

XIII. Kapitel.

Deichschleusen (Siele).

Bearbeitet von

H. Garbe,

Geheimer Baurat und Professor in Berlin.

(Hierzu Tafel I bis IV und 35 Textfiguren.)

§ 1. Zweck der Deichschleusen. Benennungen. Geschichtliches. Die gewöhnlichen Deichschleusen sind Entwässerungsschleusen, welche den Wasserzügen (kleineren Flüssen oder Entwässerungskanälen) der bedachten Niederung freien Abflufs durch den Deichkörper bei niedrigerem Aufsenwasser gewähren, dagegen das höhere Aufsenwasser mittels beweglicher, an dem äußeren Ende der Schleuse angeordneter Thore oder Schützen zurückhalten oder „kehren“. An ihrer Binnenseite sind sie in der Regel mit Schützen u. s. w. versehen, um in trockener Jahreszeit die Entwässerung unterbrechen, also das Binnenwasser anstauen zu können. Sofern Dünen an Stelle der Deiche vorhanden sind, werden die Entwässerungsschleusen in seltenen Fällen auch in Dünen¹⁾ erbaut.

Die Deichschleusen bilden einen Teil der Entwässerungseinrichtungen eines Abwässerungsverbandes (Sielverbandes, Sielacht) und werden daher von den Besitzern der beteiligten Grundstücke erbaut und unterhalten, sowie einer regelmäfsigen Schauung auf Grund der Genossenschafts-Statuten oder der Deich- und Sielordnung unterworfen. Sie dürfen die Sicherheit des Deiches zu keiner Zeit gefährden, weshalb auch Veränderungen an den Anlagen, Abdämmungen u. s. w. nur mit Genehmigung der Aufsichtsbehörde auszuführen sind.

Die Deichschleusen kommen sowohl in Flufsdeichen als in Seedeichen vor. Die Wirksamkeit der ersteren ist insofern wesentlich verschieden von derjenigen der Entwässerungsschleusen in den Seedeichen, als sie längere Zeit, mitunter monatelang, während der lange andauernden hohen Oberwasserstände geschlossen bleiben, um dann wieder monatelang während der niedrigen und mittleren Wasserstände des Flusses geöffnet zu sein. Bei den Abwässerungsschleusen der Seedeiche findet dagegen durch die Flut und Ebbe zweimal täglich in Zwischenräumen von etwa 12 $\frac{1}{2}$ Stunden (einer „Tide“) ein Ansteigen und Fallen des Aufsenwassers und dadurch ein Schliefsen und Öffnen der-

¹⁾ Die Katwyker Schleusen in der Provinz Holland bieten ein hervorragendes Beispiel dieser Art; vergl. § 13 und T. II, F. 1—6. Auch die auf T. IV, F. 1—4 dargestellte Abwässerungsschleuse befindet sich in den Dünen der holländischen Provinz Seeland, unweit Wielingen.

selben statt. Nur ausnahmsweise, falls nämlich das Abfließen der Ebbe durch Stürme erheblich beeinträchtigt wird, bleiben auch die Seedeichschleusen während mehrerer Tiden zum Nachteil der entwässernden Grundstücke geschlossen.

Im Flutgebiete der Nordsee werden die Deichschleusen gewöhnlich Siele genannt; namentlich bezeichnet man die bedeckten Deichschleusen mit diesem aus dem Holländischen stammenden Namen.²⁾ Man gebraucht denselben aber auch, wie in nachstehendem nicht selten geschehen ist, für die anderen Deichschleusen. Ferner heißt der Hauptentwässerungskanal, in welchen die übrigen Wasserzüge einmünden und welcher oft auch das von der Geest kommende fremde Wasser aufnimmt, das Binnensieltief, Binnentief, Binnenfleet oder die Wettern, sowie die Verlängerung desselben zwischen dem Siele und dem Recipienten (dem Flusse oder Meere) das Aufsensieltief, Aufsentief oder Aufsensfleet. Bei größeren Abwässerungsverbänden münden in das Hauptbinnentief die Nebentiefe; die kleineren Abwässerungszüge oder Gräben werden auch Zuggräben oder Zugschlöte genannt.

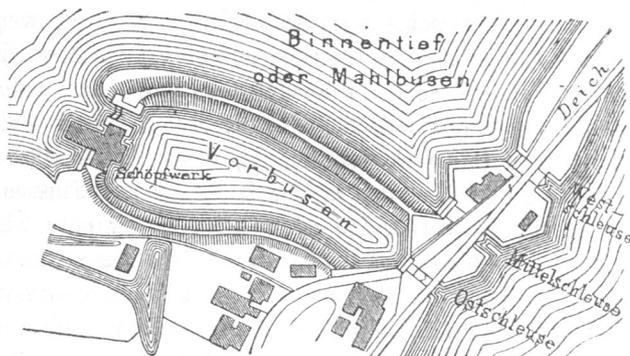
Deichschleusen kommen nicht allein in den Hauptdeichen, sondern auch in den Sommerdeichen vor, in denen sie jedoch einfacher und leichter erbaut werden können. Ferner finden sie sich in den Binnendeichen, Schutzdeichen, Verwallungen und Kaje-deichen, welche zuweilen das Abwässerungsgebiet der Marsch vor dem fremden Wasser der hinterliegenden Moor- oder Geestländereien schützen, oder welche die niedrigen Teile von den höher gelegenen Teilen der Niederung trennen. Im ersteren Falle darf das von den weniger wertvollen Moor- und Geestgrundstücken kommende Wasser nur so lange den Entwässerungszügen der Marsch zufließen, als diese unter jenem fremden Wasser nicht leidet; hat der Wasserstand in der Marsch eine bestimmte, auf Recht oder Vereinbarung beruhende Höhe erreicht, so wird die Schleuse geschlossen. Der letztere Fall kommt vorwiegend in den Seemarschen vor; die Tiefe und Zuggräben der niedriger gelegenen Teile der Marsch münden nicht frei, sondern mittels kleiner, durch Thore oder Klappen selbstthätig verschlossener Siele (in den Elbmarschen „Schüttels“ genannt) in die größeren Wasserzüge ein, um die höheren Wasserstände der letzteren von den niedrigen Grundstücken in ähnlicher Weise zurückzuhalten, wie das Hauptziel das höhere Aufsen- von dem niedrigeren Binnenwasser kehrt.

Bei sehr tiefer Lage der eingedeichten Niederung kann zuweilen die natürliche Entwässerung überhaupt nicht oder nur während eines so kurzen Zeitraums erfolgen, daß sich die Erbauung besonderer kostspieliger Siele nicht lohnt und es vorteilhafter erscheint, die Schöpfmaschinen auch während des niedrigeren Aufsenwassers im Betriebe zu erhalten. Letzteres kommt jedoch verhältnismäßig selten vor; in der Regel werden auch bei der künstlichen Entwässerung mittels Schöpfmaschinen Siele neben den letzteren erbaut, sofern die natürliche Abwässerung während einiger Zeit in jedem Jahre noch möglich ist. Bildet die künstlich zu entwässernde Fläche einen Teil des Abwässerungsgebiets, von dessen fremdem Wasser sie durch einen Ringdeich getrennt ist, so liegen Schöpfmaschinen und Siele unmittelbar nebeneinander in diesem Ringdeiche. Wird die ganze Niederung künstlich entwässert, so liegen sie in dem Deiche, welcher die Fläche vor den höheren Wasserständen des Recipienten schützt; besitzt letzterer dagegen einen erheblichen Flutwechsel, ist mithin ein Vorbussen angelegt, auf welchen die Schöpfmaschine das Wasser hebt, so ist nicht allein zwischen Vorbussen und Recipienten un-

²⁾ In einigen Marschen, z. B. an der ostfriesischen Küste, sagt man der Siel, üblicher ist jedoch das Siel.

bedingt ein Siel erforderlich, sondern es ist, damit letzteres in günstiger Jahreszeit ohne die Thätigkeit der Schöpfmaschine zum Zuge gelange, auch ein Siel zwischen Binnentief (Mahlbusen) und Vorbusen hinzuzufügen. Ein Beispiel giebt Fig. 1, welche die Schöpfanlage bei Halfweg, zwischen dem Umfangskanal des Haarlemer Meeres und dem Y darstellt; zwei Siel (die Westschleuse und die Mittelschleuse) befinden sich im Aufsendeiche zwischen Mahlbusen und Recipienten, zwei Siel zwischen Vorbusen und Recipienten beziehungsweise Mahlbusen.

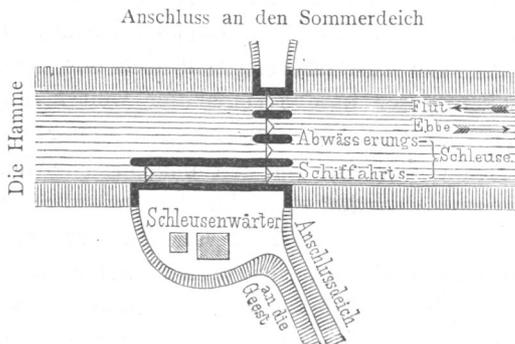
Fig. 1. Schöpfanlage bei Halfweg.



Ausnahmsweise kommt es auch vor, daß nur den höheren Sommerfluten, welche die Ernte vernichten würden, der Eintritt in einen Wasserlauf mittels Schleusen gewehrt wird, während die Winterfluten behufs der Überschlickung der Grundstücke Einlaß finden.

Ein Beispiel dieser Art bietet die in der Hamme, einem schiffbaren Nebenflusse der Weser, ausgeführte Schleusenanlage, Fig. 2.³⁾ Dieselbe besteht aus drei offenen Schleusen von je 7,3 m Lichtweite, getrennt durch 3,5 m starke, sich über das höchste Wasser erhebende Mittelpfeiler, s. F. 12, T. II; die Stemmthore öffnen sich nach außen und halten in der Zeit vom 1. April bis 20. Oktober alle höheren, für die Entwässerung der oberhalb gelegenen Niederung nachteiligen Fluten zurück, während in der übrigen Zeit die Fluten frei einzudringen vermögen. Der Schiffahrtsbetrieb wird durch eine Kammerschleuse vermittelt, falls die Thore der Stauschleuse während der Sommerzeit bei höheren Fluten geschlossen sind. An das Bauwerk schliessen sich zu beiden Seiten Deiche bis zum Sommerdeiche am linken Ufer bezw. bis zur rechtsseitigen Geest, so daß die Schleusenanlage gewissermaßen in einem über den Fluß fortgeführten Sommerdeiche liegt.

Fig. 2. Schleusenanlage in der Hamme.



Die Siel sind als notwendiges Zubehör der Deiche ebenso alt wie diese. An der norddeutschen Küste soll das älteste Siel an der Jade bei Briddewarden⁴⁾ schon im Jahre 970 erbaut und 1218 fortgerissen sein, doch werden die meisten älteren Bauwerke dieser Art an der deutschen und holländischen Nordseeküste im 12. und 13. Jahrhundert errichtet sein; bei der Erneuerung ist behufs der Wiederbenutzung der Sieltiefe gewöhnlich das neue neben dem alten Siel hergestellt.

§ 2. Einlaß- und Schiffahrts-Deichschleusen. Einlaß- oder Bewässerungsschleusen kommen oberhalb der Flutgrenze in den Hauptdeichen der Flüsse, abgesehen von den Kolmationsschleusen der Gebirgsflüsse, nur selten vor, doch erscheint ihre Anlage für die Überschlickung und Anfeuchtung, sowie für die Erhöhung der zu niedrigen Grundstücke in vielen Flufsmarschen dringend erwünscht, vergl. Kap. XI. Von den

³⁾ Mitteilung von H. Tolle in der Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1878.

⁴⁾ Frese. Ostfriesland und Harlinger Land. Aurich 1796.

Entwässerungsschleusen der Flufsdeiche unterscheiden sie sich namentlich durch die äußere Verschlussvorrichtung, welche stets aus Schützen besteht, weil diese die Möglichkeit gewähren, das Einlassen des Wassers beliebig regeln, namentlich auch jederzeit unterbrechen zu können.⁵⁾

Die Einlafsschleusen müssen in der Regel wegen des Gefälles der Marsch am oberen Ende jedes Abwässerungsgebietes erbaut werden, während die Entwässerungs- oder Auslafsschleusen aus Vorflutrücksichten am unteren Ende derselben liegen. Die beiden Zwecke der Be- und Entwässerung lassen sich deshalb nur dann zweckmäßig in demselben Bauwerke vereinigen, wenn das Abwässerungsgebiet eine geringe Längenerstreckung und Neigung in der Richtung des Flusses besitzt oder in diesem nur ein geringes Gefälle vorhanden ist und wenn nur eine Überstauung, nicht aber eine Überströmung desselben beabsichtigt wird. Da die letztere aber wegen der Erneuerung des Wassers ungleich wirksamer ist, so verdienen getrennte Bauwerke, eine Einlafsschleuse am oberen, eine Auslafsschleuse am unteren Ende, im allgemeinen den Vorzug. Zuweilen übt auch die Beschaffenheit des Wassers, der Gehalt an wertvollen Sinkstoffen, einen Einfluß auf die Lage der Bewässerungsschleusen aus. Bei Sommerdeichen finden sich die Einlafsschleusen häufiger, um auch solchen Winterwasserständen, welche die Krone des Sommerdeiches nicht erreichen, Einlaß zu gewähren. Auch sie werden zweckmäßig am oberen Ende und zwar ähnlich den Deichdurchfahrten, also in der Sohle nur bis zum Terrain reichend, eingerichtet, während am unteren Ende eine ebenso konstruierte Auslafsschleuse einer größeren Wassermasse den Auslaß gewährt; unabhängig von dieser letzteren kann das gewöhnliche Entwässerungssiel, als „Grundsiel“ bis zur Sohle des Entwässerungskanals reichend, in geringerer Weite erbaut werden.

Die Entwässerungsschleusen der Seedeiche werden dagegen zum Einlassen von Aufsenwasser in das Binnentief weit häufiger als Flufsdeich-Siele benutzt und müssen dann mit Verschlussvorrichtungen (Thoren, Klappen oder Schützen) an der Binnenseite versehen werden, um das eingelassene Wasser zurückhalten zu können. Behufs des Einlassens werden entweder die äußeren Verschlussvorrichtungen (Thore, Klappen) ganz geöffnet, sodafs die Flut vollen Eintritt findet, oder es werden die Thore mit Schützen versehen und letztere geöffnet, was zwar weniger wirksam, aber weit sicherer ist, da das Einlassen jeden Augenblick unterbrochen werden kann, falls dies aus irgend einem Grunde, z. B. wegen des Bruches einer Verwallung, notwendig werden sollte. In den niederländischen und schleswig'schen Seedeich-Sielen sind Schützen nicht selten auch hinter den äußeren Thoren angeordnet, welche diese unterstützen, aber hauptsächlich zum Einlassen und Anstauen des Wassers dienen.

Zweck des Einlassens ist:

- a. die Überstauung der moorigen und bruchigen Niederungen, welche sich oberhalb der sogenannten Seegrenze (Grenze des Salzwassers) oft finden, mit schlickreichem Wasser, welches bei der Flut ein- und bei der Ebbe ausgelassen wird. Soll nur ein als Grünland (Wiese oder Weide) zu benutzender Teil des Abwässerungsgebietes überstaut werden, so kann das zu demselben führende

⁵⁾ In den „Fortschritten im Meliorationswesen“ von A. Hefs (Leipzig 1892) sind auf S. 21 und 24 zwei massive Einlafsschleusen veröffentlicht, welche in dem Deiche der mittleren Weser in neuerer Zeit erbaut worden sind. Die eine derselben besitzt drei Öffnungen von je 3,3 m Weite, doch ist jede Öffnung wieder durch drei feste eiserne Docks in vier Teile zerlegt; die schmalen hölzernen Schützen werden durch Schrauben gehoben; die Schwelle ist 0,4 m unter Null des Pegels gelegt, um auch bei niedrigen Wasserständen der Weser Wasser einlassen zu können.

Binnentief eingewallt und durch kleine, in den Wällen angelegte Siele mit selbstthätigen Verschlussvorrichtungen (Thoren oder Klappen) das Eindringen des Wassers in die sonstigen Zuggräben verhütet werden. Da jedoch bei einem solchen Verfahren mehrere Tiden erforderlich sind, um eine gröfsere Fläche vollständig zu überstauen, so leidet leicht die Abwässerung des übrigen Theiles des Abwässerungsgebietes, weshalb gewöhnlich besondere kleine Siele, sogenannte Schlickpumpen, im Hauptdeiche angelegt werden, deren Thore oder Klappen behufs des Einlassens ganz geöffnet werden und welche auch zur Ableitung des Bewässerungswassers dienen; durch Bedeichung des betreffenden Sieltiefes, sowie der aufzuschlickenden Grundstücke ist gegen eine Verbreitung des Wassers auf andere Grundstücke oder in andere Gräben zu sorgen;

- b. die Erhöhung des niedrigen Wasserstandes in der Marsch zur Zeit der trockenen Sommermonate im Interesse der Grundstücke, der Schifffahrt, der Viehtränke oder der sonstigen Haus- und Wirtschaftszwecke; besonders wichtig ist die Beschaffung guten Trinkwassers für das weidende Vieh in den ausgedehnten Viehweiden der Marschen.⁶⁾ Auch dies kommt, da salziges Wasser hierbei nicht brauchbar ist, nur oberhalb der Seegrenze vor;
- c. die Hebung des Wasserstandes im Binnentiefe, um durch plötzliches Ablassen desselben zur Zeit der niedrigen Ebbe einen kräftigen Spülstrom im Aufsentief hervorzurufen und dieses, erforderlichenfalls unter Zuhilfenahme eines sogenannten Sielpflugs, von den Schlickablagerungen zu reinigen. Letzteres kommt am häufigsten und zwar sowohl unter- als oberhalb der Seegrenze vor; die untere Strecke des Binnentiefs wird dann oft mit Verwallungen (Kajedeichen) versehen, durch welche die übrigen Wasserzüge mittels kleiner Siele eingeleitet werden, damit das eingelassene Wasser nicht in dieselben und auf die niedrigen Grundstücke dringe; besonders mufs das Eindringen des Salzwassers in die Zuggräben in Rücksicht auf das weidende Vieh vermieden werden. Ferner mufs an demjenigen Punkte des Binnentiefs, bis zu welchem das eingelassene Wasser treten soll, ein durch Thore zu verschließendes Schützwerk (ein sogenanntes Verlaaat, T. I, F. 16—18) gebaut werden, um die Anfüllung des entfernt vom Siele liegenden Theiles des Binnentiefs, welcher wegen des Gefällverlustes weniger kräftig spülen würde, zu verhindern. Bei zu tiefer Lage des Siels kann selbst in demselben und namentlich unmittelbar vor den Thoren eine so starke Verschlickung eintreten, dafs ein öfteres Spülen des Siels im Interesse der sicheren Bewegung der Thore oder Klappen notwendig erscheint.

Die unter b. und c. genannten Zwecke werden auch oft durch Ansammlung des Binnenwassers ohne Einlassen des Aufsenwassers dadurch erreicht, dafs die an der Binnenseite des Siels angeordneten Thore (die sogenannten Ebbethore), Schützen oder Klappen zeitweise geschlossen werden.

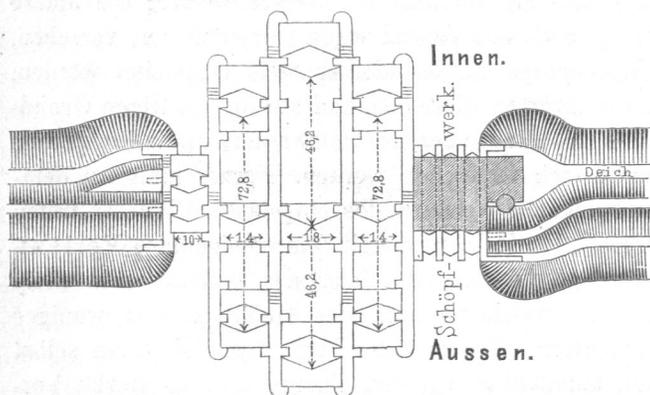
Schifffahrts-Deichschleusen. Wird Schifffahrt auf den Sieltiefen getrieben, so mufs das Siel den Durchgang der Fahrzeuge während derjenigen Zeit, wo Binnen- und Aufsenwasser in offener Verbindung stehen, gestatten; die Schiffe sammeln sich aufsen und binnen vor dem Siele, indem die Sieltiefe daselbst erweitert und auch wohl mit Bohlwerken oder Kaimauern behufs leichteren Löschens und Ladens versehen sind.

⁶⁾ Ein Beispiel dieser Art bildet das unweit Bremen von Bücking erbaute Siel. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 363.

In den Niederlanden bildet die Vereinigung der Schifffahrt mit der Entwässerung sogar die Regel; beispielsweise besitzt die 294000 ha große Niederung der Provinz Friesland, deren Binnenkanäle (Busen) mit einer Oberfläche von 27200 ha wohl diejenigen aller übrigen Niederungen des Landes übertreffen, 14 teils offene, teils überdeckte, im Seedeiche gelegene Siele von zusammen 91 m Weite, von denen nur drei ausschließlich der Entwässerung dienen.

Ist die Schifffahrt von größerer Bedeutung, nimmt also das Binnentief mehr den Charakter eines Schifffahrtskanals an, so wird auch wohl an Stelle des Siels eine Kammer- oder Schleuse, welche zugleich die Entwässerung der Niederung zu besorgen hat, ausgeführt. Eine solche findet sich z. B. am preussischen Niederrhein unweit der Stadt Cleve.⁷⁾ Die Entwässerung findet dann gewöhnlich durch die für diesen Zweck möglichst groß angelegten Schützöffnungen der Thore oder durch Kanäle in den Seitenmauern statt, zuweilen aber auch nach Öffnen beider Thorpaare durch die volle Weite der Schleuse; ein Beispiel hierfür bildet die 7,8 m weite Kammer- und Entwässerungsschleuse für das holländische Rheinland zu Spaarndam. An der See kommen jedoch Kammer- oder Schleusen, welche zugleich als Entwässerungsschleusen dienen, höchst selten vor. Gewöhnlich ist bei lebhafter Schifffahrt eine auch zur Entwässerung dienende offene Deichschleuse ohne Kammer vorhanden und es wird der Wasserstand im Binnentief nur bis zu dem für die Schifffahrt erforderlichen Wasserstande gesenkt, die Abwässerung somit durch Schließen der Binnenthore unterbrochen, sobald jener Normalstand eingetreten ist. In den Nieder-

Fig. 3. Schleusenanlage unweit Amsterdam.



landen finden sich aber auch oft besondere Entwässerungsschleusen neben den für die Schifffahrt dienenden Kammer- oder Schleusen, während derartige Anlagen in den deutschen Niederungen nur selten anzutreffen sind. Ein hervorragendes Beispiel dieser Art sind die beiden Schleusenanlagen, welche den auch als Entwässerungskanal dienenden Amsterdamer Nordseekanal westlich gegen die Nordsee und östlich gegen die Süder-

see abschließen. Eine in den Dünen bei Ymuiden gelegene Anlage besteht aus zwei Kammer- oder Schleusen, sowie einer offenen Entwässerungsschleuse und ist im XIV. Kapitel besprochen; bei der anderen im Abschlussdeiche der Südersee erbauten Anlage, Fig. 3, befindet sich an der einen Seite der drei Kammer- oder Schleusen gleichfalls eine offene Entwässerungsschleuse, an der anderen Seite eine Schöpfmaschinenanlage mit Centrifugalpumpen. Letztere wird in Thätigkeit gesetzt, sobald die beiden je 10 m weiten Entwässerungsschleusen den Binnenwasserstand wegen zu hoher Außenwasserstände nicht genügend, d. h. bis 0,5 m unter A. P., zu senken vermögen.

Eine Verbindung der Schifffahrt mit der Entwässerung führt leicht zu Nachteilen für den einen oder anderen Zweck, da die Schifffahrt infolge der sich mit der Zeit steigenden Anforderungen des Verkehrs größere Wassertiefen, mithin, falls die Sohle

⁷⁾ Schlichting. Deiche am Niederrhein. Zeitschr. f. Bauw. 1881.

der Schleusen nicht gesenkt werden kann, eine Hebung des Binnenwasserstandes erstrebt, während die Landwirtschaft mit der zunehmenden Kultur vielfach eine Senkung des Binnenwasserstandes fordert. Wo beide von großer Bedeutung sind, wird sich deshalb eine Trennung der Entwässerungs- von den Schifffahrtsanlagen empfehlen. Dies ist namentlich im Flutgebiet der Fall, wo die größeren Schiffe die Schleuse in der Regel nur bei der Flut zu erreichen vermögen, sodafs dieselben die nicht mit einer Kammer verbundene Deichschleuse um so eher passieren können, also einen um so geringeren Zeitverlust erleiden, je höher der Binnenwasserstand gehalten wird, was den Interessen der Entwässerung zuwiderläuft. Ein gemeinsames Aufsentief ist jedoch erwünscht, weil die durch die Entwässerung bewirkte Strömung das Fahrwasser freihält. Beispielsweise ist für die Stadt Emden, welche früher mit der Ems durch das Aufsentief mehrerer Siele in Verbindung stand, eine solche Trennung vorgenommen worden. Das alte lange Binnentief wird nur noch als Schifffahrtskanal benutzt, in demselben wird durch die Nesserlander Schleuse der gewöhnliche Flutspiegel gehalten, während für die Entwässerung ein besonderes Siel (T. III, F. 1) bei der Knock, einem am Dollart weiter unterhalb gelegenen Punkte, woselbst das Aufsentief eine sehr geringe Länge erhält, gebaut worden ist. In den Niederlanden wird der Schifffahrt auf den Binnentiefen eine solche Bedeutung beigelegt, dafs der Wasserstand im Binnentiefe in einer Höhe gehalten wird, bei welchem oft nur die höheren Grundstücke in natürlicher Weise abwässern können, während die niedrigeren Grundstücke ihre Abwässerung mittels Schöpfmaschinen erhalten müssen. In den deutschen Niederungen ist dagegen die Schifffahrt verhältnismäfsig weniger entwickelt; der Binnenwasserstand wird nach den Bedürfnissen der Landwirtschaft bestimmt.

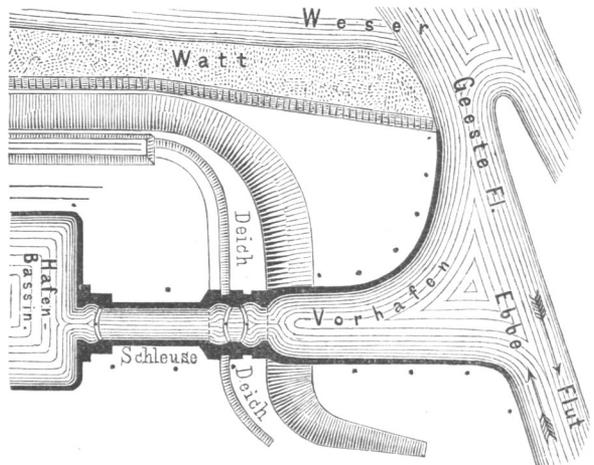
Sind Hafenbecken in Flutgebieten hinter dem Deiche in der Marsch angelegt, so müssen auch die großen Dock- und Kammerschleusen, welche den Zugang zu denselben bilden und im XIV. Kapitel näher besprochen werden, in der Linie des Deiches angelegt werden, vergl. Fig. 4 (Situation der Hafenschleuse zu Geestemünde). Da jene Becken den Hochwasserstand (gewöhnlichen Flutspiegel) halten, während die gewöhnlichen Deichschleusen an der Binnenseite einen niedrigeren Wasserstand haben, so sind die letzteren bei allen Sturmfluten oder auferordentlich hohen Wasserständen einem weit größeren Drucke des Außenwassers ausgesetzt.

§ 3. Lage der Siele. Die Lage der Siele wird beeinflusst durch die Rücksichten:

1. auf die Vorflut;
2. auf die Länge des Aufsentiefs;
3. auf Schutz gegen Strömung, Wellenschlag und Eisgang;
4. auf den Baugrund.

1. Betreffs der Vorflut ist zu bemerken, dafs Entwässerungssiele in Flufsdeichen an einem möglichst stromabwärts gelegenen Punkte der Marsch zu erbauen

Fig. 4. Hafenschleuse zu Geestemünde.



sind, weil dort naturgemäss die niedrigsten Grundstücke sich finden und bei einem genügend weiten und tiefen Binnentiefe auch ein Gewinn an Vorflut gegenüber dem Flusse zu erzielen ist. Dieser Gewinn wird namentlich dann ein beträchtlicher sein, falls es bei langgestreckten Marschen möglich ist, das Binnentief so weit abwärts zu führen, daß es in den vom Oberwasser weniger abhängigen Teil des Flusses oder in die See einmündet; in den Niederlanden kommen derartige Fälle vor. Im allgemeinen finden sich jedoch sehr langgestreckte ungeteilte Abwässerungsverbände selten, weil sich das gesamte Wasser des Verbandes bei länger andauernder Unterbrechung der Entwässerung am unteren Ende sammelt und dort ausgedehnte Überschwemmungen veranlaßt. Wollte man durch Eindeichung des Entwässerungskanals die Überschwemmung zu verhindern suchen, so würde sich das Wasser im Kanale doch zu solcher Höhe erheben, daß die Entwässerung des unteren Teiles des Gebietes dadurch sehr leicht benachteiligt werden, die Grundstücke vielleicht auch unter dem Kuverwasser des Kanales leiden würden. Niederungen, welche in der Richtung des Flusses eine grössere Ausdehnung, mithin ein erhebliches Gefälle besitzen, werden in der Regel mittels Binnenquerdeichen (erhöhte Wege) in mehrere Entwässerungsgebiete geteilt, deren Wasserstände entsprechend der Höhenlage und Kultur der Grundstücke in verschiedener Höhe normiert werden. Zieht sich, wie dies oft der Fall, ein natürlicher Wasserzug durch die ganze Niederung, so wird derselbe zu einem gemeinschaftlichen Binnentiefe ausgebildet; in den Querdeichen sind dann Entwässerungsschleusen, ausserdem auch wohl Überläufe eingerichtet, und diese Schleusen werden während der Hochwasserstände des Flusses, wo die Hauptdeichschleuse nicht wirken kann, erst bei einer bestimmten, durch Vergleiche normierten Höhe geöffnet. Beim Fehlen eines alten natürlichen Wasserzuges und falls die Anlegung besonderer Aufsentiefe nicht auf grosse Schwierigkeiten stößt, wird dagegen die Entwässerung der einzelnen Gebiete getrennt; jedes erhält seine eigene Deichschleuse. Wird das Siel auch zum Einlassen des Flufswassers benutzt, so übt dieser Umstand einen Einfluss auf seine Lage aus; es wird alsdann, sofern die Entwässerungsverhältnisse dies gestatten, nach dem oberen Ende des Gebietes zu verlegt. Falls die Entwässerung nach verschiedenen Wasserläufen erfolgen kann, so verdient derjenige den Vorzug, welcher anhaltend die niedrigsten Stände gewährt.

Bei den unmittelbar an der See gelegenen Marschen ist überhaupt kein Gefälle im Ebbespiegel der See vorhanden, während dasselbe an den Flußmündungen zu gering ist, um durch Verlegung der Deichschleuse nach einem weiter unterhalb gelegenen Punkte an Vorflut gewinnen zu können. Falls nicht etwa alte, unregelmässig gelegene sogenannte Rieden oder sonstige natürliche Wasserläufe als Entwässerungskanal benutzt werden, so liegt derselbe etwa normal zum Flusse und das Abwässerungsgebiet besitzt keine grosse Breite in der Richtung des Flusses. Es kommt auch öfter vor, daß von zwei oder mehr Abwässerungsverbänden jeder sein eigenes Siel besitzt, daß aber die Nebentiefe oder Zuggräben der verschiedenen Verbände miteinander in offener Verbindung stehen, statt, wie es die Regel bildet, getrennt zu sein. Wird dann durch Reparaturen die Thätigkeit des einen Siels unterbrochen, so findet das Wasser ohne weiteres seinen Abfluß durch das Siel des benachbarten Verbandes.

Falls sich an der See Polder hintereinander befinden, so wird der natürliche Wasserzug, durch den das ungedeichte Land bisher entwässerte, auch nach der Einpolderung als Aufsentiefe benutzt und unweit des Punktes, wo es vom neuen Deiche getroffen wird, wird das Siel erbaut. Der Schnittpunkt selbst wird gewöhnlich nicht gewählt, weil eine Begrädigung des vielfach gekrümmten Tiefes erwünscht ist und die

Entwässerung während der Bauzeit nicht gestört werden darf. Wird die Niederung theils durch Dünen, theils durch Deiche begrenzt, so wird das Siel in den Deich gelegt, da die Erdarbeiten hier die geringeren Kosten verursachen.

Auch der Umstand, daß es für die Leistungsfähigkeit des Siels sehr günstig ist, das Binnentief in der Nähe des Siels zu erweitern oder, wenn möglich, daselbst ein Bassin zu bilden, ist zuweilen maßgebend für die Wahl des Sielplatzes, falls nämlich ein größerer alter Kolk vorhanden ist, der als Becken benutzt werden kann und durch den das Binnentief geleitet wird.

Große Niederungen oder Polder entwässern gewöhnlich durch mehrere Siele und, wenn möglich, nach verschiedenen Recipienten, was nicht allein während des Umbaus eines Siels, sondern auch insofern vorteilhaft ist, als ungünstige Winde, welche die Ebbe in einem der Recipienten nicht genügend abfallen lassen, weniger störend einwirken können.

2. Länge des Aufsentiefs. Von großem Einfluß auf die Wahl des Sielplatzes ist die Länge des Aufsentiefs, welches möglichst kurz sein muß; bei den Seemarschen giebt dieser Umstand gewöhnlich den Ausschlag. Bei den Flufsmarschen versandet das Aufsentief bei jedem Hochwasser und muß, da es nicht gespült werden kann, mit großem Kostenaufwande geräumt werden. Bei den Seemarschen treten starke Verschlickungen in demselben ein; es bildet sich namentlich in niedrigen, entfernt vom Siele gelegenen Watten ein flaches unregelmäßiges Bett mit vielen Krümmungen (die größeren Rillen werden Balje, die kleineren Priele genannt), in welchem das aus dem Siele kommende Wasser nur in der letzten kurzen Ebbezeit, in der es vereinigt bleibt und mit starkem Gefälle abströmt, eine Spülung herbeizuführen vermag, während es die übrige Zeit frei über das Watt abfließt, ohne eine solche Wirkung ausüben zu können. Besonders tritt während länger andauernder, ungünstiger Winde, welche die Ebbe nicht genügend abfallen lassen, eine höchst nachtheilige Verschlickung ein; dieselbe kann sehr erheblich werden, sofern der Marsch kein fremdes Wasser zuströmt, sodaß das Siel, um das Binnenwasser nicht zu tief abfallen zu lassen, während der Sommermonate ganz geschlossen bleibt. Falls daher weite Wattflächen sich vor der Küste befinden, so sind die kleinen Siele nur an solchen Punkten möglich, wo die Aufsentiefe bald in alte, sich durch die Strömungen des Watts offen haltende Baljen einmünden können; nur ein großes Siel, welches einem größeren Abwässerungsgebiete angehört und auch viel fremdes Wasser von der Geest regelmäßig abführt, vermag durch seine Spülung ein längeres Aufsentief von der Verschlickung einigermaßen frei zu halten.

Wo in Buchten, z. B. am Dollart oder an der Ley-Bucht in Ostfriesland, infolge starker Anlandung neue Seepolder durch Eindeichung gebildet werden, ist man daher sehr oft genötigt, die Entwässerung nach dem hinter dem Hauptdeiche gelegenen Hauptbinnentiefe der älteren Marsch zu führen, damit sie durch das alte Hauptsiel stattfinde; das Aufsentief des neuen Polders würde nicht offen zu halten sein. Falls jedoch das alte Aufsentief den neuen Polder durchfließt, so wird es auch zur Entwässerung desselben unmittelbar benutzt und mittels eines Siels durch den neuen Polderdeich geführt. Die Entwässerung der alten Marsch wird durch eine solche Einrichtung sogar verbessert, da das frühere Aufsentief derselben innerhalb des neuen Polders vor Verschlickung geschützt ist und das Wasser aus der Marsch auch nach dem Zugang des Poldersiels noch nach dem Polder abfließen kann. Längere Jahre nach Aufschüttung des Polderdeichs pflegt derselbe verstüht, d. h. zum Hauptdeich erklärt zu werden; alsdann tritt auch eine Verstühtung des Poldersiels ein, sodaß es als Hauptsiel behandelt und unter Schau gestellt wird.

Um das Eintreiben des Schlickes von den Watten in das Aufsentief zu verhüten, welches namentlich im ersten Stadium der Flut erfolgt, wird längs des Aufsentiefs, an derjenigen Seite, von der das Eintreiben stattfindet, wohl ein etwa 0,6 m hoher, 4 m breiter, abgerundeter Erdwall aufgeworfen, dessen Oberfläche durch starke Strohbestückung oder Faschinenbespreitung mit Strohunterlage geschützt ist; ein Faschinendamm ist zu diesem Zweck weniger tauglich, da in demselben leicht Höhlungen entstehen, durch welche die obere, gewöhnlich bis auf 0,3 m Tiefe flüssige Wattschicht eingespült wird. Solche Dämme finden sich z. B. längs der Aufsentiefe vor den breiten Watten der ostfriesischen Nordküste. Die Strohbestückung muß alljährlich erneuert werden.

Fig. 5 u. 6. Vorstrandschleusen an der Ostsee. M. 1:200.

Fig. 5. Deichschleuse nebst Vorstrandschleuse der Probsteier Salzwiesen.

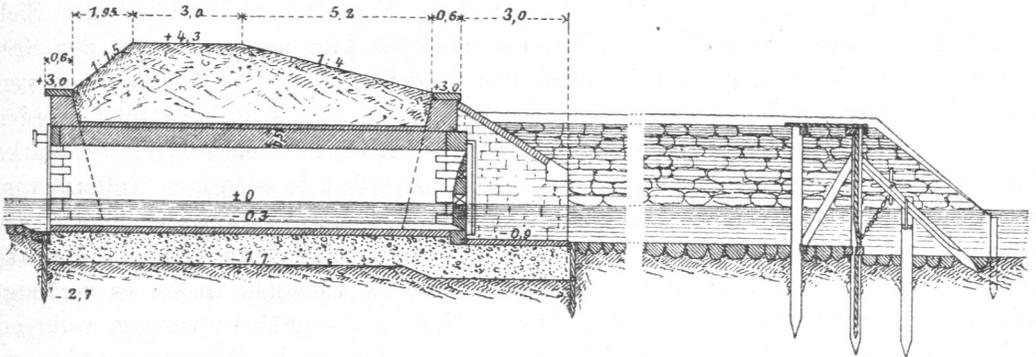
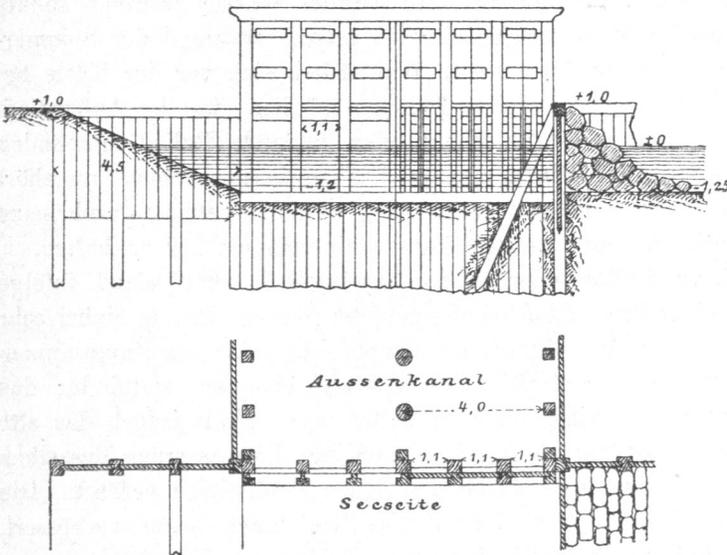


Fig. 6. Vorstrandschleuse der Klostersee-Niederung.

Ansicht von außen und Grundrifs.



An der Ostsee in der Provinz Schleswig-Holstein erfolgt die Sicherung des Aufsenkanals gegen das Eintreiben von Sand und Seetang oft durch Erdwälle, die zu beiden Seiten desselben auf ganzer Länge aufgeworfen und abgepflastert werden, wie in Fig. 5. Oder es ist der Aufsenkanal auf ganzer Länge mit hölzernen Wänden eingefasst, welche eine ihn vollkommen schützende hölzerne Decke tragen, Fig. 6. An der

Einmündung des Aufsenkanals in die Ostsee ist ferner ein Schützenwerk, eine sogenannte Vorstrandschleuse, errichtet, dessen Schützen vom Schleusenwärter bedient werden; der obere Teil desselben ist, wie in Fig. 5, auch wohl fest, während der untere Teil aus einzelnen Klappen besteht, die sich mittels einer Winde aufheben lassen. Es zeigte sich jedoch oft die Notwendigkeit, die Vorstrandschleuse in die See vorzuschieben, da sie

ähnlich einer Bühne das Auffangen des Sandes, das Nachrücken des Strandcs und die Verminderung der Wassertiefe herbeiführte.⁸⁾

3. und 4. Das Siel muß auf gutem Baugrunde und an einer Stelle erbaut werden, wo die betreffende Deichstrecke durch Strömung, Wellenschlag und Eisgang nicht übermäßig leiden kann; ein hohes, nicht abbrechendes, aber in Rücksicht auf das Aufsentief nicht zu breites Vorland ist daher erwünscht. Es bildet nämlich jedes Siel einen schwachen Punkt im Deiche, woselbst ein Durchbrechen des Wassers weit leichter als bei dem übrigen Deichkörper eintreten kann; solches erfolgt

- a. zwischen den Seitenwänden und der Erde, indem sich beim Setzen des Deichs, an welchem die gut fundierte Schleuse nicht teilnimmt, Zwischenräume zwischen der Erde und der Schleusenwand bilden;
- b. unter dem Boden, falls die Spundwände nicht die nötige Dichtigkeit oder Länge besitzen;
- c. nach Zerstörung des schwächeren, über dem Bauwerke verbleibenden Deichkörpers, welcher auch infolge der Unterbrechung der ebenen Böschungsflächen stärker angegriffen wird;
- d. nach einem Bruche der Verschlussvorrichtungen.

Um Notarbeiten in den Stunden der Gefahr leichter vornehmen zu können, sucht man die Siele in der Nähe von Ortschaften anzulegen, welche dann auch die mit der Schifffahrt verknüpften Vorteile besser genießen. Umgekehrt sind aus diesem Grunde im Laufe der Zeit neben vielen Sieleu der Seedeiche Ortschaften, welche gewöhnlich nach dem Siele genannt werden, entstanden.

§ 4. Weite und Höhenlage der Siele. Weite der Seedeich-Siele. Auf die Weite der Seedeich-Siele haben namentlich folgende Umstände maßgebenden Einfluß:

1. Die abzuführende Wassermenge, welche durch die Größe des Abwässerungsgebiets und die Niederschlagsmenge, unter Hinzurechnung des von der entfernteren Geest zufließenden Wassers, bestimmt wird, vergl. Kap. XII. Enthält die Marsch sandige Flächen, was namentlich bei dem Übergange der See- in die Flußmarschen in der Nähe der Flutgrenze, wo die lange andauernden hohen Oberwasserstände schon nachteilig einwirken, vorkommt, so ist auch Kuverwasser zu berücksichtigen. Das Quell- oder Kuverwasser tritt dort auf, wo sich sandige Schichten von der Oberfläche der Niederung bis zu einem benachbarten Gewässer unter dem Deiche fortziehen. Die Menge desselben nimmt zu mit dem Höhenunterschiede zwischen dieser Wasserfläche und der Niederung, mit der Korngröße des Sandes und der Ausdehnung der durchlassenden Schicht. In den eigentlichen Seemarschen, deren Oberfläche aus Klai, Moor, feinem Seesande oder einem Gemisch von feinem Sand mit moorigem oder thonigem Boden besteht, tritt das Kuverwasser demnach gar nicht oder nur in geringem Grade auf, während es in Poldern, deren Oberfläche zum Teil aus grobem Sand besteht oder deren Wasserzüge bis in den groben Sand eingeschnitten sind, ernste Nachteile bringen kann. Beim Haarlemermeer-Polder wurde z. B. die Menge des Quellwassers gleich einer den ganzen Polder bedeckenden Schicht von 1,1 mm täglich, bei kleineren, sehr stark unter Kuverwasser leidenden Poldern sogar zu 5 bis 10 mm täglich ermittelt.

2. Die Höhenlage der Marsch, insbesondere der niedrigsten Grundstücke derselben, durch welche (unter Berücksichtigung der Kulturart der Ländereien) der im

⁸⁾ Runde. Deichanlagen an der Ostsee. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1883, S. 463.

Binnentiefe zulässige, beim Aufgange des Siels eintretende höchste Wasserstand (Stauspiegel oder Polderpegel) bestimmt wird, welcher letztere wiederum maßgebend für die Zeitdauer der Ausströmung oder des sogenannten Siel- oder Schleusenzuges innerhalb einer Tide ist. Das Siel öffnet sich, sobald die Ebbe bis zu diesem Wasserstande abgefallen ist, mithin um so früher, je höher derselbe liegt; es erfolgt eine allmähliche Senkung des Binnenwassers, bis dasselbe seinen tiefsten Stand etwa zur Zeit des niedrigsten Außenwassers erreicht hat. Mit dem Wiedereinsetzen der Flut tritt gewöhnlich auch ein geringes Ansteigen des Binnenwassers ein, bis dasselbe den sogenannten Binnen-Ebbespiegel erreicht hat, d. i. wieder in gleicher Höhe mit dem ansteigenden Außenwasser steht und die Entwässerung unterbrochen, die Verschlussvorrichtung geschlossen wird. Der Binnen-Ebbespiegel wird hauptsächlich beeinflusst durch den Niedrigwasser- oder Ebbespiegel außen vor dem Siele, daneben aber auch durch die Entwässerungszüge der Marsch, ob sie eng und langgestreckt sind oder weite Wasserflächen nahe am Siele enthalten. Die Wassermenge, welche während des geschlossenen Zustandes des Siels dem Binnentiefe aus dem Abwässerungsgebiete zufließt, hebt den Binnen-Ebbespiegel wieder allmählich zum Stauspiegel und ist also gleich dem von diesen beiden Wasserständen begrenzten kubischen Inhalte der Wasserzüge. Je tiefer die Grundstücke und der durch dieselben bestimmte zulässige Stauspiegel liegen, um so kürzer ist die Abwässerungszeit, um so größere Durchflußquerschnitte muß also das Siel gewähren und um so weiter müssen bei dem geringen Höhenunterschiede zwischen Stau- und Ebbespiegel die Wasserzüge sein, damit die Wassermenge trotz der längeren Zeit des geschlossenen Siels von ihnen gefaßt werden könne. Dieser ungünstige Zustand der tiefgelegenen Grundstücke mit niedrigem Binnenstande wird noch dadurch verschlechtert, daß das Siel bei Ebben, welche wegen widriger Winde oder hohen Oberwassers nicht bis zur gewöhnlichen Tiefe abfallen, nicht selten während einiger Tiden ganz geschlossen bleibt. — Die Zeitdauer des Sielzuges wird auch oft dadurch erheblich vermindert, daß der Ebbespiegel des Binnentiefs im Interesse der Schifffahrt nur bis zu einer gewissen Tiefe gesenkt wird, indem die Ebbethore bei dem Eintritt dieses Standes, also noch während der Ebbe, geschlossen werden; in den Niederlanden bildet dieses Verfahren bei den Binnentiefen der offenen Deichschleusen sogar die Regel und das Wasser der niedrig gelegenen Ländereien muß dann größtenteils mittels Schöpfanstalten in das als Busen dienende Binnentiefe gehoben werden.

Ferner haben Einfluß auf die Weite der Siele:

3. Die Länge des Aufsentiefs bzw. der in diesem stattfindende Gefällverlust, welcher namentlich bei starkem Schlickfall und breiten Wattflächen so beträchtlich wird, daß der Ebbespiegel außen vor dem Siele weit höher als im Recipienten bleibt, wodurch die Zeitdauer der Ausströmung und das in der Schleuse zur Wirkung kommende Gefälle (Druckhöhe) erheblich vermindert werden. Auch die Lage des Aufsentiefs und des Recipienten zu der Küste und den herrschenden Winden sind insofern von Einfluß, als bei ungünstigen örtlichen Verhältnissen das Außenwasser vor dem Siele oft tagelang nicht zur normalen Tiefe abfällt, während dies bei günstigen Umständen nur selten eintritt.

4. Die Tiefenlage der Schwelle, welche namentlich von der im Aufsentiefe stattfindenden Schlickablagerung, der Intensität der Abwässerung und der Möglichkeit, einen künstlichen Spülstrom zu erzeugen, abhängt. Je tiefer die Schwelle gelegt werden kann, um so geringer wird die Weite des Siels sein.

5. Der Querschnitt und die Länge der Entwässerungszüge in der Marsch. Je weiter, tiefer und kürzer dieselben sind, ein um so geringeres Gefälle verbrauchen sie bei der Zuleitung des Wassers zum Siele, eine um so größere Druckhöhe bleibt demnach für das Siele verfügbar. Ein langgestrecktes Abwässerungsgebiet, an dessen oberem Ende noch niedrige Grundstücke liegen, ist daher besonders ungünstig, dagegen ein großes Sammelbecken binnen vor dem Siele (Kolk oder erweitertes Binnentief) besonders wirksam.

Hiernach bedarf es keines besonderen Nachweises, daß Angaben, wonach auf 1 m Sielweite oder 1 qm des zwischen Binnenwasser und Schwelle entstehenden Durchflußquerschnitts eine bestimmte Fläche des Abwässerungsgebiets zu rechnen ist, nur für diejenigen beschränkten örtlichen Verhältnisse, aus denen jene Angaben abgeleitet sind, zutreffende Ergebnisse liefern können.

Hunrichs⁹⁾ rechnet für die oldenburgischen Wesersiele bei mittlerer Höhenlage der Grundstücke von 1,5—1,9 m über Aufsen-Ebbespiegel für 300 ha ein qm Durchflußquerschnitt. Buchholz¹⁰⁾ rechnet für Schleusen, deren Schwelle 0,6 m unter dem niedrigsten Wasserstande vor dem Siele liegt, auf 1 m Weite 270 ha hoher Grundstücke oder 144 ha Grundstücke bei ungünstigen Verhältnissen. Storm-Buysing giebt an, daß bei 400 Poldern die Weite für je 1000 ha = 1—9 m, durchschnittlich zwischen 2—4 m beträgt. In dem niederländischen Polder Rijnland ist sie etwa 0,5 m, in Delfland 1,2 m für 1000 ha.

Lahmeyer¹¹⁾ liefert für die Marschen der Unterelbe eine nachfolgend im Auszuge mitgeteilte Tabelle, in welcher zwar die Höhenlage der Grundstücke Berücksichtigung findet, aber die sehr unbestimmte Voraussetzung gemacht wird, daß die Schleusenschwelle mindestens 0,58 m unter gewöhnlichem Ebbespiegel liegen solle.

Größe der abzuwässernden Fläche.	Hohe Ländereien. Siel 4½ Std. offen, 8 Std. geschlossen. Druckhöhe 7,3 cm.	Mittelh. Ländereien. Siel 2½ Std. offen, 10 Std. geschlossen. Druckhöhe 6,1 cm.	Niedrige Ländereien. Siel 2 Std. offen, 10½ Std. geschlossen. Druckhöhe 4,9 cm.	Niedrigste Ländereien. Siel 1½ Std. offen, 11 Std. geschlossen. Druckhöhe 3,6 cm.
525 ha	0,63 m weit	1,0 m weit	1,24 m weit	1,95 m weit
1050 "	0,9 " "	1,5 " "	2,2 " "	3,5 " "
2100 "	1,3 " "	2,5 " "	3,8 " "	5,2 " "
3150 "	1,6 " "	3,1 " "	4,8 " "	6,3 " "

Welche Unterschiede bei benachbarten Sielen sich zeigen, geht aus der nachstehenden Tabelle von Sielen der holländischen Provinz Groningen hervor, bei denen die Schlagschwellen zwischen 0,8 m über Aufsen-Ebbespiegel bis 3,56 m unter Aufsen-Ebbespiegel liegen und auf das qm Durchflußöffnung 488 bis 2090 ha, durchschnittlich etwa 1000 ha, kommen.

Namen der Schleusen.	Weite m	Höhe der Schwelle über unter Aufsen-ebbe		Polder-Pegel über Aufsen-ebbe m	Durchflußquerschnitt unter Polder-Pegel qm	Fläche des Polders ha	Fläche f. ein qm Durchflußöffnung ha
		m	m				
1. Zoutkamp:							
1 Schiffsöffnung 9 m } 4 bedeckte Öffnungen à 5 m }	29	—	3,56	0,52	118,32	73 700	623
2. Husingo zu Zoutkamp	8	—	2,095	0,62	21,72	24 200	1114
3. Noordpolder	3,55	0,35	—	1,71	4,83	3 566	738
4. Oostpolder	4,6	0,83	—	1,89	4,88	4 925	1009
5. Vierburen	2	0,8	—	1,36	1,12	1 648	1471
6. Emskanal zu Delfzyl	10,5	—	3,18	2,12	55,65	89 100	1601
7. Duurwold	8	—	1,75	0,22	15,76	22 100	1402
8. Osterdum	4	—	0,58	0,15	2,92	1 595	546
9. Fimelschleuse	5	—	0,68	0,42	5,50	3 700	673
10. Reiderland, 2 Öffnungen à 4 m .	8	—	0,69	0,59	10,24	5 000	488
11. Neues Statensiel	8,5	—	1,72	1,28	25,5	53 300	2090

⁹⁾ Hunrichs. Deich-, Siel- und Schlingenbau. 1. Bd. Bremen 1770. (Ausführlichstes älteres Werk über Siele.)

¹⁰⁾ Buchholz. Bau hölzerner Abwässerungsschleusen. Hannover 1829.

¹¹⁾ Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover, 3. Bd. 1857.

In vielen Fällen wird der Einfluss der Schleusenweite auf die Entwässerung der Grundstücke überschätzt und deshalb die Schleusenweite mit Aufwendung übermäfsiger Kosten zu grofs gewählt, während die Gräben der Niederung nicht den entsprechenden Querschnitt bieten; der durch das weite, kostspielige Bauwerk erzielte Gewinn an Gefälle geht dann oft in mehrfachem Betrage durch die Gräben verloren. Es ist namentlich erforderlich, in den niedrig gelegenen Ländereien breite und tiefe Gräben anzulegen, welche das Wasser bei heftigem Regen, Schneeauftau, Unterbrechung der Entwässerung durch höheres Aufsenwasser, Zuströmen grofser Mengen von der Geest u. s. w. aufnehmen können. Bedeckte Siele werden nicht gern über 4 m und selten über 6 m erbaut; namentlich zieht man in Holland, wie dies auch die 1871 erbaute Schleuse, F. 1—4, T. IV mit zwei Öffnungen à 3 m beweist, für bedeckte Siele, welche nicht der Schifffahrt dienen, kleinere Weiten vor. Ist eine gröfsere Weite erforderlich, so werden mehrere durch Zwischenpfeiler getrennte Öffnungen auf gemeinschaftlichem Fundamente mit wagerechtem, durch das ganze Bauwerk sich erstreckendem Boden hergestellt, von denen die mittlere vielfach für die Schifffahrt bestimmt, deshalb weiter und höher ausgeführt, zuweilen auch als offene Schleuse erbaut wird, wie F. 14, T. II. Kleinere Öffnungen gewähren den Vorzug, dafs die Thore schmäler werden, weniger leicht versacken und sich daher schon bei geringem Überdruck öffnen, auch beim Zuschlagen geringere Erschütterungen ausüben. Ferner ist der Zusammenhang eines aus mehreren Öffnungen gebildeten Bauwerks ein gröfserer; bei schlechtem Untergrunde werden nachteilige Formveränderungen weniger leicht erfolgen. Endlich läfst sich im Notfalle leichter eine Sicherung des Bauwerks und in trockener Zeit, durch Feststellen der Thore einer Öffnung, auch eine Regulierung des Binnenwasserstandes leichter vornehmen. Statt eines Siels mit nur einer Öffnung oder mit mehreren kleinen Öffnungen werden auch wohl behufs bequemerer Ausführung von Reparaturen mehrere Siele nebeneinander mit gemeinschaftlichen Sieltiefen hergestellt; wegen der geringeren Bewegungswiderstände leistet allerdings ein Siel von 6 m Weite mehr als zwei von je 3 m Weite. Offene Siele erhalten wegen der Schifffahrt gröfsere Weiten, doch sind sie nur selten weiter als 10 m. Zu Zoutkamp, Provinz Groningen, befindet sich z. B. eine gleichzeitig für Schifffahrt und Entwässerung dienende offene Schleuse von 9 m Weite, und an jeder Seite derselben zwei überwölbte Siele von je 5 m Weite, also zusammen fünf Öffnungen. Die auf T. II, F. 14^a dargestellte Schleuse bei Husum hat eine mittlere Schifffahrtsöffnung von 7,5 m und an jeder Seite ein überwölbttes Siel von 3,1 m Weite.

Wo das Aufsientief der Verschlickung ausgesetzt ist, empfiehlt es sich, möglichst grofse Abwässerungsgebiete mit grofsen Sielen und einer kräftigen Abwässerung, welche das Aufsientief rein zu erhalten vermag und auch eine lebhaftere Schifffahrt ermöglicht, zu bilden.

Die Tiefenlage des Bodens ist zur Erzielung eines möglichst grofsen Durchflufsquerschnitts so niedrig zu wählen, als es in Rücksicht auf die Freihaltung des Aufsientiefs nur irgend möglich ist, indem die Gesamtkosten des Bauwerks verhältnismäfsig nur wenig wachsen. Wo ein starker Schlickfall stattfindet, ist jedoch grofse Vorsicht in dieser Beziehung geboten; die Freihaltung des Aufsientiefs in einer gröfseren als derjenigen Tiefe, welche sich durch die gewöhnliche Entwässerung und Spülung erzielen läfst, ist mit grofsen Kosten verknüpft; die Verschlickung kann so zunehmen, dafs sie sich bis in das Siel erstreckt und das Öffnen der Thore beeinträchtigt. In solchen Fällen wird daher eine geringere Tiefe und eine gröfsere Weite des Siels den Vorzug verdienen. Bei den Sielen der Ostsee ist das Antreiben von Sand, Gerölle und

Seetang (Seegras) zu berücksichtigen, welche Materialien stellenweise in solcher Menge bei jeder heftigeren Wellenbewegung auftreten, daß es oft der größten Anstrengung zur rechtzeitigen Entfernung derselben bedarf. Da die Beseitigung bei tiefer Lage des Siels noch schwieriger sein würde, werden die Siele in der Provinz Schleswig mit der Sohle am besten nur etwa 0,7 m unter gewöhnlichen Ostseespiegel gelegt; bei größerer Tiefe tritt leicht eine Unbeweglichkeit der Thore infolge der Versandung ein, weshalb das Binnentief auch wohl bedeiht wird, um das Wasser anstauen und zum Wegspülen des Sandes benutzen zu können.¹²⁾

Von zwei Bauwerken mit gleichen Durchflußquerschnitten, z. B. dem einen mit einer Weite von 4 m, einer Tiefe der Schwelle unter dem Binnenstauspiegel von 3 m, dem anderen mit einer Weite von 6 m, einer Schwellentiefe von 2 m, wird allerdings das tiefer liegende die größere Leistungsfähigkeit besitzen, da sich infolge der während des SIELZUGS eintretenden Senkung des Binnenstauspiegels der Durchflußquerschnitt bei dem weiteren Siele verhältnismäßig mehr als bei dem engeren vermindert. Die Tiefe der Schwelle wird jedoch in der Regel mindestens 0,5 m unter dem niedrigsten Aufsenwasser bezw. dem Ebbespiegel vor dem Siele angenommen und beträgt bei den ausschließlich der Entwässerung dienenden Sielen gewöhnlich 0,5—1 m unter diesem Wasserspiegel. Größere Seesiele, welche gleichzeitig von Schiffen benutzt werden, liegen wohl bis 3,5 m unter dem Aufsen-Ebbespiegel. Vergl. die Tabelle auf S. 13.

Höhenlage der Decke. Die Decke der hölzernen Siele wird gewöhnlich noch etwa 0,8 m über den höchsten Binnenwasserstand gelegt, um auch während desselben mit einem kleinen Kahne Untersuchungen am Siele vornehmen, die Notthore schliessen zu können u. s. w.; der Kämpfer der gewölbten Siele wird aus gleichem Grunde und um den Durchflußquerschnitt nicht zu beengen, in die Höhe jenes Wasserstandes oder wenigstens nicht erheblich tiefer gelegt. Damit die Thore nicht versacken, wird die Höhe der Siele nicht gern geringer als $\frac{2}{3}$ der Weite gewählt.

Ist die Schifffahrt von Bedeutung, so müssen auch die Weite, sowie die Höhenlage der Schwelle und Decke unter Berücksichtigung derselben bestimmt werden, namentlich muß die erforderliche Tiefe selbst bei dem niedrigsten Binnenwasser noch vorhanden sein.

§ 5. Berechnung der Sielweite. Die Rechnung allein vermag einen sicheren Aufschluß über die erforderliche Weite zu geben; es ist allerdings oft schwierig, die für eine genauere Berechnung erforderlichen Unterlagen zu beschaffen, insbesondere die Menge des zeitweise der Marsch von der Geest oder durch Kuverung zufließenden Wassers zu bestimmen; alsdann ist es zweckmäßig, die bei benachbarten, ähnlich gelegenen Sielen gemachten Erfahrungen zu berücksichtigen. Ferner empfiehlt es sich, dem gefundenen Werte noch einen Zuschlag zu geben in Rücksicht darauf, daß die seitens der Landwirte für die Kultur der Grundstücke zu stellenden Anforderungen im Laufe der Zeit erfahrungsmäßig wachsen, indem bei dem intensiveren Betriebe sowohl bezüglich des Zeitpunktes, an dem die Grundstücke im Frühjahr genügend trocken sein sollen, als auch bezüglich des Wasserstandes höhere Ansprüche als früher gestellt werden. Bei neu eingedeichten Poldern ist auch die im Laufe der Zeit durch Austrocknung entstehende Senkung der Grundstücke zu berücksichtigen.

Die Rechnung erfolgt in nachstehender Weise:

¹²⁾ Runde. Deichanlagen an der Ostsee in der Provinz Schleswig-Holstein. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1883, S. 454.

1. Es wird die dem Binnentiefe in der Sekunde zufließende Wassermenge q ermittelt, welche in den deutschen und holländischen Marschen bei günstiger Höhenlage der Grundstücke gewöhnlich unter Zugrundelegung einer in den Frühjahrsmonaten nach Abzug der Verdunstung übrigbleibenden monatlichen Niederschlagshöhe von 6 bis 12 cm oder von 2 bis 4 mm täglich = 0,023 bis 0,046 cbm f. d. qkm (100 ha) und Sekunde bestimmt wird. Diese durchschnittliche tägliche Niederschlagshöhe von 2 bis 4 mm ist allerdings gering, sodafs bei heftigem Regen leicht höhere Wasserstände in den Entwässerungskanälen während kurzer Zeit eintreten können, die jedoch nur selten Nachteile hervorrufen, da die Grundstücke selbst noch wasserfrei bleiben. Bei tiefliegenden Niederungen, deren Abwässerung ohnehin durch hohe Aufsenwasserstände oft tagelang unterbrochen wird, ist es dagegen zur Verhütung von länger dauernden und ausgedehnten Überschwemmungen erforderlich, eine gröfsere Niederschlagshöhe von 4 bis 8 mm täglich = 0,046 bis 0,092 cbm für 100 ha und Sekunde, und, falls auch Kuverwasser zu berücksichtigen ist, bis 10 mm täglich = 0,115 cbm für 100 ha und Sekunde zu Grunde zu legen. Z. B. ist von Brunings und Caland¹³⁾ für die 294000 ha grofse, nach den Binnenwasserflächen (Busen) Frieslands abwässernde Fläche die Forderung gestellt, dafs die Niederschlagsmenge des Herbstes und Winters, welche in nassen Jahren durchschnittlich 26 cm beträgt, in der Zeit vom 1. Februar bis 15. April, innerhalb deren die Siele an 50 bis 70 Tagen erfahrungsmäfsig zum Zuge gelangen, abgeführt werde; hieraus ergibt sich eine tägliche Höhe von $\frac{260}{50}$ bis $\frac{260}{70} = 5,2$ bis 3,7 mm. — Bei dem niederländischen Polder Veluwe ist von Backer¹⁴⁾ für das niedrige Weideland eine tägliche Niederschlagshöhe von 7,8 mm, für die höher gelegenen, zur Aufnahme von Wasser in dem Grabennetze geeigneten Wiesen eine tägliche Höhe von 5,2 mm gerechnet worden. — Bei den Sielen der Ostsee in Schleswig-Holstein hat Runde angenommen, dafs von der Regenhöhe der vier Monate Dezember—März = 16,8 cm, 60% in 14 Tagen, mithin täglich 7,2 mm zum Abflufs gelangen. — Lahmeyer nimmt für die Elbmarschen eine abzuführende Niederschlagshöhe von 8,1 cm monatlich = 2,7 mm täglich an.¹⁵⁾

Von Einflufs auf die Gröfse der der Berechnung zu Grunde zu legenden Niederschlagshöhe ist auch der Zustand der Binnenwasserzüge. Falls diese verhältnismäfsig breit sind, also die heftigeren Niederschläge ohne erhebliche Überschreitung des Stauspiegels aufnehmen können, so braucht auf dieselben weniger Rücksicht genommen zu werden. Das Verhältnis der von den Binnenwasserzügen eingenommenen Fläche zu der Gesamtfläche beträgt in den Niederlanden bei niedrigen Weideland-Poldern $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{15}$, bei mittelhohen Poldern $\frac{1}{25}$ — $\frac{1}{36}$, bei hohen Flächen $\frac{1}{70}$. Bei genauerer Berechnung ist das Binnentief in mehrere Längenabschnitte zu zerlegen und für jeden Abschnitt die entsprechende Wassermenge q_1, q_2, \dots nach den Flächen zu berechnen.

2. Aus dem Längennivellement und den bekannten oder vorläufig anzunehmenden, nach dem Siele hin sich möglichst erweiternden Querprofilen des Binnentiefs ist der Stauspiegel zu bestimmen; derselbe wird je nach der Kulturart und unter Berücksichtigung des etwa in den Zuggräben verbrauchten Gefälles 0,3 bis 1 m unter den nied-

¹³⁾ Memorie over den toestand van den binnenlandschen waterstaat in de provincie Friesland, door C. Brunings en P. Caland. Leeuwarden 1871.

¹⁴⁾ Rapport met ontwerp eener verbeterde afwatering van het polderdistrict Veluwe, door W. J. Backer. Leiden 1881.

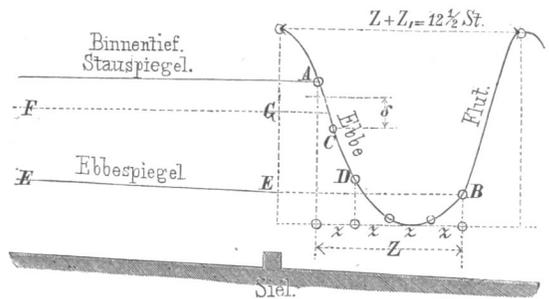
¹⁵⁾ Notizbl. des Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1854.

rigsten Grundstücken¹⁶⁾ angenommen und von diesen ausgehend das Gefälle desselben für jeden Abschnitt des Binnentiefs berechnet. Da sich der Stauspiegel bei geschlossenem Siele bildet, so ist die Wassermenge am Siele gleich Null und wächst nach oberhalb allmählich bis zum konstanten Zuflufs q im oberen Abschnitte; das Gefälle ist daher in der unteren Strecke höchst gering und nimmt nach oberhalb allmählich zu. Die Rechnung wird entweder nach den Gesetzen über ungleichförmige Bewegung, vergl. Kap. III, geführt oder, indem von der Differenz der lebendigen Kräfte am Anfange und Ende jedes Abschnitts abgesehen, also die Bewegung als gleichförmig angesehen wird, mittels der einfacheren Gleichung $h = \frac{q^2 l p}{c^2 F^3}$, wobei die durchschnittlichen Werte jedes Abschnitts eingesetzt werden.

3. In derselben Weise ist der Ebbespiegel des Binnentiefs zu berechnen. Man nimmt denselben am Siele vorläufig in derjenigen Höhe an, in welcher mutmaßlich der Zugang der Thore erfolgen wird, d. h. gewöhnlich 0,2 bis 0,4 m über dem niedrigen Ebbespiegel aufsen vor dem Siele, und ermittelt alsdann abschnittsweise nach den obigen Formeln das Gefälle, welches zur Abführung der im letzten Stadium des Sielzugs allein in Betracht kommenden konstanten Zuflufs menge $q_1 q_2 \dots$ erforderlich ist.

4. Sodann ist die Flutkurve des Aufsenwassers unmittelbar vor dem Siele zu zeichnen, wobei es sich empfiehlt, weniger tief abfallende Flutkurven, wie sie gerade in den für die Entwässerung besonders wichtigen Frühjahrsmonaten bei ungünstigen Winden vorkommen, nach Beobachtungen zu Grunde zu legen. Aus dieser Flutkurve ist die Zeit Z (zwischen den Punkten A und B der Fig. 7), während welcher das Siele geöffnet ist, sowie die Zeit Z_1 , während welcher es geschlossen ist, zu bestimmen und sodann zu ermitteln, ob die während der letzteren Zeit am Abflusse gehinderte Wassermenge $Z_1 \cdot q$ zwischen dem Stau- und dem Ebbespiegel des Binnentiefs sowie der übrigen Wasserzüge (Zuggräben) gefasst werden kann.

Fig. 7.



5. Hiernach ist unter Zugrundelegung eines vorläufig anzunehmenden Sielquerschnitts zu berechnen, ob das Siele gut im Stande ist, während der Zeit Z nicht allein die innerhalb derselben zufließende Wassermenge Zq , sondern auch die vorher angesammelte Menge Z_1q , mithin zusammen $(Z + Z_1)q$ abzuführen. Zu dem Ende wird die Zeit Z in eine gröfsere Anzahl von Teilen \approx (z. B. = $\frac{1}{2}$ Stunde) geteilt und die Annahme gemacht, dafs der Aufsenwasserstand während jeder Periode \approx konstant in derjenigen Höhe sei, in welcher sich derselbe in der Mitte derselben befindet, dafs er also nach dem Verlaufe der Zeit \approx plötzlich zu dem mittleren Stande der folgenden Periode \approx abfalle. Für das Binnenwasser wird gleichfalls die Annahme gemacht, dafs dasselbe während der Zeit \approx in derjenigen Höhe konstant bleibe, welche es in der Mitte derselben hat, indem dieser mittlere Wasserstand vorläufig geschätzt und nötigenfalls nachträglich ge-

¹⁶⁾ Bei den tiefliegenden niederländischen Poldern wird gewöhnlich angenommen, dafs der Stauspiegel

mindestens	0,3 m,	höchstens	0,5 m	unter Weideland,
"	0,3 m,	"	0,75 m	" Grasland,
"	0,5 m,	"	1,25 m	" Ackerland

gelegten ist.

ändert werden muß. Während der einzelnen Perioden z wird die Druckhöhe, d. h. die Höhendifferenz δ zwischen dem mittleren Binnen- und dem mittleren Außenwasser demnach konstant angenommen, wobei dieselbe am Anfange und Ende des Sielzugs am kleinsten und etwa nach Verlauf einer Zeit $\frac{Z}{3}$ nach dem Aufgange des Siels bis zum Wiedereinsetzen der Flut am größten ist; es hängt dies namentlich von der Beschaffenheit der Binnenwasserzüge, insbesondere von dem Vorhandensein weiter, nahe am Siele gelegener Wasserflächen ab. Aus dieser Druckhöhe δ ist die Wassermenge Q für die Sekunde zu berechnen, indem das Siel als unvollkommener Überfall angesehen wird, sodafs nach Dubuat in der Sekunde

$$Q = \mu b \left(\frac{2}{3} \delta + t \right) \sqrt{2g(\delta + h)}, \dots \dots \dots 1.$$

worin bezeichnen: b Lichtweite des Siels, t Höhe des Außenwassers über der Schlagschwelle, und zwar beide im engsten Profile gemessen, $g = 9,81$ m, μ Ausfluskoeffizient, welcher bei Sielen mit glatten Wänden, schrägen Flügeln, überhaupt günstigen Ein- und Auslaufverhältnissen und geringen Bewegungswiderständen = 0,85 bis 0,95, bei Ständer-sielen und Sielen mit weniger günstigen Ein- und Auslaufverhältnissen = 0,7 bis 0,85 und bei besonders ungünstigen Verhältnissen = 0,6 bis 0,7 anzunehmen ist.¹⁷⁾ h bezeichnet die Geschwindigkeitshöhe des zufließenden Wassers

$$= \frac{v^2}{2g} = \frac{Q^2}{2g B^2 (t + k + \delta)^2},$$

falls B mittlere Wasserbreite im Binnentiefe, gewöhnlich $2b$ bis $2\frac{1}{2}b$, und k Tiefe desselben unter Schlagschwelle, gewöhnlich 0,3 m.

Auch d'Aubuisson's Formel, bei Berechnung von Brückenweiten vielfach gebraucht,

$$\delta = \frac{v_o^2 - v_u^2}{2g} = \frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{\mu^2 b^2 t^2} - \frac{1}{B^2 (t + k + \delta)^2} \right) \dots \dots \dots 2.$$

kann zur Berechnung von Q benutzt werden, sowie ferner Lesbros' Formel

$$Q = \mu b (t + \delta) \sqrt{2g(\delta + h)}, \dots \dots \dots 3.$$

in welchen der Koeffizient μ jedoch etwas kleiner als bei Anwendung der Formel 1 zu wählen ist, da die Durchflusstiefe in größerer Höhe eingesetzt worden ist. In den Niederlanden wird ferner oft die Formel

$$Q = \mu b t \sqrt{2g(\delta + h)}, \dots \dots \dots 4.$$

angewandt, bei der im Gegensatze zu der Formel 3 die Durchflusstiefe geringer, nämlich nur $= t$, gesetzt ist, weshalb der Koeffizient μ größer, in der Regel $= 1$, angenommen wird. Befindet sich ein umfangreiches Wasserbecken binnen am Siele, sodafs h vernachlässigt werden kann, so nimmt die Formel 4 die einfache Gestalt

$$Q = \mu b t \sqrt{2g\delta} \dots \dots \dots 5.$$

an, deren Maximalwert sich für $\delta = \frac{1}{3} (\delta + t)$ ergibt.

Da in einer Sekunde Q durch das Siel abfließt, q dem Binnentiefe zufließt, so erfährt die angesammelte Wassermenge eine Abnahme $z (Q - q)$, aus welcher unter Be-

¹⁷⁾ Über die Koeffizienten, welche sich aus Versuchen an den Katwyker Schleusen (F. 1—6, T. II) ergeben haben, vergleiche Verhandl. van het koningl. Inst. van Ing. Amsterdam 1853/54. S. 28, sowie Mitteilung von Oppermann in Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1866. Der Koeffizient betrug bei der Binnenschleuse mit Druckhöhen von 6—7 cm = 0,937 bis 1,147 und bei der Außenschleuse mit Druckhöhen von 17—33,5 cm = 0,858 bis 0,92.

nutzung der Querprofile der Kanäle der Wasserstand FG am Ende der ersten Periode zu berechnen ist. In gleicher Weise wird für die zweite und die folgenden Perioden z die abfließende Wassermenge und aus dieser wieder die Senkung des Binnenstandes ermittelt; bei richtiger Wahl des Sielquerschnitts muß sich der Binnenstand am Ende der letzten Periode, also beim Zugange des Siels, bis zum erstrebten Ebbespiegel gesenkt haben; bleibt derselbe in größerer Höhe, so ist der Querschnitt zu klein, fällt derselbe unter den Ebbespiegel hinab, so ist er zu groß gewählt; alsdann muß die Rechnung nach Änderung des Querschnitts wiederholt werden.¹⁸⁾

Für überschlägliche Berechnungen¹⁹⁾ verdient ein abgekürztes Verfahren den Vorzug: Es wird das arithmetische Mittel aus den während der Zeitdauer Z des Sielzugs aufsen vor dem Siele in regelmässigen Zwischenräumen beobachteten Wasserständen ermittelt und die Voraussetzung gemacht, daß dieser mittlere Stand während der Zeit Z konstant sei und auch im Siele eine konstante Druckhöhe δ verbraucht werde. Ist t die Tiefe der Sielschwelle unter jenem mittleren Aufsenwasser, Q die durchschnittlich i. d. Sekunde abfließende Wassermenge $= q \frac{(Z + Z_1)}{Z}$, so ist aus Formel 1:

$$b = \frac{Q}{\mu \left(\frac{2}{3} \delta + t\right) \sqrt{2g(\delta + h)}}$$

oder aus Formel 2:

$$b = \frac{Q \cdot B \cdot (t + k + \delta)}{\mu \cdot t} \sqrt{\frac{1}{2g\delta B^2(t + k + \delta)^2 + Q^2}}$$

Jene Druckhöhe δ ist in Rücksicht darauf, daß sie zur Zeit des stärksten Sielzugs doch noch auf etwa das Doppelte wächst, zur Verhütung von übermäßigen Geschwindigkeiten und dadurch veranlafsten Auskolkungen bei sehr hohen Grundstücken (Sielzug Z bis 9 Stunden) höchstens zu 15 cm, bei mittelhohen Grundstücken (Sielzug Z etwa 4 bis 5 Stunden) zu 7 cm, bei sehr niedrigen Grundstücken (Sielzug Z oft nur $1\frac{1}{2}$ Stunden) zu 3 cm anzunehmen. Wird die Druckhöhe zu groß gewählt, so steigert sich die Geschwindigkeit im Bauwerke zu einer für dasselbe nachteiligen Höhe; wird sie gar zu klein angenommen, was im Interesse der Vorflut ja erwünscht sein würde, so wird das Siele sehr weit, also sehr kostspielig und es kann auch die Ausflugs geschwindigkeit in der Sommerzeit so gering werden, daß Verschlickungen im Siele entstehen und dadurch die Thore in ihrer Bewegung gestört werden.

Bei 15 cm mittlerer, zur Zeit des stärksten Sielzugs auf etwa 30 cm gesteigerter Druckhöhe und bei einer Zuflugs geschwindigkeit von 0,5 m, also $h = \frac{0,5^2}{2 \cdot 9,81} = 0,013$, würde die Maximalgeschwindigkeit $v = \mu \sqrt{2g(\delta + h)} = 0,9 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,313} = 2,3$ m, somit schon sehr beträchtlich sein. In sehr nasser Jahreszeit, wo das Binnenwasser eine größere Höhe erreicht, wird sie leicht bis auf 3 m gesteigert werden.

Beispielsweise würde für mittlere Verhältnisse $Z = 4\frac{1}{2}$ Stunden, $q = 0,035$ cbm pro 100 ha und Sekunde sein, also eine 6000 ha große Fläche während des Sielzugs durchschnittlich $\frac{6000}{100} \cdot 0,035 \cdot \frac{12^{1/2}}{4^{1/2}} = 5,83$ cbm abführen. Wird $\delta = 0,07$, $h = 0,01$, $t = 1,0$ und $\mu = 0,8$ angenommen, so berechnet sich die Sielweite aus der Gleichung

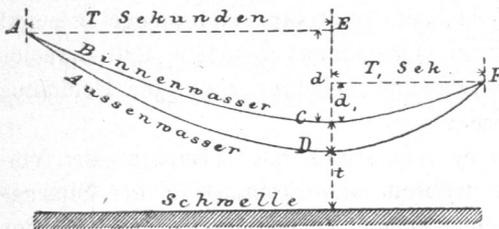
$$b = \frac{5,83}{0,8 \left(\frac{2}{3} \cdot 0,07 + 1,0\right) \sqrt{2 \cdot 9,81 (0,07 + 0,01)}} = 5,6 \text{ m.}$$

¹⁸⁾ Vgl. auch Herschel. Querschnitt und Höhenlage von Entwässerungsschleusen. Zeitschr. f. Bauw. 1871, ferner: Herschel. Berechnung der Wirkung eines Siels mit Hilfe graphischer Darstellung. Journ. of the Franklin Institute 1871, S. 105 u. 181.

¹⁹⁾ Mitteilungen von Lahmeyer s. Notizbl. (1854) und Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover (1857).

Für überschlägliche Berechnungen läßt sich auch das folgende Verfahren anwenden. Es wird die Annahme gemacht, daß das Binnen- und das Außenwasser nach parabolischen Linien AC und AD abfallen, wobei A den Beginn des Sielzugs bezeichnet, an dem beide Wasserspiegel gleich hoch stehen.

Fig. 8.



Bei dieser Annahme wird die Druckhöhe allmählich zunehmen und am größten, nämlich $= CD = \delta$ zur Zeit der niedrigsten Ebbe sein, nachdem sich der Stauspiegel um $EC = d$ gesenkt hat. Aus der Näherungsformel 5 ergibt sich die während der Zeitdauer $AE = T$ Sekunden zum Abflufs gelangte Wassermenge

$$Q = \frac{\mu \pi b T}{16} (d + \delta + 4t) \sqrt{2g\delta},$$

falls t die Höhe des niedrigsten Außenwassers über der Schlagschwelle bezeichnet.

Unter der ferneren Annahme, daß beide Wasserspiegel auch wieder nach parabolischen Linien ansteigen, bis nach Verlauf von T_1 Sekunden, nachdem sich der Binnenwasserspiegel um d_1 gehoben hat und der Binnen-Ebbespiegel eingetreten ist, der Zugang des Siels bei dem Stande F erfolgt, ergibt sich die während der Zeitdauer T_1 abgeflossene Wassermenge

$$Q_1 = \frac{\mu \pi b T_1}{16} (d_1 + \delta + 4t) \sqrt{2g\delta},$$

mithin die insgesamt während des Sielzugs abgeführte Wassermenge $= Q + Q_1$. Zum Zwecke der Berechnung der Sielweite wird diese Wassermenge für die Weite $b = 1$ ermittelt; dann ergibt sich die zu berechnende Sielweite aus dem Verhältnis der während einer Tide abzuführenden Wassermenge zu dem für die Weite $b = 1$ gefundenen Werte.

Beispielsweise betrage für einen niedriggelegenen, 1500 ha großen Polder die täglich abzuführende Wassermenge bei 8 mm Abflufshöhe = 120000 cbm und unter Hinzurechnung von 20000 cbm für das von aufsen sowie durch Kuverung zufließende Wasser zusammen 140000 cbm, mithin für die überschlägliche zu 12 Stunden gerechnete Tide = 70000 cbm. Der Polder bestehe aus Weideland und sei von einem Grabennetz durchzogen, welches $\frac{1}{10}$ der Fläche einnimmt, sodafs ein erheblicher Gefällverlust in den Wasserzügen nicht eintritt und der Höhenunterschied zwischen Stau- und Ebbespiegel nur 0,03 m ist. Es liege über dem niedrigsten Aufsenwasserspiegel: der Polder 0,6 m, der Binnen-Stauspiegel 0,23 m, der Binnen-Ebbespiegel 0,20 m, der niedrigste Binnenspiegel 0,1 m, sowie unter denselben die Schlagschwelle 1,05 m; hiernach ist also $d = 0,13$ m, $d_1 = 0,10$ m, $\delta = 0,1$ m, $t = 1,05$ m. Die Zeitdauer T zwischen dem Aufgange des Siels und der tiefsten Ebbe betrage 2 Stunden = 7200 Sek., die Zeit T_1 bis zum Zugange des Siels betrage 5400 Sek. ($1\frac{1}{2}$ Std.), mithin der Sielzug $3\frac{1}{2}$ Stunden. Für $\mu = 1$ ergibt sich dann für die Weite $b = 1$ die Wassermenge $= 7670 + 5700 = 13370$ cbm und hieraus die erforderliche Sielweite $= \frac{70000}{13370} = 5,2$ m.

Der Umstand, daß in den beiden Beispielen für 6000 ha bzw. 1500 ha fast dieselbe Weite ermittelt worden ist, findet seine Erklärung darin, daß im ersteren Falle die tägliche Abflufshöhe nur 3 mm, der Sielzug $4\frac{1}{2}$ Stunden, im letzteren Falle die Abflufshöhe einschließlic Quellwasser $9\frac{1}{3}$ mm, der Sielzug $3\frac{1}{2}$ Stunden angenommen worden sind; im zweiten Beispiele ist deshalb die durchschnittlich in der Sekunde während des Sielzugs abfließende Wassermenge $= \frac{70000}{3\frac{1}{2} \cdot 3600} = 5,56$ cbm, d. i. fast ebenso groß, wie in dem ersteren Beispiele mit 5,83 cbm.²⁰⁾

Die Weite der Flußdeich-Siele ist in ähnlicher Weise zu bestimmen; die Wassermenge, welche im Frühjahr nach lang andauerndem Hochwasser im Binnenlande sich ansammelt und oft durch Qualmwasser in solchem Maße vermehrt wird, daß große Flächen tief unter Wasser stehen, ist durch Peilungen oder aus Nivellements zu ermitteln und deren Abführung unter Hinzufügung eines gleichzeitig stattfindenden Zuflufs q für einen aus den örtlichen Verhältnissen zu bestimmenden Außenwasserstand

²⁰⁾ Waterbouwkunde door Henket, Schols en Telders. I. Deel. Afd. II. Sluizen door J. M. Telders. Gravenhage 1891. — Verfahren zur Beantwortung der Frage, ob die bestehenden Entwässerungsanstalten der Elbmarschen den Ansprüchen an einen rationellen landwirtschaftlichen Betrieb genügen, von A. v. Horn, s. Deutsche Bauz. 1884, S. 54.

in einer 8 bis 14 tägigen Periode zu berechnen. Die in der Schleuse verbrauchte mittlere Druckhöhe t hierbei, je nachdem die Grundstücke mehr oder weniger günstig gelegen sind, zu 15 bis 5 cm anzunehmen. Die Berechnung ist hier allerdings in genauer Weise nicht durchzuführen, weil die Schwankungen des Aufsengewässers und die Ermittlungen über die abzuführende Wassermenge noch weit unsicherer als bei den Seedeich-Sielen sind; man muß sich deshalb auf eine überschlägliche Berechnung beschränken; eine Vergleichung des aus der Rechnung ermittelten Ergebnisses mit anderen benachbarten, als genügend anerkannten, ähnlich gelegenen Bauwerken ist sowohl hier wie bei den Seedeich-Sielen zu empfehlen.

§ 6. Konstruktion der Siele im allgemeinen. Die Siele werden, damit sie die Sicherheit des Deichs zu keiner Zeit gefährden, stärker als andere Bauten ähnlicher Art konstruiert. Ihre Bauweise ist eine sehr verschiedene und hauptsächlich abhängig:

- a. von der Art des Deichs, ob derselbe Fluß- oder Seedeich, Haupt- oder Sommerdeich, einem großen oder geringen Wasserdrucke ausgesetzt, auf gutem oder schlechtem Grunde gelagert ist;
- b. von der Größe und den Zwecken des Bauwerks, ob dasselbe gleichzeitig und in hervorragender Weise der Schifffahrt dienen oder auch als Einlaßschleuse, sowie zum Aufstauen des Binnenwassers benutzt werden soll;
- c. von dem Materiale und von örtlichen Eigentümlichkeiten.

Die Siele sind gewöhnlich bedeckt, indem der Deichkörper über die hölzerne Decke oder das massive Gewölbe, wenn nicht in voller Stärke, so doch im oberen, bei Hochwasser hauptsächlich gefährdeten Teile fortgeführt wird; bei geringer Weite bis etwa 1,5 m nennt man sie Pumpsiele oder Pumpen.

Offene Deichschleusen werden hergestellt, falls der Deichkörper über einem bedeckten Siele zu klein bleiben würde, um den Angriffen des Wellenschlages und Eisganges Widerstand leisten zu können, was namentlich bei kleineren Deichen leicht eintritt, oder falls bedeckte Siele nicht die nötige Lichthöhe für die Schifffahrt gewähren. Sie sind in der Anlage und Unterhaltung kostspieliger als bedeckte Siele; ihre größeren Thore sind weniger leicht beweglich und wegen des Verziehens weniger wasserdicht. Ferner erfordern sie Roll-, Klapp-, Dreh- oder sonstige bewegliche Brücken für den Verkehr, falls solcher von Bedeutung ist.

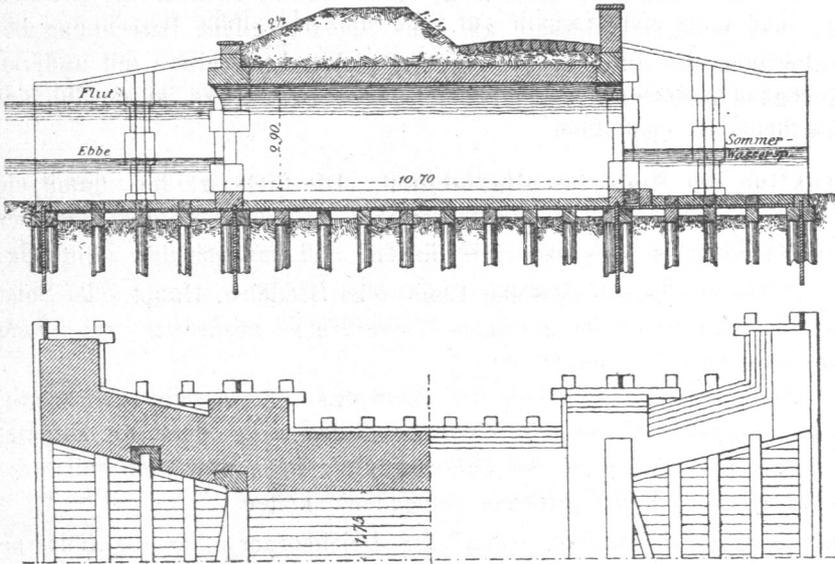
Der mittlere Teil des Bauwerks, über welchen bei den bedeckten Sielen der Deich fortgeführt ist und welcher auch die Haupt-Abschlußvorrichtung enthält, heißt das Haupt-siel, dessen Boden stets durchaus wasserdicht hergestellt sein muß. An dasselbe schliessen sich nach außen das Aufsenvorsiel, nach binnen das Binnenvorsiel; sie bilden den Übergang zu den Sieltiefen, erweitern sich daher am besten nach den Enden und erstrecken sich bei wichtigen Sielen bis in die Bermen und selbst durch die volle Breite derselben. Der Boden der Vorsiele ist bei größeren Sielen gleichfalls wasserdicht hergestellt, um Auswaschungen bei der heftigen Durchströmung unmittelbar vor dem Hauptsiele zu verhüten und die Sicherheit gegen den Durchbruch des Wassers im Boden zu erhöhen, bei kleineren Sielen dagegen ist er nur durch Sturzbetten aus Faschinen mit Steinpackung oder dergl. gesichert; namentlich kann der Boden des weniger wichtigen Binnenvorsiels in dieser billigeren Konstruktion hergestellt werden.

Der Anschluß der Vorsiele an das Maifeld wird durch Flügel vermittelt, die entweder rechtwinklig oder schräg zur Sielaxe gelegt werden. Schräge Flügel sind vorzuziehen, weil sie dem vom Deichkörper ausgeübten Erddrucke weniger ausgesetzt sind,

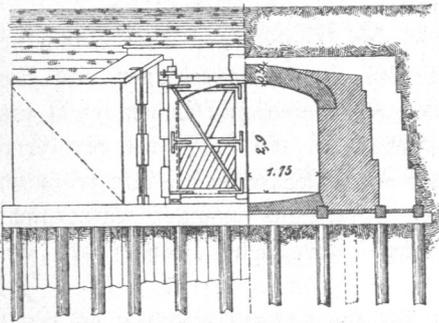
mithin weniger leicht abreißen. Bei den deutschen Sielen sind die Flügel in gleicher Weise wie das übrige Bauwerk fundiert und im Zusammenhang mit demselben aus

Fig. 9. Jümme-Siel. M. 0,005.

a. Längenschnitt und halber Grundrifs.



b. Binnen-Ansicht. Querschnitt.



gleichem Materiale aufgeführt, sodafs sie bei kräftiger Konstruktion die Standfähigkeit desselben erhöhen, während in den Niederlanden die langen Flügel zur Kostenersparnis häufig als nicht fundierte Mauern aus Säulenbasalt (F. 19—21, T. IV) ohne Zusammenhang mit dem sorgfältig fundierten, in Klinskern aufgemauerten Siele hergestellt werden; infolge des Setzens der nicht fundierten Flügel bildet sich gewöhnlich zwischen beiden eine breite Fuge. An die Flügel schliessen sich bei größeren Sielen Uferschälwände zur Einfassung der Sieltiefe. Sie reichen mindestens bis zu dem Ende der Bermen bzw. soweit, als eine heftige Bewegung des Wassers bei der Auswässerung oder beim Einlassen des Aufsenwassers zu befürchten ist oder als es die Schifffahrt erheischt. Diese Schälwände sind nur bei massiven Sielen zuweilen auf geringe Länge gleichfalls massiv erbaut; öfter finden sich die billigeren Bohlwerke oder Faschinendeckwerke; der letzte, weniger gefährdete Teil derselben wird auch oft durch Böschungen mit starken Faschinenbespreutungen, Pflasterungen u. s. w. ersetzt. Im Anschlusse an die Böden der Vorsiele, welche nicht selten bis zu den Enden der Flügel ausgedehnt werden, sind die Sieltiefe durch Sturzbetten gegen Ausspülungen der Sohle zu sichern. Gewöhnlich genügt eine Länge von etwa 10 m, doch sind bei Einlaßschleusen und Sielen mit starker Strömung oder Spülung weit größere Längen erforderlich. Kann die Ausführung im Trocknen erfolgen, so wird in den Niederlanden die klaihaltige Sohle zunächst mit einer 5—10 cm starken Rohrlage dicht abgedeckt, über dieser eine etwa 20 cm starke Lage von Faschinen oder Würsten mittels Flechtzäunen befestigt und sodann eine gleich starke Schicht von Steinschlag oder grobem Kies als Unterlage der oberen 25 cm starken Steinpackung aufgebracht. Bei der Ausführung unter Wasser werden Sinkstücke mit Flechtzäunen verwendet, welche eine Überschüttung von Steinschlag und großen Bruchsteinen erhalten.

gleichem Materiale aufgeführt, sodafs sie bei kräftiger Konstruktion die Standfähigkeit desselben erhöhen, während in den Niederlanden die langen Flügel zur Kostenersparnis häufig als nicht fundierte Mauern aus Säulenbasalt (F. 19—21, T. IV) ohne Zusammenhang mit dem sorgfältig fundierten, in Klinskern aufgemauerten Siele hergestellt werden;

infolge des Setzens der nicht fundierten Flügel bildet sich gewöhnlich zwischen beiden eine breite Fuge. An die Flügel schliessen sich bei größeren Sielen Uferschälwände zur Einfassung der Sieltiefe. Sie reichen mindestens bis zu dem Ende der Bermen bzw. soweit, als eine heftige Bewegung des Wassers bei der Auswässerung oder beim Einlassen des Aufsenwassers zu befürchten ist oder als es die Schifffahrt erheischt. Diese Schälwände sind nur bei

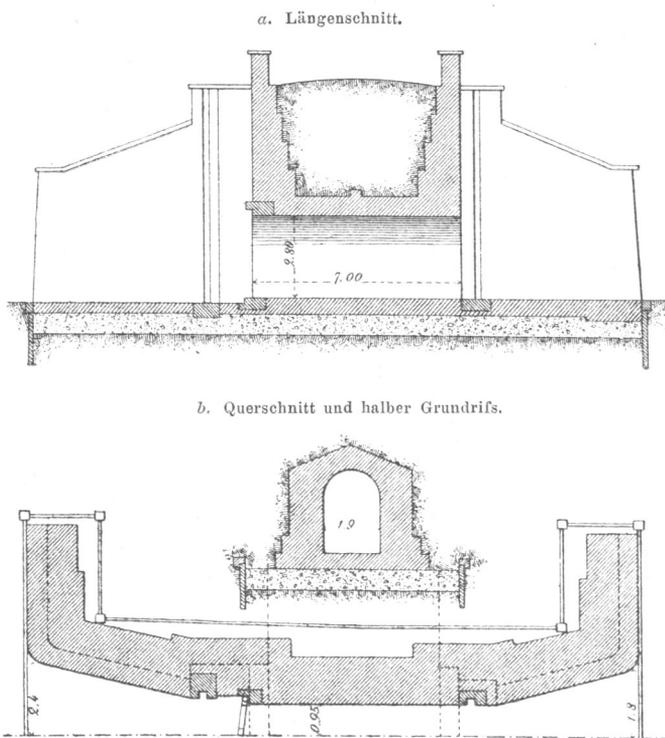
Betreffs der Länge der Siele lassen sich zwei Arten unterscheiden, die langen Siele, Fig. 9, bei denen das Hauptsiel unter dem ganzen Deichkörper soweit fortgeführt

ist, daß die Decke an den beiden Enden noch etwa 0,6 m hoch mit Erde bedeckt bleibt, wobei kurze Vorsiele mit niedrigen Wänden entstehen, und die kurzen Siele, Fig. 10 (Siel bei Haffen am Unterrhein), bei denen das Hauptsiel nur von geringer Länge, oft nur gleich der Breite der Deichkappe ist, während hohe Wände an den beiden Stirnen des Hauptsiels und in den langen Vorsielen gebildet werden. Die langen Siele verdienen den Vorzug, weil sie in der Regel billiger sind und der Deichkörper eine größere Masse besitzt, mithin widerstandsfähiger bleibt; auch bedürfen die hohen Stirn-, Vorsiel- und Flügelwände großer Stärken, weshalb bei älteren Siele dieser Art sehr häufig Abspreizungen zwischen den Vorsielwänden vorgenommen worden sind. Die Unterhaltung der hohen, den Witterungseinflüssen ausgesetzten Wände ist auch eine kostspieligere.

Die bedeckten Siele werden entweder aus Holz oder massiv erbaut, doch findet in letzterem Falle das Holz auch zu den Fundamenten und dem Boden Verwendung; die offenen, den Witterungseinflüssen mehr ausgesetzten Deichschleusen werden dagegen in der Regel massiv hergestellt. Bei Flufsdeichen, deren Untergrund wegen der geringen Mächtigkeit der oberen Alluvionschicht gewöhnlich günstig für die Fundierung ist, werden vorzugsweise die dauerhafteren massiven Siele, und zwar entweder auf Beton oder, falls der tragfähige Boden tiefer liegt, auf einem Pfahlrost erbaut. Bei den Seedeichen ist dagegen das nicht tragfähige Alluvium (Klai, Moor, Darg) meist von solcher Mächtigkeit, daß die Herstellung durchaus sicherer Fundamente für den Massivbau mit erheblichen Kosten verknüpft ist, daher bis auf die Gegenwart auch hölzerne Siele in den deutschen Seemarschen erbaut worden sind; allerdings werden hölzerne Siele von größerer Weite wegen der gesteigerten Holzpreise und der leichteren Beschaffung von Steinen und hydraulischem Mörtel immer seltener; in den Niederlanden sind sie fast ganz verschwunden. Früher bildeten dieselben sogar die Regel, obgleich der obere Teil der Seitenwände und die Decke, welche sich über Wasser befinden, keine große Dauer haben und der Boden durch die Strömung des Wassers, namentlich falls dasselbe Sand führt, stark angegriffen wird.

Bei massiven Seedeich-Siele ist der Pfahlrost, welcher die fast ausschließlich vorkommende Fundierung ist, mit der größten Sorgfalt herzustellen.

Fig. 10. Siel bei Haffen am Rhein. M. 0,001.



Die Pfähle reichen einige Meter in den tragfähigen Boden und tragen auf Grundbalken den gewöhnlich sich wagerecht durch das Bauwerk erstreckenden Bohlenbelag, der bei wichtigen Bauten durch Übermauerung u. s. w. noch gegen den Wasserdruck und die durch das strömende Wasser im Laufe der Zeit eintretende Abnutzung gesichert ist. Spundwände — jedoch ohne Zwischenpfähle, welche nur Schwierigkeiten beim Einrammen, mithin grössere Kosten und Undichtigkeiten hervorrufen, deshalb bei wasserkehrenden Wänden niemals verwendet werden sollten — reichen bis in den festeren, abgelagerten Boden. Sie finden sich stets unter den Verschlussvorrichtungen, sowie am Anfang und Ende des Bauwerks, damit Vertiefungen der Sohle, welche daselbst durch die Strömung hervorgerufen werden, sich nicht bis unter das Bauwerk erstrecken können. Das obere Ende der Spundwände greift bis in den Bohlenbelag oder den Grundbalken und die Dichtigkeit wird durch eingelegtes weiches Löschpapier und Teeren noch erhöht.

Den Wänden ist an der Hinterseite eine solche Form zu geben, dafs sich trotz des Setzens der Erde keine Höhlungen bilden können; unterschrittene Mauern, breite Mauerabsätze oder in den Boden eingreifende Holzteile sind daher zu vermeiden. Durch einzelne Pfeiler — bei Holzbauten durch hochreichende Spundwände —, welche von der Rückseite der Wände einige Meter tief in den Deichkörper geführt sind, wird einer etwaigen, zwischen dem Bauwerk und dem Deichkörper auftretenden Bewegung des Wassers noch besonders vorgebeugt. Die sorgfältigste, in einzelnen Lagen ausgeführte Hinterstämpfung des fertigen Siels erscheint geboten. Der alte Deichkörper ist durch zahlreiche Abtreppungen in innige Verbindung mit dem neuen Erdkörper zu bringen, um Fugenbildungen zu verhüten, welche leicht Veranlassung zum Durchquellen und im weiteren Verlauf zum Durchbrechen des Wassers geben können.

§ 7. Verschlussvorrichtungen der Siele. Die Verschlussvorrichtungen der Flußdeich-Siele werden in der Regel nicht selbstthätig eingerichtet, da sie monatelang geöffnet bleiben und nur einigemal im Jahre, wenn sich das Außenwasser über den Binnenwasserstand erhebt, zu schliessen sind. Es genügen daher vertikale Schütze, welche durch die im III. Kapitel beschriebenen Vorrichtungen und zwar gewöhnlich mittels Hebel (Wuchtbäume), Ketten nebst Windewellen oder Zahnstangen nebst Getrieben bewegt werden. Dieser Verschluss ist insofern den Thoren oder Klappen vorzuziehen, als etwaige vor den Schlagschwellen liegende fremde Körper weniger störend wirken können und das Schütz jederzeit geöffnet oder geschlossen werden kann. Ist jedoch das Außenwasser häufigen und unerwartet eintretenden Schwankungen gegenüber dem niedrigen Binnenwasser ausgesetzt, sodafs der richtige Zeitpunkt für das Schliessen der Schützen leicht verfehlt wird oder kann der Wärter nicht in der Nähe der Schleuse wohnen, so verdienen Thore, bei den kleinen Pumpsielen Klappen, welche selbstthätig von dem Außenwasser geschlossen und von dem Binnenwasser wieder geöffnet werden, sobald nur ein geringer Wasserdruck entsteht, den Vorzug vor den Schützen. Bei großer Weite der Schleuse werden die Thore auch deshalb vorgezogen, um die großen kostspieligen Schützwinden, deren Reparatur bei entlegenen Bauwerken oft mit Schwierigkeiten verknüpft ist, zu vermeiden. Durch Anwendung von eisernen Schütztafeln, welche behufs Verminderung der Reibung mit Rollen, sowie ferner mit Gegengewichten versehen sind, läfst sich allerdings die zu ihrer Bewegung erforderliche Kraft erheblich vermindern, sodafs die Schützwinde einfacher ausfällt, andererseits wird aber die Schütztafel durch die Hinzufügung beweglicher Teile empfindlicher, sodafs sie nach monatelanger Pause in der Stunde der Gefahr leichter versagen kann.

Bei den Seedeich-Sielen der deutschen, an der Elbe, Weser und Ems gelegenen Marschen kommen gegen das Aufsenwasser fast ausnahmslos selbstthätig wirkende Verschlussvorrichtungen vor, nämlich Thore bei den größeren Sielen, Klappen bei den Pumpsielen, welche von der Flut geschlossen werden und sich öffnen, sobald die Ebbe zur Höhe des Binnenwassers abgefallen ist. Die Klappen drehen sich um eine obere horizontale Achse, die Thore haben vertikale Achsen; letztere bestehen nur in seltenen Fällen aus einem einzigen oder aus zwei in derselben Ebene liegenden, sich gegen einen Mittelständer oder Mittelpfeiler legenden Thorflügeln, sind vielmehr in der Regel sogenannte Stemmthore, deren Kante gegen das höhere Aufsenwasser gekehrt ist. In allen größeren Seedeich-Sielen, mit Ausnahme derjenigen in den wenig gefährdeten Rückdeichen, finden sich sogar fast ausnahmslos zwei Thore hintereinander, um den bei Sturmfluten entstehenden bedeutenden Wasserdruck verteilen zu können und auch für den Fall, daß Reparaturen an einem Thore eintreten, noch gesichert zu sein. Bei den bedeckten Sielen wird dann in der Regel das äußere, bei den offenen Sielen das innere Thor zum Kehren der gewöhnlichen Fluten benutzt, das andere, das Sturm- oder Notthor, wird von dem Sielwärter geschlossen, falls höhere Fluten zu befürchten sind; durch Thorschützen wird die Verteilung des Wasserdrucks herbeigeführt und verhindert, daß die äußeren Thorflügel, nachdem die inneren zuerst geschlossen worden, durch den Wellenschlag, welcher ein Ein- und Rückströmen des Wassers zwischen die beiden Thore veranlaßt, abwechselnd gewaltsam auf- und zugeschlagen werden.

Abweichend von den Deichschleusen der Elb-, Weser- und Emsmarschen sind dagegen diejenigen der schleswig'schen Westküste eingerichtet, bei denen Notthore in den bedeckten Sielen nur selten, nämlich bei alten hölzernen Sielen, anzutreffen sind. Aufser einem Thor an der Aufsenstirnwand, welches zum Kehren des Aufsenwassers dient und den vollen Wasserdruck auch bei Sturmfluten aufnehmen kann, ist ein Schütz am Binnenende des Hauptsiels angeordnet, F. 14, T. II, sowie F. 5—8 und 22, T. IV. Es soll in erster Linie zum Anstauen des Binnenwassers behufs Verhütung einer zu tiefen Senkung desselben im Sommer oder behufs Spülung des Aufsentiefs dienen, aber auch in Notfällen, beim zufälligen Versagen der Aufsenthore, zum Schutz gegen das Eindringen des Aufsenwassers benutzt werden; das Schütz ersetzt also gleichzeitig das Notthor und das Ebbethor.

Auch bei den niederländischen bedeckten Seedeich-Sielen sind zum Kehren des Aufsenwassers vielfach in neuerer Zeit aufser einem Thor noch Schützen verwendet worden, vergl. F. 2, T. III, und zwar aus den folgenden Gründen:

1. Zur Verhütung eines längeren Auf- und Zuschlagens der Thorflügel, wodurch diese nicht allein in ihrem Zusammenhange gelockert werden, sondern auch eine Schädigung des Bauwerks herbeiführen können. Es tritt das Schlagen namentlich bei gefährdeter Lage des Siels und rauhem Wetter ein, indem durch die Wirkung von Wind und Wellen der Wasserstand vor den geschlossenen Thoren auf kurze Zeit wieder unter den Binnenstand gesenkt wird, sodafs ein wiederholtes Öffnen und Zugehen der Thorflügel erfolgt. Es wird dann wohl eine Schütztafel an der Aufsenstirnmauer oder unter der Aufsenböschung hinzugefügt, welche bei stürmischem Wetter herabgelassen wird, während gewöhnlich die im Innern des Hauptsiels belegenen Thore benutzt werden.
2. Falls die Flut sehr langsam anwächst, mithin die nach innen gehende Strömung zu gering ist, um die Thorflügel selbstthätig rechtzeitig schliessen zu können.

3. Zur leichteren Regulierung des Binnenwasserspiegels in Niederungen, für welche ein gleichbleibender Wasserstand wegen der Schifffahrt gewünscht wird oder in denen die Entwässerung alljährlich im Sommer längere Zeit unterbrochen wird.
4. Falls das Siel zum Einlassen größerer Wassermengen dienen soll; für geringere Wassermengen reichen die in den Thoren anzulegenden Schützöffnungen aus, bei kleineren Sielen werden auch wohl die Thore oder Klappen vollständig aufgesperrt.

Ein im Hauptsiele oder an dessen Aufsenstirnwand angebrachtes Schütz gewährt allerdings insofern den Vorzug, als es nach Belieben sowohl zum Kehren des Aufsenwassers als zum Zurückhalten des Binnenwassers zu benutzen ist und jederzeit geöffnet oder geschlossen werden kann, während sich Thore nur bewegen lassen, falls der Wasserstand an beiden Seiten etwa gleich hoch steht. Ein Nachteil der Thore ist ferner, daß sich die beiden Flügel nur selten gleichmäßig bewegen oder von der eingehenden Strömung gleichmäßig getroffen werden, sodafs gewöhnlich zuerst der eine Flügel und erst später, nachdem die Strömung stärker geworden, der andere Flügel mit größerer Gewalt geschlossen wird. Um überhaupt von der Strömung geschlossen zu werden, dürfen die Flügel auch nicht vollständig zurückgedreht werden, wodurch eine Beschränkung der Weite entsteht; die Flügel eines Thores werden deshalb in der Thorkammer festgestellt und nur bei stürmischem Wetter, wenn höhere Fluten zu befürchten sind, mitbenutzt. Es ist alsdann erwünscht, daß zuerst das innere und darauf das äufere Thor von der eingehenden Strömung geschlossen wird; tritt der umgekehrte Fall ein, so läßt sich ein im Innern des bedeckten Hauptsiels liegendes Thor durch den Sielwärter nur mit Hilfe eines Kahnes schliesen, was umständlich und in dunkelen, stürmischen Nächten auch mit Gefahren verknüpft ist.

Die Anordnung eines Thores, welches von der Strömung täglich geöffnet und geschlossen wird und eines Schützes, welches bei höheren Aufsenwasserständen, sowie zum Einlassen von Aufsenwasser und zur Regulierung des Binnenwassers benutzt wird, gewährt demnach mancherlei Vorteile. Kommen aber die letzteren Zwecke wenig in Betracht, handelt es sich allein oder vorwiegend um das Kehren des Aufsenwassers, so wird bei allen großen Sielen das Notthor den Vorzug vor dem Schütz verdienen, falls es nicht im überdeckten Hauptsiele, sondern im offenen Binnenvorsiele angeordnet ist (F. 1, T. III), sodafs es jederzeit vom Wärter leicht bedient, namentlich auch von dem sich vor dem Dremmel ablagernden Sand und Schlamm gereinigt werden kann. Gerade bei denjenigen Einrichtungen, welche nur selten, in der Stunde der Gefahr, benutzt werden, ist die größte Vorsicht geboten; in den deutschen Seemarschen ist das Vertrauen zu den Thoren größer als zu den Schützen mit ihren Winden.

Wird auch das Schütz fortgelassen und nur ein Thor verwendet, so pflegen Reservethore aus Kiefernholz angeschafft zu werden; die eichenen, im Winter zu benutzenden Thore werden dann alljährlich im Sommer herausgenommen, um gründlich nachgesehen und mit heißem Leinöl getränkt zu werden, während für die Zwischenzeit die Reservethore eingehängt werden.

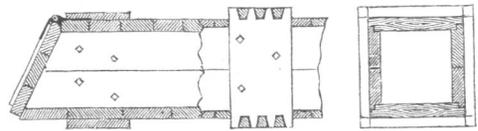
Um das Siel mit Leichtigkeit trockenlegen, die Thore nachsehen zu können u. s. w. werden bei größeren massiven Sielen stets Dammfalze sowohl im Aufsen- wie im Binnenvorsiele angelegt; bei größeren Sielen befinden sich zwei Falze nebeneinander von 20 bis 30 cm Breite und Tiefe.

§ 8. **Pumpsiele.** Pumpsiele werden hauptsächlich in Binnendeichen, Kajedeichen und sonstigen kleineren Deichen, seltener in den größeren Hauptdeichen erbaut, da bei letzteren die für Aufgrabung des Deiches, Abdämmung der Sieltiefe u. s. w. aufzuwendenden Kosten stets sehr beträchtlich sind und da ferner grössere Abwässerungsverbände mit größeren Sielen wegen der Freihaltung des Aufsentiels von Verschlickungen, sowie wegen der Schifffahrt den Vorzug verdienen. Bei gutem Baugrunde oder reichlichen Geldmitteln werden sie am besten massiv oder, bei geringen Weiten, aus Gussseisen hergestellt, dagegen bei schlechterem Baugrunde oder knappen Geldmitteln von Holz ausgeführt.

Bei den hölzernen Pumpsielen werden für geringe Weiten von 0,2 bis 0,5 m[□] nur einzelne, mittels Zinken zusammengearbeitete Rahmen aus Bohlen ausen um die 5 bis 8 cm starken Bohlen gelegt, Fig. 10 a.

Sind mehrere Bohlen zu den Seitenwänden nötig, so müssen sie, um nicht eingedrückt zu werden, mittels Schraubbolzen an den Rahmbohlen befestigt werden. Für grössere Weiten, von 0,5 bis 1,5 m[□], werden einzelne, etwa

Fig. 10 a.



10/10 cm starke Rahmen oder Gebinde in etwa 1 m Entfernung aufgestellt, ausen mittels 5 bis 8 cm starker Bohlen verkleidet, sowie bei grösseren Bauwerken (F. 5, T. I) noch durch obere und untere Langschwellen verbunden.

Die hölzernen Pumpsiele werden in kleinen Deichen und bei günstigen Verhältnissen ohne jede Fundierung verlegt und mit Thon ringsum eingestampft; es wird nur eine kleine Spundwand nebst Flügelwand an der Aufsenseite angeordnet. Bei weichem Untergrunde und grösseren Deichen tritt jedoch leicht ein so ungleichmäßiges Setzen des Deiches ein, dafs das Bauwerk stark verbogen und zerstört wird; in solchen Fällen leisten einige Grundpfähle, auf deren Holm das Pumpsiel verlegt wird, gute Dienste. Es ist überhaupt bei wichtigen Deichen vorzuziehen, grössere Pumpsiele nach Art der Ständersiele, F. 14, T. I, jedoch ohne Kopfbänder, Spannbalken und Längsschwellen der Grundpfähle, oder nach Art der Balkensiele F. 6, T. I zu erbauen²¹⁾, sie mit kleinen Flügeln, selbst mit kurzen Vorböden zu versehen und namentlich zur Verhütung von gefährlichen Durchquellungen stets eine 5 bis 8 cm starke Spundwand am äufseren Ende unter dem Boden einzurammen, welche an beiden Seiten noch je etwa 1 m lang in den Deichkörper als höhere Flügelwand verlängert wird. Ein Beispiel dieser Art zeigt F. 7^{a-d}, T. II; hier ist das Pumpsiel nach Art der Balkensiele konstruiert, indem die Gebindeständer nicht nach innen vorstehen, wo sie der Bewegung des Wassers hinderlich sein würden, sondern an der Rückseite der Bohlen; diese müssen mittels Schraubbolzen mit den Ständern verbunden werden, um nicht von der Erde eingedrückt zu werden. Nur an den beiden Enden oder Stirnwänden des Hauptsiels sind die Ständer sichtbar; diejenigen an der Aufsenwand bilden die Nischen der kleinen Stemmthüren. Wegen des im vorliegenden Falle vorhandenen sehr weichen Bodens ist nicht allein eine Spundwand nebst Flügelspundwand an der Aufsenwand unter den Thüren, sondern auch an der Binnenwand und vor dem kleinen Aufsenvorboden angeordnet, doch können diese letzteren beiden Spundwände unter gewöhnlichen Verhältnissen, d. h. bei gutem Klai Boden, fortgelassen werden. Das Hauptsiel hat, abweichend von der gewöhnlichen Konstruktion, eine sehr geringe Länge erhalten, indem es nur durch die Kappe des als

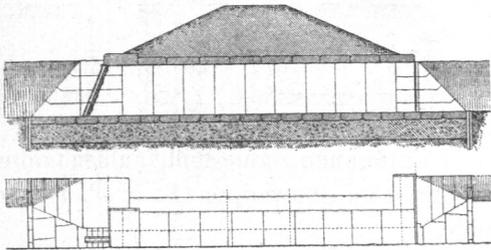
²¹⁾ Vergl. ein solches Ständer-Pumpsiel in der Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover, Bd. 11, Bl. 308.

Binnendeich benutzten Wegedammes geführt ist. Dadurch entstehen hohe Stirnwände, deren Ständer durch die als Bohlwerke konstruierten, durch Spreizen gegen den Erd- druck gesicherten Vorsielwände abgestrebt werden. In der Regel verdient eine grössere Länge des Hauptsiels den Vorzug, die Stirnwände fallen dann ganz fort und es erhalten die Vorsielwände eine geringere Höhe, welche eine Sicherung gegen den Erddruck ent- behrlich macht und namentlich an der Binnenseite durch aufgesetzte Kopfrasen, an der Außenseite, wo die Strömung zu berücksichtigen, durch Faschinenwände ersetzt werden können.

Die massiven Pumpsiele von geringer Weite, 0,2 bis 0,6 m, werden zweck- mäßig aus Sandsteinplatten nach Art der hölzernen Bohlensiele oder aus glasierten Thon- röhren, Beton- oder Cementröhren herge- stellt, ohne weitere Fundierung verlegt, mit Thon rings umstampft und an dem Außen- ende mit einer kleinen Spundwand und hölzernen oder massiven Häuptern behufs Anbringung der Schützen oder Klappen ver- sehen. Sind die Verhältnisse ungünstiger, so ist eine Bettung auf einer Betonunterlage, wie bei Fig. 11, zu empfehlen. Bei Weiten von über 0,6 m werden die massiven Siele jedoch sicherer im Boden und in den Seiten-

Fig. 11. Plattensiel am Pfinz-Kanal. M. 0,005.

Längenschnitt und halber Grundrifs.

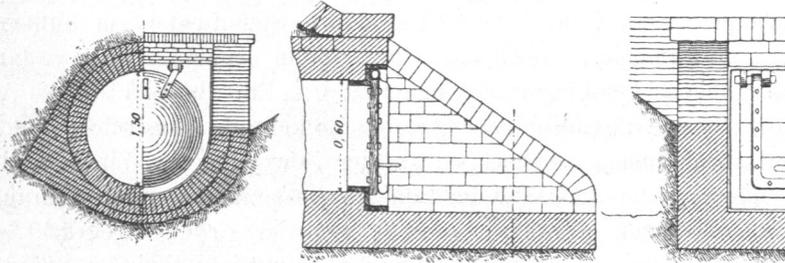
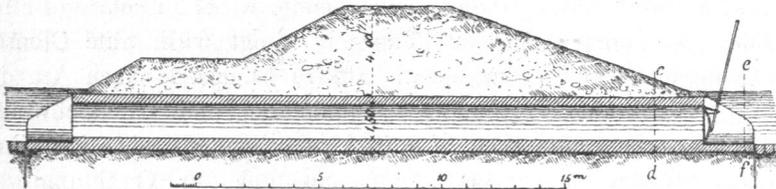


wänden aus Mauer- werk in hydraulischem Mörtel herge- stellt und ent- weder mit starken Platten überdeckt (Fig. 11 u. 13), oder besser überwölbt (Fig. 15). Zweck- mäßig sind die im Oderbruche zur Aus- führung gekommenen, röhrenförmig aus Klinkern in Cementmörtel aufge- mauerten Siele, Fig- ur 12; auch die Vorsiele und Pflasterungen vor den- selben sind mulden- förmig gebildet, wo- durch die Seiten- wände geschützt sind und die Ablage- rung von Sinkstof- fen erschwert wird.

Fig. 12 bis 15. Siele in den Oderdeichen.

Fig. 12. Gemauertes Röhrensiel.

a. Längenschnitt. M. 0,0033.

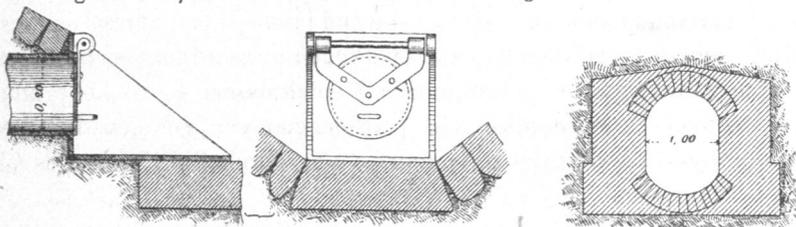


b. Schnitte cd und ef. M. 0,01.

Fig. 13. Plattensiel. M. 0,025.

Fig. 14. Gufseisernes Siel. M. 0,05.

Fig. 15. Gewölbtes Siel. M. 0,01.



Röhrensiele. Bei Weiten bis etwa 1 m sind auch wohl gufseiserne Muffenröhren angewandt, die entweder auf einer Unterbettung von Beton und mit massiven Häuptern, oder wie bei Fig. 14 ohne Unterbettung mit gufseisernen Stirnen und Vorboden zur Ausführung gebracht werden; durch eine Steinplatte ist die sich an den Vorboden schließende Grabensohle gesichert. Bei Weiten von über 0,6 m verdienen indessen die massiven gemauerten Siele wegen ihrer größeren Sicherheit und Billigkeit den Vorzug vor den gufseisernen Röhren.

Eine bis in den Deichkörper verlängerte Spundwand ist bei allen massiven Pumpsielen von einiger Bedeutung unentbehrlich.

Verschlussvorrichtungen. Besteht die Verschlussvorrichtung in einer Klappe, so ist dieselbe um eine obere, horizontale Axe drehbar; es wird bei der Auswässerung allerdings eine nicht unerhebliche Profileinschränkung hervorgerufen, doch läßt sich dieser Übelstand bei den Flußdeichen dadurch vermindern, daß die Klappe nach dem Ablaufe des Hochwassers zurückgeschlagen, also ganz geöffnet und erst geschlossen wird, falls ein Hochwasser erwartet wird.

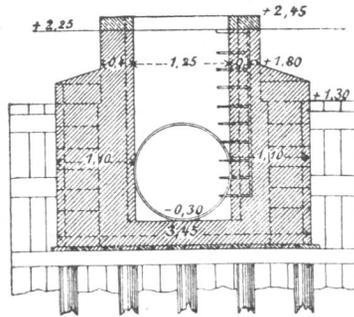
Die Klappen bestehen gewöhnlich aus einer Holztafel, am besten aus zwei sich kreuzenden, mit hölzernen Nägeln verbundenen Bretterlagen konstruiert, welche mit starkem eisernen Beschlage versehen ist. Das Gewicht der eingetauchten Tafel ist dann so unbedeutend, daß ein geringer Wasserdruck sie schon zu öffnen vermag. Auch gerade Blechplatten, Fig. 14, und Buckelplatten, Fig. 12 b. sind zur Anwendung gebracht, während gufseiserne Klappen wegen ihres großen Gewichts weniger vorteilhaft sind.

Die Klappen werden entweder vor einer vertikalen oder vor einer schrägen Stirnfläche eingehängt; im ersteren Falle bedürfen sie zum Öffnen einer geringeren Kraft, also eines geringeren Überdrucks des Binnenwassers, im letzteren Falle schließen sie fester. Eine geringe Schräge, etwa einem Winkel von 10° entsprechend, verdient den Vorzug. Sie legen sich entweder unmittelbar gegen das hölzerne, massive oder eiserne Haupt des Siels oder gegen einen besonderen hölzernen oder gufseisernen

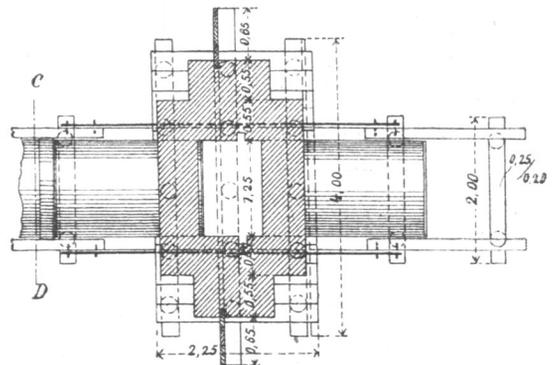
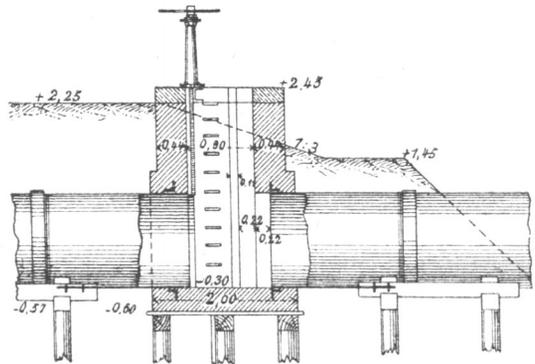
Fig. 16. Röhrsiel im Besoyen-Polder (Niederlande).

M. 0,01.

a. Querschnitt.



b. Teil des Längsschnitts.



c. Teil des Grundrisses.

Rahmen, der mit dem Mauerwerk verankert ist; letzteres ist namentlich bei Backsteinsielen zu empfehlen, falls kostspielige Quader vermieden werden sollen, s. Fig. 13.

Die kleineren Klappen werden mit Ösen versehen, um sie leicht heben und fremde Körper, welche den dichten Abschluss verhindern, namentlich bei erwartetem Hochwasser entfernen zu können; gröfsere Klappen versieht man auch wohl mit Beschlagteilen, in welche ein hölzerner Hebel zu jenem Zwecke gesteckt wird, Fig. 12 bis 14.

In den Flufsdeichen werden die Pumpsiele auch mit Schützen versehen. Bei dem Röhrensiel im niederländischen Besoyen-Polder, Fig. 16 (S. 29), welches 1,25 m äufseren Durchmesser besitzt und auf Grundbalken nebst Pfählen ruht, ist das Schütz nicht am äufseren Ende, vielmehr an der Deichkappe angeordnet, woselbst ein massiver Schacht von 0,9 m Breite gebildet ist. Das Mauerwerk des Schachtes greift mittels Pfeiler und Flügelspundwänden in den Deichkörper; auch die Schachthohle ist massiv aufgemauert und die unterbrochene Längenverbindung der Fundierung durch Eisenbahnschienen wieder hergestellt.

§ 9. Hölzerne Siele (Tafel I). Dieselben werden unter beiden Böschungen und auferdem des Verkehrs wegen noch auf 3 bis 5 m Länge unter der Binnenberme, zuweilen auch unter der Aufsenberme fortgeführt, sodafs die Stirnwände und Vorsiele, welche den Einflüssen der Witterung stark ausgesetzt sind, nur geringe Höhe und Länge erhalten, dagegen das geschützte Hauptsiel sehr lang wird und der Deichkörper möglichst stark bleibt. Das sogenannte Gericht oder Schlaggebind für die äufseren Thore wird entweder an der äufseren Stirnwand, wie in F. 1, oder im vorderen Teile des Hauptsiels, also unter dem Deichkörper, wie in F. 8, 10, 12 angeordnet. Im ersteren Falle schlagen die Thore in das äufseren Vorsiel und ist es dann erwünscht, dafs der Deichkörper unmittelbar hinter der Verschlufsvorrichtung nicht zu schwach, also die Stirnwand mindestens 1 m hoch sei, damit das Wasser nicht so leicht die hölzerne Decke des Siels durchbrechen könne.²²⁾ Der letztere Fall, wobei die Thore im Hauptsiele selbst liegen, wird bei gröfseren Seedeichen und namentlich bei Ständersielen, welche leichter zu durchbrechende Bekleidungsbohlen in der Decke erhalten, gewöhnlich vorgezogen, auch sind die Thore den Witterungseinflüssen und sonstigen Beschädigungen weniger ausgesetzt, allerdings auch weniger leicht zugänglich. Das Gericht für die bei den gröfseren Seedeichen notwendigen Notthore wird stets unter der Deichkappe angeordnet, F. 10 und 12, um auch, nachdem gröfsere Schöllöcher in der Aufsenböschung entstanden, noch einen sicheren Abschluss zu besitzen. Das Binnengericht für die Schützen oder Thore zum Aufstauen des Binnenwassers wird mit der Binnenstirnwand verbunden. Alle gröfseren, nicht zu den Pumpsielen gehörenden hölzernen Siele sind stets auf Pfählen zu fundieren; in älterer Zeit hat man sie allerdings wohl ohne weiteres auf den Klaiboden verlegt, doch ist dies wegen der zu befürchtenden Durchbiegung nicht empfehlenswert.

Das Hauptsiel wird entweder als Ständer- oder als Balkensiel konstruiert und danach führt das ganze Bauwerk seinen Namen. Die Ständersiele, vergl. F. 10, 11, 14, 15, bestehen aus einzelnen in 0,6 bis 0,9 m Entfernung von Mitte zu Mitte aufgestellten, sehr starken Gebinden, die oben und unten durch Längsbalken zusammengehalten, übrigens mit 7 bis 10 cm starken Bohlen bekleidet werden und auf Grundbalken, die wieder auf Längsrostschwollen ruhen, gelagert sind. Bei gröfseren Sielen

²²⁾ Ein solches Beispiel findet sich auch in Buchholz. Bau hölzerner Abwässerungsschleusen. Hannover 1829; ferner in der Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover, Bd. 3, Mitteilung von H. Tolle.

unterstützen noch Kopfbänder die oberen, durch den Deich stark belasteten Balken und erhöhen die Steifigkeit des Bauwerks; sie fehlen nur in den Thorkammern, wo daher die Deckenbalken durch besondere Längsträger entlastet sind. Die Thorkammern erhalten eine größere Weite, sodafs die aus auferordentlich starken Hölzern mittels Versatzung und doppelter Zapfen zusammengesetzten Schlaggebände mit den Wänden des Hauptsiels bündig liegen und nur im Boden und in der Decke etwa 20 cm vorstehen, doch wird auch wohl der äufere Teil des Hauptsiels von den Notthoren bis zur äufseren Stirnwand, welche dann gleichzeitig das Flutthorgericht bildet, in der Weite und der tieferen Sohlenlage der Thorkammer ausgeführt. 4 bis 5 Querspundwände von 7 bis 10 cm Stärke, 2 bis 4 m Länge sind unter den Thor- bezw. Schützgebänden, sowie am Anfange und Ende des Bodens unbedingt erforderlich; die ersteren reichen als Flügelpundwände noch einige Meter in den Deichkörper, um jede Bewegung des Wassers hinter der glatten Bohlbekleidung abzuschneiden. Zum Schutze des Bodens ist eine Ausmauerung der Räume zwischen den unteren Gebindhölzern oder Spannbalken zu empfehlen; die Sicherheit des Bodens gegen Durchbiegung kann durch eine Verbindung dieser Spannbalken mit den unteren Grundbalken mittels starker eiserner Bolzen oder hölzerner Schlüsselkeile, sowie bei größerer Weite durch eine mittlere Pfahlreihe erheblich erhöht werden. Es können dagegen die unmittelbar auf die Pfähle gezapften Längsrostschwellen (Sandstraken) wohl entbehrt werden, da die Längenverbindung im Boden durch die über den Grundschwellen liegenden Saumschwellen, in welche die Ständer gezapft sind, gewahrt wird; allerdings ist man dann genötigt, die Grundbalken und Gebände nicht zu nahe zu stellen, um nicht zu viel Grundpfähle zu gebrauchen und infolge dessen die Bohlen stärker anzunehmen. Auch sind Wandstreben hinter den Wendestielen, den Ständern der Thorgebinde, bei größerer Weite der Siele als zweckmäfsig zu errichten.

Durchaus abweichend von der obigen, an der Nordseeküste üblichen Konstruktion²³⁾ ist das Weichseldeichsiel bei Neuenburg, T. I, F. 1—4, erbaut²⁴⁾; der Deichkörper ist dort nicht durchgeführt, vielmehr reichen die beiden Stirnwände, gegen welche sich die Thore lehnen, bis zur verbreiterten Deichkappe; die Seitenwände und Mittelwand des Hauptsiels, wie die sehr hohen Vorsielwände sind durchgerammt. Wegen der kostspieligen Unterhaltung und der geringeren Sicherheit kann diese Konstruktion nicht empfohlen werden.

Die Balkensiele, vergl. die Figuren 6 bis 9, 12, 13, 20, 21, sind im Hauptsiele ausschliesslich aus Balken, also ohne Bohlen, hergestellt, wobei der auf die Seitenwände ausgeübte Erddruck durch Hinterständer, sogenannte Achterständer, welche in 1,5 bis 2 m Entfernung hinter der Seitenwand aufgestellt und mit jedem einzelnen Balken durch Schraubbolzen verbunden werden, auf die Decken- und Bodenbalken übertragen wird, auferdem werden die Seitenbalken wohl noch durch eiserne Dübel, welche in dieselben einige Centimeter eingreifen, zusammengehalten. Durchgerammte Achterständer sind nicht zu empfehlen. Ferner sind zur Einfassung aller Ecken Ständer angeordnet, in welche sich die Seitenbalken mit ihrer halben Stärke legen. Die Deckbalken erhalten, entsprechend dem Gewichte des Deichkörpers, unter der Kappe die grösste Stärke und werden bei bedeutender Weite auch wohl durch eine Mittelwand unterstützt; die Bodenbalken ruhen an den Enden auf Längsschwellen und Pfählen, sind indessen bei größerer Weite und stärkerem Wasserdrucke auch in der Mitte durch eine Längsschwelle und Pfähle mit verkeilten Zapfen gegen Durchbiegung zu sichern. Die Thorkammern

²³⁾ Ein älteres Ständersiel enthält auch Crelle's Journ. f. d. Bauk., Bd. XIV, Taf. III, ferner Dietlein, Vorlesungen. Berlin 1832.

²⁴⁾ Zeitschr. f. Bauw. 1858, Bl. 29.

werden nach allen Richtungen erweitert, wobei jedoch die unterbrochene Längsverbindung durch eiserne Bänder, eingeschobene Hölzer u. s. w., vergl. die Figuren 10 bis 13, in solidester Weise wieder ersetzt werden muß; es sind deshalb auch die durch Hakenkämme verbundenen Stöße der Balken zu verwechseln. In Rücksicht auf das Faulen, bezw. das Abreiben durch das fließende, gewöhnlich auch Sand abführende Wasser werden die Balken sehr stark gewählt, nämlich in den Seitenwänden 15 bis 25 cm, im Boden 17 bis 25 cm, in der Decke 20 bis 36 cm stark. Spundwände befinden sich, wie bei den Ständersielen, unter den Thor- bezw. Schützgebänden, sowie am Anfange und Ende des Bauwerks; die in F. 13 dargestellten Spundwände am Anfange der Thor-kammern sind dagegen entbehrlich.

Die Balkensiele verdienen den Vorzug vor den Ständersielen, da sie wegen der fehlenden Bohlen gröfsere Dauer besitzen, wegen der glatten Wände der Bewegung des Wassers geringeren Widerstand bieten und bei etwa gleichem Holzbedarf leichter herzustellen sind. Hierzu kommt noch, dafs Balkensiele in demjenigen Teile, welcher der gröfsten Abnutzung ausgesetzt ist, d. h. in der Wasserlinie der Seitenwände, verhältnismäfsig leicht erneuert werden können. Ständersiele sind wegen ihrer durch die Kopfbänder erzielten gröfseren Steifigkeit und besseren Unterstützung der Decke nur zu empfehlen, falls wegen der Schifffahrt eine einzige grofse Öffnung von über 4,5 m Weite herzustellen ist; andernfalls ist auch bei gröfserer Weite ein Balkensiel und zwar mit Mittelwand vorzuziehen. Im Oldenburgischen ist eine kombinierte Konstruktion, F. 19, vor längerer Zeit ausgeführt, bei welcher der vom Wasser benetzte untere Teil als Balken-, der obere Teil als Ständersiel konstruiert ist, doch fehlt derselben der notwendige Zusammenhang.

Die Stirnwände am Ende des Hauptsiels werden durch Balken oder durch Ständer mit Bohlen gebildet und bei gröfserer Höhe mit der Decke des Hauptsiels verankert, um dem vom Deiche ausgeübten Erddrucke widerstehen zu können; ausserdem werden sie durch die Vorsielwände abgestrebt. Die kurzen Vorsiele werden als aufgesetzte Bohlwerke konstruiert, welche seltener durch Erdanker als durch Spreizen gegen den Erddruck gesichert werden. Solche Spreizen sind allerdings den Schiffen leicht hinderlich, übrigens aber einfacher und dauerhafter als Erdanker und werden bei gröfserer Länge noch durch Kopfbänder unterstützt; auf dieselben wird auch wohl eine Decke von Brettern gelegt, um die Sonnenstrahlen von den Thoren abzuhalten und im Winter das Einfrieren der Thore zu verhüten; ferner stellt man Eisrechen vor dieselben.

Bei der Ausführung der hölzernen Siele ist zu beachten:

- a. dafs keine Holzteile vorstehen, die nach eingetretenem Sacken der Erde zu Wasseradern Veranlassung geben;
- b. dafs alle Fugen durch Löschpapier oder feines trockenes Moos, das zwischen die gestrichenen, frisch geteerten und fest zusammengetriebenen Flächen gelegt wird, vollständig wasserdicht gearbeitet werden (nur ausnahmsweise darf man nachträglich Werg an einzelnen undichten Stellen einbringen);
- c. dafs Thon oder zäher Klai, möglichst frei von vegetabilischen und animalischen Stoffen, überall dicht an das Holz und unter den Boden gestampft werde, um die Wasserdichtigkeit zu erhöhen und das Faulen des Holzes zu verhindern; endlich muß dafür gesorgt werden,
- d. dafs eine kräftige Längsverbindung, namentlich bei weichem Boden, vorhanden ist.

Die Verlaate oder Schüttels, welche im Binnentiefe und in den Zuggräben zum Schutze der niedrigen Grundstücke gegen höhere Wasserstände vielfach erbaut werden, sind bei größerer Weite offen und mit zwei Thorflügeln, bei geringerer Weite bedeckt, mit einem Thorflügel oder als Pumpsiele auszuführen. Das Verlaat F. 16—18 ist in dem zum Aschwardener Siele (F. 15—18, T. IV) gehörenden Binnentiefe hergestellt, um das Eindringen des eingelassenen Aufsenwassers in die obere Strecke des Binnentiefs zu verhindern.

§ 10. Massive bedeckte Siele. Sie werden entweder wie hölzerne Siele mit langem, unter den Böschungen fortgeführten Hauptsiele, niedrigen Stirnmauern, kurzen und niedrigen Vorsielen oder mit kurzem Hauptsiele, hohen Stirnmauern, langen und hohen Vorsielen erbaut; die erstere Konstruktion verdient wegen ihrer größeren Sicherheit den Vorzug und kommt bei den deutschen Seedeich-Sielen fast ausschliesslich vor. Zur Verminderung der Kosten wird das normale Deichprofil sehr oft über dem Siele eingeschränkt, indem z. B. statt der 4fachen eine 3fache Aufsenböschung, statt der 2fachen eine $1\frac{1}{2}$ fache Binnenböschung gewählt wird, auch werden die Bermen mit ihren Fahrwegen in geringerer Breite und größerer Höhe über dem Siele angelegt. Durch eine alljährlich im Herbst ausgeführte Bestückung des Deichkörpers über dem Siele und im Anschluß daran mit Stroh läßt sich die erforderliche Sicherheit wieder gewinnen; unentbehrlich ist die Stückerfüllung für die Aufsenböschung und Aufsenberme des geschwächten Deiches, weniger wichtig für die übrigen Flächen, falls solche gut berast sind. Es empfiehlt sich jedoch um so weniger, betreffs der Einschränkung des Deichprofils zu weit zu gehen, als erfahrungsmässig im Laufe der Zeit eine Erhöhung und Verstärkung der Deiche erfolgt. Von Einfluß auf die Länge des Hauptsiels ist ferner die Anordnung und Lage der Verschlussvorrichtungen; ist es erwünscht, daß dieselben für den Sielwärter behufs Bewegung der Thorschützen oder Schützen möglichst lange zugänglich bleiben, so müssen die betreffenden Teile höher gelegt werden, was zu einer Verkürzung des Hauptsiels und zu höheren Vorsielwänden führt. Auch die Schifffahrt übt einen Einfluß aus, indem sie eine Höherlegung des Gewölbes veranlaßt und hierdurch eine Verkürzung des Hauptsiels hervorruft.

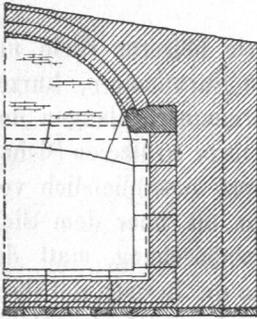
Die Verschlussvorrichtung gegen das Aufsenwasser legt sich sowohl bei den Flußsiele als bei den Seedeich-Sielen in der Regel gegen die äußere Stirnfläche des Hauptsiels, indem sie bis über den Kämpfer des Gewölbes reicht, somit die ganze Öffnung bedeckt. Beim Verschlusse der kleineren Flußdeich-Siele durch Schützen ist die Stirnmauer, welche oben die Winde trägt, bis zur Deichkappe hochgeführt, vergl. F. 8^{a u. b}, T. II. Beim Verschlusse durch Stemmthore wird das Gewölbe nebst Widerlagsmauern entweder in der ganzen mit Werksteinen bekleideten Stirnfläche, F. 16, T. IV, oder nur in den Wendenschen und in einem oberen vorspringenden, horizontalen Streifen gemäfs dem Anschlagsdreiecke (Drempeldreiecke) schräg abgearbeitet, F. 4^{a u. b}, T. III; letztere Konstruktion verdient insofern den Vorzug, als der wasserdichte Anschluß zwischen Thor und dem horizontalen Streifen weit leichter als zwischen dem Thore und der ganzen Gewölbe-Stirnfläche zu erzielen ist. In beiden Fällen sind für die Bekleidung der Stirnfläche bzw. für den oberen Anschlag bei größerer Weite des Siels nicht unerhebliche Mengen kostspieliger Werksteine (gewöhnlich Granite) erforderlich. Zur Verminderung der Kosten wird deshalb auch wohl das obere Anschlagsdreieck aus Eichenholzbalken oder Schmiedeeisen hergestellt und vor die rechtwinklig zur Längsaxe des Siels aus Klinkern ohne Verblendung aufgemauerte Stirnfläche verlegt, indem die Balken in die Seitenmauern

eingreifen und erforderlichenfalls an der Spitze noch durch Eisenanker aufgehängt sind, s. F. 11, T. II.

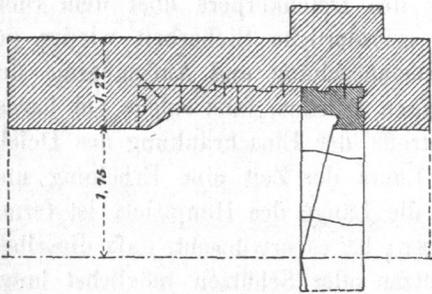
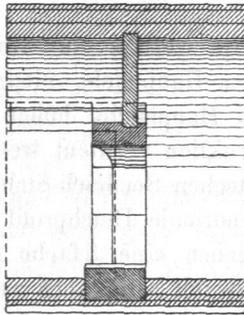
Bei denjenigen niederländischen Sielen, welche ausschließlich für die Entwässerung bestimmt sind, findet sich nicht selten die in F. 11, T. IV dargestellte, den hölzernen Ständer-

Fig. 17. Thorkammer mit Schildmauer. M. 0,01.

a. Querschnitt.



b. Längenschnitt.



c. Halber Grundriß.

sielen entlehnte Anordnung, bei der sich die äußeren Thore im Hauptsiel unter der Außenböschung befinden, wo sie nur bis zum Gewölbekämpfer reichen, so daß das Gewölbe ununterbrochen fortgeführt werden kann. Der obere Anschlag wird gewöhnlich aus einem einzigen Eichenholz- oder Werksteinbalken gebildet, der in die Seitenmauern eingreift und in der Mitte auch wohl noch am Gewölbe aufgehängt ist; dieser Balken trägt eine aus Klinkern gemauerte, 25 cm starke Schildmauer, welche den Gewölberaum abschließt und einige Centimeter in den Balken und das Gewölbe eingreift. Bei größerer Weite wird der Balken durch einen aus Quadern hergestellten scheidrechten Bogen, Fig. 17 a bis c, oder durch einen Flachbogen ersetzt, doch ist dann wegen des vom Bogen ausgeübten Schubes eine Verstärkung der Seitenmauern oder die Hinzufügung von Pfeilern erforderlich. Die durch

Zurücksetzung der Seitenmauern gebildeten Thornischen müssen so hoch sein, daß ein Ausheben der Thore möglich ist; ihre oberen und seitlichen Einfassungen werden durch Werksteine gebildet. — In Fällen, wo die Thore eine gar zu ungünstige Form, nämlich zu geringe Höhe, erhalten würden, werden sie unter Fortlassung der Schildmauer, wie bei T. IV, F. 9, bis zum Gewölbescheitel geführt, indem über der Thorkammer ein den nötigen Raum für die Bewegung der Thore gewährendes flaches Gewölbe eingespannt wird, dessen Axe entweder in der Längsaxe des Siels oder rechtwinklig zu derselben liegt. Um niedrigere, also leichtere und billigere Thore zu erhalten, wird bei den niederländischen Entwässerungssielen ohne Schiffahrt die Schildmauer-Konstruktion auch wohl in Verbindung mit den Stirnflächen des Hauptsiels und zwar sowohl für die äußeren Thore oder Schützen, als auch für die Binnenthore oder Schützen angewandt. — Durch die Anordnung der äußeren Thore unter der Außenböschung wird die Zugänglichkeit und Kontrolle erschwert, doch liegen sie geschützter, sind weniger leicht dem Anfrieren im Winter ausgesetzt und das Auf- und Zuschlagen findet weniger und in geringerem Grade statt. Zuweilen sind die äußeren Thore der holländischen Siele auch als einflügelige Spülthore konstruiert, vergl. T. IV, F. 1 u. 2.

Betreffs der Sturm- oder Notthore der Seedeich-Siele kommen verschiedene, auf Tafel IV dargestellte Anordnungen vor.

1. Dieselben befinden sich im Hauptsiele, wo sie

a. unter der Außenböschung oder der Kappe in einer besonderen, das Gewölbe in nachteiliger Weise unterbrechenden Thorkammer liegen und bis zum

- Scheitel des Gewölbes reichen (F. 9); bei älteren Sielen wird die Thorkammer dann auch wohl durch einen gegen das Hauptgewölbe sich stützenden Flachbogen überwölbt²⁵⁾, oder es ist die Thorkammer, falls es an Höhe fehlt, mittels starker, zwischen I-Trägern liegenden Platten abgedeckt worden;
- b. die Thore reichen nur bis zum Kämpfer des Gewölbes, F. 10, sodafs letzteres ununterbrochen fortgeführt ist; diese Konstruktion, bei der ein oberer Anschlag fehlt, ist eine billige und in Ostfriesland wiederholt ausgeführt, doch vermögen die Notthore nur dann eine wirksame Entlastung der äufseren Hauptthore herbeizuführen oder zum Ersatz derselben bei Reparaturen zu dienen, falls sich der Kämpfer über gewöhnliche Flut erhebt, sodafs die Oberkante der Notthore mindestens in der Höhe dieses Wasserstandes zu liegen kommt;
- c. die Thore reichen nur bis zum Kämpfer des Gewölbes, legen sich aber gegen eine obere massive Schlagschwelle nebst Schildmauer, F. 1 bis 3 und 10 (holländische Art); der obere Anschlag wird dann, wie dies vorstehend bezüglich der äufseren Thore näher erörtert worden, durch einen Eichenholz- oder Werksteinbalken oder, bei gröfserer Weite, durch einen aus Werksteinen gebildeten scheidrechten oder flachen Bogen gebildet.

2. Die Notthore befinden sich im Binnenvorsiele, F. 15 bis 18, in welchem Falle sie jederzeit leicht zugänglich sind, keinerlei Unterbrechung des Hauptsiels veranlassen, auch beliebig hoch geführt werden können und in Verbindung mit den äufseren Thoren eine kleine Kammer für Schiffahrtzwecke bilden. Diese Anordnung besitzt daher erhebliche Vorzüge und ist in neuerer Zeit in den deutschen Seemarschen bei wichtigeren Sielen vorzugsweise zur Ausführung gekommen, vergl. auch F. 1^{a-d}, T. III; sie hat den Nachteil, dafs sie ein längeres Binnenvorsiel und deshalb gröfsere Kosten erfordert.²⁶⁾

Die Binnen- oder Ebbethore zum Aufstauen des Binnenwassers bzw. zum Zurückhalten des eingelassenen Aufsenwassers legen sich in der Regel gegen die für die Stimmung schräg abgearbeitete Binnenstirnwand des Hauptsiels; nur für den Fall, dafs etwaige Notthore im Binnenvorsiele liegen, F. 15 bis 18, sind sie neben diesen angeordnet.

Für das Gewölbe der Decke bietet der Halbkreis wegen der leichten Ausführung und günstigen Widerlagsstärke die fast ausschliesslich gewählte Form. Ein Korbbogen oder Flachbogen ist in seltenen Fällen zur Ausführung gebracht, falls es wegen der Schiffahrt oder wegen der im Hauptsiele angeordneten Thore, wie bei F. 10, T. IV, erwünscht war, den Kämpfer möglichst hoch zu rücken oder falls es zur Erzielung eines möglichst kräftigen Deichkörpers geboten war, den Gewölbescheitel zu senken. Ein überhöhtes, gemäfs der Stützlinie aus mehreren Mittelpunkten konstruiertes Gewölbe wird selten gewählt werden können, da die Ersparnis an Material in der Regel durch die Beschränkung des Durchflufsprofils reichlich aufgewogen wird, auch die Beschränkung des oberen Raumes für die Schiffahrt ungünstig ist und die Hinaufrückung des Gewölbescheitels eine Schwächung des Deichkörpers herbeiführt. Diese Nachteile lassen sich allerdings dadurch ausgleichen, dafs bei der Wahl eines überhöhten Gewölbes die Weite etwas gröfser gewählt wird und die Wände des Hauptsiels nicht senkrecht, sondern in

²⁵⁾ Beispiele in Hagen's Seebau und in Hunrich's Deich-, Siel- und Schlengenbau. Bremen 1776.

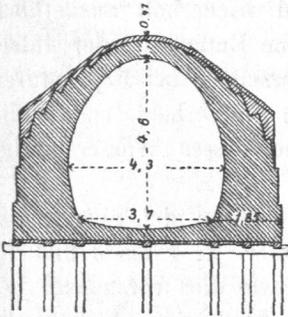
²⁶⁾ Das vom Verfasser erbaute Siel, F. 15 bis 18, wird auch als Einlafschleuse zu Bewässerungszwecken benutzt und mufste deshalb ohnehin mit sehr langem Binnenvorsiele versehen werden.

Bogenform, wie Fig. 18, in Verbindung mit einem Sohlgewölbe gemauert werden.²⁷⁾ Eine solche Ausführung kommt, wie F. 4, T. III zeigt, auch bei Anwendung des halb-

Fig. 18.

Norder-Aue-Schleuse bei Neuhaus a. d. Oste.

Querschnitt.

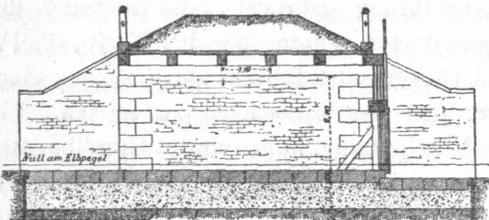


kreisförmigen Gewölbes vor, falls es erwünscht ist, den Zusammenhang des Bauwerks in sich zu vergrößern und sein Gewicht auf den Boden möglichst gleichmäßig zu verteilen. Die Brüstungsmauern, welche an den Stirnen des Hauptzieles auf dem Gewölbe zur Begrenzung des Deichkörpers aufgeführt werden, sind den Einwirkungen des Frostes und der Nässe in hohem Grade ausgesetzt und deshalb kräftig herzustellen. Übrigens werden Gewölbe nebst Abdeckung und Widerlagsmauern wie bei den Brücken, die sonstigen Mauern wie bei den Schiffsschleusen ausgeführt; das Material derselben besteht gewöhnlich aus wetterbeständigen Backsteinen, sowie aus Trafs- oder Cementmörtel. Gutes, mit Klinkern in durchschnittlich $\frac{3}{4}$ Stein Stärke verblendetes Ziegelmauerwerk verdient in Rücksicht auf leicht eintretende Bewegungen (Setzen, Ausweichen) des Mauerwerks sogar den Vorzug vor einem ganz aus Quadern gebildeten Mauerwerk. Die Wandnischen werden aus Werksteinen (gewöhnlich Graniten) hergestellt, die entweder an den inneren Flächen mit $\frac{1}{2}$ bis 1 Stein breiten und tiefen Falzen, in welche das Backsteinmauerwerk eingreift, versehen sind oder durch Eisenanker in ihrer Lage dauernd gehalten werden. Aus gleichem Materiale werden auch der obere und der untere Anschlag, soweit solche nicht etwa aus Eichenholz bestehen, gebildet. Ferner werden in der Regel auch die Dammbalkenfalze, die Abdeckungen der Mauern und die im Anschlusse an dieselben anzulegenden Treppen, sowie die Schwellen, welche sich am Anfang und Ende des Bodens befinden, aus harten Sandsteinen, Graniten u. s. w. hergestellt und, soweit eine Lockerung zu befürchten ist, verankert. Ist ein Schütz vorhanden, so erfordert es einen Aufbau von grösserer Breite für die Aufstellung und Bedienung der Schützwinde; der Aufbau muß, falls das Schütz an der Außenböschung liegt, bis nahe zur Deichkappe reichen, damit die Winde zugänglich bleibe und nicht erheblich unter den Wellen der Hochfluten leide.

Fig. 19.

Einlaßschleuse im Sommerdeiche mit Balkendecke.

Längenschnitt. M. 0,006.



Zuweilen ist auch statt des Gewölbes eine hölzerne Balkendecke, wie in Fig. 19, angeordnet worden; namentlich kommt dies in den kleineren Deichen wohl vor, wo der Deichkörper über einem Gewölbe einen zu geringen Umfang, also eine zu geringe Widerstandsfähigkeit behalten hätte; die Konstruktion ist zwar billiger, aber weit weniger dauerhaft als ein Gewölbe.

§ 11. Der Boden der massiven Siele. Derselbe wird bei hochliegendem, tragfähigem Grunde aus einem übermauerten Betonbette, wie bei Fig. 10, S. 23, gebildet; ein unmittelbares Mauern ohne Betonunterlage ist wegen des Wasserandranges nur bei kleinen Bauwerken und günstigem Grundwasserstande möglich. Die Betonstärke richtet

²⁷⁾ Die im Jahre 1883 bei Neuhaus a. d. Oste erbaute Norder-Aue-Schleuse ist in dieser Weise ausgeführt worden. Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 414.

sich nach dem bei der Ausführung, nach Auspumpen der Baugrube, zu erwartenden Wasserdrucke und beträgt mindestens 0,8 m. Die Spundwände sind an den beiden Enden des Bauwerks als wasserkehrende Wände unentbehrlich, begrenzen das Betonbett aber gewöhnlich ringsum, indem sie bis zum Grundwasserstand reichen und die Schüttung des Betons ohne gleichzeitiges Wasserschöpfen innerhalb der umschließenden Wand ermöglichen. Ist bei stärkerem Wasserandrang der Baugrund zwar im allgemeinen tragfähig, aber ungleichmäÙig und von nicht tragfähigen Stellen durchsetzt, so kann eine Betonfundierung auf Pfählen zweckmäÙig sein, bei der die Pfähle zunächst bis zum Grundwasserspiegel reichen, alsdann abgeschnitten und mit einer mindestens 1 m starken Betonlage überschüttet werden.

Befindet sich der tragfähige Untergrund in größerer Tiefe — dies ist in den Seemarschen stets der Fall — so wird gewöhnlich die Pfahlrostfundierung gewählt, welche am besten nach holländischer Art ausgeführt wird. Die Pfahlreihen werden je nach der Tragfähigkeit des Bodens, der Länge der Pfähle und dem Gewichte des Bauwerks, indem im ungünstigen Falle nur etwa 5 t, im günstigsten bis 30 t Belastung für einen Pfahl gestattet sind, in 0,8 bis 1,2 m Entfernung angeordnet; in denselben stehen die Pfähle unter den Mauern etwa 1 m, unter dem Boden etwa 1,5 m entfernt. Auf die Pfähle werden normal zur Längsaxe die quadratischen Grundbalken von 20 bis 28 cm SeitenmaÙ (in Holland flachliegend 20/30 cm stark) mittels durchgehender, verkeilter Grundzapfen verlegt und über die Grundbalken flachliegende Langschwellen von 15/20 bis 20/25 cm Stärke verkämmt, um eine kräftige Längenverbindung zu erzielen. Diese Langschwellen liegen bei den deutschen Sielen gewöhnlich über allen Pfählen, s. F. 16, T. IV, bei den holländischen pflegen sich nur zwei Schwellen unter jeder Seitenmauer zu befinden, während sie im mittleren Boden ganz fehlen (F. 21, T. IV) oder nur vereinzelt vorhanden sind. Zwischen denselben, unmittelbar auf den Grundbalken, wird der 6 bis 10 cm starke gestrichene, kieferne Bohlenbelag durchaus wasserdicht verlegt.

Zur Verstärkung des Bodens gegen den von unten nach oben wirkenden Wasserdruck, sowie zum Schutze desselben gegen die verzehrende Wirkung des strömenden Wassers ist eine weitere Sicherung des Bodens nötig. Solche erfolgt

- a. durch Spannbalken, welche mit den Grundbalken durch verzinkte eiserne Bolzen oder hölzerne Schlüsselkeile verbunden und deren Zwischenräume mit Klinkern in Rollschichten ausgemauert werden; im Hauptsiele sind sie 20/25 bis 28/34 cm stark, in den Thorkammern und Vorböden, wo es an Höhe fehlt, mindestens 13 cm (eine Rollschicht) hoch. Die Spannbalken reichen 25 cm tief in die Seitenmauern; um mit niedrigeren Drempehlözern auszukommen, werden sie in den Thorkammern auch wohl ganz fortgelassen, indem daselbst ein gestrichener eichener Belag über den unteren Belag gestreckt wird und die Pfahlreihen näher gestellt werden. Die eichenen Schlagschwellen bezw. Drempehlözler liegen über doppelten Grundbalken, zwischen denen, wie bei F. 15, T. IV, die Hauptspundwand bis in jene Hölzer fortgeführt ist. In Holland wurde früher ein eichener Belag über die Spannbalken gelegt, F. 5, T. II; in neuerer Zeit werden letztere gewöhnlich übermauert, F. 11, T. IV, wodurch es möglich ist, die Anschlagsschwellen aus Werksteinen zu bilden, sodafs Holz an keiner Stelle mit der Strömung in Berührung kommt.
- b. Ferner erfolgt die Sicherung des Bodens ohne Verwendung von Spannbalken durch Übermauerung des Bohlenbelags, indem eine Rollschicht von $\frac{1}{2}$ bis

1 Stein Stärke über einige Flachsichten verlegt oder besser, wie in F. 4, T. III, ein umgekehrtes Sohlengewölbe im Hauptsiele über dem Boden eingespannt wird; in beiden Fällen bestehen die Drempele aus Werksteinen. Eine gute Befestigung der Bohlen auf den Grundbalken und der Grundbalken auf den Pfählen ist unerlässlich, damit der Wasserdruck, welcher namentlich auch bei Trockenlegung des Bauwerks auftritt, nicht allein von der Übermauerung aufzunehmen ist.

Vier Querspundwände, gewöhnlich von 3 bis 4 m Länge, 7 bis 10 cm Stärke, welche wasserdicht bis in den Bohlenbelag bzw. in die hölzernen Drempeleibalken reichen, sind unter den Thoren, sowie am Anfang und Ende des Bauwerks einzurammen. Die ersteren werden, um die Bewegung der Wasseradern hinter den Mauern abzuschließen, entweder als Flügelwände noch einige Meter tief in den Deichkörper bis auf etwa Fluthöhe fortgeführt, wie bei F. 18, T. IV, oder, falls zu jenem Zwecke Pfeiler angeordnet sind, wie bei F. 12, T. IV, bis zu dem Ende der Pfeiler verlängert.

Ist das Alluvium von großer Mächtigkeit, so entstehen sehr leicht Risse in den Mauern und im Gewölbe, was man bei zahlreichen Sielen beobachten kann. — Sie werden veranlaßt durch die Unbeständigkeit der Druckverhältnisse infolge der wechselnden Wasserstände, durch die weiche Beschaffenheit des Bodens, in welchem die Pfähle auf großer Länge stehen, durch die ungleichmäßigen Pressungen, welche von dem stark sich setzenden Deichkörper auf den benachbarten, früher nicht belasteten weichen Untergrund und von diesem wieder auf die Pfähle, Spundwände und den Sielboden hervorgerufen werden, und durch die vom Deichkörper ausgeübte ungleichmäßige Belastung des Siels, welches unter der Deichkappe einen weit größeren Druck als am Fusse der Böschungen erhält. Wirksame Mittel gegen solche, besonders aus der Beweglichkeit der langen Pfähle, aus der ungleichmäßigen Belastung des Bodens und aus der Sackung des Deichkörpers entstehenden Bewegungen des Bauwerks sind:

1. Vermehrung der Pfähle unter den stärker belasteten Teilen des Siels, bzw. Wahl von etwas längeren und stärkeren Pfählen, deren Eindringen sorgfältig zu beobachten ist, um erforderlichenfalls neben diejenigen Pfähle, welche zu stark gezogen, noch andere zu setzen;
2. Schrägpfähle nach beiden Richtungen, F. 1, T. III und F. 15, T. IV;
3. kräftige durchgehende Längenverbindungen des Rostes, namentlich zwischen Hauptsiel und Vorsielen; dieselben werden durch hölzerne Langschwelle oder eiserne Anker erzielt, welche ohne Stöße bzw. mit gehörig versicherten Stößen durch das ganze Bauwerk gehen, F. 18^a, T. IV;
4. Längsspundwände im Anschlusse an die äußeren Querspundwände, sodafs der Rost ringsum von Spundwänden umgeben und gegen die seitlichen Bodenpressungen geschützt wird;
5. Vermeidung von langen, rechtwinklig zur Längenaxe des Siels liegenden Flügeln, welche leicht von dem Deichschube abgerissen werden; an Stelle derselben sind schräge Flügel zu setzen, F. 20, T. IV, welche gewissermaßen Strebepfeiler für das Bauwerk bilden und auch für die Bewegung des Wassers und für die Schifffahrt vorzuziehen sind, oder es sind die Vorsiele nach den Enden erheblich zu erweitern und im Anschlusse an dieselben Uferschälwände in den Sieltiefen herzustellen, sodafs die Flügel überhaupt entbehrt werden können, wie in F. 1, T. III;

6. langsame Aufhöhung des Deichkörpers neben dem Siele und Verwendung von bester trockener Deicherde, welche dem Abrutschen nicht ausgesetzt ist und weniger sackt.

Bei besonders ungünstigen Verhältnissen, bei denen ein erhebliches Versacken oder Abrutschen des Deichkörpers und ein Verschieben des Siels zu befürchten ist, lassen sich Risse im Mauerwerk mit Sicherheit nur vermeiden, wenn außerdem noch der weiche Schlamm unter dem Boden des Siels und zu beiden Seiten desselben in größerer Tiefe beseitigt und durch besseren Boden ersetzt wird; in etwa 0,5 m Tiefe geschieht dies unter dem Sielboden stets, falls der Boden nicht durchaus rein ist. In dieser Beziehung gestalten sich die Verhältnisse bei den Sielen oft noch ungünstiger als bei den Schiffsschleusen, indem der Boden der letzteren gewöhnlich tiefer liegt, so daß die Pfähle in geringerer Länge freistehen und die Belastung eine gleichmäßigere ist, während doch in Bezug auf Wasserdichtigkeit des Bodens dieselbe Sicherheit vorhanden sein muß. Konstruiert wird der Boden im wesentlichen wie bei den Schiffsschleusen, so daß betreffs aller Einzelheiten auf das XIV. Kapitel verwiesen werden kann.

Beispiele. Zu den auf den Tafeln II bis IV enthaltenen Beispielen möge noch folgendes bemerkt werden:

Die Deichschleuse im Rheindeiche, F. 8, T. II, besitzt nur 0,8 m Weite, zeigt übrigens die Konstruktionsverhältnisse einer Schützschleuse von größerer Weite; die Grundbalken des Rostes sind hier nach der Länge gelegt, bündig mit denselben liegen die Querschwellen, der Boden ist stark übermauert; das Schütz wird durch eine Windewelle mittels Ketten bewegt.

Das Siel T. III, F. 1^{a-d} ist bei der Knock, dem in den Dollart vorspringenden Punkt der Westküste Ostfrieslands, für die Entwässerung erbaut, nachdem die Emdener Schützschleuse, Fig. 23, S. 42, ausschließlich der Schifffahrt überwiesen war. Dasselbe besitzt die erhebliche Weite von 7,5 m und 33,9 m Länge. Die Aufsenthore legen sich gegen die Stirnmauer des Gewölbes, in welche zur Bildung des oberen Anschlags schräg abgearbeitete Werksteine eingelassen sind; die Sturm- und die Ebbethore sind im Binnenvorsiel angeordnet. Die Vorsiele erweitern sich an den Enden, Flügelmauern fehlen, da die Sieltiefe mit Bohlwerken eingefasst sind. Der Boden ist auf ganzer Länge, auch in den Vorsielen, durch Spannbalken gesichert, welche keine Übermauerung erhalten haben; die Drempe, deren Oberfläche 1,63 m unter Niedrigwasserspiegel gelegt ist, bestehen aus Eichenhölzern. Der Scheitel des 0,6 bis 0,9 m starken Gewölbes ist wegen der Schifffahrt sehr hoch, nämlich etwa 5 m über das gewöhnliche Binnenwasser ge-
legt worden.

Das Siel bei Woensdrecht (Niederlande), T. III, F. 2^{a-d}, besitzt zwei Öffnungen von je 2 m Weite und ist dadurch bemerkenswert, daß im Hauptsiele unter der Außenböschung ein bis zum Gewölbescheitel reichendes, 13 cm starkes hölzernes Schütz, das beiderseitigen Wasserdruck aufzunehmen vermag, angeordnet ist. Hinter demselben, unter der Kappe bzw. der Binnenböschung befinden sich zwei einflügelige Flutthore, deren oberer Anschlag in Kämpferhöhe durch Balken, welche auch die Schildmauern tragen, gebildet wird. Es konnte deshalb das Aufsenvorsiel entbehrt werden; im Binnenvorsiel liegt der hölzerne Boden frei, während er im Hauptsiele durch Übermauerung, und zwar in der bedeutenden Stärke von 0,55 m, geschützt ist.

Das Siel T. III, F. 4^{a-c} befindet sich in der Verwallung eines Binnentiefs (Kajedeichs) in Ostfriesland und reicht durch die beiderseitigen Bermen, so daß die Vorsiele mit den Böschungen der beiden Wasserzüge bündig liegen; die unterbrochene Längenverbindung des Bodens ist durch starke eiserne Bolzen thunlichst wieder hergestellt worden.

Das Siel Fig. 9, S. 22 ist in der Jümme, einem Nebenflusse der Ems, im Flutgebiete, jedoch ohne Notthor erbaut; der holländische Boden ist im Hauptsiele durch ein Gewölbe, in den Vorböden, welche der Thore wegen horizontal liegen müssen, durch Spannbalken und Klinkerübermauerung verstärkt.

Das Siel T. IV, F. 1 bis 4, in den Dünen der holländischen Provinz Seeland bei Wielingen erbaut, besitzt zwei Öffnungen von je 3 m Weite, durch einen Mittelpfeiler von 1,6 m Stärke getrennt; es ist durch sein kurzes Hauptsiel, seine hohen Vorsiele mit langen Flügeln, sowie durch die Thoranordnung bemerkenswert. Die Grundbalken sind 20/30, der Belag 12, die 3 m langen Spundwände 12, die Spannbalken 20/25 cm stark. Das Sturzbett vor dem Aufsensiel besteht aus 25 cm starken Steinen auf einer

Unterbettung von 10 cm starkem Kies, unter dem sich eine 10 cm starke Rohrlage befindet; ferner besitzt das Sturzbett Flechtzäune und am Ende eine Wand von 1,2 cm langen Pfählen.

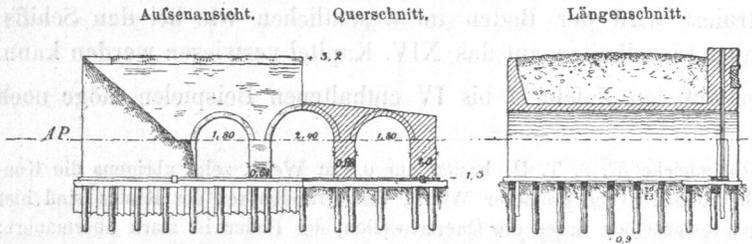
Wegen des sehr langen Hauptsiels und der an Stelle der Notthore tretenden Schützen ist das Siel im Nordstrander Seedeiche an der schleswig'schen Westküste, F. 5 bis 8, T. IV, beachtenswert; die Flügelmauern haben eine übermäßige Länge; eine steilere, mittels starker Besprentung oder Pflasterung gesicherte Böschungsanlage der anschließenden Sieltiefe würde dieselbe verringert haben.

Die Siele F. 9 bis 18, T. IV zeigen die verschiedenen bei den Seedeich-Sielen vorkommenden Notthor-Anordnungen; alle haben einen holländischen Boden mit Spannbalken; wo letztere in den Vorsielen fehlen, wie in F. 15, ist es zweckmäßig, sie in geringer Höhe von 13 cm, einer Klinker-Rollschiene entsprechend, hinzuzufügen, um den Bohlenbelag nirgends ohne Schutz zu lassen.

F. 22 bis 23, T. IV stellt das Binnenhaupt eines Siels in einem schleswig'schen Seedeiche dar, welches zum Spülen benutzte Schützen mit großen Winden besitzt.²⁶⁾

Fig. 20 zeigt ein Schützensiel in einem Binnendeiche der niederländischen Provinz Seeland, welches sich von einer gewöhnlichen Brücke nur dadurch unterscheidet, daß es einen durchgehenden Boden besitzt und mit einem Schütz versehen ist. In ähnlicher Weise sind auch die zahlreichen Bauwerke (sogenannten Verlaate, Schüttels u. s. w.) konstruiert, welche das Vordringen des eingelassenen Wassers in den oberen Teil des Binnentiefs verhindern oder welche die Wasserzüge der niedrig liegenden Grund-

Fig. 20. Siel in einem Binnendeiche.

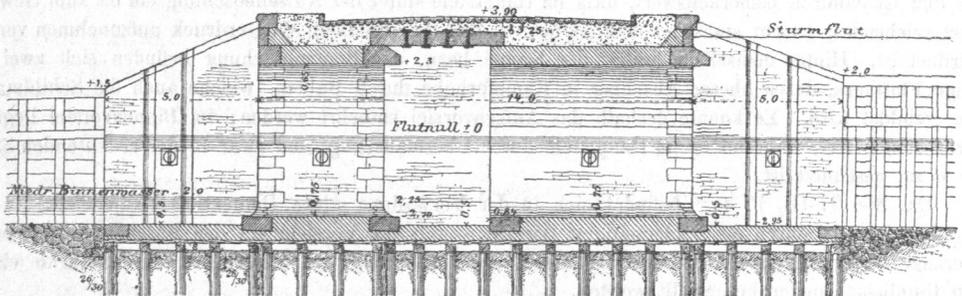


stücke von dem übrigen Kanalnetze abtrennen sollen, sobald der Wasserspiegel sich in den letzteren zu hoch erhebt. Diese Bauwerke liegen gewöhnlich in Wegen, sodafs sie mit kleinen Brücken oder Durchlässen verbunden sind, gegen deren Stirnmauer sich das Thor oder Schütz legt.

Die Einlaßschleuse im Sommerdeiche der Elbe unweit Bleckede, welche in Fig. 18, S. 36 dargestellt ist, zeigt die ungewöhnliche Anordnung, daß nur der untere Teil des Bauwerks durch Stemmthore verschlossen ist und als Entwässerungsschleuse wirkt, während über den Thoren Schützen angeordnet sind, durch welche das Wasser bei höheren Ständen und geeigneter Jahreszeit eingelassen werden kann. Ansicht und Grundrifs des Bauwerks finden sich auf T. XXV, F. 5 u. 6 der 2. Auflage dieses Handbuchs (2. Abteilung).

Fig. 21. Benser-Siel (Ostfriesland).

Längenschnitt. M. 0,004.



Das Benser-Siel an der ostfriesischen Nordküste, dessen Längenschnitt Fig. 21 zeigt, hat 6 m Weite und liegt aus Schifffahrtsrücksichten mit dem Gewölbescheitel 2,3 m über gewöhnlichem Hochwasser, 4,3 m über niedrigem Binnenwasser, sodafs die Landstraße, welche den Deichkörper ersetzt, nur 0,9 m über dem 0,65 m starken Gewölbe gelegen ist. Wegen dieser geringen Höhe erfolgte die Überdeckung

²⁶⁾ Ein kleineres schleswig'sches Siel zur Entwässerung des Kaiser-Wilhelm-Koogs (Süder-Ditmarschen) von Eckermann findet man in der Zeitschr. f. Bauw. 1875 dargestellt.

der 7 m weiten Thorkammer der Sturmthore durch 28 cm starke Platten zwischen I-Trägern. Auf dem durchgehenden Rostbelage ist der Boden der Vorsiele und der Thorkammer in 0,5 m Stärke, im Haupt-siele gewölbt in 0,75 m Scheitelstärke und 0,45 m Pfeil aufgemauert. Die Flügel der Flutthore legen sich gegen einen wagerechten, schräg abgearbeiteten massiven Anschlag der äußeren Stirnwand, die Flügel der Ebbehore, welche mit Drehschützen versehen sind, gegen die Binnenseite des Hauptsiels. Der Scheitel des Sohlgewölbes befindet sich nur 0,7 m unter dem niedrigen Binnenwasser.²⁹⁾ Die querliegenden Rostschwelle sind 26/30 cm, die 6 Langschwelle 26/30 cm (flach liegend), der Belag 10 cm, die 4 Spundwände 5 m lang und 13 cm stark.

§ 12. Offene Deichschleusen. Die offenen Deichschleusen bestehen aus zwei Seitenwänden, welche den Deichkörper begrenzen und mittels Flügelspundwänden oder -Pfeilern die Bewegung zwischen den Wänden und der Erde verhindern, nebst einem durchaus wasserdicht hergestellten, etwas über Sohle des Sieltiefs liegenden Boden. Die Wände werden fast ohne Ausnahme massiv aufgeführt.

In Flufsdeichen besteht die Verschlussvorrichtung aus nur einem Stemmthore, welches bis etwa 20 cm unter Deichkappe reicht und sich, wie bei den Schiffschleusen, unten gegen das Drempeldreieck legt; ausnahmsweise kommt es auch wohl vor, dafs, wie in Fig. 22 angegeben, auch oben ein dem unteren entsprechender Anschlag hinzugefügt ist.³⁰⁾ Hierdurch wird aber die Benutzung der Schleuse für Schiffahrtzwecke beeinträchtigt; indessen dient der obere Anschlag erheblich zur Verstärkung des Thores, welche namentlich dann dringend erwünscht ist, wenn ein Wärter nicht in der Nähe wohnt und die beiden Thorflügel nicht gleichzeitig vom Wasser geschlossen werden oder wegen fremder Körper nicht in Stimmung geraten.

Beispiele solcher offenen Flufsdeichschleusen findet man auf T. II u. III. — T. II, F. 9 zeigt eine Schleuse in einem Sommerdeiche an der Weser unweit Verden von 3 m Lichtweite; nur der Boden des mittleren Teils, welcher das Stemmthor enthält, ist in holländischer Weise durch einen Pfahlrost mit Spannbalken gesichert, wobei die Grundbalken 20/20, die Langschwelle 16/20, die Spannbalken 20/20, die Schlagschwelle 20/40, der Belag 8, die 3 m langen Spundwände 8 cm stark gewählt sind. Starke Sturzbetten sichern den übrigen Teil des Bodens. Die Höhe des Drempeldreiecks ist übrigens zu gering; bei $\frac{1}{6}$ Pfeil hätte sie 0,5 m betragen müssen.

Die Deichschleuse F. 3^{a-o}, T. III ist im Oderdeiche bei Bellinchen in 5,4 m Weite erbaut.³¹⁾ Der Boden ist nach der in den östlichen Provinzen Preussens üblichen, der holländischen Konstruktion nachstehenden Weise erbaut, indem die Grundbalken nur durch einen einfachen Bohlenbelag überdeckt sind, welcher eine vollständige Wasserdichtigkeit auf die Dauer nicht zu gewähren vermag; dagegen ist eine übermäfsig grofse Zahl von Spundwänden angeordnet, deren Holme oder Fachbäume nicht überdeckt, sondern bündig mit dem Belage sind; der im Drempel zwischen den Schlagschwellen und dem Mittelbalken eingezogene Binder reicht durch die Thorkammer.

In gröfseren Seedeichen, vergl. F. 10^{a-o} und F. 14^{a-o}, T. II und F. 19 bis 21, T. IV, liegen die bis etwa 0,5 m unter Deichkappe reichenden Sturmthore am äufseren Ende; weiter nach binnen befinden sich die für den täglichen Gebrauch bestimmten Flutthore, welche in Holland gewöhnlich auf 1 bis 1,5 m über gewöhnliche Flut geführt werden, dagegen an der deutschen Küste zur gröfseren Sicherheit häufig gleiche

Fig. 22.

Offene Deichschleuse mit oberem Anschlag.



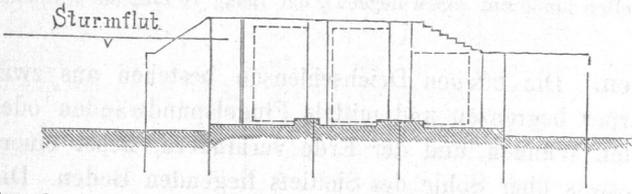
²⁹⁾ Der Neubau des Benser-Siels von G. Biedermann. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1893, S. 163.

³⁰⁾ Das betreffende Siel befindet sich im Rheindeiche bei Sonderheim und ist in Bl. 17 der Bauernfeind'schen Vorlegeblätter f. Wasserbau veröffentlicht.

³¹⁾ Zeitschr. f. Bauw. 1862, Bl. 52.

Höhe mit den Sturmthoren erhalten, wie beispielsweise bei der Emdener Schutzschleuse³²⁾, Fig. 23. Im Binnenvorsiele sind die Binnen- oder Ebbethore angeordnet, deren Dremelspitze nach dem Binnenwasser gerichtet ist und deren Höhe durch Rücksichten der Spülung, d. h. nach dem höchsten zu stauenden Binnenwasser, bestimmt wird; in Holland

Fig. 23. Schutzschleuse bei Emden.



liegen sie auch zuweilen zwischen den Sturm- und Flutthoren. Die Länge des Bauwerks ergibt sich aus dem für die drei Thore und die Dammfalze erforderlichen Raume; die Höhe der Mauern wird durch die Höhe der Thor-

flügel bestimmt, welche sie etwa 0,5 m überragen, sodafs der äufsere Teil in Höhe der Deichkappe, der mittlere etwa 1,5 bis 2 m über gewöhnlicher Flut, das Binnensiel 0,5 m über gewöhnlicher Flut liegt; wegen des bequemeren Verkehrs und namentlich wegen der gesicherten Aufstellung der Winden kommen jedoch auch hiervon abweichende Anordnungen vor. Die offenen Deichschleusen in den kleineren, noch im Flutgebiete sich befindenden Deichen, also namentlich in den nur einem geringen Flutwechsel ausgesetzten Rückdeichen, besitzen wie bei den Flufsdeichen nur ein Thor gegen das Aufsenwasser; selten sind Ebbethore an der Binnenseite hinzugefügt.

Bei der Kehrschleuse unweit Amsterdam, F. 10^{a-c}, T. II, von 10 m Weite fehlen die Vorsiele, das Bauwerk besitzt nur die für die drei Thore unumgänglich erforderliche Länge, ist auch ohne Dammfalze ausgeführt; das mittlere Thor entspricht den Springfluten, das äufsere Notthor den Sturmfluten. Die Spannbalken des holländischen Bodens sind übermauert, sodafs auch massive Dremel gewählt werden konnten.

Das Staatensiel, F. 19 bis 21, T. IV, 8,5 m weit, an der preussisch-holländischen Grenze am Dollart gelegen, vermeidet den erwähnten Übelstand. Der nur 2 m in der Kappe breite Seedeich ist beim Anschlusse an das Bauwerk bis auf 11,25 m verbreitert, die flacheren Deichböschungen sind am Bauwerke nur 3-, binnen 1½fach angelegt; der Aa-Flufs, welcher durch die Schleuse abfliefst, hat 27 m Sohlbreite, 1½fache Böschungen. Die Pfähle haben 1 m vom Kopfe 0,87 m im Umfange, die Grundbalken sind flachliegend 20/30, die Langschwelle hochkantig 22/27, der Flur 12 cm, die 22/28 cm starken Spannbalken sind mittels Moos und Teer wasserdicht auf den Flur gelegt und jeder durch 14 verzinkte Holzschrauben von 0,5 m Länge, 5 cm Durchmesser mit den Grundbalken verbunden, die Köpfe desselben sind eingelassen. Die 4 m langen, 12 cm starken Spundwände befinden sich in vier Reihen unter den Dremplern und unter den Dammfalzen und greifen 2 cm tief in Falze des Flurs. Die Sturzbetten sind aufsen 20, binnen 15 m lang, bestehen aus einer unteren 10 cm starken Rohrlage, über dieser ist eine 15 cm dicke Buschlage mittels Flechtzäunen befestigt, deren 0,75 m weite Zwischenräume bis an die Pfahlköpfe mit Steinschlag ausgefüllt sind, auf der eine Basaltlage dicht schliessend und 20 bis 25 cm stark verlegt ist. Die Flutthore sind 37 cm stark, nämlich der Belag 5 cm, die Zwischenriegel 32/32, Oberrahm 32/37, Unterrahm 37/43, Wendesäule 37/50, Schlagsäule 37/45 cm. Die Flügelmauern sind ohne Pfahlrostfundierung aus Basaltsäulen unmittelbar auf dem nicht tragfähigen Klaiboden versetzt, wodurch eine Trennung derselben von dem wohl fundierten Bauwerke nicht zu vermeiden ist; der Zweck des Bauwerks leidet allerdings nicht darunter.

§ 13. Gröfsere Sielanlagen. Bei gröfsere Abwässerungsverbänden ist zuweilen eine so erhebliche Sielweite erforderlich, dafs zahlreiche Öffnungen gebildet werden müssen und die Anlage in manchen Punkten von der bei den gewöhnlichen Sielen üblichen Bauweise abweicht. Die Öffnungen werden in der Regel durch Gewölbe überdeckt; nur diejenige Öffnung, welche von gröfsere Schiffen benutzt werden soll, wird als offene Deichschleuse oder als Kammerschleuse hergestellt. Da eine solche Anlage

³²⁾ Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1858, vergl. auch die Oldersumer Deichschleuse, daselbst 1873.

einer ständigen Wartung bedarf, so kommt es selbst im Flutgebiete vor, daß der Ab-
schluß entweder allein durch Schützen geschieht oder daß außer den für gewöhnliche
Zeiten zu benutzenden Thoren noch Schützen in jeder Öffnung angeordnet werden, durch
welche eine größere Sicherheit bei hohem Aufsenwasser erzielt, auch das Einlassen
des Aufsenwassers und das Zurückhalten des Binnenwassers ermöglicht wird.

Ein hervorragendes Beispiel größerer Sielanlagen bilden die Siele bei Katwyk³³⁾, F. 1—6,
T. II, welche für die Entwässerung des holländischen Rheinlandes an der Stelle angelegt sind, wo ein
neuer Entwässerungskanal die Dünenkette durchschneidet, welche den natürlichen Schutz gegen die Fluten
der Nordsee zwischen der Maasmündung und der Nordspitze Hollands bildet. Zur größeren Sicherheit
sind in einem Abstände von 450 m zwei Sielanlagen hintereinander, nämlich die Aufsen-
schleuse am äußeren Dünenfusse und die Binnenschleuse am inneren Dünenfusse, angelegt worden. Die Aufsen-
schleuse ist in den Jahren 1804 bis 1807 erbaut, liegt den Nordwestwinden sehr ausgesetzt und besitzt fünf Öff-
nungen von je 3,77 m Weite, die durch 3,2 m starke Mittelpfeiler auf einem 19,6 m langen Boden ge-
trennt sind. Der mittlere Teil der Pfeiler ist auf etwa 10,5 m Länge durch Gewölbe verbunden, die
an der Außenseite eine bis etwa 3,5 m über Sturmflut reichende Übermauerung tragen. Diese Über-
mauerung tritt an die Stelle des Erdkörpers der gewöhnlichen Siele, sie muß dem starken Wellenschlage
bei höheren Fluten Widerstand leisten; hinter ihr befinden sich die überbauten Schützwinden und ein Weg.

Der Abschluß erfolgt durch
Schützen, die nur bei Sturm-
fluten oder zur Spülung des
Aufsentiefs zeitweise ge-
schlossen werden, aber sonst
monatelang geöffnet bleiben.

— Die Binnenschleuse hat
29,1 m Länge, ist nicht
überdeckt, besitzt fünf durch
massive Pfeiler getrennte
Öffnungen von je 5,65 m
Weite und in jeder Öffnung
ein Ebbethor und zwei Flut-
thore; auf letztere kann

der Wasserdruck bei Sturmfluten ver-
teilt werden, falls etwa die Aufsen-
schleuse, wie dies bei Aufstellung des
Entwurfs vielfach befürchtet wurde, zer-
stört sein sollte. Neben der Binnens-
schleuse ist im Jahre 1881 ein Schöpf-
werk mit Schöpfkrädern zur künstlichen
Senkung des Binnenwassers erbaut. —
In etwa 1 km Entfernung ist ferner
hinter der Binnenschleuse eine über den
Kanal führende Brücke als Verlaat ein-
gerichtet worden, d. h. mit einem etwas
über der Kanalsohle liegenden Boden
versehen und mit einflügeligen Thoren,
die sich gegen die Stirnflächen der
Brücke an beiden Seiten derselben legen,
ausgestattet worden, damit das zum
Zwecke der Spülung eingelassene salzige
Aufsenwasser nicht zu weit vordringe.
Das Aufsentief wird durch zwei Bühnen,
sogenannte Höfter, begrenzt, die aus
Faschinen mit Steinabpflasterung herge-

Fig. 24. Schleusen bei Zoutkamp (Niederlande).

Längenschnitt der Entwässerungsschleuse. M. 0,003.

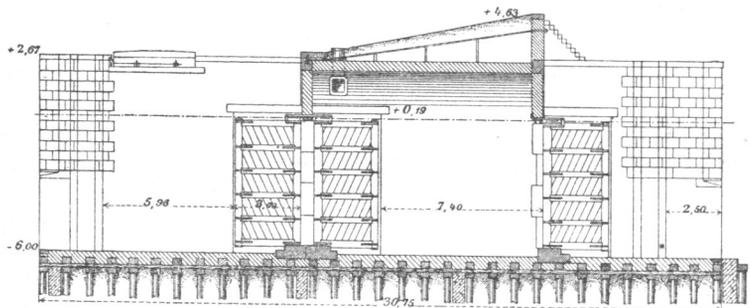
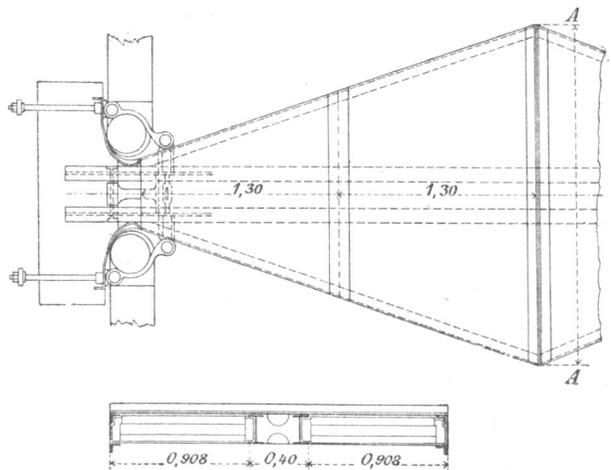


Fig. 25.

Oberer Anschlag der Schleusen bei Zoutkamp. M. 0,02.

Grundriss.



Schnitt A A.

³³⁾ Storm-Buysing's Waterbouwkunde, Bd. II, sowie Hagen's Seeufer- und Hafnenbau, Bd. I,

Der Anschluß an den sich 1,3 m über Hochwasser erhebenden Deichkörper wird durch tief eingreifende Pfeiler bewirkt, um welche sich die außen abgeplastersten Deichböschungen legen. Durch diese ungewöhnliche Bauweise ist trotz des großen Deichkörpers die sehr geringe Länge der Siele von 11,6 m ermöglicht worden; die Vorsiele fehlen ganz, doch sind die Kanalsohlen an beiden Seiten durch starke Sturzbetten gesichert worden. Die Pfeiler werden auf 8 m Länge durch Gewölbe verbunden, gegen deren äußere Stirn sich eiserne, in F. 5, T. III näher dargestellte Schützen legen, während in der Mitte der Gewölbe einflügelige hölzerne Thore angeordnet sind; beide Verschlüsse reichen nur bis zur Kämpferhöhe, während der Gewölberaum durch Schildmauern abgeschlossen wird; an der Binnenseite befinden sich hölzerne Schützen.

Von den deutschen größeren Sielanlagen ist die Hoyer-Schleuse bei Husum an der schleswigischen Westküste, F. 14^{a-e}, T. II, zu nennen, welche aus einer mittleren offenen Deichschleuse von 7,5 m Weite für die Schifffahrt und zwei bedeckten Sielen von 3 m Weite besteht. Die erstere enthält die äußeren, bis zur Deichkappe reichenden Sturmthore und am Fusse der Binnenböschung die Flut- und die Ebbethore; die Seitenmauern schliessen sich den Deichböschungen an, sodafs die Aufstellung der Winden zum Öffnen und Schliessen der Sturmthore nur an einem tieferen Punkte möglich ist, wo die Winden bei höheren Fluten leichter beschädigt werden. Die bedeckten Siele sind, wie dies an der schleswig'schen Westküste üblich, mit gegen die äußere Stirnwand schlagenden Thorflügeln und mit einem am Fusse der Binnenböschung im Hauptsiele gelegenen Schütz, welches durch eine Windewelle mittels Ketten bewegt wird, versehen; der obere Anschlag der Thore wird durch einen in die Stirnwand eingelassenen, entsprechend dem Drempeldreieck schräg abgearbeiteten Quader gebildet, das Schütz bewegt sich in Schlitzen, sodafs es von beiden Seiten Wasserdruck aufnehmen kann. Der Boden ist nach der älteren holländischen Anordnung mit einem die Spannbalken überdeckenden Belage, sowie mit einer tiefer reichenden Herdmauer am Anfange des Bauwerks versehen.

Endlich ist von deutschen größeren Anlagen die im § 1, S. 3 besprochene in der Hamme zu erwähnen, von der F. 12, T. IV einen Längenschnitt durch eine der drei offenen, je 7,3 m weiten Entwässerungsschleusen darstellt, welche die höheren Fluten in diesem nur 0,61 m Flutwechsel zeigenden Nebenflusse der Weser zurückhalten. Das Bauwerk ist auf einem Betonbette mit Klinkerübermauerung gegründet und mit einem gewölbten Drempel versehen, gegen den sich die gekrümmten Blechthore legen.

§ 14. Thore und Schützen. Die Thore sind bei kleineren Sielen gewöhnlich als Bohlenthore, bei den größeren Sielen als hölzerne Riegelthore konstruiert.

Die Bohlenthore, vergl. Fig. 27 und T. I, F. 7 u. 17, bestehen aus vertikalen, 36 bis 44 cm breiten, 5 bis 15 cm starken Bohlen, welche durch Leisten (Klaspen) und eingelassene starke eiserne Bügel nebst Schraubbolzen zu einer festen Tafel verbunden sind; zur Verhütung von Versackungen werden die Bohlen unter sich durch Verzahnung verbunden und die Leisten in die Bohlen eingelassen, auch eine schräge Leiste als Strebe hinzugefügt. Die als Wendesäule dienende Bohle, der sogenannte Harrelpfosten, wird 3 bis 5 cm stärker als die übrigen gemacht, um den oberen und unteren Zapfen oder an Stelle des letzteren besser eine als Schuh ausgebildete Pfanne aufzunehmen; das obere Halsband, Fig. 28, ist gewöhnlich nur als einfacher Bügel, dessen Enden durch den oberen Schlagbalken reichen, hergestellt. Auch die als Schlagsäule dienende Bohle erhält oft größere Stärke. Solche Bohlenthore sind bei sorgfältiger Herstellung aus Eichenholz sehr dauerhaft, daher in den deutschen Niederungen beliebt, während sie in den Niederlanden fast gar nicht vorkommen; sie bedürfen stets eines oberen Anschlags, da sie beim Fehlen horizontaler Riegel den Wasser-

Fig. 27. Bohlenthor. M. 0,02. Fig. 28. Halseisen zum Bohlenthor.

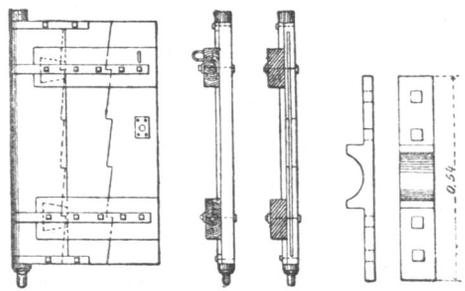
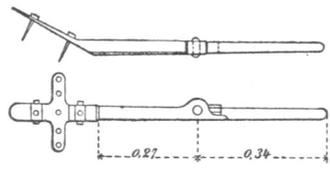


Fig. 29. Aufhalter.



druck nur auf die Anschlagflächen, also nicht durch Stemmung auf die Wendenischen übertragen sollen. Die Stärke ergibt sich aus der Gleichung

$$\text{in welcher} \quad h \cdot 0,001 \cdot \frac{l^2}{8} = \frac{1}{6} d^3 \cdot K,$$

h = wirksamer Wasserdruck in Centimetern,

0,001 = Druck einer Wassersäule von 1 m Höhe f. d. qcm,

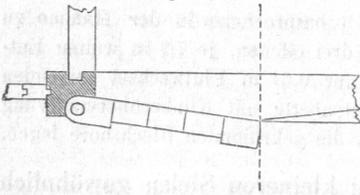
l = Lichthöhe des Siels in Centimetern,

d = Thorstärke in Centimetern,

K = Bruchkoeffizient, welcher in Rücksicht darauf, daß die Leisten einen Teil des Druckes mittels Stemmung auf die Seitenwände übertragen, = 90 kg f. d. qcm gewählt werden kann.

Da solche Bohlenthere eigentlich nicht stemmen sollen, vielmehr nur die Bedingung erfüllen müssen, daß sie sich unabhängig von einander, also nach einander zu öffnen und zu schliessen vermögen und daß dieser Schluß ein wasserdichter sein muß, so sind zwei Anordnungen möglich. Entweder können die beiden Thorflügel in dieselbe Vertikalebene, normal zur Längsaxe des Siels gelegt und die Drehaxe hinter dieser Fläche angeordnet werden, was jedoch schwierig auszuführen sein würde, oder es können die Thorflügel, wie bei den Stemmtoren der Schiffahrtsschleusen, einen stumpfen Winkel

Fig. 30.



in geschlossenem Zustande bilden, wobei jedoch die Höhe des Drempeldreiecks keine große zu sein braucht, es vielmehr schon ausreicht, wenn die Spitze der beiden Anschlagflächen (des Drempeldreiecks) noch oberhalb der Drehaxe liegt. Letzteres geschieht stets und die zur Mittelaxe excentrisch um 1 cm versetzte Drehaxe wird gewöhnlich so weit zurückgelegt, daß der untere Zapfen oder die Pfanne in diesem Balken, welcher zur Erzielung des Anschlags etwa 20 cm tief schräg abgearbeitet ist, sicher eingelassen werden kann, s. Fig. 30. Die Höhe des Drempeldreiecks beträgt dann nur etwa $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{20}$ der Weite, sodafs die Konstruktion der schräg abzarbeitenden Gewölbefläche bezw. der horizontalen Anschlagfläche sehr erleichtert wird.

In Rücksicht auf diesen letzteren Umstand wird auch oft bei Riegelthoren mit oberem Anschlage, welche bei größerer Lichthöhe des Siels gewählt und nach Art der Schleusenthore konstruiert werden, die Drempelhöhe sehr gering angenommen. Dies ist jedoch fehlerhaft. Thore mit horizontalen Riegeln und einem oberen Anschlage bilden zwar eine statisch unbestimmte Konstruktion, da der obere Anschlag die Schlagsäule unterstützt und einen Teil des Wasserdrucks aufnimmt; die horizontalen Riegel sind jedoch ebenso wie bei den gewöhnlichen Schleusenthoren (ohne oberen Anschlag) die zur Aufnahme des Wasserdrucks mittels Stemmung bestimmten Konstruktionsteile. Es kann ein solches Thor nur in derselben Weise wie ein Schleusenthor berechnet werden, indem der obere und untere Anschlag unberücksichtigt gelassen werden und der günstige Einfluß derselben dadurch in die Rechnung eingeführt wird, daß der Bruchkoeffizient größer, etwa 90 kg f. d. qcm, angenommen wird. Daraus folgt, daß die Höhe des Drempeldreiecks auch hier thunlichst wie bei den Schleusenthoren = $\frac{1}{6}$ und jedenfalls nicht kleiner als $\frac{1}{10}$ gewählt werden sollte, um zu große Riegelstärken und zu große auf die Wendenischen übertragene Stemmkräfte zu vermeiden. Außer diesen letzteren Nachteilen entsteht bei sehr geringen Drempelhöhen von $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{20}$ der Weite die folgende, früher unbeachtet gebliebene Gefahr: werden Zapfen und Pfannen im

Laufe der Zeit ausgeschliffen, und die Wendesäulen legen sich bei geschlossenen Thoren nicht scharf mit ihren Rücken in die Wendenischen, so werden die Thore durch das Stemmen etwas in die Wendenischen zurückgedrängt, sodafs die horizontale Spannung, in welcher sich gestemmte Thore befinden, aufhört. Alsdann erfahren die Schlagsäulen, welche den halben Wasserdruck zunächst von den Riegeln aufnehmen, eine Inanspruchnahme auf Biegung und können sogar gebrochen werden. Ist das Drempelverhältnis $= \frac{1}{n}$, die Breite der Berührungsflächen zwischen den Thorflügeln $= c$ (20 bis 30 cm), so wird die Stemmung selbst bei durchgebogenen Thorflügeln ganz aufhören, falls beide Thore zusammen etwa $\frac{2c}{n}$ aus ihrer ursprünglichen Lage zurückgedrängt worden sind. Dieses für die Schlagsäulen höchst gefährliche Aufhören der Stemmung tritt demnach um so leichter ein, je kleiner $\frac{1}{n}$ gewählt ist; aber selbst ein Zurückdrängen der Thore um $\frac{c}{n}$, wobei die Schlagsäulen sich in der Mitte um $\frac{c}{2}$ durchzubiegen vermögen, wird in der Regel den Bruch der Schlagsäulen schon herbeiführen.³⁴⁾ Man hat daher auch wohl bei Riegelthoren mit oberem Anschlag ein Drempel-dreieck $= \frac{1}{6}$ gewählt und zur Vermeidung der Schwierigkeiten, welche bei der Bildung des oberen Anschlagsdreiecks bei Gewölben entstehen, einen hölzernen oberen Drempel³⁵⁾ aus Mittelbalken, zwei Schlag-schwellen und Binder bestehend vor der normal zur Längenaxe abgeschnittenen Stirnfläche des Gewölbes befestigt, vergl. F. 11, T. II. Wegen der Vergänglichkeit dieser Konstruktion ist es jedoch vorzuziehen, die Drempelhöhe $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{10}$ anzunehmen, das obere Anschlagsdreieck auf einen horizontalen Streifen wie bei F. 4^b, T. III zu beschränken und aus einzelnen gröfseren ausgekragten, dauerhaften Quadern bestehen zu lassen. Bei hölzernen Sielen von gröfserer Höhe ist dagegen die Konstruktion des oberen Anschlagsdreiecks von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{10}$ Höhe aus mehreren Hölzern durchaus zweckmäfsig.

Riegelthore ohne oberen Anschlag erhalten gleich den Schleusenthoren durchschnittlich $\frac{1}{6}$ Drempelhöhe.

Bei geringerer Weite des Siels als 3 m wird das Thor auch wohl einflügelig hergestellt, wie in F. 2^{a-d}, T. III, sodafs es sich im geschlossenen Zustande rechtwinklig zur Längenaxe befindet und die mit der Bildung der Anschlagsdreiecke verbundenen Schwierigkeiten fortfallen; es erleidet demnach überhaupt keine Stemmung, wird vielmehr auf Biegung in Anspruch genommen und berechnet. Die Anordnung hat jedoch den Nachteil, dafs sich ein einziger grofser Flügel schwerer bewegt, mithin später öffnet, als zwei kleinere Flügel, weshalb der Anschlag auch wohl etwas schräg zur Axe, statt rechtwinklig zu derselben, gelegt worden ist; es lassen sich jedoch gröfsere Öffnungen zum Spülen oder Einlassen von Wasser in einem breiteren Thorflügel anbringen, vergl. T. IV, F. 1 u. 2, und auch gröfsere Dichtigkeit an der Schlagsäule erzielen; andererseits wird die Form des breiten Flügels eine ungünstigere, sodafs er dem Versacken leichter ausgesetzt ist.

Bei den Seedeich-Sielen werden die Flut- und die Sturmthore gewöhnlich mit kleinen Schützen oder Klappen zur Verteilung des Wasserdrucks versehen; die Flutthore erhalten auch wohl grofse Vertikalschützen zum Einlassen des Aufsenwassers. Wo solche fehlen, und nicht etwa, wie dies namentlich in den Niederlanden und in Schleswig oft der Fall, ein Schütz an Stelle des einen Thorpaars zur Verfügung steht, bleibt behufs Einlassens des Aufsenwassers zum Zwecke der Spülung des Aufsentiefs, der Bewässerung,

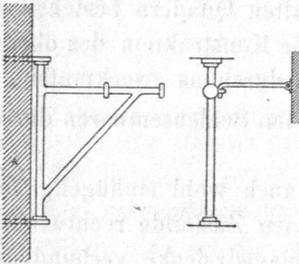
³⁴⁾ Ein solcher Fall ereignete sich bei $\frac{1}{16}$ Drempelhöhe vor mehreren Jahren an der Unter-Ems.

³⁵⁾ Siehe Notizbl. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover, Bd. 3, 1854, Bl. 82.

des Auffrischens des Binnenwassers u. s. w. nichts übrig, als die Thorflügel bei günstigen Winden während einer Tide ganz aufzusperren, wobei jedoch leicht Beschädigungen des Bauwerks und der Sieltiefe infolge der heftigen Durchströmung, welche sich auch in Notfällen nicht unterbrechen läßt, entstehen. Die Binnen- oder Ebbethore werden zur Erzielung einer günstigeren Form oft höher hinaufgeführt, als es die Zurückhaltung des aufgestauten oder eingelassenen Wassers erfordert, vergl. Fig. 9 b, S. 22, indem der obere Teil unbedeckt bleibt. Sofern auf die Erzeugung eines kräftigen Stroms zur Spülung des Aufsentiels Wert gelegt wird, sind sie mit großen Drehschützen zu versehen, deren vertikale Axe etwas excentrisch angeordnet ist, sodafs sie nach dem Zurücklegen eines Vorreibers von dem Wasserdrucke selbstthätig geöffnet werden, s. F. 15, T. IV.

Die Thore werden in der Regel aus bestem Eichenholz, mit 15 bis 25 cm starken Riegeln, 5 bis 7 cm starken Bohlen, 1 bis 2 Streben in holländischer Weise, indem die Riegel auf der Rückseite bündig mit der Wende- und der Schlagsäule liegen und durch eingelassene Bügel und Schienen mit denselben verbunden sind, hergestellt. Die Drehaxe ist versetzt, sodafs sich das Thor einige Centimeter frei dreht. Wo der Bohrwurm auftritt, sind die Holzflächen durch Kupferplatten oder eiserne Nägel mit breiten, die Fläche vollständig bedeckenden Köpfen zu schützen. Eiserne Thore würden im letzteren Falle den Vorzug verdienen, sind jedoch wegen der Erschütterungen, welchen sie bei bedeckten Sielen in den Seemarschen ausgesetzt sind, wo sie durch den eingehenden Strom mit Heftigkeit geschlossen werden, nur selten zur Ausführung gebracht.

Fig. 31. *Aufhalter.*

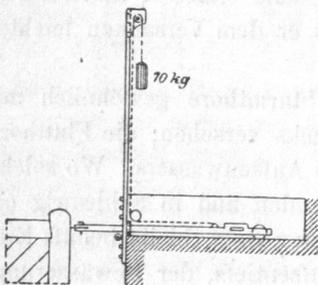


Diejenigen Thore, welche nicht vom Wärter, sondern durch das Wasser geschlossen werden, sind durch „Aufhalter“ so weit von der Wand abzuhalten, dafs sie von der in das Siel eintretenden Strömung gefafst werden. Solche Aufhalter sind für kleinere hölzerne Sielen nach Fig. 29, S. 45, bei grösseren Sielen nach Fig. 31 konstruiert und auch auf T. I, F. 12 u. 13 erkennbar; vielfach ist bei kleineren Sielen nur ein eichener Klotz vorhanden, der an einer in der Thorkammernische befestigten Kette hängt.

Bei der Muidener Seeschleuse, durch welche die Vechte in drei Öffnungen in den Zuidersee fließt, ist seit 1854 die in Fig. 32 dargestellte Anordnung gewählt worden, bei der das Thor mittels eines 70 kg schweren Gewichtes, das eine am vorderen Ende an der Schlagsäule befestigte, am hinteren Ende auf einer Rolle ruhende Stange bewegt,

Fig. 32.

*Aufhalter der Schleuse zu Muiden
(Niederlande).*



vorgeschoben wird, sobald der ausgehende Strom geringer geworden ist; das heftige Zuschlagen kann also nicht stattfinden, auch wird die Profileinschränkung zur Zeit der kräftigsten Entwässerung, während der das Thor durch die Strömung in die Nische gedrückt wird, vermieden.

Die gewöhnlichen Aufhalter werden vom Sielwärter zurückgedreht, sobald die Thore ganz aufgesperrt werden sollen; letzteres geschieht nicht allein während der Spülung des Aufsentiels oder des Einlassens von Aufsenwasser, sondern namentlich auch in nasser Jahreszeit, falls die Ausnutzung der vollen Sielweite erwünscht ist. Behufs Feststellung des Thores in der Nische wird an der Schlagsäule ein Haken oder ein Überfall angebracht, der in eine aus dem Mauerwerk hervorragende Öse u. s. w. faßt und erforderlichenfalls, wo ein mutwilliges oder eigenmächtiges Zudrehen des Thores zu befürchten, durch Vorlegen eines Schlosses noch gesichert wird. In gleicher Weise werden auch die Nothore und die Ebbethore, welche längere

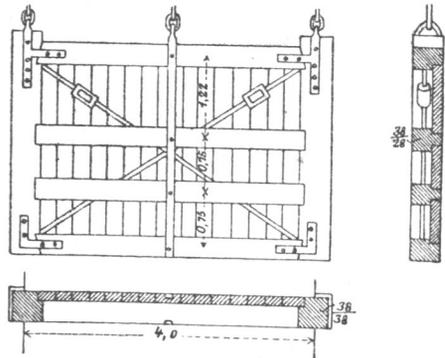
Zeit außer Betrieb sind, festgestellt und zuweilen auch, ähnlich den Thoren der grösseren Seeschleusen, mit Vorrichtungen zur Verhütung von Bewegungen infolge Wellenschlags und höherer Fluten versehen.

Die Thore der ohne oberen Anschlag hergestellten offenen Deichschleusen werden regelmässig vom Sielwärter geschlossen, da sonst bei nicht gleichzeitigem Zugange der beiden Flügel leicht nachteilige Verbiegungen des zuerst von der Strömung geschlossenen Flügels hervorgerufen werden. Aber auch bei bedeckten Sielen können solche Verbiegungen eintreten, falls etwa fremde Körper vor den unteren Anschlag geraten sind, sodafs alle wichtigen Sielen einer sorgsamsten Beaufsichtigung durch einen am besten in der nächsten Nähe des Bauwerks wohnenden Wärter, welcher im Winter auch das Aufeisen besorgt, bedürfen.

In den flandrischen Poldern des Departements du Nord sind an den Entwässerungsschleusen Lätewerke in Verbindung mit den selbstregistrierenden Pegeln angebracht, welche dem Wärter den Zeitpunkt des Öffnens und namentlich des Schliessens bei vorgeschriebener Pegelhöhe ankündigen.³⁶⁾ Die Schliessung des elektrischen Stromes, welcher das Lätewerk in Bewegung setzt, erfolgt, sobald der Halter des Stifts, welcher den Wasserstand auf der Papierrolle verzeichnet und gleichzeitig einen der beiden Drähte einer elektrischen Batterie trägt, das bestimmte Niveau erreicht; die Höhe desselben wird durch Fixierung einer Klemmschraube normiert, die das Ende des anderen Drahtes jener Batterie festhält.

Schützen, welche bei Sielen von nicht zu grosser Weite sowohl in Flufsdeichen als auch in Seedeichen vorkommen, vergl. § 7, werden gewöhnlich aus Bohlen mit Leisten oder, bei geringerer Gröfse, aus zwei sich kreuzenden Bohlenlagen hergestellt. Die eisernen, mit Schraubbolzen befestigten Bügel endigen in Augen, welche zur Verhütung des Klemmens über dem Schwerpunkte des Schützes liegen und die Verbindung mit den oberen Zugstangen bzw. bei einfachen Ausführungen mit den von der Windewelle bewegten Ketten bilden. Bei gröfserer Weite wird das Schütz aus horizontalen Riegeln und vertikalen Bohlen oder besser in Eisen mit Rollen und Gegengewichten konstruiert; im letzteren Falle werden die aus I- oder \square -Eisen gefertigten, an den Seiten und in den Axen der Zugvorrichtung durch vertikale Eisen verbundenen Riegel mit Blech bekleidet. Durch Anordnung von Rollen, behufs Vermeidung der gleitenden Reibung, ist eine erhebliche Verminderung der Zugkraft zu erzielen.

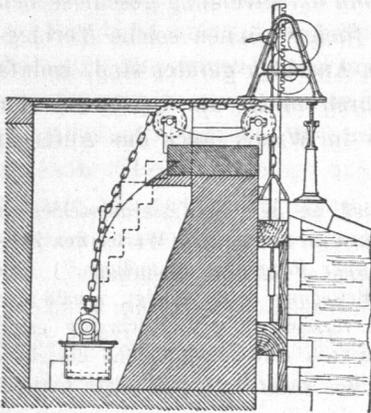
Fig. 33. *Hölzernes Schütz.* M. 0,01.



Auf T. III, F. 5^{a-d} ist ein solches Schütz, welches zu der Sielanlage Fig. 26, S. 44 gehört, dargestellt. Es ist 3,07 m breit, 3,77 m hoch; das Gerippe besteht aus sechs wagerechten I-Eisen, welche 0,6 bis 0,813 m voneinander entfernt und durch die beiden seitlichen, sowie durch drei mittlere senkrechte Eisen verbunden sind; das 10 bis 12 mm starke Blech ist an der Außenseite aufgenietet. An jeder Seite sind mit dem Schütz zwei Rollen von 0,536 m im Durchmesser verbunden, die sich zwischen Führungsleisten bewegen. Da die Quadereinfassungen einen 0,52 m breiten Schlitz bilden, während die an den Kopfenden des Schützes angebrachten Bleche nur 0,51 m breit sind, so verbleibt an jeder Seite nur ein erforderlichenfalls durch ein Hanfseil abgedichteter Spielraum von 0,5 cm; die Abdichtung am unteren Rande erfolgt durch eine Holzleiste. Das Schütz hängt an zwei Gelenkketten, die über Rollen geführt sind und auch das 3575 kg schwere Gegengewicht tragen; das Gewicht des Schützes ist 3840 kg und das Räderwerk der Winde unter Zugrundelegung eines grössten Wasserdruckes von 4,3 m Höhe und eines Reibungskoeffizienten von 0,3 bestimmt worden. — Die Konstruktion weicht in wesentlichen Punkten von derjenigen der Stauschleuse im Weaver-Fluss (England) ab, welche zu den ersten Anlagen von Schützen mit Rollen gehört und im III. Kapitel (Stauwerke) auf T. X, F. 8 mitgeteilt worden ist; bei einer Weite der Öff-

³⁶⁾ Nouv. ann. de la constr. und Centralbl. d. Bauverw. 1881.

Fig. 34. Schützenwinde mit Gegengewicht und Laufbahn.



nungen von 4,72 und einer Schützenhöhe von 3,96 m sind dort Rollen an der Unterwasserseite der Schützen und an den Seiten (zur Führung) angebracht, Gegengewichte fehlen, der wasserdichte Schluß wird durch hölzerne Leisten an den Seiten des Schützes herbeigeführt.

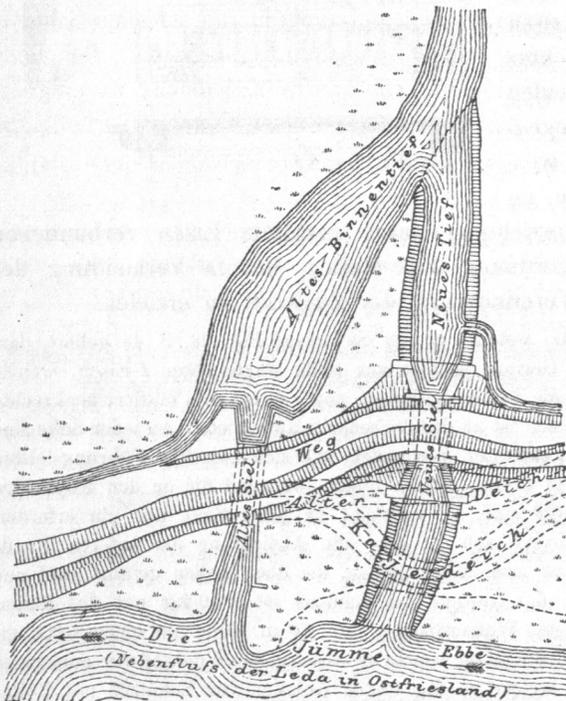
Bei mehreren neueren ostholsteinischen Sielen ist die Anordnung der Fig. 34 getroffen, daß sich die in einem Kasten eingeschlossenen Gegengewichte auf eisernen Leitbahnen bewegen, welche derartig geformt sind, daß, mag auch das Schütz mehr oder weniger aus dem Wasser herausragen, stets eine fast gleiche Kraft zum Bewegen erfordert wird. Letztere wird mittels einer in der Mitte des Schützes angebrachten Zahnstange durch eine Winde von einem Arbeiter ausgeübt.³⁷⁾

Bei Einlaßschleusen ist auch wohl mitten in dem größeren Schütze ein kleineres angeordnet, welches zuerst geöffnet wird, sodafs die erforderliche Zugkraft sowohl durch die Einschränkung der in Betracht kommenden Fläche, als durch die Erhöhung des Binnenwasserspiegels vermindert wird.³⁸⁾

§ 15. Ausführung und Kosten. Bei der Erbauung eines neuen Siels soll gewöhnlich ein Ersatz für das alte abgängige Bauwerk geschaffen werden; dasselbe wird dann am zweckmäßigsten neben dem letzteren ausgeführt, sodafs die vorhandenen Sieltiefe thunlichst benutzt werden und die Entwässerung der Marsch während der Bauzeit keine Störung erfährt. Je nach der Lage des Deiches, der Sieltiefe und der durch Bohrungen sorgfältig zu ermittelnden Bodenbeschaffenheit kann das neue Siel

Fig. 35. Lageplan des Jümme-Siels.

M. 0,001.



1. so weit nach binnen verlegt werden, daß der Deich während der Bauzeit ganz oder größtenteils unberührt bleibt und erst nach Vollendung des Siels zurückgelegt wird; es ist dann ein besonderer Schutzdeich nicht erforderlich, dagegen erleidet die Deichlinie einen nicht unerheblichen Knick;
2. das neue Siel wird in der alten Deichlinie oder nur wenig hinter derselben erbaut, Fig. 35, sodafs der Deich fortzunehmen und ein Hilfsdeich, sogenannter Kaje-deich, zum Schutze der Marsch zu schütten ist.

Letzteres ist der gewöhnliche Fall; es wird dann nicht allein ein erheblicher Knick in der Deichlinie vermieden, sondern es kommt der Neubau auf den vom früheren Deichkörper bereits stark verdichteten Untergrund,

³⁷⁾ Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1883, S. 462.

³⁸⁾ Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 363.

sodafs die für das Bauwerk sehr gefährlichen und kostspieligen starken Versackungen des neuen Deichkörpers nicht eintreten können. Diese Vorteile sind in der Regel erheblicher als die durch den Kajedeich hervorgerufenen Kosten. Derselbe erhält nur diejenige Höhe und Stärke, welche für das während der Bauzeit zu erwartende Hochwasser notwendig erscheint und ist durch Strohbestickung oder Faschinenbespreitung zu sichern.

Bei hölzernen, nur kurze Zeit zur Ausführung erfordernden Sielen von größerer Länge lassen sich die durch den Kajedeich und durch die neuen Sieltief-Arme entstehenden Kosten auch in der auf T. II, F. 13 angegebenen Art vermeiden, wobei das neue Siel genau auf der alten Stelle erbaut wird. Um eine wasserfreie Baugrube zu erhalten, wird das Aufsentief durch einen bis über höhere Springfluten reichenden Kastenfangdamm, an welchen sich ein mit Stroh oder Faschinen bestickter Verbindungsdeich schließt, abgedämmt; ebenso wird das Binnentief abgedämmt. Die äußere Hälfte des alten Siels mit seinem Thore und dem darüber liegenden alten Deiche bleibt zunächst insoweit unberührt, dafs bei den höchsten, während der Bauzeit zu erwartenden Fluten noch ein sicherer Schutz erzielt wird; die alte Böschung ist deshalb, da der Deichkörper geschwächt ist, durch Bestickung oder durch eine Buschlage genügend zu sichern. Nachdem im Schutze dieser äußeren Deichhälfte die innere Hälfte des Neubaus mit den Innenthoren ausgeführt worden ist, wird über den letzteren die Binnenhälfte des neuen Deiches geschüttet. Diese dient nun als Schutzdeich für die Marsch, sodafs die alte äußere Deichhälfte mit dem alten Siele beseitigt werden und der noch fehlende äußere Teil des Neubaus ausgeführt werden kann.

Welche Ausführung auch gewählt werde, die Marsch muß bei jedem Stande des Baues in durchaus genügender Weise gegen unerwartet eintretende Hochfluten geschützt sein; höchst gefährlich kann ein Abrutschen des Deichkörpers werden, falls das Aufsentief oder die Baugrube demselben zu nahe liegt und die unteren weichen Schichten in der vorgertückten nassen Jahreszeit eine flachere Böschung annehmen. Bei neuen Einpolderungen ist die Baustelle der Siele ringsum von einem Kajedeiche zu umgeben. Es ist dringend zu raten, Sielbauten in der Zeit vom 1. April bis 1. Oktober zu vollenden.

Kosten. Die veranschlagten bezw. die Ausführungskosten einiger Siele sind aus folgender Tabelle ersichtlich.

Name des Sieles.	Baujahr.	Baukosten M.	Abmessungen.	Konstruktionsart.
Aschwardener Siel an der Unter- Weser. F. 15 bis 18, T. II.	1864	78 000	Das Hauptsiel 4,08 m weit, 14,3 m lang.	Massivbau auf holländischem Pfahlrost mit Spannbalken im Hauptsiele.
Siel zu Wielingen in Seeland. F. 1 bis 4, T. II.	1871	129 000	Das Hauptsiel 5,6 m lang, 2 Öffnungen à 3 m weit.	Massivbau auf Pfahlrost mit übermauerten Spannbalken.
Statensiel am Dollart. F. 19 bis 21, T. II.	1876	450 000	Offene Schleuse 8,5 m weit.	Desgl.
Horume Siel in Oldenburg.	1871	75 000	Das Hauptsiel 22 m lang, 4,14 m weit.	Massivbau auf Pfahlrost mit um- gekehrtem Sohlengewölbe im Hauptsiele und übermauerten Vorsielböden.
Mariensiel in Oldenburg.	1878	251 400	Das Hauptsiel 18,25 m lang, 5 m weit.	Desgl. Thore von Eisen.
Norder-Aue-Schleuse bei Neuhaus a. Oste.	1883	64 783	Das Hauptsiel 21,5 m lang, 4,3 m weit.	Konstruktion ähnlich dem Siele bei der Knock, F. 1, T. III, jedoch mit Sohlengewölbe; Quer- schnitt in Fig. 18, S. 36.

Bei dem zuletzt genannten Siele betragen die Kosten ohne Kajungen (Bohlwerke zur Sicherung der Sieltiefe) 60200 M.; wird der lichte Sielquerschnitt = 16,06 qm als Einheit zu Grunde gelegt und für die ganze Siellänge einschliesslich der Binnentiefe auf 33,5 m in Rechnung gestellt, so ergeben sich daraus 538 cbm und 1 cbm berechnet sich zu 112 M. Hiervon entfallen auf Erdarbeit 10,9 M., Mauerarbeit 7,3 M., Mauermaterial 32,3 M., Abdämmung 8,0 M., Pfahlrost 22,6 M., Thore (für 1 qm 75,8 M.) 8,3 M., Beschlag und Halseisen (für 1 qm 58,0 M.) 6,3 M., Eisenzeug zum Rost und Mauerwerk 1,9 M., Wasserschöpfen, Nachtwachen, Geräte, Landentschädigung 8,1 M., Bauleitung und Beseitigen des alten Siels 6,3 M.

Litteratur.

Hunrichs. Deich-, Siel- und Schlangebau, 1. Teil. Bremen 1770.

Buchholz. Bau hölzerner Abwässerungsschleusen. Hannover 1829.

Storm-Buysing. Waterbouwkunde. Breda 1864.

Hagen. Wasserbaukunst. Zweiter Teil, 3. Band und Dritter Teil, 1. Band.

Waterbouwkunde door Henket, Schols en Telders. I. Deel, Afd. II. Sluizen door J. M. Telders. Gravenhage 1891.
