Gelegenheit, indem es in der nähern Umgebung keine Wasserfläche von hinreichender Tiefe giebt, die man verfüllen darf. In diesem Fall pflegt man die Erde mittelst Schippen auszuheben und in Karren zu werfen, worauf diese durch Menschen fortgeschoben werden. Die Anwendung der Eisenbahnen gewährt in dem eigentlichen Transport wesentliche Erleichterungen, namentlich wenn die Entfernungen bedeutend sind. Dabei tritt indessen der Uebelstand ein, daß gemeinhin mit dieser Erde nicht etwa tiefe Gründe ausgefüllt, vielmehr weite ebene Flächen erhöht werden sollen, woher keine anhaltende Verstärkungen an demselben Punkt stattfinden, sondern nach kurzer Zeit die Stelle, wo die Ablagerung erfolgen soll, immer gewechselt werden muß. Die Anwendung leichter Schienen dürfte sich in diesem Fall besonders empfehlen, weil das Verlegen derselben am wenigsten Mühe macht.

Im Hafen Stolpmünde, wo die Ablagerung der Baggererde ganz besondere Schwierigkeiten veranlaßt, weil das Thal des Flusses sehr schmal ist, und in demselben allein der culturfähige Boden sich befindet, der nicht mit dem aus dem Hafen gehobenen Sande überdeckt werden durfte, sah man sich gezwungen, das Material zwischen den Dünen und zwar in die daselbst vorhandenen tieferen Schluchten zu verstürzen. Dasselbe mußte daher etwa 30 Fufs über den Wasserspiegel gehoben und über 100 Ruthen vom Hafen entfernt werden. Einzelne Schluchten boten alsdann den nöthigen Raum, um alles Material abzulagern, das in einem Jahr gebaggert wurde. Unter diesen Umständen war die Einrichtung einer Eisenbahn sehr zweckmäfsig, und eine solche wurde bis zu dem Punkt, wo die Verstärkung beginnen konnte, verlegt, während sie bei weiterer Ausdehnung der Auf-

schüttung verlängert werden mußte. Der Betrieb erfolgte durch Pferde.

Im Hafen Neufahrwasser hatte man im Jahr 1838 zu gleichem Zweck statt der gewöhnlichen Eisenbahn eine sogenannte *s ch w e b e n d e* oder Palmersche erbaut. Eine solche war gewählt, weil die Anlagekosten derselben sich bedeutend niedriger stellten, und weil der ausgehobene Boden so wenig consistent war, daß gewöhnliche Schienen auf Eisenbahnschwellen in denselben versunken wären. Es wurden daher Pfähle eingerammt, welche auf einem Holm die Schiene trugen. Da aber eine Verlegung der Bahn unmöglich war, so erbaute man sogleich mehrere Bahnen, die sich normal gegen das Ufer in mäfsigem Abstand von einander hinzogen. Man erreichte hierdurch den Vortheil, daß der ausgebrachte Schlamm die zwischenliegenden Flächen ziemlich gleichmäfsig überflufs. Die Bahn setzte sich auf einer Rüstung soweit in den Hafen fort, daß der beladene Prahm darunter fahren konnte. Jeder Wagen trug zwei an den Seiten hängende Kasten, die zusammen 45 Cubikfufs Schlamm oder Sand faßten. Mittelst einer Windevorrichtung wurden grofse Eimer, die im Prahm gefüllt waren, neben jenen Kasten gehoben, und in diese entleert, indem sie seitwärts umschlugen. Hatte ein Wagen seine Ladung eingenommen, so setzten ihn drei darauf stehende Arbeiter mittelst Curbeln in Bewegung und führten ihn bis zu der Stelle, wo er entladen werden sollte. Letzteres geschah sehr einfach dadurch, daß man die Haken zurückschlug, welche die Böden beider Kasten geschlossen hielten, worauf ihr Inhalt herabstürzte. Obwohl diese Einrichtung recht günstige Resultate zu geben schien,\*) so ist man doch nach kurzer Zeit davon zurückgekommen.

Man hat mehrfach versucht, das Ueberwerfen der Erde aus dem Prahm in den Eisenbahnwagen durch gewisse mechanische Vorrichtungen zu erleichtern oder dieses auch ganz zu umgehn. Hieher gehört die Anwendung eines *Sackes ohne Ende*, oder einer mit starker Leinwand überzogenen Kette ohne Ende, die durch eine Dampfmaschine fortwährend um zwei rotirende Trommeln gezogen wird. Die eine dieser Trommeln befindet sich, wie schon im II. Theil dieses

\*) Förster's allgemeine Bauzeitung 1841. Seite 56 ff.

Handbuchs § 87 mitgetheilt, und daselbst in den Figuren 396 und 397 dargestellt ist, zur Seite des zu entleerenden Prahms und die andre über dem Eisenbahnwagen. Die Leinwand bildet zwischen den beiden Kettensträngen und den Verbindungsbolzen flache Einsenkungen, und wenn in diese die Erde oder der Sand geworfen wird, so steigt derselbe mit der Kette das Ufer hinan und stürzt von der obern Trommel in den darunter stehenden Wagen. In einem kleinen Seehafen ohnfern der Ostsee hatte man sogar auf dem Landungsplatz der Prahme, wo die Eisenbahn zur weitem Beförderung des Materials ihren Anfang nahm, eine zweite vollständige Baggermaschine aufgestellt, welche die Prahme ausbaggern sollte. Dieser Versuch mißglückte indessen vollständig, da die Baggermaschine sehr bald den Boden des Prahms berührte und ihre Wirksamkeit alsdann aufhörte.

Wichtiger ist ein Versuch, der an der Clyde gemacht war, wie mir in Glasgow mitgetheilt wurde, der aber gleichfalls den erwarteten Vortheil nicht herbeigeführt hatte, und von dem man daher auch bald zurückgekommen war. Man hatte nämlich die Kasten der Eisenbahnwagen auf den Prahm gestellt. Dieselben bestanden aus Eisenblech und ihre Wände waren etwas auswärts geneigt, so daß sie sich in beiden Richtungen nahe berührten und ihre obern Ränder nur geringe Fugen zwischen sich frei ließen. In den vier Ecken jedes Kastens waren starke Ringe angebracht, an welchen die gefüllten, wie die leeren Kasten gehoben wurden. Der in dieser Weise besetzte Prahm wurde unter den Bagger geschoben, und das geförderte Material füllte unmittelbar die darunter befindlichen Kasten und sammelte sich über denselben in hohen Haufen an. Während des Transports nach der Ausladestelle sollte die Ladung möglichst gleichmäßig in alle Kasten vertheilt werden, wobei kein Heben sondern nur ein Verschieben mittelst Rechen und zwar meist in abwärts geneigter Richtung erforderlich war. Die Prahme fuhren alsdann unter die durch eine Dampfmaschine getriebene Hebevorrichtung. Ein Kasten nach dem andern wurde an vier unter einander verbundene und mit Haken versehene Ketten gehängt, aufgehoben und seitwärts auf das Gestell eines Eisenbahnwagens niedergelassen, während dieselben Ketten unmittelbar darauf wieder einen leeren Kasten auf den Prahm stellten. Die Vertheilung der Ladung in sämt-

liche Kasten soll indessen so schwierig gewesen sein, dafs man es vortheilhafter fand, die Ladung aus den Prahmen in die Wagen überzuwerfen.

In ähnlicher Weise wurde auch beim Bau der Eisenbahnbrücke über die Garonne bei Bordeaux die aus den Baugruben der Pfeiler ausgeschachtete Erde in Prahme verladen und aus diesen auf das Ufer gehoben. Auf jedem Prahm standen vier bis sechs Kasten, deren jeder etwa 60 Cubikfufs fafste. Nachdem dieselben gefüllt waren, schob man den Prahm unter die Hebevorrichtung. In die Bügel eines Kastens wurden Ketten eingehakt, und wenn derselbe nahe zur beabsichtigten Höhe aufgewunden war, so griffen zwei aus der Rüstung vortretende Arme gegen seinen obern Rand und stellten ihn schräge. Alsdann schob man eine Rinne darunter, die um eine horizontale Achse gedreht werden konnte, und öffnete die Seitenwand des Kastens, worauf der Inhalt desselben in die Rinne und aus dieser in einen daneben stehenden Eisenbahnwagen fiel. Der Kasten blieb dabei in den Ketten hängen und wurde, nachdem er entleert war, sogleich wieder herabgelassen. Indem alsdann die Ketten an den folgenden Kasten gehakt wurden, so war die Maschine in fortwährender Thätigkeit\*).

Die Beseitigung des ausgebaggerten Materials erleichtert sich ungemein, wenn man Klappen-Prahme benutzt, also solche Prahme, die entweder am Boden oder an den Seiten mit Oeffnungen versehen sind, die während des Füllens und des Transports durch Klappen geschlossen werden, sich aber leicht wieder frei stellen lassen, sobald man den Inhalt ausschütten will. Vielfach findet man Buchten oder alte Stromarme, deren Verfüllung in keiner Beziehung Bedenken erregt, bei den Baggerarbeiten in Seehäfen sind indessen gewöhnlich solche nicht vorhanden und es bleibt alsdann nur übrig, den gehobenen Sand in die See zu versenken. Man mufs dabei die Richtung der vorherrschenden Küstenströmung sorgfältig beachten, und die Prahme nach derjenigen Seite des Strandes führen, wo die Verlandungen neben dem Hafendamm am schwächsten sind, oder ganz fehlen. Bei unsern

\*) L. Hagen, die Eisenbahnbrücke bei Bordeaux. Zeitschrift für Bauwesen. 1860. Seite 342.

Ostseehäfen ist dieses jedesmal die östliche oder die nördliche Seite, weil der vorherrschende Küstenstrom von Westen nach Osten, und vor Ostpreußen von Süden nach Norden gerichtet ist. Dabei bleibt es freilich noch immer möglich, daß bei östlichen und nördlichen Winden ein Theil des ausgehobenen Materials wieder in den Hafen treibt. Diese Gefahr ist indessen in sofern nicht von Bedeutung, als der ausgeschüttete Sand von derselben Beschaffenheit ist, wie derjenige, der den natürlichen Strand bildet, und sich auch bald eben so fest ablagert, wie dieser. Ist dieses aber geschehn, so kann der Angriff gegen die Oberfläche der künstlichen Anschüttung keine andre sein, als wenn die Wellen die natürliche Ablagerung darunter trafen.

Wo ein starker Fluthwechsel stattfindet, treten in gewisser Beziehung noch wesentliche Erleichterungen bei diesem Versenken ein. Zunächst wird der Transport der beladenen, wie der leeren Prahme weniger mühsam, und es lassen sich vielleicht die Dampfböte zum Bugsiren ganz entbehren, wenn man die Fluth- und Ebbeströmung gehörig benutzt. Aufserdem kann man zur Zeit des Hochwassers die Prahme auch über solche Watte oder sonstige Gründe bringen, welche wegen ihrer Höhe für Schiffe unzugänglich sind, und deren Anschluß an die Ufer demnach nichts im Wege steht. Gewiß wird man diese Vortheile immer benutzen, so oft sich dazu Gelegenheit bietet, aber es geschieht nicht leicht, daß man den ganzen Betrieb der Baggerung hierauf basirt, weil man alsdann entweder eine übermächtig große Anzahl von Prahmen benutzen, oder die Baggerung jedesmal unterbrechen müßte, sobald die vorhandenen Prahme gefüllt sind, die erst in der nächsten Fluthperiode entleert und wieder zurückgebracht werden können. Beim Vertiefen der Docks oder Flotthäfen ist eine solche Berücksichtigung des Fluthwechsels freilich geboten, weil die Dockschleusen nur beim Hochwasser geöffnet, also nur in dieser Zeit die beladenen Prahme aus- und die leeren Prahme eingebracht werden können. Diese Schwierigkeit giebt sich aber immer sehr unangenehm zu erkennen, und man pflegt daher sehr sorgsam darauf zu achten, daß die Ursachen der Verflachung hier möglichst beseitigt werden, und namentlich der Zufluß des Wassers, welches erdige Theilchen herbeiführt, soweit es irgend geschehn kann, beschränkt wird. Dabei kommt auch noch

der Umstand in Betracht, daß diejenigen Hochwasser, welche in die Nacht fallen, oder während welcher ein besonders heftiger Seegang stattfindet, zum Durchführen der Prahme nicht benutzt werden können.

Wenn ein Klappenprahm entleert werden soll, so muß er nicht nur frei schwimmen, so daß er den Grund nicht berührt, sondern er muß auch unter seinem Boden soviel Wasser haben, daß die Klappen aufschlagen können, weil die Erde sonst nicht ausfallen würde. Um Letzteres zu erleichtern, pflegt man die Klappen zu öffnen, während die Prahme in voller Fahrt sind, und es ist sogar üblich, daß gerade in dieser Zeit das Bugsirboot mit dem ganzen Zug der Prahme eine starke Wendung macht, so daß letztere nicht nur nach vorn gezogen, sondern in Folge dieser Wendung auch seitwärts getrieben werden. Die Entleerung erfolgt alsdann schneller, als wenn die Prahme still liegen. Wenn aber bei diesen Bewegungen die Klappen den Grund berühren, oder durch den Wellenschlag dagegen gestossen werden, so brechen sie ab.

Diese Rücksicht ist Veranlassung, daß man zuweilen die Klappen seitwärts anbringt, wie Fig. 222 *a* und *b* einen solchen Prahm in der Ansicht von oben und im Querschnitt zeigt. Damit die Ladung hinausstürzt, muß der Boden nach beiden Seiten abfallen. Er wird aber hier nicht durch feste Wände, sondern durch bewegliche Klappen begrenzt, die nach außen aufschlagen. Die Figur stellt eine derselben geöffnet dar. Die vier oder sechs Klappen drehn sich in ihren obern Rändern um horizontale Achsen, und ihre untern Ränder reichen, wenn sie geöffnet sind, nicht unter den Boden des Prahms herab. Diese Fahrzeuge werden mit ihren Ladungen nicht nur durch die vorn und hinten befindlichen Luftkasten, sondern auch durch den prismatischen Kasten, der den Boden bildet, getragen. Alle drei sind wasserdicht geschlossen. Diese Anordnung scheint in Amerika die übliche gewesen zu sein, in England und Frankreich, wie auch in Deutschland ist sie wohl nur in einzelnen Fällen und zwar meist bei kleineren Prahmen versucht worden.

Gewöhnlich befinden sich die Klappen in dem Boden, und darüber sind trichterförmig erweiterte Räume angebracht, welche die Ladung aufnehmen. Die äußern Wände des Prahms



begrenzen aber keineswegs diese Laderäume, weil in solchem Fall das Fahrzeug nicht die nöthige Tragfähigkeit besitzen würde. Um diese zu erreichen, sind jene Trichter von allen Seiten und vorzugsweise vorn und hinten mit Luftkasten umgeben. Die Klappen liegen, wenn sie geschlossen sind, in dem Boden des Prahms, und sobald sie sich öffnen, treten sie unter denselben mit ihrer ganzen Breite vor. Hiernach bestimmt sich die geringste Wassertiefe, in welcher die Ladung noch versenkt werden kann. Um diese Tiefe auf das kleinste Maafs zu beschränken, bemüht man sich immer, die Klappen möglichst schmal zu machen. Man bringt daher gewöhnlich in derselben Oeffnung zwei Klappen an, die wie Flügelthüren zusammenschlagen, jedenfalls aber befindet sich die horizontale Drehungsachse in der langen Seite der Klappe. Dieser Achse gegenüber wird jede Klappe durch zwei oder drei Ketten gefasst, mittelst deren man sie wieder aufhebt und geschlossen erhält. Diese Ketten reichen durch den Laderaum hindurch und sind entweder an Hebel befestigt oder um Winden geschlungen, die mittelst Sperrkegel festgestellt werden. In beiden Fällen lassen die Ketten beim Verschließen der Oeffnungen sich scharf anziehen, auch kann man sie schnell lösen, sobald die Ladung ausgeworfen werden soll. Wenn aber, wie gewöhnlich, die Windevorrichtung oder die Hebel auf Querbalken ruhn, so geschieht es oft, dafs diese bei voller Ladung durchbiegen, und alsdann die daran hängenden Klappen sich etwas öffnen. In solchem Fall fließt der Sand oder anderer feiner Boden aus dem Prahm aus, und die Masse, die man in dem letztern fortführt, ist geringer, als diejenige, die man wirklich gehoben hatte. Zur Vermeidung dieses Uebelstands ist es namentlich bei gröfsern Prahmen dringend nöthig, den Querbalken, welche die Ketten halten, hinreichende Stärke zu geben. Sie bestehn gewöhnlich aus gewalzten Trägern. Auferdem mufs aber auch beim jedesmaligen Verschluss der Klappen darauf geachtet werden, dafs dieser vollständig erfolgt, und dafs nicht etwa Holzstücke und dergleichen dazwischen liegen.

Wasserdicht ist der Schluß der Klappen niemals. In den Laderäumen stellt sich daher bei allen Prahmen dieser Art das Wasser stets mit dem äufsern ins Niveau, und sonach beruht die Tragfähigkeit allein auf der Ausdehnung der Luftkasten. Das

von dem Bagger zugleich mit der Erde hineingestürzte Wasser belastet nicht solchen Prahm, und selbst die Erde verliert, soweit sie unter dem Wasserspiegel liegt, soviel an Gewicht, als sie Wasser verdrängt.

Früher wurden selbst die größten Baggerprahme in Holz erbaut. Bei den immer mehr gesteigerten Holzpreisen und den sehr kostbaren Ausbesserungen, welche solche Fahrzeuge jährlich erfordern, hat man in neuerer Zeit angefangen, sie in Eisenblech auszuführen. Die Anlagekosten betragen ungefähr das Doppelte der hölzernen, und die längere Dauer hat nach den bisherigen Erfahrungen sich bereits bewährt, wenigstens hat die Unterhaltung und Ausbesserung während ihrer Benutzung so mäfsige Kosten erfordert, dafs diese Aenderung sehr vortheilhaft zu sein scheint.

Fig. 223 *a*, *b* und *c* zeigt einen grossen eisernen Baggerprahm in der Ansicht von oben und im Längen- und Querschnitt. Prahme dieser Art sind in Stettin zur Bedienung des § 80 beschriebenen Baggers erbaut. Sie tragen 10 Schachtruthen Thonboden oder Sand, und sind über Deck gemessen 56, und im Boden 53 Fufs zwischen den Steven lang, oben 18 und im Boden 15 Fufs breit und  $6\frac{1}{2}$  Fufs hoch. Der trichterförmige Laderaum in ihrer Mitte hat dieselbe Höhe wie das Fahrzeug, und ist oben 28 Fufs, unten dagegen  $19\frac{1}{2}$  Fufs lang, und oben  $16\frac{1}{2}$ , unten 7 Fufs breit. Dieser Raum wird indessen unten von zwei sich kreuzenden dreiseitigen Prismen, die gleichfalls aus Eisenblech bestehen, in vier Felder getheilt, und die vier Oeffnungen, die sich zwischen diesen Wänden bilden, sind  $8\frac{1}{3}$  Fufs lang und  $2\frac{1}{2}$  Fufs breit. Zum Schliesen derselben dienen vier, auf der untern Seite mit Blech beschlagene hölzerne Klappen, die abwärts aufschlagen, und wenn sie geschlossen sind, sich gegen den Boden des Prahms lehnen.

Jede Klappe ist an der äufsern Seite mittelst eines dreifachen Charniers an den Schiffsboden befestigt, während sie an der innern Seite von drei Ketten gefafst wird, die sich innerhalb des Laderaums vereinigen und an einer horizontalen Winde befestigt sind, welche man mittelst eingesetzter Hebel bewegen und durch Sperrhaken feststellen kann. Je zwei solcher Winden ruhn auf zwei übergespannten Querbalken. Um das Durchbiegen zu verhindern,

waren letztere in der Mitte durch eine hölzerne Stütze gegen dasjenige Blechprisma abgesteift, welches den Laderaum der Länge nach durchsetzt. In neuerer Zeit werden, wie bereits erwähnt, statt der Balken eiserne Träger angewendet.

Aus der Figur ergibt sich, daß der Prahm vorn wie hinten abgerundet ist. Der vordere Raum dient zum Logis für die Bemannung, der hintere dagegen zum Aufbewahren von Utensilien. Die Bleche, welche den Boden und den untern Gang der Aufsenhaut so wie auch die Trichter bilden, sind  $3\frac{3}{4}$  Linien stark, die obern Gänge dagegen 3 Linien. Die Eckeisen, welche die Stelle der Spanten versehn und in Abständen von durchschnittlich 20 Zoll angebracht sind, haben die Breite von 2 und  $2\frac{3}{4}$  Zoll und die Stärke von  $3\frac{3}{4}$  Linien.

Es muß noch bemerkt werden, daß bei der steilen Stellung der Wände die Entleerung dieser Prahme jederzeit schnell und ohne weitere Nachhülfe vollständig erfolgt.

Bei Gelegenheit der Pumpen-Bagger wurde bereits erwähnt, daß man zuweilen auch aus Baggerprahmen durch starken Luftdruck das darin aufgenommene Material auf das Ufer wirft. Dabei wird das zeitraubende und kostbare Auskarren umgangen, und es scheint daher, daß diese Anordnung sehr vortheilhaft benutzt werden dürfte, wenn der gehobene Boden nicht in tiefes Wasser verürzt, sondern über flache Ufer oder auf Untiefen verbreitet werden soll, die man erhöhen will.

In England sind solche nach pneumatischem Princip eingerichteten Fahrzeuge patentirt worden und sollen vielfach im Gebrauch sein. Es sind eiserne, ziemlich scharf gebaute Schiffe von 110 Fufs Länge und 22 Fufs größter Breite, die bei voller Ladung 7 Fufs tief gehn. Eine Dampfmaschine treibt die Schraube, welche das Schiff bewegt, und der Kessel derselben liefert zugleich den stark gespannten Dampf, der den luftdichten Behälter entleert. Dieser besteht in einem Blechcylinder von 8 Fufs Durchmesser und 50 Fufs Länge, woher er etwa 16 Schachtruthen faßt. In der Decke ist er mit drei weiten Oeffnungen versehn, durch welche er aus einer darüber liegenden breiten Rinne gefüllt wird, und in diese fällt das vom Bagger gehobne Material unmittelbar herab. Sobald die Füllung erfolgt ist, wird die Schraube in Bewegung gesetzt und während der Fahrt schließt man luftdicht

jene drei Oeffnungen. An der Ausladestelle angekommen, leitet man den Dampf in den Blechcylinder, und wenn derselbe gehörig gespannt ist, öffnet man ein im Boden des Cylinders befindliches Ventil, das die Verbindung mit einer flexibeln, 3 Fufs weiten Röhrenleitung darstellt und durch diese wird der mit Wasser vermengte Sand auf das Ufer geführt. Soll der Bagger, wie doch meist gefordert wird, dauernd thätig sein, so mufs man mindestens zwei solcher Fahrzeuge zur Abfuhr in Bereitschaft haben.

Ein eigenthümlicher Erdtransport war bei den Baggerarbeiten in dem Plauer Canal eingeführt. Es bot sich nämlich hier keine Gelegenheit, das ausgehobene Material mit Klappenprahnen zu versenken, dasselbe mufsste vielmehr zur Erhöhung der niedrigen Ufer verwendet, also auf diese verkarrt werden. Um dabei das Umladen aus den Prahnen in die Karren zu vermeiden, wurden letztere unmittelbar unter die Rinnen des Baggers geschoben, und von hier auf die zu erhöhenden niedrigen Ufer gefahren. Der Bagger wurde, wie gewöhnlich, vor einem Hauptanker hin und her, also von einem Canalufer zum andern bewegt, sobald er aber einen solchen Weg vollendet hatte, so rückte er in der Längenrichtung des Canals weiter vor. Es kam darauf an, die Brücke, welche den Bagger mit dem Ufer verband, so einzurichten, dafs sie diesen verschiedenen Bewegungen sich anschlofs, und dafs der Weg, den die beladenen wie die leeren Karren verfolgten, nie unterbrochen wurde.

Die getroffene Anordnung ist Fig. 224 im Grundrifs dargestellt. \*) *A* ist der Dampf-bagger, an dem man einen Theil der Eimerkette, wie auch die nach beiden Seiten führenden Rinnen bemerkt. Die in mehrfacher Beziehung eigenthümliche Einrichtung des Baggers, die durch verschiedene locale Verhältnisse veranlafst wurde, übergehe ich und bemerke nur, dafs die punktirte Linie *B* das Tau des Hauptankers, so wie die Linien *C* und *D* die Seitentaue andeuten, durch deren Anziehn der Bagger sich von einem zum andern Ufer bewegt. Zur Seite des Baggers sind an den-

---

\*) Der damalige Wasserbauinspector, jetzt geheimer Baurath Kozlowski hat diese von ihm herrührende Anordnung specieller mitgetheilt in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang XVII, 1867. Seite 357.

selben zwei Brücken *E* angehängt, auf welchen die zweirädrigen Karren unter die Rinnen geschoben werden. Diese Brücken ruhn auf eisernen Consolen, und verhindern daher nicht die Annäherung des Baggers an die Ufer, was der Fall sein würde, wenn man zu ihrer Unterstützung Prahme oder andre Fahrzeuge gewählt hätte. Es muß auch bemerkt werden, daß die hintern Seitentäue *C* und *D* sich in solcher Höhe befinden, daß die Karren darunter fortgeschoben werden können.

Mit diesen Seitenbrücken ist die Bühne *F* verbunden, die auf einem flachen Prahm ruht. Sie behält unverändert ihre Stellung gegen den Bagger, und folgt demselben in allen Bewegungen. Indem der Bagger aber in der Richtung *B* fortschreitet, so befindet sie sich, wie auch die folgenden Brücken, jederzeit in dem schon vertieften und geräumten Theil des Canals.

Die Querbrücke *G*, so wie auch die Längsbrücke *H* ruhn auf Prahmen, erstere auf einem und letztere auf zweien. Sie sind unter sich fest verbunden. An den Seitenbewegungen des Baggers nehmen sie nicht Theil, wohl aber müssen sie nachrücken, sobald am Tau *B* der Bagger vorgerückt wird. Hiezu dienen die beiden Täue *K*, während die Täue *L* die Brücke in der nöthigen Entfernung von den Ufern halten.

Endlich liegt vor dem Ufer noch die Landebrücke *M*, die unverändert an ihrer Stelle bleibt, so lange sie noch die Verbindung mit der Brücke *H* darstellen kann. Dieselbe ruht gleichfalls auf einem Prahm, um sie jedoch möglichst vor zufälligen Bewegungen zu schützen, wird sie noch durch zwei Böcke, die an ihren schmalen Seiten auf der Sohle des Canals stehn, zum Theil getragen, indem man sie mittelst Hebeladen an diesen etwas anhebt. Sie greift mit zwei Haken in passende Rinnen der Brücke *H* ein, damit die Verbindung mit dieser nie unterbrochen wird, und von ihr führt eine Laufbrücke auf das Ufer, auf dem sich die aus Dielen dargestellten Bahnen bis zur Ausladestelle fortsetzen.

Die Karren können sonach, sowohl wenn der Bagger die Seitenbewegungen macht, als auch wenn er nach dem Hauptanker fortgezogen wird, auf diesen verschiedenen Brücken fortwährend vom Ufer bis unter die Rinnen zur Seite des Baggers gelangen. Sie werden aber abwechselnd unter die eine und unter

die andere Rinne gestellt, und sobald eine Karre gefüllt ist, wird ohne das die Maschine stille steht, die Klappe unter der obern Kettentrommel umgelegt, worauf die Rinne an der entgegengesetzten Seite die Erde ausschüttet. Damit aber nicht vielleicht die in einer Rinne noch befindlichen Erdmassen herabstürzen, während keine Karre darunter steht, so sind noch Schütze an den Mündungen angebracht, die vor dem Abfahren einer Karre geschlossen und demnächst geöffnet werden. Endlich ist noch dafür gesorgt, das die Karren nicht mit dem Wasser belastet werden, welches die Eimer zugleich mit der Erde schöpfen, dieses vielmehr früher abfließt.

Der Canal ist im Wasserspiegel durchschnittlich 60 Fufs breit. Die Brücke *G* berührt nicht seine Ufer. Die Brücke *H* ist so lang, das während einer Tagearbeit die Landbrücke *M* nicht verstellt zu werden braucht. Sobald die Verstellung nöthig ist, werden gleichzeitig die Karrdielen, so wie auch der Hauptanker verlegt, und die Seitentaue anders befestigt. Die Ausladestellen sind 10 bis 30 Ruthen vom Bagger entfernt.

Die Maschine, welche bei voller Dampfspannung die Kraft von 10 Pferden entwickelt, arbeitet gewöhnlich nur mit 7 bis 8 Pferdekräften. Sie füllt in der Stunde 60 bis 100 Karren, durchschnittlich jede mit 12 Cubikfufs, fördert also stündlich 5 bis  $8\frac{1}{3}$  Schachtruthen. Die Karren sind zweirädrige Kippkarren, die bei gestrichener Ladung 16 Cubikfufs fassen. In diesem Fall ist aber ihr Transport schwierig, auch spritzt der Schlamm stark über, woher sie nur mit 12 Cubikfufs beladen werden. Die Füllung einer Karre dauert durchschnittlich 48 Secunden, bei reinem Grund nur eine halbe Minute. Zwölf bis vierzehn Karren sind zugleich im Betrieb und jede wird von drei Mann gezogen, während auf der Landbrücke *M* noch zwei Mann als Vorspann stehn, um das Aufschieben auf das Ufer zu erleichtern. Letzteres erhebt sich nie mehr, als 5 Fufs über den Wasserspiegel und ist gemeinhin noch niedriger.

Die Leute arbeiten auf Accord nach Maafsgabe der Entfernung der Ausladestellen. Wenn die Maschine aber Holz gefasst hat und deshalb angehalten werden mus, was sehr oft geschieht, so werden die Karrenschieber anderweit beschäftigt und stundenweise bezahlt.

Es darf kaum erwähnt werden, daß während des Betriebs der Baggerung die Schifffahrt vollständig gesperrt ist. Indem die Brücken *G* und *H* aber leicht von einander zu trennen sind, so kann man den ganzen Apparat bei Seite schieben und in gewissen, vorher bekannt gemachten Stunden die Schiffe passiren lassen, wenn nicht vielleicht wegen Reparatur der Schleusen oder aus andern Gründen die Schifffahrt ganz unterbrechen werden muß. Während die Schiffe hindurchgehn, verlegt man die Landebrücke und führt überhaupt diejenigen Arbeiten aus, welche doch einmal am Tage den Betrieb der Baggerung unterbrochen würden.

Die Vertiefung war in diesem Fall keineswegs eine solche, die in der Periode von einigen Jahren sich immer wiederholt, um die inzwischen eingetretenen Verflachungen zu beseitigen, sie bezogen sich vielmehr bei der beabsichtigten Verbesserung und theilweisen Verlegung des Canals auf die Senkung der Sohle. Die Baumstämme und sonstigen versunkenen Holzstücke, auf die man traf, rührten aus frühester Zeit her, und es war nicht zu besorgen, daß solche in Zukunft wieder sich ablagern möchten.

Schließlich mag noch die eigenthümliche Anordnung der Baggerarbeiten nebst den dabei benutzten mechanischen Vorrichtungen kurz angedeutet werden, deren man sich bei Trockenlegung des Fucino-Sees zur Darstellung des Hauptgrabens bediente, der die tiefste Stelle des Sees mit dem unterirdischen Canal verband\*).

Der Fucino-See,  $11\frac{1}{2}$  deutsche Meilen ostwärts von Rom, hat keinen natürlichen Abflus. Die Höhe seines Wasserspiegels ist daher von den atmosphärischen Niederschlägen abhängig und schwankt in längeren Perioden sogar um 40 Fufs. Die Erträge seiner wenig ausgedehnten kulturfähigen Ufer sind daher sehr unsicher, während bei seiner Trockenlegung eine fruchtbare Fläche von 2,8 Quadratmeilen gewonnen werden konnte.

Schon unter den ersten römischen Kaisern wurde ein unterirdischer Abzugs-Canal nach dem Liriflus ausgeführt und durch Claudius eröffnet. Dieser Canal, über 1300 Ruthen lang, liegt 240 bis 760 Fufs tief unter einem Bergrücken, der theils aus stark zerklüftetem Kalkfelsen und theils aus losem Gerölle be-

\*) Einen Auszug aus dem von Brisse und de Rontrou 1876 in Rom erschienenen Werk über die Trockenlegung des Fucino-Sees habe ich in der Zeitschrift für Bauwesen 1879, Seite 565 ff., mitgetheilt.

steht. Im Laufe der Zeit war wiederholentlich von dem Verfall desselben und der Dringlichkeit seiner Wiederherstellung die Rede, doch scheint er, ohnerachtet der Vernachlässigung bis gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts nicht ganz wirkungslos gewesen zu sein.

Hierauf wurden die Klagen über Unsicherheit der Kulturen immer lauter. Die vollständige Trockenlegung des Sees versprach indessen namhaften Gewinn, und es bildete sich daher 1850 eine Actien-Gesellschaft für dieses Unternehmen. Sie fand jedoch nur wenig Betheiligung und war der Auflösung nahe, als Fürst Torlonia in Rom die sämmtlichen Actien aufkaufte, und durch den Ober-Ingenieur Montricher in Marseille auf eigne Kosten die Ausführung übernahm. Ein neuer, rings umwölbter Stollen von größerm Querschnitt wurde durchgetrieben. Die Sohle desselben lag auch tiefer, als die des alten, da der Liri in den 18 Jahrhunderten sein Bette tiefer eingeschnitten hatte. Indem die tiefste Stelle des Sees von der Mündung des Stellens weit entfernt war, mußte noch ein offener Graben ausgeführt werden, zu dessen Darstellung man ein eigenthümliches Verfahren wählte.

Dieser Graben war ungefähr  $1\frac{1}{2}$  deutsche Meilen lang und seine Sohle, die nahe 60 Fufs breit war, lag an den tiefsten Stellen 10 Fufs, vor der Mündung des unterirdischen Canals aber bis 40 Fufs unter dem Seeboden, und da man einfüßige Seitenböschungen gewählt hatte, so erhielt der Graben, der durch Baggern dargestellt werden sollte, stellenweise eine sehr bedeutende obere Breite. Man hatte sich nun die Aufgabe gestellt, die Baggerarbeit so einzurichten, das während die Eimerkette von einem Ufer zum andern sich hin und her bewegte, das gehobene Material nicht in Prahme aufgenommen und zu Wasser fortgebracht, es vielmehr durch mechanische Vorrichtungen direct auf ein Ufer geworfen werden sollte, um daselbst theils einen wasserfreien Damm zu bilden, theils aber auch auf diesem unmittelbar die Karren zu füllen, die es demnächst anderweit fortzuschaffen.

Durch die geneigte Baggerleiter allein konnte diese Aufgabe nicht gelöst werden, man mußte vielmehr noch in andrer Weise für den weitem Transport des gelösten Materials sorgen. Dieses geschah durch flexible Rinnen, die auf die Glieder von Ketten ohne Ende aufgenietet waren. Die Rinnen bestanden aus Eisen-



blechen, die sowohl an den Seiten, wie auch hinten mit vortretenden Rändern versehen, sich gegenseitig überdeckten. Zwei solcher Rinnen waren angewendet. Die letzte, die normal gegen die Achse des Canals gerichtet war, ruhte auf zwei mit einander verbundenen Prahmen von 32 Fufs Länge und 12 Fufs Breite. Auf nahe 30 Fufs Länge war sie horizontal geführt, um das an verschiedenen Stellen auf sie geschüttete Material gleichmäfsig aufzunehmen. An einer Seite erhob sie sich aber bis 19 Fufs über Wasser und trat dabei zugleich über das Ufer und über den darauf stehenden Karren. Diese Rinne nebst den beiden Prahmen blieb unverändert an ihrer Stelle, während die Eimer den Boden von einem Ufer bis zum andern aushoben.

Neben dem horizontalen Theil dieser Rinne lag eine starke Eisenstange, in die eine horizontale Rolle eingriff, welche an einen 76 Fufs langen und 19 Fufs breiten Prahm befestigt war. Dieser konnte sonach nicht nur seitwärts verschoben, sondern auch etwas gedreht werden, ohne dafs das Verschütten der Erde aus ihm auf jene Rinne dabei unterbrochen wurde.

Am entgegengesetzten Ende dieses Prahms befand sich in einem Schlitz eine gewöhnliche, 44 Fufs lange Baggerleiter, die bis 16 Fufs tief eingreifen konnte, und das gelöste Material nahe eben so hoch über Wasser hob. Sie warf dieses aber auf eine zweite, auf demselben Prahm liegende bewegliche Rinne, die von jener ersten sich nur dadurch unterschied, dafs sie in ihrer ganzen Länge gleichmäfsige Neigung hatte. Nachdem der Boden hier wieder von 6 Fufs bis 19 Fufs über Wasser angestiegen war, fiel er auf den horizontalen Theil der ersten Rinne.

Dieser zweite Prahm wurde durch seitwärts ausgebrachte Taue theils längs jener Eisenstange verschoben und theils gedreht, so dafs die Eimer einen gekrümmten Streifen des Bodens von einem Ufer bis zum andern abschnitten. So oft dieses aber geschehn war, schob man den ersten Prahm soweit zurück, dafs die Eimer beim Rückgange wieder in gleicher Weise wirken konnten.

Die Wirksamkeit dieses Baggers wird in der Beschreibung desselben gerühmt, doch vorzugsweise nur insofern, als damit der Boden viel vollständiger ausgeebnet wurde, wie bei den sonst in Frankreich üblichen Rinnen-Baggern. Dabei wird aber zugegeben,

dafs die Bewegung der Maschinen wegen des wiederholten Anhebens viele Kraft erfordert. Eine Dampfmaschine auf dem grofsen Prahm trieb sowohl die Eimerleiter, wie auch die Rinne vor derselben, während eine Locomobile die andre Rinne in Bewegung setzte. Bei diesem grofsartigen Unternehmen scheint indessen der Kostenpunkt, sowohl in Betreff der Anschaffungen, wie des Betriebes wenig in Betracht gekommen zu sein.

### § 83.

## Felsensprengungen.

Insofern dieser Abschnitt von der Beseitigung der Untiefen handelt, welche in den Fahrwassern der Seeschiffe liegen, so dürfte hier der passendste Ort sein, von der Sprengung zusammenhängender Felsmassen Mittheilung zu machen, welche, ohne über Wasser zu treten, den Uebergang der Schiffe gefährden oder ganz verhindern. Dabei finden die Bagger freilich nur in sofern Anwendung, als sie nachträglich die gelösten Blöcke oder kleinere Brocken beseitigen, so weit diese über die darzustellende Tiefe noch vortreten. Die in neuester Zeit, und zwar bisher ausschliesslich in den Vereinigten Staaten zur Ausführung gekommenen Arbeiten dieser Art sind indessen so wichtig und haben sich zugleich so erfolgreich erwiesen, dafs sie in diesem Handbuch nicht unerwähnt bleiben dürfen. Vom Sprengen einzelner Geschiebe unter Wasser, wie auch von Beseitigung zusammenhängender Felsmassen durch Einsetzen von Patronen in Bohrlöcher, oder durch Auflegen und Entzünden von Dynamitmassen, wobei immer die Oberfläche angegriffen wird, ist bereits im zweiten Theil § 53 eingehend die Rede gewesen. Ausführungen dieser Art sind indessen, wenn es sich um Beseitigung grofser Massen in bedeutender Tiefe und heftiger Strömung handelt überaus kostbar und zeitraubend, während auch die Fortschaffung des gelösten Materials durch Bagger oder mit Zangen neue Schwierigkeiten veranlafst und gleichfalls nur bei ruhiger Witterung erfolgen kann.

Das neuere Verfahren bezieht sich darauf, dafs man die Oberfläche unberührt lässt, und nur die höchste Stelle derselben mit einem Fangedamm umgiebt und trocken legt und alsdann

darin einen Schacht noch unter denjenigen Horizont abteuft, bis zu welchem der Fels beseitigt werden soll. Von hier aus werden alsdann Gänge und Quergänge getrieben, und mit Berücksichtigung der nothwendigen Wand- und Deckenstärke, wie auch der Unterstützung der Decke, wird der innere Raum soweit und bis zu solcher Tiefe frei gelegt, dafs, wenn man schliesslich durch eine grosse Anzahl gleichzeitiger Schüsse die Decke sprengt, diese beim Herabstürzen die Vertiefung soweit anfüllt, dafs über derselben die beabsichtigte Tiefe sich wirklich darstellt. Man erreicht dabei den wesentlichen Vortheil, dafs sowohl das Sprengen oder sonstiges Ablösen des Gesteins, wie auch die Förderung desselben im Trocknen geschieht, also sehr sicher und ganz unabhängig von der Witterung, und für bedeutend geringere Kosten ausführbar ist.

Der erste Versuch dieser Art wurde in der Bucht von San Francisco gemacht, woselbst auf der Nordseite der Stadt, also in dem Fahrwasser zwischen der Mündung der Bucht oder dem Golden Gate, und dem eigentlichen Anker- und Liegeplatz der Schiffe, 350 Ruthen vom Ufer entfernt, eine Klippe, der Blossom-Rock, sich bis 5 Fufs unter gewöhnliches Niedrigwasser erhob. Derselbe war bereits vielfach von Schiffen angefahren und hatte wiederholentlich Havarien und vollständige Verluste veranlafst, als im Jahr 1867 die Fortsprengung desselben bis auf 24 Fufs unter Niedrigwasser beschlossen wurde. Der Fels bildete in der Oberfläche ungefähr eine horizontale Ebene von 33 Fufs Länge und 21 Fufs Breite, da er aber sich rings umher flach abdachte, so mußten ungefähr 820 Schachtruthen gesprengt werden. Mit dieser Arbeit wurde in üblicher Weise der Anfang gemacht, es ergab sich aber bald, dafs, wenn das Gestein auch nur aus einem nicht besonders festen Sandstein bestand, also das Bohren an sich ziemlich leicht war, dennoch die Wellenbewegung und noch mehr die sehr heftigen Futh- und Ebbeeströmungen die Arbeit aufserordentlich erschwerten und oft ganz unmöglich machten. Der Versuch ergab, dafs die Beseitigung einer Schachtruthe etwa 500 Thlr., also das ganze Unternehmen über 300 000 Dollars kosten, und eine lange Reihe von Jahren in Anspruch nehmen würde.

Unter diesen Umständen machte der General Alexander,

der die Arbeiten leitete, den Vorschlag, auf der Klippe einen Fangedamm zu erbauen und innerhalb desselben die Oberfläche trocken zu legen, von hier aber bis zur beabsichtigten Tiefe einen Schacht abzuteufen. Von diesem aus sollten in verschiedenen Richtungen horizontale Stollen getrieben, und schliesslich die Decke durch gleichzeitige Schüsse gesprengt werden. Dabei wäre aber die ganze Masse der Decke, wie der Wände und der Pfeiler auf der Sohle liegen geblieben und hätte durch Baggern oder in anderer Art beseitigt werden müssen.

Gleichzeitig erbot sich ein Unternehmer, Namens v. Schmidt, der andre Vertiefungsarbeiten bereits zur Zufriedenheit ausgeführt hatte, für den Preis von 75 000 Dollar in der Zeit von 18 Monaten die Klippe bis auf 24 Fufs zu beseitigen, und zwar unter Verzichtleistung auf jede Vergütung, wenn er der übernommenen Verpflichtung nicht nachkäme. Wie vortheilhaft dieses Anerbieten auch war, so mußte dennoch nach den dortigen Bestimmungen eine allgemeine Aufforderung erlassen werden, bevor der Zuschlag geschehn durfte. Die Ausbietung hatte jedoch keinen Erfolg, da nur ein einziges unzureichendes Angebot einging. Hierauf wurde im October 1869 die Ausführung contractlich dem v. Schmidt übertragen.

Derselbe erbaute zunächst eine hölzerne Rüstung auf der Klippe, die sich 20 Fufs darüber erhob, worauf Geräte und Materialien niedergelegt, auch Schuppen zum Aufenthalt der Arbeiter gestellt wurden. Pfähle, mit Schuhen versehen, die in scharfe Stahlspitzen ausliefen, drangen etwas in den Felsen ein und sicherten den Bau gegen ein mögliches Versinken, während er durch vielfache Verstrebungen und Spannketten, wie durch starke Belastung gegen das Verschieben gesichert war. Nunmehr bildete man Fangedämme, indem zwischen Bohlwänden Säcke, die mit Thon gefüllt waren, versenkt wurden. Den so umschlossnen Raum pumpte man aus, und alsdann begann das Abteufen des Schachts in einer 6 Fufs weiten Blechröhre. Der Zudrang des Wassers war indessen so stark, dafs man bald eine zweite und endlich noch eine dritte Röhre, die nur 5 Fufs weit war, hinein stellen mußte. Indem nur ein Mann darin Platz fand, so ging diese Arbeit sehr langsam von statten und erst im Januar 1870 erreichte man die beabsichtigte Tiefe von  $31\frac{1}{2}$  Fufs unter Niedrigwasser.

Nummehr wurden Galerien in kreuzweiser Richtung eröffnet, die man immer mehr erweiterte und erhöhte, während man die dazwischen stehenden Pfeiler schliesslich auch beseitigte und durch hölzerne Pfosten ersetzte. Diese Arbeit wurde durch die lockere Beschaffenheit des Gesteins wesentlich erleichtert, das man nicht zu sprengen brauchte, sondern mit der Pike abarbeiten konnte. Eine Dampfmaschine auf der Rüstung förderte das gelöste Material.

Ursprünglich wollte man den Raum so weit ausbrechen, daß die Decke nur die Stärke von 6 Fufs behielt. Es ergab sich indessen, daß der Fels mitunter sehr weich wurde, an einer Stelle hörte er sogar ganz auf und wurde durch Kiesel, die in Thon fest gebettet waren, ersetzt. Dazu kam noch, daß einst eine heftige Erschütterung eintrat, also irgend wo ein Bruch und ein Setzen erfolgt sein mußte. Diese Umstände waren Veranlassung, daß man die Decke nicht weiter zu schwächen wagte. Dieselbe hatte durchschnittlich noch die Stärke von  $14\frac{1}{2}$  Fufs, als man mit dieser Arbeit aufhörte. Der dargestellte hohle Raum war 136 Fufs lang, 58 Fufs breit, und seine Höhe betrug nur an wenigen Stellen 11 Fufs. Hiernach war schon zu ermessen, daß die in ihn herabstürzende Felsmasse der Decke über die beabsichtigte Sohlentiefe hinaustreten würde.

Zum Sprengen wurden 40 000 Pfund Pulver in 38 Fässer und in 7 Blechkasten verpackt, und nachdem sie mit den nöthigen Leitdrähten versehen waren, um durch galvanische Batterien gleichzeitig entzündet zu werden, stellte man diese Fässer und Kasten unter die Decke und an die Wände und befestigte sie so weit, daß sie durch das eintretende Wasser nicht verschoben werden konnten. Wenn nämlich der Raum während der Explosion mit Luft gefüllt geblieben wäre, so würde die Elasticität derselben die Wirkung der Schüsse gegen den Felsen vermindert haben. Man bohrte daher etwa 2 Fufs unter Niedrigwasser eine 5 Zoll weite Oeffnung in die Blechcylinder des Schachts und liefs mehrere Stunden hindurch vor dem Sprengen das Wasser einfließen. Später wurde man zweifelhaft, ob wirklich der ganze Raum dadurch angefüllt worden, und ob nicht die Luft noch den dritten Theil desselben eingenommen hätte.

Endlich am Mittag des 23. April 1870 wurden durch den in der Entfernung von 66 Ruthen aufgestellten Apparat der

galvanische Strom zu den Zündstoffen geführt und gleichzeitig explodirten die Pulvermassen. Unmittelbar darauf sah man eine Wassersäule aufsteigen, deren Durchmesser nahe 200 Fufs zu halten schien, und deren Höhe noch gröfser war, während Steine und Holzstücke darüber hinaus und weit umher geschleudert wurden.

Indem man nunmehr die Tiefen untersuchte, ergab sich, dafs stellenweise die gelösten Steine bis 10 über die ausbedungene Sohlenhöhe hinausragten. Da jedoch die einzelnen Stücke meist nur die Gröfse eines Hühnereies hatten, so meinte der Unternehmer, dafs der darüber gehende heftige Strom dieselben fort-treiben und in die daneben befindliche grofse Tiefe stürzen würde. Es zeigte sich aber bald, dafs dieses nicht geschah, woher die Schüttung in anderer Weise entfernt werden mußte.

Man verwendete hierzu einen Prahm, von welchem ein schwerer eiserner Rechen herabhing, der immer in solche Tiefe gestellt wurde, dafs er die höchsten Steine berührte und vor sich herschob, während ein Dampfboot den Prahm darüber zog. Dieses Mittel war allerdings von Erfolg, doch wirkte es keineswegs besonders schnell. Erst im December desselben Jahrs (1870) war die festgestellte Tiefe erreicht. Die hierauf verwendeten Kosten sollen sehr bedeutend gewesen sein.\*)

Wenige Jahre später ist ein zweites und zwar noch grofsartigeres Unternehmen dieser Art in der Nähe von New-York am East-River im sogenannten Hellgate zur Ausführung gekommen, wodurch der Schiffsverkehr wesentlich erleichtert wurde.

Die Verbindung zwischen dem Atlantischen Ocean und dem Hafen von New-York fand bisher für gröfsere Schiffe durch die Lower Bay statt, deren Eingang im Norden durch Long Island und im Süden durch die von New-Jersey weit vorspringende Landzunge Sandy Hook begrenzt wird. Diese Bay ist aber im

---

\*) Vorstehende Beschreibung der bei San Francisco ausgeführten Sprengungen ist grosentheils aus dem schon oben angeführten Werk von Malézieux entnommen, die folgenden Mittheilungen über die ähnlichen Arbeiten im Hellgate sind mir von meinem Sohn Ludwig Hagen gemacht, der die betreffenden Notizen bei seiner Anwesenheit in den Vereinigten Staaten sammelte, auch der Sprengung persönlich beiwohnte.

Allgemeinen sehr flach, während einzelne tiefere Rinnen hindurchführen. Unter diesen ist besonders der sogenannte Swash-Canal zu erwähnen, dessen Tiefe bei Niedrigwasser nur 21 Fufs misst. Obwohl das Fahrwasser sowohl bei Tage, wie bei Nacht hier sehr vollständig bezeichnet ist, so tritt dabei doch der Uebelstand ein, dafs der Cours zweimal scharf geändert werden mufs. Hierzu kommt noch, dafs das Sandy Hook von Jahr zu Jahr weiter vortritt, und das erwähnte Fahrwasser wesentlich bedroht.

Daneben besteht noch ein zweiter Zugang zum Hafen, nämlich auf der Nordseite von Long-Island oder durch den Long-Island-Sound. Letzterer ist auf der Ostseite durch eine Reihe davor liegender Inseln geschützt, und wenn er Anfangs auch etwa 20 Seemeilen breit ist, so bleibt der Wellenschlag hier doch immer so mäfsig, dafs die kleineren Küstenschiffe, wie auch die flachen und hoch überbauten Dampfboote, welche den Binnenverkehr vermitteln, sicher daselbst fahren können. Die Breite dieser Wasserfläche nimmt aber westwärts immer mehr ab, so dafs sie an dem Punkte, der vom Hudson etwa noch 15 Seemeilen entfernt ist, nur 3 Seemeilen misst. Von hier ab ist das Fahrwasser, das nunmehr den Namen East River annimmt, durchschnittlich nur 170 Ruthen breit. Stellenweise wird es noch bedeutend enger, wie namentlich vor Astoria, wo es auferdem auch scharf gekrümmt ist, und schon aus diesem Grunde die Schifffahrt gefährdet. Dazu kommt noch, dafs mehrere Klippen darin liegen, und durch Fluth und Ebbe zeitweise sehr heftige Strömungen hier eintreten. Diese Stelle wird das Höllenthor (Hellgate) genannt. Die heftige Strömung wird aber dadurch veranlafst, dafs die von Osten her anlaufende Fluthwelle mehrere Stunden später hier eintrifft, als die von Süden kommende. Für letztere ist die Hafenzzeit sehr nahe der von New-York gleich, nämlich 8 Uhr 23 Minuten, dagegen tritt sie an der östlichen Spitze von Long-Island schon 10 Minuten später ein, und die Welle durchläuft den Sund und East River so langsam, dafs bei Pot-Cove, unmittelbar auf der Ostseite von Hellgate, die Hafenzzeit sich auf 11 Uhr 45 Minuten stellt. Die Niveaudifferenzen sind also zeitweise sehr grofs und erklären die heftige Strömung, wenn auch der Fluthwechsel bei New-York in den Springfluthen nur  $5\frac{1}{2}$  und in den tothen nur 4 Fufs beträgt.

Die Tiefe ist in dieser ganzen Wasserstrasse sehr bedeutend und misst überall mindestens 40 Fufs, doch war der Durchgang durch Hellgate für grössere Schiffe zu gefährlich. Um ein sicheres Fahrwasser zu eröffnen, mußten nicht nur die erwähnte Krümmung beseitigt und zugleich ein grösseres Durchfluß-Profil dargestellt werden, um die Strömung zu märsigen, sondern es waren auch einige andre Klippen, namentlich weiter westlich, ohnfern der Verbindung des East River mit dem Hudson zu beseitigen. Die in Aussicht genommene Verbindung zwischen New-York und Brooklyn durch eine Brücke über den East River wird, wie sie projectirt ist, nicht wesentlich den Durchgang selbst der größten Schiffe erschweren. Es ist eine Hängebrücke, die unter sich bis zum Hochwasser eine lichte Höhe von 131 Fufs (135 Fufs Englisch) frei läßt. Es werden daher selbst die höchsten Masten darunter fortgehn können, wenn die Bramstengen herabgelassen sind.

Schon 1849 hatte man die Beseitigung der gefährlichsten dieser Klippen begonnen, doch nach wenig Jahren die Arbeiten wegen des geringen Erfolges und der grossen Kosten wieder eingestellt. Im II. Theil dieses Handbuchs § 53 ist bereits erwähnt worden, daß man damals eine dieser Klippen, Pot-Rock genannt, dadurch beseitigte, daß man wiederholentlich flache Blechgefäße, mit Pulver gefüllt, auf die Oberfläche legte und durch galvanische Batterien entzündete.

1867 wurden die Arbeiten sehr lebhaft wieder aufgenommen, doch ergab sich bald, daß die Kosten noch immer sehr hoch waren. Dieselben stellten sich für den Cubik-Jard auf  $44\frac{1}{4}$  Dollar oder für die Schachtruthe auf 370 Thaler, und man berechnete, daß die Beseitigung der Klippen bei Hellgate und zweier andern besonders gefährlichen im East River über 5 Millionen Dollar kosten würde. Die günstigsten Resultate ergaben sich noch bei Anwendung eines Prahms, von dem aus gleichzeitig eine Anzahl Bohrer durch Dampf in Thätigkeit gesetzt wurden. Mittelst desselben hat der Ingenieur Striedinger die Klippe Way's-Reef im Hellgate und einige andre im East River bis 26 Fufs unter Niedrigwasser beseitigt.

Der Prahm war 130 Fufs lang, 55 Fufs breit und tauchte  $4\frac{1}{2}$  Fufs ein. In seiner Mitte befand sich eine achteckige, 32 Fufs weite Oeffnung. Nachdem durch sehr schwere Anker



der Prahm festgelegt war, wurde ein oben und unten offener Blechkegel, dessen unterer Durchmesser 30 Fufs mafs, und der sich nach oben verjüngte, durch jene Oeffnung herabgelassen, so dafs er die zu sprengende Klippe überdeckte. Man brachte darunter aber eiserne Stützen von angemessener Höhe an, damit seine Achse sich lothrecht stellte.

Alsdann wurden die Bohrröhren in 7 Fufs Entfernung von einander eingesetzt und in jede derselben ein Bohrer von 600 bis 750 Pfund Gewicht gehängt. Diese waren mit den Kolben besonderer Dampfmaschinen verbunden und wurden nicht nur gehoben, sondern auch zugleich gedreht. Dabei konnten bis 21 Bohrer gleichzeitig in Thätigkeit gesetzt werden. Die Bohrlöcher sind  $5\frac{1}{4}$  Zoll weit, durchschnittlich 8 Fufs tief und werden schliesslich bis  $3\frac{1}{2}$  Fufs unter die beabsichtigte Sohlentiefe herabgetrieben. Unter günstigen Umständen wird in der Stunde 16 Zoll tief gebohrt. Die Beseitigung des Bohrschlammes geschieht in einfachster Weise durch die Bohrer selbst. Sind die Löcher bis zur erforderlichen Tiefe herabgetrieben, so wird der Blechkegel durch Dampfwinden aufgezogen und zur Seite gestellt. Zur Zeit der Umsetzung des Stroms schieben Taucher die in Blechbüchsen enthaltenen Ladungen von Vulkanpulver in die Löcher und nachdem der Prahm 275 Fufs entfernt ist, werden die sämtlichen Schüsse durch elektrische Funken gleichzeitig entzündet. Mit der Verbesserung und Vereinfachung der Leitungen, wenn gleichzeitig eine grosse Anzahl Schüsse entzündet werden soll, hat Striedinger in verschiedenen Untersuchungen und kleineren Publicationen sich sehr eingehend beschäftigt.

Nachdem die Sprengung erfolgt ist, wird das gelöste Material aufgebaggert und es sollen dabei Blöcke gehoben sein, die bis 27 000 Pfund wogen. Durchschnittlich wurde bei 4,2 laufende Fufs Bohrloch und bei 33 Pfund Pulverladung eine Schachtruthe gesprengt.

Unter den verschiedenen Klippen und Felsbänken, die im Hellgate zu beseitigen waren, zeichnete sich besonders eine durch ihre Ausdehnung aus. Dieses war ein vor das südliche Ufer weit vorspringender Fels, Hallets Point genannt, um welchen das Fahrwasser sich scharf dreht, und der besonders eine starke Beschränkung des Profils und dadurch eine heftige Strömung ver-

anlafste. Die bis zur Tiefe von 26 Fufs unter Niedrigwasser fortzusprengende Fläche hatte die Form eines Dreiecks. Die Basis desselben in der Richtung des Ufers war 720 Fufs lang, während die Spitze 300 Fufs von dieser entfernt war. 1869 wurde beschlossen, diese Felsbank in gleicher Weise anzugreifen, wie der Bauunternehmer v. Schmidt den Blossom-Rock beseitigen wollte, doch ging man in sofern mit mehr Vorsicht zu Werk, als man die Sohle des zu bildenden hohlen Raums in gröfsere Tiefe verlegte.

Im October desselben Jahrs wurde das Abteufen des Schachts an einem Punkt begonnen, der in der Uferlinie und zwar in der Mitte der Felsbank lag. Dieser Schacht wurde mit einem Fangedamm umgeben und bis 32 Fufs unter Niedrigwasser herabgeführt. Von demselben aus trieb man in radialen Richtungen Stollen von 12 bis 18 Fufs Breite rings umher und setzte dieselben so weit fort, dafs die Decke überall noch 10 Fufs stark blieb, wo aber der Fels geringere Festigkeit hatte, wurde dieses Maafs bis auf 16 Fufs ausgedehnt. Alsdann vereinigte man die Stollen unter sich durch concentrische Schläge, wie Fig. 260 auf Taf. XLV zeigt.

Der Fels bestand aus Gneifs, der meist sehr fest war, so dafs er durch Handarbeit nicht gelöst werden konnte, vielmehr geschossen werden mufste. Um dabei Erschütterungen möglichst zu vermeiden, wurden niemals mehrere Schüsse gleichzeitig, sondern stets nur einer nach dem andern entzündet. In gleicher Weise wurden demnächst sowohl die concentrischen Galerien, wie auch die Radialschläge so erweitert, dafs dazwischen nur Pfeiler, durchschnittlich von 10 Fufs Stärke, stehn blieben, welche die Decke trugen, und die bei weiterer Erhöhung der freien Räume 7 bis 22 Fufs hoch wurden. Das dabei gelöste Material wurde auf Eisenbahnen nach dem Schacht gefahren und hier durch Dampfmaschinen gehoben. In dieser Weise brach man 8160 Schachtruthen Gestein, und der Preis stellte sich auf 47 Thaler für die Schachtruthe. Im Ganzen trugen 172 Pfeiler die Decke und die Gesammtlänge der Galerien und Radialschläge maafs 7426 Fufs.

Es ist erklärlich, dafs diese Arbeiten, wenn auch eine grofse Anzahl von Bergleuten dabei beschäftigt wurde, dennoch einige Jahre in Anspruch nahm. Die hier mitgetheilte Zeichnung ist

eine Copie derjenigen, welche der Chef des Ingenieur-Corps, General Humphreys, am 30. Juni 1875 dem Kriegsminister vorlegte. Im untern Theil zeigt sie die Situation des Ufers, im obern dagegen einen horizontalen Querschnitt etwa 30 Fufs unter Wasser, doch lassen sich die Einzelheiten der Ausführung daraus nicht entnehmen, vielmehr deutet sie diese nur im Allgemeinen an. Man bemerkt jedoch, dafs damals der östliche Theil noch gar nicht in Angriff genommen war, auch die bereits dargestellten Pfeiler noch übermäfsige Stärke hatten.

Die Grenze des Niedrigwassers ist durch die Parallel-Schraffirung angedeutet, und die scharfe Linie, welche den auszusprengenden Raum umgiebt, bezeichnet die Wassertiefe von 26 Fufs. Der Förderschacht befindet sich an einer Stelle, die vom Niedrigwasser so eben erreicht, vom Hochwasser aber überfluthet wurde, woher die Anlage eines Fangedamms hier nöthig war.

Am Schlufs des Jahrs 1875 waren die Sprengungsarbeiten beendet und man fing bereits an die Löcher zu bohren für die Schüsse, durch welche die Pfeiler, wie die Decke zerstört werden sollten. Der Zudrang des Wassers, das durch eine Dampfmaschine beseitigt wurde, nahm während der Sprengungsarbeiten bis auf 1,1 und nachdem die Bohrlöcher in die Decke getrieben waren, bis 1,7 Cubikfufs in der Secunde zu. Die Anzahl dieser Löcher, in welche Schüsse eingesetzt wurden, betrug im Ganzen 6760. Sie waren meist 3 Zoll, zum geringsten Theil 2 Zoll weit und ihre Gesamtlänge mafs 58 874 Fufs (nahe  $2\frac{1}{2}$  Deutsche Meilen).

Es mufs erwähnt werden, dafs zu den verschiedenen und grofsartigen Ausführungen, die sich als nothwendig herausstellten, auch noch eine Wasserleitung kam. Das Wasser, welches die Brunnen von Astoria lieferten, und welches überhaupt in der Nähe sich vorfand, eignete sich nämlich nicht zur Speisung der Dampfkessel, und sonach blieb nur übrig, es aus der Crotonleitung zu entnehmen und es in einer versenkten Röhrenleitung unter dem East River herbeizuführen.

Die Einrichtung der Drahtleitungen, wie der sonstigen Anordnungen, um die 3680 Schüsse, die 28 900 Pfund Dynamit und 23 300 Pfund Pulver enthielten, momentan zu entzünden, wurde dem Ingenieur Striedinger überlassen. Die nähere Beschreibung

derselben, die in mehreren Publicationen enthalten und motivirt ist, würde zu weit führen, es sei daher nur erwähnt, daß die verschiedenen Drahtleitungen, die zusammen 220 000 Fufs (über 9 Deutsche Meilen) lang waren, durch drei und zwanzig Batterien von 40 bis 44 Elementen den elektrischen Strom aufnahmen. Damit dieses gleichzeitig geschah, traten aus einem kleinen Rahmen, der sich senken liefs, die 23 Eisenstäbchen gleichmäfsig heraus, und sobald die Senkung durch die geringe Bewegung einer Curbel erfolgte, tauchten sie gleichzeitig in eben so viele kleine Gefäfsse ein, die mit Quecksilber gefüllt waren, und die mit den ferneren Leitungen in Verbindung standen. Dieser Apparat war in einem Pavillon 650 Fufs vom Schacht entfernt aufgestellt.

Nachdem alle Vorbereitungen vollständig getroffen waren, wurde am 23. September 1867 um 1 Uhr Morgens ein Heber von 1 Fufs lichter Weite in Thätigkeit gesetzt, um den ausgesprengten Raum mit Wasser zu füllen. Im Laufe desselben Tags war dieses vollständig geschehn, und am 24. September zur Zeit des Hochwassers kurz vor 2 Uhr wurde, nachdem durch einen Kanonenschufs das Signal gegeben war, die Leitung eröffnet. Bald darauf erhob sich ein Wasserberg, der 60 bis 70 Fufs hoch war und etwa 300 Fufs im Durchmesser hielt. Um das Ueberfluthen des Ufers zu verhindern, hatte man eine 10 Fufs starke Mauer erbaut, nichts desto weniger wurde ein Bureau-Gebäude, das ohnfern des Schachts stand, vom Wasser um einige Fufs verschoben. Sonstige Beschädigungen von Gebäuden in der Nähe, welche die Einwohner gefürchtet hatten, traten nicht ein, obwohl nach den von Abbot veranlafsten genauen Ermittlungen die Erschütterung, vorzugsweise auf Long-Island, mehrere Meilen weit bemerkt wurde.

Was den Erfolg dieses Unternehmens betrifft, so ergaben die demnächst ausgeführten Peilungen, daß die beabsichtigte Tiefe von 26 Fufs unter Niedrigwasser keineswegs dargestellt war, vielmehr die Steinbrocken darüber noch weit vorragten. Dieses war indessen bereits vorgesehn. In dem Bericht vom 30. Juni 1875 sagt Humphreys, die ganze Masse der Decke werde in dem Raume darunter nicht Platz finden, vielmehr seien etwa 30 000 Cubikjards oder 5170 Schachtruthen später fortzubaggern, da dieses aber mittelst des Grapple-Baggers (§ 75 beschrieben) für 5 bis

6 Dollars für den Cubikjard (45 bis 60 Thaler für die Schachtruthe) geschehn könne, so sei diese nachträgliche Arbeit wohlfeiler, als wenn man in der Tiefe die Sprengungsarbeiten noch weiter fortgesetzt hätte. Nach spätern Mittheilungen soll die auszubaggernde Steinmasse, die über der Sohle von 26 Fufs Tiefe lag, nur etwa halb so groß gewesen sein, als man vermuthet hatte. Vielleicht war der übrige Theil der Brocken seitwärts geschleudert und in größerer Tiefe versunken.



Flothafen.

Elfter Abschnitt.

---

**Der innere Hafen.**





## § 84.

### Flotthäfen.

Nachdem im Vorstehenden der wichtigste Theil eines Seehafens, nämlich seine Mündung behandelt ist, bleiben noch die verschiedenen Einrichtungen und baulichen Anlagen im innern Hafen zu erörtern, wo die Schiffe laden und löschen oder wo sie liegen, während sie nicht in der Fahrt sind. Es wird indessen nur von solchen Anlagen die Rede sein, welche sich auf den Betrieb der Schifffahrt oder auf den Personen- und Güterverkehr beziehen. Hiernach dürfen die Kriegshäfen und die Quarantäne-Häfen, von welchen bereits § 29 die Rede war, und deren Erfordernisse daselbst angedeutet sind, nicht weiter erwähnt werden, vielmehr sollen die folgenden Mittheilungen sich allein auf Handelshäfen beziehen. Eben so ist es auch entbehrlich, auf die natürlichen oder künstlichen Rheden, oder die mehr oder weniger geschützten Ankerplätze vor den Hafenumündungen zurückzukommen, da diese schon § 34 behandelt sind.

Sehr wesentlich unterscheiden sich die Häfen, insofern sie an Meeren liegen, wo ein starker Fluthwechsel stattfindet, oder wo dieser fehlt und der Wasserstand sich nur wenig ändert. Im ersten Fall können die Schiffe meist nur zur Zeit des Hochwassers ein- und ausgehn, und wenn sie bei fallendem Wasser nicht den Grund berühren oder sich vollständig auf denselben aufsetzen sollen, so müssen besondere Bassins, nämlich Docks oder Flotthäfen eingerichtet werden, in welchen das Hochwasser mittelst Schleusen zurückgehalten wird, und worin daher die Schiffe auch zur Zeit des niedrigen Wassers flott bleiben. Der vordere Theil des Hafens, der sich von der Mündung bis zu diesen Bassins erstreckt, heißt alsdann der Vorhafen. Derselbe entleert sich bei jeder Fluth und Ebbe, und wenn sich auch

vielleicht in ihm, in Folge der hindurchgehenden Strömung und namentlich durch die künstliche Spülung einzelne so tiefe Stellen ausbilden, dafs selbst gröfsere Schiffe in diesen beim kleinen Wasser noch nicht den Grund berühren, wie dieses beispielsweise in Calais (§ 47) der Fall ist, so kommen solche Fälle doch nur ausnahmsweise vor. Andererseits finden die Schiffe auch hinter Dämmen, die seewärts weit vortreten, nicht nur Schutz gegen den Wellenschlag, sondern auch die nöthige Wassertiefe, um immer flott zu bleiben, aber solche Dämme, wie bei Portland, Holyhead und Cherbourg, schliessen nicht die Häfen, sondern künstlich gebildete Rheden ein, woher man letztere nicht mehr Vorhäfen nennen darf.

Die Frage, bei welcher Gröfse des Fluthwechsels ein Hafen mit abgeschlossnen Bassins oder Flotthäfen versehen werden mufs, läfst sich nicht allgemein beantworten, da hierbei die Art und die Ausdehnung des Verkehrs, so wie auch andre locale Verhältnisse mit in Betracht kommen. Jedenfalls ist die Anlage von Flotthäfen an der Ostsee und am Mittelländischen Meer entbehrlich, obwohl der Fluthwechsel in beiden bemerkbar ist und vor Triest sogar 3 Fufs misst. In Bezug auf Hamburg wurde diese Frage ausführlich erwogen, indem es zweifelhaft war, ob man daselbst geschlossene oder offene Bassins anlegen sollte. Der Fluthwechsel von 6 Fufs, der dort vorkommt, scheint ungefähr die Grenze zu bilden, wo es mit Rücksicht auf die Kosten der Anlage und Unterhaltung und auf die Bequemlichkeit der Schifffahrt ungewifs wird, ob man Eins oder das Andre wählen soll. Man hat sich dort für offene Bassins entschieden, und der neue Sandthorhafen ist nicht abgeschlossen. Dabei wurde die Entscheidung zum Theil von dem Schlickgehalt des aus- und einströmenden Wassers abhängig gemacht. Wäre derselbe sehr grofs, etwa wie bei Glückstadt gewesen, so würde die Einrichtung von Flotthäfen vorzuziehn gewesen sein.

Für die Schifffahrt ist es unbedingt vortheilhaft, wenn nicht der Eintritt des Hochwassers abgewartet werden darf, sondern zu jeder Zeit die Schiffe die nöthige Wassertiefe finden. Viele und grofse Verluste an Schiffen und Ladungen wie auch an Menschenleben werden dadurch veranlafst, dafs bei heftigen Stürmen in

der Nähe der Ufer und Häfen das Hochwasser abgewartet werden muß. An denjenigen Küsten, vor denen starker Fluthwechsel statt findet, nennt man solche Häfen, in deren Mündungen der nöthige Wasserstand sich dauernd erhält, Sicherheits- oder Nothhäfen (harbours of refuge), während diejenigen, wo dieses nicht statt findet, Fluthhäfen (tide-harbours) heißen.

Andrerseits ist aber auch nicht zu verkennen, daß ein starker Fluthwechsel die Einrichtung der Häfen wesentlich erleichtert. Die Küsten von Großbritannien würden ohnfehlbar nicht mit den zahllosen Häfen besetzt sein, welche mit wenig Ausnahmen nicht den schwachen Zuflüssen aus dem Binnenlande, sondern nur dem starken Fluthwechsel ihre Entstehung verdanken. Letzterer ist meist eben so groß, und oft noch größer, als der Tiefgang der einkommenden Schiffe. Das Watt oder die Sandfläche, welche daher bei Hochwasser überfahren wird, liegt bei Niedrigwasser ganz oder doch beinahe trocken, und die Ausführung der Kaimauern, so wie auch der Dockschleusen wird hierdurch wesentlich erleichtert.

Indem erst am Schluss des sechszehnten Jahrhunderts die Schiffsschleusen allgemeiner bekannt wurden\*), so ist anzunehmen, daß auch keine Dockschleuse und folglich auch kein Dock früher existirt hat. In vielen Häfen, die mit solchen bisher nicht versehen waren, sind sie erst in neuster Zeit erbaut worden, und überhaupt hat sich bei dem gesteigerten Verkehr im Lauf dieses Jahrhunderts ihre Anzahl wesentlich vergrößert. Der größere Tiefgang und die größere Länge der Handelsschiffe machte aber die Erbauung von Flotthäfen nothwendig, da zwar kleinere und flachgebaute Fahrzeuge ohne Nachtheil bei fallendem Wasser auf die Sand- und Schlammablagerungen im offenen Hafen gestellt werden durften, die langen und scharf gebauten Schiffe der neuern Handelsmarine dabei aber der größten Gefahr ausgesetzt sein würden.

Die Größe des Flotthafens wird nach dem erwarteten Verkehr bemessen, und man muß dafür sorgen, daß die

---

\*) Im zweiten Theil dieses Handbuchs § 63 sind verschiedene Mittheilungen über die Erfindung der Schiffsschleusen zusammen gestellt.

ermittelte Anzahl der Schiffe nicht nur darin Platz findet, sondern das dieselben, wenn sie nicht etwa längere Zeit im Hafen liegen sollen, auch die nöthigen Anlegeplätze an den Kais finden, um ohne langen Aufenthalt beladen oder gelöscht zu werden. In England, wo nur die Kriegshäfen und in neuester Zeit einige Sicherheitshäfen von der Regierung erbaut sind, die übrigen aber entweder den Städten oder Privatgesellschaften gehören, sind die Flotthäfen meist mit großen Magazinen und offenen Lagerräumen umgeben. Diese werden in einzelnen Theilen an Kaufleute vermietet, oder für die daselbst aufbewahrten Güter wird ein bestimmtes Lagergeld erhoben, so wie auch jedes einlaufende Schiff eine gewisse Abgabe an die Gesellschaft zahlen muß. In diesem Fall bezeichnet man mit der Benennung Dock nicht nur den Flotthafen, sondern auch die dazu gehörigen Speicher und den ganzen abgeschlossnen Raum, der das Eigenthum der Gesellschaft ist. Befindet sich ein solches Dock an einem offenen und breiten Strom, neben dem man wegen des Wellenschlags die Dockschleuse nicht ohne weitem Schutz erbauen darf, so muß davor noch ein besonderer Vorhafen angelegt werden. In Liverpool ist dieses sehr vielfach geschehn und hier zieht sich auf mehr als drei Viertel Deutsche Meilen Länge eine Reihe von Docks mit ihren Vorhäfen am Ufer des Mersey hin. Die Anzahl der Vorhäfen ist aber bedeutend geringer, als die der Docks, insofern gewöhnlich zwei und oft sogar drei der letztern einen gemeinschaftlichen Vorhafen haben. Auch sind die Docks vielfach unter sich durch Schleusen verbunden, um namentlich bei einem Brande die Schiffe aus einem in das andre überzuführen und sie dadurch zu retten, da der Ausgang in den Vorhafen nur zur Zeit des Hochwassers möglich ist. Auch in andern Häfen, welche nicht Eigenthum von Privatgesellschaften sind, bildet sich bei zunehmendem Verkehr oft eine große Anzahl von Flotthäfen, welche den Vorhafen rings umgeben, und soweit es geschehn kann, vielfach mit diesem, jedenfalls aber unter sich verbunden sind. Dieses ist zum Beispiel im Havre der Fall.

Die Tiefe des Flotthafens oder die Höhenlage seiner Sohle ist theils von dem Tiefgang der größten darin aufzunehmenden Schiffe, und theils von der Höhe der Fluthen abhängig.

Indem gemeinhin die Dockschleuse nur aus einem einfachen Thorpaar besteht, so kann der Durchgang der Schiffe durch dieselbe nur statt finden, wenn das äufsere Wasser mit dem innern im Niveau steht. Zur Zeit des geringsten Fluthwechsels, oder der todten Fluthen mufs daher das Wasser im Dock bis zu der Höhe derselben abgelassen werden. Hiernach ist bei der Ermittlung der Sohlenhöhe nicht etwa das mittlere, sondern das niedrigste Hochwasser zum Grunde zu legen. Nichts desto weniger pflegt man von dieser Regel doch häufig abzuweichen, oder vielmehr werden die Docks nicht selten von Schiffen besucht, die gröfser sind, als man bei der Anlage der Häfen beabsichtigte, und man pflegt alsdann bei den niedrigsten Hochwassern, also zur Zeit der todten Fluthen die Schleuse gar nicht zu öffnen, so dafs der Wasserstand im Dock bis zu diesem nicht herabsinkt, auch geschieht es zuweilen, dafs die Schiffe, welche am tiefsten gehn, sich auf den Grund setzen, während sie grosentheils noch im Wasser liegen, also der Druck, den ihr Kiel erleidet, nicht erheblich ist. Bei weichem und ebenem Boden ist die Berührung desselben und zwar in dem ruhigen Wasser des Flotthafens nicht besonders nachtheilig, nichts desto weniger empfiehlt es sich doch, solches zu vermeiden und die Sohle tiefer zu legen. Hiezu kommt noch, dafs eines Theils der Stand des Hochwassers sich keineswegs vollständig im Flotthafen erhält, und andern Theils auch gewöhnlich eine spätere Verflachung nicht zu vermeiden ist, also die ursprüngliche Tiefe sich bald vermindert. Hiernach begründet sich die Regel, das Dock so zu vertiefen, dafs selbst die gröfsten Schiffe, für die es bestimmt ist, zur Zeit der niedrigsten Hochwasser noch 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Fufs Wasser unter dem Kiel behalten.

Die beiden erwähnten Umstände, welche die Verminderung der Wassertiefe veranlassen, müssen näher erörtert werden. Die einfache Dockschleuse läfst sich nur öffnen, wenn der äufsere Wasserstand die Höhe des innern erreicht, übersteigt er diese, so öffnen sich die Thore von selbst, bleibt er dagegen darunter, so mufs man den Wasserstand im Dock mittelst der Schütze in den Thoren, oder durch Umläufe bis zur Höhe des äufsern senken. Um dieses Abfliefsen auf das geringste Maafs zu beschränken, so wartet man in der Regel den Zeitpunkt ab, bis das äufsere Wasser zum Niveau des innern angestiegen ist. Alsdann werden

die Thore aufgewunden und das Ein- und Ausbringen der Schiffe beginnt. Wie sehr dasselbe aber auch beschleunigt wird, so nimmt es doch, namentlich bei großen Schiffen, längere Zeit in Anspruch, und es vergeht leicht eine halbe oder auch wohl eine ganze Stunde, ehe die Thore wieder geschlossen werden können. Der äußere Wasserstand ist inzwischen noch gestiegen oder bei der bereits eingetretenen Ebbe wieder gesunken, und der innere stellt sich, so lange die Schleuse geöffnet ist, mit demselben ins Niveau. Der Wasserstand, der beim Schließen der Thore im Dock zurückbleibt, ist daher gemeinhin nicht mehr der des Hochwassers, sondern ein niedrigerer. Er kann indessen auch sehr tief sinken, wenn viele Schiffe die Schleuse passiren, und besonders wenn eines derselben wegen des größern Tiefganges den DrempeI berührt. Ein solches Ereigniß ist überaus gefährlich, da das Hinderniß beim fallenden Wasser von Minute zu Minute immer größer wird, und der ganze Flotthafen trocken laufen würde, wenn das Schiff aus der Schleuse nicht zu entfernen wäre, und diese daher offen bleiben müßte. Es ist hiernach die größte Vorsicht geboten, dieses zu vermeiden, und wenn es dennoch geschieht, muß schleunigst Hülfe geschafft werden. Bei dem lebhaften Verkehr in den Englischen Docks sind in dieser Beziehung sehr kräftige Vorkehrungen getroffen. Die im Dock befindlichen Arbeiter werden augenblicklich hinzugerufen und mittelst der zu diesem Zweck bereit gehaltenen kräftigen Erdwinden wird das Schiff, wenn es auch schon auf dem DrempeI oder auf dem Grund fest aufliegen sollte, gewaltsam in das Dock oder in den Vorhafen gerissen, wo gerade der geringste Widerstand zu erwarten ist. Auf die Beschädigungen, welche das Schiff dabei erleidet, kommt es in diesem Fall nicht an, indem dasselbe doch verloren wäre, wenn es während der ganzen Ebbe in der Schleuse liegen bliebe. Solche Unfälle gehören indessen zu den größten Seltenheiten, da die Capitaine selbst wissen, was sie wagen, wenn das Schiff bei ungenügendem oder zweifelhaftem Wasserstand in die Schleuse geht.

Der beim Schluß der Thore vorhandene Wasserstand erhält sich aber auch nicht vollständig im Dock, bis zum nächsten Hochwasser, weil theils die Undichtigkeit der Schleuse und theils die des Bodens ein merkliches Abfließen in das tief

herabsinkende Aufsenwasser veranlaßt. Diese Senkung beträgt in einer Fluthperiode und zwar bei Springfluthen, wo sie am größten ist, 6 bis 10 Zoll. Sie scheint vorzugsweise von der Undichtigkeit der Schleusen herzurühren, denn je größer die Weite derselben und je kleiner der Flotthafen ist, um so größer ist sie. Bei todten Fluthen, welche in dieser Beziehung vorzugsweise in Betracht kommen, ist sie nur ungefähr halb so groß, wie bei Springfluthen.

Die in den Flotthäfen eintretende Aufschlickung rührt, wenn man von den Verunreinigungen absieht, die sich durch anderweite Abführung des Wassers aus den Straßen und durch gehörige Ueberwachung vermeiden lassen, von den erdigen Theilchen her, die in dem Wasser schweben, welches entweder durch die Dockschleuse oder durch Umläufe in den Flotthafen tritt, und bei jedesmaliger Benutzung der Schleuse den innern Wasserstand mit dem äußern ausgleicht. Das Seewasser an sich ist rein, daher würde ein Dock unmittelbar an der offenen und tiefen See keiner Verschlammung ausgesetzt sein. Eine solche zeigt sich nur, wo ausgedehnte Untiefen davor liegen, über welche die Fluth einströmt, und von denen sie große Massen in sich aufnimmt. Namentlich geschieht dieses in den Flußmündungen, und an diesen liegen die meisten Häfen. Ein sehr günstiger Umstand ist es, daß die Ausgleichung des Wasserspiegels in den Flotthäfen um die Zeit des Hochwassers erfolgt, wo der Schlickgehalt geringer als im Anfang der Fluth ist (§ 12). Außerdem ist die Menge des Schlicks der zugeführten Wassermasse proportional, also der Höhe der Wasserschicht, die jedesmal hinzutritt. Im Flotthafen ist der hohe Stand des nächst vorhergegangenen Hochwassers, wenn auch nicht vollständig, so doch annähernd, bereits vorhanden, es bedarf also selbst in der Zeit, wenn das Hochwasser jeder folgenden Fluth eine größere Höhe erreicht, nur einer mäßigen Schicht, um den Wasserspiegel im Dock mit dem äußern auszugleichen. Aus diesen Gründen ist die Verflachung viel geringer, als in den Vorhäfen, die jedesmal vollständig und zwar während der ganzen Dauer der Fluth gefüllt werden.

Nichts desto weniger pflegen diese Verflachungen doch niemals ganz zu fehlen und man ist überall gezwungen, von Zeit zu Zeit, wenn auch nur nach einigen Jahren, den Flotthafen

durch Baggern zu vertiefen. Am stärksten sind die Niederschläge in der Nähe der Schleuse, weil das eintretende trübe Wasser sich hier vorzugsweise ansammelt, indem es das bereits im Hafen befindliche zurückdrängt. Dasselbe klärt sich wegen der mangelnden Bewegung vollständig, so daß alle Schlicktheilchen, die es enthält, niederschlagen. Wenn die Masse der jährlich zu beseitigenden Erde an sich auch nicht bedeutend ist, so treten doch der Baggerung in einem Flotthafen große Schwierigkeiten entgegen. Zunächst ist es jedenfalls mit Rücksicht auf die Feuersgefahr bedenklich, und zuweilen sogar bestimmt verboten, einen Dampfbagger dabei zu benutzen, weil kein Feuer in einem im Dock liegenden Schiff angemacht werden darf. Es muß bei dieser Gelegenheit daran erinnert werden, daß diejenigen Dampfboote, welche in bestimmten Tagesstunden abgehn, in den Vorhäfen bleiben, weil sie aus den Docks nur zur Zeit des Hochwassers auslaufen könnten. Die andern Dampfboote dagegen, sofern ihre großen Dimensionen nicht das Einlaufen in die Docks verbieten, müssen durch Bugsiren oder Warpen, also ohne Dampf aus- und eingebracht werden. Nichts desto weniger ist man in Bezug auf die Feuerung der Dampfboote und sonach auch der Dampfbagger in neuerer Zeit vielfach nachsichtiger geworden, als man früher war.

Ein andrer Umstand, der das Baggern in einem Dock wesentlich erschwert, ist der Schiffsverkehr, der vielfache Unterbrechungen veranlaßt, und oft auch insofern störend ist, als der zum kräftigen Betrieb des Baggers erforderliche Raum, gar nicht freigegeben werden kann. Endlich tritt noch der Uebelstand ein, daß man die gefüllten Prahme nur zur Zeit des Hochwassers ausbringen und gleichzeitig auch die leeren Prahme wieder einbringen muß. Hierdurch wird die Benutzung des Baggers wesentlich beschränkt. Wofern man nicht so viele Prahme disponibel hat, daß die Hälfte derselben schon das während 12 Stunden gehobene Material aufnehmen kann, so muß man den Bagger zeitweise außer Thätigkeit setzen, wodurch nicht nur die Arbeit vertheuert, sondern auch zum großen Nachtheil des Verkehrs die Dauer derselben ausgedehnt wird. Den Baggerschlick neben dem Dock auszukarren, verbietet sich gemeinhin durch den Mangel eines hierzu geeigneten Platzes.



Diese verschiedenen Umstände sind Veranlassung, daß man sich allgemein bemüht, die unvermeidlichen Verflachungen in einem Flotthafen auf das geringste Maafs zu beschränken. In dieser Beziehung muß die jedesmalige Senkung des Wasserspiegels so geringe, wie irgend möglich bleiben, denn je mehr Wasser abfließt, um so mehr muß beim nächsten Hochwasser wieder zugeführt werden. Die Aenderungen des äußern Wasserstandes sind aber am geringsten in der Zeit des Hochwassers, daher empfiehlt es sich, gerade diese Zeit zum Durchlassen der Schiffe zu benutzen, also nach Maafsgabe der Anzahl der letztern die Thore eben so lange vor, als nach dem Hochwasser geöffnet zu erhalten. Besonders wichtig ist diese Rücksicht bei Häfen, die an Strömen liegen, woselbst das Profil der Fluthwelle in dem obern Scheitel oft eine scharfe Ecke zeigt, also gar kein Stillstand eintritt, sondern das Steigen des Wassers plötzlich in ein starkes Fallen übergeht (§ 9).

Demnächst läßt sich der Abfluß aus dem Flotthafen auch dadurch wesentlich vermindern, daß man die einfache Dockschleuse, die nur aus einem einzelnen Haupt besteht, durch eine vollständige Kastenschleuse ersetzt. Wenn hierdurch auch nicht dem Wasserverlust ganz vorgebeugt werden kann, so wird derselbe doch viel geringer, weil die kleinern Schiffe vor und nach dem Eintritt des Hochwassers durchgehn, ohne daß der innere Wasserspiegel dem des äußern gleich zu sein braucht. Auch ist alsdann die Gelegenheit geboten, die Baggerprahme schon bei halber Fluth und noch bei halber Ebbe aus- und einzulassen. Das alte Dock in Bremerhaven, so wie auch das in späterer Zeit bei Geestemünde erbaute sind in dieser Art mit vollständigen Schiffsschleusen versehen\*). Diese Vorsicht ist gewiß insofern gerechtfertigt, als gerade hier die Aufschlickung übermächtig stark ist.

In manchen Englischen Häfen hat man statt einer Kammer-  
schleuse zu gleichem Zweck ein größeres Zwischenbassin

---

\*) Die Beschreibung der Schleuse des Geestemünder Hafens ist im XI. Jahrgang der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins mitgetheilt. Von der Schleuse des ältern Docks in Bremerhaven ist im zweiten Theil dieses Handbuchs § 74 die Rede gewesen.

erbaut, welches durch ein Schleusenhaupt von dem eigentlichen Dock und durch ein zweites von dem Strome getrennt ist. In diesem Bassin wird gewöhnlich ein mittlerer Wasserstand gehalten, woher es das Bassin der halben Fluth (half-tide basin) genannt wird. Sobald das äufsere Wasser sich bis zu seinem Niveau erhebt, so können Schiffe von mindrem Tiefgang aus- und einkommen, es setzt sich aber gewöhnlich mit dem Flotthafen erst in Verbindung, wenn das Hochwasser eingetreten ist. Es hat vor der gewöhnlichen Dockschleuse den Vorzug, dafs es eine grofse Anzahl von Schiffen aufnehmen kann, aber es steht derselben insofern nach, als es bei seinem jedesmaligen Gebrauch einer viel gröfsern Wassermasse zu seiner Füllung bedarf. Wird diese aus dem Flotthafen entnommen, so mufs sie später wieder durch neuen Zuflufs ersetzt werden. Oeffnet man dagegen die äufsern Thore schon bei halber Fluth, so tritt dieselbe Wassermasse sogleich von aussen hinein und in beiden Fällen erfolgen die betreffenden Niederschläge aus dem neuhinzukommenden Wasser entweder in dem Flotthafen oder im Zwischenbassin und müssen hier, wie dort, durch Baggern wieder beseitigt werden. Dergleichen Bassins der halben Fluth pflegt man daher nur einzurichten, wenn das Fluthwasser rein ist.

Wenn das Dock eine grofse Ausdehnung hat und das Hochwasser nicht lange anhält, vielmehr das Steigen sehr bald in ein schnelles Fallen übergeht, so kann die Ausgleichung des Wasserstandes nur langsam eintreten und es bildet sich deshalb in der geöffneten Schleuse eine heftige Strömung, welche den Durchgang der Schiffe erschwert und selbst gefährlich macht. Diese Strömung wird aber, je länger man zögert, immer stärker, weil das äufsere Wasser beim Beginn der Ebbe nicht so schnell sinkt, als wenn es schon tiefer abgefallen ist. Besonders ungünstig gestalten sich die Verhältnisse, wenn der Wasserstand im Dock von dem äufsern Wasser nicht erreicht wird, also wenn das vorhergehende Hochwasser bedeutend höher war. Alsdann mufs man durch die Schütze in den Thoren oder durch Umläufe das Niveau des Docks soweit senken, bis die Thore sich öffnen lassen, und in solchem Fall kann es geschehn, dafs dieses gar nicht gelingt, weil bei der eintretenden Ebbe das äufsere Wasser schneller sinkt, als das innere abfließt, und sonach die Niveau-

Differenz immer größer wird. Die Schifffahrt wird alsdann vollständig unterbrochen, und das Hochwasser geht vorüber, ohne daß ein Schiff ein- oder ausgebracht werden kann. Dieser Uebelstand hat Veranlassung gegeben, daß man das neue Dock in Bremerhaven weiter abwärts noch durch einen überwölbten Canal mit der Weser in Verbindung gesetzt hat, der neben dem Strom durch ein Schütz und in der Nähe des Docks durch eine Vorrichtung geschlossen wird, die einem Fächerthore nachgebildet ist. Mittelst gewisser Ventile kann unter dem Ueberdruck von der einen oder der andern Seite diese Verbindung beliebig geöffnet oder geschlossen werden.

Wenn die Kais eines Flotthafens unter dem Wasserstand liegen, der bei ungewöhnlichen Sturmfluthen eintritt, so müssen letztere vom Flotthafen abgehalten werden. Dieser Fall tritt in Englischen Häfen selten ein, wohl aber an der Deutschen und Niederländischen Nordseeküste. Die Ursache dieser Verschiedenheit beruht in dem Vorkommen der Sturmfluthen, welche auf dem südlichen Ufer der Nordsee zuweilen Wasserstände veranlassen, die das Maafs der Springfluthen weit übersteigen (§ 7). Das ganze Dock muß alsdann eingedeicht und die Dockschleuse in Verbindung mit den Deichen mit Fluththoren versehen werden.

Daß man zuweilen versucht hat, die Flotthäfen als Spülbassins zu benutzen, daß dieselben aber in mehrfacher Beziehung hiezu nicht geeignet sind, ist bereits bei Gelegenheit der Spülungen (§ 44) erwähnt worden.

Ueber die Dockschleusen ist wenig zu bemerken, da sie gemeinhin nichts andres, als gewöhnliche Schleusenhäupter mit einem einzigen Thorpaar sind, welches nach der Seite des Docks aufschlägt, also den hohen Wasserstand in demselben während der Ebbe und der folgenden Fluth zurückhält, bis es gegen das Ende der letztern sich entweder von selbst öffnet, oder nach einiger Ausgleichung des Niveaus geöffnet werden kann. Im II. Theil dieses Handbuchs und zwar Abschnitt XI sind mehrere dieser Dockschleusen beschrieben, wie auch daselbst (§ 67) die sehr solide Construction ihrer Thore. Die große Festigkeit derselben ist nicht nur wegen der Weite der Schleuse und wegen des starken Wasserdrucks geboten, dem sie gemeinhin ausgesetzt sind, sondern auch weil sie nicht mit der Vorsicht, wie die Thore von Canal-

schleusen, behandelt werden können. Namentlich erfolgt ihr Schluß gemeinhin nicht früher, als bis sich bereits eine starke Strömung in der Schleuse eingestellt hat, woher heftige Erschütterungen nicht zu fehlen pflegen. Andererseits werden sie aber auch schon geöffnet, wenn die Ausgleichung des Niveaus noch nicht vollständig eingetreten ist. Sehr zweckmäßig werden sie sowohl beim Schließen, als beim Öffnen, in der halben Höhe der Schlagsäulen durch Ketten gefaßt, die man mittelst kräftiger Winden anziehen oder zurückhalten kann.

Wenn der Fluthwechsel sehr groß ist, wie bei St. Malo und Granville, wo derselbe bei Springfluthen 36 und 39 Fuß beträgt, wagt man die einfachen Thore nicht dem ganzen Druck auszusetzen, wenn auch das Niedrigwasser weit unter die Schlagschwellen hinabsinkt. Man bringt alsdann in der Dockschleuse zwei Paar Ebbethore an, auf welche mittelst der Schütze der Druck gleichmäßig vertheilt wird. Dafs zuweilen auch ein Paar Fluththore, die also nach außen aufschlagen, noch hinzugefügt wird, um das höchste Wasser vom Dock abzuhalten, ist bereits erwähnt.

In manchen Fällen wird eine zweite Thorkammer für Ebbe- thore neben der ersten angebracht, um ohne Störung des Verkehrs neue Thore einhängen zu können, falls die ältern nicht mehr sicher sind. Zu diesem Zweck pflegt man auch für andre Abschlüsse zu sorgen. Dambalken sind bei der großen Weite dieser Schleusen meist nicht zu gebrauchen, dafür werden aber zuweilen Pontonthore benutzt, wie sie zum Schließen der Trockendocks üblich sind. Diese sind große hölzerne oder eiserne passend geformte Fahrzeuge, deren Kiel und deren beide Steven in die Nuthen am Boden und an den Seitenmauern der Schleuse so genau schließend eingreifen, dafs dadurch der Abfluß des Wassers vollständig gehindert wird. Gehören die verschiedenen Docks eines Hafens nicht verschiedenen Gesellschaften, so werden die Schleusen so übereinstimmend ausgeführt, dafs dasselbe Pontonthor nach Bedürfnis bei einem oder dem andern zu benutzen ist.

Wenn der Eingang zum Flotthafen auch durch den Vorhafen geschützt wird, so treten dennoch nicht selten in den letztern hohe Wellen ein, welche die Dockschleuse treffen. Indem dabei der Druck gegen die Außenseite der Thore abwechselnd

schwächer und stärker wird, so öffnen und schliessen sich diese, so lange die Niveau-Differenz zwischen dem innern und äufsern Wasserstand noch geringe ist. Dabei findet aber fortwährend eine Ausgleichung des Wasserstandes statt, das Niveau im Dock senkt sich also, während das Wasser im Vorhafen fällt, und wenn endlich auch der Druck von der Binnenseite so groß wird, daß der Stofs der Wellen denselben nicht mehr überwindet, so pflegen doch, wenn dieses nicht durch besondere Vorkehrungen veranlaßt wird, die Thore lange Zeit hindurch auf- und zuzuschlagen, wobei sie theils selbst leiden, theils aber auch der Wasserstand im Dock unnöthiger Weise gesenkt wird. Die Bewegungen, welche die Thore dabei machen, sind keineswegs ganz unbedeutend, vielmehr pflegen sich ihre Schlagsäulen 1 bis 2 Fufs von den DrempeIn zu entfernen.

Bei mäfsiger Schleusenweite kann man durch Feststellen der Winden, mittelst derer die Thore geschlossen werden, diesem Hin- und Herschlagen schon vorbeugen. Wenn dagegen die Schleusenweite mehr als 40 Fufs beträgt, so ist bei starkem Wellenschlag dieses Mittel nicht mehr genügend, weil eines Theils der zu Zeiten eintretende Druck für die Kette und die Winde gefährlich wird, andern Theils aber auch das Thor, das nur in seiner halben Höhe an der Schlagsäule gehalten wird, sowohl oben wie unten durchbiegt, und dadurch in seiner Verbindung leidet. Es kommt demnach darauf an, jedes Thor in seiner ganzen Höhe abzusteißen, und zwar gegen diejenigen Verbandstücke, auf denen vorzugsweise seine Festigkeit beruht, also gegen die Riegel.

Anordnungen dieser Art sieht man mehrfach in den Französischen Häfen am Canal. Fig. 225 *a* und *b* zeigt eine solche im horizontalen Durchschnitt und in der Ansicht von der Seite. Die letzte Figur in der Richtung *CDE* der ersten gezeichnet, enthält zugleich den verticalen Querschnitt durch das Schleusenthor. Zwei Rahmen, wie Schleusenthore geformt und verbunden, befinden sich in den Thornischen, in welche die Schleusenthore zurückschlagen. Diese Rahmen stehn alsdann, wie die punktirten Linien in Fig. 225 *a* andeuten, zunächst neben den Mauern. Schließt man die Thore, so schiebt man diese Rahmen vor. Sie lehnen sich alsdann mit ihren Schlagsäulen an kreisförmig, jedoch etwas excentrisch ausgeschnittene Knaggen auf den Riegeln der

Thore. Je weiter sie vorgeschoben werden, um so fester stellen sie sich gegen die Thore in Folge der excentrischen Flächen. Bei der Bewegung, die das Thor, selbst bei schwachem Wellenschlag macht, ist es leicht, sie soweit vorzuschieben, dafs die Thore fest gehalten werden. Sie würden indessen eben so leicht wieder zurückgehn, wenn sie nicht noch auf andre Art festgestellt würden. Die beiden Rahmen werden daher zusammengebunden und nunmehr erfüllen sie vollständig ihren Zweck. Soll die Dockschleuse geöffnet werden, so wird zunächst das Tau gelöst, mittelst dessen beide Rahmen mit einander verbunden waren, und wenn die Thore wegen des höhern Wasserstandes im Vorhafen sich öffnen können, schiebt man jene Rahmen in die Thorischen zurück.

In Frankreich nennt man diese Rahmen *Valets*. Dieselben setzen sich, wie die Zeichnung ergiebt, aus je einer Wendesäule und Schlagsäule und mehreren Riegeln zusammen. Die Säulen sind  $11\frac{1}{2}$  Zoll stark und 15 Zoll breit, die Riegel dagegen nur 10 Zoll stark, doch werden sie unter sich dreimal durch je zwei verticale aufgebolzte Zangen verbunden. Aufserdem dienen vier eiserne Stangen und zwei Schienen zur sichern Verbindung der Wendesäule mit der Schlagsäule, von denen die erstern mittelst Schraubenmuttern auch später nachgezogen werden können. Endlich wird das Sacken des Rahmens durch zwei gleichfalls mit Schraubengewinden versehene Zugbänder verhindert.

Die beschriebene Absteifung der Thore bietet noch Gelegenheit, etwas höhere Fluthen von dem Dock abzuhalten. Wenn nämlich kein Schiff ein- oder ausgebracht werden soll, also das Oeffnen der Schleuse während des Hochwassers nicht erforderlich ist, so bleiben die Thore selbst in dem Fall geschlossen, wenn der Wasserstand im Vorhafen denjenigen im Dock übersteigt. Bedeutend darf die Differenz nicht sein, sonst würden die Schleusenthore und noch mehr die Strebethore leiden, aber man soll zuweilen selbst einen äufsern Wasserstand von 1 Meter über dem des Docks zurückgehalten haben.

An den Ufern solcher Meere, worin die Fluthwelle eine merkliche Höhe erreicht, bildet sich häufig in geschützten Buchten oder in den Mündungen kleiner Flüsse einiger Schiffsverkehr. Die Fahrzeuge von geringem Tiefgang, die hier einlaufen, bleiben

aber nicht schwimmen, stellen sich vielmehr bei fallendem Wasser auf den Grund und zwar oft so vollständig, daß man am Ende der Ebbe trockenen Fußes zu ihnen gelangen kann. Damit sie dabei nicht leiden, müssen sie flache Boden haben und hinreichend fest gebaut sein, auch darf der Grund nur aus weicher und nachgiebiger Masse, oder aus Sand bestehn, und es werden solche Stellen für sie ausgesucht, wo dieser recht eben ist.

Dabei tritt jedoch, wie dieses beispielsweise in der Geeste geschehn ist, zuweilen der höchst gefährliche Uebelstand ein, daß der zähe Thonboden so fest an dem Fahrzeuge haftet, daß das steigende Wasser nicht dazwischen eindringen, und sonach auch das Schiff nicht heben kann. Letzteres bleibt also in der Tiefe und wird von der steigenden Fluth gefüllt. Ist dieses zu besorgen, so wird, während das Schiff noch schwimmt, eine Kette unter dem Boden desselben von einer Seite nach der andern hindurchgezogen, und dieselbe beim Beginn der folgenden Fluth hin und her bewegt, und hierdurch dem Wasser der Zutritt eröffnet.

Ueber die offenen Häfen, die mit dem Meer in unmittelbarer Verbindung stehn, bleibt nur zu erwähnen, daß dieselben in unserm Klima zuweilen durch Eis gesperrt werden, das sowohl in den Häfen selbst, als auch in den Tiefen, also in den Verbindungen mit dem Meer sich bildet. Bei Beschreibung des Pillauer Hafens ist hiervon bereits die Rede gewesen, und erwähnt, daß namentlich der hintere Theil dieses Hafens bei anhaltendem Frost dadurch dem Verkehr verschlossen bleibt. Man pflegt alsdann bei besonderer Veranlassung mit bedeutenden Kosten eine Rinne künstlich zu eröffnen und zwar geschieht dieses vorzugsweise in der Art, daß große Eistafeln ausgesägt und unter das daneben befindliche Eis geschoben werden. Man bedient sich dabei der gewöhnlichen Brettschneidersäge, die aber am untern Ende mit angehängten Gewichten beschwert sein muß. Eine solche ist bei festem Eise von 2 Fuß Stärke noch bequem zu benutzen.

Dieses Verfahren läßt sich indessen nicht mehr in Anwendung bringen, wenn es darauf ankommt, längere Fahrwasser, wie etwa durch das Haff nach Königsberg zu eröffnen. Eiserne Dampfschiffe durchbrechen freilich schwächere Eisdecken, ohne selbst dabei beschädigt zu werden, doch hat man in neuerer Zeit solche

eigens zu diesem Zweck erbaut. Namentlich ist dieses wiederholentlich in Amerikanischen Häfen geschehn, auch existiren seit einigen Jahren drei solche in Hamburg, die zur Zeit des Frostes, täglich von hier aus bis zur eisfreien Unterelbe hin- und hergehn und für die auf- und abkommenden Schiffe eine Rinne frei erhalten.

Die beiden größern dieser Hamburger Eisschiffe sind eiserne Schraubendampfer, 130 Fufs lang, im Hauptspant 32 Fufs breit und von 12 Fufs Tiefgang. Der Vorderstevan ist stark vorn übergeneigt und stellt sich nicht stumpf gegen den Kiel, sondern schließt sich in sanfter Krümmung an ihn an, so daß letzterer gleichsam seine Fortsetzung bildet. Die Wirksamkeit des Schiffs beruht darauf, daß dasselbe beim Gegenstoßen sich vorn erhebt und durch sein Gewicht das Eis zerbricht, auf welches es aufgefahren ist. Es kommt also darauf an, es vorn zu heben. Zu diesem Zweck ist der Bug möglichst voll gehalten, und außerdem ist der hintere Theil des Raums durch ein Schott wasserdicht abgeschlossen, und wenn hier Wasser eingelassen wird, so stellt das Schiff sich noch schräger und steigt um so leichter auf das Eis. Es soll alsdann noch eine bis 5 Fufs starke Decke zusammengeschobenen Eises durchbrechen. Dem stärksten Angriff ist der Bug ausgesetzt, die Spanten liegen in demselben sehr nahe neben einander und das Blech ist hier 1 Zoll stark. Damit aber der weiter rückwärts liegende Theil nicht etwa vom Eise eingeschlossen wird, so ist der Hauptspant sehr weit nach vorn geschoben und von ihm ab vermindert sich die Breite des Schiffs.

Beim Auffahren auf das Eis wird dieses durch viele strahlenförmige Risse zerbrochen, und wenn die Schollen dahinter auch wieder zusammentreten, so ist der Durchgang einem folgenden Schiffe doch eröffnet, und nicht selten versieht das Eisschiff für dieses auch den Dienst als Schlepper.

### § 85.

## Hafenwände.

Damit ein bequemer Verkehr zwischen den Schiffen und den Kais sich darstellen kann, müssen letztere sich steil aus der Tiefe



erheben, sie müssen also sich gegen senkrechte, oder doch nur wenig geneigte Wände lehnen. Diese Wände sind bei dem großen Tiefgang der Seeschiffe einem starken Erddruck ausgesetzt, und müssen daher sehr solide ausgeführt sein. Dazu kommt noch, daß in denjenigen Häfen, wo der Fluthwechsel bedeutend ist, die Hinterfüllungserde in kurzen Zwischenzeiten bis zu großer Höhe mit Wasser getränkt wird, welches bei dem darauf folgenden niedrigen Wasser den Seitendruck wesentlich verstärkt und zugleich die Cohäsion und die Reibung vermindert. Selbst bei den Kaimauern der Flotthäfen oder der Docks muß man hierauf Rücksicht nehmen, denn wenn in denselben auch das Hochwasser zurückgehalten wird, also die eintretenden Differenzen weniger bedeutend sind, auch nicht in so kurzen Zwischenzeiten sich darstellen, so darf man die periodisch nöthigen Reparaturen der Schleuse oder der Mauern nicht unbeachtet lassen, wobei der volle Fluthwechsel einzutreten pflegt. Die Mauern müssen aber auch so fest sein, daß sie unmittelbar nach ihrer Ausführung und Hinterfüllung, bevor das Wasser in das Dock eingelassen ist, also in einer Zeit, wenn der Erddruck noch stärker ist, als später, nicht einstürzen, wie dieses im neuen Dock zu Bremerhaven geschah. Bei Ausführung massiver Hafenvände tritt noch häufig die Schwierigkeit hinzu, daß der Untergrund bis zu großer Tiefe aus Schlamm und Moor besteht, also die Fundirung theils gegen das Versacken und theils gegen das Verschieben gesichert werden muß.

Im Allgemeinen wird die Umschließung der Häfen durch den Fluthwechsel in sofern erleichtert, als bei kleinem Wasser und namentlich zur Zeit der Springfluthen die Sohle ganz oder beinahe trocken ist. Die Anwendung von Holzconstruktionen verbietet sich aber in diesen Häfen, weil solche bei dem wechselnden Wasserstand zu vergänglich sein würden. Selbst die Flotthäfen, worin ein constanter Wasserstand erhalten wird, hat man nur selten mit Bohlwerken eingefast. An denjenigen Meeren, die keinen bedeutenden Fluthwechsel zeigen, müssen die Mauern bis tief unter Wasser herabgeführt werden, es hindert aber nichts, Holzwände hier zu wählen, deren Ausführung leichter ist, und die sich unverseht erhalten, soweit sie unter Wasser bleiben, oder nur vorübergehend wenig über dasselbe vortreten. Dabei

mufs auch auf den Bohrwurm Rücksicht genommen werden. Wo dieser sich zeigt, darf das Holz mehrere Fufs tief nicht mit dem offenen Wasser in Berührung treten. Am Mittelländischen Meere verbieten sich daher die Holzconstructions, wohl aber empfehlen sie sich an der Ostsee, wo wegen des schwachen Salzgehaltes der Bohrwurm beinahe gar nicht vorkommt, die Holzpreise dagegen sehr mäfsig sind.

In der einfachsten Weise schliesst man einen Hafen durch Pfahlwände ein, worin die einzelnen Pfähle etwa 3 Fufs von Mitte zu Mitte entfernt sind, und hinter welche man gewöhnliche Faschinen oder auch Senkfaschinen packt, die demnächst mit Erde oder Sand hinterfüllt werden. Diese Methode war früher in Stolz- und Mündungen üblich. Sie bietet indessen keineswegs die nöthige Sicherheit. Die Faschinen sind nicht nur über Wasser sehr vergänglich, sondern sie lassen sich auch, wenn sie einzeln liegen, nicht so dicht verpacken, dafs sie namentlich bei einigem Wellenschlag das Hindurchfallen der Erde verhindern. Auch in dem alten Dock zu Bremerhaven hatte man ursprünglich diese Constructionsart gewählt, doch mufste dieselbe sehr bald durch Kaimauern ersetzt werden. Jene Packung veranlafste nämlich nicht nur ein fortwährendes Einsinken der Strassen, sondern es trat dabei noch ein anderer höchst gefährlicher Uebelstand ein. In den Faschinen nisteten nämlich Wasserratten in zahlloser Menge. Man sah sie stets über den Hafen schwimmen und dicht über dem Wasserspiegel nagten sie die Schiffe an und durchbohrten dieselben sogar vollständig, so dafs beim Beladen zuweilen das Wasser so stark eindrang, dafs das Schiff wieder gelichtet und reparirt werden mufste.

Wie bedenklich die Hinterpackung einer Pfahlreihe mit Faschinen als Hafenwand auch sein mag, so ist man dennoch in manchen Fällen gezwungen, darauf zurückzukommen. Wenn nämlich in einem der Fluth und Ebbe nicht ausgesetzten Hafen die Wassertiefe etwa 40 Fufs beträgt, also die Pfähle keinen sichern Stand gewinnen können, auch der Untergrund so unrein ist, dafs man von der Ausführung einer Spundwand oder einer dicht schließenden Balkenwand absehn mufs, so bleibt nichts andres übrig, als eine Pfahlwand mit Faschinen zu hinterfüllen. Es wird dadurch der Vortheil erreicht, dafs der Erddruck, der wegen der

mangelnden Cohäsion der neuen Hinterfüllung anfangs besonders stark zu sein pflegt, sich bedeutend ermäßigt, während der weitere Abbruch des dahinter liegenden Ufers schon sicher verhindert wird. Die Methode ist folgende.

Man stellt eine möglichst geschlossene Pfahlwand dar, deren einzelne Pfähle aus Rundhölzern bestehen und sich in den nach oben gekehrten Stammenden berühren. Sie müssen etwa um die Hälfte, oder wenigstens um den dritten Theil der Wassertiefe länger sein, als diese ist. Bei den üblichen Holzstärken rechnet man auf die laufende Ruthe 10 Stück solcher Pfähle. Sie werden aber nicht lothrecht, sondern um 7 bis 15 Grade rückwärts geneigt unter die Ramme gestellt, um dem Erddruck mehr Widerstand zu leisten. Man treibt sie so weit ein, daß ihre Köpfe etwa 1 Fuß über Mittelwasser vortreten, also fortwährend benetzt bleiben. In der Höhe des Mittelwassers lehnen sie sich gegen eine auf der Hafenseite angebrachte starke Zange und diese wird landwärts verankert. Die Anker sind so lang, daß sie in den fest abgelagerten Grund dahinter eingreifen, und werden wegen ihrer Länge noch durch Zwischenpfähle unterstützt. Dieser starken Verankerung ohnerachtet darf dennoch die Wand nicht sogleich vollständig hinterfüllt werden, weil sonst entweder die Anker zerreißen, oder die Wand mit diesen zugleich herübergedrückt werden könnte. Für spätere Zeiten ist diese Besorgniß weniger bedeutend, da die Erde, besonders wenn sie durch Baggern gewonnen wird, zunächst noch so stark mit Wasser vermenget ist, daß sie sich nicht sogleich geschlossen ablagert. Etwas Aehnliches gilt auch von der Faschinenpackung. Es wird sonach eine vorläufige Hinterfüllung eingeführt, deren Ueberhöhung und sorgfältige Unterhaltung für die nächsten Jahre in Aussicht genommen werden muß, bis endlich ein so stabiler Zustand eingetreten ist, daß das Ufer regulirt und abgepflastert werden kann.

Um die Faschinen bei der großen Wassertiefe sicher und bequem verpacken zu können, wird im Abstände von 8 Fuß auf der Landseite der neuen Pfahlwand noch eine zweite Reihe schwacher Pfähle gestellt, welche den mit Faschinen auszapackenden Raum auch von Innen einschließt. Häufig ist dieses entbehrlich, indem die alte Ufereinfassung hierzu dient. Indem die Faschinen hier nicht fortreiben, noch auch seitwärts ausweichen

können, so darf man sie nur neben einander und zwar parallel zum Ufer auf das Wasser werfen. Durch ihr eignes Gewicht tauchen sie schon ein, und dieses geschieht vollständig, wenn die Arbeiter darauf treten und durch sorgfältiges Verlegen die Packung erhöhen. Es kommt nur darauf an, die Bildung von offenen Querfugen zu vermeiden, durch welche das Wasser unmittelbar hindurchdringen und die Hinterfüllungserde auswaschen könnte. Aus diesem Grund kann die Verbindung zu Senkstücken und Senkfaschinen nicht gebilligt werden, und selbst die Ueberdeckung der Lagen mit Querwürsten ist nicht angemessen. Diese und ähnliche Vorsichtsmaafsregeln sind aber auch ganz entbehrlich, weil die Faschinen nicht entweichen können, und weil sie bei dem spätern Nachsacken unter dem Druck, den sie theils von oben und theils von der Landseite durch die Hinterfüllungserde erfahren, sich fester ablagern und sicherer gegen die Pfahlwand lehnen, als dieses bei ihrer Versenkung künstlich veranlaßt werden kann. Selbst wenn sie irgendwo anfangs den Grund nicht erreichen sollten, und sonach einige Auswaschung der Erde hinter den Pfählen einträte, so kann dieser Uebelstand bei der dauernden Sackung nicht nachtheilig sein, wohl aber wäre dieses zu besorgen, wenn man etwa zwischen Senkstücken Querfugen gebildet hätte, die sich nicht schliesen lassen.

Die Faschinen werden bis einige Fufs hoch über Wasser gepackt und mit einer Lage gröfserer Steine überdeckt, der Raum dahinter aber gleichzeitig in Lagen von mäfsiger Stärke mit Baggererde ausgefüllt. Letztere darf nicht sogleich in grofser Höhe aufgeschüttet werden, weil sie alsdann einen zu starken Druck gegen die Pfahlwand ausüben würde, vielmehr mufs sie immer Gelegenheit haben, sich möglichst fest abzulagern, bevor eine neue Schicht darüber gebracht wird. Auch darf in der ersten Zeit die Schüttung nicht über Wasser heraufreichen. Dafs die Faschinen stark versacken und die darauf liegenden Steine bald eine unregelmäßige Oberfläche annehmen, läfst sich nicht vermeiden, wenn aber die Steine unter den Wasserspiegel herabsinken, so hebt man sie ab, erhöht die Faschinenpackung und bringt die Steinlage wieder auf. Dieses Versacken wird indessen nach und nach immer geringer, und hört nach einigen Jahren fast ganz auf. Alsdann kann man zur definitiven Regulirung des

Ufers übergeh'n. Die Hinterfüllung mit Erde ist inzwischen bis über Wasser erfolgt, und nunmehr entfernt man wieder die Steinlage und mit ihr alle Faschinen, die vielleicht noch nicht unter Wasser herabgesunken sein sollten. Alsdann wird eine Steinpackung nach Maafsgabe der beabsichtigten Dossirung darüber ausgeführt und abgepflastert. Der Fuß des Pflasters liegt, um den Seitendruck gegen die Wand möglichst zu vermindern, in der Höhe des mittleren Wasserstandes. Die äußern Steine, sowohl in der Schüttung wie im Pflaster, müssen so groß sein, daß sie durch die Fugen zwischen den Pfählen nicht hindurchfallen. Sollten aber einzelne Fugen besonders weit geöffnet sein, so kann man dieselben durch Bohlen schließen, die auf der Uferseite neben der Pfahlwand eingeschoben werden.

Wenn gegen das so geschützte Ufer Schiffe gelegt werden sollen, so muß man, um das Aufsetzen derselben auf die Zangen und die Pfahlköpfe zu verhindern, in Abständen von mindestens 12 Fuß davor Pfähle einrammen, die, wenn sie schräge gestellt sind, der Wand noch eine neue Unterstüßung bieten. Sie werden gegen die Zange gebolzt, doch darf an ihrer äußern Seite kein Eisen vortreten, weil dadurch die Schiffe beschädigt werden würden.

Ein Bau dieser Art wurde 1863 in Swinemünde begonnen. Das rechte Ufer der Swine bildet oberhalb des Oster-Nothhafens (Fig. 101) eine stark zurücktretende Bucht, in welche sowohl der eingehende, wie der ausgehende Strom einfällt und Tiefen von 30 bis über 40 Fuß dargestellt hat. Dieses Ufer war schon früher durch eine Pfahlwand geschützt, die man durch davor gelegte Senkstücke mit Steinbeschwerung zu halten versucht hatte. Der Versuch war indessen nicht gelungen, vielmehr wich die Wand stark über und drohte stellenweise den Einsturz, während das Ufer dahinter abbrach und versank. Bei dem nothwendigen Umbau mußte die scharfe Bucht beseitigt werden, die neue Uferlinie wurde demnach in gleichmäßiger sanfter Krümmung vorgeschoben. Die zu durchbauenden Tiefen wurden bei dieser Verlegung noch größer und außerdem traf die neue Wand auf die Senkstücke und die darüber liegenden Steine, woher von jedem Versuch, sie an sich zu dichten, abgesehen werden mußte. Der Bau wurde in vorstehender Weise ausgeführt, doch hielt der

leitende Baubeamte Anfangs das Verpacken der Faschinen ohne Verbindung für zu bedenklich, woher er Senkstücke wählte, die jedoch den nothwendigen dichten Schluß unmöglich machten.

Gegenwärtig ist die Ufereinfassung beinahe beendigt, indem die Aufschüttung bis über das höchste Wasser erfolgt ist, und gegen diese vom Strom aus eine dreifüßige überpflasterte Steinböschung ansteigt. Von den ursprünglich angebrachten hölzernen Ankerlösen lösten sich grofsentheils die eisernen Bügel, die nicht hinreichend befestigt waren. Es sind dafür später eiserne Stabanker eingezogen. Hiervon abgesehn hat der ganze Bau keine Beschädigungen erlitten, noch auch irgend welche Gefahr drohenden Veränderungen gezeigt.

Bei mäfsigen Holzpreisen werden solche Häfen häufig mit Bohlwerken eingefafst, und wenn dabei auch vielfache Reparaturen nothwendig sind, so läfst sich doch nicht verkennen, dafs bei sorgfältiger Ausführung das Ufer dadurch vollständig geschützt, auch die Schifffahrt in keiner Weise belästigt wird. Um die periodisch nothwendigen Reparaturen auf das geringste Maafs zu beschränken, ist es jedoch dringend geboten, den wichtigsten Theil des Bohlwerks, nämlich den unter Wasser befindlichen, oder die Spundwand getrennt zu behandeln, so dafs diese bei der Erneuerung der obern Wand unberührt bleibt. Der Theil des Bohlwerks, der über dem gewöhnlichen Wasserstand liegt, also abwechselnd naß und trocken wird, ist freilich nicht länger, als etwa 15 Jahre zu erhalten, alsdann muß er erneut werden, und schon früher pflegen mehrfache Reparaturen nöthig zu werden, die indessen ebenso wie die Erneuerungen weder besonders kostbar noch schwierig sind.

Der grofse Vorzug der Bohlwerke vor den massiven Mauern besteht darin, dafs bei der Ausführung derselben weder die Erbauung von Fangedämmen, noch die Trockenlegung der Baugrube, noch auch kostbare Fundirungen nöthig sind, und der Bau an sich so wenig Gewicht hat, dafs er, abgesehn von der Hinterfüllungserde, von einem unhaltbaren Boden noch sicher getragen wird. Die Anbringung einer dichten Spundwand, oder bei geringeren Wassertiefen einer Stülpwand, ist indessen dringend nöthig, weil sonst die Hinterfüllungserde bei jeder auch nur mäfsigen Wellenbewegung ausgespült wird und nachstürzt. Es

giebt freilich in unsern Häfen noch hölzerne Ufereinfassungen, denen die Spundwand fehlt, dabei treten indessen sehr häufige Beschädigungen ein und nicht selten muß man mehrmals in einem Jahre, wenn der Boden eingesunken ist, dieselbe Stelle aufgraben und durch vorgestofsene Bohlen und eingeworfene Faschinen zu dichten versuchen.

Ist die Wassertiefe vor einem solchen Bohlwerk sehr groß, und erhebt sich dasselbe zugleich bis zu einer bedeutenden Höhe, wie dieses bei dem sogenannten hohen Bohlwerk in Pillau der Fall ist, so werden die Reparaturen dieser Art besonders schwierig, und ich fand es alsdann vortheilhaft, nach der Auspackung mit Faschinen unter Wasser auf die untern Anker einen dichten horizontalen Holzboden zu legen, der sich an die Bohlenwand gut anschloß, und auf ihn die Hinterfüllungserde zu werfen. Um das Ausspülen und Nachstürzen der Erde zu verhindern, ist es üblich, unmittelbar hinter die Holzwand nicht den abgegrabenen Boden, sondern eine etwa 1 Fuß starke Lage von zähem Thon zu bringen, wodurch zugleich der Bildung von Schwamm vorgebeugt wird. In Pillau werden in neuerer Zeit, wie bereits § 21 erwähnt ist, statt des Thons zerschlagene Steine angewendet.

Endlich ist noch darauf aufmerksam zu machen, daß in den Häfen die Schiffe vielfach nicht langsam an das Ufer gelegt werden, sondern oft in stärkerer Fahrt dagegen stoßen. Es geschieht alsdann nicht selten, daß sie das Bohlwerk einige Zoll weit zurückdrängen, wodurch nicht nur die Hinterfüllungserde gelockert, sondern auch die Bohlenwand gelöst wird, und wohl gar die Holme zerbrechen. Es kommt sonach darauf an, das Bohlwerk nicht nur gegen den Erddruck von der innern Seite, sondern auch gegen die Stöße von außen zu sichern, und dieses kann nur durch Verankerung in beiden Richtungen geschehn. Man stellt nämlich nicht nur zwei Ankerpfähle vor den Ankerriegel, sondern noch einen dritten Pfahl vor den Kopf des Ankerbalkens, und veranlaßt durch scharf eingetriebene breite Keile von Eichenholz gleich beim Verlegen die nöthige Spannung, so daß eine weitere Bewegung nicht erfolgen kann. Diese Anker müssen aber, wenn sie das Bohlwerk gegen äußere Stöße sichern sollen, ziemlich nahe, nämlich etwa in 6 Fuß Abstand von ein-

ander angebracht sein, auch dürfen sie keine große Länge haben, weil sie in diesem Fall durchbiegen würden.

Nachdem im II. Theil dieses Handbuchs § 6 die verschiedenen Constructionen der Bohlwerke ausführlich beschrieben sind, werden die vorstehenden allgemeinen Bemerkungen genügen.

Sehr vortheilhaft läßt sich in denjenigen Häfen, in welchen kein bedeutender Fluthwechsel stattfindet, der Holzbau mit dem Massivbau verbinden, ohne daß man dabei eines Fangedamms bedarf, während dennoch die Construction sicher und zugleich dauerhaft ist, indem das Holz stets unter Wasser oder wenigstens stets naß bleibt. Fig. 226 zeigt einen Bau dieser Art im Querschnitt. Demselben ist noch die Ladebrücke beigefügt, die vielfach fehlt, die man aber häufig zur Bequemlichkeit des Verkehrs damit verbindet. Sie ist jedoch großen Beschädigungen ausgesetzt, und muß daher in kürzeren Zwischenzeiten reparirt und erneut werden.

Mit der Darstellung einer starken Spundwand wird der Bau begonnen. Dieselbe wird in gleicher Weise, wie bei Gelegenheit der Bohlwerke ausführlich beschrieben ist, horizontal abgeschnitten, und mit einem Fachbaum versehen, dessen obere Fläche im Niveau des mittleren Wasserstandes liegt. In Abständen von 8 bis 12 Fufs werden Pfähle davor schräge eingerammt und durch eiserne Bügel mit Erdankern in gewöhnlicher Art verbunden. Will man allein die Ufereinfassung darstellen, an welche nicht Schiffe, sondern vielleicht nur Böte oder Baggerprahme anlegen, so kann man diese Pfähle nahe über dem eisernen Bügel abschneiden, und sie sind alsdann gleichfalls gegen Fäulniß und baldige Zerstörung geschützt.

Der Druck gegen die Spundwand wird wesentlich vermindert und zugleich bei nachgiebigem Untergrund der Bau gegen Versackung gesichert, wenn man statt einer steilen Mauer eine schräge Steinböschung ausführt. Dieselbe muß neben der Spundwand bis unter Wasser herabreichen, damit, soweit der Wellenschlag ein Heben und Senken des Wasserspiegels im Innern veranlaßt, keine Erdtheilchen ausgespült werden. Die Steinpackung wird schließlich abgepflastert und das Pflaster lehnt sich gegen die Spundwand. Man kann auch, falls die Ladebrücke nicht angebracht



wird, in passenden Abständen Steinstufen statt der Pflastersteine verlegen und dadurch das Ufer leichter zugänglich machen.

Wenn dagegen Schiffe anlegen sollen, so müssen die Pfähle weiter hinaufreichen. Bei Ausführung des Baues kann man hierzu diejenigen Pfähle benutzen, welche zur Verankerung dienen. Wenn dieselben jedoch später in den obern Theilen schadhaft werden, so schneidet man sie soweit ab, daß sie nur noch den letzten Zweck erfüllen, und um die Schiffe gegen das Aufsetzen auf ihre Köpfe zu sichern, werden andre Pfähle daneben eingerammt. In beiden Fällen ist es vortheilhaft, die Pfähle durch darüber gelegte Holme zu verbinden, um ihnen theils eine größere Widerstandsfähigkeit zu geben, theils aber auch um zur Darstellung einer Verbindung zwischen dem Ufer und den davor liegenden Schiffen Gelegenheit zu bieten. Man darf nämlich alsdann nur eine leichte Laufbrücke auf das Ufer und den Holm legen, wodurch schon zum Laden und Löschen der meisten Güter Gelegenheit geboten wird. Eine Anlage dieser Art bestand vor längerer Zeit am Russischen Damm im Pillauer Hafen.

Der Verkehr wird indessen wesentlich erleichtert, wenn man die Ladebrücke in der ganzen Länge der Ufereinfassung in der Art ausführt, wie die Figur zeigt. Es werden alsdann in Entfernungen, welche dem Gewicht der zeitweisen Belastung der Brücke entsprechen, Querbalken aufgebracht, und darüber ein vollständiger Bohlenbelag ausgeführt. Die Anbringung eines Geländers würde nur die Kosten vermehren und zugleich für den Verkehr störend sein, in Seehäfen kommen solche auch niemals vor. Ein in geringer Höhe über den Bohlenbelag vortretender Rand vermindert aber nicht die Gefahr, daß Personen hinüberstürzen, vielmehr vermehrt er dieselbe. Dagegen ist es nicht ungewöhnlich, die Ladebrücke nach dem Ufer hin etwas abfallen zu lassen, damit nicht etwa Fässer in den Hafen rollen. Sollte die Ladebrücke an einer Stelle liegen, wo zuweilen ein so starker Wellenschlag eintritt, daß die Wellen aufwärts dagegen stoßen, so dürfen nur schmale Bohlen verwendet werden, und dazwischen müssen weite Fugen offen bleiben, um diesen Stofs zu mäfsigen. Bei besonders ungünstiger Lage ist man sogar gezwungen, aus demselben Grund statt der Bohlen, starke Latten anzuwenden,

die an ihrer untern Seite zugeschärft sind, um keine breiten Flächen dem Stofs der Wellen entgegenzusetzen.

Vor Rotterdam, wie in andern Niederländischen Häfen, sieht man häufig die Ufer einfüßig abgeböschet und mit gebrannten Steinen übermauert. Dieses ist aber keineswegs nur eine Verkleidung, vielmehr sind es vollständige und meist recht starke Mauern, die in der Höhe des Niedrigwassers sich gegen Spundwände lehnen, die aber zur Mäsigung des Drucks in den vordern Flächen stark geneigt sind. Sie werden in horizontalen Schichten ausgeführt, damit aber ihre äufsern Flächen durch Steine gebildet werden, die nicht verhauen sind, vielmehr die festere Brandkruste behalten haben, so werden jene ersten Schichten schon im Innern abgebrochen und bilden hier Abtreppungen, die mit schräge gestellten Steinen verkleidet werden. Dabei ist das Verhauen freilich nicht zu vermeiden, doch trifft dieses nur die nach innen gekehrten Seiten der Steine, während die äufsern Flächen derselben, die der Einwirkung des Wassers und des Frostes ausgesetzt sind, unversehrt bleiben. Diese Mauern werden in vollen Fugen mit Cementmörtel ausgeführt, so dafs kein Wasser hineindringen kann. Mit festen Ladebrücken sind sie nicht versehn, doch werden zuweilen zur Vermittelung des Verkehrs Bohlen und leichte Brücken nach den Schiffen gelegt.

Von den massiven Ufereinfassungen, die entweder lothrecht oder nur wenig rückwärts geneigt den Hafen umgeben, ist gleichfalls bereits im II. Theil dieses Handbuchs (§ 2 bis 4) eingehend die Rede gewesen, doch mufs darauf aufmerksam gemacht werden, dafs sie als Hafenmauern manchen Gefahren ausgesetzt sind, die in andern Verhältnissen nicht vorkommen. Hierzu gehört zunächst, dafs sie zuweilen beim Anlegen grofser Schiffe heftig erschüttert werden, was sich nicht immer vermeiden läfst. Demnächst leiden sie auch vom wechselnden Wasserstand, namentlich wo ein starker Fluthwechsel stattfindet. Bei solchem dringt das Wasser, wo sich eine Fuge findet, durch die Mauer oder unter derselben nach der Hinterfüllung und zur Zeit der Ebbe fließt es wieder zurück und veranlaßt dadurch Ausspülungen. Man giebt daher diesen Mauern ganz allgemein eine gröfsere Stärke, als sonst üblich ist, nämlich von vier Zehntel bis zur Hälfte ihrer Höhe und oft noch mehr. Auch Verankerungen

sind nicht ungewöhnlich. Besondere Vorsicht erfordert aber jederzeit ihre sichere Fundirung.

Dabei kommen auch einige andre Umstände in Betracht, welche zuweilen den Einsturz, noch häufiger aber das Ueberneigen der Hafenmauern veranlassen, so dafs entweder der schleunige Abbruch oder wenigstens eine solide Verankerung nothwendig wird. In neuerer Zeit haben die Schiffe bedeutend grössere Dimensionen angenommen, als sie früher hatten. Die beim Bau der Kaimauern vorhandene Tiefe des Hafens, nach der die Fundirung bemessen war, genügt also gegenwärtig nicht mehr. Wenn man diese aber durch Baggern bis nahe an das Ufer vergrössert, so kommen die Mauern in Gefahr. Dieser Fall ist in unsern Häfen wiederholentlich vorgekommen, und keineswegs bleibt die Möglichkeit ausgeschlossen, dafs vielleicht später Schiffe einkommen, die noch tiefer gehn, da man überall bemüht ist, durch Baggern oder in andrer Weise die Hafenmündungen zu verbessern. Eine andre Gefahr veranlassen die Schraubendampfer, bei denen oft, wenn sie noch neben dem Kai liegen, die Schraube in Gang gesetzt wird, wodurch das Wasser nahe über dem Grund in starke Bewegung kommt und tiefe Löcher ausspült. Dieses ist mehrfach und namentlich, wo ein lebhafter Handelsverkehr stattfindet, durch die Hafenordnung verboten. Dieselbe gestattet meist nur den Personenböten, die an besonders gesicherte Stellen anlegen, unter Dampf abzufahren, wogegen Frachtschiffe, die bald hier, bald dort und zwar neben und zwischen andern Fahrzeugen liegen, bis zum freien Wasser verholt werden müssen. Wenn sie aber irgend wo noch dicht am Ufer vorübergehn, dürfen sie nur mit halber Kraft fahren. Endlich geschieht es auch oft, dafs bei ungenügender Aufsicht schwere Güter, wie Eisenbahnschienen, Hausteine, Kohlen und dergleichen in grosfer Masse dicht hinter den Kaimauern abgelagert werden, die alsdann den Seitendruck übermäfsig verstärken.

In dieser Weise geschah es, dafs mehrere Hafenmauern in Neufahrwasser in neuster Zeit überwichen, die zum Theil ganz abgebrochen und vollständig umgebaut, theils aber verankert werden mußten. Im letzten Fall hat man daselbst die Anker eingezogen ohne durch Aufgraben der Strafsse in ihrer ganzen Breite bis zu den Ankerpfählen den Verkehr vollständig zu unterbrechen.

Mit einem gewöhnlichen Steinbohrer (Kreuzbohrer, vergl. Theil I § 10) wird vom Hafen aus nahe über dem Wasserspiegel für den 2 bis  $2\frac{1}{2}$  Zoll starken cylindrischen eisernen Anker ein passendes Bohrloch durch die Mauer getrieben. Sobald dieses geschehn ist, gräbt man die Erde unmittelbar dahinter auf, und indem nunmehr der Anker durch die Mauer geschoben wird, schraubt man auf sein mit einem Gewinde versehenes Ende eine kleine Mitchellsche Grundschaube aus Gufseisen, deren Gewinde nur 4 Zoll im Durchmesser hält (die Beschreibung dieser Grundschaube wird im folgenden Paragraph gegeben werden). Dreht man alsdann mittelst einer Haspel außerhalb der Mauer den Anker, so dringt er in seiner Längenrichtung weiter in die Erde ein, ohne das die darüber befindliche Schüttung aufgelockert wird oder einstürzt. Sobald er aber in seiner ganzen Länge eingebracht ist, tritt er in eine zweite hier eröffnete schmale Grube, woselbst man die Grundschaube beseitigen und neben ihm beide Ankerpfähle einstellen und einrammen kann. Das Anbringen der Ankerplatte auf der Hafenseite, wie die Befestigung des Ankerriegels mittelst Unterlagsplatte und Schraubenmutter bedarf keiner Erklärung. Zu erwähnen bleibt nur, das in reinem Boden das Einbringen der Anker in dieser Weise keine Schwierigkeit bietet.

Sehr wichtig ist immer die Frage, wie tief man die Mauern herabführen soll. Auf Pfahlroste werden sie in neuerer Zeit selten gestellt, weil alsdann bei der gewöhnlichen Constructionsart Fangedämme und zwar in sehr tiefem Wasser unvermeidlich sind. Wenn dieses aber geschieht, so fragt sich wieder, in welche Tiefe man den Rost legen soll. Unter andern Verhältnissen würde man die Mauer nur bis unter den niedrigsten davor zu erwartenden Wasserstand herabführen, was bei Umschließung eines Docks oder Flotthafens in sofern sehr bequem wäre, als man dazu keines Fangedamms bedürfte. Es fehlt auch nicht an Beispielen, das man selbst in offenen Häfen die Roste in diese Höhe verlegt hat, indem Spundwände davor eingerammt wurden. Nichts desto weniger bleibt wegen der Nähe der großen Wassertiefe immer die Gefahr, das Unterspülungen und Hinterspülung eintreten. In England wird auch nicht leicht von der Regel abgewichen, das die Mauer bis zur Sohle des Hafens herabreichen, und das der Rost nebst Spundwand, wenn solche vorkommt, vollständig

mit Erde überdeckt sein muß, so daß das Holz niemals unmittelbar mit dem Wasser in Berührung kommt.

Das Gewicht dieser Mauern und sonach der Druck, den sie namentlich bei niedrigem Wasser auf den Untergrund ausüben, ist sehr bedeutend. Um diesen möglichst zu vermindern, und um zugleich an Material zu sparen, hat man vielfach die Mauern aus einzelnen durch Bogen verbundenen Pfeilern zusammengesetzt, und die Oeffnungen nur auf der äußern Seite geschlossen. Hiervon ist gleichfalls bereits am angeführten Orte die Rede gewesen. Dem verticalen Druck der Hafenuauern kann man indessen immer leichter begegnen, als dem horizontalen, den sie von der Hinterfüllungserde erleiden. Aus der bereits erwähnten starken Benetzung der letztern, und dem in kurzer Zeit erfolgenden Fallen des äußern Wassers erklärt sich der starke Seitendruck dieser Erde. Nicht selten ist durch denselben die ganze Mauer fortgeschoben, namentlich wenn diese auf einem gewöhnlichen Pfahlrost stand, dessen Pfähle senkrecht eingerammt und auf eine bedeutende Höhe nur von lockerem Boden umgeben waren. Die Pfähle wurden alsdann entweder gebogen oder auch wohl in ihrer ganzen Länge übergeneigt. In manchen Fällen dieser Art hat man in Französischen Häfen die Mauern nachträglich in gleicher Weise zu verankern versucht, wie dieses bei Bohlwerken geschieht, und dabei theils hölzerne, theils auch eiserne Anker angewendet. In Rouen und im Briel sah ich hölzerne Erdanker, welche die überweichenden Mauern sichern sollten, doch kann man bei der großen Masse, die darauf wirkt, keinen bedeutenden Erfolg davon erwarten, auch Minard sagt, daß hölzerne Anker oft zerreißen. Eiserne Anker sind in England nicht ungewöhnlich, die wie die hölzernen mit dahinter stehenden Pfählen verbunden sind, doch haben sie meist nicht den Zweck, die Mauer selbst zu stützen, sondern vielmehr die Schiffsringe zu halten und den Druck, welchen die Schiffe auf diese ausüben, nicht auf die Mauer, sondern auf den dahinter stehenden Pfahl zu übertragen. Fig. 227 zeigt die Befestigung eines solchen Ringes.

Minard theilt mit, daß in Rochefort eine Hafenuauer auf einem weichen schlammigen Boden erbaut sei, unter welchem in der Tiefe von etwa 30 Fufs fester Felsen lag. Bis auf diesen seien Pfähle eingerammt und durch einen Rost verbunden, worauf

man die Mauer gestellt habe. Zwei Jahre hindurch habe letztere unverändert ihren Stand behalten, worauf sich in der Entfernung von 30 bis 40 Fufs die Hinterfüllungserde spaltete, und die Mauer, ohne ihre lothrechte Stellung zu verlieren, sich gegen den Hafen bewegte. Indem kein Zweifel gewesen, dafs der starke Erddruck sie verdrängt und die Pfähle übergeneigt habe, so sei der Versuch gemacht worden, diesen Druck zu beseitigen. Man habe zu diesem Zweck die Erde bis zu dem Riss auf 9 Fufs Tiefe ausgehoben, in Abständen von 10 Fufs in beiden Richtungen Pfähle eingerammt, diese mit Lang- und Querschwellen unter einander verbunden, auch einen Bohlenbelag darüber gelegt, und diesen zunächst mit Faschinen, weiter aufwärts aber mit Erde überfüllt. Seitdem habe die Mauer keine weitere Bewegung gezeigt, weil der Seitendruck wesentlich vermindert sei.

In England, wo man den Hafenmauern häufig eine concave Aufsensfläche giebt, so dafs sie oben nahe vertical, in der Tiefe dagegen stark geneigt sind, wird dem Erddruck dadurch begegnet, dafs die Rostpfähle nicht lothrecht, sondern schräge und zwar in der Richtung der äufsern Mauerfläche eingerammt werden. Diese Anordnung ist gewifs sehr empfehlenswerth, da der Pfahl nur in seiner Längenrichtung den nöthigen Widerstand leisten kann, und wenn diese Richtung mit der der Componente aus dem verticalen und horizontalen Druck übereinstimmt, so ist das Ueberweichen des Pfahls nach der einen und der andern Seite verhindert.

In Betreff der schrägen Mauern wäre noch zu erwähnen, dafs die Lagerfugen normal gegen die äufsere Fläche, also gleichfalls schräge, und nicht horizontal gerichtet sein müssen. Wenn dieses wegen des leichteren Eindringens des Wassers in die abwärts gerichteten Fugen im Allgemeinen auch bedenklich erscheint, so ist es doch gewifs bei dem unter Wasser befindlichen Theil der Mauer, in welchem die Fugen die stärkste Neigung erhalten, ganz gleichgültig. Die bei solchen Mauern in geringen Abständen angebrachten Strebepfeiler werden dagegen in horizontalen Schichten aufgeführt, und ruhn gewöhnlich auf lothrecht eingerammten Rostpfählen.

Bei uns nimmt man oft Anstand, dem Rost einige Neigung zu geben, weil man besorgt, dafs die Mauer alsdann auf dem-

selben herabgleiten möchte, und daß sie namentlich in der ersten Zeit, wo sie dem Erddruck noch nicht ausgesetzt ist, solche Bewegung annehmen könnte. Gewiß kommt es auf die Neigung des Rostes weniger an, als auf die der Pfähle, und wenn man die letzteren auch nicht sämmtlich schräge einrammt, so empfiehlt es sich doch unbedingt, wenigstens einigen derselben eine starke Neigung zu geben, und diese sicher mit dem Rost zu verbinden. Das Bedenken, das man früher gegen das Einrammen der Pfähle in schräger Richtung hegte, weil man meinte, daß die Arbeit dadurch sehr erschwert würde, ist nunmehr durch die Erfahrung vollständig widerlegt. Man hat sogar in neuester Zeit sowohl in Pillau, wie in Neufahrwasser starke Spundwände unter der Neigung 1 : 4 ausgeführt.

Dabei muß erwähnt werden, daß man allerdings bemerkte, wie diese Spundpfähle beim Beginn des Einrammens einige Tendenz zeigten, eine noch flachere Stellung anzunehmen, da der Widerstand des Erdbodens nicht auf beiden Seiten gleich war. Derselbe Uebelstand tritt indessen schon bei senkrechten Wänden ein, wenn der Untergrund merklich geneigt ist. Die Erfahrung hat auch ergeben, daß in geraden oder sehr wenig gekrümmten Uferstrecken die Darstellung geneigter Spundwände keine irgend erhebliche Schwierigkeiten veranlaßt. Anders verhält es sich indessen bei einem scharf gekrümmten Ufer und namentlich, wenn dasselbe, wie oft geschieht, unter einem Quadranten von sehr kleinem Radius sich rechtwinklig von seiner früheren Richtung abwendet. In solchem Fall ist augenscheinlich die Länge des betreffenden Theils der Spundwand im Niveau des Wasserspiegels größer oder kleiner, als unmittelbar über dem Grund, und wenn die Nuthen noch durch die Federn vollständig gefüllt sein sollen, so bleibt nur übrig, den Spundpfählen im untern Ende eine geringere oder größere Breite als oben zu geben. Bei sorgfältiger Leitung der Arbeiten ist dieses Verfahren in Neufahrwasser vollständig gelungen. Wenn dagegen die schräge Spundwand an die senkrechte vor der Stirn eines Damms angeschlossen werden sollte, löste man anderweitig die Aufgabe dadurch, daß die Nuthen wie auch die Federn jedes Pfahls nicht parallel zu den äußern Flächen desselben, sondern schräge eingeschnitten wurden. Man begnügte sich also damit, die Federn im untern Theil nur eben in die

Nuthen eingreifen zu lassen, ohne dafs die letzten vollständig gefüllt wurden. Dabei sollen jedoch mehrfache Brüche der Federn oder der Backen zur Seite der Nuthen vorgekommen sein.

Ueber die Fundirung der Mauern wäre nichts hinzuzufügen, und es dürfte nur eine Methode zu erwähnen sein, die ich in dem Hafen von Cette in sehr tiefem Wasser anwenden sah. Das sogenannte Nouveau Bassin, welches den Eingang in den Canal bildet, sollte auf der südöstlichen Seite mit einem Flügel umschlossen werden, der zugleich ein breites Kai darstellt. Letzteres war bereits angeschüttet, oder vielleicht hatte sich hier von selbst schon eine Ablagerung gebildet; die Stelle, auf der die Hafenummauer erbaut werden sollte, war aber durchschnittlich  $17\frac{1}{2}$  Fufs tief. Der Untergrund bestand aus Sand, obwohl man hin und wieder auch auf gewachsenen mürben Kalkfelsen traf.

Man hatte versucht, zwischen Spundwänden eine Bét onschüttung bis nahe an den Wasserspiegel auszuführen. Dieses war indessen nicht geglückt, indem sich eine Fuge in der Mittellinie des Bétondamms bildete, die in schräger Richtung durch seine ganze Höhe sich fortsetzte. Dieselbe Erscheinung soll nicht ungewöhnlich sein, wenn man Bétondämme in grofser Höhe schüttet, und man erklärt dieses daher, dafs der Untergrund und die Seitenwände etwas nachgeben, und zwar bei zunehmender Höhe immer stärker, so dafs der einmal entstandene Bruch sich in jeder nächsten Schicht aufs Neue fortsetzt. Dabei hatten die Spundwände anscheinend sich ganz unversehrt erhalten, man besorgte aber, dafs die beiden getrennten Bét onprismen das Gewicht der darüber auszuführenden Mauer nicht sicher tragen und unter der Last derselben zerbrechen würden.

Die Anwendung des Bétons zur Fundirung war geboten, weil brauchbare natürliche Bausteine nicht leicht, und in den beabsichtigten grofsen Dimensionen überhaupt gar nicht zu beschaffen waren. Man formte demnach Bét onblöcke von  $9\frac{1}{2}$  Fufs Länge und  $6\frac{1}{3}$  Fufs Höhe und Breite, und indem diese nach der gehörigen Erhärtung im Verband versenkt wurden, so bildete man einen flexibeln Unterbau, der auf dem etwas nachgiebigen Boden, ohne in seinen Theilen zu brechen, die Form verändern und sich dem Grunde anschliessen konnte. Das dabei angewendete Verfahren war folgendes.



Zunächst wurde die Baustelle mittelst eines Baggers bis auf 19 Fufs vertieft und möglichst geebnet. Alsdann ramnte man landseitig hinter der Uferlinie eine Reihe von Pfählen ein, die unter sich verbunden und an welche Bohlen in der Art horizontal befestigt und nach der Schnur abgeschnitten wurden, dafs sie gleichsam ein langes und festes Lineal bildeten, an welches die Flöfse beim Versenken der daran hängenden Bétonblöcke angelegt und jedesmal in der Art gestellt werden konnten, dafs die nach und nach herabgelassenen Blöcke eine regelmäfsige Reihe bildeten und sich nahe berührten. Aus der Beschreibung dieser Flöfse (§ 68) ergibt sich schon, dafs die Blöcke an einer bestimmten Stelle unter denselben hingen, und dafs bei gleichmäfsigem Umdrehn der vier Winden die Blöcke auch in lothrechter Richtung herabgelassen wurden. Sobald man also das Flofs an solchem Lineal jedesmal auf den passenden Abstand von seiner frühern Stellung weiter vorschob, so sanken auch die Blöcke regelmäfsig nieder.

Die unterste Schicht wurde so versenkt, dafs die Blöcke mit ihren langen Seiten an einander lagen. Zwischen je zweien blieb eine Fuge von  $7\frac{1}{2}$  Zoll Breite frei. Nachdem die Blöcke einige Zeit gelegen hatten, mafs man bei ruhiger Witterung die Tiefe, in welcher die Oberfläche jedes Blocks und zwar an jeder Seite unter Wasser sich befand. Diese Untersuchung wurde durch die grofse Klarheit des Wassers wesentlich erleichtert. Man suchte alsdann Steinplatten von angemessener Stärke aus, die ein Taucher verlegte, wodurch man an allen Stellen diejenige horizontale Ebene darstellte, welche nunmehr die Basis der folgenden Schicht wurde. Die Blöcke dieser zweiten Schicht sind, wie Fig. 228 zeigt, in gleicher Richtung, jedoch etwas zurückgezogen und so versetzt, dafs sie die untern Fugen überdecken. Durch Taucher in Scaphandern wurden die sämtlichen Stofs- und Lagerfugen mit Béton gefüllt und wieder neue Steinplatten aufgelegt, um der dritten Schicht ein horizontales Lager zu bereiten.

Die obern Blöcke sind nach der Länge versetzt, und in der Oberfläche, wie die Figur zeigt, mit Rinnen von  $2\frac{1}{2}$  Fufs Breite und 2 Fufs Tiefe versehen, in welche der Fufs der Mauer eingreift, um bis unter Wasser herabzureichen. Der etwa 1 Fufs breite, vor diese Rinne vortretende Rand war indessen vielfach

abgebrochen, und dieses soll durch Gegenstoßen von Schiffen geschehn sein. Beim Heben der Blöcke wurde durch zwischengelegte Holzstücke die unmittelbare Berührung der Kette mit diesen Rändern vermieden.

Die ganze Arbeit war mit auffallender Regelmäßigkeit ausgeführt. Das klare Wasser liefs erkennen, dafs selbst in der untern Schicht die Blöcke sehr genau in einer geraden Linie und in gleichen Abständen lagen. Nichts desto weniger traten gewisse Sackungen ein, dabei zerbrachen jedoch nicht die Blöcke, sondern die Fugen öffneten sich etwas, was ohne Nachtheil ist. Die Hinterfüllung erfolgte, sobald die Fugen gefüllt waren, und man liefs, nachdem dieses geschehn, den Bau längere Zeit ruhn, bevor man die Mauer ausführte. Schliesslich wurde der obere Rand der Steine vor der erwähnten Rinne abgestoßen, und sonach reicht die Mauer bis unter das Wasser hinab. Die Rinne hatte keinen andern Zweck, als dafs in ihr, also im Trocknen, der Fufs der Mauer dargestellt werden konnte.

Wenn man die Schiffe unmittelbar an eine Kaimauer legen wollte, so würde bei der häufig eintretenden Bewegung durch Wind und Wellen, oder auch durch den wechselnden Wasserstand eine starke Reibung zwischen beiden stattfinden, wodurch beide leiden. Um dieses zu vermeiden, werden die Mauern mit sogenannten Reibehölzern versehen. Dieselben bestehen in verticalen Pfosten, welche von der Deckplatte der Mauer soweit herabreichen, als die Berührung mit den Schiffen noch stattfinden kann. Sie treten 8 bis 10 Zoll vor die äufsere Fläche der Mauer vor, und sind 8 bis 15 Fufs von einander entfernt. Sie erfahren von den davorliegenden Schiffen häufig einen starken Druck, und nicht selten ist dieser dem Ufer parallel gerichtet, woher sie sich nicht nur sicher gegen die Mauer lehnen, sondern auch so befestigt sein müssen, dafs sie keine Seitenbewegung machen können. Ausserdem sind sie auch starken Beschädigungen ausgesetzt, woher man sie in solcher Weise anbringen mufs, dafs sie leicht ausgenommen und durch neue ersetzt werden können.

In Vorhäfen, woselbst ein starker Fluthwechsel eintritt, und worin nur zur Zeit des Hochwassers Schiffe sich befinden, bietet ihre Befestigung keine Schwierigkeit. Eiserne Bolzen, am äufsern Ende mit Schraubengewinden versehen, werden in die Quadern

eingelassen, und die vortretenden Schrauben greifen durch die Reibehölzer und letztere werden durch die aufgeschrobenen Muttern gehalten. Die Muttern wie die Bolzen dürfen aber nicht über die äußern Flächen der Hölzer hinausreichen. Zur Zeit des niedrigen Wassers stehn die Reibhölzer in ihrer ganzen Höhe über Wasser, man kann sie daher, sobald sie schadhaft sind, leicht lösen und dafür neue anbringen.

In den Flotthäfen, oder wo sonst der Wasserstand sich wenig ändert, kann man diese Befestigungsart nur im obern Theil eines Reibholzes anwenden, der Fuß desselben muß in andrer Weise gesichert werden, und zwar am vortheilhaftesten geschieht dieses, wenn man ihn in eine passende Oeffnung einstellt, die in einem aus der Mauer vortretenden Quader angebracht ist. Letzterer muß sich so tief unter dem niedrigsten im Dock zu haltenden Wasserstand befinden, daß er von den Schiffen nie berührt wird. Man ist also gezwungen, in diesem Falle den Reibhölzern eine größere Länge zu geben, als es mit Rücksicht auf ihren eigentlichen Zweck nöthig wäre. Oft wird auch in der Mauerfläche eine flache Rinne eingeschnitten, in welche man das Reibholz stellt, die sich aber weiter abwärts so vertieft, daß hier das Zapfenloch ausgeschnitten werden kann. Bei Benutzung passend gekrümmter Hölzer vereinfacht sich diese Anordnung in der Art, daß die großen Längen entbehrlich werden. Fig. 229 zeigt die Befestigung eines Reibholzes vor einer concav geböschten Mauer. Dasselbe steht mit dem am Fuße angeschnittenen starken Zapfen in dem entsprechenden Zapfenloch eines Werkstücks. Der untere Theil liegt in einer Rinne, während der obere vor die Mauer vortritt und mittelst einer Schraubenmutter gehalten wird.

In dem Junctions-Dock in Hull hat man die Reibehölzer durch gewalzte Eisenplatten ersetzt, die flach convex gekrümmt vor die Mauer vortreten und theils in drei Lappen an den Seiten und am untern Ende, theils aber oben durch die starke Ankerstange gehalten werden, woran der Schiffsring befestigt ist. Fig. 227 zeigt diese Platte und die Art ihrer Befestigung.

Wenn auch die Reibehölzer das Aufstossen der vor der Kai-mauer liegenden Schiffe gegen einzelne Steine verhindern, so läßt sich dieses beim Verholen der Schiffe doch zuweilen nicht ver-

meiden, und namentlich pflegen davon die Deckplatten der Mauer getroffen zu werden, welche überdies am wenigsten gesichert sind, insofern ihnen jede Belastung fehlt. Dazu kommt noch, daß häufig auch beim Löschen schwere Kollis darauf fallen, wodurch sie gleichfalls leicht gelöst werden. Sobald aber die Fugen sich auch nur wenig öffnen, so dringt das Wasser hinein, und beim Gefrieren desselben werden sie in gleicher Weise, wie durch den Stofs, von einander getrennt oder verschoben. Indem Bewegungen dieser Art häufig eintreten, so rechtfertigt es sich, noch gewisse anderweite Verbindungen darzustellen.

Besonders empfehlenswerth ist es, diesen Deckplatten große Dimensionen zu geben, so daß sie durch ihr eignes Gewicht schon die Wirkung des Stosses möglichst vermindern. Namentlich dürfen sie nicht zu schwach sein, da in diesem Fall noch die Gefahr hinzukäme, daß sie zerbrechen könnten. Weniger als 1 Fuß Höhe darf man ihnen in Kaimauern wohl niemals geben, während ihre Breite etwa 3 Fuß mißt und die Länge noch bedeutender ist. Demnächst führt man nicht selten noch Verdübelungen oder andre Verbindungen ein. Die Erfolge derselben sind indessen zweifelhaft. Die eisernen Klammern geben leicht selbst Veranlassung zum Brechen der Steine, und wenn man eine Platte mit einem Zahn oder einem Schwalbenschwanz in die daneben liegende eingreifen läßt, so bricht der vortretende Theil leicht aus. Binder, die mit ihren nach außen divergirenden Seitenflächen die zwischenliegenden Läufer umfassen, kann man nur anbringen, wenn die Binder hinter den Läufern noch sicher aufliegen, also die letztern nicht die ganze Mauer bedecken. Dieselbe Haltung, welche in diesem Fall die Binder haben, würde man jeder einzelnen Deckplatte geben, wenn diese eben so weit, wie jene übergreift.

Unter diesen Umständen und um die Bearbeitung der Platten nicht durch künstliche Fugenschnitte zu erschweren, wobei gemeinlich auch ein bedeutender Materialverlust eintritt, empfiehlt es sich, die Verbindung auf das Einsetzen einzelner Steindübel zu beschränken, wie dieses in England allgemein üblich ist. In beide Deckplatten werden neben der Fuge dreiseitige prismatische Oeffnungen eingeschnitten, in welche man, wie Fig. 230 zeigt, prismatische Steindübel von quadratischem Querschnitt stellt. Man

wählt zu diesen Dübeln eine besonders feste Steinart, und nicht selten bemüht man sich auch, die Steine so auszusuchen, daß die Farbe der Deckplatten von derjenigen der Dübel recht verschieden ist. Eine solche Verbindung nennt man in England Diamant-Dübel (diamond joggles), indem man sie mit eingesetzten Edelsteinen vergleicht. Es darf kaum erwähnt werden, daß sowohl die Platten wie auch die Dübel in gut bindendem hydraulischen Mörtel versetzt werden. Beim Versetzen der Platten bietet sich aber bei dieser Construction noch der Vortheil dar, daß wenn in die einspringenden Ecken jener dreiseitigen Oeffnungen horizontale Löcher gebohrt und in diese Bolzen eingeschoben werden, man an letztere das Scheerzeug zum Heben der Deckplatte befestigen und daran diese auf ihr bestimmtes Lager bringen kann, ohne sie später verschieben zu dürfen. Die prismatischen Oeffnungen sind nämlich so weit, daß man nach dem Versetzen noch die Kettenringe wie die Bolzen ausziehn kann.

## § 86.

## Befestigung der Schiffe.

Wenn das Schiff in voller Fahrt den Hafen einsegelt, so wird es durch ausgebrachte Taue, welche man um Pfähle am Ufer schlingt, und unter starker Reibung auslaufen läßt, zum Stehn gebracht. Diese Pfähle nennt man Stopp-Pfähle, und indem sie einem starken Zuge ausgesetzt sind, so müssen sie auch mit besonderer Vorsicht befestigt sein. In geringerem Grade werden die sogenannten Schiffshalter, oder die Pfähle auf den Kais des Binnenhafens in Anspruch genommen, weil die Schiffe hier nur mit mäßiger Geschwindigkeit bewegt werden. Nichts desto weniger sind auch sie nicht selten einem starken Druck und selbst heftigen Stößen ausgesetzt. Die großen im Hafen liegenden Schiffe bieten nämlich in den Masten und dem Tauwerk dem Sturm sehr ausgedehnte Angriffsflächen, und indem der Wind niemals ganz gleichmäßig ist, sondern in sehr kurzen Zwischenzeiten sich verstärkt und wieder schwächt, so bewegen sich die Schiffe, so weit die Taue oder Ketten es gestatten, hin und her, und legen sich auch bald mehr bald weniger auf die

Seite. Sie nehmen also periodisch gewisse Bewegungen an, die beim Steifwerden der Ketten plötzlich unterbrochen werden. Diesem Stofs, der bei der Masse eines grossen Schiffs sehr bedeutend ist, müssen die Schiffspfähle oder die Schiffsringe ohne nachzugeben widerstehn. Ihre Sicherung ist daher dringend geboten. Sollten sie aber weichen oder auch nur etwas aus ihrer Lage gebracht werden, so pflegen sie noch weniger Widerstand zu leisten, als früher, und man mufs besorgen, dafs sie bald ganz ausgerissen werden, und das frei gewordene Schiff nunmehr auf andre Schiffe oder auf das Kai treibt, wobei Beschädigungen unvermeidlich sind.

Demnächst müssen die Anstalten zum Befestigen der Schiffe auch in angemessenen Abständen angebracht sein, und zwar mit Rücksicht auf die Lage, welche die Schiffe einnehmen sollen. Gemeinhin werden diese mit ihren breiten Seiten an die Kais gelegt. Sie müssen daher mit ihren vordern und hintern Enden auf Schiffshalter oder Schiffsringe treffen. Auch die Stellung der Duc d'Alben oder der Buoyen mufs man hiernach passend wählen, und dabei zugleich das Vortreten der Klüverbäume berücksichtigen. Wenn aber die Schiffe Winterlager halten, so liegen an jeder Stelle mehrere hinter einander, die an dieselben Schiffshalter befestigt werden.

Sind die Kais mit hölzernen Bohlwerken eingefasst, so pflegt man an diese keine Schiffsringe zu befestigen, weil sie selbst nicht die erforderliche Widerstandsfähigkeit besitzen, wohl aber sieht man zuweilen, wie etwa in Swinemünde, hinter den Bohlwerken besonders grosse Granitblöcke von 20 bis 30 Cubikfufs, die in den Boden soweit versenkt sind, dafs ihre obere Fläche sich an das Pflaster anschliesst. In diese sind schwere Ringe vergossen, an welche die Schiffe befestigt werden. So hat man auch in dem neu angeschütteten Damm des Pillauer Hafens besondere Pyramiden aufgemauert, worin die Zugstangen der Schiffsringe eingelassen sind (§ 21. Fig. 105 b).

Der gewöhnliche Schiffshalter, der sich hinter Bohlwerken, jedoch nur in einiger Entfernung von denselben aufstellen läfst, besteht in einem starken eichenen oder kiefernen Pfahl, der 3 bis 5 Fufs über das Pflaster vorragt. Vortheilhaft ist es, ihn tief in den Boden eingreifen zu lassen, und ihn deshalb ein-

zurammen, doch verbietet sich dieses oft durch die Nähe der Gebäude, die dabei leiden würden, auch muß man dieses zuweilen unterlassen, weil es zu kostbar sein würde, Stämme von der erforderlichen Stärke in großer Länge zu beschaffen. Die feste Stellung kann man dem Schiffshalter meist nur dadurch geben, daß man ihn gegen Balkenstücke lehnt, die gegen das Ausweichen möglichst gesichert sind, und zwar muß diese Unterstützung den Pfahl in großer Höhe, also nahe seinem frei stehenden Theil treffen. Dieses geschieht, wie Fig. 231 zeigt, indem man zwei Hölzer, die nur wenig eingeschnitten sind, daneben legt, und diese durch davor eingestofsne Bohlen, oder auch durch kleine Pfähle befestigt. Der Pfahl ist mit einer Spitze versehen, und nachdem der Boden bis zum Grundwasser aufgegraben ist, stellt man ihn hinein, und treibt ihn noch einige Fufs tiefer herab, indem man ihn abwechselnd nach der einen und der andern Seite überneigt. Ist er in dieser Weise tief genug eingedrungen, was in sandigem Boden bald geschieht, so füllt man das Loch schichtweise an und stampft die Erde jedesmal fest, bis die Verfüllung so weit erfolgt ist, daß das erwähnte Kreuz noch so eben von dem Pflaster überdeckt wird. Sobald das Kreuz dicht schließend an den Pfahl verlegt ist, werden die Bohlen oder kleinen Pfähle davor eingestossen. Links von *A* (Fig. 231 *b*) befindet sich das Bohlwerk, und in dieser Richtung muß der Pfahl den größten Widerstand leisten, er bietet aber auch den in schräger Richtung daran befestigten Schiffen den nöthigen Halt.

Damit die davor liegende Erde den Pfahl sicher stützt, ohne den Druck auf das Bohlwerk zu übertragen, wodurch dieses herausgedrängt werden würde, muß der Schiffshalter 18 oder wenigstens 12 Fufs gegen dasselbe zurückstehn.

Was den über das Pflaster vortretenden Theil des Schiffshalters betrifft, der das Stammende des Baums zu sein pflegt, so muß derselbe ziemlich glatt und von scharf vortretenden Kanten frei sein, wenn auch die genaue Darstellung der cylindrischen Form entbehrlich ist. Es kommt darauf an, daß die umgeschlungenen Taue keine zu scharfe Biegung machen, wodurch sie leiden würden. Es ist daher nöthig, ihm den Durchmesser von 2 Fufs oder wenigstens von 18 Zoll zu geben. Wenn er als Stopp-

Pfahl dient und das darum geschlungene Ende des Taues gefeiert wird, so bieten freilich vortretende Kanten mehr Haltung und befördern in hohem Grad die Reibung. Aus diesem Grund werden solche Pfähle zuweilen auch achteckig bearbeitet. Dieses kann jedoch nicht als passend angesehen werden, weil die Taue dabei zu sehr leiden, auch die Kanten in kurzer Zeit abgeschliffen werden, so daß die Taue bald in kreisförmigen Rinnen laufen. Man kann aber die Reibung auf der cylindrischen Fläche dadurch vergrößern, daß man mehrere Windungen um den Pfahl schlingt.

Wenn statt der Taue Ketten angewendet werden, mit welchen jedoch niemals gestoppt wird, weil dieselben wegen ihres großen Gewichts sich nicht auf das Ufer werfen lassen, so muß man die Pfähle mit eisernen Schienen verkleiden, da sie sonst stark eingeschnitten werden. Wenn aber andre Schiffe wieder durch Taue daran befestigt werden, so leiden diese von den Kanten der Schienen. Noch übler ist es, wenn man, wie oft geschehn, den Schiffshalter mit Blech bekleidet, weil dasselbe, wenn es stellenweise durchscheuert wird, oder Falten schlägt, besonders stark die Taue angreift. Dagegen empfiehlt es sich, die Oberfläche des Kopfs mit Blech zu verkleiden, um das Eindringen des Regens in das Hirnholz zu verhindern. In den Niederlanden pflegt man den Kopf halbkugelförmig zu bearbeiten und darüber eine hohle Halbkugel aus Gufseisen zu nageln. Wenn der ganze Pfahl durch eine Hülse von Gufseisen überdeckt wird, die unten mit einem stark vorspringenden Rande versehen ist, damit die Ketten nicht herabfallen, so leiden dabei weder die Taue, noch werden die Schiffshalter durch die Ketten beschädigt.

Zuweilen läßt man die rückwärts verankerten Pfähle, welche das Ausweichen des Fachbaums der Spundwand verhindern, die oft auch zugleich als Reibhölzer dienen, über die Holme vortreten, und benutzt sie zugleich als Schiffshalter, doch müssen sie in diesem Fall seitwärts gegen Knaggen gelehnt werden, damit sie auch einem schrägen Zug hinreichend Widerstand leisten.

Wenn der Schiffshalter auf der Kaimauer steht, und in ihr vermauert wird, so ist die Anwendung eines hölzernen Pfahls nicht mehr angemessen, weil ein solcher zu vergänglich ist, und seine Erneuerung in diesem Fall Schwierigkeiten bietet. Dazu



kommt noch, daß man schon ein festeres Material wählen muß, sobald vorzugsweise große Schiffe den Hafen einlaufen, die, wie in neuerer Zeit allgemein geschieht, nicht durch Taue, sondern durch Ketten befestigt werden. Zuweilen hat man steinerne Säulen und namentlich Granitsäulen als Schiffshalter angewendet, dieselben sind jedoch hierzu weniger geeignet, da sie theils die Ketten und noch mehr die Taue angreifen und scheuern, theils aber auch ihre Festigkeit kaum als unbedingt sicher angesehen werden kann. Nichts desto weniger stellen sie sich zuweilen im Preise niedriger, als die gusseisernen. Aus diesem Grund sind sie in neuester Zeit für Pillau gewählt und zwar werden sie hier vollständig bearbeitet von Bornholm bezogen.

Gusseiserne Schiffshalter sind in größeren Häfen vorzugsweise üblich. In vielen Fällen, sowohl in Englischen, wie in Französischen Häfen, werden auch alte und zwar recht große Schiffskanonen dazu benutzt. Man vermauert dieselben so, daß die Traube aufwärts und die Mündung nach unten gekehrt ist. Indem jedoch diese Form in mancher Beziehung nicht geeignet, und namentlich der Durchmesser nicht groß genug, außerdem auch der Fuß nicht hinreichend gesichert ist, so empfiehlt es sich, die Schiffshalter besonders gießen zu lassen. Auch diese nennt man in Französischen Häfen allgemein Kanonen, obwohl sie wesentlich verschiedene Formen haben. Das Gusseisen wird weder von den Ketten, noch von den Tauen stark angegriffen, es ist aber auch für letztere nicht nachtheilig, indem es nach einiger Zeit, namentlich wenn Stopptaue darüber gegliitten sind, eine sehr glatte Oberfläche annimmt, die sogar fein polirt erscheint.

Man giebt diesen eisernen Schiffshaltern, die immer 8 bis 10 Fuß lang sind und auf zwei Drittel ihrer Länge eingemauert werden, verschiedene Formen. Ihr oberer Theil, der etwa 18 Zoll im Durchmesser hält, wird jedesmal hohl gegossen, und oft setzt sich die Röhre, aus der er besteht, auch abwärts bis zum Fuß fort. Dieses sah ich zum Beispiel in Liverpool, wo man den Schiffshaltern die Fig. 232 *a* dargestellte Form gab. Die Schiffshalter in Great-Grimsby waren bei gleicher Länge nur im oberen Theil cylindrisch, während der in das Mauerwerk hinabreichende Theil ein hohles Prisma von quadratischem Querschnitt darstellte.

Dasselbe sah ich auch in Dover, doch hatte man hier diesen untern Theil mit langen Schlitzten versehn. In allen diesen Fällen war an den Fufs eine starke und weit vortretende Platte angegossen. Im Hafen Greenock, an der Mündung der Clyde, waren dagegen die obern und untern Theile wesentlich von einander verschieden, indem jene wieder kreisförmige Querschnitte hatten, während diese aus zwei sich durchkreuzenden Platten bestanden, wie Fig. 232 *b* zeigt.

Die Befestigung der Schiffe gegen die auf dem Kai stehenden Schiffshalter ist in sofern für den Verkehr störend, als die Ketten oder Taue theils unmittelbar auf dem Kai liegen, theils in einiger Höhe darüber schweben. Diese Unbequemlichkeit wird bei Schiffsringen, die aus der äufsern Mauerfläche vortreten, vermieden. Dieselben pflegt man so hoch zu befestigen, daß vom Kai aus die Ketten oder Taue darin eingezogen und daraus gelöst werden können, indem ein Mann sich flach niederlegt und mit den Armen übergreift. Diese Ringe sind häufig einem sehr starken Zug ausgesetzt, der überdies bei heftigem Wind stofsweise, und daher um so kräftiger wirkt. Es genügt daher keineswegs, sie nur in einen Quader einzulassen, wenn derselbe auch schwalbenschwanzförmig mit den daneben liegenden verbunden, oder mit ihnen verdübelt wäre. Am wenigsten können sie aber von den Steinen der obern, also der unbelasteten Schicht gehalten werden.

In England ist es üblich, die Schiffsringe an starke Zugstangen zu befestigen, die hinter der Mauer von Pfählen gehalten werden, welche sich gegen den festen Boden lehnen. Fig. 227 zeigt eine solche Verbindung im Durchschnitt und in der Ansicht von oben. Dieselbe ist, wie bereits erwähnt, in dem Junction-Dock in Hull ausgeführt. Der Ring, der in einer Vertiefung der Mauer und zwar vor einer Eisenplatte liegt, wird von der Zugstange umfaßt. Letztere ist durch die Mauer hindurchgeführt. Ihre Länge mißt 40 Fufs. Damit sie aber nicht durchbiegt, so wird sie in der Mitte noch durch einen besondern Pfahl unterstützt, der in der Figur nicht angegeben ist. Sie hält 2 Zoll im Durchmesser. Um sie, wenn es nöthig sein sollte, schärfer anspannen zu können, ist sie aus zwei Theilen zusammengesetzt, die durch ein Schloß verbunden sind. In diesem kann ein keil-

förmiger Splint nachgetrieben werden. Ihr hinteres Ende ist durch einen Ankerriegel gezogen und die Schraubenmutter lehnt sich nicht unmittelbar gegen diesen, sondern zunächst gegen eine starke Eisenplatte. Der Riegel wird theils durch zwei Ankerpfähle, theils aber auf jeder Seite durch eine Reihe dahinter eingerammter Bohlen gehalten. Letztere umspannen sonach eine ausgedehnte Erdmasse, welche fortgeschoben werden müßte, falls der Riegel und mit ihm die Zugstange weichen sollte. Solche Ringe mit zugehöriger Verankerung sind in Abständen von 60 Fufs angebracht.\*)

Diese Ringe und Schiffshalter genügen, um das vor dem Kai liegende Schiff zu befestigen, wenn neben der Mauer oder dem Bohlwerk die Tiefe so groß ist, daß das Schiff sich unmittelbar dagegen lehnen kann. Zuweilen ist indessen der Hafen nicht mit steilen Wänden umgeben, sondern seine Ufer sind mehr oder weniger flach dossirt, so daß die Schiffe in einiger Entfernung davon gehalten werden müssen. In diesem Falle sind noch besondere Vorrichtungen nothwendig, um zu verhindern, daß die Schiffe nicht etwa beim wechselnden Wasserstand oder auch beim Wellenschlag auf den Grund aufsetzen. Hierzu dienen in vielen Häfen Duc d'Alben, die am Rand des tiefen Wassers stehn, und an welche die Schiffe wie an Bohlwerke gelegt werden. Andererseits pflegen die Schiffer auch selbst schwache Bäume vom Schiffe aus an das Ufer zu legen, die auf dem letztern gegen irgend welche Festpunkte gestützt, und mit den andern Enden an das Schiff gebunden werden.

An denjenigen Stellen, wo große Schiffe häufig liegen, pflegt man auch dauernde Einrichtungen dieser Art zu treffen, die jedesmal benutzt werden können, und die eine größere Sicherheit bieten, als jene nur unvollkommen unterstützten Bäume. Dieses ist zum Beispiel in Nieuwe-Diep geschehn, wo die im Hafen stationirten Kriegsschiffe stets gegen das Aufsetzen auf die Uferböschungen gesichert werden. Fig. 233 *a* und *b* zeigt diese Vorrichtung im Durchschnitt und in der Ansicht von oben. Zwei lothrecht eingerammte und oben durch Laschen verstärkte Pfähle

\*) Transactions of the Institution of Civil Engineers. London 1834. Vol. I. Pag. 40.

tragen einen Riegel, auf dem der gegen das Schiff gestützte Baum mit seinem abgerundeten Ende aufliegt. Dahinter befindet sich ein starker Balken von etwa 8 Fufs Länge, den drei schräge eingerammte Pfähle mittelst Knaggen tragen, und sein Ausweichen rückwärts verhindern. Zu gröfserer Sicherheit sind noch die Köpfe der äufsern schrägen Pfähle durch übergezogene Ringe mit denen der lothrechten verbunden. Der Baum, gegen welchen das Schiff sich lehnt, ist über 40 Fufs lang. Sein hinteres Ende ruht zwischen den Köpfen der beiden lothrechten Pfähle auf dem erwähnten Riegel, und stützt sich rückwärts gegen den kurzen Balken. Seine Lage ist also gegen den Druck und jedes Verschieben vollständig gesichert. Das vordere Ende ist mit aufgenagelten Knaggen versehen, damit die Taue, an welchen er gegen das Schiff gebunden ist, nicht abgleiten. Jedes Schiff wird durch zwei solche Abhalter (Uithouder) gegen zu grofse Annäherung an das Ufer gesichert. Dieselben nehmen nach dem jedesmaligen Wasserstand verschiedene Neigungen an. Aufserdem mufs das Schiff aber noch an Schiffshalter so befestigt werden, dafs es sich weder vom Ufer entfernen, noch auch in der Richtung desselben vor- oder rückwärts bewegen kann.

Zum Befestigen der Schiffe im Innern des Hafens dienen vorzugsweise die Duc d'Alben, welche aus mehreren gegen einander gelehnten und unter sich verbundenen Pfählen bestehn. Diese Benennung derselben ist sowohl in Frankreich, wie in Holland und in Deutschland üblich. In ihrer einfachsten Form bestehn sie aus drei schräge eingerammten Pfählen, die in ihren Köpfen durch einen hindurchreichenden Schraubenbolzen verbunden sind, wie Fig. 234 zeigt. Gröfsere Festigkeit haben sie aber, wenn sie nach Fig. 235 aus fünf Pfählen zusammengesetzt werden, von denen der mittlere, der gemeinhin auch etwas höher heraufreicht, lothrecht, die vier andern aber schräge eingerammt sind, und den ersten in vier Richtungen stützen. Je drei dieser Pfähle sind durch einen gemeinschaftlichen Bolzen mit einander verbunden, damit die beiden Bolzen aber nicht auf einander treffen, so ist einer etwas höher, als der andre angebracht.

Diese letzte Anordnung ist auch bei den im Kriegshafen Willemsoord (Nieuwe-Diep) und zwar in dem grofsen Bassin (§ 42) errichteten Duc d'Alben gewählt. Fig. 235 c zeigt den

obern Theil eines derselben in der Seitenansicht. Die Wassertiefe mißt hier 25 Fufs. In der Mitte ist der sogenannte Königspfahl, ein besonders starker Eichenstamm von 48 Fufs Länge eingerammt. Derselbe ist, soweit er über den Grund vortritt, vierseitig beschlagen. Sein oberes Ende hat einen quadratischen Querschnitt von 2 Fufs Seite, weiter abwärts vermindert sich seine Stärke und mißt über dem Grunde nur noch etwa 16 Zoll. Vier andre, in den obern Theilen gleichfalls beschlagene Stämme von 50 Fufs Länge, sind unter der Neigung von 30 Graden gegen das Loth daneben eingerammt, und indem sie mit Versatzung in ihn eingreifen, und mittelst durchgehender Schraubenbolzen daran befestigt sind, stützen sie ihn in allen Richtungen. Diese vier Seitenpfähle sind außerdem noch wenig unter Wasser, durch einen darüber gelegten eisernen Ring, der durch Unterlagsplatten in der richtigen Lage erhalten wird, mit einander verbunden. Mittelst zweier Schnallen, von denen die Figur eine zeigt, kann diesem Ring die nöthige Spannung wiedergegeben werden, falls er sie verlieren sollte. Damit die umgeschlungenen Schiffsketten aber nicht etwa abgleiten, befindet sich am obern Ende jedes Seitenpfahls noch eine stark vortretende Knagge, und endlich sind an einem Pfahl eiserne Sprossen angebracht, die eine Leiter bilden, von der aus die Schiffsketten bequem umgelegt und wieder gelöst werden können.

Wenn man das Aussehn der Duc d'Alben nicht berücksichtigt, das auch nicht von Bestand zu sein pflegt, so giebt es wohl keinen Grund, die Stämme dadurch zu schwächen, daß man sie vierkantig beschlägt. Sie lassen sich unter einander auch fest verbinden, wenn man ringförmige Ketten darüber streift, diese scharf antreibt und mit Krammen oder Bolzen befestigt. Die Kette gewährt noch den Vortheil, daß beim Vorholen von Schiffen die Leinen an sie gebunden werden können. Wird die Kette aber mit der Zeit lose, so treibt man sie weiter herab und befestigt sie aufs Neue. Es ist nicht in Abrede zu stellen, daß das Umschlagen schwerer Taue und Ketten um die Duc d'Alben von einem Boote aus nicht leicht ist, doch läßt dieser Uebelstand in einfacher Weise und dauerhaft sich nicht beseitigen, auch giebt er wohl niemals zu ernstern Klagen Veranlassung.

Werden die Pfähle eines Duc d'Alben mit der Zeit schad-

haft, so pflegt man andre zur Verstärkung daneben einzurammen, und so geschieht es, dafs man in manchen Häfen Klumpen von 20 bis 30 Pfählen sieht. Diese lassen sich nicht mehr durch Bolzen, sondern nur noch durch umgelegte Ketten verbinden und gegenseitig absteifen. Schliesslich wäre noch zu erwähnen, dafs die Ausführung neuer und die Reparatur alter Duc d'Alben am leichtesten geschieht, wenn der Hafen mit Eis bedeckt ist. In welcher Weise diese Pfähle stark geneigt gerammt werden können, ist bereits Theil I. § 35 erwähnt.

Man kann die Schiffe auch, ohne dafs sie selbst vor Anker gehn, an Buoyen befestigen. Dieses sind schwimmende Körper von verschiedenen Formen, nämlich Tonnen, Bollen oder flache Cylinder, die vor Anker liegen, oder in andrer Art an einer bestimmten Stelle gehalten werden. Im Innern der Häfen befestigt man sie vielfach an einarmige Anker. Der zweite Arm fehlt denselben, weil er über die Sohle vortreten würde und alsdann die darüber gehenden Schiffe beschädigen könnte. Anker dieser Art müssen vorsichtig verlegt werden, damit der eine Arm derselben wirklich in den Grund eingreift. Dieselben setzen aber nur in einer Richtung, nämlich in der des Ankerschafts, dem Zuge hinreichenden Widerstand entgegen. Wird von den daran befestigten Schiffen bei verändertem Wind oder Strömung der Zug in andrer Richtung ausgeübt, so drehn sie sich, und es kann alsdann leicht geschehn, dafs der Arm sich nach oben richtet, also in den Grund nicht einschneidet, in welchem Fall sie leicht fortgezogen werden. Diesem Uebelstande pflegt man zwar dadurch vorzubeugen, dafs man besonders schwere Anker wählt, die schon durch ihr eignes Gewicht den nöthigen Widerstand leisten, oder auch dafs man die Ketten zweier in entgegengesetzter Richtung verlegter Anker verbindet, wobei also ein Drehn derselben unmöglich wird. Zuweilen befestigt man auch die Kette an einen besonders schweren Eisen- oder Steinblock, sicherer ist es aber immer, die Grundschaube von Mitchell anzuwenden, die über die Sohle des Hafens gar nicht vortritt, und indem sie durch eine hinreichend hohe Erdschicht überdeckt wird, den nöthigen Widerstand gegen den in jeder Richtung ausgeübten Zug leistet.

Fig. 236 zeigt diese Schraube in der Seitenansicht. Sie be-

steht aus einem einzelnen flachen Schraubengang von 4 Fufs Durchmesser und 10 Zoll Steigung. Derselbe ist an eine Achse angegossen, doch haben die aus Schmiedeeisen gefertigten Schrauben den wesentlichen Vorzug, dafs sie auch in festeren Grund leichter eindringen. Die Spitze der Achse pflegt man aber gleichfalls mit einem Gewinde zu versehen. Ueber der Schraube ist ein Ring angebracht, der sich frei um die Achse dreht, also an der Drehung derselben nicht Theil nimmt, sobald die daran befindliche Kette auf dem Boden liegt oder seitwärts gezogen wird. Der Kopf der Achse hat die Form einer abgestumpften vierseitigen Pyramide. Auf diesen paßt ein Schlüssel, durch dessen Drehung die Schraube in den Grund getrieben wird. Ist diese bei mäfsig festem Boden etwa 6 Fufs eingedrungen, so widersteht sie schon jedem Zuge der Kette eben so sicher, wie der schwerste Anker. Sollte es aber nöthig sein, die Schraube tiefer eingreifen zu lassen oder auszuheben, so gelingt es nach einigen Versuchen mit dem Schraubenschlüssel, der neben der Kette herabgelassen wird, den Kopf der Spindel wieder zu fassen, und alsdann die Schraube zu senken oder zu heben. Der Schraubenschlüssel wird aber oben mit einem hinreichend grossen Spillrad versehen, damit man im Stande ist, ihn mit der nöthigen Kraft zu drehn. Im I. Theil dieses Handbuchs § 37 ist bei Gelegenheit der Schraubenpfähle das Verfahren beim Einbringen der Grundschrauben schon eingehend beschrieben.

Unter den verschiedenen Buoyen, die durch Ketten verankert sind, und woran die Schiffe befestigt werden, dürfte wohl diejenige den Vorzug verdienen, welche man in Französischen Häfen verwendet und die in einem flachen Cylinder aus Eisenblech von 7 Fufs Durchmesser und 3 Fufs Höhe besteht. In der Mitte der obern Fläche befindet sich der starke eiserne Ring, der zum Befestigen der Schiffe dient, und der mittelst einer hindurchreichenden Achse unmittelbar mit der erwähnten Kette verbunden ist.

Diese Cylinder haben soviel Tragfähigkeit, dafs ein Mann hinauftreten und die Schiffskette an den Ring befestigen kann. Sie leiden vielfach theils durch zufällige Beschädigungen, theils auch durch die Einwirkung des Seewassers, woher man sie nach vierteljährigem Gebrauch aufnimmt, um sie sorgfältig zu unter-

suchen. Wenn keine sonstigen Beschädigungen sich daran vorfinden, so werden sie wenigstens mit Oelfarbe frisch gestrichen.

Diese und andere Buoyen sind aber in einem Hafen, so wie auch in beschränkten Fahrwassern, nur anzuwenden, wenn der Wasserstand sich nicht bedeutend ändert, also kein starker Fluthwechsel stattfindet. Wo ein solcher vorhanden ist, treiben sie bei kleinem Wasser seitwärts, und verändern dadurch wesentlich ihre Stelle. Am Mittelländischen Meer werden sie häufig benutzt, auch kommen sie in den Englischen Docks oder Flott-häfen vielfach vor, wo der Wasserstand nahe in gleicher Höhe erhalten wird.

In dem Hafen von Triest ist der Wellenschlag weniger gefährlich, als der überaus heftige Nordostwind, die Bora genannt, der von dem flach abfallenden Ufer die vor Anker liegenden Schiffe trifft und diese oft losreißt und fortreibt. Um hier die Schiffe sicher halten zu können, hat man eigenthümliche Verbindungen einer großen Anzahl von Pfählen gewählt, welche die nöthigen Festpunkte darstellen sollen. Es werden nämlich sechszehn oder fünfundzwanzig Pfähle in vier oder fünf Reihen ingerammt, so daß sie quadratische Flächen bilden. Der gegenseitige Abstand je zweier Pfahlköpfe und zwar in beiden Richtungen mißt etwa 3 Fufs, und zwischen, so wie auch um dieselben werden Balken in mehreren kreuzweisen Lagen befestigt, um die Pfähle gegenseitig zu stützen. Die innern Pfähle stehn senkrecht, die äußern dagegen schräge. Eine große Anzahl Bolzen verbinden die Balkenroste mit den Pfählen, und an den Köpfen der Bolzen befinden sich starke Ringe, woran die Schiffe befestigt werden. Die Verwendung schwächerer Hölzer zu den Rosten, die früher üblich war,\*) hat man in neuester Zeit aufgegeben, und dafür stärkeres Holz gewählt, so wie auch die Eisenverbindung theils einfacher und theils solider geworden ist. Man nennt diese Schiffshalter, die nichts andres, als eine Art von Duc d'Alben sind, Fari.

Bisher ist nur von denjenigen Einrichtungen zum Festlegen der Schiffe die Rede gewesen, welche eigentliche Bauwerke sind, also gar nicht oder doch nicht leicht nach dem jedesmaligen Bedürfnis verstellt werden können. Die zu den Schiffen gehörigen

---

\*) Förster's allgemeine Bauzeitung. 1842. Seite 97.



Anker, die man sowohl in die Sohle des Hafens eingreifen läßt, falls das Ankern daselbst erlaubt ist, als man sie auch auf die Ufer ausbringen, und daran die Schiffe befestigen kann, gehören daher nicht hieher, und eben so wenig die Korkbeutel und Reibhölzer, die man über Bord hängt, um das Aufstossen und Reiben der Schiffe gegen die Kaimauern zu vermeiden. Nichts desto weniger müssen die beweglichen Reibhölzer erwähnt werden, die man in manchen Englischen Häfen, zum Beispiel in Southampton, sieht, und die man mit Leichtigkeit an diejenige Stelle versetzen kann, wo das Schiff die Kaimauer berühren würde.

Fig. 237 *a* und *b* zeigt ein solches in der Ansicht von der Seite und von oben. Das eigentliche Reibholz besteht aus einem neunzölligen Balken, der etwa 12 Fufs unter die Oberfläche der Mauer herabreicht und 6 Fufs hoch darüber sich erhebt. Derselbe ist mittelst eines starken eingelafsnen eisernen Bügels mit zwei Schwellen verbunden, welche rückwärts an einen darin verkämmt Riegel gebolzt sind. Den letztern umfaßt mit einer Klaue die Strebe, die durch Versatzung in den obern Theil des Reibholzes eingreift, mit dem sie wieder durch einen eingelafsnen Bügel verbunden ist. Diese ganze Vorrichtung steht lose auf der Kaimauer und kann nach dem jedesmaligen Bedürfnifs verschoben werden, sie gewährt eine sehr sichere Stütze den Schiffen, wenn diese seitwärts hinreichend befestigt sind, so dafs sie nicht das Reibholz verschieben oder es zugleich mit dem Bocke drehn.

### § 87.

## Hafen-Anstalten.

Zur Erleichterung und Sicherung des Verkehrs in einem Seehafen sind noch verschiedene Anlagen und sonstige Einrichtungen erforderlich, die bereits § 29 namhaft gemacht sind, jedoch zum Theil noch einer nähern Beschreibung bedürfen.

Zur Darstellung der nöthigen Verbindungen und zur Erleichterung des Verkehrs müssen zuweilen Brücken über den Hafen geführt werden. Dabei ist stets darauf zu achten, dafs durch dieselben die Schifffahrt nicht gehemmt oder gefährdet wird. Der Hauptzugang zum Hafen und zu den Liegeplätzen der größten

Schiffe, soweit diese unter Segel dahin gelangen können, wird allgemein nicht durch eine Brücke gesperrt, weil diese, wenn auch mit Klappen oder sonstigen freien Oeffnungen versehen, den Verkehr zu sehr hindert. So durfte unterhalb der London-Bridge keine Brücke über die Themse erbaut werden, und man versuchte, das Bedürfnis des Landverkehrs durch den Bau von Tunneln, also durch Verbindung beider Ufer mittelst Strafsen unter dem Strombette, zu befriedigen. Auch bei einem Brande sind diese Brücken höchst nachtheilig, indem sie das Verholen der Schiffe wesentlich erschweren. Nur wenn andern Interessen überwiegende Wichtigkeit beigelegt wird, bleiben diese Rücksichten unbeachtet, wie beim Bau der Eisenbahnbrücke in Königsberg geschah.

Die Einrichtung der Schuppen auf den Kais, entweder mit bloßer Verdachung versehen, oder mit dichten Seitenwänden umgeben, kann hier umgangen werden, eben so die der Revisions-Anstalten der Steuerbehörden mit den zugehörigen Waagen und Magazinen. Dasselbe gilt von den Eisenbahnen, die zur An- und Abfuhr der Güter und Waaren dienen, so wie auch von den Wasserleitungen, die den Hafen umgeben und die so eingerichtet sein müssen, dafs man nur einen Schlauch anzuschrauben und einen Krahn zu öffnen braucht, um die Fässer und eisernen Wasserbehälter (Tanks) auf den Schiffen unmittelbar zu füllen, ohne dafs dieselben ausgehoben oder das Wasser zu ihnen getragen werden darf.

Wo ein bedeutender Holzhandel stattfindet, und namentlich, wenn das Holz in Stämmen oder Balken herbeigeblöst wird, muß ein besonderer Holzhafen für die Flöße eingerichtet werden, der, wenn er auch keiner großen Tiefe bedarf, doch hinreichend ausgedehnt und mit den erforderlichen Rampen oder sogenannten Aufschleppen versehen sein muß, auf welchen das Langholz aufgezogen wird. Die Ausfuhr von runden Stämmen ist in unsern Häfen nicht von Bedeutung, nach Danzig, Pillau und Memel kommt das Holz schon als Balken bearbeitet in großen Flößen aus den Russischen Waldungen auf der Weichsel und dem Memelstrom herab. Es bleibt alsdann in den Holzhäfen, ohne aufgezogen zu werden. Wird es aber in Bohlen und Dielen zerschnitten, so stapelt man diese bis zur Verschiffung auf dem Ufer auf.

In jedem Seehafen pflegt eine Anzahl von Böten sich anzusammeln, welche den Einwohnern gehören und die vorzugsweise zu den verschiedenen Hilfsleistungen beim Aus- und Eingehn der Schiffe benutzt werden. Indem sie den Verkehr erleichtern, so muß man auch für ihre Unterbringung sorgen, und es kommt darauf an, eine besondere Liegestelle für die Böte oder einen Bootshafen einzurichten, der den eigentlichen Hafen nicht beschränkt, aber auch nicht zu entlegen ist. Eine Wassertiefe von 3 Fufs genügt für ihn, doch ist eine Rampe oder Aufschleppe daneben nothwendig, um von Zeit zu Zeit die Böte reinigen, auch wohl leichte Reparaturen daran vornehmen zu können. Zuweilen bietet sich Gelegenheit, diese Häfen in der Art anzulegen, daß durch sie der Verkehr neben dem Haupthafen nicht unterbrochen wird. Wenn nämlich an dem letztern eine Ladebrücke sich hinzieht, so können unter dieser die Böte in den dahinter befindlichen Bootshafen gelangen. Beispielsweise ist diese Anordnung in Swinemünde und zwar unmittelbar neben der Stadt getroffen.

Von besonderer Wichtigkeit ist es, einen Hafen möglichst gegen Feuersgefahr zu sichern, da die Schiffe, selbst wenn sie in Eisen erbaut sind, doch in den Masten, Raen und der ganzen Takelage leicht Feuer fangen und das Deck, wie die Verzimmerungen im Raum, und grosentheils auch die Ladungen leicht in Brand gesetzt werden. Dazu kommt noch, daß die beschränkte Räumlichkeit die Löschanstalten viel unwirksamer macht, als bei einem Brande von Gebäuden auf dem Lande. Der Geschicklichkeit und Umsicht der Seeleute gelingt es zwar gemeinhin, das Feuer im ersten Entstehn zu löschen, wenn dieses aber nicht geschieht, so ist es fast unmöglich, das brennende Schiff noch zu retten, und es bleibt alsdann nur übrig, dasselbe entweder, während es schon in vollen Flammen steht, nach einem entlegenen Theil des Hafens zu bringen, oder die in seiner Nähe liegenden Schiffe zu entfernen, um diese zu sichern.

Bei dieser grossen Gefahr pflegt man die Anordnung zu treffen, daß Schiffe, welche besonders leicht feuerfangende oder solche Güter geladen haben, die der Selbstentzündung unterworfen sind, an einer abgesonderten Stelle des Hafens liegen. Dabei wird zugleich dafür Sorge getragen, daß auf denselben und in ihrer Nähe kein Feuer angezündet werden darf.

Vorzugsweise ist diese Vorsicht für die mit Petroleum beladenen Schiffe geboten, die in neuerer Zeit oft in großer Anzahl sich ansammeln. Man ist gezwungen, für diese besondere Häfen zu erbauen, die so sicher verschlossen sind, daß das darin brennende Petroleum sich nicht weiter verbreiten kann. In welcher Weise dieses geschieht, soll im Folgenden, wenn von den besondern Anlagen zur Sicherung des Verkehrs die Rede ist, mitgetheilt werden.

In unsern Häfen war es früher verboten, auf den Schiffen Feuer anzumachen, und selbst in den Cajüten durfte ein Licht nur in einer wohlverschlossenen Laterne angezündet werden. Man ist zwar in neuerer Zeit von der großen Strenge in dieser Beziehung meist zurückgekommen, und zwar vorzugsweise, weil mit den Dampfschiffen doch eine Ausnahme gemacht werden mußte, nichts desto weniger bestehen in unsern Häfen zum Theil noch Kochhäuser, in welchen die Speisen für die Schiffsmannschaft zubereitet wurden. Diese Gebäude, die jedesmal ganz massiv sind, enthalten nur kleine, aber gehörig beleuchtete Räume, deren jeder mit einem besondern Eingang versehen ist, und worin je einer oder zwei niedrige Heerde sich befinden. Auf jedem der letztern wird gemeinhin für zwei Schiffsmannschaften gekocht. Die vollständig vorbereiteten Kessel werden nebst dem nöthigen Feuerungsmaterial vom Schiff aus im Boote herbeigefahren und die fertige Speise wieder auf das Schiff zurückgebracht. Zur Erhaltung der Ordnung und der Reinlichkeit ist die Anstellung besonderer Kochhauswärter nothwendig.

Demnächst muß für den Ballastverkehr gesorgt werden. Derselbe ist in den verschiedenen Häfen sehr verschiedenartig. In unsern Ostsee-Häfen und namentlich in denen der Provinz Preußen werden vorzugsweise Getreide, Holz und andere Producte ausgeführt. Die Mehrzahl der Schiffe geht also beladen aus, und kommt in Ballast zurück. Es wird daher hier im Allgemeinen mehr Ballast eingebracht, als entnommen, und es kommt darauf an, für diesen die nöthigen Lagerplätze zu beschaffen. Die Ballastplätze dürfen aber von den Liegestellen der Schiffe, wo diese die Ladung einnehmen, nicht weit entfernt sein, weil scharf gebaute Schiffe oft so rank sind, daß sie ohne Ladung und bei voller Takelage leicht umfallen. Man kann sie alsdann bei ruhiger

Witterung wohl auf kurze Entfernung noch verholten und sie, sobald sie an der Kaimauer oder am Bohlwerk liegen, sicher halten, bis sie einige Ladung eingenommen haben, sollen sie aber auf weite Entfernung verlegt werden, so bleibt nur übrig, die Bramstengen herabzulassen und ihnen dadurch mehr Stabilität zu geben.

In noch gröfserm Maafse häuft sich der Ballast in solchen Häfen an, wo grofse Massen Kohlen ausgeführt werden. So sieht man an der Mündung der Tyne, sowohl bei North-, wie bei South-Shields hohe Berge von abgelagertem Ballast. In andern Häfen dagegen, wo einer wohlhabenden und zahlreichen Bevölkerung die Lebensbedürfnisse zugeführt werden, und die Ausfuhr sich auf werthvollere und solche Güter beschränkt, die weniger massenhaft sind, mufs der nöthige Ballast aus den nächsten Umgebungen herbeigeschafft werden. Dieses Verhältnifs findet in vielen Englischen, so wie auch in manchen Französischen Häfen statt, und man benutzt dasselbe vielfach im Interesse der Schifffahrt. So ist zum Beispiel bereits erwähnt worden (§ 75), dafs der Kies, welcher sich stellenweise in der Themse unterhalb London ablagert, als Ballast an die Schiffe verkauft wird, wodurch die Baggerungskosten gedeckt werden. In Calais (§ 47) darf nur der an der westlichen Seite des Hafens auf dem Strand abgelagerte Sand als Ballast verwendet werden, und obwohl der Handelsverkehr hier nicht bedeutend ist, so bilden sich in Folge dieser Anordnung dennoch bedeutende Vertiefungen im Strand, welche den von der Küstenströmung herbeigeführten Sand später wieder aufnehmen, bevor er die Hafenmündung erreicht, und sonach diese in gewissem Maafse gegen das Eintreten des Sandes sichert.

Auch aus der Zufuhr von Ballast läfst sich für den Hafenbau zuweilen ein nicht unerheblicher Nutzen ziehn, nämlich dadurch, dafs grober Kies, oder Steine auf diesem Wege für mäfsige Preise zu beschaffen sind. Der Ballast besteht zwar meist nur aus Sand, in manchen Häfen, wo derselbe eingenommen wird, kann jedoch mit geringen Mehrkosten dafür auch Kies oder Steinmaterial beschafft werden. Wenn man daher für letztere den Schiffern eine mäfsige Vergütung giebt, so nehmen sie, so oft sich die Gelegenheit bietet, statt des Sandes Steinmaterial ein.

Ueber das Laden und Löschen des Ballastes ist

wenig zu bemerken. Wenn derselbe gelöscht wird, so pflegen die Matrosen ihn mit Schippen oder mit den sogenannten Ballastschaufeln aus dem Raum, oft durch kleine Luken, auf Deck zu werfen. Hier wird derselbe in Schiebkarren verladen und auf das Ufer geführt. Da jedoch das Material, wenn es Sand ist, keinen Werth hat, so sind die Arbeiter sehr geneigt, denselben möglichst bald zu beseitigen, um sich dadurch den weitem Transport zu erleichtern, und es pflegen große Massen beim Abkarren in den Hafen zu fallen. Um dieses zu vermeiden, ist dauernde und sorgfältige Ueberwachung nothwendig. Der Ballast-aufs e h e r ist verpflichtet, das Löschen nicht früher zu gestatten, bis eine hinreichend breite und in den Fugen vollständig überdeckte Brücke dargestellt ist. Auch muß er darauf achten, daß kein Theil des auf dieser verschütteten Sandes herabfällt, sondern die Brücke von Zeit zu Zeit, und namentlich nach Beendigung des Löschens gereinigt, und der Abfall auf das Ufer geschafft wird.

Zum Anfahren des Ballastes werden in neuester Zeit vielfach Eisenbahnen benutzt. Dieses ist zum Beispiel in Swinemünde der Fall, woselbst solche auf dem rechten, wie auf dem linken Ufer zu diesem Zweck eingerichtet wurden. Auf dem rechten Ufer werden die beladenen Wagen so hoch heraufgezogen, daß ihr Inhalt unmittelbar in den Raum des Schiffs herabstürzt. In Festungen erleidet dieser Verkehr zuweilen insofern eine übermäßige Erschwerung, als nach der strengsten Auffassung der Rayon-Gesetze selbst in Friedenszeiten keine Karre Ballast auch nur vorübergehend am Ufer abgelagert werden darf.

Demnächst sind die Lootsen-Stationen zu erwähnen. Solche sind in jedem wirklichen Hafen eingerichtet, da die Lootsen nicht nur die Schiffe ein- und ausbringen, sondern auch das Verhören der Schiffe anordnen und die polizeiliche Aufsicht über den Hafen ausüben. Zu letztem Zweck ist zwar oft ein besonderer Hafenmeister angestellt, doch ist derselbe dem Lootsen-Commandeur untergeordnet, wenn dieser nicht vielleicht, wie oft der Fall ist, beide Aemter zugleich versieht. Ueber die Einrichtung der Lootsenwache und des Lootsen-Bureaus, worin alle ein- und ausgehenden Schiffer sich melden und ihre Papiere vorlegen müssen, wäre nur zu bemerken, daß zur Erleichterung dieser Meldungen das Bureau in der Nähe des Fahrwassers liegen muß.

Der wichtigste Theil des Lootsendienstes besteht in dem Einbringen der ankommenden Schiffe. Um diese rechtzeitig wahrzunehmen, muß ein Posten auf einer besondern Warte fortwährend aufgestellt sein, und letztere muß nicht nur nach der Hafemündung, sondern auch weit über diese hinaus in die offene See eine freie Aussicht gewähren. Diese Warte befindet sich zuweilen unmittelbar neben der Lootsenwache, zuweilen aber in einiger Entfernung von derselben, und häufig wird der Leuchthurm als solche benutzt. Sehr zweckmäfsig ist es, wenn man zur schleunigen Benachrichtigung eine Telegraphenverbindung zwischen der Warte oder dem Thurm und der Wache einrichtet, wie dieses in Swinemünde geschehn ist. Die möglichste Beschleunigung ist aber besonders geboten, wenn ein heftiger Wind die Küste trifft. Alsdann ist der Wellenschlag nicht nur am stärksten, und die scharfe Innehaltung des tiefsten Fahrwassers daher am dringendsten geboten, sondern das Schiff nähert sich auch dem Hafen am schnellsten, während das Herauskommen der Lootsen durch Gegenwind und meist auch durch Gegenströmung verzögert wird.

Ueber dem kleinen Thurm, welcher die Lootsenwarte bildet, wird in gröfsern Häfen häufig noch die Vorrichtung zum Herablassen des Zeitballs angebracht. Derselbe besteht in einem Ballon von 3 bis 4 Fufs Durchmesser, der über dem Thurm schwebt und Mittags um 12 Uhr mittlerer Zeit herabfällt. Er giebt also Gelegenheit zur Berichtigung der Chronometer der im Hafen liegenden Schiffe. Die scharfe Berichtigung dieser Chronometer ist nämlich für die Ermittlung der geographischen Länge während der Fahrt, wenn durch die Beobachtung einiger Sonnenhöhen die locale Zeit bestimmt wird, von grofser Wichtigkeit, und ist viel sicherer, als wenn die Länge etwa aus den Abständen des Mondes von Fixsternen hergeleitet werden müfste. Indem die Längen auf den Seekarten gemeinhin von Greenwich ab gezählt werden, so pflegt man die Chronometer auch nach Greenwicher Zeit zu stellen. Da aber die geographische Länge jedes Hafens aus den nautischen Handbüchern entnommen werden kann, so läfst sich die Greenwicher Zeit leicht aus der localen herleiten, und man pflegt letztere zu signalisiren, damit auch die Uhren im Hafenort hiernach berichtigt werden können.

Einen solchen Zeitball, der diametral eine Eisenstange umfaßt, und an dieser herabfällt, hat der Lootsen-Commandeur Knoop etwa seit 10 Jahren in Swinemünde eingerichtet und an jedem Tage denselben in Thätigkeit gesetzt, indem er durch Beobachtung der Circummeridianhöhen der Sonne, so oft die Gelegenheit sich bot, die Zeitbestimmung machte und hiernach eine erprobte Pendeluhr berichtigte. Wenn das plötzliche Lösen dieses Ballons während des Sommers auch keine Schwierigkeit machte, so trat dabei im Winter doch häufig der Uebelstand ein, daß bei der zunehmenden Wärme am Vormittag an der noch kalten Eisenstange die dagegen fallenden Regentropfen und selbst die Feuchtigkeit eines schwachen Nebels gefror und dadurch die Stange sich mit Eis bedeckte, welches das Herabgleiten des Balles verhinderte. In solchem Fall mußte also vorher die Stange mit einem passenden Eisen gereinigt werden, was wenig Mühe verursachte, indem man leicht zu ihr gelangen konnte.

In neuester Zeit sind Seitens des Deutschen Reichs in mehreren Häfen, zunächst in Cuxhaven und Bremerhaven besondere Thürme zu gleichem Zweck eingerichtet, auch in Swinemünde wurde im Herbst 1879 ein solcher erbaut. Der Thurm im Bremerhaven ist nach der Beschreibung von Lentz\*)  $76\frac{1}{2}$  Fufs hoch, in der untern Hälfte kegelförmig, woselbst seine Basis 19 und der obere Querschnitt  $4\frac{1}{2}$  Fufs im Durchmesser hält. Der obere Theil des Thurms ist cylindrisch geformt und zwar unter Beibehaltung des letzten Querschnitts. Er besteht nur aus Eisenblech von nahe 3 Linien Stärke und ist durch 24 Eisenstäbe gegen ein aus großer Tiefe aufgemauertes Fundament geankert. Der kugelförmige Ball, aus Eisenschienen gebildet und mit schwarz gefärbtem Segeltuch überzogen, wird noch  $9\frac{1}{2}$  Fufs über den Thurm gehoben und durch drei hindurch gezogene Eisenstangen so genau geführt, daß die darüber hängende Zange, nachdem er herabgefallen ist, ihn sicher fassen und wieder heben kann. Das Lösen der Zange geschieht aber nicht aus freier Hand, sondern mittelst telegraphischer Leitung, wie bei dem Cuxhavener Thurm, von der

\*) Der Verfertiger des Projects zu diesen Thürmen, Hafenbau-Inspector Lentz in Cuxhaven, hat den Thurm in Bremerhaven in der Deutschen Bauzeitung (1879, Seite 248) eingehend beschrieben und durch Zeichnungen erläutert.



Hamburger Sternwarte aus. In gleicher Art wird auch der Ball auf dem neuen in gleicher Art erbauten Thurm in Swinemünde von der Sternwarte in Berlin aus in Thätigkeit gesetzt werden. Dem Wächter liegt also nur die Pflicht ob, jene Zange später herabzulassen, und dieselbe zugleich mit dem Ball wieder zu heben, zu welchem Zweck im Thurm unten eine Winde aufgestellt ist. Der Wärter erhält aber auch ein besondres telegraphisches Signal, damit er mittelst einer Leine die Zange öffnen kann, wenn dieses durch die Leitung nicht geschieht. Dafs nicht nur die Local-, sondern auch die Greenwicher Zeit angegeben, auch die Annäherung des Mittags durch verschiedene Stellungen des Balls bezeichnet werden soll, ist in der baulichen Anordnung von wenig Bedeutung, doch dürfte das Beseitigen des Eises an den drei Leitstangen schwieriger sein, als an der einen, um so mehr, da nur auf einer senkrechten Leiter in der Achse des Thurms derselbe bestiegen werden kann.

Die *Lootsenböte* müssen so stationirt sein, dafs sie selbst bei kleinen Wasserständen offenes Fahrwasser vor sich haben, also ohne Aufenthalt den ankommenden Schiffen entgegengehn können. Ueberdies müssen die Böte auch möglichst nahe an der Hafenumündung liegen, um nicht etwa auf lange Strecken gegen einen hart eingehenden Strom gerudert werden zu dürfen. Befindet sich eine Sandbank zwischen dem Bootshafen und dem Fahrwasser, die nur mit kleinen Böten überfahren werden kann, so ist es vortheilhaft, die gröfsern Lootsenböte am Rande des Fahrwassers vor Anker zu legen, und, so oft es nöthig ist, mittelst kleiner Böte zu besetzen. Dieses geschieht in Swinemünde, obwohl die gröfsern Segelböte daselbst seit der Erbauung des Dampfschooners in schwierigen Fällen nicht mehr benutzt werden. Letzterer ist allein für den Lootsendienst bestimmt, und mit Ausnahme der seltensten Fälle, wie beim Sturm im December 1864, ist er unter allen Umständen in See gegangen.

Die *Bootshäfen* nebst den zugehörigen Utensilienschuppen gehören mit zur Einrichtung der Lootsen-Stationen, auch mufs man für die nöthigen, zum Theil verdeckten Räume sorgen, wo Reparaturen und Neubauten von Böten, Buoyen und dergleichen vorgenommen werden können.

Endlich kommen auch die *Rettingsapparate* in Betracht

und vorzugsweise die Rettungsböte, mittelst deren die Besatzungen von gestrandeten oder sinkenden Schiffen geborgen werden. Indem diese meist nur bei heftigem Seegange und in der Brandung gebraucht werden, wo das Ueberschlagen der Wellen und das Anfüllen mit Wasser unvermeidlich ist, so müssen sie an sich so viel Tragfähigkeit besitzen, daß sie in diesem Fall und sogar mit Menschen überfüllt, nicht sinken. Außerdem müssen sie sich aber auch sogleich wieder aufrichten, falls sie kentern sollten. Dabei ist es ferner nothwendig, daß sie leicht beweglich sind, auch wird ihre Benutzung bedeutend bequemer, wenn das Wasser von selbst aus ihnen abfließt, und nicht ausgeschöpft zu werden braucht. Die Erfüllung dieser sämtlichen Bedingungen ist überaus schwierig, und hierzu kommt noch, daß sie in vielen Fällen von dem Strande aus durch die Brandung und gegen die auflaufenden Wellen ins Wasser geschoben werden müssen. Welche Bedeutung diese letzte Aufgabe hat, ergiebt sich aus den frühern Mittheilungen über die Wirkung der Wellen, welche auf flache Dossirungen treten. Das leichte Boot ist aber augenscheinlich einem viel stärkern Stofs ausgesetzt, als schwere und grofse Steine, die dennoch hinaufgeworfen werden.

Es können hier nur kurze Andeutungen über die passendste Einrichtung der Rettungsböte gegeben werden. Früher wurden dieselben gleich andern Böten erbaut, man bemühte sich nur, sie aus fehlerfreiem Holze möglichst stark und dennoch leicht zu construiren. Sie waren vorn und hinten gleich geformt, so daß sie eben so gut in einer, wie in der andern Richtung gerudert werden konnten. Das Ruder oder Steuer fehlte, weil dieses zu leicht abgebrochen wurde, zum Steuern dienten aber Rieme, die man nach Umständen auf einem, oder dem andern Ende, und zuweilen auf beiden zugleich auslegte. Beide Seitenwände waren im obern Theil und zwar in der ganzen Länge auf der äußern Seite mit einer etwa 8 Zoll starken Korklage bedeckt. Diese hatte sehr verschiedene Zwecke. Sie hielt das Boot über Wasser, falls es vollgeschlagen war, sie richtete es wieder auf, sobald es kenterte, und sie mälsigte den Stofs beim Anlegen an das gestrandete Schiff. Das eingedrungene Wasser wurde mit Leder-eimern ausgeschöpft. Die Mannschaft war aber durch Taue, an deren Enden sich Korkballen befanden, gegen das Fortspülen

gesichert, und Taue an den Außenseiten erleichterten ihre Rettung, falls sie herausgeschlagen werden sollten.

Mit diesen Bötten sind vor unsern Häfen vielfache Rettungen ausgeführt, und die Lootsen hatten im Allgemeinen zu denselben großes Zutrauen. Doch ereignete sich 1811 bei Pillau der Fall, daß das Boot umschlug und sich nicht wieder aufrichtete, vielmehr der Kiel nach oben gekehrt blieb, woher die sämtlichen darin befindlichen Lootsen und die andern Seeleute ertranken.

Diese Bötten waren in den Häfen selbst stationirt, und standen in besondern Schoppen auf stark geneigten Hellingen, so daß sie jedesmal schnell in hinreichend tiefes Wasser herabgelassen werden konnten. Vom Strande wurden sie nicht leicht abgeschoben, obwohl man Wagen zu ihrem Transport eingerichtet hatte. Die Bergung der Mannschaft eines gestrandeten Schiffes erfolgte in der Art, daß das Boot an dem letztern vorbei noch eine Strecke in den Wind ruderte. Alsdann warf man den Dragger aus, und an dem Tau desselben liefs man das Boot bis zur Seite des Schiffes sacken. Ein festes Anlegen an dasselbe war unmöglich, weil dabei das Boot zerstoßen, oder auch wohl auf das Schiff geworfen wäre. Es schwamm vielmehr in einigem Abstände daneben, doch liefs man es hin und her scheren, und in den Augenblicken, wo es sich am meisten ihm näherte, sprangen die Leute hinein oder in das Wasser und wurden in diesem Fall von den Lootsen gefaßt. Die gerettete Mannschaft mußte meist am Boden liegen, um die Bedienung des Bootes nicht zu hindern.

Die Rettung der Schiffbrüchigen erfolgt vielfach nicht durch angestellte Beamte und besoldete Seeleute, sondern durch Freiwillige. In mehreren Seehäfen haben sich zu diesem Zweck Privatgesellschaften gebildet, deren Theilnehmer, so oft es nöthig ist, die Rettungsbötten aussetzen und bemannen. Eine Gesellschaft, die zuerst in Bremen zusammentrat, jetzt aber über ganz Norddeutschland ausgedehnt ist, hat eine große Anzahl Rettungstationen eingerichtet, und mit Bötten und andern Apparaten versehen.

Um die Verbesserung und Verbreitung der Rettungsbötten hat sich auch eine Gesellschaft in England (the royal national life-boat institution) sehr verdient gemacht, und zugleich

aus eignen Mitteln eine große Anzahl dieser Böte erbaut und auf solchen Punkten stationirt, wo Strandungen sich am meisten wiederholten. Die Gesellschaft erklärte sich im Allgemeinen für die von James Peake gemachten Vorschläge und liefs mit manchen Aenderungen hiernach Böte von verschiedener Gröfse bauen. Die größeren sind 29 Fufs lang und 8 Fufs breit, und in der Mitte ohne den Kiel  $3\frac{1}{3}$  Fufs hoch. Sie werden durch 8 bis 10 Riems bewegt. Ihr Gewicht beträgt 3000 bis 4000 Pfund. Sie sind mit flachem Boden versehen, aus dem der 8 Centner schwere gußeiserne Kiel hervortritt. Vorn und hinten laufen sie in scharfe Spitzen aus. Die Inhölzer fehlen ihnen, indem doppelte halbzöllige kieferne Planken, die sich diagonal überdecken, mit dazwischen liegender getheerter Leinwand die Seitenwände bilden. Ein wasserdichtes Deck in der Höhe des äufsern Wassers bei vollständig belastetem Boot bildet den innern Boden. Der darunter befindliche luftdicht verschlofsne Raum trägt das Boot. Ueber diesem erheben sich rings umher bis zur Bordhöhe kupferne Luftkasten, die vorn und hinten noch 2 Fufs höher hinaufreichen, und das Boot aufrichten, falls es kentern sollte, der eiserne Kiel dient gleichfalls zu diesem Zweck. Durch den innern und äufsern Boden sind sechs kupferne Röhren von 6 Zoll Durchmesser geführt, die durch Ventile geschlossen werden, welche sich nach unten öffnen. Sie lassen also kein Wasser einfließen, ist aber das Boot ganz oder theilweise mit Wasser gefüllt, so öffnen sie sich von selbst, und das Wasser fließt durch die Röhren ab. Die Erfahrung ergab, dafs Böte dieser Art an sich zu leicht waren, wenn sie nämlich gegen hohe Wellen gerudert wurden, so erlitten sie von den letztern so starke Stöße, dafs ihre Fahrt vollständig unterbrochen wurde. Man mußte daher ihre Masse vergrößern, um durch das Moment der Trägheit den Stofs der Wellen aufzuheben. Dieses erreichte man dadurch, dafs man den Zwischenraum zwischen dem äufsern und innern Boden vollständig mit Kork und anderm leichten und trocknen Holz auspackte. Dieser Raum ist aber wasserdicht abgeschlossen, woher das Holz sein geringes specifische Gewicht behält, also noch das Boot trägt. Man rühmt, dafs diese Böte selbst bei heftigem Gegenstossen an das Schiff nicht leiden. Bei dieser Bauart ohne Inhölzer mit doppeltem

kreuzweisem Belag (diagonal double planking) besitzen die Fahrzeuge auch nach sonstigen Erfahrungen einen hohen Grad von Elasticität.

Häufig werden die Rettungsböte nicht im Hafen, sondern am freien Meeresufer, und zwar an solchen Stellen stationirt, wo vorzugsweise Strandungen zu besorgen sind, wo jedoch das tiefe Wasser möglichst nahe ist. Man richtet alsdann vor dem Schoppen, worin sie stehn, Hellinge ein, auf denen sie herabgelassen und später wieder aufgezogen werden können. Das Ablassen wird hierdurch zwar etwas erleichtert, es bleibt aber dennoch bei dem Andrang der Wellen schwierig, wenn nicht vielleicht, wie oft geschieht, ein Anker davor liegt, an dessen Tau man das Boot gegen den Stofs der Wellen halten und es in der Zwischenzeit zwischen zwei Wellen kräftig herabziehen kann.

Erfolgt indessen die Strandung in weiterer Entfernung von der Station, so läßt sich das Boot viel schneller auf einem Wagen nach dem Orte bringen, wo es gebraucht wird, als wenn es im heftigen Seegang dahin gerudert werden sollte. Alsdann tritt aber im vollsten Maafse die Schwierigkeit ein, es durch die Brandung in tieferes Wasser zu bringen. Der Wagen ist gewöhnlich so eingerichtet, daß er selbst eine Art von Helling bildet, und das Boot über die darauf befindlichen Rollen von ihm herabgleitet. Die nächste Welle hemmt jedoch seinen Lauf, und es kann alsdann nur von den theils darin befindlichen, und theils daneben stehenden Seeleuten weiter gebracht werden. Man bemüht sich, es möglichst gegen den Stofs der Wellen zurückzuhalten, und in den Zwischenzeiten, wenn das Wasser abfließt, es mit diesem seewärts vordringen zu lassen. Bei den heftigen Schwankungen, die es in dieser Zeit erfährt, und bei hohem Seegang ist diese Arbeit nicht nur überaus mühsam, sondern auch für die Mannschaft gefährlich, und pflegt erst nach vielfachen vergeblichen Versuchen endlich zu gelingen. Besonders muß man aber darauf Bedacht nehmen, daß das Boot immer den Wellen zugekehrt bleibt, weil es unaufhaltsam auf den Strand geschleudert wird, sobald die Wellen es in der breiten Seite treffen.

In Pillau befindet sich ein kleiner Dragger, dessen vier Arme sich an den Schaft legen lassen, aber von selbst zurück-

schlagen, sobald sie nicht dagegen gedrückt werden. Diesen Dragger, an den ein festes dünnes Tau vorher angesteckt ist, schießt man aus einem Mörser in die See, und wenn er auch nicht weit fliegt, so erleichtert dieses Tau, wenn es vom Boot aus angezogen wird, doch wesentlich das Ausbringen des Bootes.

In neuester Zeit werden die Stationen zu gleichem Zweck auch mit sogenannten Rettungsraketen versehen. Die Pulverladung befindet sich dabei in einer Röhre aus Eisenblech von 19 Zoll Länge und 3 Zoll Weite. Am vordern Ende derselben ist ein starker Eisenring eingesetzt, in welchen die kurze Achse eines Draggers von vier Armen eingeschoben ist. Die Röhre bildet den Schaft des Draggers, und die gegenüberstehenden Schaufeln sind in ihren äußern Spitzen 17 Zoll von einander entfernt. Am hintern Ende der Röhre befindet sich wieder ein eingesetzter Ring, durch welchen der Zünder hindurchgreift. Hier spaltet sich die Röhre in drei Arme, die aber im Abstände von 5 Zoll sich wieder vereinigen und nunmehr den 3 Fufs langen Raketenstock bilden, der wieder aus einer hohlen Blechröhre besteht. Am Ende derselben ist eine leichte 10 Fufs lange Eisenkette befestigt, woran schliesslich die Zugleine gebunden ist. Mittelst dieser Rakete läßt sich der leichte Dragger bequem an jeder Stelle auswerfen, wo man das Boot in das Wasser schieben will.

Das Herablassen des Bootes wird augenscheinlich um so schwieriger, je schwerer es ist. Es empfiehlt sich daher, möglichst leichte Rettungsböte in solchem Fall zu benutzen, und dieses dürften vorzugsweise die nach dem System von J. Francis aus gewelltem oder cannelirtem Eisenblech erbauten Böte sein. Solche sind bei uns schon verschiedentlich für isolirte Stationen angeschafft worden, und die bei starkem Seegang gemachten Versuche ergeben, daß sie bedeutend leichter, als hölzerne Böte von gleicher Gröfse ins Wasser zu bringen sind. Sie haben vor den letztern, namentlich auf entlegenen Stationen, noch den wesentlichen Vorzug, daß wenn sie auch mehrere Jahre hindurch unbenutzt im Schoppen stehn, keine Fuge sich öffnet, sie also nicht undicht werden, was bei hölzernen Böten unvermeidlich ist. Ihre Unterhaltung fordert nur in längern Zwischenzeiten die Erneuerung des Oel-Anstrichs. Es muß aber noch bemerkt werden, daß sie

sowohl vorn wie auch hinten mit großen Luftkasten versehen sind, woher sie beim Einschlagen der Wellen nicht untersinken, auch sich wieder von selbst aufrichten.

Bei dieser Gelegenheit muß noch eines andern, gleichfalls zur Rettung der Mannschaft auf gestrandeten Schiffen dienenden Apparats erwähnt werden, für dessen Unterbringung sowohl in Häfen, als in einzelnen Stationen zu sorgen ist. Dieses ist der **Manbysche Rettungsapparat**. Derselbe besteht in einem kleinen Mörser nebst zugehörigem Wagen, und in Kugeln, die mit Oesen versehen sind. In diese Oese wird vor dem Gebrauch eine dünne und besonders feste Leine gebunden, welche in der Art ausgelegt wird, daß sie, ohne irgend einen Widerstand zu finden, sich lösen und der Kugel folgen kann. Letztere schießt man vom Ufer aus nach dem gestrandeten Schiff, und wenn die Leine hier gefaßt ist, so wird ein stärkeres Tau angesteckt und herüber gezogen. An diesem Tau können entweder Böte zur Rettung der Mannschaft hin und her geschoben, oder auch wohl die in einer Schlinge sitzenden Leute mittelst einer zweiten Leine hinübergezogen werden. Dieser Apparat ist bereits vielfach mit gutem Erfolg benutzt, doch reißt die erste Leine nicht selten während des Schießens, und zwar meist in der Nähe der Kugel, auch wird diese durch die Leine sehr zurückgehalten, so daß sie nur einige hundert Schritte weit fliegt, wenn aber der Wind etwas seitwärts steht, so wird sie stark abgelenkt.

Viel bequemer ist auch in diesem Fall die Benutzung der **Raketen**, die sich leichter transportiren lassen und nur eines einfachen Gestells zum Abfeuern bedürfen. Wenn sie mit der dünnen Leine auch nicht so weit, wie die Kugel fliegen, so verfolgen sie, nach manchen Versuchen, die ihnen gegebene Richtung vollständiger, und dabei tritt noch der wesentliche Vortheil ein, daß die Leute auf dem Schiff in der Dunkelheit sehn können, wo die Leine liegt. Eben so kann man auch vom Ufer aus erkennen, in welcher Weise die Richtung der folgenden Rakete verändert werden muß, falls die erste das Schiff nicht getroffen hat.

Von den unter der Aufsicht der Lootsen stehenden **Baaken** und sonstigen **Signal-Vorrichtungen** wird im Folgenden die Rede sein, es bleibt hier nur noch darauf aufmerksam zu machen, daß beim Ein- und Ausbringen der Schiffe der Wasser-

stand sorgfältig zu berücksichtigen ist, um theils das Aufsetzen auf Untiefen, theils bei höherem Wasser das entbehrliche Umfahren derselben zu vermeiden. Hiernach muß neben der Lootsstation ein Pegel eingerichtet werden. Es ist gleichgültig, ob dieses der mit unveränderlichen Festpunkten durch ein Nivellement verbundene Hauptpegel, oder nur ein Nebenpegel ist, der mit jenem correspondirt, doch muß er gleichfalls sicher und in der Art angebracht sein, daß er sowohl vom Ufer, als vom Wasser aus leicht abzulesen ist.

### § 88.

## Bauliche Anlagen zur Sicherung des Verkehrs.

Es bleibt noch übrig, einige bauliche Anlagen in den Häfen zu beschreiben, die zur Erleichterung und Sicherung des Verkehrs dienen. Hierher gehören zunächst die verschiedenen Treppen und Brücken, auf denen man von den Kais zu den Fahrzeugen gelangt.

In Häfen, worin kein merklicher Fluthwechsel stattfindet, sind Einrichtungen dieser Art beinahe entbehrlich, indem die Höhe des Decks mittlerer Schiffe ungefähr mit der des Kais übereinstimmt, und sonach ein bequemer Uebergang von einem zum andern sich von selbst darstellt. Auf geringe Höhenunterschiede von wenigen Füssen kommt es dabei nicht an, indem dieselben sich leicht durch die auf den Schiffen befindlichen kleinen Treppen oder durch sonstige Unterlagen ausgleichen lassen. Es bleibt alsdann nur dafür zu sorgen, daß man mit einiger Bequemlichkeit in Böte einsteigen kann. Zu diesem Zweck werden theils Treppen, theils aber auch Rampen angelegt, die von dem Ufer bis zum Wasser herabführen. Letztere dienen außerdem zum Aufziehn von Böten und von Holz. Man pflegt sie daher Aufschleppen, oder mit Rücksicht auf ihren früheren Zweck oft auch Tränken zu nennen. Durch sie wird das Kai unterbrochen, und diese Unterbrechung ist um so störender, je weiter der Einschnitt sich in das Ufer hineinzieht, oder je größer die Niveaudifferenz zwischen dem Kai und dem niedrigsten Wasser-



stand ist, bei welchem die Treppen oder Rampen noch gebraucht werden sollen.

Die oben (§ 85) erwähnten hölzernen Ladebrücken geben oft Gelegenheit, die Treppen und vorzugsweise die Rampen darunter zu legen, so daß die Ufer-einfassung ohne Unterbrechung sich darüber fortsetzt. Der Umstand, daß bei besonders hohem Wasserstand solche Rampen nicht mehr passirbar sind, ist meist von wenig Bedeutung, da man alsdann schon von den Ufern leichter in die Böte gelangen kann.

In Häfen, die einem starken Fluthwechsel unterworfen sind, müssen die Bootstrecken in anderer Weise eingerichtet werden, weil sonst die Unterbrechung der Kais gar zu störend sein würde. Man kann sie alsdann nur parallel zur Kaimauer und zwar in der Art anordnen, daß die Stufen nicht vor die letztere vortreten, die Mauer vielmehr über der Treppe zurückspringt. Damit die Treppen aber durch Schiffe nicht leicht gesperrt werden, die sich vor ihnen an die Kais legen, pflegt man sie vorzugsweise in zurücktretenden Ecken oder Buchten des Hafens anzubringen. Fig. 115 auf Taf. XX zeigt, wie dieses im Hafen von Ramsgate geschehn ist. Die Treppen sind in dieser Figur mit dem Buchstaben *C* bezeichnet. Beim Hafen Kingstown, Fig. 102, sind die Treppen grosentheils in den geraden Strecken der Kaimauern angebracht, doch werden die Schiffe hier nur selten an diese Mauern gelegt, vielmehr ankern sie in dem weiten Hafen, oder liegen vor dem Kai neben der Eisenbahn.

Diese Treppen, die bereits §§ 59 und 60 beschrieben und in den Figuren 156 und 174 dargestellt sind, haben meist nur die Breite von 3 Fufs und sind wie die Dämme oder die Ufer-einfassungen, an welche sie sich anschliessen, aus Stein oder aus Holz ausgeführt. Geländer fehlen ihnen ganz, oder es ist nur eine Eisenstange an die innere Seite als Handlehne befestigt. Auch der Einschnitt in der Mauer, der den Zugang zur Treppe bildet, ist mit keinem Geländer umgeben, da ein solches die Bewegung der Taue und Ketten hindern würde, an welchen die Schiffe geführt und gehalten werden. Um diese Einschnitte aber nicht zu weit auszudehnen, giebt man theils den Stufen starke Steigungen und schmale Auftritte, theils aber kragt man auch in der Höhe von etwa 6 Fufs über der Treppe die Mauer über, so

dafs die Oeffnungen im Kai nicht so lang sind, als die Treppen sich abwärts fortsetzen.

Aufser diesen Treppen kommen in vielen Englischen und Französischen Häfen auch Leitern vor, welche in keiner Beziehung den Schiffsverkehr behindern, aber im Gebrauch freilich noch unbequemer, als jene sind, und daher beinahe ausschliesslich nur von Seeleuten benutzt werden. Fig. 238 *a* und *b* zeigt eine solche Leiter in der Ansicht von oben und von vorn. Die Kaimauer ist mit einem 2 Fufs breiten und 1 Fufs tiefen verticalen Falz versehen, und in die Werkstücke zu beiden Seiten desselben sind die Enden der Sprossen eingelassen. Letztere bestehn gewöhnlich aus Eisenstäben, in Cherbourg hat man dagegen, um das Oxydiren zu vermeiden, Kupfer angewendet. Sie halten etwa 2 Zoll im Durchmesser und zuweilen sind sie etwas abgeplattet, um das Auftreten minder un bequem zu machen. Zur Erleichterung des Herabsteigens befindet sich gemeinhin vor der Leiter noch ein flacher Bügel, der an die Deckplatte befestigt, jedoch so geformt ist, dafs er das Uebergleiten der Taue und Ketten nicht hindert. In manchen Französischen und Englischen Häfen hat man statt der Sprossen gusseiserne Platten angebracht, welche in die Falze vertical befestigt, und mit gröfsern und kleinern Oeffnungen versehen sind, in welche man theils mit den Händen eingreift, und worin theils die Füfse gestellt werden. An die untern Ränder beider Arten von Oeffnungen sind Wulste angegossen, damit man nicht an den dünnen Platten sich zu halten oder darauf zu treten braucht.

Bei Liverpool hat man eine Landungstreppe in der Art in eine besonders starke Kaimauer gelegt, dafs diese sowohl in ihrer äufsern Fläche, als auch in dem Theil der Krone, der dem Hafen zugekehrt ist, ganz frei bleibt, also weder das Anlegen der Schiffe, noch der Verkehr dadurch behindert wird. Fig. 239 *a* und *b* deutet diese Anordnung in der Ansicht von der Stromseite und von oben an. Im landseitigen Theil der Mauer befindet sich ein abwärts geneigter überwölbter Gang von etwa 10 Fufs Breite, der theils durch die Eingangsöffnung und theils durch zwei Schachte erleuchtet wird, die oben mit Brustmauern umgeben sind. Von diesem Gange aus führen an drei verschiedenen Stellen, also in verschiedenen Höhen, horizontale Gänge von 6 Fufs Breite

nach dem Strom. Diese werden bei den verschiedenen Wasserständen zur Verbindung mit dem davor liegenden Schiff benutzt, und zwar nicht nur von den Passagieren, sondern es wird auch Vieh hier ausgesetzt, welches über die sehr flache Treppe hinaufgetrieben wird.

Die verschiedenen vorstehend beschriebenen Treppen sind jedoch keineswegs bequem zu passiren, und am wenigsten bei niedrigem Wasser, da jedes Hochwasser sie überfluthet, woher sie fortwährend nicht nur feucht, sondern gewöhnlich auch mit schlüpfrigem Schlamm überdeckt sind. Vortheilhafter ist die Anordnung, die man in neuerer Zeit vielfach angewendet hat, wobei die eigentliche Landebrücke durch ein großes prahmartiges Fahrzeug gebildet wird, das mit dem Wasser steigt und sinkt, sich also stets an das davor liegende Dampfboot anschließt. Die Verbindung mit dem Ufer wird aber durch eine Klappe dargestellt, die so lang ist, daß sie selbst beim niedrigsten Wasserstand nur eine mäßige Neigung annimmt und daher für leichte Wagen immer fahrbar bleibt. Die Reisenden fahren also bis an das Dampfboot und brauchen keine Treppe auf- oder abzusteißen. Diese Einrichtung läßt sich jedoch nur im innern Hafen, oder an solchen Uferstellen treffen, vor denen ein besonders heftiger Wellenschlag nicht stattfindet, weil es sonst unmöglich sein würde, die große schwimmende Landebrücke zu halten.

Von einer Anlage dieser Art ist bereits bei Gelegenheit des Hafens Holyhead (§ 66) die Rede gewesen. In Liverpool bestand eine solche schon im Jahre 1852, die nicht nur in großen Dimensionen ausgeführt ist, sondern auch ziemlich frei in dem Mersey liegt, also zuweilen von nicht unbedeutenden Wellen getroffen wird. Sie befindet sich am George's Kai, der Bank gegenüber. Die Brücke selbst besteht aus einer hölzernen Plattform von etwa 500 Fufs Länge und 80 Fufs Breite, die vielleicht von dreißig eisernen Prahmen getragen wird. Letztere treten auf der dem Ufer zugekehrten Seite noch über sie hinaus, um das Gewicht der beiden Rampen aufzuheben, welche die Brücke hier belasten, indem sie auf starken eisernen Achsen ruhn. In gleicher Weise werden die Rampen auch durch solche Achsen auf den massiven Brückenköpfen gefaßt. Bei den verschiedenen Wasserständen, die sich 32 Fufs über den niedrigsten Stand erheben, nehmen die

beiden Rampen sehr verschiedene Neigungen an, doch bleiben diese immer so mäfsig, dafs leichte Wagen stets darüber fahren können. Dabei entfernt und nähert sich die Brücke dem Ufer und ist in der Art durch Ketten gehalten, dafs sie diese Bewegungen machen kann, ohne ihre Lage vor dem Brückenkopf zu verlassen.

Von den beiden Rampen dient eine für die Wagen und Fußgänger, die sich vom Ufer nach der Brücke bewegen, die andere für die Zurückgehenden. Jede ist 150 Fufs lang und besteht aus einem Fahrwege in der Mitte von  $9\frac{1}{2}$  Fufs und zwei Trottoirs an den Seiten von  $4\frac{1}{2}$  Fufs Breite. Zwischen diesen Wegen liegen jedesmal die beiden Blechträger, die 2 Fufs breit, und in der Mitte 10 Fufs, an den Enden aber nur 6 Fufs hoch sind. Sie treten in ihrer ganzen Höhe über die Rampen vor, letztere sind durch eiserne Querbalken daran gehängt. In der Mitte jeder Rampe sind beide Träger durch einen bogenförmigen Blechkasten, der aufwärts gekrümmt ist, mit einander verbunden. An den Enden ruht, wie erwähnt, jede Rampe auf horizontalen starken eisernen Achsen, und dreht sich etwas um diese, sobald sie in Folge des wechselnden Wasserstandes ihre Neigung verändert. Indem jedoch die erwähnten Seitenketten nicht scharf gespannt sein dürfen, weil sie in diesem Fall die weitere Entfernung der Brücke vom Ufer verhindern würden, so treten auch Seitenbewegungen ein. Damit diese aber nicht etwa die Rampen aus den festen Achsen heben, oder sonstige Beschädigungen veranlassen, so ruht jede der vier Achsen auf einer Drehscheibe, und durch die starken Zapfen der letztern wird vorzugsweise die Lage der Brücke gesichert. Bei besonders hohen Wasserständen ist die Rampe nach dem Ufer geneigt, bei niedrigem Wasser dagegen nach der schwimmenden Brücke, und im letzten Fall beträgt die Neigung zuweilen 20 Zoll auf die Ruthe.

Diese Landebrücke, welche 1845 von W. Cubitt erbaut wurde, ist wohl die erste ihrer Art. Sie wird vorzugsweise von den Dampfbooten benutzt, welche den Verkehr mit Birkenhead und andern Orten in Cheshire vermitteln\*). Die Rampen hatten,

\*) Etwas detaillirtere Beschreibungen und Zeichnungen dieser Anlage findet man sowohl in S. Rennie's theory etc. of harbours pag. 217,

als ich sie sah, sich merklich durchgebogen, ich schätzte die Durchbiegung in der Mitte auf etwa 4 Zoll.

Die Landebrücke bei Birkenhead war 1852 in sofern sehr eigenthümlich construirt, als sie im äußern Theil auf zwei Prahmen ruhte, weiter landwärts aber von einer großen Anzahl Räder getragen wurde, die auf einer Eisenbahn liefen. Letztere war im Verhältniß von 1 zu 15 gegen den Horizont geneigt. Der Raum zwischen den Schienen war gepflastert und bildete den Zugang zur Brücke. Diese mußte aber wegen des wechselnden Wasserstandes beim Anfahren jedes Boots verstellt werden. Bei der Ebbe liefs man sie mittelst einer Bremse herab, bei der Fluth mußte dagegen eine kleine Dampfmaschine in Gang gesetzt werden, um sie herauf zu ziehn.

Im Hafen Great-Grimsby, wo der durch Accumulatoren verstärkte Wasserdruck nicht nur zum Betriebe der Krahn und zum Heben der Kohlenwagen, sondern auch zum Oeffnen und Schließsen der Schütze in den Umläufen der großen Schleuse, so wie zum Drehn der Schleusenthore benutzt wird, verwendet man denselben auch zum Heben und Senken eines großen Aufzugs, welcher die Landungsbrücke bildet. Sobald ein Dampfboot anlegt, senkt sich diese bis zum Deck des Schiffs herab, und wenn die Passagiere mit ihrem Gepäck sich darauf befinden, steigt sie zum Kai auf, woselbst die Wagen stehn, welche die Reisenden weiter befördern.

Es sind ferner die Vorrichtungen zum Befrachten und Löschen der Schiffe zu erwähnen. Hierzu dienen die Krahn e, die in manchen Häfen an den Ufern stehn. Dieselben werden jedoch im Allgemeinen nur zum Heben besonders schwerer Stücke benutzt, wenn sie nicht vielleicht durch eine starke Betriebskraft in Bewegung gesetzt werden, die eine sehr schnelle Förderung gestattet. Die Seeschiffe sind jedesmal vermöge der Masten und Gaffeln, sowie auch der vielen vorhandenen Takel oder Flaschenzüge, mit den nöthigen Apparaten versehen, um schwere Stücke aus dem Raum zu heben, oder in denselben herabzulassen, und

---

wie auch in Förster's allgemeiner Bauzeitung 1850, Seite 221. Die vorstehend angegebenen Dimensionen, die ich gemessen hatte, schließsen sich an die in diesen Beschreibungen mitgetheilten nahe an,

wenn vielfach Stückgüter verladen werden, so pflegt auch der Ladebaum nie zu fehlen, während die zum Gütertransport bestimmten Dampfschiffe in neuerer Zeit noch gewöhnlich mit zwei kleinen Dampfmaschinen versehen sind, die nur zur Bewegung der beiden an Bord befindlichen Krahn dienen. Um die letztern möglichst ohne Aufenthalt wirken zu lassen, befindet sich noch im Raum eine Eisenbahn, auf der die durch die Luke herabsinkenden Güter sogleich an die passende Stelle geführt und dasselbst verstaut werden. Bei solchen Einrichtungen, die in überraschender Weise die Aufnahme, wie die Abgabe der Güter beschleunigen, sind die Krahn am Ufer zuweilen entbehrlich. Ein großer Theil der Handelsschiffe und selbst der Dampfschiffe ist jedoch hiermit nicht versehen, und sonach gehören Dampf- oder andre Krahn oft zu den nothwendigen Anstalten in einem Hafen. Welche vielfache Anwendung die locomobilen Dampfkrahn in den Häfen finden, und wie sehr sie den Verkehr erleichtern und beschleunigen, sieht man sehr auffallend in dem neuen Sandthor-Hafen in Hamburg, wo eine große Anzahl solcher in fortwährender Thätigkeit ist.

Die Beschreibung der sehr verschiedenen Arten der Krahn darf hier umgangen werden, und es ist nur auf den in neuester Zeit vielfach in Anwendung gekommenen hydraulischen Krahn aufmerksam zu machen, der von Armstrong angegeben wurde. Obwohl derselbe zu seinem Betrieb einer Dampfmaschine bedarf, die den sehr starken Wasserdruck dauernd darstellt, so wirkt letzterer, während der Krahn in Thätigkeit ist, mit viel größerer Energie, als wenn die Dampfmaschine unmittelbar benutzt würde. Mit der Geschwindigkeit von etwa 6 Fufs erheben sich die schweren Kollis, und ebenso schnell werden sie beim Drehn des Auslegers seitwärts bewegt und herabgelassen. Diese Bewegungen regulirt ein einzelner Mann mittelst zweier Hebel. In Englischen Häfen benutzt man hierzu gemeinhin einen invaliden Seemann, der jedoch seine Arme noch kräftig gebrauchen und die Hebel bewegen kann. Die Vorrichtung gewährt noch den Vortheil, dafs die Dampfmaschine in weiter Entfernung arbeitet, also die Magazine, in welche vielleicht feuergefährliche Güter verladen werden, keiner Gefahr ausgesetzt sind. Besonders bequem ist die Benutzung dieser Krahn, wenn sie die Kollis unmittelbar auf Eisen-

bahnwagen absetzen, die entweder auf dem Kai aufgestellt sind, oder auf Bahnen innerhalb der weit ausgedehnten Magazine stehn. Diese Bahnen befinden sich aber nicht nur in den untern Räumen, sondern auch eine und wohl zwei Treppen hoch, und indem die Thüren, die auf der innern Seite mit Schienen versehen sind, nach aussen umschlagen, so bilden sie Verlängerungen der Bahnen bis auserhalb der Gebäude. Einrichtungen solcher Art bestehen in dem Hafen Geestemünde.

Es mögen hier noch einige Vorrichtungen bezeichnet werden, welche zum Verladen grosser, loser Massen und namentlich der Steinkohlen dienen. Dabei kommt es aber nicht allein darauf an, die Handarbeit möglichst zu umgehn, um die Kosten für das Umladen zu ersparen, sondern man muß auch das Herabstürzen der Kohlen aus grosser Höhe vermeiden, weil dieselben dabei zerbrechen und an Werth verlieren.

Oft ist der Eisenbahnstrang parallel zur Kaimauer gerichtet und befindet sich neben dem äussern Rande derselben. In dem Flufshafen bei Saarbrücken sind grosse massive Trichter unmittelbar darunter angebracht, die auf der Hafenseite ausmünden und mittelst beweglicher eiserner Rinnen die aus dem Wagen hineinfallenden Kohlen in die Schiffe führen. Damit die Kohlen aber nicht beim Herabstürzen leiden, so hat man noch Schütze in den untern Mündungen der Trichter angebracht, wodurch die zuerst herabfallenden Kohlen darin zurückgehalten und die Sturzhöhe der folgenden vermindert wird. Die in kleinen Wagen (Hunden) unmittelbar aus den Gruben beigefahrenen Kohlen werden dagegen an andern Stellen in der Art verladen, dass die Wagen über Drehscheiben auf kurze geneigte Bahnen treten, die nach den verschiedenen Wasserständen mehr oder weniger gesenkt werden können, und von diesen aus werden die Wagen nahe über den Schiffen umgestürzt.

Die in Ruhrort bestehenden Sturz-Vorrichtungen sind von jenen erstern nicht wesentlich verschieden, nur forderte theils die grosse Höhe der Bahn über dem niedrigsten Wasser und theils der sehr bedeutende Wechsel des Wasserstandes manche Aenderung. Die Trichter wie die Rüstungen bestehen aus Holz, die gleichfalls hölzernen Rinnen sind aber aus zwei Theilen zusammengesetzt, die in einander geschoben werden können, woher

die Rinnen unter Beibehaltung derselben Neigung nach Bedürfniss sich verlängern und verkürzen lassen.

In Seehäfen, wo die Kais sich gemeinhin nicht hoch über die Schiffe erheben und gewöhnlich sogar unter der Bordhöhe der letztern bleiben, sind Einrichtungen dieser Art nicht anwendbar. Man benutzt jedoch hier zuweilen Rinnen, die von der Mauer in den Schiffsraum reichen, und auf denen man die auf das Kai verstürzten Kohlen herabschiebt. In Glasgow sah ich Rinnen dieser Art, welche sehr sicher befestigt, und dennoch durch einige Arbeiter leicht verstellt werden konnten. Fig. 240 zeigt eine solche in der Seitenansicht. Eine Schiene, der Brück- oder Vignolschiene ähnlich, jedoch von größeren Dimensionen, ist am Rand der Kaimauer befestigt. Zwei starke Eisenstangen, sowohl oben, wie unten mit gußeisernen Rollen versehen, hängen an dieser Schiene, indem die obern auf schräge Achsen aufgesteckten Rollen über sie hinübergreifen, während die untern Rollen sich um senkrechte Achsen drehn und etwa 6 Fuß unter der Krone der Mauer sich gegen die letztere lehnen. Beide Stangen sind in 8 Fuß Abstand durch zwei eiserne Riegel und zwei sich durchkreuzende Bänder mit einander verbunden. Hierdurch bildet sich ein verticaler Rahmen, der nur mit den vier Rollen, die etwa 9 Zoll im Durchmesser halten, getragen und gestützt wird. Mit jeder dieser Stangen ist ein eiserner Krahn verbunden, der sich auch rückwärts über die Kaimauer drehn läßt. An diesen hängt die eiserne Rinne, die sich mit dem hintern Ende an jene Schiene anlehnt, und mittelst der Krahne beliebig hoch gestellt werden kann, so daß die hineingeschobenen Kohlen in die Luken der Schiffe fallen.

Bei dieser Art des Verladens wird der Eisenbahnwagen auf dem Kai umgestürzt oder durch Oeffnen der Bodenklappe entleert, die herabfallende Kohle muß also noch bis zur Rinne durch Handarbeit geschoben werden. Letzteres läßt sich vermeiden, wenn die Bahn normal oder schräge gegen das Ufer gerichtet ist, und entweder durch ihre Verlängerung oder in andrer Weise die beladenen Kohlen bis über das Schiff gebracht werden. In neuerer Zeit ist es üblich, breite Piers, worauf mehrere Stränge liegen, in den Hafen zu führen, die Stränge aber noch seitwärts zu spalten, so daß nicht nur vor dem Kopf eines Piers, sondern



gleichzeitig auch die zu beiden Seiten desselben liegenden Schiffe beladen werden können. Wenn die Localität es erlaubt, so stehn diese Stränge nur durch Weichen mit der Hauptbahn in Verbindung, doch oft ist dieses nicht möglich, und man muß in solchem Fall den zur Ladestelle führenden Strang mittelst einer Drehscheibe abzweigen.

In Great-Grimsby, wo große Kohlenmassen nach den nördlichen Häfen verladen werden, trat bei solcher Abzweigung noch die Schwierigkeit ein, daß die zum Ufer des Docks parallel gerichtete Bahn nicht hoch genug lag, um die Kohlen unmittelbar in die Schiffe verstürzen zu können. Man hatte daher die Zweigbahn etwa 5 Fuß höher gelegt und die Einrichtung getroffen, daß die Wagen beim Uebergange auf die letztere nicht nur gedreht, sondern zugleich auch gehoben wurden. Die Drehscheibe oder Hehebühne hing mittelst vier Stangen, die über dem Wagen noch durch ein Kreuz gegen einander abgespreizt waren, an einer Kolbenstange, die durch Wasserdruck gehoben wurde. An zwei gegenüberstehenden Seiten griffen aber zahnartige Einschnitte der Scheibe in gekrümmte Stangen ein, die Schraubengewinde von sehr starker Steigung darstellten, und dadurch der Scheibe mit dem Wagen die nöthige Drehung gaben. Sobald der Wagen die volle Höhe erreicht hatte, so war auch die Drehung um einen Quadrant erfolgt, und das Geleise auf der Scheibe schloß sich nunmehr an dasjenige an, auf welchem der Wagen über das Kai hinaus geschoben werden konnte. Beim Herabfahren drehte sich der Wagen im entgegengesetzten Sinn, so daß er wieder auf das untere Geleise traf. Um den zum Heben des Wagens erforderlichen Wasserdruck, oder den Querschnitt des Kolbens, auf den derselbe wirkte, möglichst zu beschränken, war über zwei Rollen noch eine Kette gezogen, an der ein Gegengewicht hing, welche das Gewicht des leeren Wagens und der Scheibe beinahe aufhob.

Zuweilen sind die Kohlenwagen mit Bodenklappen versehen, und sie entleeren sich, sobald diese geöffnet werden. Alsdann muß aber der Kasten, worin die Ladung liegt, trichterförmig geformt sein, und indem man die Achsen nicht zu weit auseinander stellen mag, also die Länge der Bodenöffnung beschränkt ist, so wird ein solcher Wagen bei gleicher Ladungsfähigkeit

höher, als ein anderer, der mit festem Boden versehen ist. Die bei Erdtransporten übliche Einrichtung, daß nämlich der Kasten, worin die Ladung sich befindet, seitwärts oder nach vorn umschlägt, während das Gestell des Wagens mit den Rädern seine Lage unverändert beibehält, kommt beim Verladen der Kohlen nicht vor, weil hier die Entladung an einer bestimmten Stelle erfolgt und es daher vortheilhafter ist, die Eisenbahn mit der Kippvorrichtung zu versehen, als jeden einzelnen Wagen. Letztere bleiben daher bedeutend leichter.

Der äußerste Theil der Eisenbahn, und zwar in der Länge eines Wagens, befindet sich alsdann auf einer Klappe, die nach vorn übergeneigt werden kann. Dieses geschieht entweder, indem sie vorn an Ketten hängt, die durch Gegengewichte gespannt sind, während sie durch ein Charnier mit der festen Bahn verbunden ist, oder man hängt sie auch, wie im Schottischen Hafen Ardrossan geschehn war, an eine horizontale Querachse, unter welcher der beladene Wagen steht. Am hintern Ende der Klappe befinden sich zwei Hebel, mittelst deren man dieselbe zugleich mit dem Wagen stark überneigt. Die vordere Wand des Laderaums auf dem Wagen wurde aber durch Zurückschlagen eines Hakens zuvor gelöst, damit sie das Ausfallen der Kohlen nicht behinderte.

Jedenfalls muß bei dieser Einrichtung dafür gesorgt werden, daß der Wagen nicht selbst herabläuft, und dieses geschieht dadurch, daß man die Schienen am Ende des Geleises aufwärts biegt, und zwar gemeinhin in vollen Halbkreisen, welche der Krümmung der Räder entsprechen. In Ardrossan verlängerten sich die Schienen noch weiter, nämlich bis zu der erwähnten Achse, so daß sie zugleich als Tragestangen für die Klappe dienten, und letztere nur noch rückwärts an zwei andre Stangen gehängt werden durfte. Es muß erwähnt werden, daß in diesem Fall auch der anstossende Theil des Geleises nach Maafgabe der Bordhöhe des zu befrachtenden Schiffs flacher und steiler gestellt werden konnte, indem die nächsten Riegel der hölzernen Rüstung, worauf das Geleise lag, sich heben und senken ließen.

In den Englischen Häfen in der Nähe der Mündung der Tyne sieht man vielfach eigenthümliche Vorrichtungen zum Verladen der Kohlen. Dieselben sind zwar in sofern unter sich ver-

schieden, als sie bald aus Holz und bald aus Eisen bestehen, auch der bewegliche Rahmen bald durch ein Getriebe mit Bremsrad, und bald durch Ketten zurückgehalten wird, nichts desto weniger stimmen sie darin überein, daß der mit Kohlen beladene Wagen, auf einer hängenden Bühne stehend, welche die Fortsetzung der Eisenbahn bildet, von dem hohen Ufer bis nahe über das Deck des Schiffs herabgelassen wird. Man nennt diese Vorrichtungen *Drops*, und das Eigenthümliche derselben besteht darin, daß sowohl das Niedergehn der Wagen, als das Ansteigen derselben nur mittelst einer Bremse regulirt wird. Es sind dabei in verschiedener Weise Gegengewichte angebracht, die man so abgeglichen hat, daß sie den leeren Wagen heben, dem gefüllten aber nicht das Gleichgewicht halten, also diesen herabsinken lassen.

Fig. 241 zeigt eine Vorrichtung dieser Art, die ich in Sunderland sah. Zwei gußeiserne Rahmen von etwa 30 Fufs Länge sind durch verschiedene Riegel und Kreuzbänder in solchem Abstand unter sich verbunden, daß der Kohlenwagen dazwischen Platz findet. Sie ruhn auf einer starken gemeinschaftlichen Achse *A*, die etwa 10 Fufs über dem Kai durch sie hindurch gezogen ist. Am Ende der längern Arme befindet sich eine zweite Achse *B*, woran die Bühne hängt, auf welcher der Wagen steht. Eine dritte Achse *C* verbindet endlich die kürzeren Schenkel und trägt zugleich das Gegengewicht. Alle drei Achsen sind nicht nur einander parallel, sondern liegen auch in derselben Ebene, woher das Verhältniß zwischen Gewicht und Gegengewicht bei jeder Stellung der Rahmen dasselbe bleibt. An die kürzern Schenkel der Rahmen sind gezahnte Quadranten angegossen, die in zwei Getriebe eingreifen. Diese sind wieder auf eine gemeinschaftliche Achse befestigt, und in der Mitte der letztern befindet sich ein starkes Bremsrad *D*. Die Bremse, welche dieses umfaßt, wird durch einen Hebel gelöst oder angezogen.

Sobald der beladene Wagen von dem hohen Ufer über die Rüstung fort bis auf die Hängebühne geschoben und hier festgestellt ist, so löst man die Bremse, worauf in Folge des Uebergewichts, welches die Ladung veranlaßt, beide Rahmen sich um die Achse *A* drehn und die in punktirten Linien angedeutete Stellung einnehmen. Die Bühne mit dem Wagen senkt sich dabei

bis nahe über das Deck des zu befrachtenden Schiffs. Von dem letztern aus wird der Haken zurückgeschlagen, der den Boden des Kohlenkastens bisher geschlossen hielt, und nunmehr stürzen die Kohlen hinaus. Ist dieses geschehn, so wird die Bremse aufs Neue gelöst, und indem die obere Achse *B* jetzt weniger belastet ist, so gehn die Rahmen in ihre frühere Stellung zurück. Der leere Wagen wird abgeschoben und ein zweiter gefüllter an seine Stelle gebracht. Es muß noch bemerkt werden, daß diese Wagen gewöhnlich mit einem Chaldron oder 53 Centner Kohlen beladen sind.

Ein andrer Handelsartikel, der in neuster Zeit in zahlreichen Schiffsladungen zugeführt wird, fordert gleichfalls besondere bauliche Anlagen, nicht etwa zum bequemen und schnellen Verladen, wie die Kohlen, sondern um die übrigen im Hafen liegenden Schiffe gegen Feuersgefahr zu sichern. Dieses ist das *P e t r o l e u m*. Wenn dasselbe heutiges Tages auch nicht mehr im natürlichen Zustand, wie es in Nord-Amerika und anderweit aus dem Boden quillt, versandt wird, sondern vorher schon etwas gereinigt ist, so daß die brennbaren Dämpfe nicht mehr bei 15, sondern erst bei 35 bis 40 Centesimal-Graden sich entwickeln, so ist dennoch die Gefahr einer zufälligen Entzündung keineswegs beseitigt. Tritt diese aber ein, so ist jeder Versuch, das Feuer zu löschen, vergeblich. Die brennende Masse verbreitet sich, indem sie leichter als das Wasser ist, über weite Flächen, während die Flamme zu großer Höhe ansteigt und eine Alles verzehrende Gluth verbreitet. Es bleibt nur übrig, durch sichere Umschließung die Zerstörung auf einen gewissen Raum zu beschränken, doch läßt sich dieses beim Ausbruch eines Brandes im Hafen nicht thun, es muß schon vorher dafür gesorgt sein.

In Häfen, wo vorher Vorkehrungen dieser Art nicht getroffen waren, blieb nur übrig, die Petroleumschiffe möglichst weit von den übrigen entfernt zu legen, wo jedoch dieser Artikel in großer Masse eingeführt wird, ist es nothwendig, dafür einen besondern sicher abgeschlossnen Hafen zu erbauen. In Geestemünde ist dieses bereits geschehn und in Pillau ist (§ 53) die Anlage eines solchen in der Ausführung begriffen.

Um zu zeigen, wie furchtbar Brände dieser Art sind, welche bereits mehrfach in fremden Häfen stattgefunden haben, mag

zunächst ein Versuch erwähnt werden, der im Marseiller Hafen gemacht wurde. Man umschloß einen quadratischen Raum von 38 Zoll Seite durch hinreichend tief schwimmende Wände, und goß Petroleum so reichlich ein, daß es eine 2 Fufs starke Schicht bildete. Als man dieselbe entzündete, hatte die Flamme die Höhe von etwa 10 Fufs. Es war aber keineswegs ein ruhiger Brand, vielmehr traten vielfach Explosionen ein, wobei die Gluth sich verstärkte und das brennende Petroleum umher geschleudert wurde. Dieses geschah bis auf Entfernungen von etwa 20 Fufs. Je mehr die Masse sich erhitzte, um so mehr erhöhte sich die Flamme, und als endlich die Schicht nur noch geringe Dicke hatte, kochte dieselbe und die Flamme erhob sich gegen 50 Fufs.

In dem Hafen von Marseille kam einst (in der Nacht vom 25. zum 26. April 1872) eine kleine mit Petroleum beladene Italienische Yacht zufällig in Brand, wahrscheinlich durch Unvorsichtigkeit der Mannschaft in der Cajüte oder im Volkslogis. Am Tage vorher war Petroleum etwa in 20 000 Blechkisten eingenommen, die, scharf an einander geschoben, 8 Schichten hoch den Raum füllten. Gegen Mitternacht wurde das Feuer bemerkt und von einem daneben ankernden Schiffe aus wurde sogleich Mannschaft hinüberschickt, die durch Einschlagen der Wand die Yacht versenken sollte. Das Wasser füllte dabei freilich den Raum, aber bei der dichten Stauung der Blechkisten trat so wenig Wasser ein, daß das Schiff auf der Ladung schwamm, indem es nur etwas tiefer eintauchte. Als bald darauf die Beamten hinzukamen, wurde das Schiff aus diesem Hafenbassin in das daneben liegende gebracht, welches westwärts mit der See in Verbindung steht, und ganz frei war, während im ersten Bassin mehrere andre Schiffe und unter diesen auch ein großer Dreimaster mit einer Ladung Petroleum lag. Man setzte das Schiff sogleich auf den Grund.

Der Brand dauerte fort und als das Deck zusammenbrach, schwammen die sämmtlichen Kisten auf, ohne sich von einander zu trennen. In der obern Lage, die über Wasser trat, schmolz die Löthung und nunmehr floß aus diesen das brennende Petroleum aus und überdeckte das ganze Bassin, während die Flamme sich gegen 50 Fufs erhob. Glücklicher Weise war der Wind

östlich und in Folge dessen fand der Abfluss nach der See statt, so dass das daneben befindliche Bassin verschont blieb.

Gegen 6 Uhr morgens erlosch der Brand, indem die geleerten Kisten die darunter befindlichen unter das Wasser herabdrückten und deren Zerstörung verhinderten. In dieser Weise wurde noch mehr als die Hälfte der Ladung gerettet.\*)

Es ist nicht zu verkennen, dass die Zerstörung viel größer geworden und die daneben liegenden Schiffe kaum zu retten gewesen wären, wenn die brennende Yacht nicht fortgebracht werden konnte, bevor das Petroleum in großer Masse daraus ausfloss. Jedenfalls ergibt sich aber hieraus, welche Gefahren bei dem Verkehr mit Petroleum eintreten, und wie sehr dabei jede Vorsicht geboten ist.

Die Entzündung erfolgt nicht nur, wenn die flüssige Masse selbst mit einer Flamme oder einem glühenden Körper in Berührung gebracht wird, vielmehr fangen schon die Dämpfe Feuer, die bei den erwähnten mäßigen Temperaturen sich entwickeln. Die Dampfbildung erfolgt aber in geringerem Maasse schon viel früher durch das allmähliche Verdunsten, also in Fässern, die nicht vollständig gefüllt oder ganz leer sind, oder auch auf Körpern, die mit Petroleum nur benetzt waren.

Besonders gefahrdrohend für Häfen ist die Eigenschaft des Petroleums, dass dasselbe nicht erlischt, wenn es brennend auf das Wasser fließt. Dasselbe findet freilich auch bei stark erhitzten andern Oelen statt. Bei dem großen Speicherbrande in Königsberg 1811 floss das Leinöl brennend in den Pregel und brannte auf dem Wasser kurze Zeit hindurch weiter. Beim Petroleum geschieht dieses aber in viel höherem Maasse. Nach den bei Pillau angestellten Versuchen\*) fließt dasselbe durch eine  $4\frac{1}{2}$  Linien (1 Centimeter) weite Fuge noch brennend aus, und erlischt auf ruhigem Wasser noch nicht, wenn es auch nur eine Schicht von  $\frac{1}{2}$  Linie (1 Millimeter) Dicke bildet. Es ergibt sich hieraus, dass der Verschluss eines Petroleumhafens

\*) Diese Notizen sind entnommen einer Mittheilung von Barret, die in der Niederländischen Tijdschrift van het Kon. Instituut van Ingenieurs 1874—1875 pag. 53 wiedergegeben ist.

\*\*) Deutsche Bauzeitung 1878. Seite 297.

ziemlich scharf sein muß, und keine weiten Fugen offen bleiben dürfen.

Dafs ein solcher Hafen massive Ufereinfassungen erhalten muß, bedarf kaum der Erwähnung, aber um die Fachbäume der Spundwände zu sichern, dürfen auch diese nicht über den niedrigsten Wasserstand hinaustreten. Wichtiger ist die Frage, in welcher Weise die Mündung des Hafens geschlossen werden soll. Jedenfalls ist es entbehrlich, den Verschluss bis zur Sohle auszudehnen, es kommt nur darauf an, in der Höhe des Wasserspiegels ihn darzustellen, und es ist in mehrfacher Beziehung sogar vortheilhaft, wenn unten die Verbindung frei bleibt, also der Wasserstand sich immer ausgleichen kann.

In diesem Sinn hat man auch in Geestemünde statt eines bis zur Schwelle herab reichenden Thors ein Ponton, oder ein ringsum abgeschlossnes Prisma aus Eisenblech gewählt, das etwa 5 Fufs breit und 4 Fufs hoch ist, und von dem sowohl auf wie abwärts 2 Fufs hohe Eisenbleche ausgehn, so dafs der Abschluss auf 6 Fufs Höhe zur Hälfte über, und zur Hälfte unter Wasser sich erstreckt. Dieses Ponton ist  $46\frac{1}{2}$  Fufs lang und schließt die Mündung des Petroleumhafens, es ist aber noch an beiden Seiten mit nahe 2 Fufs breit vortretenden Steven versehen, die in Falze der Mauern eingreifen. Dieselben mußten diese bedeutende Breite erhalten, weil die Seitenmauern nicht lothrechte sondern schräge Flächen bildeten, die im Verhältnifs von 1 : 12 geneigt waren. Man hat das Ponton außerdem mit vier Zwischenwänden versehen, damit, wenn irgendwo ein Leck sich bilden sollte, es noch auf vier Zellen schwimmt.

Um dieses Ponton einzuschieben, ist der Mauerfalz auf einer Seite nicht mit einer festen Backe versehen, vielmehr wird diese durch ein 19 Fufs hohes, aber nur 20 Zoll breites eisernes Thor ersetzt, das wie ein Schleusenthor um eine eiserne Wendesäule sich dreht und durch einen rückwärts gekehrten Hebel geöffnet oder wieder an den Steven des Pontons gedreht wird, wenn die Oeffnung geschlossen oder frei werden soll.

Die maafsgebenden Bedingungen für diese schwimmenden Thore dürften sein:

1. Der möglichst dichte Schlufs gegen das Ausfließen des auf dem Wasser schwimmenden Petroleums. Das Niveau desselben

erhebt sich über das Niveau des Wassers an der andern Seite des Thors. Letzteres wird daher nach aussen gedrückt,\*) und um diesen Druck zur Bildung des dichten Abschlusses zu benutzen, muß das Thor sich mit dem Steven, oder in andrer Weise gegen eine möglichst ebene, vielleicht durch Schienen verkleidete Backe der Mauerfalze lehnen. Es kann dabei wie ein Schleusenthor sich um eine verticale Achse drehn, doch muß es jedenfalls nach der Seite des Petroleumhafens aufschlagen. Der Druck, dem es ausgesetzt ist, selbst bei sehr weiten Oeffnungen, bleibt immer so unbedeutend, daß eine Zerlegung des Pontons in zwei Flügel, die wie Schleusenthore gegen einander stemmen, entbehrlich ist.

2. Dieses Thor muß möglichst schnell zu öffnen und eben so schnell und zwar ganz sicher auch wieder zu schliessen sein. In den Petroleumhäfen werden die sämtlichen einkommenden betreffenden Schiffe und außerdem auch die Lichter verlegt, welche die Ladung landeinwärts bringen sollen. Zu Zeiten befinden sich also mehrere und vielleicht sogar eine große Anzahl solcher Fahrzeuge im Hafen. Bricht aber in einem ein Brand aus, so kommt es darauf an, die andern zu retten, so lange dieses noch möglich ist. Die Hafenumündung muß also schleunigst geöffnet, aber unbedingt wieder geschlossen werden können, sobald das brennende Petroleum überzufliessen droht. Ein Thor, das wie ein Pontonthor in Mauerfalze eingeschoben wird, ist hierzu nicht geeignet,

\*) Das specifische Gewicht des Petroleums sei =  $n$ , und die Dicke der Schicht, die es bildet =  $b$ . Wenn  $D$  den Druck bezeichnet, den es gegen die Wand ausübt, und  $x$  die Tiefe unter der Oberfläche, so ist

$$dD = nx \cdot dx$$

$$D = \frac{1}{2} n b^2$$

Auf der andern Seite der Wand mißt die Höhe des Wasserstandes über der Grundfläche der Petroleumschicht nur  $nb$ , wenn also die  $x$  wieder von der Oberfläche ab zählen, so ist hier

$$dD' = x dx$$

und das Integral bis  $x = nb$  genommen, giebt

$$D' = \frac{1}{2} n^2 b^2$$

Die beiderseitigen Pressungen verhalten sich also umgekehrt wie die specifischen Gewichte der Flüssigkeiten. Die weiter abwärts befindlichen Wasserschichten üben von beiden Seiten gleichen Druck aus, der Ueberdruck ist also allein von der Höhe der Petroleumschicht abhängig.



weil dieses nicht schnell genug geschehn kann, die Drehung um eine Achse ist vielmehr nothwendig. Wenn aber, wie ganz angemessen, das Thor mit dem Wasserstande sich hebt und senkt, so muß die feste Drehungsachse, eine starke eiserne Stange, so hoch sein, daß sie alle hier vorkommenden Wasserstände umfaßt, das Auge, in welches sie eingreift, muß aber hinreichenden Spielraum haben, daß der feste Anschluß gegen den vortretenden Mauerrand oder gegen die Schiene auf demselben sich darstellen kann. Außerdem wird man auch wohlthun, auf beiden Seiten durch Ketten für ein scharfes Anzieln des Thors zu sorgen, da der Druck des Petroleums, wenn es nur eine dünne Schicht bildet, nicht bedeutend ist.

In diesen Hafen werden nicht nur die betreffenden Schiffe gelegt, sondern darin erfolgt auch das Verladen in die Magazine. Letztere müssen also unmittelbar daneben eingerichtet sein. Barret sagt, nach den in Frankreich gemachten Erfahrungen kommen Entzündungen häufiger beim Ein- und Ausbringen der Fässer vor, als wenn diese im Schiffsraum liegen.

In den Magazinen werden die Fässer zwischen hölzernen Rüstungen unmittelbar neben einander in mehreren Lagen über einander gelegt, in Marseille geschieht dieses sogar in acht Lagen. Statt der hölzernen, eiserne Rüstungen zu wählen, soll ohne Nutzen sein, da bei einem Brande des Magazins in einer halben Stunde Gufseisen schmilzt, und gewalztes Eisen weißglühend wird und zusammenfällt. Wichtig ist es aber, daß, wie in Antwerpen geschehn, das ganze Magazin rings umher von festen Mauern oder kräftigen Erddämmen in solcher Höhe eingeschlossen wird, daß, wenn auch das gesammte darin lagernde Petroleum aus den Fässern ausfließen sollte, es nirgend einen Ausweg findet. Hieraus ergibt sich schon, daß das Magazin tiefer liegen muß, als das Kai, welches dasselbe von dem Hafen trennt. Da aber auf das Kai auch zuweilen Petroleumfässer gelegt werden, also auch diese in Brand gerathen können, so ist dafür zu sorgen, daß von hier kein Abfluß nach dem Hafen erfolgen kann. Man neigt daher die Decklage des Kais landwärts, oder giebt ihr auf der Hafenseite einen erhöhten Rand, und stellt nach einer Vertiefung in der Nähe, wohin die brennende Masse geleitet werden kann, einen Abfluß dar.

Endlich ist zu erwähnen, daß Barret noch von Umschließung einzelner Petroleumschiffe spricht durch ähnliche Flöße, wie diejenigen, die zum Abschluß des Petroleumhafens dienen. Diese Mittheilung ist in sofern wichtig, als dadurch auch *provisorisch* ein Petroleumhafen dargestellt werden könnte. Die Eisenplatten, die oben und unten über die Flöße hinaustreten, setzen sich auch über die Enden derselben fort, so daß sie die Platten der anschließenden Flöße unmittelbar berühren und durch Charniere mit denselben verbunden werden können.

Wenn diese Flöße rings um die Petroleumschiffe gelegt und durch Anker sicher gehalten werden, so daß die Form der Umschließung, die sie bilden, sich nicht verändern kann, so stellen sie in der That den beabsichtigten Hafen schon dar und es kommt nur darauf an, eine angemessene und von den übrigen Schiffen getrennte Wasserfläche zu finden, wo eine solche Liegestelle eingerichtet werden kann.

Barret macht noch darauf aufmerksam, daß die Fugen zwischen je zwei Flößen durch Streifen von dickem Leder sehr sicher gedichtet werden können. Wenn dasselbe auch verbrennt, so soll es doch während des Brandes das Durchfließen des Petroleum verhindern.

Die wichtige Frage, wie diese Flöße zu bilden sind, wird in den vorliegenden Mittheilungen nicht genügend beantwortet. Die Niederländische Zeitschrift giebt zwar zwei Profilzeichnungen, eine von einem eisernen und eine von einem hölzernen Floß, beide erregen jedoch in Betreff ihrer sichern Lage auf dem Wasser Bedenken, woher dieselben hier nicht aufgenommen werden konnten. Die Verwendung eiserner Flöße, mögen es Röhren oder Prismen sein, erscheint aber auch zweifelhaft, insofern sie in der starken Gluth bei einem Brande doch leicht in den Fugen sich öffnen und ihre Form so verändern können, daß sie sich mit Wasser füllen und versinken. In dieser Beziehung dürften vielleicht hölzerne Flöße sicherer sein, die, wenn sie nach längerem Gebrauch stark durchnäßt sind und immer neues Wasser ansaugen, doch nur sehr langsam verbrennen, also während des Brandes ihren Dienst versehen. Der Umstand aber, daß sie später ganz oder theilweise erneut werden müssen, kommt wenig in Betracht, wenn sie wirklich die Ausdehnung des Brandes verhindert haben.

## § 89.

## Schiffsbau-Anstalten.

In jedem Seehafen muß dafür gesorgt sein, daß Schiffe, die Havarie erlitten haben, ausgebessert werden können. Dieselben Einrichtungen, die zu diesen Reparaturen nothwendig sind, können aber auch zu Neubauten benutzt werden. Sie sind sehr verschieden und bieten theils mehr, theils minder Bequemlichkeit im Gebrauch, auch ist ihre Wahl von manchen localen Verhältnissen und namentlich davon abhängig, ob daselbst Fluthwechsel statt findet und wie groß derselbe ist. Die eingehende Beschreibung der sämtlichen hieher gehörigen Einrichtungen würde die Grenzen dieses Handbuchs überschreiten, da sie weniger den Geschäftskreis des Hafenbaumeisters betreffen, vielmehr ihre Anordnung und Ausführung dem Schiffsbaumeister und Maschinenbauer zufällt. Gewöhnlich bleibt auch der Privatindustrie die Reparatur, wie der Neubau der Schiffe überlassen. Die Ausführung von Trockendocks und einigen andern hieher gehörigen Bauten muß freilich der Baumeister übernehmen, doch wird ihm nicht leicht die Anordnung derselben überlassen, und wenn die Ausführung solcher Werke auch oft große Schwierigkeiten bietet, so werden diese doch keineswegs durch besondere Eigenthümlichkeiten veranlaßt, vielmehr durch Verhältnisse, die bereits ausführlich erörtert sind, wie etwa der schlechte Baugrund oder der starke Zudrang des Wassers. Hiernach werden die nachstehenden allgemeinen Andeutungen genügen.

Die Helling ist die geneigte Fläche, auf welche schadhafte Schiffe aufgezogen oder auf der auch Schiffe gebaut werden, und von der sie herabgleiten, wenn der Rumpf fertiggestellt ist. Die Neigung einer Helling mißt im äußersten Fall 1 zu 12, gemeinhin ist sie geringer und zuweilen sogar nur 1 zu 16. Im Allgemeinen muß sie um so stärker sein, je kleiner das Schiff ist, und dieses beruht darauf, daß auch nach sonstigen Erfahrungen der Reibungscoefficient bei zunehmender Belastung sich verringert.

Die Unterlagen, auf denen das Schiff während der Reparatur steht, also die Stapelklötze, und eben so auch die Hölzer,

welche die seitwärts angebrachten Stützen tragen, dürfen nicht in den Grund einsinken, weil dadurch eine Formveränderung oder eine Lockerung des Verbandes veranlaßt würde. Es ist daher unabweisbare Bedingung, daß der Boden gehörig fest sein muß. Bei sandigem Untergrunde findet auf unsern Privatbaustellen, wenn auch sehr große Handelsschiffe darauf erbaut werden, eine künstliche Befestigung beinahe niemals statt, und dasselbe ist auch auf thonigem und selbst auf weniger festem Boden der Fall. Dabei darf aber nicht unbeachtet bleiben, daß auf demselben Terrain, wo man heutigen Tages Schiffe aufstellt, meist schon vor hundert Jahren Schiffe gestanden haben, also die Compression bereits erfolgt ist. Wenn dagegen ein neues Etablissement und zwar für große Fahrzeuge eingerichtet wird, wie etwa für eine Kriegsmarine, so unterläßt man wohl niemals, für die nöthige Befestigung des Bodens zu sorgen, und bei zweifelhafter Beschaffenheit desselben werden nicht selten sehr solide Pfahlroste ausgeführt.

Die Hellinge müssen solche Ausdehnung haben, daß die größten Schiffe, für die sie noch bestimmt sind, von dem Wasser nicht berührt werden, und zwar gilt diese Regel auch für diejenigen Häfen, wo Fluthwechsel stattfindet. Das Schiff wird mit seltenen Ausnahmen normal gegen das Ufer gerichtet, nur wo das Ufer sehr steil ansteigt, und daher der zum Schiffsbau geeignete Raum sehr beschränkte Breite hat, wie an manchen Stellen der untern Elbe und Weser, richtet man das Schiff schräge gegen das Ufer, doch läuft es meist in seiner Längenrichtung vom Stapel. Wenn aber der Strom sehr schmal ist, also das Schiff darin die nöthige Drehung nicht machen kann, vielmehr auf das gegenüber liegende Ufer auflaufen würde, wird es, selbst wenn es größere Dimensionen hat, nach der Quere herabgelassen. Dieses geschieht zum Beispiel auf dem Bauplatz unmittelbar unterhalb Bremen. Beim Bau von Kähnen ist dieses Verfahren allgemein üblich. Bei uns pflegen die Schiffe so gestellt zu werden, daß ihr hinteres Ende oder der Spiegel dem Wasser zugekehrt ist, und sie mit diesem zuerst ins Wasser treten.

Fig. 261 *a* und *b* auf Taf. XLV zeigt die Querschnitte einer vor wenig Jahren in Swinemünde erbauten Helling, die zum Aufziehn der zum Hafenbau gehörigen Bagger, Bugsirböte

und Prahme dient. Sie ist 200 Fufs lang und im Verhältnifs von 1 zu 13 gegen den Horizont geneigt. Doch tritt sie nur in der Hälfte ihrer Länge über das Mittelwasser, während die andre Hälfte darunter bleibt, und zwar am äufsern Ende um  $7\frac{3}{4}$  Fufs. Ihre Breite misst über 20 Fufs, damit die grofsen Dampfbugger sicher aufgewunden werden können, während noch zwei zwischenliegende Pfannen oder Rinnen für die weniger breiten Bugsirböte oder Prahme angebracht sind.

Bei dem über Wasser befindlichen Theil, der Fig. *a* dargestellt ist, sind in Abständen von 5 Fufs von Mitte zu Mitte auf den in der angegebenen Neigung abgegrabenen oder erhöhten Boden Bohlen nach der Quere ausgelegt, hierüber Langbalken gestreckt, und diese durch Querbalken verbunden. Letztere tragen die aus Bohlen gebildeten Rinnen, die mittlere für den Läufer, auf dem der Kiel des Schiffes steht, und zwei der andern für die Schlitten, welche das Schiff vor dem Umfallen sichern. Die Rinnen werden an beiden Seiten und zwar auf jedem Querbalken noch durch Knaggen gehalten. Für den über Wasser liegenden Theil der Helling sind jedoch nur drei Rinnen vorhanden, indem die äufsern verstellt werden können.

Der unter Wasser befindliche Theil ruht auf Pfählen, indem in Abständen von 5 Fufs sechs Pfähle eingerammt sind, die ein Joch bilden. Dieselben sind in den passenden Tiefen stumpf abgeschnitten, und da geringe Unregelmäßigkeiten in ihrer Stellung sich nicht vermeiden liefsen, so sind zunächst über die einzelnen Joche Bohlen gelegt und durch Taucher aufgenagelt. Der fernere Aufbau stimmt mit dem bereits beschriebenen überein. Doch mußten hier alle fünf Rinnen sogleich dargestellt werden, da ein Versetzen derselben zu schwierig gewesen wäre. Demnächst war es nöthig, das Aufschwimmen zu verhindern. Während des Baues geschah dieses durch Auflegen von Eisenmassen und Steinen, doch sind zu diesem Zweck noch mehrere Pfähle neben den Jochen eingerammt, von denen Fig. *b* an der linken Seite einen zeigt. Man bemerkt auch, wie in denselben ein daneben liegender Balken eingreift und dadurch am Aufschwimmen verhindert wird, während starke Bolzen das Ganze verbinden. Indem dieser Bauhafen mit dem Swinestrom in offener Verbindung steht, so treten zuweilen in ihm auch bedeutend höhere Wasserstände ein, wobei

selbst der obere Theil der Helling aufschwimmen könnte. Um dieses zu verhindern, sind auch hier verschiedene Ankerpfähle in gleicher Weise angebracht.

Auf dem zur Strombauverwaltung gehörigen Bauhof in Bredow bei Stettin wurde einige Jahre früher eine Helling erbaut, die in dem über Wasser liegenden Theil genau in gleicher Weise construirt ist, und wobei auch die äußern Rinnen verstellt werden. Die beschränkte Oertlichkeit veranlafte jedoch in doppelter Beziehung eine andre Anordnung. Um nämlich mehrere größere Fahrzeuge oder eine ganze Anzahl von Baggerprahmen hinter einander stellen zu können, gab man dem über Mittelwasser befindlichen Theil der Helling die Länge von 150 Fufs, und um denselben über das sehr niedrige Terrain nicht zu hoch zu erheben, wodurch die Reparaturen der Fahrzeuge wesentlich erschwert worden wären, beschränkte man die Neigung auf das Verhältniß von 1 zu 16. Wesentlich verschieden ist aber hier die Anordnung des unter Mittelwasser befindlichen Theils. Dieser mußte sehr verkürzt werden, da die mäfsige Länge des davor liegenden Hafens nicht die Beibehaltung der erwähnten Neigung bis zu der erforderlichen Tiefe gestattete. Letztere durfte indessen nicht geringer sein, als dafs bei gewöhnlichen Wasserständen noch Fahrzeuge von 6 Fufs Tiefgang mit dem Kiel sich auf den Läufer aufstellen konnten. Indem man aber nicht weiter als etwa 40 Fufs vorgehn mochte, so erhielt dieser Theil bei der Länge von 40 Fufs die Neigung von 1 zu 6, woher beim Uebergange eine scharfe Kante sich bildet, die allerdings die dauernde gleichmäfsige Unterstützung des Schiffs verhindert. Dabei muß indessen bemerkt werden, dafs derselbe Uebelstand sich auf den meisten Werften wiederholt, wenn auch viel größere Schiffe auf gewöhnlichen Hellingern erbaut, oder auf solchen reparirt werden.

Dieser untere Theil der Helling, das sogenannte Senkstück, ist mit dem obern nicht fest, sondern nur durch drei starke Charniere verbunden, er ruht auch nicht auf Pfählen, sondern nur auf der möglichst regulirten Dossirung des Ufers. Er besteht aus einem starken Rost, dessen obere Querbalken wieder die Pfannen oder Rinnen tragen, und um ihn nicht aufschwimmen zu lassen, sind schwere Eisenmassen daran befestigt.

Sehr wichtige Nebentheile jeder Helling sind der Läufer,

auch wohl der Mittelläufer genannt, und die beiden Schlitten. Auf diesen drei Unterlagen ruht das Schiff und sie liegen oder bewegen sich in den bereits erwähnten Pfannen oder Rinnen. Fig 261 *c* zeigt den vordern, wie auch einen mittlern Theil des Läufers in der Ansicht von oben. Beim Aufbringen eines Schiffs wird der Läufer so weit herabgelassen, daß letzteres mit dem Vordersteving sich auf sein vorderes Ende aufstellt, und indem Taue oder Ketten, von kräftigen Winden angezogen, in den Bügel eingreifen, setzen sie zugleich das Schiff in Bewegung und schieben es auf die Helling. Der untere Theil von Fig. *c* zeigt, wie der Läufer aus mehreren Stücken zusammengesetzt oder gestofsen wird, da man nicht leicht einen Balken von der erforderlichen Stärke und Länge findet. Mehrfach giebt man dem Läufer nicht einen rechtwinkligen Querschnitt, sondern rundet ihn auf der untern Seite cylindrisch ab, in welchem Fall auch die Pfanne oder die Rinne eine entsprechende Form erhält, wie Fig. 261 *d* zeigt.

Die Schlitten bestehn aus 6 bis 8 Zoll starken und oft aus noch stärkern Holztafeln, die aus mehreren über einander liegenden Stücken in solcher Höhe zusammengesetzt sind, daß sie, in den Seitenrinnen stehend, das Schiff unterstützen und sein Umfallen verhindern. Sie müssen in ihren obern Flächen der Form des Schiffs sich ungefährl anschließen, auch so lang sein, daß sie dasselbe im größten Theil seiner Länge umfassen. Durch starke Eisenstangen werden sie (Fig. *a*) mit dem Läufer verbunden, so daß sie demselben stets parallel gerichtet bleiben, und andre Stangen, die vom Kopf des Läufers schräge zu ihnen gehn, übertragen auf sie den Zug, den die Winden auf diesen ausüben, wie Fig. *c* andeutet.

Es bleibt noch übrig, mitzutheilen, in welcher Weise Schiffe auf Hellinge aufgezogen und von denselben wieder herabgelassen werden.

Nachdem der Mittelläufer hinreichend tief herabgeschoben ist, kommt es zunächst darauf an, das noch frei schwimmende Schiff sehr scharf so zu stellen, daß sein Kiel genau über dem Läufer sich befindet. Zu diesem Zweck schraubt man zuweilen auf beide Enden des Läufers Eisenstangen, zwischen denen das Schiff eingerichtet wird. Noch bequemer ist es, wenn sowohl vorn wie

hinten an dem Läufer je zwei nach der Form des Schiffs gekrümmte Eisenschienen mittelst Charnieren befestigt sind, die also beim Anheben das Schiff sicher fassen und einrichten. Vielfach wird der Läufer auch nur an einigen Stellen mit zwei kurzen Hörnern versehen, wie Fig. *d* zeigt, an die man gleichmäsig eingetheilte Leinen befestigt, diese zu beiden Seiten des Schiffs an Bord nimmt und so weit anzieht, daß sie übereinstimmende Längen angeben.

Ist diese Einstellung erfolgt und das Schiff mit dem vordern Ende des Kiels scharf auf den Läufer aufgestellt, so pflegt es zunächst dem auf den letztern ausgeübten Zug leicht zu folgen, und da der Druck, den es ausübt, beim weitem Vorrücken immer stärker wird, also auch die Reibung zunimmt, so gelingt es oft, allein durch Anwinden des Läufers das Schiff aus dem Wasser zu bringen. Bemerkt man dagegen, daß das Schiff dem Läufer nicht folgt, vielmehr zurückbleibt, so muß ein starkes Tau um das Schiff geschlungen, und die beiden Enden desselben von andern Winden gefast werden, während zugleich der Läufer aufgewunden wird.

Tritt das Schiff zum Theil über Wasser und berührt sein Kiel in der ganzen Länge den Läufer, so ist seine aufrechte Stellung nicht mehr gesichert, und man muß alsdann die beiden Schlitten unterbringen und mit dem Läufer verbinden. Wenn dieselben das Schiff nicht scharf berühren, so werden Keile darüber eingeschoben. Alsdann müssen auch die drei Pfannen über Wasser gehörig geschmiert werden, um das Aufwinden zu erleichtern. Man braucht aber nunmehr nur noch den Läufer zu ziehn, und das um das Schiff geschlungene Tau kann abgenommen werden.

Sobald das Schiff vollständig aufgewunden ist, wird es durch schräge dagegen gestellte Steifen zu beiden Seiten gestützt und zugleich so eingerichtet, daß es nach keiner Seite überhängt. Die Schlitten, welche die Untersuchung und Instandsetzung des Bodens verhindern würden, werden alsdann abgenommen, und die Ausbesserung nebst der Dichtung und dem Anstrich kann nunmehr erfolgen.

Wenn in dieser Weise die Reparatur beendet, oder ein Schiff auf der Helling neu gebaut wurde, so ruht es mit seinem ganzen Gewicht auf dem Kiel und dem Läufer. Derselbe kann aber eben



deshalb nicht gehörig geschmiert werden, wenn man gleich dieses dadurch zu ersetzen sucht, daß man Petroleum in das obere Ende der Pfanne eingießt und es herabfließen läßt. Die beiden Seitenrinnen lassen sich dagegen vollständig schmieren, so wie auch die untern Flächen der Schlitten, es kommt also darauf an, das ganze Gewicht des Schiffs auf diese zu übertragen. Gegen das Schiff werden dünne Bretter gelegt, um die neu gestrichene Schiffswand nicht zu beschädigen und eine Menge Keile zwischen diese Brettchen und den Schlitten geschoben. Indem diese sämtlichen Keile von eben so vielen Arbeitern übereinstimmend mit schweren Hämmern eingetrieben werden, hebt sich langsam das ganze Schiff und das Gewicht desselben wird von dem Läufer auf den Schlitten übertragen. Wenn dieses indessen ohne weitere Vorsicht geschähe, müßte man besorgen, daß ein plötzliches Abgleiten eintrete, wobei die mit den Keilen beschäftigten Arbeiter in Gefahr kämen. Das Schiff wird sonach, um dieses zu vermeiden, vorher mit einem starken Tau umfangen. Auch zieht man dieses durch eine besonders kräftige Winde noch scharf an, damit beim plötzlichen Nachlassen dieses Zugs schon einige Bewegung eintritt, welche die Reibung um so leichter überwindet. Endlich wird das Tau durch ein Beil plötzlich durchhauen. Zuweilen tritt aber die Bewegung alsdann noch nicht ein, und man muß in diesem Fall versuchen, durch kräftige Schrauben oder durch Gegenstößen von Balken und dergleichen das Schiff zum Ablauf zu bewegen, wie ich dieses einst auf dem königlichen Marinewerft in Amsterdam sah.

Das ablaufende Schiff hat Anfangs eine sehr geringe Geschwindigkeit, doch schnell vergrößert sich diese, und mit Heftigkeit stürzt es sich in das Wasser. Wenn die Helling wie bei derjenigen in Bredow eine scharfe Kante bildet, oder wenn, wie häufig geschieht, die Helling nicht tief genug herabgeführt ist, so schlägt das Schiff plötzlich nach vorn über, und wenn es dabei auch nicht den Grund berührt, was jedenfalls vermieden werden muß, so ist die Erschütterung dabei doch größer, als diejenigen, welche das Schiff später beim heftigsten Wellenschlag erleidet, woher, wie aus dem Folgenden sich ergeben wird, mehrfach andre Anordnungen getroffen sind, mittelst deren das Schiff, ohne die gleichmäßige Unterstützung zu verlieren, ganz sanft in das

Wasser geführt wird. Diese Anordnungen sind indessen theils sehr kostbar, theils lassen sie sich aber auch nur bei geeigneten Localitäten anbringen. Vielleicht kommt auch noch einige Ostentation hinzu, indem der Stapellauf, der ohne Zweifel stets ein großartiges Schauspiel bildet, mit der Feierlichkeit der Schiffstaufe verbunden wird.

Bei beschränkter Breite der vor der Helling befindlichen Wasserfläche muß für die Mäßigung der Geschwindigkeit gesorgt werden, damit das Schiff nicht etwa auf das gegenüberstehende Ufer aufläuft und dabei nicht nur sich selbst beschädigt, sondern auch das Kai zerstört. Durch Ketten und Taue es plötzlich aufzuhalten, wäre, wenn dieses möglich, eben so gefährlich, es muß vielmehr durch mehrfache Hindernisse zurückgehalten und zu gemäßigter Bewegung gezwungen werden. Im Havre sah ich einst, daß man das schwere Ankertau, das um das Schiff geschlungen und rückwärts sicher befestigt war, in großen Buchten hin und her legte, und jede Bucht durch andre schwächere Taue zusammenband. Diese letzten Taue wurden nun eines nach dem andern zerrissen, und dadurch der Ablauf in kurzen Intervallen gemäßigt.

Weit kräftigere Maafsregeln müssen indessen beim Stapellauf großer Schiffe der Kriegsmarine ergriffen werden, wie etwa auf dem Werft des Vulcan in Bredow, unterhalb Stettin geschieht. Schwere Balken bilden ungleicharmige Hebel und werden vom Schiff, sobald es sich in Bewegung setzt, am Ende der kurzen Arme gefaßt und gedreht. Auch andre schwere Hölzer werden vom Schiff zwischen je zwei durch Pfähle fest zusammengehaltene Balken geschoben. Mit welcher Kraft dieses geschehn ist, ergibt sich, wenn man diese Verbindungen später betrachtet. In ähnlicher Weise werden die Ketten befestigt, welche dem Schiff, sobald es schwimmt, eine andre Richtung geben und es endlich an der bestimmten Stelle zum Stillstand bringen. Mit Verwunderung sieht man, wie diese gewaltigen Massen in Bewegung kommen, schnell dahin schießen und dennoch genau die vorgeschriebenen Wege verfolgen, bis sie gleich darauf in der beabsichtigten Richtung und auf dem beabsichtigten Punkt ruhig liegen bleiben.

Diese Hellinge werden nicht nur zur Reparatur, sondern

auch zu Neubauten von Schiffen vielfach benutzt. In letzter Beziehung haben sie vor den Trockendocks, wovon im Folgenden die Rede sein wird, den großen Vorzug der luftigen und freien Lage, wobei die Hölzer austrocknen, aber nicht verrotten. Das Schiff gewinnt wesentlich an Festigkeit und Dauer, wenn es in den Spanten Monate und selbst Jahre hindurch gestanden hat, ehe die Bekleidung aufgebracht wird. Es wird hierdurch Gelegenheit zum vollständigen Austrocknen der Inhölzer geboten, außerdem aber kann man auch die Fehler, die an diesen nach einiger Zeit hervortreten, also namentlich die einzelnen Stellen, an welchen Fäulnis im Entstehn ist, deutlich erkennen und solche Stücke durch andre ersetzen.

Hierzu kommt auch noch, daß die Einrichtung der Hellinge, selbst wenn sie mit einer leichten Verdachung versehen werden, nur sehr mäßige Kosten veranlaßt, woher die Schiffe längere Zeit hindurch darauf stehn können, ohne daß dadurch ihr Bau sich bedeutend vertheuert. In den kostbaren Trockendocks ist dieses nicht der Fall. Die Zinsen des Anlagecapitals derselben stellen sich so hoch, daß ihre Benutzung für jedes Schiff auf die kürzeste Zeit beschränkt werden muß.

Die Gefahr, daß die Schiffe beim Uebergang über die scharfe Kante am Ende der Helling leiden, läßt sich sehr vermindern, wenn das Ufer flach abfällt, oder man ihm bis zur nöthigen Tiefe unter Wasser die erforderliche Dossirung geben kann, ohne die Breite der Wasserfläche in nachtheiliger Weise zu beschränken. Es kommt darauf an, die Pfannen oder Rinnen hinreichend weit zu verlängern, so daß das Schiff dieselben nicht früher verläßt, als bis es vom Wasser getragen wird. Wo starker Fluthwechsel stattfindet, ist diese Bedingung leicht zu erfüllen. Bei Niedrigwasser, und zwar am bequemsten zur Zeit der Springfluthen, werden die Hölzer verlegt und befestigt, während das Abflauen beim Hochwasser erfolgt. Wenn aber auch der Fluthwechsel fehlt, so kann man mittelst der bereits erwähnten Senkstücke, die man auf den gehörig geebneten und flach dossirten Grund versenkt, die erforderliche Fortsetzung der Bahn darstellen, und auf diese Weise ohne kostbare Fundirungen das gefahrlose Abflauen der Schiffe ermöglichen. Sollten aber dabei Schwierigkeiten eintreten, so sind diese meist dadurch zu beseitigen, daß

man umsichtige und geübte Arbeiter in Scaphandern tauchen, und die Hindernisse, wie etwa Steine oder Holzstämme mit Ketten fassen und aufwinden läßt. Bei Erbauung großer Schiffe und namentlich solcher, die zur Kriegsmarine dienen, werden die Hellinge mit leichten Verdachungen versehen, die man oft unmittelbar auf die Schiffe legt, um Regen und Schnee abzuhalten, ohne jedoch den Zutritt der Luft zu hemmen.

Zuweilen hat man die beiden Systeme, der Helling und des Trockendocks, in der Art mit einander verbunden, daß das Schiff auf einer versenkten Helling erbaut wird, sein Kiel also nicht über, sondern ganz oder theilweise unter dem Wasserspiegel liegt. Die Helling befindet sich alsdann nicht auf dem Ufer, sondern in einem mehr oder minder tiefen Einschnitt in demselben, und der Zutritt des Wassers zu diesem wird wie beim Trockendock durch Stemthore oder ein Pontonthor, oder auch wohl nur durch einen Erddamm zwischen Dammbalken abgehalten. Man erreicht dabei den Vortheil, daß man die Bahn, auf der das Schiff abläuft, nicht so weit in das Wasser herabzuführen braucht, wie bei den gewöhnlichen Helling. Letzteres ist in manchen Fällen wegen der geringen Breite des Hafens oder Stroms nicht möglich, und aldann wird vorzugsweise diese Anordnung gewählt, wie dieses in dem Marinewerft an der Weichsel unterhalb Danzig geschehn ist.

Der mit festen Wänden umgebene und stromwärts abgeschlossene Einschnitt wird trocken gelegt und so oft ausgepumpt, wie das eindringende Wasser die Arbeit zu hindern droht. Der Schiffsbau erfolgt darin, wie auf einer gewöhnlichen Helling, und wenn das Schiff ins Wasser gelassen werden soll, wird Alles zum Abfließen vorbereitet, der Schlitten untergebracht, die Stützen entfernt, und demnächst das Wasser eingelassen und der Abschluß vollständig beseitigt. Alsdann liegt der untere Theil der Helling oft schon 8 Fuß unter Wasser, und das Schiff, bei dem man jede irgend entbehrliche Belastung bisher vermieden hat, wird beim Abfließen schon soweit getragen, daß es beim Uebergange über den äußern Rand der Helling nicht leidet. Bei diesem Verfahren treten indessen die Uebelstände, welche der Bau im Trockendock veranlaßt, in gewissem Grade schon ein.

Die Hellinge wurden in früherer Zeit ganz allgemein und

auch gegenwärtig noch vielfach zur Reparatur der Schiffe benutzt. Es kommt alsdann darauf an, das Schiff auf sie hinaufzuziehen, und bei dem großen Gewicht desselben ist dieses nicht leicht, doch gelingt es bei Anwendung kräftiger Winden und starker Flaschenzüge in der bereits angedeuteten Weise.

Bei diesem Verfahren wird indessen auch die Verbindung des Schiffs bedroht, die bei der verschiedenartigen und unvollständigen Unterstützung sich lockert. Hierzu kommt aber noch, daß das Schiff, sobald es schwimmt, seine Form etwas verändert. Noch mehr geschieht dies im Lauf der Zeit. Nicht nur bauchen die Seitenwände aus, oder biegen sich nach Umständen auch einwärts, sondern selbst der Kiel nimmt eine gewisse Krümmung an, indem er gewöhnlich in der Mitte sich hebt, und vorn und hinten herabsinkt. Soll ein solches Schiff reparirt werden, so muß es möglichst in derjenigen Form erhalten werden, die es nach und nach angenommen hat. Bei andern Vorrichtungen und namentlich beim Einbringen in ein massives Trockendock läßt sich dieses erreichen, beim Aufziehen auf die Helling ist diese Bedingung aber nicht zu erfüllen. Das Schiff gestaltet sich auf derselben nicht nur anders, als im Wasser, sondern auch beim Aufziehen und ebenso beim Abflauen nimmt es wieder verschiedene Formen an.

Man kann manche Reparaturen an einem Schiff vornehmen, während es auf dem Wasser schwimmt. Dieses geschieht, indem es seitwärts geneigt wird. Man unterscheidet dabei das mäfsige Ueberneigen, wobei nur die obersten Gänge die unter Wasser liegen, frei werden, und das vollständige Umliegen, wobei der Kiel über Wasser tritt. Jenes nennt man Krängen, dieses Kielholen. Um Letzteres zu bewirken, ist eine sehr bedeutende Kraft anzuwenden, und man muß dabei theils für hinreichend feste Punkte am Ufer sorgen, die unter dem aufwärts wirkenden starken Zuge sich nicht heben, theils aber müssen auch die Masten, welche man herabzieht, sehr sicher gegen die Deckbalken neben dem Borde gestützt werden. Auf die Verlängerungen der Masten oder auf die Stengen darf man den Zug nicht wirken lassen, obwohl sie längere Hebelsarme bilden, weil sie nicht hinreichend fest mit dem Schiff verbunden sind.

Am schwierigsten sind sehr steife Schiffe überzulegen, beim Kielholen müssen sie aber so weit gedreht werden, daß sie auf der Landseite nicht nur bis zur vollen Bordhöhe unter Wasser liegen, sondern selbst ein Theil des Decks unter dieses tritt. Das Schiff wird in solchem Fall vorher möglichst erleichtert, um zu vermeiden, daß das Wasser nicht an die Luken kommt, die in der Mitte des Decks liegen.

Wenn das Schiff stark übergeneigt ist, wobei es in Folge seiner Form die Tendenz hat, sich wieder aufzurichten, so muß es möglichst gegen Wellenbewegung gesichert werden, da Erschütterungen leicht das Brechen eines Taus oder das Heben der Kielbank veranlassen könnten. Bei unruhiger Witterung darf daher das Kielholen nicht vorgenommen werden, auch dürfen in der Nähe der Kielstelle nicht Dampfboote vorbeigehn. Es geschieht indessen nicht selten, daß die Schiffe dennoch plötzlich sich aufrichten, wobei die auf Flößen befindlichen Zimmerleute, welche die Reparatur ausführen, in die augenscheinlichste Gefahr versetzt werden. Mehrere Fälle dieser Art kamen in Pillau vor, wo man oft genug, um das Schiff zu krängen, irgend einen Bohlwerkspfahl zum Festpunkte wählte, der alsdann und zwar meist zugleich mit den daneben stehenden etwas gehoben wurde. In andern Fällen, wo man die hierzu bestimmte Kielbank benutzte, erwiesen sich aber zuweilen die angewendeten Tawe als zu schwach und brachen.

Bei dem Krängen und Kielholen wird vorzugsweise das Schiff nur vollständig untersucht und von den daran haftenden Moosen und Muscheln gereinigt. Sodann werden die Fugen gedichtet, mit Pech vergossen und der Theeranstrich erneut. In seltenen Fällen stemmt man auch einzelne schadhafte Theile der Planken aus und setzt dafür neue Stücke ein. Ganze Planken werden nicht leicht eingezogen, und zu der Erneuerung einzelner Inhölzer bietet sich hierbei nie Gelegenheit, weil man bei der unsichern Lage des Schiffs nicht wagen darf, mehrere Planken gleichzeitig zu entfernen. Die Reparaturen, welche man in dieser Weise vornehmen kann, sind daher immer nicht bedeutend.

Der Wasserbaumeister hat hierbei nur für die sichere Befestigung der Kielbank zu sorgen. An dieselbe wird der eine Block des Scheerzeugs befestigt, während der andre das obere

Ende des Hauptmastes faßt, sowie zuweilen auch der vordre Mast in gleicher Weise benutzt wird. Das Tau, welches in die Blöcke geschoren ist, wird, wie beim Aufwinden eines Schiffs, durch eine stark besetzte Erdwinde angezogen, und es entwickelt sich hierbei ein aufwärts gerichteter Zug gegen die Kielbank, der kräftiger ist, als derjenige, den man gewöhnlich zum Ausziehen eingerammter Pfähle anzuwenden pflegt. Letztere müssen also besonders gesichert werden, und dieses geschieht gewöhnlich dadurch, daß man eine ganze Reihe derselben darstellt und diese durch eingelassne und mittelst Schraubenbolzen befestigte Zangen unter sich verbindet, so daß der Zug sich auf alle überträgt. Kann man den einzelnen Pfählen aber keinen hinreichend festen Stand geben, so thut man wohl, wie in Pillau geschah, sie noch in der Höhe des Wasserspiegels durch eine zweite Zange in gleicher Art zu verbinden und auf diese starke Bohlen zu legen, die zu beiden Seiten etwa 6 Fufs weit vortreten, und darüber bis zur Uferhöhe Erde zu schütten. Das Gewicht der letztern vermehrt alsdann die Widerstandsfähigkeit der Kielbank.

Zuweilen bildet die Kielbank zugleich das Bohlwerk, wobei der erwähnte Bohlenboden nebst der Belastung nur einseitig angebracht werden kann, sich aber bequem über den Erdankern darstellen läßt. Vielfach stellt man die Bank etwa 12 Fufs hinter die Uferschälung, und dieses empfiehlt sich insofern, als dabei das umgelegte Schiff nicht so weit in den Hafen hineintritt. Jedenfalls muß aber das Schiff beim ersten Anziehn der Winden von dem Bohlwerk entfernt gehalten werden, weil die Taue Anfangs in schräger Richtung gespannt sind, also nicht nur den Mast herabdrücken, sondern ihn mit dem Schiff gegen das Ufer ziehn.

In den Niederländischen Häfen sieht man häufig statt der Kielbänke Kiellichter oder Kielprahme im Gebrauch. Dieses sind große Prahme, in deren Achse auf Deck starke Rundhölzer sicher befestigt sind, an die man die Gienblöcke legt. Indem das ganze Gewicht des Prahms bei der festen Verbindung desselben in Wirksamkeit tritt, so können die einzelnen Theile, welche zunächst vom Zuge getroffen werden, nicht nachgeben, und das Schiff wird sehr sicher in seiner Lage gehalten. Es ist dabei auch entbehrlich, den schnellen Lauf der vorübergehenden Dampf-

böte zu mäfsigen, und nicht selten wird das in dieser Weise umgelegte Schiff vollständig verkupfert.

In Häfen, wo ein starker Fluthwechsel stattfindet, wie am Canal, entbehrt man die Kielbänke, indem man dafür feste Rüstungen etwas über dem niedrigsten Wasser auführt, auf welche die Schiffe zur Zeit des Hochwassers sich aufstellen und während der nächsten Ebbe vollständig aus dem Wasser treten. Hiervon ist bereits § 32 die Rede gewesen.

Das Trockendock (Englisch: dry dock oder graving dock, Französisch: forme) ist, wie allgemein anerkannt wird, wenn es massiv erbaut ist, die passendste Vorrichtung zum Ausbessern grosser Schiffe. Es bildet eine von starken Mauern wasserdicht umschlossene Kammer, deren Länge und Breite nicht nur den Dimensionen der Schiffe, für die es bestimmt ist, entspricht, sondern diese soweit übertrifft, daß rings umher noch hinreichender Raum frei bleibt, um die nöthigen Arbeiten darin vornehmen zu können. Die Mauern steigen aber in den innern Flächen nicht wie bei einer Schleuse steil an, vielmehr sind sie in der Art abgetrepppt, daß man mit mäfsigen Rüstungen, welche auf die Stufen gestellt werden, überall leicht das Schiff erreichen kann. Der Drempeel im Eingang des Docks, worüber der wasserdichte Abschluß erfolgt, liegt so tief, daß die Schiffe, welche ausgebessert werden sollen, bei jedem Hochwasser darüber schwimmen, die Sohle des eigentlichen Docks muß aber noch etwa 3 Fufs tiefer liegen, damit die Stapelklötze, auf welchen der Kiel ruht, hier ausgelegt werden können. Der Abschluß des Docks gegen den Hafen oder den Vorhafen geschieht zuweilen durch gewöhnliche Stemmthore, gemeinhin aber durch ein Pontonthor, welches mit dem Kiel und beiden Steven in Dammfalze eingreift, die sowohl in die Drempeel, wie in die Seitenmauern sorgfältig eingeschnitten sind.

Ehe das Schiff in das Dock gebracht wird, muß dieses zur Aufnahme desselben vorbereitet werden, und zwar kommt es darauf an, die Stapelklötze so zu verlegen, daß der Kiel in derjenigen Form, die er angenommen hat, auf allen gleichmäfsig ruht. Zu diesem Zweck macht man mit einer sorgfältigen Messung der Tiefe des Kiels unter dem Wasserspiegel den Anfang. Eine Bohle, in ihrer obern schmalen Seite gerade gehobelt, wird an



zwei Latten befestigt, welche mit übereinstimmender Maafseinteilung versehen sind, und soweit auseinander stehn, daß sie das Schiff in seinem größten Querschnitt umspannen. Dabei sind noch Eckbänder angebracht, um eine Formveränderung zu verhindern, auch werden Gewichte angehängt, um das Herablassen zu erleichtern. Dieses Instrument wird unter jeden Querschnitt des Schiffs geschoben, wo ein Stapelklotz verlegt werden soll, und mittelst zweier an den Latten herabhängender Lothe senkrecht eingestellt. Die in solcher Art gefundene Tiefe des Kiels unter dem Wasserspiegel trägt man in eine Zeichnung, indem zugleich der horizontale Abstand vom Vorderstevan, oder von einem andern Punkt auf dem Deck des Schiffs gemessen wird.

Das Dock wird nunmehr geschlossen und ausgepumpt, und alsdann verlegt man in der Mittellinie desselben die Stapelklötze in denjenigen Abständen, in welchen die Messung ausgeführt wurde, und zwar in solchen Höhen, daß ihre Oberflächen dieselben Differenzen der Tiefe darstellen, welche der Kiel hat, dabei muß aber auch die Lage jenes Festpunkts, von welchem aus man die Abstände maß, in dem über Wasser liegenden Theil des Docks genau bezeichnet werden. Ist dieses geschehn und sind die Klötze gehörig befestigt, so daß sie nicht aufschwimmen, so füllt man das Dock, und nachdem das Pontonthor beseitigt ist, bringt man das Schiff ein. Dasselbe muß mit möglichster Sorgfalt in die Achse des Docks gestellt, und mit Rücksicht auf jenen Festpunkt soweit vorgeschoben werden, daß jeder Stapelklotz unter die entsprechende Stelle des Kiels trifft. Wenn inzwischen das Thor wieder eingestellt ist, und man den Wasserstand entweder durch unmittelbaren Abfluß oder durch die Pumpen senkt, so stellt sich das Schiff so auf, daß der Kiel ohne Veränderung seiner Form überall auf den Klötzen ruht.

Durch horizontale Streben wird das Schiff sogleich gegen ein Ueberneigen zur Seite gesichert. Sobald aber das Wasser weiter sinkt, und ein tieferer Theil der Schiffswand frei wird, so stellt man neue Streben dagegen, und treibt diese durch zwischengelegte Keile so scharf an, daß eine Ausbauchung nicht erfolgen kann. In derselben Weise wird bis zum Boden des Schiffs mit dem Gegenstellen der Streben fortgefahren. Dieses geschieht aber

schon, sobald der betreffende Theil der Schiffswand frei wird, also nur der Kopf der Strebe über Wasser bleibt.

Während der Ausführung der Reparatur müssen freilich diese Streben entfernt werden, man ersetzt sie aber immer sogleich durch andre in der Nähe, so daß fortwährend ein Seitendruck ausgeübt wird, welcher dem des Wassers entspricht. Indem aber heftige Stöße hierbei gar nicht vorkommen, so wird das Schiff beim Ein- und Ausbringen und während es im Dock liegt, keiner Gefahr ausgesetzt.

Die nachtheilige Einwirkung der feuchten Luft auf das Holz ist von wenig Bedeutung, wenn das Schiff nicht lange im Dock bleibt. Dagegen sind die Kosten der Anlage eines Docks sehr groß, woher die Benutzung desselben theurer, als die einer Helling wird, und die Arbeit vertheuert sich noch wesentlich dadurch, daß es in dem beschränkten Raum an Licht fehlt und deshalb die tägliche Arbeitszeit sich um 1 bis 2 Stunden verkürzt.

Die Anordnung des ganzen Docks ist vorzugsweise von den Dimensionen der darin aufzunehmenden Schiffe abhängig, zum Theil auch von den Ansichten des Erbauers in Betreff der Aufstellung der Rüstungen. Das hintere oder das landseitige Ende des Docks wird in einem Halbkreis oder in einer mehr zugeschrägten Form abgeschlossen, in dem vordern Theil, welcher die Verbindung mit dem Hafen darstellt, erheben sich die Mauern steiler und nähern sich zugleich einander, indem sie nur den nöthigen Raum für den Durchgang der größten darin aufzunehmenden Schiffe zwischen sich frei lassen. Häufig giebt man dem Dock eine solche Länge, daß es gleichzeitig zwei Schiffe aufnehmen kann, die hinter einander gestellt werden. Dabei muß aber dasjenige dem Eingange am nächsten bleiben, dessen Instandsetzung am schnellsten beendigt ist. Sobald indessen dieses herausgebracht, also das Dock mit Wasser gefüllt wird, so ist man nicht nur gezwungen, die Arbeit an dem andern darin befindlichen zu unterbrechen, sondern in dieses fließt auch das Wasser hinein, falls seine Wände noch nicht abgedichtet sind, oder es schwimmt auf. In beiden Fällen wird der Wiederbeginn der Arbeit verzögert und erschwert, und man ist daher im Allgemeinen immer darauf bedacht, beide gleichzeitig ein- und auszubringen, doch verbietet sich dieses nicht

selten dadurch, daß man bei der Reparatur gröfsere Mängel vorfindet, als man erwartet hatte.

Fig. 242 zeigt den Querschnitt durch ein Dock mit dem darin stehenden Schiff und der Unterstüztung desselben. Die Stützen oder Streben finden in den Stufen sehr sichere und bequeme Widerlager. Man mufs den Stufen aber eine bedeutende Breite geben, damit man nicht nur die Rüstungen sicher darauf stellen, sondern auch Materialien und Geräte darauf niederlegen kann. Hieraus folgt wieder, daß ihre Höhe viel gröfser wird, als daß man sie als Treppenstufen benutzen könnte. Man ist daher gezwungen, noch verschiedene Treppen dazwischen zu legen, die weiter aufwärts sehr steil zu sein pflegen und nur schmale Auftritte erhalten können.

Die Ausführung der Trockendocks erfordert in sofern grofse Vorsicht, als ihre Sohle in bedeutender Tiefe unter dem Hochwasser liegt und dennoch dauernd frei von Wasser bleiben soll. Diese Schwierigkeit ist leicht zu überwinden, wenn der Untergrund aus compactem, gewachsenem Felsboden besteht, und das Mauerwerk bis auf diesen herabreicht. Das ältere Trockendock im Cherbourger Kriegshafen ist in dieser Art erbaut und der Wasserzudrang zu demselben war so mäfsig, daß nur in langen Zwischenzeiten eine Pumpe in Betrieb gesetzt werden durfte. In dieses Dock mündete aber ein Quell süfsen Wassers, den man in einer Röhre aufgefangen hatte, die durch einen Krahn geschlossen war.

In sandigem und nachgiebigem Untergrund bietet kaum ein anderer Bau solche Schwierigkeit, wie der eines Trockendocks. In vollstem Maafse trat diese bei dem ältern Dock im Hafen Nieuwe-Diep ein, dessen Fundirung auf einem Pfahlrost freilich, wie bei dem spätern Umbau sich ergab, höchst sorglos ausgeführt war. Schon während des Baues hob sich der Boden und mufste durch Eisenballast gesichert werden. Die Quellen wurden dadurch aber nicht gestopft, und gleich nach dem Einbringen des ersten Schiffs im Jahre 1822 sah ich, daß die grofsen Pumpen täglich in Betrieb gesetzt wurden. Als ich fünfzehn Jahre später dort war, wurde das Dock zwar noch benutzt, aber der Zudrang des Wassers hatte sich übermäfsig verstärkt. Eine grofse Anzahl Strahlen spritzte aus dem Boden empor, so daß man kaum da-

zwischen gehn konnte, ohne von ihnen getroffen zu werden. In neuerer Zeit hat man dieses ganze Dock von innen massiv verkleidet, es auch mit einem verkehrt gewölbten Boden versehen, wodurch zwar seine Dimensionen beschränkt sind, es aber doch für kleinere Schiffe bequem benutzt werden kann.

Was den Abschluss gegen den Hafen betrifft, so wird dieser gemeinhin durch ein Pontonthor dargestellt. Fig. 243 zeigt die Thorkammer, die zu demselben Dock gehört, dessen Querschnitt in Fig. 242 gezeichnet ist. In dieser Kammer schwimmt das Pontonthor, und man bemerkt, wie dasselbe, sobald es sich mit Wasser füllt, mit dem Kiel und den beiden Steven in die Falze herabsinken kann, welche durch punktirte Linien in der Mauer angedeutet sind. Man erbaute solche Pontons früher aus Holz und gab ihnen die Form eines Prahms, indem man sie zuweilen auch mit zwei Kielen und doppelten Steven versah, um, wie man meinte, einen dichteren Schluß zu erhalten. Gegenwärtig führt man sie meist aus Eisenblech aus, und versieht sie nur mit einfachem Kiele und Steven. Indem das Pontonthor, wenn es in die Dammfalze eingesetzt oder daraus entfernt werden soll, sich bedeutend über das Wasser erheben muß, ohne sich nach einer Seite überzuneigen, so muß es in dem untern Theil so voll gehalten werden, daß es durch diesen hinreichend getragen wird. Es erhält gemeinhin die eigenthümliche Form, daß seine Breite zunächst über dem Kiel größer als weiter aufwärts ist, wo diese sich auf die geringe Breite einer Laufbrücke beschränkt.

Damit diese Pontons gleichmäÙig gehoben und gesenkt werden, und dabei ein Klemmen nicht stattfindet, so werden sie gewöhnlich durch dichte Zwischenwände in mehrere Abtheilungen zerlegt, so daß in jeder derselben beliebig der Wasserstand durch Oeffnen von Ventilen gehoben oder durch die Pumpen gesenkt werden kann. Auch bringt man in diesen Pontons große, durch Schütze zu schließende Canäle an, durch welche man das Dock mit Wasser füllt, oder letzteres nach dem Einbringen eines Schiffs abfließen läßt, sobald das Wasser im Vorhafen bei eintretender Ebbe sinkt. Damit der Kiel und die Steven sich wasserdicht an die innern Seiten der Falze anlehnen, werden sie, wenn sie aus Eisen bestehn, mit Holz verkleidet. Gewöhnlich werden die Pontons, sobald man sie vom Dock entfernt, in den Vorhafen verlegt, bei

dem Dock in Holyhead hatte man indessen daneben einen besondern kleinen Hafen für das Ponton eingerichtet. Letzteres durfte nur wenig vorgerückt werden, alsdann konnte es, ohne dafs es seine Richtung änderte, in diesen Hafen geschoben werden.

Aufser den Pontons wendet man vielfach gewöhnliche Stemmthore und zwar oft in Verbindung mit jenen an, wodurch man einen doppelten Verschluss erhält und den Wasserdruck auf beide vertheilen kann. Das Ponton befindet sich in diesem Fall immer zunächst dem Hafen, wenn es aber allein den Abschluss bildet, so versieht man das Dock zuweilen mit einem längeren Halse, worin sich mehrere Falze befinden, in welche man beliebig das Ponton einstellen kann. Hierdurch wird Gelegenheit geboten, das Dock nach Bedürfnis etwas zu verlängern, indem der hintere Theil eines grössern Schiffs in diesem Hals bleibt.

Es wäre noch zu bemerken, dafs nur selten ein Dock, welches zur Aufnahme grosser Schiffe bestimmt ist, während der Ebbe sich vollständig entleert, also der äufsere Wasserstand bis unter seine Sohle herabsinkt. Man kann daher im Allgemeinen die Pumpen nicht entbehren und dieselben werden um so mehr in Anspruch genommen, ein je höherer Wasserstand nach Ablauf der Ebbe darin zurückbleibt. Man darf aber bei Bestimmung der Höhenlage der Sohle keineswegs erwarten, dafs die einzubringenden Schiffe immer eben so sehr erleichtert werden, wie sie etwa in gewöhnlicher Weise auf eine Helling gezogen würden. Der Vorzug des Docks besteht nämlich eben darin, dafs jene Entlastung entbehrlich wird, und dafs bei einfachen Untersuchungen und Instandsetzungen das Schiff sogar vollständig ausgerüstet, und zuweilen selbst beladen in das Dock gebracht wird, woher es einen bedeutenden Tiefgang hat, und der Dremel in entsprechender Weise gesenkt werden mufs.

Die Trockendocks finden vorzugsweise in Häfen Anwendung, wo ein bedeutender Fluthwechsel stattfindet. Fehlt ein solcher, so wird theils ihre Ausführung wegen des dauernden hohen Wasserstands über ihrer Sohle erschwert, theils aber müssen auch beim jedesmaligen Gebrauch bedeutende Wassermassen ausgepumpt werden, woher ihre Benutzung zeitraubender und kostbarer wird. An der Ostsee kommen sie nur vereinzelt vor, und dasselbe ist am Mittelländischen Meer der Fall. Vielleicht würden sie aber auch

hier nicht erbaut worden sein, wenn die neueren Vorkehrungen, von denen im Nachstehenden die Rede ist, damals schon bekannt gewesen wären.

Eine andere bauliche Einrichtung, mittelst deren die Schiffe behufs auszuführender Reparaturen trocken gestellt werden, ist das Slip von Morton. Es besteht in einer Helling, die mit vier Eisenbahnsträngen versehen ist, auf welchen ein auf vielen Rädern ruhender Wagen auf- und abbewegt werden kann, der das Schiff trägt. Thomas Morton hatte 1818 hierauf ein Patent genommen, und seine Erfindung wurde nicht nur vielfach angewendet, sondern erregte auch so sehr die allgemeine Aufmerksamkeit, daß das Unterhaus des Parlamentes 1832 eine besondre Commission ernannte, um hierüber Bericht zu erstatten. Die Commission vernahm nicht nur den Patentinhaber, welcher aussagte, er habe etwa 40 Slips eingerichtet, sondern auch mehrere Sachverständige, und erklärte darauf,\*) Morton's Erfindung gehöre zu den sinnreichsten und nützlichsten, und sei von der höchsten Wichtigkeit für die Schiffahrt. Das Aufziehen eines großen Kauffarthenschiffs habe früher 130 Liv. gekostet, während nach der patentirten Einrichtung die Kosten dafür nur 3 Liv. betragen. Dasselbe Verfahren lasse sich aber auch auf die größten Kriegsschiffe anwenden. Sie beantragte daher, die Regierung möge den Erfinder belohnen, der bisher von seinem Patent nur wenig Vortheil gehabt habe.

Es muß daran erinnert werden, daß in damaliger Zeit die Eisenbahnen, wenn auch keineswegs unbekannt, doch vorzugsweise nur im Bergbau eingeführt waren, und daher der Vorschlag, solche große Massen, wie Seeschiffe, darauf zu stellen, nicht nahe lag und gewiß volle Anerkennung verdiente. Die ganze Anordnung, die ursprünglich gewählt war, hat man im Wesentlichen bis zur neusten Zeit beibehalten. Die bedeutendste Aenderung, die man später eingeführt hat, besteht in der Anwendung der Dampfkraft. Morton ließ die Winde nur durch Menschen in Bewegung setzen, aus den von der Commission angestellten Vernehmungen ergab sich aber, daß schon im Jahre 1832 ein solches Slip in New-York durch Dampf getrieben wurde. Auf diese

\*) Life of Th. Telford. London, 1838, pag. 324.

Verbesserung erhielt später für England ein anderer Schiffbauer ein besonderes Patent.

Auf die Frage, welche Vorzüge diese Einrichtung vor der gewöhnlichen Helling und dem Trockendock habe, erklärte Morton:

1) sein Slip sei unter günstigen Umständen für den zehnten Theil der Kosten eines Trockendocks zu erbauen, und wo letzteres wegen des schlechten Baugrundes oder wegen des fehlenden Fluthwechsels unausführbar sei, lasse sich ersteres noch bequem darstellen;

2) man könne den ganzen Apparat versetzen und in ein Schiff verladen;

3) wo hinreichender Raum sei, lassen sich mehrere Schiffe auf dasselbe Slip hinter einander stellen. Oft sei dieses schon mit zweien geschehn;

4) das Schiff stehe frei über dem Grunde und selbst der Boden desselben sei dem Zutritt der Luft ausgesetzt. Die Ausbesserungen lassen sich daher bequemer und leichter bewirken, als im Trockendock. Im Winter habe man längere Zeit hindurch hinreichendes Licht, auch sei das Beibringen des Materials weniger beschwerlich;

5) man brauche beim Aufziehn des Schiffs keine Schmierplanken auszulegen, und das Schiff werde keiner nachtheiligen Pressung durch umgeschlungene Taue ausgesetzt, da der Zug nur auf den Wagen wirke, auf dem das Schiff steht;

6) ein Schiff könne in einer Fluthperiode aufgezogen, untersucht und wieder herabgelassen werden, und wenn ein zweites dahinter steht, so werde nicht, wie im Trockendock, die Arbeit an diesem unterbrochen;

7) das Aufziehn erfolge mit der Geschwindigkeit von  $2\frac{1}{2}$  bis 5 Fufs in der Minute, und er rechne auf 100 Tons Ladungsfähigkeit sechs Mann, woher das ganze Manöver mit Einschluss des Herablassens für ein Schiff von 300 bis 500 Tons nicht über 40 Schilling koste.

Die übrigen Sachverständigen widersprachen nicht diesen Angaben, hoben aber noch hervor, dass dieses Slip auch in sofern der gewöhnlichen Helling weit vorzuziehn sei, als bei der letztern das Schiff, wenn es mit der halben Länge über ihrem untern

Ende schwebe und nur in seiner Mitte unterstützt werde, der Gefahr ausgesetzt sei, daß der Kiel zerbreche.

Fig. 245 zeigt den Wagen von oben gesehn. Derselbe besteht ähnlich den Schlitten auf den Hellingen aus drei Langschwellen, von denen die mittlere unter dem Kiel des Schiffs und die beiden andern 10 bis 12 Fufs zur Seite liegen. Darüber befinden sich Querschwellen, die jedoch nicht über den ganzen Wagen reichen, sondern jedesmal mit einem Ende auf dem mittleren Balken liegen, und daher gegen einander versetzt sind. Sie sind etwa 10 Fufs von einander entfernt, und oben mit einer Nuthe versehen, in welche der Klotz eingreift, der, sobald der Kiel das Slip berührt, mittelst eines Taues nach dem Kiel gezogen wird, um dem Schiff die nöthige Seitenunterstützung zu geben. Oft legt man diese Querschwellen nicht unmittelbar auf die Seitenschwellen, sondern es befindet sich dazwischen noch eine Auffütterung, um dem Wagen schon die Form einer Rinne zu geben, so daß jene Klötze einer geringeren Höhe bedürfen.

Die Langschwellen sind mit den Querschwellen verbolzt, außerdem aber werden am vordern Ende des Wagens zwei starke Zugbänder von der mittlern nach den beiden äußern Langschwellen geführt, damit der Zug der Kette sich auch auf diese überträgt. Unter den drei Langschwellen sind im Abstand von etwa 2 Fufs gußeiserne Rollen angebracht, die ungefähr 7 Zoll hoch und mit Spurkränzen versehen sind. Fig. 246 zeigt eine solche in der vordern und der Seitenansicht. Es ergibt sich daraus die Art ihrer Befestigung an den gußeisernen Schuh, auf dem der Balken ruht. Unter dem mittlern Balken befinden sich immer je zwei solcher Rollen neben einander, unter den Seitenbalken stehn sie einzeln. Endlich bemerkt man am hintern Ende des Wagens noch zwei gleichförmig gekrümmte starke eiserne Schienen, die nur durch eine Achse an den mittlern Langbalken befestigt sind. Die Figur zeigt dieselben niedergelegt, und in dieser Art wird der Wagen herabgelassen. Sobald sich aber das vordere Ende des Schiffs auf den Wagen aufstellt, so werden dies Schienen mittelst Leinen aufgerichtet, und sie umfassen alsdann den noch schwimmenden Hintertheil des Schiffs und ziehn denselben genau in die Mittellinie des Wagens. Um aber die Stellung des letztern, während er ganz unter Wasser liegt, sicher zu erkennen, so be-



findet sich am äußern Ende eines jeden Querbalkens ein aufwärts gerichteter eiserner Arm, der über Wasser reicht. An jeden dieser Arme wird auch das Tau gebunden, womit man nach dem Aufsetzen des Schiffs den auf dem gegenüberliegenden Querbalken befindlichen Klotz anzieht.

Die vier Schienenstränge, auf denen der Wagen läuft, sind auf fest gebettete Balken befestigt. Zwischen den beiden mittlern Schienen befindet sich aber noch eine gusseiserne gezahnte Stange, in welche mehrere am Wagen angebrachte Sperrkegel eingreifen, damit beim Brechen der Kette nicht etwa der Wagen mit dem Schiff zurückläuft.

Das Verfahren beim Aufziehen eines Schiffs ergibt sich schon aus vorstehender Beschreibung. Man schiebt den Wagen so weit herab, daß sein vorderes Ende sich eben so tief unter Wasser befindet, wie das vordere Ende des Kiels, und zieht das Schiff in der Richtung der Bahn, deren Fortsetzung über Wasser sichtbar ist, darüber. Es setzt sich sogleich so hart auf, daß es den Wagen etwas vorschiebt und dadurch schon einen hinreichenden Druck ausübt, um in dem Berührungspunkt durch die Reibung gehalten zu werden, da der Wagen in Folge der Sperrkegel nicht zurückgehn kann. Sollte aber die gehörige Richtung verfehlt sein, so muß man das Schiff von dem Wagen zurückschieben, um die Verbindung zwischen beiden zu lösen, worauf das Aufbringen wiederholt wird. Sobald der Kiel vorn aufsteht, so hebt man vom Schiff aus die erwähnten beiden Schienen und legt sie gleichmäßig an das Hintertheil des Schiffs, wodurch dieses in seiner ganzen Länge eingerichtet und in der passenden Richtung gehalten wird. Die Klötze, welche das Schiff gegen das Ueberneigen zur Seite sichern sollen, werden über den vordersten Querbalken mittelst jener an die eisernen Stangen befestigten Leinen scharf unter das Schiff gezogen, wie Fig. 244 zeigt. Nunmehr wird die Winde in Betrieb gesetzt, und da das Schiff noch vom Wasser getragen wird, so stellt sich bald der Kiel seiner ganzen Länge nach auf den Wagen. Alsdann müssen die übrigen Klötze auf den sämtlichen Querbalken vorgeschoben werden, und sobald dieses geschehn, also das Schiff fest aufgestellt ist, läßt man die Maschine wieder an.

In neuerer Zeit erfolgt der Betrieb durch eine kleine Dampf-

maschine, welche in einen starken gußeisernen Cylinder Wasser pumpt und dadurch einen Kolben bewegt, der den Wagen mit dem Schiff nach sich zieht. Hat der Kolben seinen Weg beendigt, so hält man die Maschine an, und während der Wagen durch die erwähnten Sperrkegel sicher gehalten wird, läßt man den Kolben zurückgehn, beseitigt das vordere Glied der Kette, das der Länge des Cylinders entspricht, und verbindet die Kette wieder mit der Kolbenstange. Bei dem Slip in Dover waren die einzelnen Kettenglieder nahe 20 Fufs lang, und soweit wurde jedesmal das Schiff fortgezogen. Sobald das Schiff sich an der dafür bestimmten Stelle befindet, so wird es zwischen den Querbalken gegen Stapelklötze gestützt, die auf dem Boden liegen, und auf diesen durch eingetriebene Keile gehoben. Der Wagen aber, der alsdann frei geworden ist, läßt sich leicht in einzelne Theile zerlegen und beseitigen.

Beim Ablassen des Schiffs findet das entgegengesetzte Verfahren statt. Man setzt den Wagen unter dem Schiff wieder zusammen, treibt die Keile zwischen den Stapelklötzen rückwärts heraus, nachdem die zum Wagen gehörigen Klötze auf den Querschwellen vorgeschoben sind. Man darf indessen den Wagen nicht frei ablaufen lassen, weil er wegen der Rollen ohne Vergleich viel schneller, als das Schiff von einer gewöhnlichen Helling ablaufen würde, wobei leicht das Slip und das Schiff beschädigt werden könnten. Es muß daher dafür gesorgt werden, daß das Schiff mit mäfsiger Geschwindigkeit in das Wasser tritt. Will man zu diesem Zweck nicht eine besondere Bremsmaschine aufstellen, so kann man dazu wieder die hydraulische Presse benutzen, deren Cylinder man mit Wasser füllt, welches durch eine Oeffnung ausspritzt, während der Wagen an die Kolbenstange gehängt ist. Das Ablassen erfolgt in diesem Fall nach Maafsgabe der Gröfse der Ausflußöffnung beliebig schneller oder langsamer und jedenfalls sehr sicher, doch wird es jedesmal unterbrochen, so oft die Kolbenstange ganz ausgezogen ist. Der Wagen bewegt sich aber, nachdem die Sperrkegel gehoben sind, jedesmal von selbst abwärts, da die Neigung des Slips meist in dem Verhältniß von 1 zu 12 angenommen wird.

Morton hatte, als er das Patent nahm, ein Slip dieser Art auf seinem Werft in Leith ausgeführt. Seitdem sind solche vielfach

und in den verschiedensten Häfen in England eingerichtet. Auch in Deutschland findet man sie, mamentlich in Hamburg und bei Rostock. Am letzten Ort ist die Anlage in sofern wichtig, als in der Warnow kein merklicher Fluthwechsel statt findet, und daher der untere Theil des Slips hinter Fangedämme verlegt werden mußte. Auch im Hafen Bolderaa an der Mündung der Düna, wo der Fluthwechsel gleichfalls fehlt, ist ein solches Slip erbaut.

Wenige Jahre, nachdem in England das Patent hierauf genommen war, wurde in Amerika dieselbe Erfindung patentirt, wobei jedoch das Schiff in etwas andrer Weise auf den Wagen gestellt und unterstützt werden sollte.

Eine große Anzahl von Entwürfen zu Docks, die oft nur wenig von einander abweichen, ist in Amerika patentirt worden, doch könne hier nur diejenigen Erfindungen kurz berührt werden, welche wesentlich von einander abweichen, auch bei mehrfacher Anwendung sich brauchbar gezeigt haben.

Unter diesen verdient zunächst das schwimmende Dock Erwähnung, welches nach Maafsgabe der Länge des auszubessern den Schiff's aus mehreren Theilen zusammengesetzt wird, (Sectional floating Dock). Jeder dieser Theile besteht aus einem großen hölzernen oder eisernen Kasten, der das Schiff trägt und an dessen Seiten wasserdicht abgeschlofsne Räume zu größerer Höhe ansteigen, die theils als Seitenwände dienen, theils die Pumpen nebst Dampfmaschine enthalten, die theils aber auch, wenn Wasser eingelassen wird, das Dock so tief sinken lassen, dafs das Schiff hinein-fahren kann. Ein solches und zwar in Holz erbautes Dock in New-York bestand aus sieben Theilen, und der zu jedem gehörige Kasten war 23 Fufs lang, 92 Fufs breit und nahe  $9\frac{1}{2}$  Fufs hoch. Stellte man dieselben zusammen, so boten sie den nöthigen Raum, um ein 161 Fufs langes Schiff aufnehmen zu können. Der freie Raum zwischen den beiderseitigen Rüstungen war 64 Fufs breit. Jeder Kasten war im Innern so fest verstrebt, dafs er den ihn belastenden Theil des Schiff's tragen konnte, das in seiner Mittellinie stand. Der leere Raum in jedem Kasten hielt etwa 15 000 Cubikfufs Englisch, und indem derselbe ausgepumpt wurde, konnte er 8400 Centner tragen. Er wurde aber nicht nur durch das darauf

stehende Schiff, sondern auch durch die Rüstungen und die Maschinerie belastet.

Um alle Theile, die unter sich fest verbunden werden mußten, gleichmäfsig zu belasten, waren sie nicht nur sämmtlich mit besondern Pumpen versehen, sondern es befanden sich an beiden Seiten jedes derselben noch zwei grofse mit schweren Gewichten belastete wasserdichte Kisten, die man nach Bedürfnifs über Wasser schweben oder eintauchen liefs, um an beliebiger Stelle eine stärkere Einsenkung oder Erhebung eintreten zu lassen. Durch zwei Dampfmaschinen, die auf den beiderseitigen Rüstungen aufgestellt waren, konnte man die sämmtlichen Pumpen in Bewegung setzen. Wollte man die Kisten aber mit Wasser anfüllen, so durften nur die Ventile geöffnet werden.

Das Verfahren beim Einbringen der Schiffe besteht darin, dafs man die nöthige Anzahl von Theilen, während sie schwimmen, mit einander fest verbindet, alsdann die Stapelklötze aufbringt, und nunmehr das Dock durch Anfüllen mit Wasser soweit sinken läfst, dafs das Schiff hineingezogen werden kann. Alsdann werden die Pumpen in Bewegung gesetzt und das Dock hebt sich so weit, dafs der Kiel die Stapelklötze berührt. Sobald dieses geschieht, muß für die Seitenunterstützung gesorgt werden. Zu diesem Zweck schiebt man, wie auf dem Slip von Morton, die beweglichen Klötze an die Seitenwände des Schiffs. Läßt man demnächst wieder die Dampfmaschinen an, so steigt das Dock mit dem Schiff empor, und zwar bis über Wasser, so dafs es trocken steht und sowohl vollständig untersucht, als auch ausgebessert oder gekupfert werden kann.

Die Wassertiefe muß an der Stelle, wo das Schiff ein- oder ausgefahren wird, etwa 10 Fufs gröfser sein, als das auszubessernde Schiff eintaucht. Aufserdem darf daselbst kein erheblicher Wellenschlag stattfinden.

Ein andres schwimmendes Dock stimmt in seiner Form und ganzen Einrichtung mehr mit dem gewöhnlichen Trockendock überein. Es besteht nicht wie jenes aus einzelnen Theilen, die man neben einander stellt, sondern bildet vielmehr einen in sich fest verbundenen Kasten, der auf beiden langen und einer kurzen Seite mit hohen und wasserdichten Wänden umgeben ist, während die vierte Seite durch eine wasserdicht anliegende

Klappe geschlossen werden kann. Das eingestellte Schiff wird in diesem Fall nicht allein durch den Boden, sondern durch das Dock selbst getragen, in welchem es steht. Man braucht dem Boden alsdann nicht die große Höhe zu geben, die derselbe im Sectionaldock haben mußte, und man erreicht hierdurch den Vortheil, daß eine geringere Wassertiefe genügt. Auch die festere Verbindung des ganzen Apparats dürfte diese letzte Einrichtung zweckmäßiger, als jene erste erscheinen lassen.

Ein schwimmendes Dock dieser Art wurde nach Amerikanischem Muster 1843 vom Schiffbauer Boelen in Oster-Dock bei Amsterdam ausgeführt. Der Boden, 143 Fufs lang, 60 Fufs breit und  $3\frac{1}{2}$  Fufs hoch, bestand aus vier kreuzweise über einander gelegten theils Kiefern- und theils Eichen-Balken, die durch eine große Anzahl Bolzen mit einander verbunden und von allen Seiten mit wasserdichtem Bohlenbelag verkleidet waren. Die erwähnten drei Wände, gleichfalls aus Holz construirt und von innen wie von außen verkleidet, erhoben sich 20 Fufs über diesen Boden und waren an der äußern Seite nicht senkrecht aufgeführt, vielmehr um 3 Fufs eingezogen. Ihre Krone war  $5\frac{1}{2}$  Fufs breit, so daß die beiden Längswände oben einen Zwischenraum von 43 Fufs Breite frei ließen. Unten näherten sie sich bis auf 30 Fufs, da jede Wand hier 15 Fufs breit war. Die vierte Seite wurde endlich durch ein hölzernes Thor geschlossen, das sich in seinem untern Rand um eine horizontale Achse drehte, die am Boden des Docks befestigt war. Das Thor legte sich, wenn es aufgerichtet wurde, in Falze an den Enden der Seitenwände. Für einen möglichst dichten Schluß dieses Thors war zwar gesorgt worden, doch ließen sich leicht die Fugen noch von innen abdichten, sobald das Dock ausgepumpt wurde. Dieses Thor diente auch zugleich zur Absteifung der beiden Seitenwände gegen einander, falls der Boden durchbiegen sollte. Auf der hintern Wand stand eine kleine Dampfmaschine zum Betriebe der Pumpen und neben ihr eine Arbeiter- und Wächterbude.

Das Dock lag an einer hinreichend vertieften Stelle des durch eine Schleuse geschlossenen Binnenhafens, und zwar zwischen vier Duc-d'Alben. An letztere war es nicht nur durch Ketten befestigt, sondern wurde auch durch Reibhölzer so gehalten, daß es

sich senken und wieder heben konnte, ohne in horizontaler Richtung seine Stelle zu verändern\*).

Bei der Benutzung dieses Docks wurden die bereits beschriebenen Vorsichts-Maafsregeln zur gleichmäfsigen Unterstützung des Kiels in der Form, die er im Wasser angenommen hatte, mit Sorgfalt angewendet. Auf ein groses Reifsbrett hatte man die in geringen Abständen gemessenen Tiefen des Kiels im Maafsstabe von 1 zu 12 aufgetragen und hiernach die Stapelklötze verlegt. Um aber das Schiff sowohl in die Mittellinie des Docks, als auch der Länge nach gehörig einzustellen, traten aus den Wänden des Docks in horizontaler Richtung starke Balken hervor, die mit Maafszen versehen waren und sich vor- und zurückschieben und sicher befestigen liefsen, um dem Schiff die nöthigen Stützpunkte zu bieten. Ausserdem wurden noch, wie in einem festen Dock, vielfache Streben eingestellt. Das Auspumpen des Docks, wobei nur das Wasser aus dem Boden desselben geschöpft wird, indem der Raum, worin das Schiff steht, sich von selbst entleert, oder schliesslich mit dem Boden in Verbindung gesetzt wird, soll in weniger als zwei Stunden erfolgen. Noch schneller geschieht das Ausbringen des Schiffs, wovon ich einst mich zu überzeugen Gelegenheit hatte. Eine Corvette mit voller Takelage stand im Dock. Letzteres war noch leer, woher man bis unter den Kiel herabsteigen konnte, nachdem jedoch die Ventile geöffnet waren, sank das Dock sogleich herab, das grosse Thor schlug um, die Corvette schwamm wieder, und ehe noch eine Viertelstunde seit dem Oeffnen der Ventile verflossen war, konnte das Schiff aus dem Dock geholt werden.

Ohne Zweifel sind die schwimmenden Docks, und namentlich dieses zuletzt beschriebene, für Häfen, in denen nicht Fluth und Ebbe stattfindet, überaus vortheilhaft. Das Amsterdamer Dock kostete noch nicht den siebenten Theil derjenigen Summe, welche für ein festes massives Trockendock veranschlagt war, wobei aber leicht dieselben Uebelstände wie bei jenem im Nieuwe-Diep noch eingetreten wären. Nichts desto weniger ist nicht zu verkennen, dafs in dem schwimmenden Dock gewisse Formverände-

---

\*) Annales des travaux publics en Belgique. Tome IV. Bruxelles 1846. pag. 157.

rungen des Bodens, wie der Seitenwände unvermeidlich sind, und daher bei ihrem Gebrauch grössere Schiffe nicht so vollständig gegen Ausbauchungen gesichert werden können, wie in massiven Docks.

Fig. 268 auf Taf. XLVI zeigt den Querschnitt desjenigen schwimmenden Docks, welches 1866 die Niederländische Regierung im Hafen Soerabaija an der Madurastrafse auf Java aufstellen liefs. Es befand sich daselbst, wie auch auf der benachbarten kleinen Insel Onrust bereits je ein hölzernes schwimmendes Dock, doch waren diese nicht grofs genug, um die Schiffe der Kriegsmarine aufzunehmen. Man führte dieses aber ganz in Eisen aus, weil man davon eine grössere Dauer und mindere Reparaturen sich versprach. Das Project dazu war von den Ingenieuren A. E. Tromp und J. Strootman entworfen, und die Ausführung wurde nach einem allgemeinen Ausgebot, worauf grofsentheils ausländische Fabrikanten Anerbietungen gemacht hatten, der Maschinenbau-Anstalt von van Vlissingen und von Heel in Amsterdam übertragen \*).

Das Dock besteht nicht aus einzelnen Theilen, die nach Maafsgabe der Gröfse des aufzunehmenden Schiffs zusammengeschoben werden, sondern es bildet einen fest verbundenen Stapelplatz von 287 Fufs Länge. Seine äufsere Breite beträgt  $76\frac{1}{2}$  Fufs. Es ist zusammengesetzt aus einem Bodenkasten von 8 Fufs Höhe und von der vorstehend angegebenen Länge und Breite, und aus zwei Seitenwänden, die wie die Figur zeigt, unten 19 und oben nahe 5 Fufs breit sind. An den beiden schmalen Seiten fehlen die Wände. Der Bodenkasten besitzt soviel Tragfähigkeit, dafs, wenn er ausgepumpt und mit einer vollständig ausgerüsteten Schraubenfregatten (3000 Tons wiegend) belastet ist, er nur 7,9 Fufs eintaucht, also der Holzbelag noch über Wasser liegt.

Die stark ausgezogenen Linien in der Figur bezeichnen die wasserdichten Wände. Diese umschliessen aber nicht nur die innern Räume, sondern trennen auch dieselben von einander, weil

---

\*) Verhandelingen van het koninklijk Instituut van Ingenieurs, 1865—1866. Die Details der Construction sind darin durch sehr ausführliche Zeichnungen dargesellt.

sonst bei etwas schräger Stellung die gesammte darin befindliche Wassermasse nach der niedrigsten Stelle fließen und dadurch die Neigung noch verstärken würde. In der Breite des Docks sind drei wasserdichte Zwischenwände, in der Länge desselben aber sechs solche angebracht. Das ganze Dock ist also in 28 von einander getrennte Räume zerlegt, von denen die äufsern sich bis zur ganzen Höhe der Seitenwände fortsetzen. In jedem einzelnen dieser Räume kann durch Ventile oder Schütze, die von oben, oder aus den Pumpenstuben zu bewegen sind, Wasser eingelassen oder daraus ausgepumpt werden. Hierdurch läfst sich nicht nur das Dock stets in horizontaler Lage erhalten, sondern man kann dadurch auch Biegungen verhindern, die bei ungleichmäfsiger Belastung sonst eintreten würden. Wenn beispielsweise nur ein kurzes Schiff gedockt wird, so belastet dieses nicht die beiden Enden des Bodens, und wenn man unter diesen das Wasser eben so weit auspumpen wollte, wie in den mittleren Räumen, so würden die Endräume stark aufwärts gedrängt werden. Man mufs also in diesen einen höhern Wasserstand, als in der Mitte erhalten.

Will man das Dock heben, so werden vier Centrifugal-Pumpen durch zwei Dampfmaschinen in Bewegung gesetzt. In der Mitte jeder Langwand befindet sich eine Hochdruckmaschine von 20 Pferdekraften und zwei Pumpen. Die Figur zeigt auf der linken Seite den Durchschnitt durch den Maschinenraum mit dem Dampfkessel und die Pumpenstube, die mit wasserdichten Wänden ungeschlossen sind, da sie bei der Aufnahme oder beim Austritt eines Schiffes tief unter Wasser herabsinken. Daneben befindet sich die Maschine mit liegendem Dampfzylinder, die zwei grofse Riemscheiben treibt, und diese setzen zwei solche kleinere in Bewegung, an deren Achsen die Kreisel der Pumpen befestigt sind. Das Wasser wird durch abwärts gerichtete konische Röhren unmittelbar über dem Boden geschöpft und von jeder Pumpe durch ein 15 Zoll weites Rohr seitwärts ausgegossen. Eins dieser Rohre mit der Ausgufs-Oeffnung zeigt die Figur bei *A*. Ein zweites Rohr mündet unterhalb dieser Oeffnung bei *B*, und letzteres dient zum Einlassen des Wassers und zur Anfüllung der verschiedenen Räume, wohin gufseiserne Röhren sowohl in der Längen-, wie in der Quer-Richtung führen. Jede dieser Oeff-



nungen wird auf der Außenseite des Docks durch ein Schütz geschlossen, das von der obern Laufbrücke aus gehoben oder herabgelassen werden kann. Endlich befindet sich in der Decke jedes einzelnen dieser wasserdicht abgeschlossenen Räume noch ein Ventil, durch welches die Luft hinein- oder herausgelassen wird, wenn man den Raum auspumpen oder mit Wasser anfüllen will. Die vier Pumpen sind so kräftig, daß sie das Dock, wenn es nahe bis an die Laufbrücken herabgelassen und das größte Schiff hineingebracht ist, in zwei Stunden vollständig heben, also das Schiff trocken steht. Das Herablassen erfolgt, da das Wasser unter stärkerem Druck einströmt, noch schneller.

Die Figur deutet in der rechtseitigen Hälfte, wo sie nicht den Maschinen- und Pumpen-Raum durchschneidet, die Construction und die im Innern angebrachten Verstrebungen an. Das Schiff, dessen Querschnitt eingezeichnet ist, ist eine der größten Schrauben-Corvetten der Niederländischen Kriegsmarine, Namens Adolf, Herzog von Nassau.

Bevor ein Schiff eingebracht wird, muß, wie bereits erwähnt worden, die Einsenkung des Kiels in kurzen Entfernungen genau gemessen werden, und hiernach verlegt man, während das Dock gehoben war, die Stapelklötze, auf welche der Kiel sich aufstellt. Diese müssen auch gehörig befestigt werden, damit sie nicht aufschwimmen, noch auch ihre Lage verändern.

Ist darauf das Dock so tief versenkt, daß das Schiff einfahren kann, ohne die Stapelklötze zu berühren, so kommt es zunächst darauf an, es genau in die Mittellinie und auch nach der Längenrichtung es an die passende Stelle zu legen. Letzteres geschieht durch Taue, die nach vorn und hinten ausgebracht werden, um es aber in die Achse des horizontal schwimmenden Docks zu bringen, werden von den Laufbrücken aus an jeder Seite drei, einander gegenüberstehende starke Hölzer mittelst Zahnstangen und Getrieben gegen das Schiff soweit vorgeschoben, daß sie das noch frei schwimmende Schiff fest halten, während die darauf angebrachten Maafsstäbe erkennen lassen, daß die gegenüber befindlichen Theile der Schiffswand von den Laufbrücken gleich weit entfernt sind. Ist dieses geschehn, so läßt man die Pumpen an. Indem nunmehr der Boden des Docks sich hebt, so stellt sich der Kiel auf die Stapelklötze. Durch diese würde

das Schiff aber nicht verhindert werden, beim fernern Heraustreten aus dem Wasser seine lothrechte Stellung zu verlassen und sich seitwärts überzuneigen. Jene durch Zahnstangen seitwärts dagegen geprefsten Hölzer sind aber zu schwach, als dafs sie das Schiff halten könnten.

Um das Ueberneigen des Schiffs zu verhindern, wird es nunmehr an der Stelle, wo der mehr oder weniger geneigte Boden in die Seitenwände übergeht, also in der Kimmung unterstützt. Dieses geschieht durch die sogenannten Kimmblöcke. Diese sind kreuzweise über einander gebolzte Balkenstücke, die auf Eisenbahnschienen ruhn und in der Quere des Docks verschoben werden können. In ihren obern Flächen schliessen sie sich ungefähr der Schiffsform an den Stellen an, wo sie die Unterstützung bilden sollen. Sie sind zunächst an die Wände des Docks zurückgeschoben, damit sie von dem Schiff, so lange es schwimmt, nicht berührt werden. Man hat sie aber durch kräftige Flaschenzüge mit Ringen in der Mittellinie des Docks verbunden und die betreffenden Zuglein über Rollen so geführt, dafs sie von den auf der Laufbrücke stehenden Winden angezogen werden können. In solcher Art werden gleichzeitig immer je zwei einander gegenüber stehende Kimmblöcke unter die Seiten des Schiffs fest eingeschoben, während es gröfstentheils noch vom Wasser gehoben wird und sich nur so eben auf die Stäpelklötze aufgestellt hat. Die Figur zeigt zwei solche Kimmblöcke, von denen jedoch der eine noch nicht vorgeschoben ist. Das Schiff ist alsdann bereits sehr vollständig unterstützt, der gröfsern Sicherheit wegen werden indessen schliesslich noch Steifen auf beiden Seiten angebracht. Zu diesem Zweck sind auf mehrere Bankete starke Balken gestreckt und durch Eckeisen in ihrer Lage befestigt. In eisernen Schuhen auf denselben stehn Stützen, die man zurückschlagen oder an die Schiffswände lehnen kann, worüber alsdann starke Knaggen befestigt werden. Zwei solche sind gleichfalls in den verschiedenen Stellungen in der Figur sichtbar.

Unter den verschiedenen schwimmenden Docks mufs noch des sogenannten Balance-Docks gedacht werden. Dasselbe stimmt mit den so eben beschriebenen sehr nahe überein, und unterscheidet sich von diesen nur dadurch, dafs gemeinhin nicht in ihm die Reparatur des Schiffs vorgenommen wird, es vielmehr

nur als Transportmittel dient, um dieses sicher und ohne die gleichmäßige Unterstützung auch nur momentan aufzuheben, auf die Helling oder den horizontalen Stapelplatz auf dem Ufer zu bringen. Seinen Namen führt es von den verschiedenen abgeschlossenen Räumen, durch deren passende Anfüllung und Entleerung es sich so balanciren läßt, daß es bei den verschiedenen Belastungen stets horizontal schwimmt. Diese Bedingung ist bei demselben noch dringender als bei den andern Docks, da das Schiff in ihm nicht unmittelbar auf dem Boden des Luftkastens, sondern auf einer darüber gestreckten Eisenbahn steht, und diese sich an ihre Fortsetzung auf dem Ufer scharf anschließen muß\*).

Das Schiff wird, nachdem das Dock hinreichend gesenkt ist, über den auf der Eisenbahn stehenden langen Wagen in gleicher Weise, wie beim Mortonschen Slip, aufgestellt. Alsdann pumpt man die Luftkasten aus, damit das Dock sich so weit hebt, daß es in den kleinen Dockhafen eingebracht werden kann. Derselbe ist in seiner ausgemauerten Sohle, die auch aus Béton oder aus einem Balkenrost besteht, genau horizontal abgeglichen und gemeinhin im Eingang mit wasserdichtem Abschluß gegen ungewöhnliches Hochwasser versehen. Auf diesen Boden wird das Dock aufgestellt und und zwar in solcher Richtung, daß die darauf befindliche Eisenbahn sich an eine der auf dem Ufer liegenden Eisenbahnen anschließt. In ihrer Höhe stimmen die Bahnen mit der auf dem Dock überein, das auf der Sohle des Hafens steht, das Dock muß aber, während es noch schwimmt, nicht nur an die passende Stelle und in passende Richtung gebracht werden, sondern es muß zugleich horizontal schwimmen und beim weitem Herabsinken mit seiner ganzen Grundfläche sich gleichzeitig auf die Sohle aufstellen. Sollte eine Kante oder eine Ecke des Bodens früher den Grund berühren, so würde es sich später um diese drehn und dadurch die Richtung gegen die Eisenbahn verlieren.

Diese Balance-Docks wurden gegen das Jahr 1850 zuerst in Nordamerika erbaut. Ihr eigentlicher Zweck ist nach Vorstehendem

---

\*) In der Zeitschrift für Bauwesen 1866 Seite 170 wird das in Pola erbaute Balance-Dock eingehend beschrieben und auch über Andere Verschiednes mitgetheilt.

nur das Auf- und Abbringen großer Schiffe auf die Baustellen, die so hoch liegen, daß das Wasser nicht darüber tritt, wenn aber etwa zwei Eisenbahnen von diesem Hafen ausgehen und so lang sind, daß darauf zwei Schiffe hinter einander stehen können, so genügt ein Dock, um vier Schiffe auf die Stapelplätze zu bringen und ist dieses geschehn, so kann noch ein fünftes in dem Dock selbst ausgebessert werden. Das Hinüberschieben der Schiffe geschieht wie auf den Slips durch hydraulische Pressen, und zwar hier um so leichter, als alle Bahnen horizontal liegen. Wo märsiger Fluthwechsel stattfindet, wird das Verfahren beim Versetzen des Docks noch etwas bequemer, weil das Pumpen zum Theil nicht nöthig ist, doch auch in Häfen ohne Fluthwechsel steht der Anlage solcher Docks nichts entgegen.

Die schwimmenden Docks sind unverkennbar sehr ähnlich einer viel ältern Vorrichtung zum Heben der Schiffe, um letztere über untiefe Stellen fortzubringen. Dieses sind die sogenannten Kameele. Die Niederländer erheben daher den Anspruch, daß die schwimmenden Docks von ihnen erfunden seien. Im Jahr 1691 erbaute Meeuwes die ersten Kameele, um tiefgehende Schiffe aus dem Zuiderzee über den Pompos in das Y zu bringen. Die feste Verbindung zweier Kameele zu einem schwimmenden Dock, also zum Zweck von Schiffsreparaturen, ist dagegen unzweifelhaft zuerst in Nordamerika ausgeführt, woselbst Gilbert im Jahr 1839 sich ein Patent darauf geben liefs.

Schließlich muß noch einer wesentlich verschiedenen Methode zum Heben der Schiffe erwähnt werden, die mit manchen Modificationen in Amerika patentirt ist\*). Eine fest verbundene und namentlich gegen Durchbiegung gesicherte Bühne hängt an ihren beiden langen Seiten an einer großen Anzahl Eisenstangen oder Ketten. Diese sind an Rüstungen befestigt und können mittelst mechanischer Vorrichtungen gesenkt und gehoben werden. Die Bühne, die in ihrer Länge und Breite den nöthigen Raum zur Aufnahme der Schiffe bieten muß, wird so weit herabgelassen,

\*) Beschreibungen davon findet man in dem Werke: The naval dry docks of the united states, by Charles Stuart. New-York 1852. Dieses Buch zeichnet sich indessen mehr durch luxuriöse Ausstattung, als durch Klarheit und Vollständigkeit der Beschreibungen und Zeichnungen aus.

dafs letztere schwimmend darüber gebracht werden können. Als dann setzt man jene mechanischen Vorrichtungen in Thätigkeit. Diese bestehen zuweilen in Schrauben, gewöhnlich aber in hydraulischen Pressen. Im letzten Fall nennt man die ganze Vorrichtung ein hydraulisches Dock. Der Boden wird mit dem darauf stehenden Schiff soweit gehoben, dafs er über Wasser schwebt, worauf die nöthigen Untersuchungen und Ausbesserungen daran vorgenommen werden können.

In dem Victoriadock in London ist dasselbe Verfahren, jedoch mit einer wesentlichen Aenderung angewendet worden. Der bewegliche Boden oder die Bühne besteht nämlich aus einem hohlen eisernen Kasten von solcher Höhe, dafs er mit dem darauf stehenden Schiff auf dem Wasser schwimmt. Die hydraulischen Pressen ersetzen aber in diesem Fall nur die Pumpen, der Boden wird nämlich so hoch gehoben, dafs das Wasser daraus abfließt. Hierauf wird die Ausgufsöffnung geschlossen und der Boden oder der Kasten herabgelassen, bis er frei schwimmt und das Schiff über Wasser hält. Man hat jedoch mehrere solcher Böden, und sobald einer in dieser Art befrachtet ist, so löst man seine Verbindung mit den hydraulischen Pressen und führt ihn in eine der sieben Kammern, die radial an das Bassin sich anschliessen, und die nur so tief sind, dafs ein Boden mit dem darauf stehenden Schiff schwimmend hineingebracht werden kann. Durch Einlassen von Wasser stellt sich also der Boden auf die aus Béton gebildete Sohle auf, so dafs das Schiff während der Reparatur nicht mehr schwimmt. Dieses Bassin mit den Kammern ist aber durch eine Dockschleuse gegen das Eintreten von hohem Wasser gesichert\*).

Zu den Schiffsbau-Anstalten gehört noch der Mastenrichter, der früher nur zum Heben der Masten, gegenwärtig aber auch zum Einsetzen der Kessel in die Dampfschiffe benutzt wird, und der bei dem sehr grossen Gewicht derselben viel fester construirt werden mufs, als sonst erforderlich war. In früherer Zeit war es üblich, hölzerne vielfach verstrebt Rüstungen, zuweilen von sehr grosser Höhe, zu erbauen, welche einen festen, oder auch wohl einen drehbaren Ausleger trugen,

\*) Annales des ponts et chaussées 1862. II. pag. 141.

an dem die Masten aufgewunden und in die Schiffe gestellt wurden.

Heutiges Tages hat sich im Allgemeinen die Construction sehr vereinfacht. Selbst auf bedeutenden Schiffsbaustellen besteht der Mastenrichter nur aus einem zweiseitigen Bock. Zwei starke und hohe Bäume, oft Blechröhren, sind am Rande des Ufers schräge gegen einander gestellt, und berühren sich oben entweder unmittelbar, in welchem Fall sie durch Bolzen verbunden sind, oder gemeinhin liegt ein kurzer Holm darüber, der die Gelegenheit bietet, zwei Flaschenzüge anzubringen, wodurch die Kessel in der passenden Richtung gehalten werden. Die eisernen, meist kugelförmig abgerundeten Schuhe der Schenkel stehn in entsprechenden Pfannen, für deren Unterstützung sowohl in verticaler, wie in horizontaler Richtung gesorgt sein muß. Der Bock kann alsdann mittelst zweier Spannketten beliebig mehr oder weniger über das Ufer geneigt werden. Nähert er sich der verticalen Stellung, so wird der Kessel auf einer Eisenbahn, die etwas über das Ufer hinausreicht, beigefahren und angehoben, alsdann läßt man den Bock soweit übergehn, bis der Kessel über der Oeffnung im Deck des Schiffs schwebt, in welche er herabgelassen wird. Damit aber das Schiff unmittelbar an das Kai anlegen kann, werden die letzten Langschwellen der Bahn zurückgezogen, sobald der Kessel vom Wagen abgehoben ist und an dem Bock hängt. Zuweilen sind die Spannketten so fest gestellt, daß sie nicht angezogen werden können. In diesem Fall bleibt die Neigung des Bocks unveränderlich dieselbe, und man muß alsdann den Kessel auf einem Prahm darunter bringen, und ihn von diesem abheben.

Bei den größten Mastenrichtern ersetzt man die Spannketten durch einen dritten steifen Schenkel. Der Fuß des letztern bewegt sich auf einer Bahn, die ihn nicht nur unterstützt, sondern durch die er auch zurückgehalten wird. Auf diese Art kann man den Kopf des Bocks rückwärts über das Ufer stellen, und auf einer festen Bahn den Kessel darunter bringen. Zur Bewegung des Fußes des dritten Schenkels dient gemeinhin eine 6 bis 8 Zoll starke eiserne Schraube, die durch eine Dampfmaschine gedreht wird, welche zugleich den Kessel aufwindet.

In Southampton, wo in die größten transatlantischen Dampf-

schiffe Kessel eingesetzt und ausgehoben werden, steht der dritte Schenkel auf einem Eisenbahnwagen, der auf zwölf Räderpaaren ruht und zugleich die Dampfmaschine trägt. Ein zweiter zweibeiniger Bock, den eine Spannkette anzieht, hält mittelst einer Kette an einem starken Flaschenzug den Bock zurück, wenn dieser mit der daran hängenden Last sich nach der Hafenseite über neigt. Der Kessel wird auf einer Eisenbahn unter den Kopf des zurückgezogenen Bocks gebracht, alsdann windet die Dampfmaschine die aus einzölligem Eisen geschmiedete Kette an, die über 2 sechs-scheibige Blöcke läuft. Sobald der Kessel gehoben ist, läßt man den erwähnten Wagen, auf dem der dritte Schenkel steht, so weit vorgehn, bis der Kopf des Mastenrichters in den erforderlichen Abstand vor das Ufer tritt, und nunmehr wird der Kessel mittelst kräftiger Bremsen herabgelassen. Nach meiner Schätzung erhob sich der Bock etwa 90 Fufs über das Kai. Seine drei Schenkel waren wie die Masten der Kriegsschiffe aus einer großen Anzahl gerader Baumstämme zusammengesetzt, welche in geringen Abständen starke Zugbänder verbanden.

---





## Bauern und Booren.

### Zwölfter Abschnitt.

# Landmarken.

Der Zweck und die allgemeine Anordnung der nachfolgenden Landmarken ist bereits in § 30 angedeutet worden. Die Mark- und Grenzzeichen sind in der Regel durch natürliche Gegebenheiten, wie Flüsse, Bäche, Wege, Felder, Wälder, Hügel, Berge, etc. bestimmt. In manchen Fällen sind auch künstliche Zeichen, wie Mauern, Zäune, etc. verwendet. Die Mark- und Grenzzeichen sind in der Regel durch natürliche Gegebenheiten, wie Flüsse, Bäche, Wege, Felder, Wälder, Hügel, Berge, etc. bestimmt. In manchen Fällen sind auch künstliche Zeichen, wie Mauern, Zäune, etc. verwendet.

Ein wichtiger Unterschied ist das Unterscheiden zwischen den Mark- und Grenzzeichen. Die Mark- und Grenzzeichen sind in der Regel durch natürliche Gegebenheiten, wie Flüsse, Bäche, Wege, Felder, Wälder, Hügel, Berge, etc. bestimmt. In manchen Fällen sind auch künstliche Zeichen, wie Mauern, Zäune, etc. verwendet.



## § 90.

### Baaken und Buoyen.

Der Zweck und die allgemeine Anordnung der verschiedenen Landmarken ist bereits in § 30 ausführlich erörtert. Es bleibt nur übrig, die Construction und Einrichtung derselben zu bezeichnen. Ein wesentlicher Unterschied beruht darauf, daß sie zum Theil bei Tag, zum Theil aber in der Nacht sichtbar sein sollen. Im ersten Fall müssen sie sich als möglichst große Flächen von auffallender Form und Farbe zeigen, im letzten Fall dagegen wird auf ihnen ein hell brennendes Licht unterhalten und um sie selbst bei starkem Schneefall oder im Nebel bemerklich zu machen, hat man in neuerer Zeit noch verschiedene Schallsignale damit verbunden. Dabei ist man immer bemüht, gewisse Unterschiede einzuführen, woran sie zu erkennen sind und wodurch einer Verwechslung mit andern in der Nähe befindlichen Marken sicher vorgebeugt wird. Indem aber der Schiffer am Compas die Richtung abliest, in der er die Marke sieht, und dieses nach einiger Zeit wiederholt, während er inzwischen die Richtung und die Geschwindigkeit seiner Fahrt beobachtet, so kann er hieraus leicht seine Entfernung von der Marke bestimmen.

Ein andrer wichtiger Unterschied in den Landmarken bezieht sich darauf, daß entweder der Schiffer nur beim Vorbeifahren sich nach ihnen orientirt und sein Besteck berichtigt, oder daß sie bestimmte enge Fahrwasser und namentlich die Mündungen der Häfen bezeichnen. Haben sie den ersten Zweck, so müssen sie mehrere Meilen weit sichtbar sein, und damit sie durch die Krümmung der Erde nicht verdeckt werden, so erfordern sie auch einen hohen Standpunkt, um innerhalb der Grenzen ihrer Wahrnehmbarkeit nicht unter dem Horizont zu verschwinden.

Diese Bedingung gilt eben so wohl für die Tag- wie für Nachtmarken, da jedoch die letzten, also die Leuchthürme, zugleich die bedeutendsten Tagmarken sind, so wird bei Gelegenheit dieser hierauf zurückgekommen werden.

Endlich sind die Marken noch insofern von einander verschieden, als sie theils auf dem Ufer, oder isolirten Felsen, oder auf Sandbänken erbaut werden, also auf dem Erdboden stehen, theils aber auf dem Wasser schwimmen. Beide Arten der Aufstellung kommen wieder eben sowohl bei den Tag- wie bei den Nachtmarken vor.

Die Tagmarken auf den Ufern oder auf Untiefen, nennt man *Baaken*, diejenigen dagegen, welche schwimmen, *Buoyen*. Die erstern sind zuweilen hohe Gebäude, entweder massiv, oder aus Holz construirt, zuweilen bestehn sie aber nur aus einfachen Rüstungen. Die Landmarke, welche die Lage des Pillauer Hafens bezeichnet, ist bereits § 52 beschrieben. Auf dem Streckelberge, 3 Meilen westlich von Swinemünde, steht eine hohe dreiseitige Pyramide, und eine ähnliche vierseitige wurde später auf der höchsten Kuppe der Dünen neben Stilo, etwa 3 Meilen östlich von Leba, erbaut. Die Leuchthürme selbst, sowie Kirchen, alte Schlösser und andre Gebäude werden gleichfalls von den Schiffen als Landmarken benutzt. Um endlich einzelne Klippen in der Nähe der Fahrwasser kenntlich zu machen, errichtet man zuweilen auf denselben massive Säulen, wie dieses vor Marseille und in der Mündung der Clyde geschehn ist.

Wenn die Baaken nur Rüstungen sind, so haben sie gewöhnlich den Zweck, Fahrwasser zu bezeichnen. Zwei derselben stehn alsdann in der verlängerten Mittellinie desselben, doch müssen sie verschieden bezeichnet sein, damit man vom einkommenden Schiff aus erkennen kann, welches die vordere und welches die hintere ist. Letztere ist gemeinhin die höhere. Die verschiedene Bezeichnung geschieht durch kreisförmige oder drei- oder vierseitige Flächen. Indem diese aber wegen der nöthigen Gröfse den Stürmen nicht widerstehn und sogar leicht den Bruch der Baaken veranlassen könnten, so stellt man sie durch Gitterwerke von Latten dar. Haben dieselben den freien Horizont zum Hintergrund, so kann man sie bei klarer Luft schon aus weiter Ferne erkennen und zwar meist um so deutlicher, je dunkler

sie gefärbt sind. Bei stark bewölktem Himmel, oder wenn man sie etwa vor einem dunkeln Walde sieht, sind sie bei heller Färbung besser zu unterscheiden. Im Allgemeinen eignet sich für sie am meisten die braunrothe Farbe.

Dafs diese Baaken vielfach noch in andrer Art als Signale benutzt werden, ist bereits in § 30 erwähnt. Nicht selten wird eine, und zwar die vordere, so eingerichtet, dafs die aufrecht stehende Ruthe derselben mit einer Flagge versehen und nach beiden Seiten geneigt werden kann. Diese Baake nennt man eine Winkbaake. Mit ihr geben die Lootsen, wenn sie das ankommende Schiff nicht besetzen können, das Zeichen, dafs mehr rechts oder mehr links gesteuert werden soll. In manchen Häfen, wie beispielsweise in Pillau, sind die Baaken, welche die Einseglungslinie aus der See bezeichnen, so eingerichtet, dafs sie sämmtlich niedergelegt werden können. Dieses geschieht, wenn nach Ansicht der Lootsen das ankommende Schiff die Barre nicht passiren kann, oder der Uebergang mit augenscheinlicher Gefahr verbunden ist. Wie sehr aber die Gefahr für das Schiff sich noch vergrößert, wenn in solchem Fall die Marken, die das Fahrwasser bezeichnen, ihm plötzlich entzogen werden, ist bereits § 52 erwähnt. In neuerer Zeit geschieht dieses daher auch nicht mehr.

Demnächst bezeichnet man an den Baaken auch nicht selten die Tiefe des Fahrwassers, und zwar geschieht dieses durch grofse Ballen, die man an einen Querarm hängt. So ist zum Beispiel auf allen Lootsenstationen im Stralsunder Regierungsbezirk das Signalement in der Art eingeführt, dafs ein Ballen am Top der Baake den mittleren oder den täglichen Wasserstand bedeutet, und jede Kugel, welche an der darunter befindlichen Raa hängt, besagt, dafs der Wasserstand um 3 Zoll höher ist. Sieht daher der Schiffer, oder der Lootse, der das Schiff schon besetzt hat, beispielsweise aufser dem Ballen am Top drei andre an der Raa, so weiß er, dafs das Wasser 9 Zoll über Mittelwasser steht. Wenn dagegen der Ballen am Top fehlt, so zeigen die an der Raa hängenden, um wie viel Viertel fufse der Wasserstand unter dem mittlern ist. In den Häfen, wo ein starker Fluthwechsel stattfindet, wird häufig der Eintritt der halben Fluth bei Tage durch Aufziehn einer Flagge und

bei Nacht durch Anzünden des Hafenfeuers bezeichnet. Sobald dagegen das Wasser bei der Ebbe wieder den mittlern Stand erreicht hat, so werden beide Signale beseitigt.

In den Französischen Häfen am Canal und am Atlantischen Meer wird der Wasserstand auch durch Kugeln bezeichnet, die man an einen mit horizontaler Raa versehenen Mast hängt. Sobald die Fluth bis 2 Meter über den in den Seecharten angegebenen niedrigsten Stand gestiegen ist, so hängt man eine Kugel an den Kreuzungspunkt des Mastes mit der Raa. Jede am Mast darüber aufgebrachte Kugel bezeichnet 2 Meter, und jede darunter befindliche 1 Meter mehr. Eine Kugel auf der rechten Seite der Raa bedeutet 0,50 und auf der linken Seite 0,25 Meter. Sieht der Schiffer beim Einkommen also beispielsweise außer der Kugel am Kreuzpunkte noch eine darüber und links eine, so zeigt dieses an, daß der Wasserstand 4,25 Meter über dem niedrigsten ist. In neuester Zeit hat man auch versucht, durch weißes, rothes und grünes Licht, die verschiedenartig gruppirt sind, den Wasserstand in der Nacht bis auf  $\frac{1}{4}$  Meter zu markiren, doch sind diese Signale nicht allgemein eingeführt, auch wohl weniger leicht zu entziffern.

Demnächst wird in manchen Häfen die Richtung des Stroms kenntlich gemacht, besonders wenn diese allein von der Witterung abhängt, also aus den Fluth Tabellen nicht entnommen werden kann. Der Strom versetzt aber das Schiff in einem engen Fahrwasser, also im Seegatt, ganz anders, wenn er ein- und wenn er ausläuft. Die Kenntnifs seiner Richtung ist daher dem Schiffer nothwendig, und diese bezeichnet man in Pillau dadurch, daß bei eingehendem Strom auf der Nordseite der Kuppel des Leuchthurms, bei ausgehendem dagegen auf der Südseite eine Flagge weht. Damit aber der Schiffer diese noch deutlich sieht, wenn ein heftiger Wind sie in der Art stellt, daß sie nur als Linie erscheint und daher nicht sicher zu erkennen ist, so wird in solchem Fall statt ihrer eine Blechtafel an den Flaggenstock befestigt und durch eine Leine so gehalten, daß sie von der See- seite aus sichtbar ist.

Schließlich mögen die bei uns eingeführten Sturmsignale erwähnt werden, wenn sie auch nur für die im Hafen und auf der Rhede liegenden Schiffe bestimmt sind. Sie bestehn aus

einem Kegel und einem Cylinder von 3 Fufs Höhe, von denen einer oder beide an die Rüstung gehängt werden, sobald nach den telegraphischen Mittheilungen aus andern Häfen oder nach den schnellen Aenderungen des Barometerstandes der Eintritt eines Sturms zu erwarten ist. Den Sturm aus Norden zeigt der Kegel an, wenn seine Spitze nach oben gekehrt ist, aus Süden, wenn er die umgekehrte Stellung hat, der Cylinder dagegen, wenn er allein aufgezogen wird, besagt, dafs die Richtung des Sturms zweifelhaft ist. Man verbindet endlich beide Signale, um einen sehr schweren Sturm oder Orkan anzukündigen, dessen Richtung wieder der Kegel angiebt. In der Nacht werden Laternen aufgehängt, deren gegenseitige Stellung die Umrisse des Kegels und Cylinders andeuten.

Unter den Seezeichen, die man zu beiden Seiten des Fahrwassers zur Bezeichnung desselben anbringt, sind zunächst die sogenannten Wehden zu erwähnen. Dieselben bestehn häufig nur aus Aesten, die man in den Grund steckt. Mehr Festigkeit haben sie, wenn dünne Pfähle, die jedoch über das Wasser reichen, mittelst hölzerner Hammer eingetrieben, und durch aufgebundene Büschel von Reisern oder durch kleine Fahnen kenntlich gemacht werden. Sie sind indessen in beiden Fällen nur in mäfsiger Wassertiefe anwendbar, und werden bei starkem Wellenschlag oder beim Gegenstossen von Schiffen leicht umgelegt, oder treiben fort und müssen daher in kurzen Zwischenzeiten immer durch andre ersetzt werden.

Sichrer sind die schwimmenden Marken, die an Steine oder an andre schwere Massen mit Ketten befestigt sind. Für ruhiges Wasser und wenn sie nicht schon in weiter Ferne kenntlich sein dürfen, werden sie am einfachsten aus einem der Länge nach durchbohrten Klotz dargestellt, durch den eine starke Stange gezogen wird, die oben mit einem Fähnchen oder mit einem aus Korbweiden geflochtenen Ballen bezeichnet ist. Diese Marken werden in unsern Häfen Waker oder Steuder genannt und sie erfüllen genügend ihren Zweck, so lange die Klötze sich nicht mit Wasser vollgesogen haben und versinken. Man mufs sie daher in gewissen Zwischenzeiten auswechseln, trocknen und ehe sie wieder gebraucht werden, frisch theeren. Sie werden zu beiden Seiten eines engen und gekrümmten Fahrwassers, also

auf den Rand der Untiefen aufgestellt, auch legt man sie zuweilen während des Winters vor die Häfen statt der Seetonnen aus, weil sie bei treibendem Eise sich niederlegen und später wieder aufrichten, während die Seetonnen leicht vom Eise gefasst und fortgerissen werden.

Fig. 269a. auf Taf. XLVI zeigt einen Steuder, der an der Swine oberhalb Swinemünde zur Bezeichnung des Fahrwassers benutzt wird. Er ist mittelst einer leichten Kette, deren Gewicht seine aufrechte Stellung sichert, an einen schweren Stein geankert. Die einfache Form, die man ihm gegeben hat, war hier dadurch geboten, daß nicht nur Seeschiffe, sondern in großer Anzahl auch die langen Oderkähne diesen Weg verfolgen, die, wenn sie im Allgemeinen auch gute Segler sind, doch stark abtreiben und daher oft über die Steuder fort streichen. Letztere legen sich alsdann nieder und gleiten meist unversehrt unter dem Schiff hindurch.

Die Seetonnen werden vorzugsweise zur Bezeichnung der Fahrwasser vor den Häfen benutzt, sie haben theils die Form gewöhnlicher Tonnen, und schwimmen alsdann in der Art, daß ihre Längsachse horizontal gerichtet ist, theils aber sind sie Kegel und zwar mit etwas ausgebauchten Seiten. Man nennt letztere wegen einiger Aehnlichkeit der Gestalt Bollen, und diese verdienen vor jenen unbedingt den Vorzug, insofern sie sich sicherer befestigen lassen. Bei ihnen befindet sich nämlich der Ring zur Aufnahme der Kette an der abwärts gekehrten Spitze, in die alle einzelnen Stäbe auslaufen. Gemeinhin werden die Bollen sowohl, wie die Tonnen, aus Eichenstäben in gewöhnlicher Weise angefertigt und mit starken eisernen Ringen beschlagen. Die Kette, vor der sie liegen, ist meist an einen großen Stein befestigt.

Bei heftiger Strömung vertreiben sie zuweilen, und namentlich geschieht dieses, wenn Fahrzeuge an sie gelegt, oder die Leine zum Verholen derselben an sie befestigt wird. Beides ist zwar verboten, doch läßt sich eine sichere Controle darüber nicht führen. Sodann werden die Seetonnen auch vom Gegenstoßen der Schiffe beschädigt, und dazu kommt noch die Vergänglichkeit des Holzes. Vielfach werden gegenwärtig eiserne Tonnen angewendet. Dieselben haben zunächst den Vorzug vor den hölzernen, daß sie bei gleicher Größe wegen ihres geringern



Gewichts höher über das Wasser vortreten, also bei unruhiger See leichter gesehn werden. Demnächst verspricht man sich auch eine gröfsere Dauer von ihnen, doch ist diese nur zu erwarten, wenn man durch oft wiederholten Oelanstrich das Rosten verhindert.

Dafs man den zu beiden Seiten eines Fahrwassers liegenden Tonnen verschiedene Farben giebt, dafs jedoch in Bezug auf die letztern in den Deutschen Häfen keine bestimmte Regel eingeführt ist, wurde schon § 30 erwähnt. Es mag hinzugefügt werden, dafs in allen Französischen Häfen diejenigen Tonnen, welche dem einkommenden Schiffe auf Steuerbordseite oder rechts bleiben, roth, die gegenüberliegenden aber schwarz angestrichen sind. Diejenigen Tonnen, die beliebig auf einer und der andern Seite umfahren werden dürfen, sind aber mit rothen und schwarzen Streifen versehen. In Großbritannien und Irland dagegen findet derselbe Mangel an Uebereinstimmung statt, wie in Deutschland, worüber die zur Untersuchung der Leuchtfeuer und Baaken niedergesetzte Commission in ihrem Bericht vom 5. März 1861 Klage führt. Man darf indessen nicht unbeachtet lassen, dafs eine Aenderung in der Bezeichnung der Tonnen, wenn solche auch in den bedeutendsten Häfen bekannt gemacht wird, doch für die erste Zeit leicht zu Mißverständnissen führen kann, auch bei gehörig eingerichtetem Lootsendienst nicht leicht ein fremder Schiffer ohne Lootsen den Hafen anläuft. Man hat daher bei uns bis jetzt Anstand genommen, die Verhältnisse zu ändern.

Buoyen, die zum Befestigen von Schiffen in den Häfen, oder zum Verholen dienen, haben meist die Gestalt der Bollen, zuweilen sind es aber auch die grofsen flachen eisernen Cylinder, von denen bereits § 86 die Rede war. Ueber diese ist nichts hinzuzufügen, dagegen verdienen besondere Erwähnung diejenigen Marken, welche frei in der See liegen. Sie bezeichnen theils einzelne Klippen oder sonstige Untiefen, die von gröfsern, oder auch von allen Schiffen umfahren werden müssen, theils sind es aber auch sogenannte Aufsentonnen, die vor den mit Tonnen eingefafsten Einseglungslinien ausgebracht sind, und die den ankommenden Schiffer darauf aufmerksam machen sollen, dafs er sich nunmehr vor dem engen Fahrwasser befindet.

Es kommt darauf an, diese Buoyen, die schon aus weiterer

Entfernung erkannt werden müssen, besonders auffallend zu bezeichnen. Sie müssen daher nicht nur sich ansehnlich erheben, sondern auch in allen Richtungen ausgedehnte Flächen zeigen. Dabei darf aber auch ihr oberer Theil weder so schwer sein, noch vom Winde so stark getroffen werden, daß er sich bedeutend umlegt, weil er dadurch wesentlich an Höhe verliert. Man pflegt sie zu diesem Zweck mit Ballen zu versehen, die entweder aus Draht oder aus Korbweiden geflochten und mit Oelfarbe angestrichen sind, die aber so weite Maschen offen lassen, daß der Wind ziemlich frei hindurchstreichen kann. Zuweilen wird auch der ganze über das Wasser tretende Theil aus schmalen Streifen Flacheisen zusammengesetzt, während nur der in das Wasser eintauchende und wenig darüber vortretende Theil den luftdicht abgeschlossnen Behälter bildet, der die ganze Marke mit der daran hängenden Kette schwimmend erhält.

Auch auf die gehörige Verankerung dieser Buoyen ist besondere Aufmerksamkeit zu verwenden, da sie bei ihrer freien Lage nur bei ruhiger Witterung zugänglich sind, und daher, wenn sie etwa vertrieben sein sollten, nicht immer sogleich an die passende Stelle zurückgebracht werden können. An ein- oder zweiarmige Anker pflegt man sie nicht zu legen, noch auch an Grundschauben, sondern nur an schwere Steine. Vor diesen Steinen haben aber Blöcke aus Gufseisen den wesentlichen Vorzug, daß sie bei gleichem Gewicht weniger Wasser verdrängen, also unter Wasser ein größeres Gewicht behalten, und deshalb um so fester liegen. Auch hat das Gufseisen den Vorzug, daß man die Form beliebig wählen kann, und ohne Zweifel liegt eine starke Platte von gleichem Gewicht sicherer auf dem Grunde, als ein mehr oder weniger kugelförmig gestalteter Körper, der beim Zug der Kette oder durch den Stofs der Wellen leicht kantet. Die Figuren 269, *b* und *c*, stellen zwei solcher Seezeichen dar. Das erste (Litt. *b*) ist ausgelegt auf dem sogenannten Mittelgrund, der südlich von der Insel Alsen in das Fahrwasser nach Sonderburg tritt. Es besteht aus einer kegelförmigen eisernen Tonne, durch welche eine starke Stange hindurchgezogen ist, und an diese schließt sich das Holzgitter, wie auch der aus Weiden bestehende Ballen an, welche die Figur zeigt.

Fig. *c* ist die Schlüsseltonne,  $4\frac{1}{2}$  Seemeilen nordwärts von

Wangeroog belegen, welche die Einfahrt in die Weser bezeichnet, und das Wappen der Stadt Bremen, den Schlüssel, trägt. Sie ist ganz aus Holz zusammengesetzt und mit eisernen Reifen umgeben.

Vor dem Swinemünder Hafen lag bisher als Aufsentonne eine etwas gröfsere, mit schwarzen und weissen Streifen versehene gewöhnliche Tonne. Seit einigen Jahren hat man diese aber durch die Fig. 247 auf Taf. XLIV dargestellte Glocken-Buoye ersetzt, die ursprünglich zur Bezeichnung der 5 Deutsche Meilen seewärts belegenen Oderbank bestimmt war. Sie besteht aus einem Kugelabschnitt aus Eisenblech von 12 Fufs Durchmesser, worüber sich ein abgestumpfter Kegel erhebt. Auf diesem befindet sich eine Glocke, die schon bei mäfsiger Wellenbewegung läutet. Auf einer Eisenstange darüber trägt sie eine hohle, schwarz und weifs angestrichene Kugel. Sie ist auferdem mit einem leichten Geländer umgeben, damit einige Menschen darauf sich retten können, falls auf der Oderbank ein Schiff verunglückt wäre. Besondere Erwähnung verdient die Befestigung der Ankerkette. Die Buoye hat nämlich keinen ebenen Boden, vielmehr wird dieser, wie die punktirtten Linien andeuten, durch einen flachen Kegel ersetzt, und in der Spitze desselben befindet sich der Ring, mit dem die Ankerkette verbunden ist. Da letztere in dieser Weise nahe den Schwerpunkt der Buoye trifft, so veranlafst der schräge Zug kein Ueberneigen. Bei starkem Seegang läfst sich freilich dieses Ueberneigen nicht vermeiden, doch auf dem Scheitel der Welle steht die Buoye aufgerichtet und ist weit sichtbar.

In welcher Weise man die Buoyen auch darstellen, und wie man sie befestigen mag, so zeigen sich dabei doch zwei Uebelstände, die nicht zu beseitigen sind. Zunächst bleibt immer die Gefahr, dafs der Stein oder der Eisenblock, den man versenkt hat und an den sie gekettet ist, über den Grund treibt, und noch mehr, dafs, wenn man dafür auch einen schweren Anker oder die Grundschaube wählte, die Kette reifst. Besonders ist dieses zu fürchten, wenn grofse Eismassen dagegen treiben, oder die Buoye wohl selbst eingefroren ist. Vertreibt sie aber in solchem Fall, so fehlt nicht nur die Bezeichnung der gefährlichen Stelle oder des Fahrwassers, sondern sie veranlafst noch dadurch

neue Gefahren, daß der Schiffer sie vielleicht an einem andern Punkt schwimmen sieht, und indem er glaubt, sie liege noch an ihrer Stelle, einen falschen Curs einschlägt. Hiernach ist es dringend nothwendig, die Lage jeder Buoye häufig und namentlich im ersten Frühjahr und nach heftigen Stürmen genau zu controlliren.

Der zweite Uebelstand besteht darin, daß sie in der Nacht, wie auch im Nebel nicht sichtbar sind. Um sie alsdann noch bemerkbar zu machen, hat man schon in früherer Zeit an besonders gefährlichen Stellen sie mit Glocken versehen, welche läuten, sobald der Wellenschlag sie in Bewegung setzt. So befand sich eine solche auch auf einer Klippe, die nach ihr Bell-Rock genannt wird, etwa 11 Seemeilen vom Ufer entfernt, nordwärts vom Eingang in die Bucht Frith of Forth. Dabei tritt indessen wieder der Uebelstand ein, daß diese Schallsignale nur bei bewegter See gegeben werden. Im Nebel sind diese am wichtigsten, weil alsdann die Marke nicht gesehn werden kann, der Nebel tritt aber meist bei ruhiger Witterung ein, wobei also das Meer sich abstillt, und so geschieht es, daß, nachdem die Buoye unsichtbar geworden ist, auch das Anschlagen der Glocke aufhört, der Schiffer also nicht mehr vor der Gefahr gewarnt wird.

An Punkten, wo kräftige Strömung stattfindet, also namentlich, wo durch Fluth und Ebbe ein starker Küstenstrom sich bildet, kann man denselben noch zum Anschlagen des Hammers benutzen. Die Buoye wird in solchem Fall mit einem Steuer versehen, so daß sie sich in die Richtung des Stroms stellt, und in dieser Richtung tritt entweder aus ihr eine mit Flügeln versehene Achse heraus, ähnlich derjenigen, welche beim Patentloth angewendet wird, oder durch den untern Theil der Buoye ist ein Canal geführt, durch den das Wasser gleichfalls hindurchströmt und ein kleines unterschlächtiges Mühlenrad treibt. Ob diese Versuche zu irgend namhaften Resultaten geführt haben, muß nach dem bereits erwähnten Commissions-Bericht von 1861 bezweifelt werden. Wenn dieses aber auch der Fall sein sollte, so ist doch nicht zu verkennen, daß das Anschlagen der Glocke wieder aufhört, sobald der Strom umsetzt, also zwischen dem Fluth- und dem Ebbestrom ein Stillstand eintritt.

In neuester Zeit hat man die Buoyen noch in andrer Weise

mit einem akustischen Apparat versehen, der nicht nur bei starken Schwankungen, welche das Tönen der Glocke veranlassen würden, sondern selbst bei sanfter Dünung, wenn diese nur den Wasserspiegel etwa um 1 Fufs hebt und senkt, eine Pfeife erklingen läßt. Eine solche Buoye, die nach ihrem Erfinder Courtenay's automatische Signalbuoye genannt wird, wurde zuerst 1876 hinter Sandy-Hook vor die Mündung des nach New-York führenden Hauptfahrwassers ausgelegt. Da man ihre Wirkungen sehr befriedigend fand, so sind gleich darauf noch fünf andre vor verschiedenen Nordamerikanischen Häfen oder Fahrwassern eingerichtet.

Die Wirksamkeit derselben beruht darauf, dafs nach dem § 2 entwickelten Gesetz der Wellenbewegung auf tiefem Wasser diejenige Fläche, oder wenn man den Querschnitt der Wellen betrachtet, diejenige Linie, welche einen gleichen Druck bezeichnet, zwar mit der Wellenlinie der Oberfläche in so fern übereinstimmt, dafs die obern und untern Scheitel lothrecht über einander liegen, dafs aber die Höhenunterschiede der Scheitel in der untern Linie bei zunehmender Tiefe immer geringer werden, oder dafs diese Linie sich immer mehr der geraden nähert. Wenn daher eine Röhre von einem Schwimmer lothrecht herabhängt, ihre untere Mündung also immer in gleicher Tiefe unter dem Wasserspiegel schwebt, so tritt dieselbe dennoch in Wasserschichten von verschiedenem Druck ein. Ist alsdann die Röhre oben offen, so wird sie sich bald mehr, bald weniger mit Wasser anfüllen. Ist dagegen, wie hier geschieht, die Röhre in einiger Höhe über dem äufsern Wasserspiegel geschlossen, so wird die darin befindliche Luft abwechselnd comprimirt und ausgedehnt. Das erste geschieht, wenn der abfallende Schenkel der Welle vorübergeht, und das letzte, wenn die Buoye sich wieder hebt. Courtenay läßt nun die comprimirte Luft durch eine Pfeife entweichen, während bei eintretender Verdünnung der Luft diese von aufsen ungehindert einströmen kann.

Fig. 258 auf Taf. XLV stellt diese Buoye im Allgemeinen dar. Ein Schwimmer von ellipsoidischer Gestalt schließt sich im obern Theil an einen Kegel an. Beide bestehn aus Eisenblech, und durch beide ist eine Röhre lothrecht hindurchgeführt. Der Schwimmer mißt etwa 11 Fufs im Durchmesser und seine Höhe

mit Einschluss des Kegels 13 Fufs. Die Röhre ist  $2\frac{1}{2}$  Fufs weit und 32 Fufs lang, woher sie ungefähr 20 Fufs tief eintaucht. In der Höhe von  $1\frac{1}{2}$  Fufs über dem äufsern Wasser ist in dieser Röhre der luftdicht schließende Deckel angebracht. Durch diesen führen drei dünne Röhren bis über den obern Deckel, der nur das Eindringen des überschlagenden Wassers in die weite Röhre verhindert, die mittlere der dünnen Röhren führt die eingeschlossene Luft, sobald sie den stärkern Druck erleidet, unmittelbar der Pfeife zu, welche mit der gewöhnlichen Locomotivpfeife übereinstimmt. Die beiden andern Röhren dienen dagegen zur Wiederfüllung des Luftreservoirs, sobald beim Ansteigen der Röhre der Druck sich vermindert. Diese mußten mit Ventilen versehen werden, die sich bei starkem Druck schliessen, weil sonst die verdichtete Luft nicht durch die Pfeife ausströmen würde. Die Ventile konnten, da sie dauernd in Wirksamkeit sein sollen, nur Kugelventile sein. Damit diese bei dem von der untern Seite her wirkenden stärkern Druck sich schliessen, mußten die Röhren, in denen sie angebracht sind, sich S-förmig krümmen. Sie befinden sich in den kurzen, in entgegengesetzter Richtung stehenden Schenkeln. Die Zeichnung deutet ihre Lage durch die Erweiterungen an. Um eine zu starke Spannung der Luft im Reservoir zu verhindern, wobei die Röhre leiden könnte, ist noch ein stark belastetes Ventil in dem untern Deckel angebracht. Die weitem Einzelheiten und Vorschläge zur Charakterisirung des Tons der Pfeife, falls noch andre gleiche Buoyen in der Nähe liegen sollten, übergehe ich und füge nur hinzu, daß die Ankerkette in einen Ring eingreift, der die Röhre dicht unter dem Schwimmer umfaßt. Auf der entgegengesetzten Seite ist eine etwa 6 Fufs hohe und  $3\frac{1}{2}$  Fufs breite Blechscheibe an den Schwimmer befestigt, welche das Drehn verhindern soll, indem sie als Steuer wirkt.

Schließlich muß noch der im Jahr 1877 patentirten Erfindung zur Erleuchtung der Buoyen von Julius Pintsch in Berlin Erwähnung geschehn, die zwar in offner See noch nicht versucht ist, wohl aber Aussicht auf Erfolg hat. Zur Bezeichnung des Fahrwassers zwischen Kronstadt und Petersburg hat man mit dem Auslegen derselben bereits den Anfang gemacht, auch ist eine solche für die Mündung der Themse bestellt, und

gewifs ist nicht zu leugnen, dafs die Schiffahrt wesentlich gesichert werden würde, wenn auch nur etwa die Aufsentonne vor einem Hafen in der Dunkelheit durch ein Licht bezeichnet werden könnte.

Es kann nicht die Rede davon sein, ein solches Licht jeden Abend anzuzünden, indem man etwa mit einem Boot heranfährt, eben so wenig kann dieses mittelst eines Drahtes durch den elektrischen Funken geschehn, da das Kabel, indem es nicht fest liegt, sondern mit der Buoye hin und her geschleudert wird, sehr bald leidet. Es blieb also nur übrig, hier ein Licht darzustellen, welches lange Zeit hindurch ohne Unterbrechung Tag und Nacht hindurch brennt. Dafs die Kosten für das während des Tags nutzlos verwendete Brennmaterial die Unterhaltung vertheuern, ist nicht in Abrede zu stellen, aber der Vortheil der nächtlichen Erleuchtung, der in andrer Art sich nicht erreichen läfst, ist überwiegend.

Der Patentinhaber hat bereits für die Mehrzahl der gröfsern Deutschen Eisenbahnen die Gasbeleuchtung einzelner Wagen eingerichtet, indem er unter denselben starke Blecheylinder anbrachte, die mit Leuchtgas gefüllt werden, das Anfangs bis auf 6 Atmosphären Ueberdruck comprimirt ist. Dasselbe strömt in die Laternen der verschiedenen Coupés, und zwar so andauernd, dafs die Flammen etwa 45 Stunden lang brennen könnten. Die eigenthümlich eingerichteten Ventile, die den Austritt des Gases reguliren, schliessen sich mittelst gewisser Hebelsysteme um so mehr, je gröfser die Spannung im Reservoir ist, und hierdurch ist es möglich geworden, den Brennern immer ein gleiches Quantum Gas zuzuführen, mag der Cylinder so eben frisch gefüllt sein, oder sich soweit entleert haben, dafs die Spannung in ihm nur wenig den Druck der Atmosphäre übertrifft.

In gleicher Weise ist die Erleuchtung der Buoyen eingerichtet. Da dieselben aber schon an sich eine gröfsere Ausdehnung als jene Cylinder in den Wagen haben müssen, ihre Gröfse auch ohne Schwierigkeit noch erweitert werden kann, da ferner die Vergröfserung ihres Gewichts ohne Nachtheil ist, also stärkere Bleche verwendet werden dürfen, die einen Ueberdruck bis zu 10 Atmosphären zulassen, und da endlich hier nur eine Flamme gespeist zu werden braucht, so läfst sich leicht ein Gasquantum

einschliessen, welches die Flamme drei Monate hindurch unterhält. Man darf sonach sicher erwarten, dass sich immer Gelegenheit bieten wird, eine neue Füllung vorzunehmen, ehe die frühere vollständig consumirt ist. Dieses kann aber leicht geschehn, indem ein andrer großer Behälter, der mit noch stärker comprimirtem Gase gefüllt ist, bei mäfsig ruhiger See angefahren und mittelst eines flexibeln Schlauchs mit dem ersten in Verbindung gesetzt wird.

Ein andrer sehr wichtiger Umstand bei diesem Apparat betrifft die Verbindung der Laterne mit der äufsern Luft, so dass stets frische Luft zugeführt und die durch das Brennen verdorbene abgeführt wird, ohne dass durch die hierzu erforderlichen Oeffnungen Wasser eindringt, welches die Flamme auslöschn könnte. Der Erfinder hat dieses durch künstliche Anordnung der Wege, welche die Luftströmungen verfolgen sollen, zu verhindern gesucht. Ob dieses vollständig gelingen wird, da in heftigem Wellenschlag nicht nur Spritzwasser die Laterne trifft, sondern zuweilen auch compacte Wassermassen darüber treten, ist zur Zeit durch die Erfahrung noch nicht entschieden.

### § 91.

## Leuchthürme.

Die Leuchthürme haben vorzugsweise den Zweck, dem Schiffer das Ufer, dem er sich während der Nacht nähert, kenntlich zu machen und hierzu dienen besonders die sogenannten Küstenerfeuer, die in großer Höhe über dem Meeresspiegel sehr starkes Licht verbreiten und daher in weiter Ferne schon sichtbar sind, wie bereits § 30 erwähnt worden. Von weniger Bedeutung sind die Marken, durch welche gewisse Uferpunkte, oder Hafeneinfürungen und zuweilen auch einzelne Fahrwasser während der Nacht bezeichnet werden.

Die Frage, wie hoch ein Licht gestellt werden muss, damit es in einem bestimmten Abstände durch die Krümmung der Erde nicht verdeckt wird, und zwar wenn das Auge des Beobachters sich im Niveau des Meeresspiegels befindet, lässt sich nicht allein mit Rücksicht auf den Krümmungshalbmesser der Erde beant-



worten, sondern man muß dabei auch die Strahlenbrechung der atmosphärischen Luft in Betracht ziehn. Letztere ist aber namentlich im Horizont sehr veränderlich, denn bei klarer Luft sieht man Bäume und Thürme in meilenweiter Entfernung über Wasserflächen, oder sonstigen Ebenen, bald mehr und bald weniger vortreten. Oft genug auch sieht man dieselben Gegenstände zweimal, oder vielmehr dreimal über einander, indem das mittlere Bild umgekehrt ist. Noch stärker ändert sich die Sehweite bei dunklem Wetter. Im Schneegestöber und starken Nebel sah ich oft das Licht des Pillauer Thurms, das sonst 4 Deutsche Meilen weit deutlich erscheint, schon in der Entfernung von 200 bis 300 Ruthen vollständig verschwinden. Hiernach bleibt die Bestimmung der Sehweite immer sehr unsicher. Man braucht daher der Rechnung keine große Schärfe zu geben, und darf nicht nur die ellipsoidische Gestalt der Erde, sondern auch unter Voraussetzung der Kugelform die höhern Potenzen kleiner Größen vernachlässigen.

Indem nun der Strahlenbrechung verschiedentlich andre Werthe gegeben werden, auch zuweilen die Rechnung in andrer Weise geführt wird, so kann es nicht fehlen, daß die Resultate abweichend ausfallen. Am einfachsten dürfte die nachstehende Auffassung sein.

Der Erdradius sei gleich  $r$ , die Höhe des leuchtenden Punkts über dem Meeresspiegel gleich  $h$ . Im Abstände  $s$  von demselben messe man vom Meeresspiegel aus den Elevations-Winkel jenes Punkts. Dieser sei gleich  $\alpha$ . Alsdann würde  $\alpha$  sich nur auf den Theil von  $h$  beziehen, der durch die Krümmung der Erde nicht verdeckt wird. Der verschwindende Theil müßte noch hinzugefügt werden. Dieser wird aber durch die Tangente und die Chorde umfaßt, die vom Beobachtungspunkt aus im größten Kreise der Erde nach dem Gegenstande gezogen werden, dessen Höhe gleich  $h$  ist. Der Chordetangenten-Winkel ist aber gleich dem halben Centri-Winkel oder

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{s}{r},$$

Da nämlich beide Winkel nur sehr klein sind, so kann man sie den Sehnen gleich setzen. Man hat also

$$h = s \left( \alpha + \frac{1}{2} \frac{s}{r} \right).$$

Der Lichtstrahl wird indessen wegen der verschiedenen Dichtigkeit der übereinander liegenden Luftschichten gebrochen und bildet daher keine grade, sondern eine gekrümmte Linie, deren concave Seite abwärts gekehrt, und die, wie bereits Lambert annahm, und wie auch in neuerer Zeit nicht wesentlich davon abgewichen wird, annähernd ein Kreisbogen ist, der Radius dieses Kreises mißt aber das Sechsfache des Erdradius. Die früher in der Richtung der Tangente gezogene Linie verwandelt sich daher wegen der Brechung des Strahls in eine Sehne, und der Winkel, den diese mit der an den Strahl gezogenen Tangente macht, ist

$$= \frac{1}{12} \cdot \frac{s}{r}.$$

Um diesen Winkel ist der Elevationswinkel  $\alpha$  zu groß gemessen, daher muß letzterer um so viel verkleinert werden, und man findet

$$h = s \left( \alpha + \frac{5}{12} \cdot \frac{s}{r} \right).$$

Indem es sich nur darum handelt, diejenige Entfernung  $s$  zu finden, in welcher das Licht in der Höhe des Meeresspiegels noch gesehen werden kann, so sucht man den Punkt, wo der gekrümmte Strahl den größten Kreis der Erde berührt, oder wo beide eine gemeinschaftliche Tangente haben. Die Elevation oder der Winkel  $\alpha$  wird alsdann gleich Null und man erhält schließlich

$$h = \frac{5}{12} \cdot \frac{s^2}{r}.$$

Der Erdradius mißt im mittlern Breitengrade 1 690 500 Ruthen, daher hat man, wenn  $h$  und  $s$  in Ruthen ausgedrückt werden,

$$h = 0,000\ 000\ 246\ 48 \cdot s^2$$

oder wenn man die Entfernung  $s$  in Meilen zu 2000 Ruthen und die Höhe in Rheinländischen Fussen mißt,

$$h = 11,831 \cdot s^2.$$

Gewöhnlich wird  $s$  in Seemeilen, das heißt in der mittlern Länge einer Minute des Meridians gemessen, und man findet alsdann für  $h$  in Preussischen oder Englischen Fussen annähernd den sehr einfachen Ausdruck

$$h = \frac{3}{4} s^2$$

$$\text{oder } s = 2\sqrt{\frac{h}{3}}$$

Man darf indessen bei dieser Untersuchung nicht unbeachtet lassen, daß das Auge des Schiffers sich keineswegs im Niveau des Wasserspiegels befindet. Er steht vielmehr auf dem Deck des Schiffs und sein Auge befindet sich meist etwa 12 Fufs über dem Spiegel der See, wofür man aber gegenwärtig, wo gröfsere Schiffe üblich sind und auf diese besonders Rücksicht zu nehmen ist, 15 Fufs wählt. Der Lichtstrahl, der die See tangirt, trifft daher sein Auge nach derselben Formel beziehungsweise 4 oder  $4\frac{1}{2}$  Seemeilen weiter. Die ganze Sehweite des Feuers ist sonach, wenn man den höhern Standpunkt wählt,

$$S = 2\sqrt{\frac{h}{3}} + 4,5$$

oder das Licht, das auf  $S$  Seemeilen Abstand so eben sichtbar sein soll, mufs, in Fufsen ausgedrückt, in der Höhe

$$h = \frac{3}{4} (S - 4,5)^2$$

über dem Wasser brennen.

Wo Ebbe und Fluth stattfindet, wird der Sicherheit wegen  $h$  stets gegen den Stand des Hochwassers gemessen. Wenn das Feuer aber nur in geringen Entfernungen sichtbar zu sein braucht, wie dieses beispielsweise bei Hafenufeuern der Fall ist, die nur die Mündung des Hafens bezeichnen sollen, so darf man dieselben doch nicht so niedrig halten, daß sie etwa von Wellen verdeckt werden könnten, und man gibt ihnen daher meist die Höhe von 20 bis 30 Fufs über Wasser.

In Betreff des Baues derjenigen Leuchtthürme, die auf dem Ufer stehn, ist hier wenig zu sagen, da es meist gewöhnliche Landbauten sind. Die Gröfse der Laterne ist von dem darin aufzustellenden Erleuchtungs-Apparat abhängig, bei Feuern erster Ordnung giebt man ihr gewöhnlich 12 Fufs im Durchmesser. Ihre sichere Verankerung in der Mauer und eine sehr feste Zusammenfügung ihrer Theile ist dringend geboten, weil sie wegen

ihrer hohen und freien Lage den Stürmen besonders ausgesetzt ist. Die Scheiben bestehn aus starkem, reinem Glase, und sind vorsichtig einzusetzen, um jede Spannung oder Biegung zu vermeiden, wodurch sie beim Wechsel der Temperatur und noch mehr bei den Stößen eines heftigen Sturms brechen könnten. Wenn aber vollends die Eisenstäbe sich bewegen sollten, so wäre ihr Zerspringen unvermeidlich. Jedenfalls ist es nothwendig, daß Reservescheiben in der Wärterstube vorrätzig sind, welche die Wärter sogleich einsetzen müssen, wenn ein Bruch erfolgt.

Ferner muß für die Abführung des Gases gesorgt werden, welches sich beim Brennen der Lampen entwickelt. Hierzu genügt eine oben geschlossene und an den Seiten mit den nöthigen Oeffnungen versehene Röhre, die aus dem Scheitel der Kuppel austritt. Wichtig ist es noch, unter der Kuppel eine zweite Decke anzubringen, weil sonst bei kalter Witterung die Dämpfe an ihrer innern Seite niederschlagen und alsdann das herabtröpfelnde Wasser die Wirksamkeit der Linsen oder Spiegel schwächt, oder diese auch wohl beschädigt.

Eine Galerie umgiebt die Laterne. Dieselbe dient meist als Lootsen-Warte, sie ist aber auch nothwendig zum Putzen der Scheiben, was täglich geschieht. Vielfach ist noch ein Drahtnetz in einiger Entfernung um die Galerie gezogen, um die Vögel abzuhalten, die in der Nacht gegen das Licht fliegen, und die Scheiben einstossen, wenn sie bis zu diesen gelangen. Auf dem Leuchthurm in Calais sieht man eine große Sammlung ausgestopfter Vögel, die gegen das Drahtnetz geflogen und vor demselben todt niedergefallen sind.

Sehr wichtig ist es ferner, das Eindringen des Regens in das Mauerwerk möglichst zu verhindern. Die freie Lage der Thürme erschwert die Lösung dieser Aufgabe ungemein. Wenn man bei diesen Bauten auch immer bemüht ist, vorzügliches Material, sowohl Steine, wie Mörtel, zu verwenden, und die Mauern ungewöhnliche Stärke erhalten, so bemerkt man doch bald, daß an der Wetterseite die innere Fläche der Mauer feucht wird und sich nach und nach mit feinem Moos überzieht. Besonders findet dieses aber auf den Fensterbrüstungen und unter denselben statt. Die äußern Mauerflächen mit Putz zu bedecken, ist vergeblich, da derselbe schnell abfällt, und selbst die festesten

gebrannten Steine verwittern und bröckeln ab, so dafs man nach einigen Jahren neue statt der schadhaften einsetzen mufs. Endlich bietet noch die Abdeckung der obern Mauerfläche oder der Galerie besondere Schwierigkeiten. Bei einigen unserer Thürme hat man hierzu Granitplatten verwendet. An sich halten dieselben unbedingt die Nässe ab, aber bei dem übermäfsigen Wechsel der Temperatur, dem sie ausgesetzt sind, lassen die Fugen sich nicht geschlossen erhalten. Der Mörtel oder Cement reifst im Frost auf, der Asphalt dagegen zerfließt in der Hitze. Durch besondere Fugenschnitte hat man in neuester Zeit versucht, das eindringende Wasser sicher nach aufsen zu leiten, sowie auch durch Anbringung von Luftschichten in den Mauern das Durchdringen der Feuchtigkeit zu verhindern. Die Versuche sind indessen noch zu neu, als dafs die Erfolge derselben bereits festständen. Dagegen empfiehlt es sich wohl, wie bei auswärtigen Leuchtthürmen vielfach geschieht, die Fensterbrüstungen mit glasierten Fliesen zu bedecken.

Die erwähnten Uebelstände treten vergleichungsweise mit unsern übrigen Thürmen bei dem Pillauer nur mäfsig, zum Theil aber auch gar nicht ein. Derselbe wurde, wie bereits erwähnt (§ 52), in den Jahren 1805 bis 1816 erbaut. Fig. 266 auf Taf. XLVI zeigt denselben in der Ansicht von der Seeseite\*).

Er steht auf einem Pfahlrost, und seine Mauern, die über der Plinthe 5 Fufs und unter dem Gewölbe, worauf die Laterne ruht,  $3\frac{1}{2}$  Fufs stark sind, wurden aus Bromberger Klinkern ausgeführt. In der äufsern Fläche ist er nicht verputzt, sondern nur mit weifser Oelfarbe gestrichen. Dieser Anstrich wird in jedem zweiten oder dritten Jahr erneut, und die dabei erforderlichen Rüstungen sind leicht darzustellen, indem jedes Stockwerk vier Fenster hat, durch welche kreuzweise zwei Spieren geschoben werden, welche die Laufdielen tragen. Feuersicher ist der Thurm nicht, da die fünf untern Räume bis zur Wärterstube nur Balkendecken haben und hölzerne Treppen von einem zum andern führen.

\*) Die Mittheilung dieser Zeichnung dürfte sich um so mehr rechtfertigen, als in dem vom Reichskanzleramt 1878 herausgegebenen Werk: „Die Schifffahrtszeichen an der Deutschen Küste“ die Ansicht vom Pillauer Thurm, wie auch von denen bei Brüsterort, Nidden und Memel fortgelassen sind, die doch unbedingt zu den wichtigsten Feuern an der Deutschen Küste gehören.

Dieses wird noch bedenklicher, da der untere Raum oft mit leicht brennbarem Lootsengeräth angefüllt wird.

Das Eindringen des Regens in die obere Fläche des Mauerwerks ist durch die Construction der 77 Fufs über der Plinthe liegenden Galerie sicher verhindert. Die Figuren 267, *a* und *b*, in doppeltem Maafsstab von Fig. 266 gezeichnet, stellen dieses dar. Die schwache Brustmauer, welche die Laterne umgiebt, ist in ihrer obern Fläche stark geneigt, so dafs der Regen leicht abfließt, auch ist sie mit Kupfer überdeckt. Der übrige Theil der Mauer wird in seiner obern Fläche durch die Galerie überdeckt. Die hierbei gewählte Construction zeigt besonders Fig. *b*, worin die fünf Abtheilungen von der linken nach der rechten Seite die nach einander aufgebrauchten Theile erkennen lassen. Zunächst wurde nahe an den äufsern Rand der Mauer ein geschmiedeter eiserner Ring gelegt, der die überkragenden Rahmen, gleichfalls aus Schmiedeeisen bestehend, trägt. Diese lehnen sich an die äufsere Mauerfläche, greifen aber zugleich unter die später ausgeführte Brustmauer und sind hier mit Ansätzen versehen, die von einem zweiten Ringe umfaßt werden. Auf diese Art sind sie in ihrer Aufstellung vollständig gesichert. Ihre obern Schenkel sind aber nicht horizontal, sondern senken sich nach aufsen, um das für den Abfluß des Wassers nöthige Gefälle zu bilden. Auf diese Rahmen, so weit sie über die Mauer vortreten, sind je zwei rostförmige Platten gelegt, deren jede zwei Felder überdeckt und die gegenseitig versetzt sind, so dafs ihre Fugen nicht auf demselben Rahmen zusammen treffen. Hierauf liegen Kupferbleche, die jedoch nicht nur die Galerie überdecken, sondern auch in die Brustmauer eingreifen, und sonach alles darauf fallende Wasser über ihren äufsern Rand fortleiten, es also in die Mauer nicht eindringen lassen, während auch der Temperaturwechsel keine Fugen im Blech eröffnet.

Wie hier geschehn, bringt man bei gröfsern Leuchttürmen jedesmal unter der Laterne ein Zimmer an, worin der Wärter sich aufhält und von wo er während der Nacht in kurzen Zwischenzeiten hinaufgeht, um sich von der regelmässigen Erleuchtung zu überzeugen. In demselben Zimmer befinden sich auch die nöthigen Materialien und Geräthe, welche zur Unterhaltung des Lichts, so wie auch zur Beseitigung zufälliger

Störungen dienen. Die Wohnungen der Wärter und ihrer Familien verlegt man, wenn es geschehn kann, nicht in den Thurm, sondern in nebenstehende Gebäude. Nur wenn solche nicht vorhanden sind und namentlich, wenn der Thurm auf einer isolirten Klippe im Meere steht, müssen die Wärter darin wohnen.

Zuweilen ist man gezwungen, einen bestehenden Leuchthurm auf eine andre Stelle zu versetzen. In solchem Fall wird der neue Thurm neben dem alten erbaut, und in dem letztern das Feuer so lange unterhalten, bis es in dem neuen angezündet werden kann. Dieses geschah beispielsweise beim Hafenfeuer auf der Swinemünder Ostmole, als dieselbe vor einigen Jahren verlängert wurde, wo der neue Thurm vollständig ausgeführt und mit Allem versehen war, bevor die Lampe darin angezündet wurde und gleichzeitig die Benutzung des alten Thurms aufhörte.

Es geschieht indessen zuweilen, dafs der neue Thurm der höhere ist und er deshalb bis zu der Zeit, dafs er in Gebrauch genommen wird, das Licht des alten in einer gewissen Richtung verdeckt, wodurch Unglücksfälle herbeigeführt werden können. Wenn das Licht zugleich als Hafenfeuer dient, also die Hafenmündung bezeichnet, und der Hafendamm verlängert wird, kann es auch nachtheilig sein, wenn das Feuer zeitweise vom Kopf des Damms weit entfernt bleibt. Verhältnisse dieser Art traten bei der Verlängerung des nördlichen Hafendamms vor Sunderland ein, und der dortige Ingenieur Murray entschlofs sich, vorzugsweise mit Rücksicht auf den Kostenpunkt, den ganzen massiven Thurm auf den neuen Molenkopf zu versetzen. Die Entfernung betrug ungefähr 500 Fufs. Der Thurm war 1803 massiv und zwar aus Sandstein erbaut. Er hatte die Form einer achteckigen abgestumpften Pyramide, die unten 16, oben aber nur 9 Fufs breit war. Das Mauerwerk erhob sich 62 Fufs über den Damm, während die Kuppel noch 16 Fufs darüber trat. Das Gewicht der bewegten Masse betrug 320 Tons oder 6400 Centner.

Zunächst mußte der Thurm fest umschlossen werden. An die acht Kanten wurden starke Balken gelehnt und acht Kränze von Riegeln waren in diese Balken verzapft, während um jeden Kranz ein starkes eisernes Zugband gelegt und durch Schrauben fest angespannt wurde. Nunmehr legte man vier Schwellen unter jene aufrecht stehenden Balken, nämlich eine unter je zwei der

letztern, und zwar in der Art, dafs, wenn man von der nach dem Kopf der Mole gerichteten Seite die Ecken des Thurms zählt, Nr. 1 und 2, sodann Nr. 3 und 4, 5 und 6 und 7 und 8 verbunden waren. Diese Schwellen verlängerten sich so weit, dafs sie mit den nächsten zusammentrafen und bildeten daher ein Quadrat. In jede der vier Ecken des letztern wurden neben einander drei Streben gestellt, die in drei verschiednen Höhen den Thurm stützten, und sich oben an drei andre Kränze lehnten, die um die ersten geschlungen und mit denselben verbunden waren.

Nachdem man in solcher Weise das Mauerwerk möglichst gesichert hatte, wurden einige Fufs über der Dammkrone quer durch den Thurm Löcher eingehauen und sieben Querbalken einge- zogen, die den Thurm mit der beschriebenen Rüstung tragen sollten. Alsdann wurden kreuzweise unter diesen sieben andre Löcher durchgestemmt und darin eben so viele, an ihren untern Seiten mit Rollen versehene Balken gelegt. Unter diesen befanden sich aber die auf starke Langschwellen genagelten Schienen. Die Rollen und Schienen waren dieselben, die Morton bei seinem Slip anwendete.

Während dieser Zeit stand der Thurm zwischen den beiden Balkenlagen noch auf einzelnen Pfeilern des frühern Mauerwerks. Diese wurden zuletzt entfernt, nachdem durch eingetriebene Keile die Schwellen zum Tragen gebracht waren. Der Thurm stand alsdann auf 250 Rollen. Drei Erdwinden, jede mit 10 Mann besetzt, zogen die in Gienblöcke eingeschornen Taue an und der Thurm bewegte sich sehr langsam vorwärts. Die Versetzung begann am 2. August 1842 und war am 30. September desselben Jahrs beendet.

Ich war während dieser Zeit in Sunderland und sah in der Mitte des September den Thurm 22 Fufs weit vorrücken. Dieses geschah vollkommen regelmäfsig und ohne die mindeste Erschütterung. Als Beweis dafür, wie sicher man vor jeder Gefahr sich fühlte, mufs ich anführen, dafs während dieser Bewegung der Wärter im obern Fenster lag und ruhig die Arbeit betrachtete. Das Feuer in diesem Thurm war ein festes katoptrisches, und zwar wurden nicht Oellampen benutzt, sondern es brannte Gas aus den Gasometern der Stadt. Sobald der Thurm in Bewegung gesetzt wurde, was immer nach Verlauf einiger Tage geschah,



schloß man die Zuleitungsröhre und schnitt sie durch. Nach Beendigung jeder Tour löthete man ein neues Stück an, wodurch das Feuer in den nächsten Tagen während der Verlegung der Bahnen unterhalten wurde. Nach Murray's Mittheilung\*) ist die ganze Versetzung glücklich von statten gegangen, ohne dafs irgend eine Erschütterung oder ein Stofs vorgekommen wäre, der eine Trennung im Mauerwerk hätte besorgen lassen.

Bei der grofsen Höhe, und der ganz freien Lage der Leuchthürme, die gewöhnlich unmittelbar an der Meeresküste stehn, rechtfertigt sich gewifs die Frage, welchen Grad der Stabilität man denselben geben mufs, damit sie den heftigsten Stürmen noch sicher widerstehn. Bei Erbauung des Thurms von Belle-Ile untersuchte der Ingenieur C. Fresnel die Stabilität einiger besonders hohen und schlanken Leuchthürme und Schornsteine, von denen die Erfahrung bereits gezeigt hatte, dafs sie genügende Standfähigkeit besitzen.

Fresnel\*\*) verglich die Stabilität, wie sich dieselbe aus dem Gewicht und aus der Lage des Schwerpunkts gegen die Drehungsachse an der schwächsten Stelle ergibt, mit dem Moment des stärksten Winddrucks auf denselben Theil des Thurms. Er ging dabei von der Beobachtung Smeatons aus, dafs der Wind bei der Geschwindigkeit von 20 Fufs in der Secunde auf eine ihm normal entgegenstehende Ebene von 1 Quadratfufs Oberfläche (in Englischem Maafs) einen Druck von 1 Pfund ausübt. Indem er ferner die gewöhnliche Voraussetzung einführte, dafs der Druck dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional sei, und annahm, dafs die grösste Geschwindigkeit der Luft während eines Orkans 50 Meter oder nahe 160 Fufs beträgt, so fand er den stärksten Luftdruck gegen eine normale Fläche von 1 Quadratmeter gleich 275 Kilogramme, also 54,1 Pfund auf den Rheinländischen Quadratfufs. Um den Druck zu finden, der gegen eine Fläche ausgeübt wird, die um den Winkel  $a$  von der normalen Richtung abweicht, wurde wie gewöhnlich vorausgesetzt, dafs der Druck in der Richtung des Windes sich alsdann im Verhältnifs von

\*) The civil engineer and architect's Journal. Vol IV. 1841. pag. 378.

\*\*) Annales des ponts et chaussées. 1831. II. pag. 385.

$$\cos a^2 : 1$$

vermindert. Hieraus ergiebt sich, daß der Druck auf den Halbkreis nur zwei Drittel desjenigen Drucks ist, den der normale Halbmesser erfährt.

Wenn in dieser Weise das Moment des erwähnten stärksten Luftdrucks gegen verschiedene Gebäude berechnet und mit der Stabilität derselben verglichen wurde, so ergaben sich die nachstehenden Verhältnisse der letztern zu dem erstern:

für den Signalthurm in Lorient . . . . .	7,4
für den Leuchthurm in Genua . . . . .	6,2
für den Leuchthurm Pilier (auf Noirmoutier) .	4,4
für den Leuchthurm Planier (Marseille) . .	4,6
für die Napoleonssäule bei Boulogne . . . .	3,5

Für einzelne besonders hohe Schornsteine war das Verhältniß aber bedeutend geringer und es verminderte sich sogar für einen Schornstein auf Montmartre bis auf 0,72. Wenn letzterer dennoch den Stürmen widersteht, so muß man annehmen, daß diese im Binnenlande die vorausgesetzte Stärke nicht erreichen, oder daß jene Voraussetzungen über den Druck des Windes nicht richtig sind.

Die letzte Vermuthung dürfte sich wohl bestätigen. Nach vielfachen Erkundigungen bei Locomotivführern und andern Eisenbahnbeamten haben dieselben niemals bemerkt, daß während voller Fahrt der Rauch einem Schnellzuge vorangetrieben sei, obwohl sie in der Richtung der heftigsten Winde sich bewegten. Der Rauch schlug stets zurück. Wenn also vorübergehend auch mit der Geschwindigkeit von einer Meile in vier Minuten, oder 100 Fuß in der Secunde gefahren wurde, so bewegte sich die Luft doch niemals mit dieser Geschwindigkeit. Wichtiger sind die auf dem meteorologischen Observatorium im Helder seit 1851 angestellten Messungen. Dasselbst werden nicht nur die Wasserstände (§ 7), sondern auch die Richtung und der Druck des Windes durch selbstregistrirende Apparate ununterbrochen beobachtet, sowie auch der atmosphärische Niederschlag, die Verdunstung, und die Declination der Magnetnadel. Nach den Mittheilungen des königlich Niederländischen Ingenieurinstituts (in den Notulen) hat in den 29 Jahren bis Ende 1879 der Windmesser im Ganzen nur achtmal und zwar für die kürzeste Zeit einen Druck von 100 Kilo-

gramm auf den Quadratmeter oder darüber markirt. Der stärkste Druck hat am 3. December 1863 stattgefunden, wo er sich auf 135,0 Kilogramm stellte, oder 26,6 Pfund auf den Quadratfuß. Dieses Observatorium liegt aber ganz frei und nahe an dem Meer. Nach diesen neunundzwanzigjährigen Beobachtungen hat also der Druck des Windes niemals auch nur die Hälfte der von Fresnel angenommenen Stärke erreicht.

Zuweilen erbaut man Leuchtthürme nicht auf dem Ufer, sondern man stellt sie auf einzelne Klippen im Meer. Das Bedürfnis, letztere zu bezeichnen, namentlich wenn sie in der Nähe von vielfach benutzten Fahrwassern liegen, ist ohne Zweifel sehr dringend, aber die Ausführung bietet alsdann auch übermäßige Schwierigkeiten, und da in solchem Fall bei starken Stürmen die Wellen nicht nur in großer Höhe gegen den Thurm schlagen, sondern ihn wohl bis zur Laterne überdecken, so darf bei solcher Anlage der Stofs der Wellen nicht unberücksichtigt bleiben und man muß dem Thurm solche Stabilität geben, daß er nicht nur im Ganzen, sondern auch in jedem Theil diesem Stofs den nöthigen Widerstand leistet.

Welche Kraft dieser Stofs ausübt, hat Th. Stevenson an verschiedenen Küstenpunkten mit seinem Marine-Dynamometer beobachtet. Die wichtigsten Resultate, zu denen er gelangte, sind bereits § 6 mitgetheilt. Man darf freilich kaum annehmen, daß der Stofs, der zuweilen das Dynamometer traf, gleichzeitig die ganze dem Angriff der Wellen ausgesetzte Oberfläche eines Thurms treffen wird, aber andererseits ist es auch möglich, daß der Stofs der Wellen noch stärker werden kann, als er in der Zeit war, wo man das Dynamometer aufgestellt hatte. Alan Stevenson\*) weist nach, daß Thürme, die an den Küsten von Großbritannien erbaut sind, vergleichungsweise mit den Resultaten jener Messungen keineswegs eine überflüssige Stabilität besitzen, und man sie sogar als bedroht ansehen müßte, falls die Verschiebung der Schichten über einander nur durch die Reibung zwischen den Steinen, und nicht auch durch die Cohäsion des Mörtels verhindert würde. Diese genügende Stabilität hat man den Thürmen, die in ihren

---

\*) Rudimentary treatise on the history, construction and illumination of lighthouses. London 1850. pag. 25.

Formen sich sehr ähnlich sind, dadurch gegeben, daß man ihre Basis sehr verbreitete, und sie unten ganz massiv aufführte. Auch die darauf stehenden cylindrischen Mauern haben unten grössere Stärke als oben, wodurch der Schwerpunkt noch mehr gesenkt wird. Dieses zeigt beispielsweise die Fig. 248 auf Taf. XLIV dargestellte Ansicht des Leuchthturms auf Bellrock, worin die Stärken der Mauern durch punktirte Linien angedeutet sind.

Man darf indessen nicht erwarten, daß solche Thürme, wenn sie auch gehörig fundirt und sorgfältig aufgemauert sind, bei Stürmen sich gar nicht bewegen oder nicht schwanken. In der Wärterstube, unter der Laterne des Pillauer Leuchthturms sah ich einst, daß das Wasser in einem Glase starke Wellen schlug und über den etwa 1 Zoll vorstehenden Rand überlief. In der Wärterstube des Swinemünder Thurms, die etwa 170 Fufs über dem Erdboden sich befindet, stellte man Anfangs eine gewöhnliche Pendeluhr auf. Beim nächsten Sturm schwangen aber die Gewichte so stark, daß die Schnüre, an welchen sie hingen, sich um das Pendel schlungen. Diese Bewegungen sind indessen ohne weitren Nachtheil, so lange sie innerhalb der Elasticitätsgrenze des Mauerwerks bleiben.

Es ist bekannt, daß schon in frühester Zeit Leuchthtürme erbaut wurden. Von einer Anzahl solcher, sämmtlich an Mittelländischen Meere belegen, haben sich Nachrichten in den Schriftstellern des Alterthums erhalten, doch sind diese so unsicher und wahrscheinlich auch so übertrieben, daß ihre Wiederholung sich nicht rechtfertigen würde. Die wichtigsten dieser Leuchthtürme waren der Kolofs von Rhodus und der Thurm vor Alexandrien. Unbedingt hatten dieselben damals noch grössere Bedeutung, als gegenwärtig insofern der Compas noch nicht erfunden war, der Schiffer also in der Dunkelheit nicht sicher wissen konnte, in welcher Richtung er segelte.

Als man vor einigen Jahrhunderten endlich wieder Bauten dieser Art auszuführen begann, wurde unter Heinrich IV. der Thurm auf Cordouan errichtet, der in Betreff seiner luxuriösen Ausstattung bis zur neusten Zeit nicht seines Gleichen findet. Wenn seine Architektur auch keineswegs gebilligt werden kann, da er mit Thürmchen, Spitzen, Säulen und andern Verzierungen überladen ist, so erregt seine Ausdehnung und zwar

auf einer Klippe, die bei Hochwasser überfluthet wird und etwa eine Deutsche Meile vom Ufer entfernt ist, doch Bewunderung. Es befand sich nach der Mittheilung von Bélidor\*) daselbst nur eine einzige kurze Strecke, auf der eine Art Strand sich gebildet hatte und woselbst bei niedrigem Wasser Böte anlegen und auf-  
laufen konnten. Die Fundamente verbunden mit einer etwa 120 Fufs im Durchmesser haltenden und von einer starken Futter-  
mauer umschlossnen kreisförmigen Anschüttung erheben sich 27 Fufs über den Felsen. Eine in besonderm Thurm erbaute  
Wendeltreppe steigt bis zur Laterne an, darunter befinden sich verschiedene Räumlichkeiten, im zweiten Stockwerk aber eine  
Kapelle, die abgesehn von den vier tiefen Seitennischen 30 Fufs im Durchmesser hält und im Scheitel ihrer Kuppel 37 Fufs hoch  
ist. Der ganze Bau war 177 Fufs hoch und endigte in eine gleichfalls überwölbte Kuppel, die von acht Pfeilern getragen  
wurde, zwischen welchen der eiserne Korb stand, worin Holz-  
scheite oder Kohlen gebrannt wurden.

Der Thurm ist in dem Zeitraum von 1584 bis 1610 durch Louis de Foix erbaut. Hundert Jahre später drohte indessen der obere Theil den Einsturz, der wahrscheinlich durch das darin brennende Feuer gelitten hatte. 1717 mußte dieser Theil ab-  
gebrochen werden, wobei das Feuer ganz einging. Hierdurch wurden indessen so viele Klagen der Schiffer veranlaßt, daß man sich genöthigt sah, 1727 dasselbe, und zwar in seiner ur-  
sprünglichen Höhenlage, wieder herzustellen. Dabei ersetzte man indessen die gemauerte Laterne durch eine gusseiserne. Die Holz-  
und Kohlenfeuerung behielt man noch bei, bis statt derselben im Jahr 1786 Oellampen vor parabolischen Spiegeln gewählt wurden. 1822 stellte Augustin Fresnel auf diesem Thurm zum  
ersten mal seinen dioptrischen Apparat auf.

Die Ausführung der Leuchthürme auf isolirten Klippen wird nicht nur durch die Abgelegenheit der Baustelle, sondern vorzugsweise dadurch wesentlich erschwert, daß die Felsen, auf die man die Thürme stellen will, von den Fluthen überdeckt werden, woher die Fundirungen, wie auch die untern Mauer-  
schichten nur bei ruhigem Wetter und während weniger Stunden

\*) Architecture hydraulique, Civ. III. Chap. VIII.

sich ausführen lassen. Die Arbeiter, wie auch die Baumaterialien und Geräthschaften müssen also auf Schiffen untergebracht werden, die in der Nähe stationirt sind, damit die kurze günstige Arbeitszeit vollständig benutzt werden kann. Zuweilen errichtet man auch auf den Klippen fest verankerte Rüstungen, worauf Baraken gestellt werden, in welchen die Arbeiter während der Fluth sich aufhalten. Beim Bau des Thurms Bellrock ereignete es sich aber, daß diese Gerüste bei einem Sturm herabgerissen wurden. Von den vielfachen Gefahren bei Ausführung dieses Thurms macht der Erbauer Robert Stevenson ausführlich Mittheilung, und dasselbe thut auch Alan Stevenson, der den Skerryworethurm erbaute.

Der erste unter solchen Verhältnissen ausgeführte Leuchthurm ist der von Eddystone, der auf dem Felsriff gleiches Namens im Canal, etwa 2 Meilen im Süden von Plymouth steht. Schon am Ende des siebenzehnten Jahrhunderts, nämlich 1696 bis 1698 erbaute hier Wistanley einen 60 Fufs hohen massiven Leuchtturm, der jedoch schon im November 1703 von den Wellen umgeworfen und vollständig zerstört wurde. Demnächst führte Rudyerd daselbst in den Jahren 1706 bis 1708 einen 92 Fufs hohen hölzernen Thurm aus, der dem Andrang der Wellen zwar hinreichenden Widerstand leistete, aber 1755 abbrannte.

Hierauf wurde John Smeaton der Bau eines neuen Thurms übertragen, den derselbe auch in den Jahren 1756 bis 1759 mit großer Ueberlegung ausführte, und der bis jetzt, also 120 Jahre hindurch, seinen Dienst versehen hat.\*) Zur Baustelle wurde die höchste Klippe des Felsriffs, der sogenannte house-rock gewählt, auf dem auch die beiden frühern Thürme standen, und der nur geringe Ausdehnung hatte, dessen höchste Stelle aber nur so eben von gewöhnlichen Fluthen überdeckt wurde. Auf der Ostseite, unmittelbar neben dem Fufs des Thurms, steigt der Fels senkrecht aus der Tiefe von 5 Faden unter dem niedrigsten Wasser an. Westwärts fällt er flacher ab, doch mißt auch hier im Abstände von 300 Fufs die Tiefe schon 12 Faden, und ist im Allgemeinen

\*) Die folgenden Mittheilungen über den Bau dieses Thurms sind entnommen aus dem von Smeaton verfaßten Werk: a narrative of building and a description of the construction of the Edystone lighthouse, London 1791, wovon 1793 eine zweite Ausgabe erschien.

ohne Vergleich viel größer. Der Fluthwechsel beträgt zur Zeit der Aequinoctial-Springfluthen 18 bis 20 Fufs und bei Südweststürmen setzen sich die Wellen aus dem Biscayischen Meerbusen und selbst von hinter dem Cap Finisterre ungehindert bis zu diesen Riffen fort. Der Fels besteht aus Gneifs, dessen Schichten 26 Grad gegen das Loth geneigt sind, und dessen Festigkeit nach den Versuchen zum Bohren von Löchern zwar nicht besonders war, doch wurde dieser Umstand sogar für sehr günstig gehalten, weil nur dadurch das leichte Einbringen von Ankern ermöglicht wurde.

Es kam nun darauf an, den Thurm sowohl in sich und mit dem Felsen möglichst fest zu verbinden, so dafs kein Theil sich leicht lösen konnte, theils aber auch die Masse desselben so zu vertheilen, dafs er genügende Stabilität erhielt. In letzter Beziehung gab man ihm eine breite Basis, während der Querschnitt, ein Vollkreis, sich weiter aufwärts verkleinerte. Die Form eines kräftigen Eichenstamms wurde dabei zum Muster genommen, der unmittelbar über dem Boden sich stark verbreitet. Die unterste Schicht war nach einem Kreise von 32 Fufs Durchmesser bearbeitet und lag 13 Fufs über dem niedrigsten Wasser. Erst die siebente erreichte,  $8\frac{1}{2}$  Fufs höher, den obren Rand des Felsens und war im Vollkreise durchgeführt. Oben mafs der Thurm 15 Fufs im Durchmesser und bis 11 Fufs über höchstem Wasser bildete er eine volle Mauermasse. Hier befand sich die Thürschwelle und die Wendeltreppe, die in der Achse des Thurms noch 15 Fufs bis zum ersten Raum hinaufführte, und von 6 Fufs starken Mauern umgeben war. Die obren Mauern hatten zunächst die Stärke von 2 Fufs, schwächten sich aber weiter aufwärts bis auf 15 Zoll. Sie umgaben vier überwölbte Räume. Ueber dem letzten, in der Höhe von 60 Fufs über Hochwasser tritt das Gesims über die Mauer 2 Fufs weit vor und hier befindet sich die Galerie von einem eisernen Geländer umgeben. Die Brustmauer, welche die Laterne trägt, erhebt sich noch  $6\frac{1}{2}$  Fufs über die Thurmmauern. Das Licht brennt 72 Fufs über Hochwasser der Springfluthen.

Das Mauerwerk besteht durchweg aus scharf bearbeiteten Werkstücken und zwar grossen Theils aus dem Sandstein von Portland. Da dieser aber vom Bohrwurm angegriffen wird, so

ist der untre Theil des Thurms mit Granitquadern verblendet. Der Fels, auf den die Steine versetzt wurden, mußte stufenförmig abgearbeitet werden, um horizontale Schichten darzustellen. Erst die siebente Schicht umfaßte die ganze Basis des Thurms. Die Steine jeder Schicht griffen schwalbenschwanzförmig in einander, in den obern Mauern sind sie aber durch Klammern oder eingelegte eiserne Ringe verbunden, während eine große Anzahl Steindübel, oder cubischer Marmorstücke zur Hälfte in die untre und zur Hälfte in die obere Schicht eingriffen.

Besondre Vorsicht wendete Smeaton auf die Darstellung eines festen Mörtels, und wengleich die Eigenschaften des Portland- und ähnlicher Cemente damals noch wenig bekannt waren, so sind diese Versuche über die Festigkeit der aus verschiedenen Kalkarten dargestellten Mörtel doch wichtig und bilden gleichsam den Anfang der später hierauf verwendeten Sorgfalt.

Der Leuchtapparat bestand zunächst aus 24 Talglichtern, die frei in der Laterne brannten. 1810 wurden dafür Lampen mit Spermöl eingeführt, die vor parabolische Spiegel gestellt waren und 1845 wurde ein dioptrischer Apparat II. Ordnung aufgestellt. Die Laterne war zu enge, als daß man ein Licht I. Ordnung hätte wählen können. Auch ist auf dem Thurm ein Nebelsignal eingerichtet, das aber zur Zeit nur aus einer großen Glocke besteht. Vier Wärter versehen gegenwärtig den Dienst, die in bestimmten Zwischenzeiten durch ein Dampfboot mit Proviant und sonstigen Bedürfnissen versehen werden.

Wiewohl der Thurm in seinen wesentlichsten Theilen sich bisher unversehrt erhalten hat, so zeigte sich dennoch bereits vor längerer Zeit ein bedenklicher Uebelstand. Bei heftigem Wellenschlag, wobei die Wellen nicht nur den ganzen Thurm überdecken, sondern sogar bis zur doppelten Höhe desselben sich erheben sollen, drang nämlich das Seewasser durch die Fugen zwischen den Werkstücken in die überwölbten Räume ein, und der obere Theil des Thurms schien durch die aufsteigende Welle etwas gehoben zu werden. Um dieses zu verhindern, wurde schon 1839 und später wieder 1865 eine kräftige Verankerung zwischen dem starken Gewölbe unter der Galerie und dem untern massiven Theil des Thurms angebracht. Außerdem wurde auch die Ausladung des Gesimses rings umher um 5 Zoll vermindert,



da man meinte, der Stofs des aufsteigenden Wassers gegen dieses veranlasse vorzugsweise die Hebung. Das Eindringen des Seewassers soll seitdem aufgehört haben.

Viel größeres Bedenken erregte die Wahrnehmung, daß die Schwankungen des Thurms bei Stürmen gegenwärtig bedeutend stärker wurden, als früher, und als hierauf der Ingenieur des Trinityhouse, Douglass, erklärte, die Klippe sei unterminirt, mußte die Erbauung eines neuen Thurms sofort in Aussicht genommen werden. Schon zur Zeit des frühern Baues befand sich in der steilen Wand der Klippe eine Höhlung, die bis unter den Thurm in den Felsen sich fortsetzte. Smeaton meinte, dieselbe lasse sich leicht und für mäfsige Kosten ausfüllen, doch hielt er dieses für entbehrlich. Woltman dagegen, der einen Auszug aus der in Rede stehenden Schrift veröffentlichte, sprach schliesslich\*) zwei Bedenken gegen die Sicherheit dieses Thurms aus. Zunächst sei der senkrechte Abbruch der Klippe gewifs ursprünglich nicht vorhanden gewesen, sondern habe sich in Folge des Wellenschlags (und Frostes, wie er sagt) nach und nach ausgebildet, es sei also wahrscheinlich, daß er auch ferner dem Angriff ausgesetzt sein werde, und sonach den daraufstehenden Bau bedrohe. Sodann bemerkt er, daß die Wände der überwölbten Räume „äußerst subtil“ gehalten seien und daher die Stabilität des Thurms im obern Theil verhältnißmäfsig zu gering wäre. So machte also Woltman schon im vorigen Jahrhundert auf die Gefahren aufmerksam, die sich nunmehr thatsächlich herausgestellt haben.

Hierzu kamen noch andre Uebelstände. Das Licht brennt weder hoch genug, noch hat es solche Stärke, daß es bis zur Mitte des Canals gesehn werden kann. Die geringe Gröfse der Laterne gestattet aber nicht, einen kräftigern Apparat aufzustellen, noch ein Drehfeuer einzurichten, wodurch die Intensität des Lichts verstärkt werden könnte. Auch erschien es nothwendig, ein starkes Nebelsignal auf dem Thurm anzubringen, wozu es gleichfalls an der nöthigen Räumlichkeit fehlte.

Aus diesen Gründen hat das Trinityhouse seit einigen Jahren

\*) Beiträge zur hydraulischen Architectur III. Band. Göttingen 1794. Seite 290.

beschlossen, diesen Thurm eingehn zu lassen und dafür einen andern auf denselben Riffen zu erbauen. Der neue Thurm soll auf das sogenannte South reef, 40 Yard von jenem entfernt aufgestellt werden. Dasselbe liegt freilich bedeutend niedriger, stellenweise sogar 4 Fufs unter Niedrigwasser der Springfluthen, und wird selbst in den höchsten Punkten erst bei halber Ebbe trocken, es dacht indessen rings umher flach ab, woher man den Abbruch des Felsens oder das Unterwaschen desselben sobald nicht besorgen darf.

Es ist Absicht, auf der Klippe zunächst einen ganz massiven Cylinder von 44 Fufs im Durchmesser aufzuführen, der sich bis 22 Fufs über Hochwasser der Springfluthen erhebt, darauf aber den Thurm zu stellen, der in dieser Höhe seinen Eingang hat, unten  $35\frac{1}{2}$  Fufs, in der Höhe von 142 Fufs über Hochwasser aber 23 Fufs im Durchmesser hält. Hiernach bildet sich rings um den Thurm ein mit einem eisernen Geländer umgebener Gang, während oben wieder eine Galerie die geräumige Laterne umschließt. Das Licht wird 150 Fufs über Hochwasser brennen, und zwar ist elektrisches Licht vorgeschlagen, während die dazu erforderliche Dampfmaschine bei Nebel zugleich eine Sirene erschallen läßt. Der Thurm soll neun überwölbte Räume unter einander erhalten, während die Wandstärke des untern  $8\frac{1}{2}$  Fufs, die des obern aber  $2\frac{1}{4}$  Fufs mißt. Im Uebrigen soll die Ausführung und Construction des neuen Thurms ganz der des alten entsprechen. Der von Douglass aufgestellte Anschlag schließt auf die Summe von 70 000 Pfund ab\*).

Ein andrer ähnlicher Thurm wurde im Anfang dieses Jahrhunderts auf Bell-Rock ausgeführt. Dieser Klippe ist bereits bei Gelegenheit der Buoyen Erwähnung gescheln. Sie war für die in der Frith of Forth einlaufenden Schiffe besonders gefährlich, und um ihre Lage zu bezeichnen, hatte schon in früherer Zeit der Abt des Klosters Oberbrothwick darauf eine Buoye mit einer Glocke auslegen lassen, woher sie ihren Namen erhielt. Später stellte man wiederholentlich hölzerne Baaken darauf, die aber immer von der See bald zerschlagen wurden. 1806 entschloß man sich endlich zur Errichtung eines Leuchthurms,

\*) Engineer 1878. II. pag. 9.

dessen Bau Robert Stevenson übertragen wurde. Die Ausführung erfolgte unter sehr großen Schwierigkeiten in den Jahren 1807 bis 1811\*) Fig. 248 auf Taf. XLIV zeigt die Ansicht des Thurms und in den punktirten Linien zugleich seinen Durchschnitt. Er ist 100 Fufs hoch. Die Verbindung der Werkstücke in den einzelnen Schichten, wie auch mit den darüber und darunter liegenden Schichten erfolgte wieder nach dem von Smeaton befolgten Verfahren.

Demnächst wurde mitten in der Mündung der Carlingfordbay an der östlichen Küste von Irland ein ähnlicher Leuchthurm von George Halpin erbaut, der 111 englische Fufs hoch ist. Am Schlufs des Jahrs 1830 wurde das Feuer darin zum erstenmal angezündet. Alan Stevenson rühmt die Kühnheit dieses Baues.

Ferner ist der Leuchthurm auf der Klippe Skerryvore zu erwähnen, den Alan Stevenson 1838 bis 1842 ausführte. Die Schwierigkeiten, welche dieser Bau veranlafste, scheinen noch gröfser, als sonst gewesen zu sein. Der nächste Punkt war die Südspitze der Insel Tyree zwischen den Hebriden und Schottland. Dieselbe war aber von der Baustelle 3 Deutsche Meilen entfernt und bot weder einen stets zugänglichen und sichern Hafen, noch konnten von dort Materialien oder sonst irgend welche Hilfsmittel zur Erleichterung des Baues beschafft werden. Die Skerryvoreklippen waren aber für die Schifffahrt überaus gefährlich, da sie auf dem Wege zwischen Liverpool und der Mündung der Clyde lagen. Der hier errichtete Leuchthurm ist 138 Fufs hoch, in seiner äufsern Form ist er den andern ähnlich, doch hielt der Erbauer es für entbehrlich, die mühsamen und kostbaren Verbindungen der neben einander liegenden Steine, sowie der Schichten unter sich anzuwenden. Er versetzte die Werkstücke mit geraden Stofsfugen und stellte nur mittelst eingelassener Würfel oder Diamantdübel die nöthige Verbindung zwischen ihnen dar. Die Verbindung der Schichten schien ihm aber nur in der ersten Zeit, nämlich bis zum vollständigen Erhärten des Mörtels, geboten. Er setzte daher hölzerne Cylinder in einzelne Steine ein und liefs sie zugleich in die darüber liegenden greifen. Sie waren aber gespalten und wurden mit Holzkeilen

\*) An account of the Bell-Rock lighthouse by Robert Stevenson. Edinburgh 1824.

versehn, die unter dem Druck der Steine tiefer eindringen und einen sichern Schlufs darstellten.\*)

Unter besonders schwierigen Verhältnissen ist in neuster Zeit der Bau eines massiven Leuchthturms auf der westlichen Küste von Frankreich begonnen. Vor dem Département Finistère liegen westwärts ausser vielen andern kleinern zwei gröfsere Inseln, nämlich Ouessant und Sein, die am weitesten in den Atlantischen Ocean vortreten. Die erste ist durch ein Feuer I. Ordnung bezeichnet, von der letztern aber setzt sich noch in westlicher Richtung ein Riff einzelner Klippen etwa 8 Seemeilen fort, das in weiterer Entfernung sich immer tiefer senkt. Dieses Riff heifst Chaussée de Sein. Vielfache Strandungen sind hier stets vorgekommen, da die Ausdehnung des Riffs sich nicht deutlich bezeichnen liefs. Das Auslegen eines Leuchtschiffs war wegen der grofsen Meerestiefe und des felsigen Bodens unmöglich, die Gefahr wird aber durch die überaus heftige Fluth- und Ebbe-strömung, die sich bis acht Knoten steigert, noch wesentlich vergrößert.

Um wenigstens die Richtung zu bezeichnen, in der das Riff sich hinzieht, wurden 1825 zwei Leuchthürme erbaut, einer auf dem Cap Raz, also auf dem festen Lande, und der andre auf der Insel Sein. Indem die Grenze der Klippen hierdurch nicht markirt werden konnte, so blieb der Erfolg sehr gering und Strandungen, verbunden mit dem Untergange der gesammten Besatzungen der Schiffe, wiederholten sich nach wie vor.

1860 wurde angeordnet, es solle untersucht werden, ob sich nicht auf einer der äufsern Klippen, die bei Niedrigwasser noch trocken wird, ein Leuchthurm I. Ordnung erbauen lasse. Eine solche Klippe war allerdings vorhanden. Sie führte den Namen Ar-Men und war so hoch, dafs sie zur Zeit der Springfluthen etwa 5 Fufs über Niedrigwasser trat. Der Zugang war indessen so beschwerlich, dafs es erst nach mehreren Jahren einem Ingenieur gelang, auf diese Klippe zu gelangen und einige flüchtige Messungen darauf vorzunehmen. Sie war etwa 25 Fufs breit und 50 Fufs lang, vielfach durch tiefe Einrisse gespalten und fiel im Allgemeinen von Westen nach Osten etwas ab. Sie bestand aus ziemlich festem Gneifs.

\*) Account of the Skerryvore lighthouse by Alan Stevenson. London 1848.

Indem unter diesen Umständen die Möglichkeit des Gelingens nicht ausgeschlossen war, wurde bestimmt, es solle der Versuch gemacht werden, ob ein massiver Bau sich ausführen liefs. Zunächst kam es darauf an, sowohl unter dem Thurm, wie auch Behufs der Rüstungen und Krahnne eine Menge Löcher in den Fels zu bohren. Besondre Arbeiter dafür anzunehmen verbot sich, weil nur selten und nur zufällig Gelegenheit war, einige wenige Stunden hiermit beschäftigt zu sein. Die Fischer von Sein liefsen sich indessen überreden, gegen hohe Preise diese Arbeit auszuführen. Sie wurden mit den nöthigen Werkzeugen, und auferdem mit Schwimmgürteln versehen, weil bei der stets bewegten See die Wellen fortwährend über die Felsen schlugen und oft so hoch darüber traten, dafs sie die darauf befindlichen Leute fortspülten.

So oft die Gelegenheit günstig schien, fuhren die Fischer hinüber. Zwei Mann stiegen aus jedem Boot auf die Klippe, während die Andern daneben hielten, um jedem Herabfallenden sogleich nachfahren zu können. Die beiden Gelandeten legten sich flach nieder, und klammerten sich mit einer Hand an irgend welche vortretende Felsecke an, während sie in der andern Hand entweder den Bohrer oder den Schlägel führten. In dieser Weise wurden im Jahr 1867, wo man 7 mal Gelegenheit hatte, an die Arbeit zu gehn, 15 Löcher von 1 Fufs Tiefe gebohrt. Im folgenden Jahr landete man 16 mal und bohrte 40 Löcher.

Hierauf konnte 1869 die Mauerarbeit begonnen werden. Verzinkte Eisenstäbe wurden in die Bohrlöcher getrieben und dazwischen kleine Steine vermauert, bis man eine so regelmässige Ebene dargestellt hatte, dafs man Werkstücke versetzen konnte. Die Steine, wie den schnell bindenden Medinacement von Parker mußten die Arbeiter beim Landen selbst herauftragen. Dieselben wie auch die Ingenieure hatten sämmtlich Schwimmgürtel umgeschnallt, und um die Arbeit einigermaassen zu sichern, safs auf der Klippe noch ein zuverlässiger Seemann, der nur die Wellen beobachtete und sowohl den Eintritt einiger Ruhe, wie auch das Anrollen besonders hoher Wellen verkündete. Um jede günstige Gelegenheit zu benutzen, und auch die Rückfahrt zu sichern, lag ein kleines Dampfboot stets zur Verfügung, das aber nicht selbst anlegen konnte, sondern die hierzu bestimmten kleinen Böte mit sich führte. Ende 1869 hatte man nahe 6 Schachtruthen Mauer-

werk ausgeführt, und 8 Jahre später war man bis über das höchste Wasser gekommen.\*)

Vielfach werden Leuchtthürme aus Eisenstäben und Blechen construirt, besonders wenn es darauf ankommt, vor Häfen oder Strommündungen Sandbänke kenntlich zu machen, die, wenn man massive Fundamente darauf stellen wollte, sich daneben so vertiefen würden, dafs der Bau in Gefahr käme. Die durch weite Zwischenräume getrennten dünnen eisernen Säulen üben dagegen so wenig Wirkung auf die Wellen aus, dafs die Verhältnisse unverändert bleiben und die Sandbank nicht anders, als früher angegriffen wird, also ihre bisherige Form und Höhe behält. Gewöhnlich braucht ein solcher Thurm auch keine grofse Höhe zu erhalten, da er nur ein bestimmtes Fahrwasser bezeichnen soll. Er trägt daher nur eine kleine Laterne nebst der dazu gehörigen Wärterstube, und wird von einer geringen Anzahl eiserner Stäbe, die mittelst Grundsrauben aufgestellt sind, sicher getragen.

Etwa 5 Deutsche Meilen vor der Mündung der Themse, zur Seite der tiefern Rinne Kings-Channel genannt, liegt die ausgedehnte Bank Maplin-Sand, die bei niedrigen Ebben trocken wird. Früher lag hier ein Leuchtschiff, dessen Unterhaltung jedoch sehr kostbar war, weil bei dem zeitweisen Aufsetzen auf den Grund und zwar in offner See vielfache Beschädigungen eintraten. Nachdem Mitchell die Grundschaube erfunden hatte, wurde 1838 versucht, auf solche hier ein kleines festes Feuer zu stellen. Die Schrauben hielten  $4\frac{1}{2}$  Fufs im Durchmesser, während ihre cylindrischen Achsen aus gewalztem Eisen 5 Zoll stark waren.

Von einem vor Anker liegenden Flofs aus wurden diese Stiele bei ruhiger See mittelst einer grofsen Erdwinde, die 30 Mann drehten, in den Sand eingeschoben. Ein Stiel stand in der Mitte und acht andre, 20 Fufs von diesem entfernt, bildeten ein Achteck von 40 Fufs Durchmesser. Der weitere Bau blieb vorläufig noch ausgesetzt, indem man sich überzeugen wollte, ob diese dünnen Säulen irgend welchen Einflufs auf die Sandablagerung äußern würden. Letztere war mit einer dünnen Faschinenlage überdeckt, worauf ein mit Steinen beschwerter hölzerner Rost lag.

\*) Exposition universelle à Paris. Notices sur les modèles, cartes et dessins relatifs aux travaux des ponts et chaussées. Paris 1878. pag. 247.

Die Höhe dieses Rostes wurde lange Zeit hindurch gegen die Köpfe der Stiele gemessen, und es zeigte sich dabei keine weitere Veränderung, als daß sich einiger Sand auf den Rost legte.

Nummehr ging man zum weitem Aufbau über. Es wurden neun gußeiserne Röhren auf die Stiele gestellt und an die 4 Fuß langen Schafte derselben befestigt. Diese Röhren waren 11 Zoll stark und 9 Zoll weit. An dieselben waren die nöthigen Ansätze angegossen, so daß sie mittelst Riegeln und Zugbändern unter sich gehörig verbunden werden konnten. Ihre Köpfe waren etwas einwärts gebogen, und in diese schob man wieder hölzerne Stiele ein, welche den Oberbau trugen. Letzterer hatte einen achteckigen Querschnitt und enthielt die Wohnstube nebst Kammer der beiden Wärter, wie auch in dem untern pyramidalen Raum die Gelasse für Wasser, Kohlen und sonstige Vorräthe. Ueber dem Wohnraum befindet sich eine Galerie und die Laterne von 12 Fuß Durchmesser. Das Licht brennt 43 Fuß über dem mittlern Meeresspiegel. Die abwärts gekehrte Pyramide scheint den Zweck zu haben, daß sie den Stofs der Wellen von dem Thurm ablenken soll, falls diese sich zuweilen sehr hoch erheben. Die Einstellung der Schrauben war in einigen Tagen beendigt und der fernere Bau nahm noch nicht drei Monate in Anspruch. Seit dem 10. Februar 1841 brennt hier das Licht. Fig. 249 zeigt die Seitenansicht des Thurms.

Nachdem dieser erste Versuch gemacht war, sind an verschiedenen Stellen der Küste von England und Schottland in ähnlicher Weise Leuchttürme erbaut, wie zum Beispiel bei Fleetwood und Belfast Lough. Man ist indessen dabei von der beschriebenen Construction in sofern abgewichen, als man auf die Schafte, woran die Schrauben befestigt sind, unmittelbar den kleinen Wohnraum mit der Laterne gestellt hat, wodurch der Bau sich wesentlich vereinfachte. Später ist auch an der Französischen Küste ein interessanter Bau dieser Art zur Ausführung gekommen. Der Strand, der bei der Fluth unter Wasser gesetzt wird, ist schon bei Calais ziemlich breit, weiter östlich verbreitet er sich noch mehr und tritt zwischen Calais und Gravelines bei dem kleinen Orte Walde etwa eine Viertel Deutsche Meile vor die Grenze des Hochwassers vor. Der äußere Rand dieses Strandes ist hier durch einen solchen Leuchtturm bezeichnet. Die Sand-

fläche, worauf derselbe steht, wird bei todten Fluthen gar nicht trocken und erhebt sich nur etwa 1 Fufs über das Niedrigwasser der gewöhnlichen Springfluthen. Sieben eiserne Säulen, welche unten an gufseiserne Schrauben von 2 Fufs Durchmesser genietet sind, reichen  $16\frac{1}{2}$  Fufs tief in den Sand hinein. Diese Säulen bestehn aus gewalztem Eisen und sind 48 Fufs lang und nahe 6 Zoll stark. Diese Länge genügte aber noch nicht, um die nöthige Höhe zu erreichen, die Säulen mußten daher durch Ansätze verlängert werden, die 22 Fufs lang, unten 5 Zoll und oben 4 Zoll stark sind. Die untern Enden der letztern haben aber eine bedeutend gröfsere Stärke, da hier Löcher eingebohrt und mit Schraubengewinden versehen sind. Die entsprechenden Schraubenspindeln befinden sich an den obern Enden der untern Säulen. Eine dieser Säulen steht senkrecht, und die sechs andern, die nach innen geneigt sind, umgeben sie gleichmäfsig und bilden die Kanten einer sechsseitigen Pyramide. In der Oberfläche der Sandbank sind die Säulen unter sich wie auch von der mittlern 19 Fufs entfernt, in dem Rahmen, der sie in der Höhe von 42 Fufs verbindet, beträgt ihr gegenseitiger Abstand nur 8 Fufs. Um jede Säule sind in drei verschiedenen Höhen Zugbänder gelegt, die aus je zwei Hälften bestehn und sehr fest angeschroben werden konnten. Diese sowohl, wie auch die gufseisernen kleinen Capitäle, welche auf die Säulen gesetzt sind, haben Ansätze, an welche theils horizontale Riegel geschroben sind, die jede Säule mit den beiden nächsten äufsern, wie auch mit der mittlern verbinden, theils aber sind von hier aus auch schräge Zugstangen sowohl nach der mittlern, wie nach den benachbarten Säulen geführt. Der erwähnte Rahmen, der auf den Köpfen der Säulen ruht, trägt mittelst eiserner Consolen die untere Galerie, die wieder ein Sechseck von 11 Fufs Seite bildet. Sie befindet sich 21 Fufs über dem Hochwasser der Aequinoctial-Springfluthen. Auf ihr steht der sechseckige Wohnraum der Wärter, dessen Seite 8 Fufs misst, und auf diesem ruht eine zweite Galerie mit der Laterne. Letztere hält nur 6 Fufs im Durchmesser. Das Feuer brennt 32 Fufs über Hochwasser der Aequinoctial-Springfluthen. Es muß aber noch bemerkt werden, dafs der ganze Bau nur aus Eisen besteht, und ohne den Erleuchtungs-Apparat nahe 29000 Thaler kostete.



Von dieser Construction der Leuchttürme, welche überaus bequem und schnell darzustellen, auch vor Unterspülung vollkommen gesichert ist, wenn sich nicht etwa die Lage der Sandbänke verändern sollte, hat man in der Ostsee noch keinen Gebrauch gemacht, weil man besorgt, daß ausgedehnte Eisfelder, wie solche hier zuweilen längs der Küsten treiben, die Eisenstäbe zerbrechen möchten. Nichts desto weniger hat die Leuchtbaake auf dem Kopf der verlängerten Ostmole vor Swinemünde, die Fig. C 3 auf Taf. XXXIII a dargestellt ist, hiermit einige Aehnlichkeit. Der untere Theil derselben ist nicht nur dem Stofs der bei hohem Seegang überschlagenden Wellen ausgesetzt, sondern die Gefahr ist auch nicht ganz beseitigt, daß mit den Wellen vielleicht einzelne Steine dagegen geschleudert werden möchten, wie solches bei der alten massiven Baake, die etwas weiter landeinwärts stand, nicht selten geschah. Die Laterne nebst der Wärterstube und dem Materialienraum wird daher nur von eisernen Eckschienen getragen und die Treppe, die jedenfalls umschlossen werden mußte, ist auf das möglichst geringste Maafs beschränkt und befindet sich in einem Blechcylinder von 4 Fufs Durchmesser.

Wenn die auf eisernen Säulen stehenden Leuchttürme sonst nur geringe Höhe haben, weil sie nur die Eingänge von Häfen oder einzelne Untiefen bezeichnen, so macht hiervon der auf der Trinity-Bank im Mexicanischen Meerbusen in gleicher Weise erbaute Thurm eine Ausnahme. Derselbe ist ein Küstenfeuer und 20 Seemeilen vom Ufer von Louisiana entfernt. Sein Feuer, I. Ordnung, brennt 131 Fufs über dem Spiegel der See. Etwa 20 mit Grundschrauben versehene eiserne Stiele tragen ihn, 15 Fufs über dem Wasserspiegel befindet sich ein geräumiger eiserner Bau, der die Wärterstube nebst Materialien-Gelassen enthält, und von hier steigt in einem 8 Fufs weiten Blechcylinder die Wendeltreppe bis zur Laterne heran. Letztere ruht indessen nicht auf diesem Cylinder, sondern die Säulen des Achtecks setzen sich bis zu ihr fort und unterstützen sie.

Es giebt noch eine andere Art von eisernen Leuchttürmen, die jedoch, wie es scheint, in Europa selten ausgeführt sind, und bei denen man das Eisen nur gewählt hat, um an Orten, wo es an Material oder an brauchbaren Arbeitern fehlt, den vorher vollständig zugerichteten Thurm hinbringen und schnell aufstellen

zu können. So sah ich 1841 einen Thurm dieser Art in Pimlico-Street in London aufgestellt, der nach Westindien bestimmt war. Er hatte die Höhe von 78 Fufs, hielt unten  $18\frac{1}{2}$  Fufs und oben  $11\frac{1}{2}$  Fufs im Durchmesser und bestand ganz aus G u f s e i s e n. Die Platten, aus denen er zusammengesetzt war, hatten im untern Theil die Stärke von 1 Zoll, oben dagegen nur  $\frac{3}{4}$  Zoll. Sie waren an den innern Seiten mit vorstehenden Rändern versehen und mittelst dieser an einander geschroben. 8 Räume befanden sich über einander, die wieder durch eiserne Decken getrennt und durch eiserne Treppen verbunden waren. Wie mir gesagt wurde, sollte der Thurm nach seiner definitiven Aufstellung 15 Fufs hoch mit Béton gefüllt werden, um ihm die nöthige Stabilität zu geben. Eine große Anzahl ähnlicher Thürme hat Alexander Gordon in neuerer Zeit nach den entlegensten Küsten geliefert.

Es müssen hier noch die Leuchtschiffe erwähnt werden, die nichts andres, als schwimmende Leuchttürme sind. Zu bedeutender Höhe kann man auf ihnen die Laternen nicht erheben, und dieses ist auch in sofern nicht erforderlich, da sie niemals als Küstenfeuer benutzt werden, die weithin sichtbar sein müßten, sie vielmehr immer nur einzelne Untiefen oder die Eingänge in beschränkte Fahrwasser bezeichnen. Die Schiffe selbst müssen in der Art construirt sein, daß sie im Wellenschlag möglichst wenig schwanken oder rollen, es ist daher vortheilhaft, wenn sie scharf gebaut sind, doch verbietet sich dieses oft dadurch, daß man gezwungen ist, sie unmittelbar auf die Sandbänke zu legen, auf welche sie bei tieferem Eintauchen aufstossen würden. Man verstärkt in solchem Fall ihre Stabilität dadurch, daß man ihnen noch zwei Seitenkiele giebt.

Demnächst ist es nothwendig, daß das Leuchtschiff seine Stellung scharf inne hält. Läge es vor einem Anker, wobei die Kette lang ausgelassen sein müßte, damit der Anker möglichst horizontal gezogen wird, so würde es bei wechselnden Winden einen weiten Kreis um den Anker beschreiben und dazu käme noch, daß der Anker selbst nicht fest läge, da er bei dem entgegengesetzten Zug seine Richtung ändern müßte und einige Zeit hindurch schleppen würde, bevor er im Boden den nöthigen Widerstand fände. Das Schiff vor zwei Anker zu legen, die es in verschiedenen Richtungen halten, ist noch weniger zulässig,

da es sich jedesmal in den Wind stellen muß, um einem zu heftigen Stofs der Wellen entzogen zu werden. Man pflegt daher das Leuchtschiff allerdings vor zwei Anker, jedoch nur an eine Ankerkette zu legen. Die eine Ankerkette wird nämlich in hinreichendem Abstand vom Anker mit einem starken Ring versehen, und wenn der andre Anker in gleichem Abstand von diesem Ring herabgelassen ist, zieht man seine Kette durch den letztern und vor dieser liegt das Schiff. Die beiden Anker werden demnach, wie das Schiff sich auch immer stellen mag, nur gegen einander gezogen, sie verändern daher nie ihre Richtung und bleiben immer fest, ausserdem tritt dabei noch der günstige Umstand ein, dafs die Kette schärfer angeholt, also steiler gestellt werden darf, wodurch der Kreis, in welchem das Schiff sich bewegt, wesentlich verkleinert wird.

Dafs man dieser Vorsicht unerachtet dennoch für hinreichend schwere Anker sorgen muß, damit das Schiff nicht fortreibt, bedarf kaum der Erwähnung. Wenn solches geschehn sollte, so ist das Aufnehmen und neue Verlegen der Anker an die richtige Stelle nothwendig. Hierzu ist aber die schwache Bemannung des Schiffs, die für den gewöhnlichen Dienst genügt, nicht fähig. Es muß also alsdann durch vereinbarte Signale Hülfsmannschaft nebst Böten herbeigerufen werden, und zwar ist es dringend nothwendig, dafs dieses möglichst schnell geschieht, weil der inzwischen vorbeisegelnde Schiffer von dem Vertreiben des Leuchtschiffs keine Kenntniß hat und durch dasselbe leicht veranlafst werden kann auf den Grund zu laufen.

Ein grofser Uebelstand tritt endlich noch ein, wenn Leuchtschiffe in Gewässern ausgelegt werden müssen, welche entweder selbst zufrieren, oder wo ausgedehnte Schollen vorbeitreiben. In beiden Fällen müssen die Schiffe fortgeschafft werden, bevor solche Gefahr eintritt, und dürfen auch nicht früher wieder ausgelegt werden, als bis diese Gefahr beseitigt ist. Indem nun eines Theils das Ausheben und Verlegen der Anker nur mit Hülfe andrer Mannschaft erfolgen kann, andern Theils aber die Häfen, wohin man die Schiffe bringen kann, meist nicht in der Nähe sind, so muß man es vermeiden, diese mühsamen und kostspieligen Manöver im Anfange oder am Ende des Winters mehrmals zu wiederholen, und so geschieht es denn häufig, dafs nach dem

Abfahren der Leuchtschiffe, oder vor der Wiedereinstellung derselben die Witterung den Schiffsverkehr gestattet, und alsdann die bittersten Klagen erhoben werden, dafs gerade in der Zeit, wo die Leuchtschiffe am dringendsten wären, sie im Hafen liegen.

Ohnerachtet dieser Uebelstände sind die Leuchtschiffe dennoch von wesentlichem Nutzen für den Schiffahrtsbetrieb und in vielen Fällen sogar unentbehrlich.

Die Laternen, womit sie versehen werden, müssen jedesmal möglichst festgehalten werden, damit sie nicht noch stärker schwanken, als die Masten selbst. Man pflegt sie daher unmittelbar neben den letztern anzubringen. Zuweilen sind drei oder vier derselben an einem Ring befestigt, der den Mast umfaßt, oder eine einzelne Laterne wird von einem Arm gehalten, der aus jenem Ringe austritt, und damit letzterer sich nicht dreht, wird die Richtung des Arms durch scharf angeholte Leinen gesichert. In neuerer Zeit umgiebt man auch diese Lampen mit Linsen- und Prismen-Apparaten kleinster Ordnung. Liegen mehrere Leuchtschiffe in so geringen Abständen aus, dafs man sie verwechseln könnte, so werden sie dadurch kenntlich gemacht, dafs sie theils ein oder zwei Lichte, zuweilen sogar drei Lichte zeigen. Grofse Ballons an den Masten, in gleicher Anzahl, wie die Lichte, machen bei Tag die Leuchtschiffe kenntlich.

Schliesslich mufs noch daran erinnert werden, dafs sowohl die Leuchthürme, wie auch die Leuchtschiffe nur gesehn werden können, wenn die Luft noch einigermaafsen klar ist, dafs sie aber bei starkem Nebel selbst in geringen Entfernungen vollständig verschwinden. Um den Schiffer von der Annäherung an eine solche Station in Kenntnifs zu setzen, wurden schon früher bei ungünstiger Witterung Signale mit weit klingenden Glocken gegeben, in neuester Zeit geschieht dieses aber vielfach auch durch andre akustische Apparate. Von diesen sogenannten Nebelsignalen wird im Folgenden die Rede sein.

## § 92.

### Leuchtfeuer.

Bis zum Anfang dieses Jahrhunderts wurden die Küsten noch vielfach durch Kohlenfeuer in eisernen Körben bezeichnet,

die an langen hölzernen Hebeln, wie die Eimer der Ziehbrunnen, hingen. Durch Holzscheite entzündete man die Kohlen, und wenn dieses geschahn war, hob man die Körbe durch Herabwinden des andern Hebelarms. Bei heftigem Wind entwickelte sich eine starke, weit sichtbare Gluth, bei ruhiger Luft bedeckten sich dagegen die Kohlen mit Asche und selbst in geringer Entfernung konnte man das Feuer nicht sehn. Kurze Zeit vor Beendigung des Leuchtthurmbaues auf Hela klagte noch im Jahre 1824 der Wärter, der ein solches Kohlenfeuer, *Bliese* genannt, daselbst zu unterhalten hatte, daß in windstillen Nächten von den vorbeifahrenden Schiffen aus oft in die Fenster seiner Wohnung geschossen würde, weil die Schiffer glaubten, das Feuer sei erloschen und er müsse geweckt werden.

Als Smeaton den Leuchtthurm auf Eddystone erbaut hatte (1759), wurden anfangs darin Talglichte gebrannt. Erst 1807 wählte man die *Argandsche Lampe* und stellte zugleich versilberte Reflectoren von parabolischer Form dahinter.

Die Erfindung dieser Lampe im Jahr 1784 gab Veranlassung zur wesentlichen Verbesserung der Erleuchtungsapparate. Die bisherigen Lampen, in denen ein massiver Docht brannte, entwickelten kein intensiveres Licht als gewöhnliche Talglichte. Die Verbesserung bestand zunächst darin, daß ein hohler Docht zur Anwendung kam, dem sowohl von außen, wie von innen Luft zugeführt wurde. Die Zuströmung verstärkte aber wesentlich ein *Glas cylinder* über der Flamme, der einem Schornstein ähnlich die bereits benutzte und erwärmte Luft schnell abführte, und dadurch das kräftige Hinzutreten der frischen Luft zur Flamme veranlafste. Endlich bezog sich die Erfindung noch auf die Darstellung eines ziemlich constanten Niveaus in demjenigen Behälter, der unmittelbar den Docht speiste. Zu diesem Zweck war das Oelquantum, das während der Nacht verbrannte, in ein luftdicht geschlossnes Gefäß gefüllt, dessen Ausflusnröhre abwärts gekehrt war und jenes Niveau berührte. Es konnte sonach aus diesem nur Oel abfließen, wenn ein gleiches Volum Luft durch dieselbe Röhre eingetreten war, und dieses geschah jedesmal, wenn das Niveau sich soweit senkte, daß es die Oeffnung der Röhre nicht mehr verschloß.

Lange Zeit hindurch erfuhr diese Lampe keine Veränderung.

Auf vielen Leuchtthürmen wird sie auch gegenwärtig noch, und zwar mit sehr günstigem Erfolg in ihrer ursprünglichen Einrichtung angewendet. Im Jahre 1800 hatte zwar Carcel schon vorgeschlagen, dieser Lampe durch ein Pumpwerk das Oel zuzuführen, doch vergingen mehrere Jahrzehnte, ehe diese Verbesserung Eingang fand, und auf den Leuchtthürmen scheint davon nur bei dioptrischen Apparaten Gebrauch gemacht zu sein, weil die Reverbeure sehr bequeme Gelegenheit boten, die Oelbehälter dahinter anzubringen. Die Pumpen, welche aus dem unter dem Leuchtapparat stehenden Behälter das Oel heben und durch ein Uhrwerk getrieben werden, führen dem Docht ungefähr viermal so viel Oel zu, als er verbrennt. Derselbe wird daher immer mit frischem und zwar kaltem Oel getränkt und kann weiter ausgeschoben werden, woher er ein bedeutend intensiveres Licht entwickelt. Diese Einrichtung erfordert indessen eine größere Räumlichkeit und läßt sich in dem parabolischen Hohlspiegel, der möglichst wenig unterbrochen werden soll, nicht anbringen, woher in diesen Apparaten die Argandsche Lampe noch angewendet wird.

Eine andre spätere Verbesserung an den Lampen wurde von Augustin Fresnel eingeführt, indem derselbe mehrere, und zwar Anfangs bei den Apparaten erster Ordnung vier concentrische Dochte darstellte, zwischen denen sich kreisförmige Schlitzlöcher befinden, durch welche die Luft hinzutreten und jede Flamme sowohl an der äußern, wie an der innern Seite bestreichen, und dadurch das vollständige Verbrennen der entwickelten Gase überall veranlassen kann. Später hat man bei den kräftigern Apparaten die Anzahl der Dochte ganz allgemein auf fünf und sogar auf sechs ausgedehnt.

Die große Intensität des Lichts, welche man in dieser Weise darzustellen im Stande ist, läßt sich indessen nur durch die höchste Sorgsamkeit des Feuerwärters erreichen. Es kommt dabei nicht nur darauf an, daß die Lampen täglich gereinigt und in gutem Stande erhalten werden, sondern die Dochte müssen auch mit großer Vorsicht so gleichmäßig beschnitten werden, daß die Flammenspitzen über den ganzen Umfang zu gleicher Höhe ansteigen. Diese Höhe muß aber so groß sein, daß nur so eben nicht eine unvollständige Verbrennung oder ein Blaaken

eintritt. Der mittlere Docht wird zuerst eingestellt, und nachdem dieses geschehn ist, geht man zum nächsten über, bis man endlich an den äufsern kommt. Auch die Glascyliner müssen in angemessner Höhe aufgesetzt und vorher erwärmt werden. Ferner hat der Wärter dafür zu sorgen, daß der Zufluß des Oels nie unterbrochen wird und immer in angemessner Stärke erfolgt. Wird hierzu ein Pumpwerk benutzt, so muß dasselbe gehörig eingestellt und von Zeit zu Zeit aufgezogen werden. Man hat dabei eine Einrichtung getroffen, wodurch der Wärter aufmerksam gemacht wird, sobald das Uhrwerk nahe abgelaufen ist. Der Ueberschuß des den Dochten zugeführten Oels träufelt nämlich ab, und dieses wird zunächst in einem am Boden durchbohrten Gefäß aufgefangen. Das Bohrloch ist aber so abgemessen, daß es weniger abführt, als beim gehörigen Gang der Pumpen hinzufließt. Nur wenn letztere sich langsamer bewegen, was vor dem vollständigen Stillstand geschieht, entleert sich das Gefäß, und indem es nunmehr leichter wird, so schlägt der Hebelsarm, an dem es hängt, auf und dadurch wird ein Schlagwerk in Thätigkeit gesetzt, welches dem Wärter anzeigt, daß das Uhrwerk wieder aufgezogen werden muß.

Ein vorsichtiger Wärter wird aber noch ehe der verzögerte Gang eintritt, der schon eine Schwächung des Lichts und ein stärkeres Verkohlen der Dochte veranlaßt, das Uhrwerk aufziehen, und dadurch diese Uebelstände vermeiden. Kommt hierzu aber noch die Verpflichtung, die Spiegel oder die Glasprismen täglich zu reinigen und zu putzen, und dabei jede Beschädigung, und selbst die feinsten Schrammen, zu vermeiden, und die Lampe immer genau einzustellen, auch die Scheiben der Laterne rein zu halten und allen Staub möglichst zu entfernen, so überzeugt man sich wohl, daß man in der Wahl dieser Leute überaus behutsam sein muß. In Frankreich, wo man auf den Leuchthürmen überall eine musterhafte Ordnung und Sauberkeit findet, ist es üblich, nur Männer als Leuchthurmwärter anzustellen, deren Ordnungsliebe nach gewöhnlichen Begriffen übertiepen ist. Daneben wird aber auch auf mechanische Geschicklichkeit und Ueberlegung gesehen, damit sie bei vorkommenden Zufälligkeiten sogleich selbst Hülfe zu schaffen wissen.

Die Französischen Leuchthürme werden von einer besondern

Commission (Commission des phares) verwaltet, deren Mitglieder, großentheils Ingenieure, nicht nur die Projecte zu neuen Anlagen oder Verbesserungen aufstellen, sondern auch zu vielfachen localen Revisionen verpflichtet sind, und die Anfertigung und Reparatur der Apparate überwachen. Zugleich haben sie auch die angelieferten Materialien zu prüfen und dieselben den verschiedenen Stationen zuzuweisen. Hierdurch wird es möglich, überall Material von vorzüglicher Güte zu beschaffen, und bei der großen Uebereinstimmung aller Apparate, jedes Stück in passender Größe und Form darzustellen. Die von Paris übersendeten Dochte und Cylinder sind jedesmal von der erforderlichen Weite und Größe und passen genau auf die Lampen, für die sie bestimmt sind. Das vor der Einführung des Mineralöls verwendete Pflanzenöl wurde, nachdem es von den mit Pumpwerken versehenen Lampen abgeflossen war, vor dem Wiedergebrauch aufs Neue gereinigt. Man nannte es Colzaöl. Der Name ist aus dem Deutschen Worte Kohlsaät entstanden. Es wird aus dem Samen des Kohlraps (*brassica napus*) gewonnen. Noch ist zu erwähnen, daß man in jeder Laterne eines Französischen Leuchthturms die normale Ausbildung der Flamme abgebildet findet, und der Wärter verpflichtet ist, die Dochte soweit aufzuschrauben, daß die Flamme dieselbe Höhe und Gestalt annimmt.

Die Verwaltung der Englischen Leuchthtürme verdient keineswegs eine gleiche Anerkennung. Im Jahre 1858 wurde von der Englischen Regierung eine Commission niedergesetzt, um den Zustand der Leuchthtürme in den vereinigten Königreichen, sowie auch im Auslande zu untersuchen, und sich über die nöthigen Verbesserungen der erstern zu äußern. Nachdem dieselbe vielfach Localbesichtigungen angestellt, und eine große Anzahl von Sachverständigen vernommen hatte, erstattete sie unter dem 5. März 1861 Bericht und fügte zugleich die Besichtigungsprotokolle, so wie auch die ihr schriftlich zugegangenen Nachrichten, und die stenographisch nachgeschriebenen Zeugenvernehmungen bei.\*) Die

---

\*) Report of the Commissioners appointed to inquire into the condition and management of lights, buoys and beacons. Vol. I and II. London 1861.



hier gemachten Mittheilungen sind ohne Zweifel von der höchsten Wichtigkeit für die Einrichtung von Leuchtfeuern, es ergiebt sich aber daraus, daß der Dienst auf den Englischen Leuchtthürmen damals keineswegs mit großer Sorgfalt geführt wurde. Bei den unerwarteten Besichtigungen fand die Commission nicht selten, daß die Lampen schlecht brannten, daß die Cylinder zerbrochen waren und die Flammen sich daher nicht gehörig entwickeln konnten, daß die Dochte nicht richtig beschnitten waren, zum Theil auch zu den Lampen nicht paßten. Außer andern Mängeln fand man sogar zuweilen, daß der mittlere der concentrischen Dochte gar nicht angezündet war. Auffallend ist es daher, daß dennoch die befragten Schiffer mit großer Majorität erklärten, die Englischen Feuer seien besser, als die irgend eines andern Landes. Die Commission meint, daß dieses Urtheil nicht sowohl vom Patriotismus herrühre, als vielmehr davon, daß die Zeugen vorzugsweise einige Drehfeuer beachteten, in welchen mehrere parabolische Spiegel sehr kräftige Strahlenbüschel bilden.

Auf den Englischen Leuchtthürmen wurde früher vorzugsweise Spermöl von Südseefischen gebrannt, das aber nach Stevenson's Ansicht dem Colzaöl bedeutend nachsteht, weil es weniger leuchtet und bei niedriger Temperatur in höherem Grade, als dieses erstarrt. Hierauf wurde das Pflanzenöl auch auf den Englischen Leuchtthürmen eingeführt. Da dasselbe indessen bei strenger Kälte sich gleichfalls verdichtet und endlich fest wird, so wurde während des Winters unter dem Oelbehälter jeder Argandschen Lampe noch eine kleine Flamme unterhalten, die das Oel etwas erwärmte. Auf dem Pillauer Leuchthurm war, so lange Leinöl gebrannt wurde, bei starkem Frost keine Lampe dauernd zu erhalten. Der Wärter mußte sie alsdann abwechselnd ausheben und in dem unter der Laterne befindlichen Zimmer so weit erwärmen, daß sie einige Zeit hindurch wieder brannten. Zuweilen hat man eiserne Oefen in die Laterne gestellt, um das Verdichten des Oels zu verhindern, doch wird dadurch in dem beschränkten Raum die Bedienung des Feuers erschwert, auch wohl der ganze Apparat wegen des dabei unvermeidlichen Staubes gefährdet.

Nachdem in neuester Zeit statt des Pflanzenöls das Mineralöl eingeführt wurde, ist dadurch der so eben erwähnte Uebelstand

beseitigt, während zugleich die Flamme sich wesentlich verstärkt hat und die Kosten bedeutend vermindert sind. Auch die Apparate haben sich etwas vereinfacht, in sofern das Petroleum in den Dochten zu gröfserer Höhe ansteigt. Diese Vorzüge waren bereits anerkannt, und das Petroleum hatte im Privatgebrauch schon überall Eingang gefunden, als man noch Anstand nahm, dasselbe auf den Leuchtthürmen zu benutzen. Man fürchtete, die leichte Endzündbarkeit desselben möchte die kostbaren Apparate in Gefahr bringen und möglicher Weise sogar die Unterhaltung des Feuers unterbrechen.

Indem man das Petroleum, wie es aus der Erde flofs, sorgfältiger von den besonders entzündbaren Stoffen reinigte und hierdurch zugleich die Intensität des Lichts verstärkte, verminderte sich indessen diese Gefahr. Diese Besorgnifs ist gegenwärtig wohl als ganz beseitigt anzusehn, wenn das verwendete Material mit Vorsicht dargestellt und jedesmal sorgfältig geprüft ist. Das für Leuchtthürme bestimmte Oel wird theils aus natürlichem Petroleum und theils in Paraffinabriken aus bituminösem Schiefer gewonnen. Das spezifische Gewicht desselben darf nach den bei uns geltenden Vorschriften nicht gröfser, als 0,8 und äufsersten Falls nur 0,83 sein. Wichtiger ist aber die Probe in Betreff der Dampfenentwicklung. Die ersten Spuren der Dämpfe darf man nicht früher, als bei 60 Centesimalgraden bemerken, das angelieferte Oel zeigt solche aber meist erst bei einer Erwärmung von etwa 70 Graden, es gewährt also eine noch gröfsere Sicherheit.

Das zu prüfende Oel wird in einen kleinen Becher aus Blech gegossen. Derselbe schwebt in einem etwas gröfseren, mit Wasser gefüllten Gefäfs. Letzteres wird durch eine Spiritusflamme erwärmt. Der Becher trägt einen Deckel, worin sich zwei Oeffnungen befinden. Durch eine derselben läfst man ein Thermometer soweit herabhängen, dafs die Kugel vom Oel umgeben ist, aus der andern steigt eine kleine Röhre empor, durch welche die über dem Oel sich sammelnden Dämpfe entweichen. Ueber diese Röhre hält man während der zunehmenden Erwärmung ein brennendes Streichhölzchen. Bei der ersten Entwicklung der Dämpfe entzünden sich diese an der Flamme, und zwar erfolgt dabei eine schwache Explosion, wodurch das Zündhölzchen er-

licht. Es kommt hiernach nur darauf an, in diesem Moment den Stand des Thermometers abzulesen.

In früherer Zeit, als die Reinigung des aus Schiefer gewonnenen Oels noch sehr unvollständig erfolgte, oder ganz unterblieb, entwickelten sich aus demselben schon entzündbare Dämpfe, sobald es auf 30, und zuweilen sogar, wenn es nur auf 25 Centesimalgrade erwärmt wurde. Schon damals, nämlich seit 1858, fing man in Frankreich an, bei den Hafenfeuern, die nur einen, vielleicht auch zwei concentrische Dochte hatten, wegen des stärkern Lichts und des geringern Preises, Petroleum zu verwenden. Indem das Oel sich nach und nach verbesserte, waren 1865 die sämmtlichen Französischen Feuer dieser Art hiermit versehen. Drei Jahre später versuchte man sodann das Mineralöl, und zwar ein aus Schottland bei Edinburg bezogenes Fabrikat (*huile d'Ecosse*) auch auf Küstenfeuern, die drei bis fünf Dochte hatten, zu benutzen. Dasselbe ist in der Art gereinigt, daß die entzündbaren Dämpfe sich erst bei 60 Centesimalgraden entwickeln. Seit 1874 ist auf den sämmtlichen Französischen Leuchthürmen, so weit sie nicht elektrisch erleuchtet werden, statt des vegetabilischen, das Mineralöl eingeführt, das aber seit 1876 aus einer ohnfern Paris eingerichteten Fabrik bezogen wird. Es muß erwähnt werden, daß nach dem bei Gelegenheit der Pariser Ausstellung (1878) schon oben erwähnten Bericht über die Französischen Bauausführungen niemals auf den dortigen Leuchthürmen die Verwendung des Mineralöls sich als gefährlich erwiesen hat. Wenn die Lampe nur einen oder zwei Dochte hat, so saugen dieselben aus dem unmittelbar darunter angebrachten Behälter das Oel selbst auf, man verengt diese Behälter aber von unten nach oben, damit sie nicht die abwärts gekehrten Strahlen zu sehr auffangen. Bei Lampen mit mehr Dochten muß für ein constantes Niveau gesorgt werden, doch müssen die Dochte stets über dieses bedeutend vortreten.

Nach dem von der Commission des phares erstatteten Bericht stellt sich der Vergleich gegen das bisher benutzte Colzaöl in der Art, daß bei Lampen von gleicher Größe und gleichen Dochten die Intensität des Lichts sich wie 4 : 3 verhält, während der Verbrauch an Oel sich im Verhältniß wie 6 : 5 steigert. Die Kosten des gereinigten Mineralöls betragen aber, wenn man

wieder das Gewicht berücksichtigt, nur wenig mehr, als die Hälfte des Colzaöls und sonach ist die Unterhaltung derselben Lampe im Verhältniß von 2:3 wohlfeiler, als früher, während das Licht zugleich an Intensität gewonnen hat.

Hierzu kommt der Vorzug des Mineralöls, daß es bequem 6 Zoll hoch vom Docht aufgesogen wird, während das Pflanzenöl, wenn kein Pumpwerk angebracht ist, in einem constanten Niveau nahe unter der Flamme erhalten werden muß. Hierdurch wird die Einrichtung der Lampen namentlich für kleine Feuer wesentlich vereinfacht. Endlich ist es auch von großer Wichtigkeit, daß das Mineralöl selbst bei dem stärksten Frost, der bei uns vorkommt, seine volle Flüssigkeit behält.

Bei Anwendung des Mineralöls giebt man den Lampen der wichtigsten Feuer fünffache Dochte, die in der Mitte befindliche Luftröhre läßt man aber oft nicht frei austreten, sondern bringt über denselben, etwa im Abstand von einem halben Zoll eine Kupferscheibe an, der Champignon genannt, welche die austretende Luft etwas zur Seite wirft, und sie dadurch in innigere Berührung mit den Flammen bringt.

Auf den Preussischen Leuchthürmen ist das Mineralöl noch nicht vollständig eingeführt, da manche Aenderungen in den Lampen nöthig sind, die um so schwieriger werden, als die Feuer jede Nacht brennen müssen. Bis vor Kurzem schien es auch noch zweifelhaft, ob es sich nicht empfehlen möchte, elektrisches Licht in Anwendung zu bringen. Das für die Leuchthürme mit besonderer Vorsicht gereinigte Oel wird bei uns aus der Fabrik in Rehmsdorf bei Zeitz bezogen, das nach den damit angestellten Versuchen sich vorzugsweise als geeignet gezeigt hat. Nach der Mittheilung des Fabrikanten, Dr. Hübner, wird dasselbe aus dem gewöhnlichen Amerikanischen Petroleum bereitet, doch ist die Reinigung mit solchen Verlusten verbunden, daß aus 2 Centner Petroleum nur etwa 80 Pfund reines Oel gewonnen werden.

In einzelnen Fällen hat man zur Beleuchtung der Thürme Gas gewählt, wobei allerdings die Behandlung der Lampe und der ganze Wärterdienst sich wesentlich vereinfacht, besonders wenn man das Gas aus einer in der Nähe befindlichen städtischen oder sonstigen Anstalt entnehmen kann. In Sunderland geschieht dieses noch gegenwärtig, und früher wurde der in der Nähe der

Lootsenstation von Neufahrwasser befindliche Thurm mit Gaslicht versehen. Diese Art der Beleuchtung hat indessen nur selten Eingang gefunden, und in Neufahrwasser ist man davon wegen der Unregelmäßigkeit des Lichts zurückgekommen, die namentlich bei heftigem Wind und starker Kälte eintrat.

Nichts desto weniger dürfte vielleicht das Gas unter besonders localen Verhältnissen doch von wesentlichem Nutzen sein, wie auch bereits vorgeschlagen ist. Die Hafenseuer stehn nämlich gewöhnlich auf den Köpfen der Molen, und wenn bei heftigen Stürmen die Wellen über diese hinüberschlagen, so kann man sie nicht betreten, und eben so gefährlich ist es alsdann auch, mit einem Boote an den Kopf hinanzufahren. Die Verbindung zwischen dem Ufer und dem Thurm ist also für einige Zeit vollständig unterbrochen, und wenn der Wärter auch verpflichtet ist, jeden Abend auf den Thurm zu gehn, so wird ihm dieses zuweilen unmöglich. Wenn er dagegen dauernd auf dem Thurm bleiben soll, so muß manche Einrichtung getroffen werden, die im kleinen Raum schwer darzustellen ist. Schon bei Beschreibung des Hafens Swinemünde (§ 40 b.) sind diese Uebelstände erwähnt. Das Gas läßt sich dagegen sehr sicher über den Damm fortleiten, und wenn man in der Abwesenheit des Wärters auch die Flamme nicht anzünden kann, so läßt sich dieselbe doch leicht vom Ufer aus verstärken und schwächen. Sobald ein heftiger Sturm in Aussicht seht, wird also schon bei Tage ein schwacher Gasstrom angezündet, und bei einbrechender Dunkelheit braucht man nur das Rohr in angemessner Weise zu öffnen. Noch sichrer wäre es, für Thürme, die bei besonders ungünstiger Witterung nicht zugänglich sind, dieselbe Anordnung, die bei Buoyen versucht wird (§ 90), zu treffen und mittelst stark comprimirtes Leuchtgas in solcher Zeit die Flamme den ganzen Tag hindurch brennen zu lassen.

Da die Sichtweite des Lichts in hohem Grade von seiner Stärke oder Intensität abhängt, so sind in dieser Beziehung nicht nur die Flammen der verschiedenen Lampen, sondern auch die in Spiegel- und Prismen-Apparaten gesammelten Lichtmassen untersucht worden. Man vergleicht dabei gewöhnlich die Schatten, welche derselbe Gegenstand nach beiden Seiten wirft, wenn zwei sich gegenüber stehende Lichte ihn bescheinen, und

entfernt das stärkere Licht so weit, bis beide Schatten gleiche Dunkelheit zeigen. Man nimmt dabei das Licht einer Carcelschen Lampe, deren Docht zwei Centimeter oder 9,2 Rheinl. Linien im Durchmesser hält, als Einheit an. Nach Reynaud's Untersuchungen\*) haben alsdann die bei den verschiedenen Ordnungen der Apparate benutzten Oellampen die nachstehenden Lichtstärken:

Ordnung der Apparate	Anzahl der Dochte	Durchmesser der äußern Dochte	Lichtstärke
I	4	41,3 Linien	23
II	3	34,4 „	15
III	2	20,6—17,5 „	5—3
IV	1	13,8—12,5 „	1,6—1,3

Diese Verhältnisse haben sich aber seit Einführung des Mineralöls bedeutend geändert. Allard\*\*) bezeichnet dieselben in nachstehender Art:

Ordnung der Apparate	Anzahl der Dochte	Durchmesser der äußern Dochte	Lichtstärke der Flammen
I	5	50,5 Linien	50
II	4	41,3 „	36
III	3	32,1 „	24
IV	2	23,0 „	6,9
V	1	13,8 „	2,2

Indem bei Flammen mit mehrern Dochten das Licht der innern nicht direkt austritt sondern zunächst die äußern Flammen durchdringen muß, und auch bei dem einzelnen kreisförmigen Docht schon dasselbe stattfindet, so untersuchte Allard, in welchem Maafs das Licht beim Durchgange durch eine gleiche Flamme sich schwächt. Aus den hierüber angestellten Beobachtungen ergab sich, dafs der Verlust durchschnittlich 28 Procent beträgt, oder das hindurchgedrungene Licht nur noch 0,72 derjenigen Intensität besitzt, die es ursprünglich hatte. Die ganze Lichtmasse einer concentrischen Flamme ist sonach verhältnißmäfsig viel geringer, als diejenige eines einfachen platten Dochtes.

Im Folgenden wird eingehend erörtert werden, wie man die

\*) Mémoire sur l'éclairage et le balisage des côtes de France par Léonce Reynaud. Paris 1864.

\*\*) Mémoire sur l'intensité et la portée des phares. Annales des ponts et chaussées. 1876. II. pag. 1.

Sichtbarkeit des Lichts auf weitere Entfernungen ausdehnen kann, indem man die auf- und abwärts gerichteten Strahlen durch katoptrische und dioptrische Apparate in den Horizont wirft, oder sie auch wohl noch in einzelne Bündel vereinigt. Wichtig bleibt aber die Frage, wie weit unter gewöhnlichen Umständen das Licht einer kräftigen Lampe an sich, also ohne solche Apparate, gesehn werden kann. In dieser Beziehung mag nachstehende auffallende Thatsache erwähnt werden. Das Swinemünder Feuer sollte ursprünglich nur den Seehorizont und den vordern Theil des Hafens erleuchten, hierzu genügte es, drei Quadranten mit den Prismenfeldern zu versehen, während der vierte durch sphärische Spiegel geschlossen war. Später trat das Bedürfnis hervor, auch nach der Haffseite das Licht zu zeigen, und da nach besondern Versuchen die erwähnten Spiegel ohne irgend wahrnehmbare Schwächung des seeseitigen Lichts beseitigt werden konnten, so geschah dieses. Das einfache Lampenlicht des Thurms wird nun, wenn kein Nebel statt findet, nahe hinter dem Ausgange aus dem Papenwasser gesehn. Der Wärter auf dem Leuchtschiff Swantewitz (ohnfern Ziegenort), sagt aus, daß er es in der Regel jede Nacht deutlich sieht. Die Entfernung vom Swinemünder Thurm mißt aber 4 deutsche oder 16 Seemeilen. Hiernach dürfte man erwarten, daß bedeutende Resultate auch ohne die dioptrischen Apparate zu erreichen wären, wenn die Flammen sich verstärken ließen.

Um nahe belegne Leuchtthürme zu unterscheiden, gab man früher den Feuern nicht selten verschiedene Farben, indem man gefärbte Glascheiben davor, oder noch besser, Cylinder aus gefärbtem Glas darüber stellte. Dabei traten jedoch bedeutende Uebelstände ein. Zunächst verändern sich die Farben bei verschiedner Beschaffenheit der Atmosphäre. Im Nebel erscheint das weiße Licht roth und das grüne weiß, wenn daher das Feuer an der Farbe erkannt werden soll, so sind Verwechslungen leicht möglich. Man hat deshalb in neuerer Zeit die Anwendung des gefärbten Lichts auf solche Verhältnisse beschränkt, wo gleichzeitig daneben noch weißes Licht gesehn wird. Hierher gehört der Fall, daß der Hauptleuchtthurm eines Hafens weißes Licht zeigt. Die kleinen Feuer auf den Köpfen der Hafendämme dagegen rothes und grünes. Andererseits geben noch manche

wichtige Küstenfeuer abwechselnd rothes und weißes Licht. Man setzt dabei voraus, daß der Eindruck, den ein Blick verursacht hat, bis zum Erscheinen des folgenden anhält, und man durch Vergleichung beider auch bei ungünstiger Beschaffenheit der Luft die Farben noch unterscheiden kann. In diesem Fall müssen jedoch die Blicke sich ziemlich schnell folgen, weil sonst das Urtheil nicht mehr sicher ist. Das Drehfeuer auf der Greifswalder Oie zeigt in der Periode von 3 Minuten nach Verdunkelungen von 45 Secunden abwechselnd rothes und weißes Licht. Dieses Feuer ist bei klarer Luft von Swinemünde aus sichtbar, ich habe aber in dieser Entfernung von 6 Deutschen Meilen nie die Farbe der Blicke unterscheiden können, auffallend war dagegen der Unterschied in der Lichtstärke der abwechselnden Blicke.

Das Licht verliert nämlich durch die Färbung wesentlich an Intensität. Schon das weiße Licht schwächt sich beim Durchgang durch die Luft, und bei dickem Nebel ist es selbst in geringer Entfernung nicht zu sehn. Daß die Stärke des Lichts in Folge seiner Vertheilung im Raum in größerer Entfernung abnimmt, ist an sich klar, und allen photometrischen Messungen legt man die Voraussetzung zum Grunde, daß die Lichtstärke umgekehrt dem Quadrat der Entfernung proportional ist. Doch hiervon abgesehen, tritt jedesmal noch eine andre Schwächung ein, die von der Absorption der Strahlen in der Atmosphäre herrührt und in hohem Grad durch die Beschaffenheit der letztern bedingt wird. Die Lichtstärke vermindert sich hiernach, außer jener Vertheilung im Raum, von Meile zu Meile noch in geometrischer Progression, und es erklärt sich hieraus, daß bei dicker Luft das Licht, in der Nähe gesehn, vollkommen hell zu sein scheint, aber in mäßiger Entfernung schon verschwindet.

Was die Färbungen betrifft, so verliert das Licht auch hierdurch an Intensität, namentlich bei grüner Farbe ist dieser Verlust übermächtig groß, er beträgt zuweilen sogar 95 Procent, woher ein solches Feuer nur in der Nähe gesehn werden kann. Bei dem rothen Licht tritt nach Reynaud's Mittheilungen eine eigenthümliche Erscheinung ein. Bei der vortheilhaftesten Zusammensetzung des rothen Glases (wahrscheinlich geschah die Färbung mit Goldpurpur) ergaben die photometrischen Messungen den Verlust gleich 36 Procent. Bei dem Leuchthurm von



Pontailiac, der abwechselnd rothes und weisses Licht zeigt, bemerkte man aber, dafs bei unklarer Luft in gewisser Entfernung beide Blicke gleiche Intensität hatten und in noch weiterm Abstand das weisse Licht sogar verschwand, während das rothe noch sichtbar blieb. Man mufs annehmen, dafs bei solcher Beschaffenheit der Atmosphäre, wobei das weisse Licht sich roth färbt, die rothen Strahlen weniger absorbirt werden, als die weissen.

Aufser der verschiedenen Färbung des Lichts kann man auch andre charakteristische Unterscheidungen anbringen, aus denen der Schiffer, der in der Nacht der Küste sich nähert, sicher erkennt, an welchem Punkt er sich befindet. Hierher gehört vorzugsweise das in gewissen Perioden erfolgende Verschwinden und Wiedererscheinen des Lichts, oder auch dessen abwechselnde Verstärkung und Schwächung. Hiervon wird im Folgenden die Rede sein.

Ein andres Unterscheidungszeichen beruht darauf, dafs man zwei Feuer über oder neben einander anbringt. Auf Darsersort brennen zwei Feuer über einander, indem in demselben Thurm oben ein Drehfeuer und darunter ein festes Feuer angebracht ist. Diese Anordnung ist indessen in sofern bedenklich, als man in Folge der Krümmung der Erde in weiter Entfernung allein das obere Feuer sieht, also der Schiffer dieses leicht für ein einfaches halten kann. Auf Cap la Héve an der Mündung der Seine stehn dagegen zwei Leuchtthürme 17 Ruthen von einander entfernt, und in beiden brennen in gleicher Höhe Feuer von gleicher Stärke. Ebenso ist vor Kurzem auch auf Rixhöft, nordwestlich von Danzig, wo bereits seit langer Zeit ein Leuchtthurm besteht, 50 Ruthen von demselben entfernt, ein zweiter Thurm erbaut, auf dem ein gleiches Feuer brennt. Diese Anordnung war nothwendig, um eine Verwechslung mit dem 9 Deutsche Meilen entfernten, neuerdings erbauten festen Feuer bei Scholpin zu vermeiden. Ohne Zweifel wird hierdurch in auffallender Weise dieser Punkt kenntlich gemacht, aber die Kosten der Anlage und Unterhaltung sind doppelt so grofs, als wenn man auf einem Thurm ein Feuer eingerichtet hätte.

Die Leuchtthürme sollen, wie bereits bemerkt worden, theils den Punkt der Küste kenntlich machen, dem der Schiffer sich

nähert, theils aber haben sie den Zweck, bestimmte enge Fahrwasser, und namentlich die Mündungen der Häfen zu bezeichnen. Im ersten Fall müssen sie weit sichtbar sein, und daher muß das Licht nicht nur große Intensität besitzen, sondern auch in angemessener Höhe über dem Meeresspiegel brennen. In Frankreich nennt man einen solchen Thurm Phare, im Deutschen giebt es keinen besondern Ausdruck dafür, doch dürfte es passend sein, das Licht desselben Küstenfeuer zu nennen. Das andre Feuer, das nur in geringem Abstand gesehn werden darf, heißt in Frankreich Fanal, bei uns wird es gemeinhin Hafenfeuer genannt.

Jene Küstenfeuer müssen so nahe neben einander liegen, daß der Schiffer, sobald er sich der Küste nähert, jedesmal wenigstens eins sieht. In Frankreich und in England ist diese Bedingung mit wenigen Ausnahmen erfüllt. In Frankreich erblickt man gemeinhin zwei und oft sogar drei derselben. Nach den Angaben der in England niedergesetzten Commission beträgt die durchschnittliche Entfernung zweier Küstenfeuer

in Frankreich . .	3,1	Deutsche Meilen
in England . . .	3,5	„ „
in Irland . . . .	8,6	„ „
in Schottland . .	9,9	„ „

An der Preussischen Küste, die mit Ausschluß der kleinern Buchten sowie auch derjenigen bei Danzig von der Mecklenburgischen bis zur Russischen Grenze eine Ausdehnung von etwa 100 Deutschen Meilen hat, giebt es gegenwärtig 13 Küstenfeuer, nämlich Darserort, Arcona, Greifwalder-Oie, Swinemünde, Großhorst, Funkenhagen, Jershöft, Scholpin, Rixhöft, Pillau, Brüsterort, Nidden und Memel, ihre gegenseitige Entfernung mißt also durchschnittlich noch nicht 8 Deutsche Meilen.

Wollte man aber das an der offenen See (zwischen Rixhöft und Hela) belegne Feuer von Heisternest, und die in der Danziger Bucht befindlichen Feuer von Oxhöft und Neufahrwasser hinzurechnen, so würden auf der etwa 110 Meilen langen Uferstrecke 16 Hauptfeuer vorhanden sein, deren gegenseitige Entfernung durchschnittlich nur 7 Meilen mißt. Außer denselben existiren

noch 5 Hafenfeuer in verschiedenen Seehäfen, um die Mündungen derselben während der Nacht zu bezeichnen.

Man hat auch versucht, elektrisches Licht auf Leuchthürmen anzuwenden. Schon 1859 geschah dieses vorübergehend auf dem Thurm South Foreland. Man erhielt dabei überraschende Resultate, indem alle benachbarten Feuer von diesem überstrahlt wurden. In Frankreich hat man auf einem der beiden Thürme auf Cap la Héve seit dem 26. December 1863 das elektrische Licht unausgesetzt angewendet, während auf dem andern bis zum Sommer 1865 eine Lampe mit vier concentrischen Dochten brannte. Nach den ersten photometrischen Messungen war die Intensität des elektrischen Lichts sechsmal so groß, als die des andern. Im Abstände von einigen Deutschen Meilen verschwand indessen dieser große Unterschied, und das Verhältniß zwischen beiden stellte sich nur noch wie 5 zu 4.

Wenn dabei auch in den ersten 15 Monaten zehn Unterbrechungen vorkamen, so umfasste die bedeutendste doch nur einen Zeitraum von einer Viertel Stunde, und in den meisten Fällen ließen sich die Ursachen der Störung leicht erkennen und sicher beseitigen, so daß deren Wiederholung nicht zu besorgen war. Die Darstellung dieses Lichts hat daher bereits einen solchen Grad von Sicherheit erreicht, daß in dieser Beziehung ihrer Anwendung auf Leuchthürmen nichts im Wege steht. Das elektrische Licht ist auch auf diesem Leuchthurm definitiv eingeführt, doch mußte dasselbe auch auf dem andern Thurm geschehn, da bei der größern Stärke des einen Lichts dieses in weiter Entfernung allein sichtbar blieb, und man es daher nicht als das Feuer von Cap la Héve erkannte. Diese beiden Thürme zeigen festes Licht. Außerdem ist auf Cap Gris-Nez ein elektrisches Licht eingerichtet, das in jeder Minute auf 30 Secunden verschwindet. Endlich beabsichtigt man, ein solches auf dem Thurm Planier vor Marseille, welcher umgebaut werden muß, einzuführen, und zwar mit sehr kurzen Blicken, da er nach Verdunkelungen von 5 Secunden dreimal weißes und einmal rothes Licht, jedes während 10 Secunden, zeigen soll. Dieses Feuer ist nicht Küstenfeuer, sondern bezeichnet nur die Einseglungs-Linie in den Hafen.

Wenn in Frankreich bisher (1878) nur in diesen vier Fällen

das elektrische Licht eingerichtet ist, so rührt dieses nach der officiellen Erklärung\*) allein davon her, daß die Aenderung der bestehenden Feuer zu kostbar und zugleich in so fern zu schwierig ist, als eine Unterbrechung nicht eintreten darf. Nichts desto weniger werden überall neben den elektrischen Apparaten auch Oellampen immer bereit gehalten, die man sogleich einbringen und anzünden kann, sobald jene den Dienst versagen sollten.

Der elektrische Strom wird auf dem Thurm Cap la Hève durch Inductions-Apparate erzeugt. 40 Magnete von Hufeisenform, von denen jeder 120 Pfund trägt, sind an mehrere Scheiben befestigt, und diese werden durch eine Dampfmaschine von vier Pferdekraften so schnell bewegt, daß sie in der Minute 350 bis 400 Umdrehungen machen. Die Kohlenstifte, die aus den nicht vollständig ausgebrannten Coaks in Längen von etwa 10 Zoll ausgesägt werden, haben quadratischen Querschnitt von  $3\frac{1}{2}$  Linien Seite. Von jedem derselben verbrennt in der Stunde ein Stück von nahe 2 Zoll Länge. Nach 5 Stunden müssen daher neue Stifte eingesetzt werden, und dieses geschieht dadurch, daß doppelte Halter angebracht sind, also während die ersten noch brennen, die zweiten schon eingestellt und vollständig zugerichtet werden. Sobald diese den elektrischen Strom aufnehmen sollen, so dreht man nur eine verticale Achse, woran beide Apparate befestigt sind, und gleichzeitig werden diese ein- und jene ausgerückt. Der Bedingung, daß die Stifte nach Maaßgabe der jedesmaligen Stärke des Stroms einander genähert oder von einander entfernt werden müssen, hat man dadurch genügt, daß der elektrische Strom selbst, ohne weiteres Zuthun, die Abstände regulirt. Nichts desto weniger hat das Licht dennoch eine sehr verschiedene Intensität, indem dieselbe zwischen 75 und 180 schwankte, wobei wieder die Lichtstärke jener Carcel'schen Lampe als Einheit angenommen ist.

Das elektrische Licht unterscheidet sich von dem Lampenlicht noch wesentlich dadurch, daß es obnerachtet seiner großen Intensität nur eine sehr geringe räumliche Ausdehnung hat. Seine Breite und Höhe mißt nur etwa  $4\frac{1}{2}$  Linien, während die Flamme

\*) In dem bereits erwähnten Werk: Exposition universelle à Paris 1878.

von vier concentrischen Dochten, wenn sie vollständig entwickelt,  $3\frac{1}{2}$  Zoll breit und  $4\frac{1}{2}$  Zoll hoch ist. Hieraus entspringt der wesentliche Vorzug, dafs durch die dioptrischen Apparate, die im Folgenden beschrieben werden sollen, selbst wenn sie geringe Dimensionen haben, die Strahlen des elektrischen Lichts viel vollständiger in den Horizont geworfen werden, als dieses bei Lampen möglich ist. Wollte man dagegen das elektrische Licht in die gewöhnlichen katoptrischen Apparate einführen, so würden die Lichtstrahlen nicht hinreichend divergiren, und daher nur an gewissen Stellen sichtbar sein. Durch Verwandlung des parabolischen Spiegels in einen hyperbolischen läfst sich leicht den Strahlen, wenn sie auch nur von einem einzelnen Punkte ausgehn, jede beliebige Divergenz geben. In ähnlicher Weise ist dieses auch bei den Glaslinsen und Prismen zu erreichen.

Obwohl nach Vorstehendem das elektrische Licht wesentliche Vorzüge vor dem Lampenlicht hat, so ist es dennoch nur auf wenigen Leuchtthürmen eingeführt (in England nur auf South-Foreland und Dungeness), und es sind auch wichtige Bedenken dagegen zur Sprache gebracht.

Dafs das Licht an Intensität das Lampenlicht bedeutend übertrifft, leidet keinen Zweifel. Malézieux fand, dafs selbst bei mäfsigen Inductionsmaschinen seine Stärke derjenigen von 1860 Carcel'schen Lampen gleich war. Es blendet fast ebenso stark, wie Sonnenlicht, die Flammen der Oellampen mit fünf Dochten werfen, von ihm beschienen, sehr merkliche Schatten und ein Feuerschein verbreitet sich darüber bei trüber Atmosphäre, wie bei einem heftigen Brand. Erwähnung verdient auch, dafs, wenn man einige Zeit dieses Licht gesehn hat, die sämmtlichen Gaslaternen rothes Licht zu geben scheinen: ein Beweis, dafs das elektrische Licht viel reiner ist.

Die Besorgnifs, dafs die Apparate leicht ihren Dienst versagen könnten, und das Feuer unterbrochen würde, hat sich durch die mehrjährigen Erfahrungen keineswegs bestätigt, die Vorsicht, Oellampen bereit zu halten, die sogleich angezündet werden können, sobald das elektrische Licht erlischt, hat sich daher auch als entbehrlich erwiesen. Die Kohlenstifte stellen sich selbst in die passende Entfernung von einander, und damit das Licht immer an der richtigen Stelle sich entwickelt, hat man in

England noch eine Vorrichtung angebracht, wodurch sowohl das Feuer selbst, wie die Enden der Stifte auf einer Wand sich abbilden, der Wärter also mit einem Blick sehn kann, ob eine Aenderung nöthig ist.

Ein andrer Vorzug besteht darin, dafs eben wegen der geringen Ausdehnung der Flamme schon ein dioptrischer Apparat fünfter Ordnung genügt, wo bei Lampenlicht ein solcher erster Ordnung gewählt werden müfste. Letzterer würde auch eine gröfsere Laterne, also einen gröfsern Durchmesser des Thurms fordern. Bei Einführung des elektrischen Lichts werden sonach die Kosten für Anschaffung des Linsen- und Prismenapparats nach den Pariser Preisen etwa von 60 000 auf 6000 Franks, also auf den zehnten Theil herabsinken.

Dagegen ist freilich die Beschaffung des elektro-magnetischen Apparats, verbunden mit der Dampfmaschine, sowie auch die Bedienung beider nebst dem Ankauf des Feuerungsmaterials von grosfer Bedeutung. Dabei möchte in vielen Fällen auch noch die Beschaffung des nöthigen reinen Wassers zur Speisung der Dampfmaschinen nicht leicht sein. Doch liefse diese Schwierigkeit sich durch die Wahl einer calorischen Maschine beseitigen.

Die gröfsern Kosten der Unterhaltung sind es indessen nicht, welche die Einführung des elektrischen Lichts auf den Leuchttürmen verhindert haben, vielmehr hat dieses den davon gehegten Erwartungen nicht immer entsprochen und man ist sogar zweifelhaft geworden, ob es zu diesem Zweck überhaupt brauchbar sei. Schon bald, nachdem es auf dem einen Thurm von Cap la Héve eingerichtet war, während auf dem andern noch die Oellampen vor metallnen Reflectoren brannten, wurde bemerkt, dafs bei trüber Luft in weiter Entfernung das alte Licht heller erscheint und weiter gesehn werden kann, als das neue. Die in Edinburg hierüber angestellten Beobachtungen sollen dasselbe Resultat gegeben haben, und Thomas Stevenson ist der Ansicht, dafs elektrisches Licht beim Durchgang durch die atmosphärische Luft stärker geschwächt wird, als Lampenlicht.

Wenn auch zugegeben werden mufs, dafs vorstehende Erfahrungen kaum als ganz sicher angesehen werden dürfen, so wird dagegen ein andrer sehr wichtiger Uebelstand allgemein bestätigt, und ist auch an sich erklärlich. Derselbe bezieht sich darauf,

dafs das elektrische Licht niemals die Gleichmäfsigkeit und Unveränderlichkeit eines gehörig eingerichteten Lampenlichts hat. Es erscheint bald heller, bald schwächer und in einiger Entfernung verschwindet es oft auf einige Secunden vollständig. Die Ursache hiervon ist ohne Zweifel darin zu suchen, dafs die Kohlenstifte nicht gleichmäfsig abbrennen, vielmehr die leuchtenden Funken bald an dieser, bald an jener Stelle überschlagen. Wenn diese Schwankungen an sich auch nicht bedeutend sind, so haben sie dennoch wesentlichen Einflufs auf die Richtung der aus den Prismen austretenden Strahlen, und zwar um so mehr, je kleiner der Prismenapparat ist. Dieser Uebelstand liesse sich sonach wohl vermindern, wenn man das elektrische Licht mit demselben grosen Apparat umgeben wollte, den die Lampe fordert, aber in diesem Fall würde wieder ein wesentlicher Vorzug desselben aufgegeben, und die nothwendige Verbreitung der Strahlen würde aufhören.

Es mag noch erwähnt werden, dafs Faraday, als er von England aus über die Einführung des elektrischen Lichts auf Leuchthürmen befragt wurde, es für bedenklich erklärte, die dazu erforderlichen complicirten Maschinen an weit abgelegnen und oft schwer zugänglichen Punkten aufzustellen.

Früher erwartete man auch, dafs dasjenige Licht, welches nach seinem Entdecker das Drummondsche genannt wird, auf Leuchthürmen benutzt werden könnte. Dasselbe zeichnet sich gleichfalls durch grosse Intensität aus, und man stellt es dar, indem Strahlen von Wasserstoff- und Sauerstoffgas im gehörigen Verhältnifs auf einen Kalkstift geleitet und hier entzündet werden. Es scheint, dafs man in England damit auch einzelne Versuche auf Leuchthürmen gemacht hat, doch dürfte die dauernde Unterhaltung desselben noch grössere Schwierigkeit, als die des elektrischen Lichts bieten. Man ist hiervon ganz zurückgekommen.

### § 93.

## Katoptrische Apparate.

Jedes Licht verbreitet sich nach allen Richtungen und in demselben Maafse, wie es sich verbreitet, wird es schwächer.

Ein leuchtender Punkt, der frei schwebt, wirft die Lichtstrahlen gleichmäfsig rings umher und in allen verschiedenen Neigungen aus. Die Strahlen, die von ihm ausgehend in der Entfernung von einer Meile das Auge des Beobachters treffen, sind daher nur ein verschwindend kleiner Theil der ganzen von jenem Punkt ausgehenden Lichtmasse. Dieses kleine Bündel vermindert sich aber noch auf den vierten Theil, sobald die Entfernung doppelt so grofs wird. Hieraus erklärt es sich, dafs selbst ein starkes Licht, das sich nach allen Seiten hin verbreitet, in einer gewissen Entfernung nicht mehr zu erkennen ist. Wenn die Strahlen aber zum Theil auf Körper fallen, die nicht reflektiren, so werden sie von diesem absorbirt, und es verstärkt sich dadurch keineswegs die Intensität derjenigen Strahlen, die sich weiter verbreiten.

Es ergibt sich hieraus, wie gering das Lichtquantum ist, welches dem Schiffer zugeführt wird, wenn die Flamme ihre Strahlen in allen Richtungen, sowohl horizontalen, wie auf- und abwärts geneigten verbreiten kann. Eine wesentliche Verstärkung des Lichts in weiter Ferne tritt aber ein, wenn seine Strahlen oder auch nur ein grofser Theil derselben durch Reflexion oder durch Refraction an diejenigen Stellen geworfen wird, wo das Licht gesehn werden soll. Der Schiffer befindet sich stets in geringer Höhe über dem Meeresspiegel, im Allgemeinen ist es also Aufgabe, den auf- und abwärts geneigten Strahlen eine horizontale Richtung zu geben. Bei hohen Thürmen, deren Feuer sich weit über den Meeresspiegel erhebt, pflegt man auch die Strahlen etwas zu senken und zwar so, dafs die Ebene in der Mitte der erleuchteten Zone, in welcher die gröfste Lichtmasse sich concentrirt, den scheinbaren Horizont, oder den äufsern von hier aus sichtbaren Rand des Meeres trifft.

Vielfach sammelt man das Licht nicht in einer solchen ununterbrochenen Zone, sondern in besondern Strahlenbündeln oder Lichtgarben, die, wenn das Feuer gleichmäfsig erscheinen soll, rings umher in möglichst geringen Abständen vertheilt sind. In dicker Luft sieht man, wenn man unter dem Thurm steht, jedes Bündel getrennt aus der Laterne treten und bemerkt, wie dasselbe sich verbreitet und bald mit dem nächsten sich vereinigt.

Andrerseits benutzt man ein solches Strahlenbündel auch,



um ein enges Fahrwasser zu bezeichnen, und der Schiffer weiß, daß er sich innerhalb desselben befindet, so lange er das Licht sieht. Ferner giebt man den Bündeln, die weiter von einander entfernt sind, zuweilen rotirende Bewegung, oder bildet Drehfeuer, die in bestimmten Perioden erscheinen und ganz oder theilweise verschwinden, also in auffallender Weise sich von andern benachbarten Feuern unterscheiden.

Endlich wäre noch zu erwähnen, daß man ein solches Bündel auch gegen den auf einem Felsen erbauten Thurm gerichtet, und hier einen reflectirenden Apparat angebracht hat, der diesen Thurm als einen selbstständigen Leuchthurm erscheinen läßt, obwohl darauf kein Feuer brennt. Es wird hiervon später die Rede sein.

Es ist auffallend, daß der Gebrauch der Spiegel auf Leuchthürmen erst so spät Anwendung gefunden hat. In England geschah dieses zum erstenmal 1763 an der Mündung der Mersey, wo man in eine aus Holz gebildete parabolische hohle Fläche kleine gläserne Planspiegel einsetzte. 1780 versah Borda die Lampen auf dem Thurm zu Corduan mit metallenen parabolischen Spiegeln.

Wenn in dem Brennpunkt  $A$  einer Parabel (Fig. 250) ein leuchtender Punkt sich befindet, so werden diejenigen Strahlen, welche die reflectirende Fläche der Curve treffen, parallel zur Achse zurückgeworfen, und bilden ein Bündel, das eben so breit ist, wie der parabolische Spiegel, und das diese Breite auch in jeder Entfernung beibehält. Diejenigen Strahlen, welche den Spiegel nicht treffen, verbreiten und schwächen sich daher noch mehr.

In dieser Andeutung sind nur die Strahlen betrachtet, welche in der Ebene der Figur liegen. Das Gesagte läßt sich aber auch auf räumliche Verhältnisse übertragen. Die Achse der Parabel, oder die Linie  $CB$ , sei horizontal gerichtet. Denkt man, daß die Parabel sich um diese dreht, so entsteht ein Paraboloid, und wenn dieses auf der innern Seite eine spiegelnde Oberfläche hat, so wird die Reflexion in allen Richtungen um die Achse in derselben Weise erfolgen, wie in der Ebene der Figur, und die reflectirten Strahlen werden nicht divergiren, vielmehr einen Lichtcylinder bilden, dessen Durchmesser dem des Spiegels gleich ist.

Wenn man dagegen die Parabel um ihren Parameter oder

die Linie  $DE$  dreht, mit Ausschluss desjenigen Theils derselben, der zwischen dem Anfangspunkt der Parabel und dem Parameter liegt, so bilden sich zwei paraboloidische, kegelförmige Flächen, die mit ihren Spitzen gegen einander gekehrt sind. Wenn diese Flächen Spiegelflächen sind, so werden alle Strahlen, die wieder vom Brennpunkte  $A$  aus darauf treffen, in einer Lichtzone gesammelt, die durch zwei Ebenen begrenzt wird, deren Abstand sich auch in weitester Entfernung nicht vergrößert. Hat dieser Parameter eine lothrechte Stellung, so werfen die beiden spiegelnden Flächen alle Strahlen, die sie auffangen, gleichmäfsig rings umher in den Horizont.

Diese letzten Spiegel bilden ein Siderallicht. Man hat solche zuweilen angewendet. So war dieses früher der Fall auf der Greifswalder Oie, auch besteht noch ein Feuer dieser Art in Warnemünde, das jedoch schon seit geraumer Zeit durch ein andres ersetzt werden sollte. Die Spitzen der beiden Kegel sind durchbohrt. Durch die untre wird die Lampe hineingeführt, und durch die obere reicht der Glascylinder hindurch. Die Intensität des von diesen Spiegeln reflectirten Lichts ist nicht bedeutend, weil ein grofser Theil der von der Lampe ausgehenden Strahlen gar nicht aufgefangen und die übrigen rings umher vertheilt werden. Die zusammengehörigen Spiegel in Warnemünde halten 14,4 Zoll im Durchmesser und die äufsern Ränder, oder die Basen der beiden Kegel sind 13,9 Zoll von einander entfernt. Hieraus ergibt sich, dafs wenn die ganze Lichtmasse 1 gesetzt wird, die Spiegel nur 0,57 auffangen.

Ist dagegen der Spiegel durch Drehung der Parabel um die Achse  $CB$  gebildet, so fängt er, indem die Wirkung der Rückwand hinzukommt, eine weit gröfsere Lichtmasse auf. Auf dem Pillauer Leuchthurm messen die Spiegel 20,3 Zoll im Durchmesser und ihre Tiefe beträgt 8,6 Zoll. Der Brennpunkt ist daher sehr nahe 3 Zoll vom Scheitel entfernt, und aus der Vergleichung mit der Kugelfläche ergibt sich, dafs dieser Spiegel 0,74 der ganzen Lichtmasse auffängt und dieselbe in einem geschlossnen Bündel reflectirt. Wenn daher auch hier einige Divergenz der Strahlen stattfindet, so bleibt die Intensität derselben in weiteren Entfernungen doch viel gröfser, als im ersten Fall.

Die Divergenz der Strahlen oder die Verbreitung

derselben ist nothwendig, weil das Licht sonst nur auf einem zu kleinen Raum sichtbar sein würde. Sollten die Strahlen, welche die Sideralspiegel reflectiren, wirklich nur horizontal sich verbreiten und die erleuchtete Zone sonach nur 14 Zoll hoch sein, so könnte der Schiffer das Licht nur wahrnehmen, wenn sein Auge sich genau in dieser schmalen Zone befände. Da aber in verschiedenen Entfernungen vom Thurm das Schiff keineswegs in einer Ebene bleibt, so würde die durch zwei so nahe Ebenen begrenzte Lichtzone auch nur an gewissen Stellen das Schiff treffen, und in andern Abständen oder Höhen das Licht gar nicht gesehn werden können.

Noch mehr würde das cylindrische Strahlenbündel wegen seiner geringen Ausdehnung sich dem Auge entziehen und zur Erleuchtung eines gröfsern Theils des Horizonts unbrauchbar sein. Wenn man aber ein Drehfeuer damit darstellen wollte, welches in 3 Minuten eine Revolution macht, so würde der 2 Fufs starke Strahlencylinder in dem Abstand von einer Deutschen Meile nur während der sehr kurzen Zeit von noch nicht dem vierhundertsten Theil einer Secunde sichtbar sein.

Die nöthige Divergenz des Strahlenbündels stellt sich im paraboloïdischen Spiegel schon von selbst dar, indem die Flamme nicht einen Punkt bildet, vielmehr eine bedeutende Breite und Höhe hat. Der Strahl, der in der Richtung der Tangente von der ringförmigen Flamme ausgeht und an irgend einem Punkte den Spiegel trifft, bildet mit dem von der Mitte der Flamme an denselben Punkt gezogenen Strahl einen gewissen Winkel  $\varphi$ , der zugleich die Abweichung des ersten reflectirten Strahls von der parallelen Richtung oder von der Richtung der Achse des Spiegels bezeichnet. Wenn  $r$  der Radius des Flammenrings und  $a$  der Abstand des getroffenen Punkts im Spiegel von der Achse der Flamme ist, so bestimmt sich der Winkel der Divergenz dadurch, dafs

$$\sin \varphi = \frac{r}{a}.$$

Die Divergenz wird also um so gröfser, je kleiner der Abstand vom Spiegel ist, und der kürzeste Strahl ist derjenige, der den Scheitelpunkt der Parabel trifft. Dieser wird daher von der Richtung der Achse am meisten divergiren. Hält der Flammenring 1 Zoll im Durchmesser, und ist die Achse der Flamme

3 Zoll vom Scheitel des Spiegels entfernt, so wird die stärkste Divergenz der reflectirten Strahlen etwas über  $9\frac{1}{2}$  Grade betragen. Dieselbe findet in der horizontalen Richtung statt, in der verticalen ist sie aber noch bedeutender, weil die Höhe der Flamme größer, als die Breite ist.

Die nöthige Verbreitung des Strahlenbündels, oder die Umwandlung desselben aus einem Cylinder in einen Kegel stellt sich demnach auch bei parabolischen Spiegeln dar, doch erfolgt sie keineswegs ganz regelmäsig. Concentrirt sich die Flamme in einem Punkt, wie annähernd beim elektrischen Licht geschieht, so muß man unbedingt von der Parabel zur Hyperbel übergehn und man kann die Achsen der letztern leicht so bestimmen, daß die reflectirten Strahlen jede verlangte Divergenz und zwar ganz regelmäsig annehmen. Es scheint, daß für größere Flammen der hyperbolische Spiegel die reflectirten Strahlen gleichmäsig vertheilt.

Durch die erwähnte Divergenz der Strahlen wird nicht nur über und unter der Horizontalebene, welche durch die Achse der erzeugenden Parabel gelegt ist, das Licht sichtbar, sondern man kann mittelst einer größeren Anzahl der paraboloidischen Spiegel einen beliebig großen Theil des Horizonts, oder auch denselben in seiner ganzen Ausdehnung erleuchten. Wenn die Richtungen der Achsen der Spiegel etwa um 15 Grade von einander abweichen, so fallen die kegelförmigen Strahlenbündel schon zusammen, und in welcher Richtung der Schiffer sich auch dem Thurm nähern mag, so empfängt er die von einem oder von zwei Spiegeln ihm zugeworfnen Strahlen. In dem beschränkten Raum der Laterne kann man indessen nicht so viele Spiegel neben einander stellen, als erforderlich sind, wenn ihre Richtungen 15 Grade von einander abweichen sollen. Um den halben Horizont zu erleuchten, würde man 12 Intervalle, also 13 Lampen gebrauchen, und wenn diese von Mitte zu Mitte auch nur 2 Fuß entfernt wären, so würden sie einen Halbkreis von  $15\frac{1}{4}$  Fuß Durchmesser einnehmen. Die Laterne müßte indessen noch bedeutend größer sein, damit der Wärter rings umher gehn und nicht nur jede Lampe beobachten, sondern auch die Spiegel gehörig putzen könnte. Diese Vergrößerung des Kreises läßt sich dadurch vermeiden, daß man die Lampen in zwei, oder auch in

drei Reihen unter einander aufstellt und sie gleichmäfsig versetzt. Stellt man, wie oft geschieht, in die obere Reihe 6 und in die untere 7 Lampen mit ihren Reflectoren, so werden 13 Lichtbüschel erzeugt, und je zwei derselben, nämlich eine der obern und eine der untern Reihe weichen in ihren Achsen wieder 15 Grad ab, sie lassen sich alsdann bequem in einem Halbkreis von 8 Fuß Durchmesser aufstellen.

Man pflegt diese Lampen an eiserne kreisförmige Rüstungen zu hängen. Vor Allem kommt es darauf an, daß die Spiegel gehörig eingestellt sind und nicht etwa durch Unachtsamkeit des Wärters eine falsche Stellung erhalten. Sie müssen daher vollständig und sehr solide befestigt werden, auch darf der Wächter sie beim Putzen nicht ausheben, sondern die Reinigung erfolgt, während sie unwandelbar befestigt bleiben. Die Lampe, das heißt der Brenner mit der Zuleitungsröhre, tritt durch eine Oeffnung von unten in den Spiegel und über dieser befindet sich eine zweite Oeffnung, durch welche der Glascylinder über den Spiegel hinausreicht. Der Oelbehälter mit der bekannten Vorrichtung zur Erhaltung eines constanten Niveaus steht hinter dem Spiegel und von ihm geht die Zuleitungsröhre aus. Es kommt natürlich sehr darauf an, daß die Lampe nach der jedesmaligen Reinigung und Füllung so eingestellt wird, daß die Achse der Flamme und zwar an der Stelle, wo sie das stärkste Licht entwickelt, sich genau im Brennpunkt des Paraboloids befindet. Gewöhnlich sind die Lampen mit Haken versehen, an welchen sie bequem ausgehoben und später wieder in der Art aufgehängt werden, daß sie nicht nur die richtige Höhenlage annehmen, sondern auch seitwärts nicht schwanken können.

In den Schottischen Leuchthürmen hat man diese Stellung durch eine feste Führung gesichert. Die Lampe wird durch zwei cylindrische Stangen gehalten, an denen sie auf- und abgeschoben, und von denen sie nur in der tiefsten Stellung entfernt werden kann. Sobald sie aber in dieser Führung bis zum höchsten Punkte hinaufgeschoben wird, so steht die Flamme in der passenden Höhe.

Die von der Englischen Regierung niedergesetzte Commission, welche die Apparate und deren Bedienung auf den dortigen Leuchthürmen prüfen sollte, benutzte ein sehr einfaches Mittel, um sich

von der richtigen Einstellung der Spiegel und der Lampen zu überzeugen, und dasselbe diente in gleicher Weise auch zur Controlirung der dioptrischen Apparate. Der parabolische Spiegel sammelt nämlich die sämtlichen parallel zur Achse ihm zugehenden Strahlen in seinem Brennpunkt und stellt hier das Bild der Gegenstände dar, von denen diese Strahlen ausgehn. Ein solches Bild wurde auf geöltem Papier aufgefangen, auf dessen hinterer Seite es noch erkenntlich war, indem man wahrscheinlich das fremde Licht vom Auge abhielt, also das Bild vielleicht durch eine Röhre betrachtete. Dieses Bild mußte durch den Horizont der See geschnitten werden, wenn der Spiegel die richtige Stellung hatte. Es mußte aber außerdem in der Achse des Brenners und so hoch über diesem liegen, als der Punkt der größten Intensität der Flamme sich über dem Brenner befand. Es wurden vielfache und zum Theil sehr große Unrichtigkeiten bemerkt, und zwar eben sowohl in der Aufstellung der Spiegel wie der Lampen.

Die paraboloidischen Reflectoren benutzt man häufig zu Dreifeuern. Der Rahmen, an welchen die Lampen und Spiegel befestigt sind, muß alsdann mit einer verticalen Achse verbunden sein, die durch ein kräftiges Uhrwerk gleichmäfsig gedreht wird. Man vereinigt dabei die Lampen in gewisse Gruppen, und in solchen sind alle Spiegel so gestellt, daß jede Gruppe nur ein verstärktes Strahlenbündel bildet. Die Anzahl der in solcher Weise mit einander verbundenen Lampen beträgt zuweilen nur drei. Auf Bell-Rock sind es sieben und auf Beachy-Head sogar zehn. Es darf nicht befremden, daß die Lichtmasse, welche hierdurch concentrirt wird, besonders weit sichtbar ist, und daher sehr allgemein von den Seeleuten als die vorzüglichste Art der Beleuchtung angesehen wird. Sowohl aus jenen durch die Commission veranlaßten Aussagen, wie auch aus manchen sonst eingezogenen Nachrichten ergibt sich, daß ein recht kräftiges, plötzlich aus der Dunkelheit vortretendes Licht leichter erkannt wird, als ein schwächeres, das dauernd sichtbar bleibt.

Aus vorstehenden Mittheilungen über die parabolischen Spiegel ergibt sich, daß dieselben sowohl zur Darstellung fester Feuer dienen, welche den ganzen oder jeden beliebigen Theil des Horizonts umfassen, als auch abwechselnd Lichtblicke, und zwar in

beliebigen Perioden, damit gegeben werden können. Man kann diese, wenn es für passend erachtet wird, auch verlängern, indem man die zu einer Gruppe verbundenen Spiegel etwas gegen einander verstellt, also dem Lichtbündel eine gröfsere Breite giebt. Ferner kann man durch Benutzung von Cylindern aus gefärbtem Glas etwa rothes und weifses Licht wechseln lassen. Endlich aber bieten sie auch ein sehr bequemes Mittel, um einzelne Gegenstände bemerklich zu machen. Wenn vielleicht eine Klippe vor dem Hafen liegt, auf der die Unterhaltung eines besondern Feuers zu kostbar oder nicht ausführbar wäre, so kann man eine Baake darauf stellen, und gegen diese einen Spiegel so richten, dafs sie auch in dunkler Nacht sichtbar bleibt.

Einen bedeutenden Nachtheil haben freilich die Spiegel vergleichungsweise mit den dioptrischen Apparaten, sie absorbiren nämlich einen grofsen Theil des Lichts. Selbst bei den besten Metallspiegeln verliert der reflectirte Strahl ungefähr den dritten Theil seiner Intensität, bei den üblichen, aus Kupfer getriebnen und versilberten Spiegeln beträgt der Verlust nicht weniger als 44 Procent, und derselbe steigert sich noch mehr, wenn sie nicht sorgfältig gereinigt, oder wenn sie durch langen Gebrauch bereits abgenutzt sind.

### § 94.

## Dioptrische Apparate.

Wenn parallele Lichtstrahlen eine convexe Glaslinse treffen, deren Achse zu diesen Strahlen parallel gerichtet ist, so sind sie beim Austritt aus der Linse gegen die Achse gerichtet und treffen sogar in einem Punkt zusammen, wenn die Linse die angemessne Form hat. Dieses zeigt jedes Brennglas. Wenn dagegen in diesem Punkt ein Licht sich befindet, so nehmen die von demselben ausgehenden Strahlen, nachdem sie durch die Linse gedrungen sind, die parallele Richtung an und bilden ebenso, wie parabolische Hohlspiegel, ein Strahlenbündel, das die sämmtlichen Strahlen umfafst, welche die Linse treffen.

In dieser Weise kann man also mittelst Glaslinsen einzelne Theile des Horizonts beleuchten, und indem wegen der Aus-

dehnung der Flamme die Strahlenbündel divergiren und in einander treten, so läßt sich durch eine gröfsere Anzahl von neben einander stehenden Linsen auch der ganze Horizont umfassen, und zwar um so vollständiger, je mehr die auf- oder abwärts gerichteten Strahlen aufgefangen und in den Horizont geworfen werden.

Abgesehn von diesen einzelnen Lichtbündeln kann durch passend geformte Glaskörper das Licht auch ganz gleichmäfsig über den Horizont verbreitet werden, ähnlich wie bei den vorerwähnten Siderallichtern geschieht. Man denke nämlich, dafs der gröfste verticale Querschnitt jener aufrecht stehenden Linse sich um eine Linie dreht, die lothrecht durch den Brennpunkt gezogen ist, wo auch das Licht sich befindet, so bildet sich ein ringförmiger Körper, der die erwähnte Bedingung erfüllt, indem er alle Strahlen, die ihn treffen, in den Horizont wirft und zwar rings umher ganz gleichmäfsig.

Es ergibt sich hieraus, dafs durch gläserne Linsen oder Ringe oder auch durch grade Prismen dieselben Effecte, wie durch Spiegel, sich erreichen lassen. Jene haben aber den wesentlichen Vorzug vor diesen, dafs sie der Oxydation nicht unterworfen sind, also bei dauernder Benutzung nur durch Abwischen mit weichen Lappen gereinigt werden dürfen, während die Metallspiegel immer auf's Neue polirt werden müssen. Eine Formveränderung ist aber beim Glas gar nicht zu besorgen. Endlich kommt noch der wesentliche Vorzug hinzu, dafs der Strahl beim Durchgang durch reines mäfsig starkes Glas nur etwa um 8 Procent geschwächt wird, und er selbst beim Reflectiren gegen die hintere Fläche eines Prismas nur etwa den vierten Theil seiner Intensität verliert, während die Verluste bei Anwendung von Metallspiegeln, wie erwähnt, viel gröfser sind.

Der Grund, weshalb man sich erst so spät zur Einführung der Glas-Apparate auf Leuchtthürmen entschloss, lag darin, dafs die Darstellung der Linsen von grossem Durchmesser, die auch bedeutende Stärke haben, und aus reinem Glase bestehn mußten, zu kostbar und zu schwierig erschien, auch besorgte man mit Recht, dafs der Strahl beim Durchgang durch 6 bis 9 Zoll starkes Glas zu sehr geschwächt werden möchte.

Diese Bedenken erledigten sich, als Augustin Fresnel 1819



den schon von Buffon gemachten Vorschlag ausführte, und durch eine Anzahl concentrischer Schnitte die Linse in einzelne Theile zerlegte, von denen jeder nur solche Stärke erhielt, dass der äussere Rand sich gehörig fassen liefs. Fig. 251 zeigt zwischen  $G$  und  $F$  die in dieser Art zerlegte Linse im Durchschnitt, während sie, wenn sie nicht zerschnitten wäre, nach der punktirten Linie  $GCF$  geformt sein würde. Auch darf man nicht unbeachtet lassen, dass das Schleifen grosser Linsen oder ringförmiger Prismen in früherer Zeit bei der weniger ausgebildeten Technik kaum möglich gewesen wäre.

Kommt es darauf an, den ganzen Horizont, oder einen grossen Theil desselben zu erleuchten, so kann dieses, wie bereits erwähnt, sowohl durch mehrere solcher Linsen, als auch dadurch geschehn, dass man den in der Fig. dargestellten Durchschnitt  $GF$  um die verticale Achse  $DAE$  dreht, wobei  $A$  den Brennpunkt bezeichnet. Der Glaskörper nimmt alsdann eine cylindrische Form an, und die Strahlen in jeder hindurchgelegten senkrechten Ebene werden, soweit sie die Prismen treffen, durch diese in den Horizont geworfen, ohne aus dieser Ebene zu treten. Die Beleuchtung ist also in allen Richtungen dieselbe.

Man bemerkt aber, dass diese Prismen-Ringe zwischen  $F$  und  $G$ , die zu jener Linse gehören, keineswegs alle aus dem Brennpunkt ausgehenden Strahlen auffangen, vielmehr ein grosser Theil derselben soweit darüber, als auch darunter unbenutzt austritt. Um diese zu verwerthen, fing man sie zunächst durch passend geformte Metallspiegel auf und warf sie in den Horizont. Im Jahr 1842 führte Léon Fresnel statt dieser Spiegel gleichfalls Glasprismen ein, welche die Strahlen aber nicht brechen, sondern in ihrer hintern Fläche reflectiren, also in gleicher Weise, jedoch mit geringerm Verlust an Intensität, wie Spiegel wirken. Die Figur zeigt die Querschnitte dieser gleichfalls ringförmigen Prismen zwischen  $F$  und  $H$ , und  $G$  und  $I$ , über und unter denjenigen Prismen, welche die Strahlen brechen. Wenn die nach oben gerichteten Strahlen viel vollständiger aufgefangen werden, als die nach unten gekehrten, so rührt dieses davon her, dass die Lampe, die sich nahe unter  $A$  befindet, schon von diesen getroffen wird. Es mag noch bemerkt werden, dass diese Figur, der auch ein Maassstab beigelegt ist, einen Apparat zweiter Ord-

nung darstellt, zu dem eine Lampe mit vier concentrischen Dochten gehört. Setzt man voraus, dafs aus der Mitte der Flamme, wie aus dem Mittelpunkt einer Kugel rings umher und in allen Neigungen gegen den Horizont Lichtstrahlen ausgehn, so werden durch diesen Apparat 87 Procent derselben aufgefangen und in den Horizont geworfen, während nur 13 Procent derselben unbenutzt bleiben.

In Betreff der Brechung der Strahlen beim Eintritt aus der Luft in das Glas, oder umgekehrt, mag noch daran erinnert werden, dafs ein Lichtstrahl, der aus einem durchsichtigen Körper in einen andern durchsichtigen übertritt, wie etwa aus Luft in Glas, zwar in der Ebene bleibt, die durch ihn normal auf die Uebergangs-Fläche gezogen ist, dafs er aber seine Richtung gegen die letztere verändert. Dieses geschieht in der Art, dafs die Sinus der Ein- und Austritts-Winkel gegen die Uebergangs-Fläche in einem bestimmten Verhältnifs stehn, das von der Beschaffenheit der beiden durchsichtigen Körper abhängt. Ganz allgemein ist dieser Sinus im dichten Körper kleiner, als in dem minder dichten. Beim Uebergang aus Luft in Glas tritt daher der Strahl in letzteres flacher ein, als er auf die Grenzfläche traf, beim Rücktritt in die Luft geschieht dieses aber unter einem gröfsern Winkel. Besteht die durchdrungene Glasmasse aus einer plan-parallelen Scheibe, so stellt sich beim Verlassen derselben die frühere Richtung des Strahls wieder dar, oder er ist parallel zum eintretenden gerichtet, doch erfolgt der Austritt nach Maafs-gabe des Brechungs-Verhältnisses und der Dicke der Scheibe in einem Punkt, der mehr oder weniger von demjenigen entfernt ist, wohin er treffen würde, wenn er nicht der Glasscheibe begegnet wäre.

Hat nun der Glaskörper solche Form, dafs der eingetretene Strahl unter so grossem Winkel die hintere Fläche trifft, dafs der Sinus des Winkels, unter dem er wieder in die Luft tritt, gröfser als 1 sein würde, so bleibt der Strahl im Glase und wird zurückgeworfen oder er reflectirt. Er wird aber, wenn er auf diesem Weg an die andre Grenzfläche des Glases gelangt, nach dem obigen Gesetz aufs Neue gebrochen.

In dieser Weise lassen sich durch Glasprismen Spiegel darstellen, und zwar haben diese vor den Metallspiegeln den

großen Vorzug, daß sie weniger Licht absorbiren. Nach den obigen Mittheilungen darf man annehmen, daß Glasprismen den vierten bis dritten Theil des aufgefangnen Lichts mehr wiedergeben, als Metallspiegel. Um dieses günstige Resultat zu erreichen, ist es aber nothwendig, daß die Oberflächen der Prismen ganz rein sind. Sobald Feuchtigkeit sich darauf befindet, tritt eine abweichende Strahlenbrechung ein. Die Strahlen dringen in die dünne und unregelmäßig geformte oder vielfach unterbrochne Wasserschicht, und wenn sie hinter dieser auch wieder zurückgeworfen werden, so geschieht solches ganz unregelmäßig, wobei das Licht sich zerstreut.

Als diese bekannten Gesetze der Optik auf die Erleuchtung der Küstenfeuer zuerst in Anwendung gebracht wurden, worauf sowohl Frankreich, als England Anspruch machen, boten sich vielfache Mittel, um nicht nur die verschiednen Thürme zu unterscheiden, sondern auch das Feuer derselben nach Bedürfnis auf beliebige Stellen zu werfen, und dadurch entweder die Lage von Klippen kenntlich zu machen, oder ein Fahrwasser so zu bezeichnen, daß der Schiffer durch das Verschwinden des Lichts gewarnt wird, sobald er die Grenzen desselben überschreitet\*).

Es mögen zunächst die Durchmesser und Höhen der verschiednen Ordnungen dieser Glas-Apparate mitgetheilt werden:

	innerer Durchmesser				ganze Höhe			
	des mittlern Theils							
I. Ordnung	5 Fufs	10 Zoll			8 Fufs	3 Zoll		
II. „	4 „	5½ „			6 „	7 „		
III. „	3 „	2 „			5 „	0 „		
IV. „	1 „	7 „			2 „	3½ „		
V. „	1 „	2½ „			1 „	8½ „		

\*) Sehr ausführlich behandelt Thomas Stevenson diese verschiednen Zusammenstellungen der Apparate in dem Werke: Lighthouse Illumination. II Edition. Edinburgh 1871. Der Uebersetzung desselben vom Wasserbau-Director Chr. Nehls: Illumination der Leuchthürme, Hannover 1878, ist in einem Anhang noch die Entwicklung der Formeln beigefügt, wonach sowohl die nöthigen Höhen der Thürme, wie auch die gekrümmten Flächen der Linsen und Prismen zu berechnen sind.

In neuerer Zeit ist auch vielfach noch von VI. Ordnung die Rede, doch werden die Dimensionen derselben nach dem jedesmaligen Bedürfnis so verschiedenartig gewählt, daß deren Werthe sich nicht bestimmt bezeichnen lassen.

Mögen die Linsen und Prismen durch Drehung ihrer Querschnitte um verticale oder horizontale Achsen gebildet, oder auch gerade sein, so werden die einzelnen Glasstücke schon in der Fabrik zu größern Tafeln verbunden und in Rahmen von Messing eingefasst. Die Stücke, aus denen der mittlere Theil oder die eigentliche Linse besteht, und die sich unmittelbar berühren, werden aber zusammengekittet. Die erwähnten Rahmen, wie auch die Sprossen, welche im Innern eines Feldes die Prismen umfassen, würden bei gleichmäßiger Verbreitung des Lichts, also wenn das Licht nur von einem Punkt ausginge, dunkle Streifen bilden. Bei der großen Flamme werden sie jedoch von den benachbarten Strahlen so überdeckt, daß man sie schon in geringer Entfernung nicht mehr bemerken kann. Die Stärke dieser Stäbe wird aber immer auf das geringste Maas beschränkt.

Diese dioptrischen Apparate werden häufig benutzt, um Blickfeuer, oder solche Feuer darzustellen, die abwechselnd erscheinen und verschwinden, oder auch wohl in kurzen Perioden sich verstärken und abschwächen. Fresnel löste diese Aufgabe Anfangs dadurch, daß er mittelst der horizontalen Prismen-Ringe die Strahlen in den Horizont warf, außerhalb dieses Apparats aber eine Anzahl Tafeln mit einander verband, in welchen lothrecht stehnde Prismen die horizontalen Strahlen in Bündel vereinigten. Ein Uhrwerk drehte diese Tafeln um den ersten festen Apparat im Kreis herum. Die Strahlenbündel erleuchteten also bei ihrer Bewegung vorübergehend den ganzen Horizont, und von der Anzahl der Tafeln, wie von der Geschwindigkeit, womit sie sich bewegten, war die Zeit abhängig, in der die Lichtblicke einander folgten. Durch diese senkrecht stehnden Prismen ließen sich sehr bequem breitere und schmalere Lichtbündel darstellen, auch konnte man solche beliebig an den Seiten scharf begrenzen oder sanfte Uebergänge darstellen, so daß der Blick entweder plötzlich auftrat oder allmählig sich ausbildete und eben so wieder verschwand.

Kam es nur darauf an, scharf begrenzte Blicke erscheinen

zu lassen, so waren jene Tafeln mit senkrechten Prismen entbehrlich, da man die Tafeln des innern Glaskörpers schon so schleifen konnte, daß sie nicht nur in verticaler, sondern auch in horizontaler Richtung die Strahlen vereinigten. Dadurch vereinfachte sich nicht nur der ganze Apparat, der nunmehr in drehende Bewegung versetzt werden mußte, sondern das Licht behielt auch eine gröfsere Intensität, da es nur einmal durch die Linse oder die Prismen geleitet wurde.

In beiden Fällen sind die Lichteffecte ungefähr dieselben. Jeder Punkt des Horizonts erhält ein starkes Licht, wenn das Strahlenbündel an ihm vorübergeht. Aus dem Kreisbogen zwischen zwei solchen Bündeln sind indessen die Strahlen in diesen aufgenommen, der Zwischenraum bleibt also dunkel. Die Periode, in der die Blicke einander folgen, giebt Gelegenheit, zwei benachbarte Feuer dieser Art sehr auffallend von einander zu unterscheiden.

Die Zeit der Verdunkelung darf unbedingt nicht zu lang sein, weil es sich leicht treffen könnte, daß das Feuer gar nicht bemerkt wird, und namentlich ist dieses bei einem Schneesturm zu besorgen, wo manche Blicke verdeckt werden. Andererseits ist der Glas-Apparat so schwer, daß man ihn der Sicherheit wegen nicht in schnell drehende Bewegung setzen darf. Sollen daher die Blicke sich sehr schnell folgen, so bleibt nur übrig, den Apparat in eine große Anzahl von Tafeln zu zerlegen. Jede derselben umfaßt alsdann aber nur einen kleinen Bogen, oder sammelt vergleichungsweise weniger Strahlen, und sonach ist der einzelne Blick um so schwächer, je größer die Anzahl von Strahlenbündeln ist, in welche man das Licht der Lampe zerlegt.

Die Frage, welches die kürzeste Periode ist, in welcher die Blicke erscheinen, und wie lange jeder einzelne mindestens sichtbar sein muß, ist zur Zeit noch nicht entschieden. Vielfach wird gefordert, jeder Blick müsse so lange dauern, daß er gehörig gepeilt, oder der Compas sicher darauf gerichtet werden kann. Andererseits ist man der Ansicht, daß bei schneller Folge kurzer Blicke die scharfe Einstellung eben so gut möglich sei. Bei dem Feuer auf North-Ronaldsha, einer der Orkney-Inseln, erscheint alle 10 Secunden ein Blick, und die Schiffer rühmen dasselbe vorzugsweise als besonders weit sichtbar, während es

sich zugleich sehr auffallend von allen übrigen in der Nähe befindlichen unterscheidet.

Wenn das Licht abwechselnd erscheint und verschwindet, darf man indessen nicht erwarten, daß Letzteres vollständig geschieht. In mäßigen Entfernungen, wohl bis zu einer Meile, wird man bei klarer Luft das Feuer stets an dem hellen Schein erkennen, der auch nach derjenigen Richtung dringt, wohin kein Strahlenbündel gekehrt ist. Die Ursache hiervon ist leicht erklärlich. Beim Durchgang durch die Prismen verliert das Licht an Intensität. Dieser Verlust erleuchtet die Prismen selbst, die deshalb auch wie andre Körper das aufgenommene Licht rings um sich verbreiten. Außerdem fangen die Prismen keineswegs die ganze Lichtmasse auf. Es entweicht ein Theil derselben nach oben, wo für die Abführung des Rauchs gesorgt werden muß, und so auch nach unten. Hierdurch wird ein Theil der Kuppel erleuchtet. Die Forderung, daß die Verdunkelung vollständig sein soll, läßt sich daher in aller Strenge nie erfüllen.

Dagegen werden die Apparate häufig absichtlich so eingerichtet, daß das Feuer nicht ganz verschwindet, und der Schiffer, wenn er sich in der Nähe desselben befindet, es stets im Auge behält. Nicht selten will man auch für weite Entfernungen das Licht nicht vollständig verdunkeln. Es soll vielmehr in gewisser Periode sich nur verstärken und abschwächen. Das Eine wie das Andre ist leicht dadurch zu erreichen, daß man die reflectirenden Prismen, die sich unter dem Linsen-Apparat befinden, oder auch wohl diejenigen, die darüber liegen, an der Drehung nicht Theil nehmen läßt, sie vielmehr so anordnet, daß sie das Licht gleichmäßig um den ganzen Horizont verbreiten.

Es ergibt sich, daß durch die Drehung des Glaskörpers sehr verschiedenartige Erscheinungen dargestellt werden können, welche die Verwechslung nahe stehender Leuchtthürme verhindern. Dazu kommt auch noch, daß man die Tafeln, welche Strahlenbündel sammeln, nicht in gleichen Abständen zu stellen braucht, man sie vielmehr, um ein verschiednes Feuer zu bilden, auch beliebig gruppieren kann. Beispielsweise zeigt man

dem Schiffer in kurzen Intervallen drei Blicke hinter einander, während alsdann längere Zeit hindurch Verdunkelung eintritt.

Als eine besondere Art von Licht bezeichnet Thomas Stevenson das von ihm erfundene Holophotal-Licht. Demselben liegt die Idee zum Grunde (wie auch der Name andeutet), die gesammte aus der Lampe ausströmende Lichtmasse aufzufangen und durch Prismen-Apparate dahin zu richten, wo sie zur Bezeichnung eines Fahrwassers oder einer Küste erforderlich ist. In vollem Maasse ist dieses aber nie zu erreichen, da die Lampe selbst einen bedeutenden Theil der Strahlen auffängt, denen man keine andre Richtung geben kann, andererseits aber auch die Oeffnung zur Abführung der Gase und des Rauches frei bleiben muß. Es handelt sich also nur um die Verwerthung möglichst vieler Lichtstrahlen, und diese Absicht hat man schon immer verfolgt, seitdem Spiegel oder Prismen auf Leuchthürmen benutzt sind. Wie weit man in dieser Beziehung gehn darf, bestimmt sich natürlich dadurch, daß man die Mehrkosten der weitem Ausdehnung der Apparate mit dem dadurch erzielten Gewinn vergleicht, also mit dem Procentsatz der noch hinzukommenden Lichtmasse. Die Ansichten hierüber sind gewiß verschieden und ändern sich auch wohl im Lauf der Zeit, insofern bei weiterer Ausbildung der Fabrikation der Gewinn größer und die Darstellungs-Kosten geringer werden können. Wenn aber beispielsweise die parabolischen Spiegel etwas verlängert oder an ihren Rändern noch mit einigen Prismenkreisen versehen werden, so dürfen solche Aenderungen doch nicht als neue Erfindung angesehen werden.

In den verschiedenen Verwendungen des Holophotal-Lichts, die Stevenson in dem oben bezeichneten Werk beschreibt, wiederholt sich vielfach eine Anordnung, die nicht mit Stillschweigen übergangen werden darf. Um nämlich das rückwärts oder nach der Landseite ausstrahlende Licht zu verwerthen, läßt Stevenson dasselbe in sphärischen Spiegeln reflectiren, die es also in die Flamme zurückwerfen, ihm dabei aber solche Richtung geben, daß es nunmehr von den Prismen aufgefangen und durch diese an die zu erleuchtenden Stellen geführt wird. Ob diese Erfindung in England oder in Frankreich gemacht worden, ist mir unbekannt. Vor etwa 30 Jahren fand ich sie

bereits bei dem kleinen Feuer neben der Kugel-Baake in Cuxhaven angewendet und bei dem aus Paris bezogenen dioptrischen Apparat für den Leuchtturm in Swinemünde waren die beiden Felder des von Osten nach Süden gekehrten Quadranten, der nicht erleuchtet werden sollte, durch sphärische versilberte Spiegel aus starkem Blech geschlossen.

Nach den oben (§ 92) erwähnten Versuchen von Allard über die Durchsichtigkeit der Flamme, begründet sich wohl die Besorgnis, daß jene Strahlen, nachdem sie zunächst bei der Reflexion im Spiegel wesentlich geschwächt waren, beim Durchdringen der Flamme auf's Neue so sehr an Intensität verlieren, daß sie nur wenig zur Verstärkung des Lichts beitragen können. Jede Flamme wirft Schatten, wenn sie von einem stärkern Licht getroffen wird. So die Flamme einer Oel-Lampe im Sonnenschein oder bei electricischem Licht, und die Flamme einer Spiritus-Lampe wieder vor der Oel-Lampe. Hält man eine Schrift dicht hinter die Flamme einer Kerze, so verdeckt diese die Schrift vollständig, die reflectirten Strahlen dringen also nicht durch die Flamme, wohl aber geschieht dieses, wenn die Schrift von der Sonne getroffen wird, und man sie durch die Flamme betrachtet.

Es schien mir wichtig, durch eigne Versuche mich zu überzeugen, ob und in welchem Maafs das Licht einer Flamme geschwächt wird, wenn es durch eine gleiche Flamme hindurch geht. Der Versuch war in sofern ziemlich einfach, als ich die Lichtstärken von je zwei Flammen verglich, die auf der einen Seite neben einander, und auf der andern hinter einander standen. Die Intensität oder die Dunkelheit der Schatten, die beide Gruppen neben einer niedrigen Wand zeigten, ließen mit einiger Sicherheit auf die Lichtstärken schliessen, doch durfte nicht unbeachtet bleiben, daß die Dunkelheit der Schatten keineswegs allein von der Lichtstärke der Flammen und deren Entfernung von der Wand abhängt, sondern in hohem Grad auch durch den Winkel bedingt wird, unter dem die Strahlen auf diejenige Ebene fallen, auf welcher der Schatten sich bildet. Je größer dieser Winkel ist, um so geringer wird die Breite des Schattens, und um so größer seine Intensität.

Es ist also nothwendig, daß diese Winkel auf beiden Seiten



gleich groß sind, und beim Entfernen oder beim Nähern der Lichte an die Wand stets unverändert bleiben. Die Lichte wurden also auf geneigte Bahnen gestellt, und auf diesen in die passenden Entfernungen gebracht. Nach manchen Versuchen gab ich beiden Bahnen die Neigung von 14 Graden gegen den Horizont, oder wählte denjenigen Neigungswinkel, dessen Tangente gleich 0,25 ist. Die Ebenen zu beiden Seiten der kleinen Wand, auf denen die Schatten der letzten sich bildeten, waren dagegen unter den Winkeln von  $11 \frac{1}{4}$  Graden ( $\text{tang} = 0,20$ ) gegen den Horizont geneigt. Bei mehrfachen Aenderungen des Apparats hatte ich mich nämlich überzeugt, daß die Schatten sich am sichersten vergleichen ließen, wenn diese Ebenen noch von den dahinter stehenden Lichten schwach beschienen wurden.

Indem ich nun die linksseitige Lichtgruppe auf einen bestimmten Abstand von der Wand einstellte, die rechtsseitige aber, die eben so wie jene von einem kleinen Schlitten getragen wurde, einen willkürlichen Stand einnahm und ich von oben die beiden unmittelbar sich berührenden Schatten betrachtete, so schienen dieselben wegen ihrer verschiedenen Intensität Ebenen zu bilden, die wie zwei Dachflächen gegen einander geneigt waren. Wenn ich alsdann den linksseitigen Schlitten nach Bedürfnis entweder entfernte oder näherte, so schienen jene Neigungen immer geringer zu werden, und plötzlich, bei gleicher Dunkelheit, fielen sie in eine Ebene zusammen. Zur Controle wurde die Beobachtung unterbrochen, und wenn ich nach einigen Secunden wieder hinsah, ließ sich oft erkennen, daß der eine Schatten doch etwas dunkler als der andre sei, also der Schlitten noch verstellt werden mußte. Nachdem ich einige Uebung in diesen Messungen gewonnen hatte, ergab sich, daß bei wiederholtem Einstellen die Abstände von der Wand nicht leicht größere Differenzen als von 2 Procent zeigten.

Viel schwieriger war es, übereinstimmende Flammen darzustellen, die nicht nur gleiche Stärke haben, sondern auch dauernd in gleicher Höhe brennen. Kleine Lampen erwiesen sich nicht brauchbar, auch die Einschließung von Kerzen in Blechröhren, die wie in Wagenlaternen die Kerzen mittelst Federn hoben, erfüllten nicht den Zweck. Ich mußte mich entschließen, gewöhnliche Kerzen von gleichem Durchmesser und mit gleichmäßig ge-

flochtenen Dochten versehn, unmittelbar auf jene Schlitten zu stellen. Dabei war es aber nothwendig, etwa nach 10 Minuten die Beobachtungen immer zu unterbrechen, um die Dochte in bestimmter Höhe abzuschneiden, und die Kerzen soweit zu heben, als sie inzwischen herabgebrannt waren.

Ich benutzte den beschriebenen Apparat zunächst zur Prüfung des allgemein angenommenen Gesetzes, daß nämlich die Lichtstärke umgekehrt dem Quadrat der Entfernung proportional sei. Dieses geschah einfach dadurch, daß ich auf die linke Seite zwei oder auch drei Lichte neben einander, auf die rechte Seite aber nur eins stellte. Vielfache verschiedentlich abgeänderte Versuche bestätigten vollständig dieses Gesetz. Die Abweichungen lagen bei genauer Untersuchung durchaus innerhalb der Grenzen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler.

Was nun die Schwächung des Lichts beim Durchgang durch eine gleiche Flamme betrifft, so war diese jedesmal sehr bedeutend, durchschnittlich stellte sie sich auf den dritten Theil. Die Resultate waren aber sehr verschieden, da die Flammen bei ihrer Veränderlichkeit bald mehr, bald weniger sich deckten. Nimmt man darauf Rücksicht, daß die Fehler immer in der Art fallen, daß sie die Schwächung zu geringe erscheinen lassen, so darf man nach diesen Messungen wohl annehmen, daß das Licht beim Durchgang durch eine gleiche Flamme die Hälfte seiner Stärke oder 50 Procent verliert.

Hieraus ergibt sich, daß diese Art der Verwerthung der landwärts gerichteten Strahlen keinen namhaften Erfolg verspricht, und daß es in vielen Fällen zweckmäßiger sein möchte, sie durch parabolische, oder anders geformte Spiegel so zurückzuwerfen, daß sie die Flamme nicht berühren. Wie bereits erwähnt, hat man die sphärischen Spiegel hinter dem Swinemünder Feuer beseitigt, um die Flamme der Lampe im Haß sichtbar zu machen. Bevor dieses geschah, mußte man sich indessen davon überzeugen, daß das Licht auf der Seeseite hierbei nicht merklich geschwächt wird. Zu diesem Zweck wurde in solcher Entfernung, daß das Licht nur so eben sichtbar blieb, dasselbe beobachtet, während von Viertel- zu Viertelstunde die beiden Spiegel abwechselnd beseitigt und wieder vorgestellt wurden. Diese Aenderungen hatten aber

keinen Erfolg, eine Verstärkung oder Schwächung des Lichts liefs sich nicht bemerken.

Bei dem Zurückwerfen einer grossen Masse der Strahlen in die Flamme tritt aber noch ein wesentlicher Uebelstand ein. Es werden nämlich nicht nur die Licht-, sondern auch die Wärme-Strahlen concentrirt, und das Oel fängt bald an zu sieden. Als man den erwähnten kleinen Apparat in Cuxhaven zum erstenmal anzündete, entwickelte sich eine übermäfsige Flamme, wobei der Cylinder sprang und der dioptrische Apparat in augenscheinliche Gefahr kam. Er blieb nur übrig, den Spiegel mit dunkeln Papier zu überziehn, in welchem Zustand ich das Feuer einige Jahre später noch gesehn habe. Auch Stevenson erwähnt, dafs man die durch sphärische Spiegel veranlafste Erhitzung des Dochts durch kräftige Pumpen verhindern müsse, die reichlich frisches Oel zuführen.

Nachdem vorstehend die verschiedenen Einrichtungen beschrieben sind, durch welche man, vorzugsweise mittelst der dioptrischen Apparate, das Licht dauernd erhalten, oder in sanften oder scharfen Uebergängen es abwechselnd in beliebigen Perioden erscheinen und verschwinden lassen kann, sowie auch beliebige Gruppierungen zu bilden sind, und selbst zu weitem Aenderungen auch verschiedene Farben benutzt werden können, so bleibt noch übrig, die verschiedenen Anordnungen zu bezeichnen, die man gewählt hat, um Verwechslung der Leuchttürme zu verhindern. Die Benennungen dafür lassen sich indessen zur Zeit noch nicht sicher angeben, da man demselben Feuer bald diesen und bald jenen Namen giebt. In der vom Reichskanzleramt herausgegebenen Beschreibung der Leuchfeuer an der Deutschen Küste\*) werden dieselben zwar unterschieden durch die Benennungen: feste Feuer, feste Feuer mit Blinken, Blinkfeuer, Funkelfeuer und Drehfeuer, aus den nähern Mittheilungen über die Veränderung des Lichts läfst sich aber nicht entnehmen, welche charakteristischen Unterschiede dieser Classificirung zu Grunde liegen. Augenscheinlich sind diese Unterschiede zuweilen so unbedeutend, dafs sie sich kaum als solche rechtfertigen, und gewifs ist die Benennung Drehfeuer nicht

\*) Die Schiffsfahrtszeichen an der deutschen Küste. Berlin 1878.

passend, da jedes Feuer entweder ein festes, also ein durchaus constantes, oder mit irgend einer Vorrichtung zum Drehn versehen ist.

Der Civilingenieur Veit-Meyer, der die Leuchtapparate für alle in neuerer Zeit in Preussen, und zum Theil auch die auf der sonstigen Deutschen Küste an der Ost- und Nordsee errichteten Feuer geliefert und aufgestellt hat, gebraucht die nachstehenden Benennungen, die jedoch keineswegs allgemein angenommen sind.

Das feste Feuer (*feu fixe*) bleibt dauernd in gleicher Stärke sichtbar. Wenn es nicht den ganzen Horizont beleuchten soll, so pflegt das Licht des dunkeln Winkels durch besondere Prismen tafeln oder auch durch Metallspiegel zur Verstärkung des see-seitigen Lichts noch benutzt zu werden.

Das feste Feuer, von helleren Scheinen unterbrochen (*feu fixe varié par des éclats*) verstärkt und schwächt sich in Perioden von 2 bis zu 4 Minuten. Vor und nach diesen Blicken erfolgt aber eine verhältnißmäfsig kurze Verdunkelung.

Das intermittirende Feuer (*feu à éclipses*) verschwindet plötzlich, nachdem es einige Zeit hindurch in gleicher Stärke gestanden hat. Meist ist die Lichtdauer ebenso lang, wie die Dunkelheit, nämlich jede umfaßt eine Minute. Das Licht tritt aber eben so plötzlich wieder auf, als es verschwunden war.

Beim reinen Blinkfeuer (*feu scintillant*) ist der Uebergang nicht scharf, sondern erfolgt nach und nach, auch verstärkt sich der Schein, bis er die höchste Intensität annimmt, diese vermindert sich aber sogleich wieder. Die Lichtpause ist bei ihnen immer länger, als die Dauer des Blicks. Die ganze Periode, die Licht und Dunkelheit umfaßt, wird verschieden gewählt, nämlich 60 oder nur 30, 20, 15 und selbst 10 Secunden, die Dauer des Lichts beträgt meist den dritten Theil der Periode, im letzten Fall also 4 Secunden.

Zuweilen läßt man bei diesem Feuer nach den Blicken das Licht nicht vollständig verschwinden, indem der obere oder untere Theil des Apparats an der Drehung nicht Theil nimmt, es ist alsdann ein Blinkfeuer mit schwachem festem Feuer (*feu alternativement fixe et scintillant*). Dieses dauernde Feuer ist aber in weiterer Entfernung nicht zu bemerken.

Das Funkelfeuer (*feu clignotant*) verschwindet nicht

ganz. In sehr kurzen Zwischenräumen verstärkt es sich aber und schwächt sich wieder ab. Meist geschieht dieses in der Periode von 4 Secunden. Diese Feuer sind bisher nur bei Apparaten IV. Ordnung, also für mäfsige Sichtbarkeit benutzt.

Im Gruppen-Blinkfeuer sind die Blicke so gruppirt, dafs mehrere derselben (etwa drei) sich sehr rasch folgen, während der erste und der letzte schwächer, als der mittlere ist, alsdann aber eine längere Pause eintritt.

Bei farbigen Feuern mufs man, wenn sie in weiter Entfernung kenntlich sein sollen, sich auf rothes Licht beschränken, auch darf man dieses nur in Verbindung mit weifsem zeigen. Die Färbung erhalten sie durch rothe Laternenscheiben oder noch einfacher, durch rothe Lampencylinder.

Das Blitzfeuer unterscheidet sich von dem Gruppen-Blinkfeuer theils durch seine kürzere Dauer und raschere Folge, theils aber auch dadurch, dafs die Blicke sämmtlich gleiche Intensität haben. Der Blick steht nur eine Secunde und zwei Secunden später zeigt sich ein zweiter Blick. Charakteristisch ist dabei die Anzahl der Blicke, die man kurz hinter einander sieht, worauf längere Pausen folgen.

Bisher war von den Leuchttapparaten nur in soweit die Rede, als sie zur Orientirung des aus der offenen See ankommenden Schiffers dienen oder als sie Küstenfeuer sind, vielfach haben die Feuer aber auch den Zweck, enge Fahrwasser, wie etwa Hafenmündungen, auch wohl Klippen und Sandbänke zu bezeichnen. Da sie in diesen Fällen nicht weit sichtbar zu sein brauchen, so wendet man dabei vielfach farbiges Licht an, vorzugsweise rothes, zuweilen aber auch grünes.

Im Allgemeinen ist ihre Anordnung sehr einfach, doch veranlassen besondere locale Verhältnisse mitunter eigenthümliche Einrichtungen.

Auf Oronsay, einer der Shetlands-Inseln, befindet sich ein ziemlich geschützter natürlicher Hafen, welcher zwei Eingänge in entgegengesetzten Richtungen hat, die aber beide nur schmal und von gefährlichen Klippen umgeben sind. Um die Schiffahrt zu sichern, erbaute Stevenson hier einen Leuchtturm, der über den ganzen Hafen als festes Feuer gleichmäfsiges Licht verbreitet. Die rückwärts austretenden Strahlen werden aber zuerst gleichfalls

in den Horizont geworfen, und alsdann durch zwei Tafeln vertical stehender Prismen in zwei Bündel vereinigt, welche nach beiden Zugängen zum Hafen gerichtet sind. Die Breiten dieser Bündel sind so bemessen, daß der Schiffer von den Klippen frei bleibt, so lange er das Licht sehn kann, daß aber das Verschwinden desselben das Ausweichen aus dem sichern Fahrwasser bemerklich macht.

Wichtiger ist noch das Feuer, welches Stevenson 1852 bei Stornoway auf der zu den Hebriden gehörigen Insel Lewis errichtete. Südwestlich von der Stadt befindet sich eine Bucht, die einen geschützten Ankerplatz bildet und vielfach als solcher benutzt wird. Der Zugang zu demselben wird indessen durch eine Reihe Klippen gefährdet, die weit vortreten. Der auf Arnish-Point errichtete Leuchthurm bezeichnet zwar ungefähr die Einfahrt, doch war es dringend geboten, den einlaufenden Schiffen die Lage der am weitesten vortretenden Klippe auch bei Nacht sicher kenntlich zu machen, auf der als Tagemarke bereits eine Baake errichtet war. Um nun den Bau eines Leuchthurms auf dieser Klippe zu umgehn, stellte er in einem Fenster des Leuchthurms noch einen Apparat auf, der das gesammte Licht einer besondern Lampe auf die 530 Fufs entfernte Baake auf jener Klippe warf. Diese versah man aber mit einem Planspiegel und einer Tafel senkrecht stehender Prismen, welche die vom Spiegel aufgefangnen und reflectirten Strahlen seeseitig über einen Quadrant des Horizonts verbreiteten. Die über den Effect dieses Feuers befragten Schiffer äußerten sich sehr günstig und meinten, es erscheine nicht anders, als ob es ein selbstständiges Feuer sei.

Ein wesentlicher Uebelstand trat jedoch dabei zuweilen ein, nämlich der Spiegel oder die Prismen beschlugen, oder es setzte sich Feuchtigkeit daran an. Um sie zu reinigen, mußte ruhige Witterung abgewartet werden. Der Versuch, aus der kleinen Laterne, worin sich der Spiegel und die Prismen befanden, künstlich alle Feuchtigkeit zu entfernen und sie alsdann luftdicht zu schliessen, erwies sich als unausführbar, da bei dem Wechsel der Temperatur der Zutritt der äußern Luft doch nicht verhindert werden konnte.

Stevenson schlägt auch vor, Klippen oder andre Untiefen dadurch kenntlich zu machen, daß man von einem in der Nähe

befindlichen hohen Thurm aus starkes Licht und vorzugsweise rothes darauf fallen läßt. Ob ein solcher Versuch bereits angestellt worden, ist unbekannt.

Die Beleuchtung eines schmalen Fahrwassers durch ein Strahlenbündel, das an keiner Stelle die seitwärts liegenden Untiefen berührt, ist gewifs schon von wesentlichem Nutzen, dabei tritt jedoch der Uebelstand ein, dafs, wenn der Schiffer beim Durchsegeln solcher Rinne aus ihr sich entfernt, und das Licht plötzlich verschwindet, er oft nicht weifs, in welcher Richtung er wieder einlenken soll. Um in dieser Beziehung jeden Zweifel zu beseitigen, hat man in neuster Zeit das erwähnte Blitzfeuer benutzt, welches beim Austritt aus dem Fahrwasser an einer Seite zwei und an der andern sechs Blitze zeigt. Diese werden dadurch dargestellt, dafs die beiden seitwärts befindlichen Prismen tafeln nicht continuirlich um den innern Apparat sich drehn, vielmehr nur hin und her sich bewegen. Indem sie mit einander verbunden sind, so treten die Blitze abwechselnd an einer und der andern Seite ein.

## § 95.

### Nebel-Signale.

Indem die Leuchthürme und die sonstigen bisher beschriebenen Marken, welche die Küste oder den Hafen bezeichnen sollen, während des Nebels, wie auch bei starkem Schneefall selbst in geringer Entfernung nicht mehr sichtbar sind, so hatte man schon früher an vorhandne Leuchthürme Glocken gehängt, die bei undurchsichtiger Luft ununterbrochen oder in kurzen Zwischenzeiten geläutet wurden. Die Leuchtbaake auf dem westlichen Molenkopf des Hafens von Calais ist mit einer Glocke in dem Brennpunkt eines gulseisernen Paraboloids versehen, dessen Achse derjenigen Richtung zugekehrt ist, in welcher die Mehrzahl der Schiffe ansegeln (§ 47). Dafs man aber die Lage der Buoyen in und neben den Fahrwassern in verschiedner Weise durch den Schall kenntlich zu machen bemüht gewesen, ist bereits § 90 erwähnt worden.

Diese frühern Versuche haben sich indessen in neuster Zeit

als ungenügend erwiesen, indem bei der großen Ausdehnung der Schifffahrt und namentlich derjenigen mit Dampftrieb, vorzugsweise aber bei dem Streben, die Fahrzeit auf das möglichst geringste Maafs zu beschränken, der Nebel und die undurchsichtige Luft kaum noch Veranlassung giebt, die Fahrt etwas zu mäfsigen, und noch weniger zu unterbrechen, so dafs selbst das Loth nicht vollständig benutzt wird. Nur den Angaben des Bestecks folgend, worin Meeresströmungen und Abtrift gar nicht oder nur sehr unsicher berücksichtigt sind, wird die Reise rastlos fortgesetzt. Viele Strandungen und große Verluste an Menschenleben und Gütern sind die Folge dieser Eile. Indem nun die Schiffsführer, wenn sie ihre Stelle nicht verlieren wollen, sich selbst und die ihnen anvertrauten Personen nebst Schiff und Ladung solchen Gefahren aussetzen müssen, so hat man mehrfach, und zwar vorzugsweise in Nordamerika, versucht, durch weithin klingende Schallsignale nicht nur die Annäherung an bestimmte Punkte, sondern auch die Richtung, in der diese liegen, bemerklich zu machen.

Obwohl die bisher erreichten Erfolge bei den vielfach sich widersprechenden Urtheilen keineswegs als sicher und ganz zufrieden stellend angesehen werden können, so sind sie dennoch unter gewissen Umständen unbedingt als günstig anzusehn. Die Signale werden zuweilen in weiter Entfernung gehört, und außerdem lassen sie auch die Richtung, aus der sie erschallen, nach manchen Berichten so scharf erkennen, dafs eben so sicher, wie nach Hafenfeuern der Cours nach ihnen gewählt werden kann. Ihrer allgemeinen Einführung dürfte sonach nur das Bedenken entgegenstehn, dafs die vermeintliche Sicherheit durch sie noch vergrößert wird und diese Zuversicht zu neuen Unglücksfällen führen mufs, wenn der Schiffsführer in der Erwartung, das Signal zu hören, in voller Fahrt einen gefährlichen Weg einschlägt, während das Toben der See oder das Geräusch der Maschinen ihn das Zeichen nicht hören läfst, dieses auch vielleicht wegen mancher noch unerklärten atmosphärischen Wirkungen von ihm nicht gehört werden kann.

Nach den an den Stationen für Nebel-Signale angestellten Beobachtungen hat man dieselben zuweilen bis auf drei Deutsche Meilen weit gehört, während sie andererseits, namentlich wenn



starke Winde entgegenstanden, selbst auf eine halbe Meile nicht hörbar waren. Das Auffallendste war aber, dafs, wenn man sich von dem Signal entfernte oder ihm sich näherte, keineswegs die entsprechende Zunahme des Schalls eintrat, derselbe vielmehr an einzelnen Stellen ganz verschwand, später aber wieder sich einstellte. Die bis vor wenig Jahren hierüber gesammelten Erfahrungen hat der Civilingenieur Veit-Meyer, als er ein Nebel-Signal zu Bülk bei Friedrichsort in Schleswig einrichtete, sorgfältig gesammelt, auch die dabei benutzten Apparate beschrieben\*).

Vielfach hat man die Stationen für Schallsignale mit Leuchthürmen verbunden, doch erschwert sich alsdann die Einrichtung derselben oft wesentlich dadurch, dafs es daselbst an dem nöthigen Wasser zum Betrieb der Dampfmaschinen fehlt. Die calorischen Maschinen sind alsdann freilich noch zu benutzen, doch hat man diese bisher meist nur in mäfsiger Stärke von wenigen Pferdekraften dargestellt.

Die Glocke, die man früher als Nebel-Signal benutzte, ist gegenwärtig vollständig ausgeschieden, da sie nur auf sehr geringe Abstände hörbar ist. Auch die Kanone oder die Haubitze, welche man zuweilen in mäfsigen Zeitintervallen abfeuerte, wird kaum noch gebraucht, da bei der langen Dauer der Nebel, in England oft 24 Stunden hindurch und in Amerika nicht selten mehrere Tage lang, eine Anzahl von Geschützen vorräthig sein müfste, auch die Mannschaft verschiedene Abwechslungen fordern würde. Erwähnung verdient indessen die eigenthümliche Erscheinung, dafs zuweilen, wenn andre Feuer vollständig verschwanden, der Blitz beim Abfeuern der Kanone noch sichtbar war, und oft in weiterer Entfernung, als der Knall gehört werden konnte. Man hat hieraus Veranlassung genommen, noch andre Blitz- und Knall-Signale namentlich durch Schiefsbaumwolle darzustellen, doch haben dieselben bisher noch keine allgemeine Anwendung gefunden.

Die Apparate, die gegenwärtig vorzugsweise für Nebel-Signale benutzt werden, sind:

1. Das Horn oder die Trompete, zuerst von Daboll eingeführt. Es ist 6 bis 9 Fufs lang, wird vertical aufgestellt,

---

\*) Zeitschrift für Bauwesen. 1876. Jahrgang XXVI. Seite 355.

mit der Vorrichtung versehen, dafs man es drehn kann. Oben ist es in einem Quadrant gekrümmt, so dafs die weite Schallöffnung horizontal gerichtet ist. In seiner Mündung befindet sich wie bei Clarinetten eine vibrirende Stahlzunge, die indessen oft abbricht, woher wenigstens ein zweiter Apparat zur Reserve vorhanden sein mufs. Das Anblasen geschieht mittelst kalter atmosphärischer Luft, der Versuch, hierzu unmittelbar den Dampf zu benutzen, scheint nicht von Erfolg gewesen zu sein.

2. Die Dampfpeife in der bei Locomotiven üblichen Einrichtung, Dieselbe ist in Amerika vorzugsweise in Gebrauch, indem man ihr einen Durchmesser von 12 Zoll und noch darüber gegeben hat. Bei den Versuchen in England wurde sie als unwirksam verworfen, doch scheint es, dafs man nicht die nöthige Sorgfalt darauf verwendete, die passendsten Dimensionen in Betreff der Weite und Höhe der Glocke durch Versuche zu ermitteln. Sie hat vor der Trompete den wesentlichen Vorzug, dafs sie keiner Maschine bedarf, vielmehr der Dampfkessel neben ihr schon genügt, um den erforderlichen Dampf zu liefern. Will man indessen, wie sehr vortheilhaft erscheint, sie nicht ununterbrochen, sondern in gewissen Intervallen wirken lassen, so kann eine Maschine, die zeitweise den Dampf absperrt, nicht entbehrt werden.

3. Die Sirene, ähnlich dem kleinen Apparat, wodurch man die Anzahl der Schwingungen der verschiedenen Töne misst. In ihrer Form und Gröfse ist sie der Trompete ähnlich, doch hat sie statt der oben erwähnten Zunge zwei mit Einschnitten versehne flache Metallscheiben neben einander, von denen die eine fest steht, die andre dagegen mit grofser Geschwindigkeit sich umdreht, so dafs der Luftstrom 300 bis 500 mal in der Secunde unterbrochen wird. Zum Anblasen dient entweder verdichtete atmosphärische Luft oder auch unmittelbar der Dampf.

Nach den in England gemachten Versuchen stellte sich dieser Apparat als der zweckmäfsigste heraus, derselbe ist auch für Bülk und später für Arcona gewählt.

An der letzten Station sind im Sommer 1879 noch verschiedene Versuche angestellt, die sich vorzugsweise auf die Vergleichung der Effecte der Sirene mit denen von Knallsignalen bezogen. In der dort befindlichen Sirene, die auf dem hohen Ufer neben dem Leuchthurm aufgestellt ist, tritt der Luftstrom

in eine  $1\frac{1}{2}$  Zoll weite Röhre, die sich aufwärts erweitert. An der Stelle, wo ihr Durchmesser  $2\frac{1}{2}$  Zoll misst, ist sie durchschnitten, und in den Schlitz greift die mit 30 Einschnitten versehene Scheibe, die sich um ihre auferhalb befindliche Achse 900 Mal in der Minute dreht. Der Luftstrom wird also 450 mal in der Secunde unterbrochen. Weiter aufwärts krümmt sich die Röhre und endigt, ähnlich der Trompete, in eine horizontal gerichtete und stark erweiterte Schallöffnung.

Bei den auf einem Dampfboot angestellten Beobachtungen konnte man, obwohl die See stark bewegt, die Dampfmaschine des Schiffs jedoch angehalten war, die Sirene noch in der Entfernung von 4 Seemeilen hören, indessen war die Stärke des Tons nach der Richtung, in welcher das Schiff lag, sehr verschieden. Am deutlichsten war sie zu hören, wenn die Schallöffnung dem Schiff zugekehrt war, bei ganz entgegengesetzter Richtung war sie sogar im Abstand von 2 Seemeilen kaum vernehmbar. Auch die Richtung des Windes hatte wesentlichen Einfluss, und der Schall war am schwächsten, wenn das Schiff sich auf der Windseite befand. Ueberdies wurde noch bemerkt, dass in der Entfernung von 4 Seemeilen sogar das Signal gar nicht mehr gehört werden konnte, wenn die Uferecke bei Varnkewitz die directe Schalllinie unterbrach.

Die Knallsignale haben unbedingt vor der Trompete und der Sirene den grossen Vorzug, dass sie, abgesehen von der Schwächung durch die Richtung des Windes, rings umher den Schall gleichmässig verbreiten, also die von verschiedenen Seiten ankommenden Schiffe denselben vernehmen können. Ausserdem erfordern sie auch keine besondern Einrichtungen, noch auch lange Uebung, wie etwa in der Wartung von Dampfmaschinen der Fall ist, man hat sie daher bereits vielfach auf Leuchtschiffen angewendet.

Bei den Versuchen auf Arcona wurde nur Schiefsbaumwolle gewählt, die aus zwei Fabriken bezogen, in verschiedenen Quantitäten, theils in Patronen verpackt und theils zur Füllung von Raketen bestimmt war. Letztere standen in Betreff des Effects den erstern nach, auch war ihre Behandlung etwas schwieriger. Patronen von 50 Gramm zeigten einen auffallend schwächern Effect, als die von 100, bei weitrer Vergrößerung

des Gewichts verstärkte der Schall sich aber nicht bemerkbar. Indem abwechselnd die Sirene in Gang gesetzt und diese Patronen von 100 Gramm entzündet wurden, überzeugte man sich aus verschiedenen Entfernungen, daß die Patrone mindestens ein eben so deutliches Signal gab, wie die Sirene, daß aber die Anwendung von salpeterhaltiger Schiefswolle, die etwas wohlfeiler ist, die Wirkung nicht abschwächt.

Die Entzündung dieser Patrone erfolgte durch Bickfords Patent-Zündfaden (Theil II, § 53), der in solcher Länge zugeschnitten wurde, daß der Mann, der ihn anzündete, sehr bequem etwa 15 Schritt sich entfernen konnte. Die Patrone war aber an einem Draht aufgehängt, wobei sie keine weitem Zerstörungen veranlafste, als daß sie den Draht verbog. Dabei gab sich aber zu erkennen, daß die Explosion bedeutend weiter hörbar war, wenn sie auf dem Strand, also vor dem Ufer erfolgte, als wenn man sie auf diesem eintreten liefs.

Nach diesen Beobachtungen empfahl die Commission, für die neu einzurichtende Station Darsserort diese würfelförmigen Patronen im Gewicht von 100 Gramm und aus salpeterhaltiger Schiefsbaumwolle bestehend. Um aber Verwechslung mit Nothschüssen zu verhindern, die etwa von verunglückten Schiffen gemacht würden, sollten von 10 zu 10 Minuten immer je zwei Explosionen veranlaßt werden, von denen die zweite nach etwa 6 Secunden der ersten folgt.

Ende

des vierten und letzten Bandes.

# Inhalts-Nachweisung

der

## vier Bände des dritten Theils vom Handbuch der Wasserbaukunst.

Die Römischen Zahlen bezeichnen den Band, die Arabischen die Seitenzahl.

- Aberdeen III. 384  
Abhalter IV. 337.  
Abtrift II. 254.  
Admiralitäts-Pier III. 359.  
Aequatorial-Strom I. 217.  
Aequinoctial-Fluthen I. 132.  
Alderney III. 389.  
Algier II. 42. IV. 40.  
Anker II. 262.  
Ankern der Schiffe II. 305.  
Ankergrund III. 483.  
Ankerketten, Festigkeit derselben  
IV. 93.  
Angestellen der Schiffe II. 214.  
Arcona, Uferdeckung II. 49.  
Ardrossan III. 380.  
Aufreisen der Häfen II. 289. IV. 309.  
Aufhalter I. 374.  
Auflanger II. 241.  
Auflockern des Grundes III. 23.  
Aufschleppen oder Tränken IV. 344,  
358.  
Aufschlickung I. 194.  
Aufzüge durch Wasserdruck IV. 363.  
Aufsendeiche I. 281.  
Aufsentonne IV. 423.
- Baaken II. 232. IV. 418.  
Bagger IV. 135.  
— Ballastbagger IV. 151.  
— Dampfbagger IV. 225.  
— mit geneigter Kette IV. 180.  
— mit senkrechter Kette IV. 175.  
— Handbagger IV. 219.  
— Hopperbagger IV. 259.
- Bagger, Löffelbagger IV. 148.  
— Kreiselbagger IV. 245.  
— Pferdebagger IV. 207.  
— pneumatische Bagger IV. 255.  
— Pumpenbagger IV. 244.  
— Radbagger IV. 169.  
— Sackbagger IV. 148.  
— Schottischer IV. 201.  
— von Schwahn IV. 219.  
— Taucherbagger IV. 154.  
— im Fucino-See IV. 278.  
— im Plauer-Canal IV. 274.  
— in Toulon IV. 165.  
— in Venedig IV. 168.  
Bagger, Förderungs-Höhe derselben  
IV. 204.  
Baggerleiter oder Schlitten IV. 183,  
191, 214, 230.  
— Lage derselben IV. 199.  
— Heben derselben IV. 231.  
Baggern in Kreideboden IV. 194.  
— in Rinnen IV. 144.  
— in Quer-Richtung IV. 146, 239.  
Bagger-Prahme IV. 217, 260.  
— geschlofsne IV. 261.  
— mit Klappen IV. 268.  
— Entleeren derselben IV. 265, 273.  
Bagger-Rinnen IV. 205, 237.  
Balken-Siele I. 380.  
Ballast-Verkehr II. 219. IV. 346.  
Bark II. 251.  
Barre II. 402.  
Bassin der halben Fluth IV. 304.  
Baumsegel II. 249.  
Beachy-Head II. 78.  
Begrippung I. 297.

- Beidrehn II. 261.  
 Berghölzer II. 242.  
 Besahn-Mast II. 247.  
 Besteck II. 227.  
 Béton IV. 49, 71.  
 — Bereitung desselben IV. 53, 63.  
 — Blöcke IV. 39, 47, 52.  
 — — in Hafendämmen IV. 44.  
 — — Versenken derselben IV. 64.  
 Bifilar-Waage II. 182.  
 Binnenseen I. 266. II. 377, 404.  
 III. 4.  
 Blinkfeuer IV. 490.  
 Bliesen IV. 459.  
 Blitzfeuer IV. 499.  
 Blyth III. 347.  
 Bohrwurm I. 241.  
 Bollen II. 233. IV. 422.  
 Bootshäfen IV. 345.  
 le Bouc II. 451.  
 Boulogne III. 100, 342.  
 Bramstenge II. 247.  
 Brandung I. 21, 93.  
 Brassens II. 261.  
 Bridport III. 306.  
 Brigg II. 251.  
 Brustmauern II. 424. III. 423.  
 Bugspriet II. 247.  
 Buoyen II. 235. IV. 340, 418.  
 — Erleuchtung derselben IV. 428.  
 — tönende von Courtenay IV. 427.  
  
 Caisson-Pfähle II. 24.  
 Calais III. 86, 345.  
 Canäle, für Seeschiffe IV. 97.  
 Canal, nach Amsterdam IV. 105.  
 — Caledonischer IV. 102.  
 — Nordholländischer IV. 103.  
 — Panama IV. 115.  
 — Schleswig-Holsteinischer IV. 99.  
 — von Suez IV. 106.  
 Caseburger Durchstich II. 404.  
 Catwijk I. 390.  
 Cette III. 391.  
 Cherbourg, Handelshafen II. 313.  
 — Kriegshafen II. 353.  
 — der Wellenbrecher II. 316.  
 — die Kegel III. 269.  
 Ciotat II. 294. III. 426.  
 Colza-Oel IV. 462.  
 Clyde I. 184.  
 Compafs-Berichtigung II. 283.  
 Creosot III. 293.  
 Currachee III. 363.  
 Cuxhaven, Einbaue II. 71.  
 — Uferdeckung II. 35.  
  
 Deiche I. 302.  
 Deichbrüche I. 344.  
 Deck II. 245.  
 Deckbalken II. 242.  
 Deckplatten auf Kais IV. 330.  
 Dieppe II. 74, 299.  
 Dioptrische Apparate IV. 485.  
 Dock oder Flotthafen II. 212.  
 Dock oder Trockendock IV. 39.  
 Docks, Balance-Dock IV. 408.  
 — hydraulische IV. 411.  
 — schwimmende IV. 401.  
 — Sectional-Dock IV. 401.  
 Dockschleusen IV. 305.  
 — Absteifen der Thore IV. 306.  
 Dollard I. 271. II. 68.  
 Donau-Mündung II. 444.  
 Dove-Ebbe III. 15.  
 Dover III. 109.  
 — Einbaue daselbst II. 75.  
 — der Hafendamm II. 425. III. 359.  
 Dragger II. 264.  
 Drehfeuer IV. 484.  
 Drehpfosten III. 67.  
 Drops IV. 369.  
 Dublin III. 377.  
 Duc d'Alben IV. 338.  
 Dünen II. 123.  
 — Bau II. 146.  
 — Cultur II. 171.  
 — wandernde II. 132.  
 Dünkirchen III. 82.  
 Dünung I. 100.  
 Durchströmung der Häfen III. 1.  
  
 Eimer, Baggereimer IV. 178, 193,  
 211, 235.  
 Eimerkette, geneigte IV. 180, 192,  
 210, 234.  
 — senkrechte IV. 177.  
 — Geschwindigkeit derselben IV.  
 198.  
 Einbaue vor Deichen II. 57.  
 — auf dem Strande II. 72.  
 — aus Holz II. 73, 91.  
 — aus Steinen II. 80.  
 — aus Strauch II. 97.  
 Eindeichungen I. 273.  
 Eisenbahnen für Seeschiffe IV. 130.  
 Eisschiffe IV. 310.  
 Elbinger Hafen III. 301.  
 Eller, Else II. 145.  
 Erie-Hafen III. 294.  
 Eselshant II. 247.

- Falster, Einbaue II. 84.  
 Fangzäune auf Dünen II. 154.  
 Feuersteine auf dem Strande I. 247.  
 Fischerhäfen II. 226. III. 336.  
 Fiume III. 399.  
 Fliegel II. 256.  
 Flotthäfen, siehe Docks.  
 Fluth und Ebbe im Ocean I. 129.  
 — — in der Ostsee I. 164.  
 — — in Strommündungen I. 181.  
 — — Strömungen I. 182.  
 — — Tabellen I. 153.  
 Fluthen, anomale I. 151.  
 Fluthhäfen II. 212. III. 297.  
 Fluthwechsel I. 131.  
 Fluthwellen, Form derselben I. 146.  
 — Fortschreiten derselben I. 144,  
 155, 177.  
 Fockmast II. 247.  
 Folkestone III. 106.  
 Frictionsscheiben IV. 198, 228.  
 Frioul II. 224.  
 Funkelfeuer IV. 498.  
  
 Gaffel II. 249.  
 Galleas II. 251.  
 Gallion II. 248.  
 Gas, auf Leuchthürmen IV. 466.  
 Geist I. 286.  
 Getreide, Verladen desselben II. 217.  
 Glaslinsen und Prismen IV. 486.  
 Glocken-Buoye II. 235. IV. 426.  
 Golfstrom I. 218.  
 Gordungen II. 396. III. 348.  
 Granitgeschiebe, am Strande I. 250.  
 Grundscharbe IV. 340.  
 Greifswalder Oie III. 336.  
 Grippen I. 296.  
 Groden I. 270.  
 Grundwellen I. 20.  
  
 Häfen, Erfordernisse derselben II.  
 269.  
 — Bezeichnung derselben II. 226.  
 — offene IV. 309.  
 Hafen-Anstalten IV. 343.  
 Hafen, der innere IV. 293.  
 Hafendämme II. 423.  
 — Ausführung derselben III. 249.  
 — Böschungen derselben II. 424.  
 — durchbrochne II. 440. IV. 94.  
 — Profile derselben III. 251.  
 — aus Béton III. 399.  
 — aus Bétonblöcken III. 359.  
 — aus Steinschüttung III. 253, 410.  
 — Köpfe derselben III. 328, 371.  
  
 Hafenseuer II. 229. IV. 455, 472.  
 Hafenkette II. 275.  
 Hafen-Mündung II. 269.  
 — Durchströmung derselben II. 401.  
 — künstlich vertieft II. 418.  
 — Richtung derselben II. 383.  
 — Weite derselben II. 395.  
 Hafenwände aus Bétonblöcken IV.  
 326.  
 — halbmassiv IV. 318.  
 — aus Holz IV. 316.  
 — aus Faschinen IV. 312.  
 — massiv IV. 320.  
 — Verankerung derselben IV. 321.  
 Hafenbau II. 276.  
 Hafenzeit I. 132.  
 Haffe I. 224.  
 Haken, im Haff I. 258.  
 Halsen II. 261.  
 Handelshäfen II. 212.  
 Handspaken II. 266.  
 Havre, Einbaue II. 73.  
 Hebung der Küsten I. 200.  
 Hellinge II. 284. IV. 377.  
 — versenkte IV. 386.  
 Helm II. 140.  
 Hiddens-Oie II. 114.  
 Hochwasser I. 131.  
 — Dauer desselben I. 145.  
 Höfter II. 57.  
 Holophotal-Licht IV. 493.  
 Holyhead III. 470.  
 Holz, Verladen desselben II. 218.  
 Holzhäfen II. 217. IV. 344.  
  
 Indische Schaufel IV. 162.  
 Inhölzer II. 241.  
 Insel-Reihen I. 268.  
 St. Jves III. 379.  
 Jachten II. 252.  
 Jackson, Port II. 215.  
 Jade-Busen I. 271.  
 — Verlandung desselben I. 301.  
 Jersey III. 370.  
  
 Kabel II. 264.  
 Kadedeich I. 320.  
 Kai II. 214.  
 Kalfatern II. 243.  
 Kalk von Theil IV. 50.  
 Kameele IV. 104, 410.  
 Kappstürzungen I. 343.  
 Katoptrische Apparate IV. 477.  
 Kiel II. 240.  
 Kielbänke II. 284. IV. 388.

- Kielholen IV. 387.  
 Kielprahme IV. 389.  
 Kielwasser II. 254.  
 Kilrush III. 358.  
 Kimmblöcke IV. 408.  
 Kimmkiele II. 255.  
 Kingston-upon-Hull III. 305.  
 Kingstown II. 292, 417. III. 125.  
 Klärungs-Bassins II. 415.  
 Klampen II. 259.  
 Klüflock II. 259.  
 Klüverbaum II. 248.  
 Klüsgate II. 264.  
 Kniestücke II. 241.  
 Kochhäuser II. 220. IV. 346.  
 Köpfe der Wellen I. 96.  
 Kohlen, Verladen derselben IV. 365.  
 Kolsen II. 240.  
 Krängen der Schiffe IV. 387.  
 Krahne II. 216. IV. 363.  
 Kratzen, an den Baggern IV. 193,  
 217.  
 Kreuzklampen II. 259.  
 Kreuzstengen II. 247.  
 Kriegshäfen II. 220, 353.  
 Küstenfeuer II. 229. IV. 430, 472.  
 — Entfernung desselben IV. 472.  
 Küstenströmung III. 16.  
 — durch die Häfen III. 120.  
 — in der Ostsee I. 225.  
 Küstenvermessung II. 363.  
 Kuff II. 251.
- Ladebrücken IV. 319.  
 Lampen auf Leuchthürmen IV. 459.  
 Landebrücken II. 207.  
 — schwimmende IV. 361.  
 Landmarken II. 229. IV. 415.  
 Lang-Lütjen-Sand II. 40.  
 Laviren II. 253.  
 Leba-Fluss II. 210.  
 Leesegele II. 249.  
 Leith III. 346.  
 Leuchtbaaken IV. 455.  
 Leuchtfeuer IV. 458.  
 — doppeltes IV. 471.  
 — elektrisches IV. 473.  
 — Intensität desselben IV. 467.  
 Leuchtschiffe IV. 456.  
 Leuchthürme II. 229. IV. 430.  
 — Abstand derselben IV. 472.  
 — auf Bellrock IV. 448.  
 — auf Cordouan IV. 442.  
 — auf Eddystone IV. 444.  
 — in Pillau IV. 435.  
 — bei Sein IV. 450.
- Leuchthürme auf Skerryvore IV. 449.  
 — in Sunderland IV. 437.  
 — Construction derselben IV. 433.  
 — eiserne IV. 452.  
 — Höhe derselben IV. 430.  
 — auf Klippen IV. 443.  
 — Versetzen derselben IV. 437.  
 — Bedienung derselben IV. 461.  
 Licht, farbiges IV. 469.  
 Lichtstrahlen, Divergenz derselben  
 IV. 475, 480.  
 Lieger II. 241.  
 Local-Untersuchungen II. 363.  
 Log II. 228.  
 Lootsen-Stationen IV. 348.  
 Loth I. 226.  
 St. Louis-Canal II. 456.  
 Lowestoff II. 281.  
 Luntleinen IV. 9, 19.  
 Luntpfähle IV. 9.
- Maifeld I. 288.  
 Marine-Dynamometer I. 120.  
 Mars II. 246.  
 Marsdiep I. 283.  
 Marschen I. 269, 286.  
 — Sinken derselben I. 291.  
 Marseille II. 386. IV. 72.  
 Mascaret I. 197.  
 Mast II. 246.  
 Mastenrichter IV. 411.  
 Mauern, als Hafendämme III. 349.  
 — auf Steinschüttung III. 382.  
 Meer, allgem. Erscheinungen I. 1.  
 Meeres-Strömungen I. 215.  
 Meeres-Tiefen I. 226.  
 Meeresufer, Abbruch derselben I. 4,  
 244.  
 — aus Kreide I. 245.  
 — sandige I. 251.  
 Mineral-Oel siehe Petroleum.  
 Mississippi-Mündung II. 457.  
 Modder-Mühle IV. 221.  
 Molen, siehe Hafendämme.  
 Moordeiche I. 284.  
 Moordijk III. 298.  
 Mündungen der Bäche und Ströme  
 I. 261.  
 Muscheln in Steinfugen I. 241.
- Nebelsignale IV. 501.  
 — auf Buoyen IV. 425, 427.  
 — die Dampfpeife IV. 504.  
 — die Glocke III. 97. IV. 501.  
 — das Horn IV. 503.  
 — die Kanone IV. 503.



- Nebelsignale, Knallsignale IV. 505.  
 — die Sirene IV. 504.  
 — die Trompete IV. 503.  
 Nehrungen I. 253.  
 Neufahrwasser II. 407.  
 Niedrigwasser I. 131.  
 Nieuwe-Diep III. 16.  
 Norderney, Einbaue II. 82.  
 — Uferdeckung II. 39.  
  
 Oamaru III. 266.  
 Ostende III. 15.  
 Ostsee, Fluth und Ebbe I. 164.  
 — Ausdehnung des Wassers durch  
 Wärme I. 209.  
 — Wasserstände I. 198.  
  
 Pallen II. 265.  
 Pesaro II. 414.  
 Pegel, selbstregistrirende I. 158.  
 Petroleum IV. 370.  
 — Häfen II. 218. IV. 372.  
 — — provisorische IV. 376.  
 — Magazine IV. 375.  
 — auf Leuchthürmen IV. 463.  
 Petten I. 334. II. 98.  
 — Einbaue II. 107.  
 — Holzwände II. 46, 109.  
 Pfahlreihen, als Einbaue II. 90.  
 Pfahlwände II. 299. III. 293.  
 — vor Faschinen III. 297.  
 — vor Steinschüttungen III. 304.  
 Pfahlroste unter Hafendämmen III.  
 350.  
 Pflanzen auf Dünen II. 140.  
 — auf Watten I. 299.  
 Piekstücke II. 241.  
 Pillau, Hafen III. 139.  
 — Pink II. 251.  
 Plymouth, Wellenbrecher II. 337.  
 III. 427.  
 Poller II. 245.  
 Ponton thor IV. 394.  
 Portland III. 386.  
 Pumpsiele I. 369.  
 Putting II. 246.  
  
 Quarantaine-Häfen II. 223.  
 Quellen, in den Ufern II. 8.  
  
 Raanen, Raasegel II. 248.  
 Ramsgate II. 390.  
 Rank II. 239.  
  
 Reeße II. 250.  
 Reibhölzer II. 283. IV. 328, 343.  
 Relinge II. 248.  
 Rettungs-Apparate IV. 357.  
 — Böte IV. 352.  
 — Raketen IV. 356.  
 Rhede II. 209, 303.  
 Rhein, Mündung desselben I. 390.  
 Rheinland, Entwässerung I. 392.  
 Rhone-Mündung II. 451.  
 Richtbaaken II. 232.  
 Richtwerke, bewegliche III. 77.  
 Riem II. 257.  
 Riffe I. 22, 110. II. 128. III. 412.  
 Rollen der Schiffe I. 18.  
 Roller I. 20.  
 Romansegel II. 250.  
 Rückdeiche I. 354.  
 Rügenwalder-Münde II. 495. III. 311.  
 Rüstungen in der See III. 361, 452.  
 Ruden II. 85.  
 Ruder II. 257.  
 Rusten II. 246.  
  
 Saïd, Port Saïd II. 408. IV. 112.  
 Salzgehalt des Seewassers I. 232.  
 Samarang III. 383.  
 Sand, Bewegung desselben I. 5, 106.  
 II. 11, 123.  
 — vor dichten Wänden II. 128, 197.  
 — vor durchbrochenen Wänden II.  
 150, 199.  
 Sandwehen I. 268. II. 179, 409.  
 Santorin-Erde III. 400.  
 Sargasso-Meer I. 222.  
 Schandeck II. 245.  
 Schiffe, Festigkeit derselben IV. 132.  
 Schiffsbau-Anstalten IV. 377.  
 Schiffshalter IV. 331, 342.  
 Schiffsringe II. 53. IV. 323, 336.  
 Schlafdeiche I. 343.  
 Schlagschwellen der Siele I. 372.  
 — der Spülthore III. 65.  
 Schlingen II. 57.  
 Schlick der Jade I. 240.  
 Schlickbank II. 276.  
 Schlickfänge I. 296.  
 Schlickgehalt, Messen desselben I.  
 234.  
 Schlitten beim Schiffsbau IV. 381.  
 Schooner II. 251.  
 Schoten II. 248.  
 Schotte II. 245. IV. 261.  
 Schrecken der Taue IV. 240.  
 Schüttsteine, Grösse derselben III.  
 424.

- Schüttsteine, Gewinnung derselben III. 433, 434.  
 — Transport auf Eisenbahnen III. 445.  
 — — auf Schiffen III. 458.  
 Schwert II. 255.  
 Seedeiche I. 275.  
 — Ausführung derselben I. 313.  
 — Dossirung derselben I. 306, 325.  
 — Fahrwege auf denselben I. 305.  
 — Grasnarbe auf denselben I. 340.  
 — deren Kronen I. 302.  
 — Material derselben I. 309.  
 — Sicherung derselben I. 321.  
 — Wahl der Linie I. 319.  
 Seegatt II. 402. III. 141.  
 Seehäfen, verschiedene Zwecke derselben II. 207.  
 — Lage gegen die Küste III. 105.  
 Seeschiff II. 238.  
 Seewasser, specifisches Gewicht derselben I. 231.  
 Seine, untere Strecke II. 443.  
 Segel II. 248.  
 — unter Segel gehn II. 267.  
 Segeln, bei, vor und am Winde II. 252.  
 Segelschiff II. 245.  
 Senkfaschinen III. 167.  
 Senkstücke II. 54. IV. 3.  
 — Ablaufen derselben IV. 23.  
 — Packen derselben IV. 9, 19.  
 — Rüstungen derselben IV. 11.  
 — Ueberdeckung derselben IV. 34.  
 — Versenken derselben IV. 26.  
 — am Mississippi IV. 37.  
 Senkstücke vor Hellingen IV. 380.  
 Sicherheits-Häfen II. 224. IV. 297.  
 Sichter I. 370.  
 Sideral-Licht IV. 480.  
 Siele I. 355.  
 — Höhe der Schwelle I. 362.  
 — lichte Höhe und Weite I. 363.  
 — hölzerne I. 376.  
 — massive I. 387.  
 — Verschluss derselben I. 366.  
 — Wahl der Lage I. 356.  
 Sielthore I. 370.  
 — Schlagen derselben I. 368.  
 Sieltiefe I. 359.  
 Slip IV. 396.  
 Sog I. 22, 97.  
 Somme, Fluthprofil I. 186.  
 Spanten II. 240.  
 Spiegel, am Schiff II. 240.  
 — Reverbeure IV. 479.  
 Spill II. 266.  
 Sporen, an Hafendämmen III. 474.  
 Sprengungen IV. 280.  
 — Auflockern des Grundes IV. 143.  
 — bei Hellgate IV. 284.  
 — bei San Francisco IV. 281.  
 Spriet II. 249.  
 Springfluthen I. 132.  
 Spülung II. 412. III. 33.  
 — der Anlegestellen III. 50.  
 Spülbassins III. 51.  
 — zugleich Docks III. 57.  
 — Verflachung derselben III. 55.  
 Spülschleusen III. 60.  
 Spülthore III. 62.  
 — einflügelige III. 75.  
 — Stellung derselben III. 71.  
 Spundwände, geneigte IV. 325.  
 Spur II. 246.  
 Stacke II. 57.  
 Ständersiele I. 376.  
 Stag II. 246.  
 Stagfock II. 259.  
 Stagegel II. 249.  
 Stampfen der Schiffe I. 18.  
 Stapelklötze IV. 377, 390.  
 Stapellauf IV. 384.  
 Steif II. 239.  
 Steinböschungen II. 21, 51.  
 Steinkisten III. 275.  
 Steinkörbe III. 460.  
 Steinschüttungen, gepflastert III. 419.  
 — Beschädigungen derselben III. 382, 414.  
 — Grösse der Steine III. 315.  
 — zwischen Pfahlwänden III. 308.  
 Stenge II. 247.  
 Steuer IV. 421.  
 Steuer, siehe Ruder.  
 Steven II. 240.  
 Stolpmünde II. 481. III. 329.  
 Stoppen II. 273. IV. 331.  
 Stove II. 243.  
 Strand I. 22, 252. III. 411.  
 — Neigung desselben I. 104.  
 Streichwerke, siehe Richtwerke.  
 Strich II. 253.  
 Strömung, ausgehende III. 8.  
 — bei Fluth und Ebbe I. 130. II. 373.  
 — bei Gibraltar I. 216.  
 — Bezeichnung derselben IV. 420.  
 Stroh-Bestückung II. 18.  
 Strom-Mündungen II. 411.  
 Sturmfluthen I. 145.  
 Sturmsignale IV. 420.  
 Sturzseen I. 18.  
 Suez, Hafen IV. 112.  
 Sulina-Mündung II. 144.

- Sunderland II. 80.  
 Swinemünde II. 471.  
 — Hafenmündung II. 384, 395.  
 — alte Molen III. 429.  
 — Molenkopf III. 330.
- Thalsperren II. 416.  
 Tiefe, vor Haffen I. 255.  
 Tiefen, Bezeichnung derselben IV. 419.  
 — Messungen I. 226. II. 367. IV. 145.  
 Todte oder taube Fluthen I. 132.  
 Tonnen II. 233. IV. 422.  
 Treppen in Häfen III. 347, 362. IV. 358.  
 Tribsand II. 127.  
 Triest III. 402.  
 Trocken-Docks II. 286. IV. 390.  
 Turas oder Kettentrommel IV. 181, 213.
- Ueberbrückung der Hafendämme III. 338.  
 Ueberscheeren der Schiffe IV. 128.  
 Ufer, abbrechende I. 245, 394. II. 3.  
 — anwachsende II. 114.  
 — Deckung derselben II. 13.  
 — — concave II. 38.  
 — — Höhe derselben II. 28.  
 — — in Holz II. 34, 109.  
 — — in Steinen II. 21, 38, 51.  
 — — in Strauch II. 17.  
 — — in Ziegeln II. 29.  
 Umsetzen des Fluthstroms I. 132, 192.  
 Untergrund, Ausweichen desselben III. 406.  
 — Compression desselben III. 383, 409.
- Velsen, Hafen III. 366.  
 Vendres, port III. 395.  
 Verflachungen I. 104. II. 397. III. 3.  
 Verladung, Beförderung derselben I. 295. II. 43.  
 Vollschiß II. 251.  
 Voorne, Canal III. 299.  
 Vordüne II. 146.  
 — Bildung derselben II. 154.  
 — Bepflanzung II. 159.  
 — Unterhaltung II. 163.  
 Vorhafen IV. 295.  
 Vorsiel I. 375.  
 Vorstenge II. 247.
- Waker IV. 421.  
 Wangeroog II. 5.  
 — der Strand I. 5.  
 Wanten II. 246.  
 Warpanker II. 265.  
 Wasserleitungen in Häfen II. 219. IV. 79.  
 Wasserschöpfen in der Tiefe I. 233.  
 Wasserstände verglichen mit Luftdruck I. 214.  
 Watte I. 270.  
 — Anwachsen derselben I. 286.  
 — Befahren derselben I. 287.  
 Wegerung II. 244.  
 Wehden IV. 421.  
 Wellen I. 3.  
 — Erregung derselben I. 16.  
 — Höhe derselben I. 19, 48, 97, 101. II. 291.  
 — Richtung derselben I. 22.  
 — vorbeilaufende II. 297.  
 — vor flachen Ufern I. 89.  
 — vor steilen Ufern I. 112, 126.  
 — in strömendem Wasser I. 100.  
 — bei unendlicher Tiefe I. 25.  
 — bei grosser Tiefe I. 80.  
 — bei geringer Tiefe I. 51.  
 — beobachtet im Meer I. 46.  
 — beobachtet in Rinnen I. 45, 70.  
 — Rücklauf derselben I. 13.  
 Wellenbrecher II. 310.  
 — schwimmende II. 294. IV. 80.  
 Wellenmaschine I. 9.  
 Wellenrinnen I. 45, 52.  
 Wellenschirme II. 302.  
 Wellenschlag, Mäfsigung desselben I. 100. II. 289.  
 Wellensysteme I. 11.  
 Weser, Fluthprofil derselben I. 187.  
 Westcappelsche Deiche I. 337.  
 — Einbaue II. 67.  
 Whitehaven III. 357.  
 Wierdeiche I. 330.  
 Wilhelmshaven II. 421.  
 Willemstadt III. 299.  
 Winddruck II. 279. IV. 439.  
 Windrose II. 253.  
 Winkbaake II. 232. IV. 419.
- Zeitball IV. 349.  
 Ziegelböschungen II. 29. IV. 320.  
 Zuiderzee III. 17.  
 Zwischendeiche I. 348.

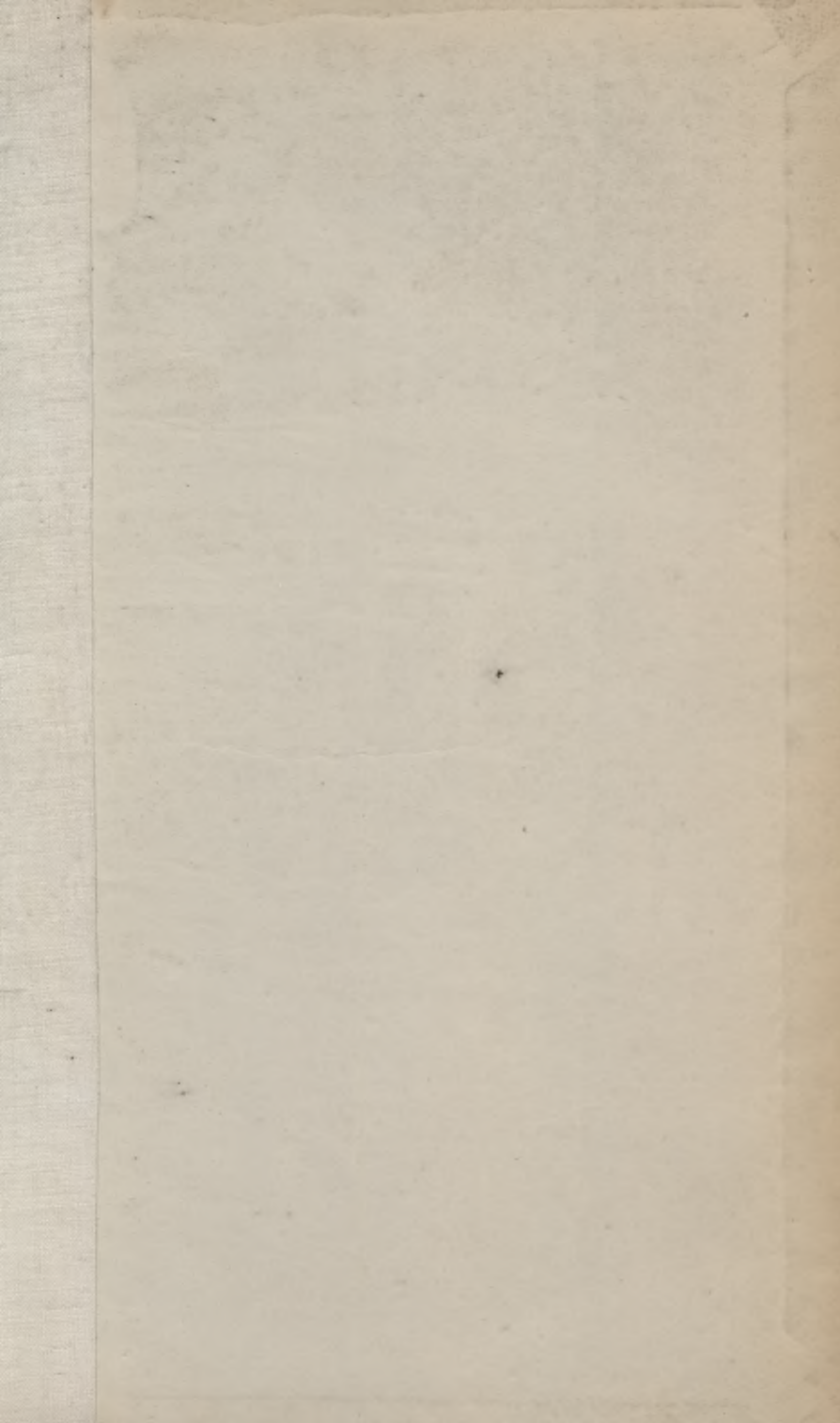
Walden II 421  
Walden II 422  
Walden II 423  
Walden II 424  
Walden II 425  
Walden II 426  
Walden II 427  
Walden II 428  
Walden II 429  
Walden II 430  
Walden II 431  
Walden II 432  
Walden II 433  
Walden II 434  
Walden II 435  
Walden II 436  
Walden II 437  
Walden II 438  
Walden II 439  
Walden II 440  
Walden II 441  
Walden II 442  
Walden II 443  
Walden II 444  
Walden II 445  
Walden II 446  
Walden II 447  
Walden II 448  
Walden II 449  
Walden II 450  
Walden II 451  
Walden II 452  
Walden II 453  
Walden II 454  
Walden II 455  
Walden II 456  
Walden II 457  
Walden II 458  
Walden II 459  
Walden II 460  
Walden II 461  
Walden II 462  
Walden II 463  
Walden II 464  
Walden II 465  
Walden II 466  
Walden II 467  
Walden II 468  
Walden II 469  
Walden II 470  
Walden II 471  
Walden II 472  
Walden II 473  
Walden II 474  
Walden II 475  
Walden II 476  
Walden II 477  
Walden II 478  
Walden II 479  
Walden II 480  
Walden II 481  
Walden II 482  
Walden II 483  
Walden II 484  
Walden II 485  
Walden II 486  
Walden II 487  
Walden II 488  
Walden II 489  
Walden II 490  
Walden II 491  
Walden II 492  
Walden II 493  
Walden II 494  
Walden II 495  
Walden II 496  
Walden II 497  
Walden II 498  
Walden II 499  
Walden II 500

Druck von Oskar Bonde in Altenburg.

S. 61



200.00



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349954

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349614

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000309177

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300971