



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305861

DIE
EINDEICHUNG UND ENTWÄSSERUNG
DES MEMELDELTAS.

VON

DANCKWERTS, ^U

REGIERUNGS- UND BAURATH, PROFESSOR DER WASSERWIRTHSCHAFT IN HANNOVER

MATZ,

MELIORATIONS-BAUINSPECTOR IN MÜNSTER.

HAGENS,

CIVILINGENIEUR IN KÖNIGSBERG i. Pr.

MIT 4 TAFELN.

F. Nr. 24610



BERLIN 1902.

VERLAG VON WILHELM ERNST u. SOHN

GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.

WILHELMSTRASSE 90.

*G. 45
78*

Sonderdruck aus der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1902.

Nachdruck verboten.



III 33471

№. Nr. 3048/50

I n h a l t.

	Seite		Seite
I. Das Mündungsgebiet des Memelstroms	5	IX. Die Hebewerke	21
II. Frühere Eindeichungen im Mündungsgebiet und am Haff	6	a) Allgemeine Anordnung, Wassermenge und Hubhöhe	21
III. Das Memeldelta	7	b) Bauart der Wasserhebemaschinen	22
a) Stromdeichverband	7	c) Einzel- oder Kraftwerkbetrieb	23
b) Aeltere Haffdeichentwürfe	8	d) Allgemeine Beschreibungen	24
IV. Der der Ausführung zu Grunde liegende Ent- wurf vom 1. März 1892/10. October 1892	9	e) Maschinen und elektrischer Theil	24
V. Begründung der Ausschließung der Fischer- dörfer, namentlich Kastaunen und Karkeln	10	f) Baulicher Theil	26
VI. Ableitung des Oberwassers durch die Agnit- Eindeichung	12	X. Betriebsergebnisse	27
VII. Binnenentwässerung	13	a) Kinderkrankheiten und Unfälle	27
a) Hebewerke	13	b) Ergebnisse der Abnahmeversuche	29
b) Das Canal- und Grabennetz	13	XI. Kosten, Lasten und Erträge	32
VIII. Einzelheiten der Bauten	15	a) Die Verbandsanlagen	32
a) Deiche	15	b) Die Folgeeinrichtungen	33
α) Haffstaudeich	15	c) Erträge	33
β) Die Agnitdeiche	17	XII. Schlufs	34
b) Die Flufsdurchbauungen	18	Anhang.	
c) Die Auslafschleusen im Haffdeich	19	1. Bericht über die am 14. April 1898 in dem Kraft- werk Tramischen und mit fünf Hebewerken aus- geführten Versuche	34
d) Sperrschleuse bei Rogainen und Einlafschleuse bei Mosteiten	20	2. Bericht über die am 25. November 1898 vorgenom- menen Proben an den Schöpfwerken II und V mit künstlichem Stau	37
e) Die Unterführung	20		

Die Eindeichung und Entwässerung des Memeldeltas hat in ihrer Vorbereitung und Ausführung die angestrenzte Thätigkeit zahlreicher Personen, Techniker und Nichttechniker, in Anspruch genommen und einen Schatz werthvoller Erfahrungen angesammelt, der im allgemeinen Interesse nicht in den Acten vergraben, sondern weiteren Kreisen und einer heranwachsenden Geschlecht zugänglich gemacht werden soll. Ein Meliorationsunternehmen wird niemals mit einem bestimmten Zeitpunkt zum endgültigen Abschluss gebracht, sondern bleibt in einer fortdauernden Entwicklung begriffen. Soll diese aber stetig vorwärts schreiten, sollen Rückschritte und Fehlritte vermieden werden, so ist eine genaue Kenntniss der Entwicklungsgeschichte erforderlich. Auch für ähnliche technische Aufgaben der Zukunft bietet das vorliegende Unternehmen werthvolle Vorgänge und Unterlagen. — Von diesem Gesichtspunkt aus hat Se. Excellenz der Herr Landwirthschaftsminister, wie er das ganze Unternehmen in weitgehendstem Mafse geldlich unterstützt hat, so auch der vorliegenden Veröffentlichung durch Bewilligung eines namhaften Geldbeitrags für die Herstellung der Zeichnungen sein besonderes Interesse angedeihen lassen.

I. Das Mündungsgebiet des Memelstroms.

Die Faltung der Erdrinde in südwestlich-nordöstlicher Richtung, welche den Durchbruch der Meerenge von Calais und die Bildung der friesischen Inselkette mit den dahinter liegenden Wattenmeeren veranlaßt hat, scheint sich quer durch Deutschland bis nach Memel hin erstreckt zu haben. Das Streichen der tertiären Bernsteinschichten im ostpreussischen Samland und die allgemeine Richtung der Nehrungen vor dem Frischen und dem Kurischen Haff weisen darauf ebenso hin wie die Gesamtrichtung des baltischen Höhenzuges und des Thals der Inster. Der Memelstrom mit seinem nördlichen Nebenfluß, der Jura, sind damals aus dem an ihrer Vereinigungsstelle gebildeten großen Jurabecken durch das Thal der Inster in südwestlicher Richtung nach dem Pregel und dem Frischen Haff abgeflossen. Erst später ist dieser Abfluß durch den Durchbruch des trennenden Willkischker Höhenzuges bei Ragnit in westlicher Richtung nach dem Kurischen Haff hin erfolgt.

Während die Weichsel¹⁾ den südlichen Theil des Frischen Haffs ganz ausgefüllt, dann mit dem südlichen Mündungsarm sich einen Weg durch die frische Nehrung hindurch unmittelbar nach der Ostsee gebahnt hat und nur durch die

1) Vgl. das Werk des Wasserausschusses über den Memel-, Pregel- und Weichselstrom und seine Quellwerke; Berendt, Geologie des Kurischen Haffs. Königsberg 1868; Zweck „Litauen“ u. a.

Sinkstoffe ihres nördlichen Mündungsarms, der Nogat, das Frische Haff weiter einengt, ist die Memel mit der Ausfüllung des Kurischen Haffs noch nicht so weit fortgeschritten, sei es infolge ihres kleineren Zuflußgebietes und ihrer dadurch begrenzteren Sinkstoffmengen, sei es infolge des erst später eingetretenen Durchbruchs bei Willkischken. Durch diesen letzteren ist das Bett der Memel ganz erheblich unter seine frühere Höhenlage gesunken, wie aus dem jetzt trocken gelegten großen Jurabecken und aus der beträchtlichen Höhenlage der Insterabzweigung über dem jetzigen Memelbett hervorgeht. Die Memel hat sich tief in den Diluvialboden eingeschnitten und die daraus fortgerissenen Erdmassen in seinem Mündungsbecken zur Ablagerung gebracht und thut dies auch jetzt noch in beträchtlichem Mafse, wie aus der fortschreitenden Verlandung an den Ausflüssen seines nördlichen Mündungsarmes, des Rufsstroms, ersichtlich ist. Aber beide Mündungsarme, Rufs und Gilge, münden noch in das Haff, und ein langer Zeitraum wird noch erforderlich sein, bis das ganze Kurische Haff ausgefüllt sein und der Memelstrom unmittelbar in die Ostsee münden wird.

In dem ganzen Mündungsbecken ist der Diluvialboden über dem jetzigen Wasserspiegel bis auf geringe Reste, welche sich als langgestreckte Sandrücken oder einzelstehende Sandhügel kennzeichnen, weggeschwemmt und durch Alluvialablagerungen mannigfacher Art ersetzt worden (Abb. 7 Bl. 3).²⁾ Diese erfolgten natürlich ungleichmäfsig. Die östlichen, stromaufwärts gelegenen Flächen des Beckens verlandeten schneller, wuchsen höher auf und wurden zuletzt noch mit feinen fruchtbaren Sinkstoffen überschlickt. Die westlichen, haffwärts gerichteten Flächen dagegen wurden nur noch längs den zahlreichen Stromarmen von den Wandersänden ausgefüllt. Dazwischen wurden größere ruhige Wasserflächen abgetrennt und mit Hoch- und Niederungsmooren ausgefüllt. Der Schlickgehalt des Stromwassers war hier schon derart erschöpft, dafs neben den Moorflächen fast nur noch humoser Sand mit geringer Schlickbeimengung sich findet.

In klimatischer Beziehung sind folgende aus dem obigen Werk des Wasserausschusses entnommene Angaben für den vorliegenden Zweck bemerkenswerth. Die durchschnittliche jährliche Regenhöhe beträgt in Tilsit nach 80jährigen Beobachtungen 687 mm. Die mittlere Vertheilung auf die einzelnen Monate in Hundertsteln der mittleren Jahressummen ergibt sich für das:

2) Die vorliegende Karte (Abb. 7 Bl. 3) ist nach den geologischen Karten der Phys.-Oekon. Gesellschaft in Königsberg gefertigt und giebt zur besseren Uebersicht nur die Begrenzung zwischen dem jüngeren Alluvium einerseits und dem Altalluvium (Heidesand) und Diluvium andererseits.

	Nov.	Dec.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	October	Dec. — Februar	März — Mai	Juni — August	Sept. — Nov.
Ostpreuß. Küstenland (Königsberg Tilsit)	8,5	6,6	6,0	5,2	5,0	5,2	7,4	9,8	12,2	13,0	11,6	9,5	17,6	17,7	35,0	29,6
Kurische Küstenland (Memel)	10,3	7,6	6,2	5,6	4,9	4,5	5,9	7,6	11,1	12,0	12,3	12,0	19,4	15,3	30,7	34,6

Die größte tägliche Regenhöhe wird mit 55 bis 69 mm bemessen.

In Königsberg ergeben sich im Jahresdurchschnitt 183 Regentage und zwar:

69	Tage mit	0,0 — 1,0	mm Regenhöhe,
100	„	1,1 — 10,0	„
11	„	10,1 — 20,0	„
3	„	20,1 bis mehr als 50	mm Regenhöhe.

Die durchschnittliche Zahl der Schneetage ist 54,4 jährlich und zwar:

October	Nov.	December	Januar	Februar	März	April	Mai
1,3	6,4	10,2	10,7	10,6	10,1	4,1	0,9

Durchschnittlich 80 bis 100 Tage im Jahre ist der Erdboden mit Schnee bedeckt. Ueber das Maß der Verdunstung liegen bislang keine brauchbaren Zahlen vor (vgl. Cap. X Betriebsergebnisse).

W.- und SO.-Winde sind gleich häufig, im Sommer überragen die ersteren, im Winter die letzteren. Demnächst folgen nach ihrer Häufigkeit die SW.- und NW.-Winde.

Die Anbauverhältnisse des Mündungsbeckens lassen sich so kennzeichnen, daß die höher gelegenen Flächen namentlich dort, wo sie durch Stromdeiche geschützt werden, als Acker, die tieferen, mehr sandig-moorigen Flächen als Wiesen und Wald, die reinen Moore und Moosbrücher auch als Torfstiche genutzt werden. In der Nähe des Haffs werden auch diese Moorböden von den Fischerdörfern in Ermangelung mineralischen Bodens zum Anbau von Feldfrüchten und Gemüsen benutzt.

Das Haffufer ist fast in seiner ganzen Länge vor dem Mündungsbecken mit einem breiten Gürtel niedrigen sumpfigen Ellernwaldes eingefast, nur auf den sandigen Hügeln wachsen Eichen, Fichten und Kiefern. Aehnlich wie diese Sumpfwaldungen ist vor den Eindeichungen das ganze Mündungsgebiet beschaffen gewesen. Peter der Suchenwirt schrieb (G. Freytag, Bilder aus der deutschen Vergangenheit, 2. Bd.) über den 1377 unternommenen Kreuzzug gegen die Litauer: „Wir zogen durch eine Wildnifs. Nie ritt ich so schlechte Fahrt. Wenn das Pferd bis an den Sattel in Letten und tiefem Moor stand, dann lag vor ihm ein tiefer Bach. Der Reiter trieb mit Sporen und großem Geschrei, und das Pferd mußte in der Noth hinüber und wenn es ihm das Leben kostete.“ Ernst Wichert hat in seinen „litauischen Geschichten“ die heutigen Zustände (den Schack tarp) der uneingedeichten Niederung in derselben Weise anschaulich geschildert.

Der Abflussvorgang des Memelstromes kennzeichnet sich durch das Fehlen fast jeden Sommerhochwassers. Vom hohen Frühjahrswasser sinkt der Wasserstand allmählich bis in den Juli, nach einem kleinen Wuchs und abermaligem

Sinken steigt dann das Wasser wieder stetig bis zum Frühjahr. Von 1871 bis 1895 ist bei Tilsit vom 1. Mai bis 1. October keine Ausuferung des Stromes eingetreten, von 1821 bis 1895 bei Schmalleningken an der russischen Grenze im ganzen nur fünf Ausuferungen während dieser Sommermonate. Dagegen erzeugt in dem Mündungsbecken jeder stärkere Wind aus nördlicher bis westlicher Richtung eine Ueberfluthung des niedrigen Gebiets, die oft selbst im Sommer wochenlang andauert, sich mehrfach wiederholt und die Heu- und Grummeternte völlig vernichtet.

Beim Abgang des Frühjahrshochwassers bricht meistens das Eis des Memelstromes dasjenige des Haffs auf. Starke westliche Winde treiben es dann in die Strommündungen und an das Haffufer zurück. Das nach der See hin abtreibende Haff- und Stromeis findet in der trichterförmigen Verengung des Haffs bei Schwarzort und auf der Bank „Schweinsrücken“ Widerstand und erzeugt dadurch einen Aufstau des Haffs, der bisweilen noch andauert, wenn das Oberwasser der Memel längst vorüber ist. Dieser durch Eisversetzungen des Haffs bei Schwarzort entstandene Haffstau ist namentlich in den Frühjahren 1888 und 1889 für das Mündungsgebiet verhängnißvoll geworden und hat die höchsten bekannten Wasserstände erzeugt. Für die Stromdeiche der Rufs und Gilge sind die Eisversetzungen, welche infolge der Spaltungen dieser Ströme entstehen, besonders verhängnißvoll und haben zahlreiche Deichbrüche hervorgerufen.

Im Verhältniß zur mittleren jährlichen Niederschlagsmenge wird die gesamte Jahresabflußmenge auf 33,9 v. H., diejenige des Sommers auf 20,6 v. H. und diejenige des Winters auf 56,2 v. H. der bezüglichen Niederschlagsmenge geschätzt (vgl. Cap. X Betriebsergebnisse).

II. Frühere Eindeichungen im Mündungsgebiet und am Haff.

Abgesehen von dem zwischen Rufs und Gilge gelegenen Memeldelta sind bereits in früheren Jahren mehrere Bedeichungen der Niederungen gegen den Rückstau des Kurischen Haffs ausgeführt.

Der Bledauer Verband, in der äußersten Südwestecke des Haffs bei Kranz gelegen, umfaßt nur ein Gebiet von 920 ha. Er benutzt eine Chaussee als Haffstaudamm, besitzt keine künstliche Entwässerung, sondern lediglich die natürliche Vorfluth nach dem Haff. Infolge der Einfachheit seiner Anlagen hat er nur geringe Jahreskosten aufzubringen, nämlich 8 bis 9 \mathcal{M} von 1 ha.

Der Kaymen-Lablacker Verband (Bl. 1), im Jahre 1859 gebildet, umfaßt etwa 2500 ha Niederungsflächen in der Nähe von Labiau. Er hat eine schicksalsreiche Entwicklung und demgemäß bedeutende Baukosten und Jahresbeiträge (etwa 16 \mathcal{M} für 1 ha) aufzuweisen. Nach Ausführung zweier größeren Schöpfwerke und zweier Umleitungsanäle für das

Oberwasser ist er jetzt ausreichend entwässert und entspricht den Anforderungen der beteiligten Besitzer.

Der Linkuhnen-Seckenburger Verband (Bl. 1) hat eine langjährige Entwicklung bereits seit dem Jahre 1613 durchgemacht. Seit dem Jahre 1859 in seinen rechtlichen Grundlagen neu gefestigt, hat er unter der Oberleitung des damaligen Meliorations-Bauinspectors, jetzigen Oberbaudirectors a. D. Excellenz Wiebe umfangreiche Anlagen ausgeführt, welche in der Zeitschrift für Bauwesen 1889 eingehend und zutreffend beschrieben sind (Fragstein v. Niemsdorff, Die Entwässerung der Linkuhnen-Seckenburger Niederung, Berlin 1889, Ernst u. Sohn). Unter Hinweis hierauf wird hier nur bemerkt, daß der Verband 22180 ha umfaßt, 7 Hebewerke, 39,2 km Stromdeiche, 10,2 km Haffstaudeiche und gegen 47 km Binnendeiche zur Ableitung des Höhenwassers besitzt und abgesehen von den Deichlasten für die Stromdeiche Jahresbeiträge von 10,5 bis 12 \mathcal{M} für 1 ha erhebt. Die bei diesem Verbands gemachten Erfahrungen sind bei der Ausführung der Anlagen des Memeldeltas sorgfältig gesammelt und nutzbar gemacht.

Der Rosenwalder Deichverband (Bl. 1), 1893 gebildet und ausgeführt, benutzt eine Chaussee als Haffstaudeich, hat nur ein Schöpfwerk und die Binnengräben zu unterhalten, ist 990 ha groß und hat infolge der großen Beihilfen aus öffentlichen Mitteln fast nur die jährlichen Ausgaben für den Betrieb des Hebewerkes und die Räumung der Canäle mit etwa 6 bis 7 \mathcal{M} für 1 ha aufzubringen.

III. Das Memeldelta.

a) Stromdeichverband.

Das ganze Memeldelta zwischen Rufs und Gilge war noch am Anfange des 17. Jahrhunderts den Ueberfluthungen des Hochwassers der Memel ausgesetzt. Nur vereinzelt waren zum Schutze einzelner Ansiedlungen Deiche errichtet worden. Im übrigen suchte man eine Sicherung für die Baulichkeiten dadurch zu erlangen, daß man sie auf möglichst hoch gelegenen Punkten errichtete. Die ersten zusammenhängenden Deichanlagen entstanden zugleich mit der Herstellung des künstlichen Laufes der Gilge auf der Strecke von Sköpen bis Lappienen in den Jahren 1613 bis 1616, indem die bei dem Aushube des Canals gewonnene Erde zur Errichtung von Deichen auf beiden Seiten desselben verwandt wurde. Bald erkannte man den Werth dieser Bedeckungen und schloß immer weitere Deichstrecken daran, sodafs etwa am Ende des 17. Jahrhunderts das ganze rechtsseitige Ufer der Gilge von Schanzenkrug bis Karlsdorf mit Bedeckungen ausgerüstet war. Der Ausbau der Deiche am linken Ufer des Rufsstromes hat sich dagegen sehr viel länger hingezogen, da erst um die Mitte des 18. Jahrhunderts die Bedeckung bis über die Kauke und Alge hinaus, die vorher als Mündungsarme vom Rufsstrome abzweigten, fortgeführt wurde. Die zahlreichen Nebenarme, welche früher, von der Gilge und dem Rufsstrome abzweigend, ihren Weg durch die Niederung zum Haff nahmen, wurden bei diesen Bedeckungen in ihrer Verbindung mit den Hauptstromarmen unterbrochen. Nachdem diese alten Nebenflüsse keinen Zufluss aus dem Strom mehr erhielten, konnten sie zweckmäfsig für die Ent-

wässerung der Ländereien verwandt werden. Dadurch wurde es möglich, diese in immer ausgedehnterem Mafse in Cultur zu nehmen. Je werthvoller hierbei die Landflächen wurden, um so wünschenswerther erschien aber auch ein wirksamer Deichschutz, und deshalb fand eine wiederholte Verstärkung und Erhöhung der Deiche statt. Namentlich geschah dies am Ende des 18. und ganz besonders im Laufe des 19. Jahrhunderts, nachdem die im Jahre 1806 erlassene Stromdeich- und Uferordnung für Ostpreußen und Litauen die Grundlage für eine feste Organisation der Deichverbände gegeben hatte.

Die älteren Deichanlagen erstrecken sich von der Theilungsspitze bei Schanzenkrug am Rufsstrome bis Nausseden und an der Gilge bis Karlsdorf. Bis zum Jahre 1897 gehörten die Rufsdeiche und die oberen Gilgedeiche von Schanzenkrug bis Gräflisch Reatischken zum Rufs-Kuckerneeser Verbands und die unteren Gilgedeiche zum Rautenburger Verbands und wurden von diesen Verbänden unterhalten. Eine kleine Deichstrecke bei Nausseden wurde von dieser Ortschaft, und der unterhalb Naussedens belegene sog. fiscale Ackmenischker Damm, welcher erst in den Jahren 1837 bis 1838 seitens der Königl. Forstverwaltung ausgeführt ist und an die hochwasserfreie Chaussee Ackmenischken-Rufs anschliesst, zum größten Theil seitens der Forstverwaltung, zum kleinen seitens des Kuckerneeser Verbandes unterhalten. Mit Rücksicht auf das gemeinsame Interesse der beiden Verbände — denn der Bruch einer Deichstelle, gleichgültig in welchem Verbands, zog auch die Ueberfluthung eines großen Theiles des anderen Verbandes nach sich — erfolgte im Jahre 1897 ihre Zusammenlegung unter dem Namen „Stromdeichverband des Memeldeltas.“ Diesem großen Stromdeichverbands liegt nunmehr die Unterhaltung sämtlicher Stromdeiche an dem Gilge- und dem Rufsstrom einschl. des sog. Nausseder und Ackmenischker Dammes ob. Die Rufsdeiche haben einschl. der zwischen Schneiderende und Schillgallen befindlichen dünenartigen Geländeerhebungen, welche hier die künstlichen Deiche ersetzen, eine Länge von rund 28,0 km, der Gilgedeich eine solche von rund 31 km.

Nachdem die Hochwasserjahre 1888 und 1889 verheerende Deichbrüche bei Budwethen und Karlsdorf herbeigeführt hatten, wurde im Jahre 1892 mit dem weiteren regelmäfsigen Ausbau der Deiche begonnen. Dieser ist jetzt fast ganz durchgeführt. Hierbei haben die Deiche eine Kronenbreite von regelrecht 3,80 m und dort, wo der Deich als öffentlicher Weg benutzt wird, von 5,50 m, dreifache Außenböschung und zweifache Innenböschung erhalten. An denjenigen Stellen jedoch, an welchen die Krone über das festgesetzte Mafs von 3,80 m verbreitert ist, besitzt die Außenböschung nur eine $2\frac{1}{2}$ fache Anlage.

Die Krone der Deiche liegt 0,60 bis 1,10 m über dem bisher bekannten höchsten Hochwasser von 1888, und zwar liegt nach den Angaben des Deichhauptmannes des Stromdeichverbandes

der Gilgedeich:	
in Stat. 0,0 (Theilungsspitze) auf	8,00 m N. N.,
„ „ 5,0	„ 7,60 „ „
„ „ 10,0	„ 7,30 „ „
„ „ 15,0	„ 6,80 „ „
„ „ 20,0	„ 5,80 „ „

in Stat. 25,0 (Theilungsspitze) auf 5,10 m N.N.,	
„ „ 27,0	„ 4,45 „ „
„ „ Karlsdorf d. i. am Anfangs-	
punkt des Haffstaudeiches	3,80 „ „

der Rufsdeich:

am Schanzenkruger Pegel . . .	8,50 m N.N.,
„ Baltruschkehmer „ . . .	8,30 „ „
„ Karzewischker „ . . .	8,40 „ „
„ Sellener „ . . .	7,80 „ „
„ Klokener „ . . .	6,90 „ „

Die Stromdeiche gewähren dem Memeldelta nur Schutz gegen die Ueberfluthungen des Hochwassers und des Eises der Memel, nicht aber gegen den Rückstau des Kurischen Haffs, der in seiner Spiegelhöhe allerdings wesentlich tiefer liegt, jedoch bei höheren Haffständen etwa $\frac{2}{3}$ des ganzen Deltas oft monatelang unter Wasser setzt.

b) Aeltere Haffdeichentwürfe.

Schon vor der Begründung des Linkuhnen-Seckenburger Entwässerungsverbandes im Jahre 1860 hat die Regierung die Eindeichung des Memeldeltas vielfach erörtert, um den fast in jedem Jahre seitens der Interessenten erhobenen Klagen Abhülfe zu schaffen. Im Jahre 1861 wurde der erste eingehend bearbeitete Entwurf von dem Wasserbauinspector Schäffer aufgestellt. Später folgten die beiden Entwürfe des Meliorations-Bauinspectors Grun aus den Jahren 1878/79 und 1880/81.

Der Entwurf von 1861 (Schäffersche Linie) umfasste das ganze Delta zwischen Rufsstrom einerseits und Gilge bzw. Tawelle anderseits mit Ausschluss der Vorländer bei Schakuhnen und Naussedon sowie des Bridszuller Moores. Die Deichlinie sollte (Bl. 1 u. 2) von Tawe bis Skirwieth thunlichst dicht am Haffrande entlang laufen und alle am Haff gelegenen Fischerdörfer einschließen. Als Nebenlinie war zwischen Karkeln und Ackmenischken die sog. innere Linie bearbeitet worden, welche einen Theil der Ibenhorster Forst zwischen Karkeln, Ibenhorst und Skirwieth ausschloß.

Der Entwurf 1878/79 (ältere Grunsche Linie) verfolgte die Richtung von Karlsdorf über Degimmen oder von Rautenburg über Rothof, Rogainen, Matzgirren, Pustutten, Wittken, Wirballen, Karkeln und Ibenhorst, um bei Ackmenischken an die dort befindlichen natürlichen Geländehöhen anzuschließen.

Der Entwurf 1880/81 (jüngere Grunsche Linie) verfolgte die Richtung von Bretterhof über Dannenberg oder von Lappienen über Kiauken, Kallningken, Karkeln, Ibenhorst nach Ackmenischken. Von Karkeln bis Ackmenischken fallen die beiden Grunschen Linien zusammen.

Die Schäffersche Deichlinie hat zunächst den Widerspruch der Königl. Forstverwaltung und der Grafschaft Rautenburg, welche letztere gleichfalls mit großen Waldbeständen betheilt war, erfahren und gewährleistet keinen hinreichenden Ertrag. Wenngleich sie im Verhältniß zu der auszuführenden Deichlänge die größte Fläche umfasste, so konnte doch die Größe der eingedeichten Fläche nicht allein für die Ertragsfähigkeit des Unternehmens maßgebend sein, da der breite Geländestreifen am Haff, etwa $\frac{2}{5}$ der ganzen

geschützten Fläche, aus Ellernwald besteht, der nur geringen Vortheil aus der Eindeichung haben und daher nur mit geringen Beiträgen herangezogen werden konnte. [Nach dem Statut für den jetzt bestehenden Haffdeichverband werden die Waldflächen nur mit $\frac{1}{8}$ der normalen Beiträge herangezogen.] Namentlich aber würde dieser Deich infolge seiner den Sturmfluthen des Haffs unmittelbar ausgesetzten ungeschützten Lage nicht nur in der Herstellung, sondern auch in der Unterhaltung und Vertheidigung außerordentlich hohe Kosten verursacht haben. (Der fiscalische Haffdeich zwischen Agilla und Juwendt und der Haffdeich des Lablacker Deichverbandes zwischen Kampken und Postnicken sind fast in ihrer ganzen Länge mit großen Steinblöcken abgepflastert und trotzdem wiederholten Zerstörungen ausgesetzt worden.) Hierzu kam noch, daß die Durchbauung der an ihren Mündungen natürlich besonders tiefen Ströme und die Anlagen zur Unterhaltung der Schifffahrt für die Fischerdörfer beträchtliche Kosten erforderten.

Der ältere Grunsche Entwurf, welcher dem Wunsche der Königl. Forstverwaltung und theilweise auch der Grafschaft Rautenburg durch Ausscheidung der Waldflächen nachkam, hat vornehmlich deshalb keine Zustimmung gefunden, weil er durch die auf Antrag des landwirthschaftlichen Kreisvereins Kaukehmen geplanten Schifffahrtseinrichtungen zu kostspielig wurde. Es waren darin nämlich zwei für größere Schiffsgefäße berechnete Schifffahrtscanäle von Karlsdorf nach Karkeln bzw. von Sköpen nach Schilleningken mit vier großen Kammerschleusen in Aussicht genommen. Hinsichtlich seiner Richtung ist der Deich dagegen nicht beanstandet worden, und er besitzt vor den Dämmen der beiden anderen Entwürfe einige besondere Vorzüge; denn er wird durch den unmittelbar davor liegenden Wald gegen Wellenschlag und Eisschub gesichert, liegt den bäuerlichen Interessenten unmittelbar vor Augen, ist für die Vertheidigung gegen Hochwasser vom Deichgebiet aus leicht zugänglich und umfaßt, abzüglich der Königl. Forst, das tief liegende, von der Eindeichung den Hauptvortheil ziehende und demnach zu den Kosten am meisten beitragende Gebiet des Deltas. Der dagegen erhobene Einwand, daß der westliche Theil dieses Gebietes noch nicht eindeichungsreif wäre, traf nicht zu.

Der jüngere Grunsche Entwurf kam dem Antrage der Grafschaft Rautenburg, deren damaliger Besitzer die Eindeichung nicht haben wollte, nach. Die Deichlinie wurde soweit östlich verschoben, daß von Rautenburg nur die reinen Schlickböden zur Eindeichung gelangten. Die Folge davon war aber, daß nur verhältnißmäßig kleine Flächen (gegen 12000 ha) geschützt und dabei so hohe Jahresbeiträge — durchschnittlich 18 \mathcal{M} für 1 ha — erfordert wurden, daß der erwachsende Vortheil gering erschien, um so mehr, als die gegen alljährliche Ueberfluthungen geschützten niedrigen Flächen im Verhältniß zu den höher gelegenen bei diesem Entwurf nur klein waren und daher mit Beiträgen verhältnißmäßig hoch belastet werden mußten. Der Damm lag auch beim Rückstau des Haffs in seiner ganzen Länge vor einer breiten, bis zur Waldgrenze reichenden Wasserfläche und mußte wegen des Wellenschlages erhebliche Unterhaltungs- und Vertheidigungsmittel erfordern.

Da auch dieser Entwurf nicht die Zustimmung der Interessenten erhielt, so faßte man nun eine Einschränkung

sogar soweit ins Auge, daß der Deich von Lappien aus gerade nach Kallningken geführt und im übrigen die vorhandenen hochwasserfreien Chausseen als Deiche benutzt werden sollten. Dadurch wäre eine Fläche von rund 9000 ha des jetzt eingedeichten Gebietes ausgeschlossen geblieben.

Im Mai 1891 wurde dem Meliorations-Bauinspector Danckwerts die Bearbeitung eines neuen Entwurfes seitens des Oberpräsidenten v. Schlieckmann mit dem mündlichen Auftrag übertragen, „von dem Project zu retten, was zu retten sei.“

IV. Der der Ausführung zu Grunde liegende Entwurf

1. März 1892
vom 10. October 1892

Vorweg sei bemerkt, daß alle früheren Entwürfe auch den östlich oberhalb der Chaussee Sköpen-Kaukehmen belegenen Polder, welcher ein für sich abgegrenztes Niederschlagsgebiet bildet und dessen Vorfluth die alte Gilge ist, als beitragspflichtig umfaßten. In dem vorliegenden Entwurf wurde jedoch von der Zuziehung dieses Polders zum Deichverband mit Rücksicht darauf, daß er infolge seiner erheblich höheren Lage nicht unter dem Haffrückstau, sondern infolge schlechter Beschaffenheit der alten Gilge nur an mangelhafter Vorfluth zu leiden hatte, abgesehen. Dies war umso mehr angezeigt, als die unter dem mangelhaften Zustande der alten Gilge leidenden Grundbesitzer gegen den Fiscus bereits eine gerichtliche Klage auf Räumung eingeleitet hatten, welche schließlic zu gunsten der Kläger ausgefallen ist. Inzwischen ist die Räumung der alten Gilge durch den Fiscus durchgeführt, und hierdurch sind die Vorfluthverhältnisse für diesen Polder erheblich verbessert worden.

Bei der Neubearbeitung des Entwurfs war vorzugsweise darauf Bedacht zu nehmen, ihn in erster Linie im Interesse der landwirthschaftlichen Ertragsfähigkeit zu vereinfachen und billig zu gestalten. Daher mußten zunächst die in den früheren Entwürfen zur Aufrechterhaltung des Schiffsverkehrs im Deichgebiet vorgesehenen Schiffahrtseinrichtungen — Schleusen und Schiffscanäle — die zur Vertheuerung der Anlage erheblich beigetragen haben, fortgelassen werden. Dies konnte, ohne die Interessenten wirthschaftlich zu schädigen, um so eher geschehen, als nach den Erfahrungen in dem Linkuhnen-Seckenburger Verbands der Kahnverkehr in solchen eingedeichten Niederungen nach und nach von selbst aufhört und durch den Landwegsverkehr ersetzt wird. Alle Canäle sollten nur solche Abmessungen erhalten, wie dies im Interesse einer ordnungsmäßigen Entwässerung nothwendig ist.

Bei der Wahl der Deichlinie wurden insbesondere die nachstehenden Gesichtspunkte berücksichtigt. Durch eine möglichst kurze Deichlinie mußte eine thunlichst große und zahlungsfähige Fläche eingedeicht werden.

Der Deich mußte dabei über möglichst festen Untergrund und ferner so geführt werden, daß er gegen Wellenschlag und Eisschub geschützt lag, um einmal an Sackmaß und dann an Unterhaltungskosten zu sparen. Im Gegensatz zu den früheren Entwürfen mußte ferner im Hinblick auf

die in den Jahren 1888 und 1889 an den Moordeichen im Linkuhnen-Seckenburger Entwässerungs- und im Kaymen-Lablacker Deichverbände gemachten trüben Erfahrungen die Herstellung des Damms aus Moorboden, der aus zwei parallel mit dem Damm verlaufenden Seitengräben entnommen werden sollte, als unzulässig fallen gelassen werden. Aus Mangel an großen ergiebigen Lehmlagern stand daher als Schüttungsstoff vorzugsweise nur der in einzelnen Hügeln in der Niederung zerstreut liegende Diluvialsand und kleinere meist an den Flußrändern befindliche Lehmlager von geringer Mächtigkeit zur Verfügung. Zur Vermeidung der Bodenbewegungskosten war es mithin geboten, den Deich über die zur Bodenentnahme bestimmten Sandhügel zu führen. Ferner war darauf Bedacht zu nehmen, daß möglichst wenig forstfiscalische Flächen in das Deichgebiet hineingezogen wurden, weil der Forstfiscus die Eindeichung seiner Ländereien — auch der Wiesenflächen — vermieden haben wollte. Im Gegensatz hierzu hatten alle kleinbäuerlichen Besitzer, sowie der damalige Majoratsbesitzer von Rautenburg den dringenden Wunsch, möglichst große Flächen, welche theilweise in das fiscalische Gebiet hinübergriffen, eingedeicht zu erhalten, während der frühere Majoratsbesitzer von Rautenburg gleich der Königlichen Forstverwaltung sich gegen die Eindeichung ausgesprochen hatte.

Unter Berücksichtigung in erster Reihe derjenigen Gesichtspunkte, welche die Billigkeit und die Standsicherheit des Deiches förderten, sowie der sich theilweise widersprechenden Wünsche der Beteiligten ist nach eingehender Bearbeitung verschiedener Linien schließlic die im Uebersichtsplan (Bl. 2) dargestellte Deichlinie als die zweckmäßigste zur Ausführung gekommen. Sie liegt der Linie des Entwurfs von 1878/79 am nächsten, ist jedoch auf der Strecke zwischen Karlsdorf und Rogainen, sowie zwischen Matzgirren und Tramschen noch in westlicher Richtung hinausgeschoben, um möglichst viel bäuerliche Flächen in die Eindeichung einzuschließen. Sie besitzt die bereits erörterten Vorzüge der älteren Grunschen Linie in erhöhtem Maße, da sie zwischen Karlsdorf und Matzgirren vollständig in den schützenden Wald hineingelegt und zwischen Matzgirren und Tramschen demselben wesentlich genähert ist. Der Einwand, daß dieses Gebiet noch nicht eindeichungsreif sei, konnte von vornherein als nicht zutreffend zurückgewiesen werden, denn der Boden ist ausweislich der geologischen Karte und nach diesseitigen Untersuchungen genau ebenso beschaffen, wie der im größten Theil des Linkuhnen-Seckenburger Deichverbandes befindliche, durch die dortigen Deichanlagen schon seit Jahren geschützte und zu den höchsten Erträgen gebrachte Boden, ferner ebenso beschaffen, wie ein großer Theil des Bodens im Nemoniendelta, für welchen neuerdings auf Antrag der Interessenten ein Eindeichungsentwurf ausgearbeitet ist, und endlich ebenso beschaffen, wie innerhalb des Kaymen-Lablacker Deichverbandes der Boden des Gutes Lablacken, welcher seitens der Centralmoorcommission zu den besten Niederungsböden gerechnet ist (vgl. Protokoll der Centralmoorcommission vom 13. December 1890). Dieser Boden, auf den geologischen Karten als Humus und Moorerde bezeichnet, ist freilich in seiner Grundzusammensetzung Niedermoor und zwar meistens gut zersetzt, jedoch durch die Jahrhunderte langen Ueberfluthungen des Memelstromes mit mineralischen

Schlickmassen vollständig durchsetzt und nach genügender Entwässerung den eingedeichten Marschböden der unteren Elbe und Weser gleichwerthig. Er kann aber auch durch ein längeres Hinausschieben der Eindeichung jedenfalls nur sehr langsam reifer dafür werden, weil er seit Ausführung der Hochwasserdämme am Rufsstrom und an der Gilge und neuerdings wieder seit Erhöhung des Gilgedammes bei Karlsdorf gegen die Zuströmung des fruchtbaren, sinkstoffreichen Memelhochwassers fast vollständig abgeschlossen ist. Vielmehr wird er jetzt nur noch durch das alle fruchtbaren Sinkstoffe entbehrende, von den Niederungsbewohnern wegen seiner auslaugenden Wirkung als „giftig“ bezeichnete Rückstauwasser des Kurischen Haffs bedeckt, und zwar häufig im Sommer während so langer Zeit, daß nicht nur die Einheimung der Ernte, sondern auch jede weitere Zersetzung der im Boden vorhandenen Nährstoffe verhindert und dadurch der Ertrag auch für die folgenden, etwa nicht durch das Rückstauwasser unmittelbar leidenden Jahre geschmälert wird. Hierdurch ist die allgemeine Klage, daß die Erträge dieser Flächen von Jahr zu Jahr zurückgehen, und die Nothwendigkeit einer alsbaldigen Eindeichung gegen den Hafrückstau wohl begründet.

V. Begründung der Ausschließung der Fischerdörfer, namentlich Kastaunen und Karkeln.

Die Einbeziehung der unmittelbar am Haff belegenen Fischerdörfer Tawe, Inse, Loye und Löckerort, welche von der ausgeführten Deichlinie durch den 9 bis 5 km breiten fiscalischen Wald getrennt liegen, mußte im Hinblick auf die Gesichtspunkte, welche die Schöffersche Linie zum Scheitern gebracht hatten, von vornherein als undurchführbar bezeichnet werden. Wohl aber sind zum Zwecke der Hineinziehung der östlich der fiscalischen Waldungen belegenen großen Ortschaft Kastaunen sowie einzelner kleiner Ansiedlungen in Rogainen und Pustutten, welche gleichfalls aufseideichs geblieben sind und namentlich für die nur 2 km vor dem Deiche belegene große Ortschaft Karkeln umfangreiche Entwürfe bearbeitet worden.

Durch eine Deichlinie, welche annähernd bis an die Tawelle vorgeschoben wurde, über die Kastauner Sandberge, alsdann über die Königliche Försterei Meyruhnen und die fiscalischen Meyruhner Berge führte, um auf den Luderbergen in der gräflichen Rautenburgschen Forst an die ausgeführte Linie anzuschließen, wurde versucht, den auf der nördlichen Seite der Tawelle belegenen Theil der Gemarkung Kastaunen in die Eindeichung hineinzuziehen. Diese Linie, welche hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit sich nicht ungünstiger stellte, als die ausgebaute, scheiterte jedoch an dem Widerspruch der Königlichen Forstverwaltung, welche hierdurch mit einer erheblichen Fläche betheilt wurde und nicht nur die gesamten Waldflächen, sondern besonders auch diesen Theil ihres Gebietes nach der damaligen Ansicht der betheiligten Forstbeamten im Interesse des Elchschatzes glauben aufseideichs belassen zu müssen.

Um wenigstens noch einen möglichst großen Theil von Kastaunen einzudeichen, wurde alsdann mit den Interessenten über eine Deichlinie verhandelt, welche gegen die vorige

erheblich zurückgezogen war, die Kastauner Berge aufseideichs liefs und von den fiscalischen Flächen nur eine kleine Wiese umschloß. Diese Linie konnte mit Rücksicht auf die Hochwasser- und Bebauungsverhältnisse nicht unmittelbar dem gekrümmten Lauf der Tawelle folgen, sondern mußte, um möglichst geradlinig zu werden, zum Theil hinter den Hofstellen durchgeführt werden, sodaß eine größere Zahl der hier besonders werthvollen Grundstücke durchschnitten wurde. Bei den Verhandlungen wurden jedoch seitens der Mehrzahl der betheiligten Grundbesitzer so übertriebene Forderungen nicht nur für die Hergabe des Grund und Bodens, sondern namentlich für Wirthschafterschwerisse gefordert, daß die Durchführung dieser Deichlinie, selbst wenn auf Grund des Deichgesetzes die Zwangsenteignung vorgenommen wäre, unverhältnißmäßig hohe Kosten und eine große Zahl in ihrem Ergebniss nicht übersehbarer Rechtsstreite verursacht hätte. Hierzu kam noch, daß die meisten Kastauner Interessenten bei den Verhandlungen erklärten, keinen besonderen Werth auf die Eindeichung zu legen, was das Deichamt vornehmlich dazu führte, von dieser Deichlinie Abstand zu nehmen.

Eine Hinausschiebung der Deichlinie in westlicher Richtung bei Rogainen und auf der Strecke zwischen Petrischken und Kuppren, um thunlichst alle vor dem fiscalischen Walde belegenen bäuerlichen Wiesenflächen zu schützen, würde, wie die bearbeiteten Nebenlinien ergeben haben, die Ausführungskosten recht erheblich erhöht und die Standsicherheit des Deiches verschlechtert haben. Die auf diesen Strecken ausgeführte Linie führt nämlich zumeist über festen Untergrund, während die Nebenlinien ausschließlich auf weichem Moorboden von größerer Mächtigkeit lagen.

Die Mehrkosten der Wintereindeichung von Karkeln würden für einen Zuwachs von 700 ha beitragspflichtiger Fläche 600 000 *M* betragen haben, und zwar wegen der Abgelegenheit eines brauchbaren Dammbodens, wegen der nothwendigen vollständigen Abpflasterung des Dammes gegen den Eisschub, wegen der nothwendigen Herstellung einer Schiffahrtsschleuse in dem tiefen Karkelfluß und aus anderen Gründen. Die jährliche Ausgabe des Haffdeichverbandes, die jetzt im Mittel auf 170 000 *M* veranschlagt ist, würde um 40 000 *M* vergrößert worden sein, während die beitragspflichtige Fläche von 18 500 ha nur um 700 ha vergrößert wäre. Wenn die Gemeinde Karkeln die durch die Hineinziehung entstandenen Kosten allein hätte tragen sollen, so hätte sie jährlich 60 *M* von 1 ha aufbringen müssen, während der durchschnittliche jährliche Beitrag der übrigen Verbandfläche auf 10,50 *M* vom ha veranschlagt ist. Wenn sie aber, wie von einzelnen Karkelner Interessenten angeboten wurde, bis zu 20 *M* vom ha — nebenbei einen wirtschaftlich nicht erschwinglichen Beitrag — übernommen hätte, so wäre doch der Beitrag für die gesamten übrigen Deichgenossen noch von 10,50 auf 12 *M* vom Hektar, d. h. um 17 v. H. gestiegen. Unter diesen Umständen erklärten diese letzteren in ihrer überwiegenden Mehrheit, diese Mehrkosten nicht, wohl aber die Kosten einer Sommereindeichung von Karkeln tragen zu wollen. Diese ist deshalb im Deichstatut vorgesehen und wird, sobald unter den Interessenten über die Linienführung eine Einigung erzielt und die vorher nothwendige Zusammenlegung der Grundstücke durchgeführt sein

wird, demnächst zur Ausführung kommen. Die sommerbedeichten Flächen sollen nur mit der Hälfte der übrigen Beiträge herangezogen werden, sodafs auch jetzt noch die Kosten für die Karkelner Eindeichung zu einem erheblichen Theil von dem Winterdeichverbande aufgebracht werden müssen. Der Sommerdeich soll eine solche Höhe erhalten, dafs nach den vorliegenden sechzigjährigen Pegelbeobachtungen eine Ueberfluthung der eingedeichten Flächen während der Sommermonate — Mai bis October — nicht eintreten kann. Hierdurch werden diese Ländereien gegen die jetzt fast alljährlich eintretenden Sommerüberfluthungen, welche besonders dann, wenn sie während oder kurz vor der Heuernte eintreten, grofsen Schaden anrichten, geschützt, erlangen mithin einen erheblichen wirthschaftlichen Vortheil.

Wäre nicht in dieser Weise vorgegangen, so wäre dadurch der höheren Orts ertheilte Auftrag, den Entwurf im Interesse der landwirthschaftlichen Ertragsfähigkeit zu vereinfachen und billiger zu gestalten, nicht erfüllt worden, und selbst wenn trotz der erheblichen Mehrbelastung aller Genossen durch die Karkelner Winterdeichung die Genossenschaft zustande gekommen wäre, so hätte diese Deichstrecke stets eine besondere Gefahr für den ganzen Verband gebildet.

Wie sehr die seitens des Entwurfverfassers von vornherein gehegten Befürchtungen gerechtfertigt waren, haben die Sturmfluthen im Herbst 1899 und im Frühjahr 1900 bewiesen. Es sind nämlich auf der Deichstrecke bei Karkeln, trotzdem sie nunmehr etwa 2 km vom Hafrande entfernt liegt, während der obigen Sturmfluthen nicht unerhebliche Beschädigungen ausschliesslich durch Wellenschlag hervorgerufen worden. Der zwischen Nemonien und Agilla befindliche, am Hafrande entlang führende sog. Wehrdamm hat, trotzdem er auf der haffseitigen Böschung und Krone mit schweren Steinen abgepflastert ist, gleichfalls beträchtliche Beschädigungen erlitten und ist streckenweise vollständig durchbrochen, ohne dafs er einen nennenswerthen einseitigen Wasserdruck auszuhalten hatte.

Naturgemäfs kommt den aufsendeichs verbliebenen Fischerdörfern ihre mifsliche Lage umsomehr zum Bewusstsein, je näher sie an dem eingedeichten Gebiet liegen und je länger sie die daselbst in erfreulicher Weise sich entwickelnde wirthschaftliche Hebung beobachten. Dies tritt besonders bei der Ortschaft Karkeln in die Erscheinung, deren Ländereien zu einem kleinen Theile in der Winterdeichung liegen und deren Segnungen geniefsen. Es darf daher nicht wunder nehmen, wenn sie zur Hebung ihrer mifslichen wirthschaftlichen Lage mit der Behauptung an die Staatsregierung herantreten, dafs sie durch die Abdeichung des Memeldeltas geradezu geschädigt seien, da infolge dessen in dem verbliebenen Ueberschwemmungsgebiet jetzt höhere Wasserstände eintreten als vorher. Wenn aber die Behauptung richtig wäre, dafs die Wasserstände des Haffs durch jede Verkleinerung des Haffbeckens gehoben werden, so hätten die Anwohner des Haffs seiner Zeit schon gegen die Abdeichung der Linkuhnen-Seckenburger, der Kaymen-Lablacker und der Bledauer Niederung erfolgreich protestiren können, ebenso wie etwa die Bewohner Amsterdams gegen die Trockenlegung des IJ, oder die Bewohner von Haarlem gegen die Trockenlegung des Haarlemer Meeres. So richtig es aber auch ist, dafs durch seitliche Eindeichungen in einem Flufs-

thal die Wasserstände des Flusses in der Richtung des Längsgefälles gehoben werden, ebenso richtig ist es anderseits, dafs die Wasserstände des Kurischen Haffs durch eine Verengung des Haffbeckens nur dann gehoben würden, wenn diese Verengung so grofs wäre, dafs sie ein irgendwie mefsbares Längsgefälle des Haffs in der Richtung nach Schwarzort-Memel hervorbringen würde. (Vgl. Sasse, Zeitschr. des Hannov. Arch. u. Ing.-Vereins 1891 S. 290.) Es wird aber jetzt nach Ausführung aller früher erwähnten grofsen Eindeichungen noch nicht das geringste Längsgefälle im freien Haff bis Schwarzort durch die Wasserzuflüsse der Memel, der Deime und der kleineren Wasserläufe erzeugt, sondern der Wasserspiegel liegt auf dieser Strecke selbst bei den grössten Zuflüssen abgesehen von der Einwirkung des Windes, also bei windstillem Wetter völlig wagerecht. Die Wasserstände des Haffs hängen vielmehr lediglich von der Weite und dem Zustand der Abflufsrinne Schwarzort-Memel ab, in der sich zeitweise ein starkes Längsgefälle nach beiden Richtungen entwickelt.

Richtig ist es, dafs durch eine beträchtliche Verkleinerung des Haffbeckens der durch Hochwasser entstehende höchste Wasserstand schneller als bisher erreicht wird, aber auch um so schneller wieder sinkt, sobald der Zuflufs nachläfst. Die Hochwasserwelle des Haffs erreicht also dieselbe Höhe wie bisher, wird aber in ihrer zeitlichen Dauer verkürzt, was für die Niederungsflächen vortheilhaft ist. Ebenso wird der durch heftige Stürme an den Hafrändern entstehende Aufstau (das grösste durch den Wind entstandene Gefälle des freien Haffs hat etwa 1:70000 betragen) auf dem hinterliegenden tiefen Gelände früher als bisher eine Ausspiegelung nicht nur des höchsten Wasserstandes, sondern auch des abfallenden Wasserspiegels und also eine Verkürzung der zeitlichen Dauer der Ueberschwemmung ohne Steigerung ihrer Höhe verursachen. (Der von den Holländern zur Ausführung bestimmte Entwurf der Trockenlegung des Zuidersees ist in dieser Beziehung sehr lehrreich.)

Infolge der grofsen Ueberfluthungen im Herbst 1899 und im Frühjahr 1900, welche übrigens noch bis zu 0,30 m unter dem Hochwasser der Jahre 1839, 1843, 1850, 1855, 1862, 1888 und 1889 blieben, ist die Frage auch neuerdings wieder eingehend behandelt worden. Es hat sich jedoch bisher weder eine Hebung des mittleren Wasserstandes noch des Hochwassers an den vielen im Haff befindlichen Pegelstationen nachweisen oder theoretisch begründen lassen, und dürfte eine solche auch nach Lage der örtlichen Verhältnisse ausgeschlossen sein. Die bei jeder Ueberfluthung immer wieder in Form von Beschwerden seitens der ausgeschlossenen Fischerdörfer erhobene Behauptung, dafs sie durch die Eindeichung des Memeldeltas wasserwirthschaftlich geschädigt sind, mufs daher als unbegründet zurückgewiesen werden. Die Staatsregierung hat die Interessen der Fischerdörfer, insbesondere der Ortschaft Karkeln, von Anfang der Verhandlungen bis jetzt in äufserst wohlwollender Weise vertreten und ist nach wie vor bemüht, diesen Gemeinden durch weitere wirthschaftliche Mafsnahmen behülflich zu sein. So wird neuerdings die hochwasserfreie Aufhöhung aller Haffdörfer und die Sommereindeichung ihrer Ländereien mit erheblichen Staatsbeihilfen in Erwägung gezogen.

VI. Ableitung des Oberwassers durch die Agnit-Eindeichung.

Wie bereits früher erwähnt ist, bedarf der östlich der Chaussee Sköpen-Kaukehmen befindliche Theil des Memel-deltas weder eines Schutzes gegen Hafrückstau (er hatte deshalb die Bildung eines Hafrückstauverbandes bei früheren Abstimmungen wiederholt zu Fall gebracht) noch der künstlichen Entwässerung. Er entwässerte vor der Eindeichung auf natürlichem Wege durch die alte Gilge und deren Seitenarme Prudim, Agnit und Ragging nach dem Haff bei Inse und mußte, um gerichtlichen Klagen vorzubeugen, diese natürliche Vorfluth behalten. Weder der in den früheren Entwürfen vorgesehene Entwässerungscanal von Budwethen nach dem Rufsstrom gegenüber Klein-Schillingen, noch eine Verbindung der alten Gilge mit der neuen Gilge bei Lappienen hätten die natürliche Vorfluth nach dem Haff ersetzen können. Es konnte daher nur in Frage kommen, das Wasser dieses rund 3700 ha großen Niederschlagsgebietes entweder, wie bisher, in das jetzt einzudeichende Niederungsgebiet durch Prudim, Agnit und Ragging hineinzulassen und am Hafrückstau durch die Schöpfwerke zu beseitigen oder einen der genannten Vorfluther innerhalb der tiefen Niederung beiderseits zu bedeichen und zur natürlichen Abführung des ganzen Gilgewassers aufnahmefähig zu machen. Eine vergleichende Berechnung dieser beiden Entwürfe fiel zu Gunsten des letzteren aus.

Zu dem Ende war zunächst beabsichtigt, den oberen Raggingfluß und von der Stelle ab, wo beide Flüsse nahe aneinander kommen, den Agnitfluß als Vorfluther zu benutzen und einzudeichen. Die weitere Erwägung, daß es mit Rücksicht auf die Binnenentwässerung der seitlichen Polder zweckmäßig sei, Prudimfluß und Raggingfluß für diese auszunutzen, führte dahin, daß der Agnitfluß auch in seiner oberen Strecke eingedeicht wurde. Der Prudimfluß ist an der Abzweigung aus der alten Gilge bei Mosteiten und diese dicht unterhalb der Abzweigung des Agnitflusses abgedämmt, sodaß in dem zwischen Schönwiese und Lappienen befindlichen Theil der alten Gilge ein geräumiges Sammelbecken für Binnenentwässerung gewonnen ist. Die alte Gilge von Schönwiese aufwärts bis Kaukehmen hat meist hochwasserfreie Ufer, es sind daher nur kleinere Verwallungen notwendig geworden. Durch die Abführung des Oberwassers auf natürlichem Wege hat sich auch die Binnenentwässerung des sogenannten Norweischen-Trumpeiter Polders, welcher zwischen der alten und neuen Gilge und östlich der Chaussee Lappienen-Kaukehmen belegen ist, besonders günstig gestaltet. Nunmehr konnte das Hebewerk für diesen Polder bei Schönwiese zur Aufstellung gelangen und sein Wasser in die alte Gilge als Aufsenswasser abgeben. In anderem Falle hätte das Wasser dieses Polders bis zu den Hebewerken am Hafrückstau geführt werden müssen. Der hierzu erforderliche etwa 18 km lange Entwässerungscanal hätte bei dem völligen Mangel an Geländegefälle auf der Strecke von Schönwiese bis zum Hafrückstau recht erhebliche Abmessungen erhalten müssen.

Nach dem allgemeinen Entwurf sollten die Agnitdeiche dieselbe Höhe erhalten wie der Hafrückstau, und es war vorbehaltlich besonderer Ermittlungen angenommen worden, daß sich durch Baggerung in dem eingedeichten Flußlauf

guter Dammboden in ausreichender Menge gewinnen lassen würde. Durch die nach Bildung des Deichverbandes angeordneten ausführlichen Ermittlungen und insbesondere durch Vergleich der Pegelbeobachtungen in Nemonien und Piplin — d. i. im Nemoniengebiet — und in der Schaltek in der Linkuhnen-Seckenburger Niederung konnte technisch nachgewiesen werden, daß die Schneeschmelze und damit das Hochwasser der kleinen Binnenflüsse und insbesondere auch der alten Gilge etwa sechs bis zehn Tage früher eintritt, als der erst dem Hochwasser der Memel folgende Hafrückstau und daß also bei Eintritt des Hafrückstaus der größte Theil des Oberwassers bereits abgelaufen ist. Hierzu kam noch, daß sich bei den ausführlichen Vorarbeiten herausstellte, daß guter Dammboden, wie er für hohe Winterdeiche erforderlich ist, nur mit unverhältnismäßig hohen Kosten zu beschaffen war. Wollte man mit den Kosten in zulässigen Grenzen bleiben, so mußten die Deiche auf einer Strecke von etwa 5 km Länge aus einem Gemisch von Lehm, Moor und Sandboden hergestellt werden. Es erschien aber höchst bedenklich, Deiche aus solchem Mischboden, in welchem humoser, die Wühlarbeit der Maulwürfe und Mäuse begünstigender Boden vorherrscht, einem erheblichen Wasserdruk auszusetzen. Diese Erwägungen führten dazu, den höchsten Hafrückstau für die Agnitdeiche nicht zuzulassen und diese mit ihrer Krone 0,80 m tiefer zu legen als den Hafrückstau. Hierzu war erforderlich, daß die an der Kreuzung des Agnitflusses mit dem Hafrückstau bei Rogainen bereits zwischenzeitlich erbaute, für Dammbalkenverschluss eingerichtete Auslafsschleuse als Sperrschleuse mit Klappenverschluss umgebaut werden mußte.

Dem Ueberströmen der Agnitdeiche, welcher Fall bei lange anhaltendem hohem Hafrückstau und gleichzeitigem Zufluß des Oberwassers vielleicht ausnahmsweise einmal eintreten kann, ist durch Herstellung einer Auslafsschleuse an der Abzweigung des Prudimflusses aus der alten Gilge bei Mosteiten vorgebeugt worden. Erreicht das Wasser zwischen den Agnitdeichen die für diese Deiche nur zulässige Höhe, so wird die Sperrschleuse bei Rogainen geschlossen, die Auslafsschleuse bei Mosteiten geöffnet und gleichzeitig der Betrieb des Hebewerkes bei Schönwiese eingestellt. Das nunmehr noch herunterkommende Oberwasser der alten Gilge wird in das Deichgebiet hineingelassen und gemeinschaftlich mit dem Wasser des Norweischen-Trumpeiter Polders den Hebewerken am Hafrückstau zugeführt und von diesen beseitigt. Die Agnitdeiche haben immerhin eine solche Höhe erhalten, daß nach den vorliegenden sechzigjährigen Pegelbeobachtungen das Einlassen des Oberwassers in das Deichgebiet durchschnittlich nur alle sieben Jahre auf drei bis vier Tage notwendig werden kann. Diese Anordnung, durch welche gegen den ursprünglichen Entwurf eine Kostenersparnis von rund 123000 *M* erzielt worden ist, hat sich bisher durchaus bewährt. Seit der im Herbst 1897 erfolgten Fertigstellung der Agnit-Eindeichung hat die Schleuse bei Mosteiten erst einmal geöffnet werden müssen, und zwar während des lange anhaltenden hohen Rückstaus im Frühjahr 1900. In diesem Fall genügte das Ziehen einer Schützöffnung von 1 m Weite auf etwa 0,80 m Höhe während 24 Stunden. Die Beseitigung der in dieser Zeit eingeströmten Wassermenge hat die Leistung eines Hebewerkes für etwa

sechs Tage in Anspruch genommen. Irgend welche Uebelstände für die eingedeichte Niederung sind bisher aus dem Umstande, daß zeitweise das Oberwasser der alten Gilge eingelassen werden und daß das Hebewerk bei Schönwiese außer Thätigkeit treten muß, nicht entstanden; infolge der vorzüglichen Verbindung sämtlicher Niederungstheile durch ein engmaschiges Canalnetz vertheilt sich dieses Wasser nicht auf ein oder zwei, sondern auf die sämtlichen fünf Hebewerke am Haffstaudeich.³⁾

VII. Binnenentwässerung.

a) Hebewerke.

Durch den Haffstaudeich und die Regulirung und Eindeichung des Agnitflusses ist die Niederung gegen den Rückstau des Kurischen Haffs und gegen die Ueberfluthung durch Oberwasser geschützt, hat mithin nur das eigene Niederschlagswasser aufzunehmen. Dieses könnte zwar mittels der Auslassschleusen im Haffstaudeich durch natürliches Gefälle (wie im Bledauer Deichverbände) entfernt und daher in der Niederung etwa der mittlere Haffstand d. i. $+ 0,16$ m N. N. $= + 1,50$ m P. P. (Petrickter Pegel) gehalten werden. Da das niedrige Gelände des Memeldeltas, welches mehr als die Hälfte des ganzen Deichgebiets umfaßt, jedoch nur auf $+ 0,35$ m N. N. ($=$ rd. $1,70$ m P. P.), mithin etwa nur $0,20$ m über dem mittleren Haffstande liegt, also selbst als Wiese so niedrig, daß gute Futtergräser darauf nicht gedeihen können, so mußte die natürliche Vorfluth als unzureichend erachtet werden. Dies war umso mehr geboten, als bei dem jeden Augenblick zu erwartenden Haffrückstau und bei gleichzeitigen Niederschlägen jede Vorfluth fehlte, sodafs zeitweise vollständige Ueberfluthungen der niedrigen Ländereien unvermeidlich waren. Es wurde daher von vornherein darauf Bedacht genommen, den Binnenwasserstand durch Schöpfwerke so tief zu senken, wie sich dies im Laufe der Jahre im benachbarten Linkuhnen-Seckenburger Entwässerungsverbände für eine gedeihliche Entwicklung der Pflanzenwelt als zweckmäfsig erwiesen hat, d. h. von $+ 0,06$ m N. N. ($= 1,40$ m P. P.) im Frühjahr beginnend bis herunter auf $- 0,44$ m N. N. ($= + 0,90$ m P. P.) während der Sommermonate.

Der Sommerwasserstand liegt mithin $0,80$ m unter dem niedrigsten Gelände. Diese Tiefe des Grundwasserstandes hat sich als völlig ausreichend erwiesen, da im vorliegenden Falle in den tiefen Flächentheilen nur die Anlegung unbesandeter Moorwiesen und Weiden in Frage kommt.

Es sind aus weiterhin zu erörternden Gründen im ganzen sechs Hebewerke zur Ausführung gekommen, von denen eins, wie bereits früher erwähnt ist, an der alten Gilge bei Schönwiese, die übrigen fünf am Haffstaudeich, nämlich am

Ragging-, Prudim-, Ackel-, Grafster- und Ackmingefluß erbaut sind.

b) Das Canal- und Grabennetz.

Bei einem so großen Gebiet wie dem vorliegenden und bei so stark aufgetheilten Besitzverhältnissen konnte es nicht Sache des Verbandes sein, das Grabennetz auf Verbandskosten soweit auszubauen, daß jedes Grundstück von einem Verbands canal berührt wird. Der Verband mußte sich vielmehr, um mit seinen Ausgaben in angemessenen Grenzen zu bleiben, darauf beschränken, nur die Hauptvorfluth, das sind die natürlichen alten Flußläufe und einzelne Canäle in solchen Niederungstheilen, in welchen natürliche Flußläufe fehlten, auf seine Kosten auszubauen.

Der Ausbau der sogenannten Schaugraben, das sind wichtigere Grabenzüge, an deren ordnungsmäßigen Zustande nur ein beschränkter Kreis von Grundbesitzern interessiert ist, und der Privatgraben, die abgesehen von den Grenzgraben ausschließlich einem einzelnen Grundstück Nutzen bringen, mußte den Interessenten überlassen bleiben. Hierbei wird die Ausführung infolge der Naturalleistungen der einzelnen Interessenten erheblich billiger. Während der Plan für den ordnungsmäßigen Ausbau der Schaugraben seitens der Deichverwaltung aufgestellt ist und die Unterhaltung dieser Gräben auch der Aufsicht und regelmässigen Schau der Deichverwaltung untersteht, sind die Privatgraben, nur soweit sie Grenzgraben bilden, den gewöhnlichen Organen der Wasserpolizeibehörde unterstellt.

Es sind mithin, wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, drei Arten von Wasserzügen zu unterscheiden: Verbandswasserläufe, Schaugraben und Privatgraben. Die beiden ersten Arten sind auf dem Uebersichtsplane Bl. 2 durch verschiedene Bezeichnung kenntlich gemacht.

Bei der Ausführung des gesamten Canalnetzes wurde in erster Linie darauf Bedacht genommen, alle Wasserläufe, insbesondere die Hauptzubringer der Hebewerke, möglichst vielfältig mit einander zu verbinden, damit bei etwaigen Betriebsstörungen eines Hebewerks das Wasser den übrigen Werken bequem zugeführt werden kann. (Vgl. auch den Vortrag von Danckwerts, „Ueber die Technik der Wasserhebung bei künstlicher Entwässerung von Mooren“ im Verein für Moorcultur. Mittheilungen dieses Vereins 1900, S. 101 ff.). Es ist daher als Verbandswasserlauf außer den Hauptvorfluthern noch je ein Verbindungscanal zwischen denselben ausgebaut worden. Auch bei Aufstellung des Schaugrabenplanes ist die Durchführung möglichst vieler solcher Gräben vorgesehen, welche die Verbindung der Verbandswasserläufe vervollkommen.

Die alten natürlichen Flußläufe, welche vor der Bedeichung des Rufs- und des Gilgestroms mit diesen in Verbindung standen, haben infolge der starken Durchströmung bei Hochwasser ursprünglich meist recht erhebliche Breiten und Tiefen besessen. Nach der Bedeichung der Memelarme hörte jedoch die natürliche Spülung auf, denn die nunmehr im Frühjahr bei der Schneeschmelze abzuführende Wassermenge war im Vergleich zu den großen Querschnitten nur gering und verursachte keine merkliche Strömung. Es bildeten sich nach und nach mangels jeglicher Räumungsarbeiten aus den üppig wuchernden Wasserpflanzen und durch seitliche Versandungen dicke Schlammsschichten, sodafs

3) Die Entwicklung der Eindeichung der Schaltek, welche das Höhenwasser des Linkuhnen-Seckenburger Verbandes abführt, ist in umgekehrter Richtung erfolgt. Zunächst wurde das Wasser in die Niederung hineingelassen und bei Petricken ausgepumpt. Dann wurde die Schaltek beiderseitig hochwasserfrei eingedeicht und unter Durchbrechung des Haffdeichs mit freier Ausmündung nach dem Haff versehen. Nachdem aber 1888/89 Durchbrüche der Schaltekämme durch Haffrückstau eingetreten waren, wurde schliesslich diese Mündung durch eine Sperrschleuse im Haffdeich am Welnteich geschlossen.

die oberen Flusstrecken schliesslich zwar noch die alten Breiten, jedoch nur geringe Tiefen besaßen. Auf den unteren Flusstrecken, insbesondere innerhalb des Waldes, wo sich bei Hafrückstau ein kräftiger Strom entwickelt, hat dieser genügt, um die alten Tiefen zu erhalten. Die grossen Tiefen erstrecken sich daher vorzugsweise nur auf die ausserhalb des Deichgebiets belegenen Flusstrecken. Nur in dem Ragging-, Grafster- und Algefluß und in der Aekminge fanden sich z. Z. der Eindeichung auch auf einige Kilometer oberhalb des Deichs noch so grosse Tiefen vor, daß hier keine Vertiefungen erforderlich waren. Alle übrigen Flusstrecken sowie die unter Schau gestellten Gräben bedurften jedoch behufs Senkung des Wasserspiegels einer umfangreichen Räumung. Mit der Räumung der Wasserzüge konnte zweckmässig erst vorgegangen werden, nachdem die Niederung vor dem Hafrückstau durch Fertigstellung des Hafrückstaudeichs geschützt war. (Wäre dies früher geschehen, so wären nicht nur die Baukosten erheblich gewesen, sondern es hätte auch jeder Hafrückstau um so schneller in die geräumten Gräben eintreten und die Niederung überfluthen können.)

Infolge der grossen Breite, der schlammigen Bodenbeschaffenheit und der erforderlichen grossen Tiefe mußte die Räumung der alten Flußläufe in der Nähe der Hebewerke durch Baggerung bewirkt werden. Die Priestmannschen Greifbagger waren hierfür besonders vortheilhaft, da sie die in solchen Niederungsflüssen in grosser Menge sich vorfindenden alten Baumwurzeln und -Stämme bequem herausheben, während diese für Eimerbagger grosse Hindernisse bilden. Auch ermöglichten die Greifbagger auf Strecken mit festen Ufern ein Auswerfen des Bodens auf die Flußufer. Hierdurch war die Fortschaffung des Bodens erheblich erleichtert. Die Baggerarbeit hatte jedoch abgesehen von den höheren Kosten im Vergleich zu der Ausschachtung im Trocknen den Nachtheil, daß der Wasserstand hoch gehalten werden mußte, um die Baggergefäße schwimmend zu erhalten, ein Umstand, der außerordentlich hemmend auf die Ausführung der weiteren Folgeeinrichtungen — Ziehen der Binnengräben, Umbrechen der alten schlechten Grasnarbe usw. — und die Wirksamkeit der Hebewerke wirkte. Die Benutzung von Baggern, welche auf den Ufern entlang laufen, konnte wegen der weichen Beschaffenheit des Moorbodens und der unregelmässigen Ufergestaltung nicht in Frage kommen. Die kostspielige und den weiteren Folgeeinrichtungen hinderliche Baggerarbeit ist daher auf die kurzen Flusstrecken in der Nähe der Hebewerke beschränkt worden. Im übrigen sind dort, wo eine Räumung der breiten mit Schlamm Boden angefüllten Flußläufe durch Trockenausschachtung nicht möglich war, diese durch parallel laufende neue Canäle ersetzt worden, deren Ausbau sich bequem im Trocknen bewirken liefs. Durch dieses Verfahren sind erhebliche Kosten erspart worden.

Die alten Flußschlenken finden als Sammelbecken bei Hochwasser Verwendung, soweit sie nicht so flach liegen, daß sie nach der Entwässerung als Wiese benutzbar sind.

Bei Ausführung der Trockenarbeit konnten die Schöpfwerke, die gleichzeitig mit dem Hafrückstaudeich im Herbst 1896 fertiggestellt waren, vortheilhaft zur Senkung des Grundwasserstandes verwandt werden. Streckenweise ist eine aus Trockenausschachtung und Baggerung vereinigte Arbeitsweise

angewandt worden, indem der obere Theil des Querschnitts soweit eine Trockenhaltung ohne erhebliche Wasserhaltungskosten durchführbar war, im Trocknen mit dem Spaten ausgeschachtet wurde, während der untere Theil des Querschnitts gebaggert worden ist. Die letztere Arbeit wurde in die Herbstmonate gelegt, in der der höhere Wasserstand weniger schädlich war.

Von den im ganzen rund 105 km langen Verbands-canälen sind geräumt worden:

- | | |
|---|------------|
| 1. durch ausschliessliche Baggerung . . . | rd. 11 km. |
| 2. durch Trockenausschachtung im Verein mit Baggerung | „ 5 „ |
| 3. durch ausschliessliche Trockenausschachtung | „ 75 „ |
- während etwa 14 km keiner Räumung bedurft haben.

Hierbei sind bewegt worden:

- | | |
|---|----------------------|
| a) durch Baggerung | rd. 93 000 cbm Boden |
| b) durch Trockenausschachtung | „ 482 000 „ „ |

Summe 575 000 cbm Boden.

Für die Baggerarbeiten sind 0,85 \mathcal{M} , für die Trockenausschachtungen 0,45 bis 0,60 \mathcal{M} für je 1 cbm Bodenbewegung einschl. des Verkarrrens und Einebnens des Bodens bis auf 40 m seitliche Entfernung gezahlt worden.

Bei Berechnung der Querschnitte der Vorfluther wurde angenommen, daß auf 1 ha und Secunde 0,65 Liter Abflussmenge — d. i. dieselbe Abflussmenge, welche bei der Berechnung von Drainagen angewandt wird — kommen und daß das Hochwasser bis 0,20 m unter Geländehöhe ansteigen darf. Die durch Baggerung geräumten Flusstrecken in der Nähe der Hebewerke haben allerdings erheblich grössere Breitenabmessungen erhalten, als zur Abführung der einem Hebewerk entsprechenden Wassermenge nothwendig ist. Dies war jedoch geboten, um einmal den ganzen Querschnitt von dem in der ganzen Breite vorhandenen leichtflüssigen Schlamm Boden zu reinigen, dann aber auch für die Gleichmässigkeit des Schöpfwerkbetriebs zweckmässig.

Die im Trocknen geräumten unteren Flusstrecken haben, soweit sie noch die ganze Wassermenge eines Hebewerks abführen müssen, den in Abb. 18 Bl. 3, die Verbindungs-canäle den in Abb. 17 Bl. 3 angegebenen Querschnitt erhalten. Die oberen Canalstrecken, die entsprechend der Neigung des Geländes etwas Sohlengefälle erhalten konnten, sind mit etwas kleineren Abmessungen ausgebaut worden.

Die Böschungen sind auf Strecken, welche im Lehm- oder Moorboden liegen, mit zweifacher Anlage, jedoch überall da, wo Sandboden angeschnitten wurde, um künstliche Befestigungen thunlichst zu vermeiden, mit dreifacher Anlage ausgeführt worden. Uebrigens sind die Canäle von Sandboden möglichst fern gehalten, um Trieb sandbildungen und dauernde Nachrutschungen zu vermeiden. Bemerket sei noch, daß die Sohle der Canäle möglichst tief eingeschnitten worden ist, um bei strengen, jedoch schneearmen Wintern einen möglichst grossen wasserführenden Querschnitt unter der Eisedecke, welche erfahrungsmässig bis 0,70 m Stärke erreicht, zu erzielen.

Der Aushubboden ist sofort verkarrt und eingeebnet worden, wodurch sofort ein vorzügliches Keimbett für die Neuansaat der Moorflächen geschaffen wurde. Geschieht dies nicht, sondern läst man den Aushubboden in seitlichen hohen

Wällen längere Zeit liegen, so treten erhebliche Verschlämmungen des neuen Canals ein; außerdem bilden die Grabenwälle mit dem außerordentlich fruchtbaren Boden ein vorzügliches Keimbett für Distel und anderes Unkraut. Dies ist allerdings auch bei den mit frischem Boden bekarnten Uferflächen der Fall, wenn nicht die schleunige Ansaat vorgenommen wird.

Nachdem der Ausbau der Verbandscanäle bis auf kleine Nachtragsarbeiten in den Jahren 1897 und 1898 durchgeführt war, ist im Jahre 1899 mit dem Ausbau der Schaugräben begonnen worden. Nach dem aufgestellten Plane, in dem dieses Grabennetz soweit ausgedehnt ist, daß thunlichst jedes Grundstück, soweit es nicht bereits an einen Verbandscanal angrenzt, von wenigstens einem Schaugraben berührt wird, sollen zur Ausführung kommen:

1. 130 000 m Schaugräben I. Klasse,
2. 90 000 „ „ II. „
3. 30 000 „ „ III. „

Die Abmessungen dieser drei Grabenarten sind aus Abb. 14 bis 16 Bl. 3 zu entnehmen.

Die Bauzeit der Schaugräben ist auf fünf Jahre bemessen, um hierbei Naturleistungen der Grundbesitzer zu ermöglichen.

Bei dem Ausbau der Privatgräben wird zunächst dahin gestrebt, daß etwa entfallen auf 1 ha:

1. bei Moorboden 200 m Gräben
2. bei Schlickboden der I. Klasse . . . 100 „ „
3. „ „ „ II. und III. Klasse 50 „ „

Nach Vollendung der Schaugräben und Privatgräben werden auf die gesamten Wasserläufe folgende Flächen entfallen:

1. auf Verbandswasserläufe, verlassene Flüsse und Teiche	206 ha
2. auf Schaugräben	112 „
3. auf Privatgräben	346 „
Summe	664 ha.

Das entwässerte Deichgebiet umfaßt eine Fläche von rund 16500 ha, die in Gräben angelegte Fläche beträgt mithin etwa $\frac{1}{24}$.

In Holland und in den Elb- und Wesermarschen ist man im Laufe der Jahrhunderte dazu gekommen, etwa $\frac{1}{12}$ der ganzen Polderfläche in Gräben anzulegen. Ob im Hinblick auf die große Durchlässigkeit des hier vorhandenen Bodens das geplante Netz von Privatgräben zu einer ordnungsmäßigen Entwässerung ausreichen wird, muß der weiteren Erfahrung vorbehalten werden. Jedenfalls wird, falls über Nässe irgendwo geklagt und die Erbauung weiterer Hebewerke verlangt wird, immer zunächst zu untersuchen sein, ob nicht durch den weiteren Ausbau des Grabennetzes billigere und bessere Abhilfe zu schaffen ist.

Besonders hervorgehoben sei noch die Bestimmung des Normaldeichstatuts von 1853, wonach Gräben binnendeichs mindestens 75 m vom Deichfuß entfernt bleiben müssen, um der großen Gefahr des Durchsickerns des Aufsenwassers unter dem Deich zu begegnen. Diese Gefahr ist im vorliegenden Falle, da sich unter dem Deiche eine für Ungeziefer bei niedrigem Wasserstand leicht zugängliche Mutterbodenschicht befindet, besonders groß, und es ist daher gegen

Privatbesitzer, welche die obige Bestimmung nicht beachten, mit scharfen Strafen eingeschritten. Dies muß auch in Zukunft geschehen und lieber bei mangelhafter Entwässerung der betr. Flächen eine Einschätzung in eine niedere Beitragsklasse zugelassen werden, als daß das ganze Deichgebiet einer ständigen Gefahr ausgesetzt wird.

VIII. Einzelbeschreibung der Bauten.

a) Deiche.

α) Haffstaudeich.

Für die Linienführung mußte neben den bereits in dem Abschnitt IV erörterten Gesichtspunkten hauptsächlich die Lage der vorhandenen Sandhügel, die den Dammboden hergeben sollten, maßgebend sein. Insbesondere mußte aus diesem Grunde die auffällig vorspringende Ecke bei Kuppeln gebildet werden. Von einem Hügel zum andern ist der Deich unter Aufsuchung der Stellen mit den geringsten Moortiefen, jedoch möglichst geradlinig, auf denjenigen niedrigen Sandhügeln, die eine Entnahme von Dammboden nicht belohnten, entlang geführt und zwar auf den höchsten Rücken derselben, um an Bau- und Unterhaltungskosten zu sparen. Auf den höheren, zur Entnahme von Dammboden bestimmten Sandhügeln dagegen wurde der Deich möglichst weit nach der Niederungsseite geschoben, um möglichst große Bodenmassen aus dem Vorlande entnehmen zu können, denn nach § 19 b des Normaldeichstatuts von 1853 ist innendeichs die Herstellung grabenartiger Vertiefungen erst in 75 m, außendeichs dagegen schon in 4 m Abstand zulässig.

In Stat. 0, d. i. am Ende des Gilgedeichs bei Karlsdorf hat der Haffstaudeich mit Rücksicht auf das Hochwasser der Gilge, welches hier noch zwischen den Deichen zusammengehalten wird, die erforderliche Kronenhöhe von 3,76 m N. N. (= 5,10 m P. P.) erhalten. Unterhalb Karlsdorfs aber erweitert sich der Hochwasserquerschnitt der Gilge erheblich, und dementsprechend fällt auch der Gilgespiegel schnell auf den Haffspiegel d. i. bei dem höchsten bisher beobachteten Hochwasser von 1829 auf 1,86 m N. N. (= 3,20 m P. P.) herunter, sodaß in Stat. 13 des Haffdeichs nur noch mit dem Hochwasser des Haffs zu rechnen ist. Von hier ab ist daher die Krone in der ganzen übrigen Länge des Deichs wagerecht auf + 2,46 m N. N. (= 3,80 m P. P.) also 0,60 m über den höchsten bekannten Haffstand gelegt. Die Strecke Stat. 0 bis 13 hat ein gleichmäßiges Kronengefälle von 1:1000.

Der Deich hat im allgemeinen einen Querschnitt von 2,0 m Kronenbreite, dreifacher Außen- und zweifacher Innenböschung erhalten. Auf der Strecke Stat. 0 bis 6 ist eine Kronenbreite von 4,50 m, auf der weiteren Strecke 6 bis 24 eine solche von 3,50 m ausgeführt, weil der Deich hier teilweise als Fahrweg benutzt wird und dem Eisschub ausgesetzt ist. Ebenso ist auf der etwa 5 km langen Strecke Stat. 203 bis 256 bei Karkeln, welche des Waldschutzes entbehrt und daher dem Wellenschlag des Haffs unmittelbar ausgesetzt ist, zur Verstärkung die Krone auf 3 m verbreitert und die Außenböschung mit vierfacher Anlage hergestellt worden.

Auf der Strecke Stat. 0 bis 40 konnte zur Herstellung des ganzen Dammkörpers aus dem Vorlande in der Nähe

des Gilgestroms sandiger Lehm Boden gewonnen werden, der ein vorzügliches Dammmaterial lieferte. Im übrigen mußte der eigentliche Deichkörper aus Mangel an Lehm Boden mit Sandboden hergestellt werden.⁴⁾ Der in einzelnen Lagern vorgefundene Lehm Boden reichte nur zur Bekleidung der Außenböschung mit einer 0,50 m starken Decke aus. Diese wurde behufs Erzielung einer möglichst großen Dichtigkeit in dünnen wagerechten Lagen aufgebracht und gehörig gestampft. Die Außenböschung ist bis zur Hochwasserhöhe mit frischem Lehmrasen, der meist von den obigen Lagern abgezogen wurde, bekleidet worden. Deichkrone und Innenböschung sind streckenweise zur Erzielung einer geschlossenen Rasennarbe 0,15 m stark mit Mutterboden, der von den sandigen Ackerstücken abgedeckt wurde, oder, wo der Lehm Boden ausreichend vorhanden war, mit diesem bedeckt und durch Ansaat grün gemacht worden.

Der gegen 26000 m lange Deich führt nur auf einer Strecke von 4500 m über festen Untergrund, wovon 1700 m innerhalb der hohen Sandhügel lagen und keiner Aufschüttung bedurften. Die übrige Strecke von 21500 m liegt auf weichem Moorboden von 2 bis 4 m Mächtigkeit. Auf einer 400 m langen Strecke in Tramischen nördlich des Kraftwerkes dient die hochwasserfreie Chaussee als Deich. Es mußte daher von vornherein mit einem erheblichen Sacken des Untergrundes gerechnet werden, jedoch machte eine zutreffende Bestimmung des Sackmaßes einige Schwierigkeiten, zumal die kurz vor der Vergebung der Arbeiten ausgeführten Probe schüttungen keinen sicheren Anhalt für das Verhalten des Moorbodens auf den übrigen Strecken bieten konnten. Daher wurde in den Ausführungsbedingungen die Bestimmung getroffen, daß die in dem Verdingungsanschlage angegebenen Bodenmassen nur einen ungefähren Anhalt für den Bodenbedarf bieten sollten, und es wurde dem ausführenden Unternehmer die Verpflichtung auferlegt, die Schüttung des Damms so auszuführen und zu ergänzen, daß dieser ein Jahr nach erfolgter Abnahme noch den vollen vorschriftsmäßigen Querschnitt haben müsse.

Einer Verschwendung von Bodenmassen wurde dadurch vorgebeugt, daß diejenigen Bodenmassen, welche nach der einjährigen Gewährleistungsfrist noch außerhalb eines bestimmt begrenzten Querschnitts lagen, nicht bezahlt wurden.

Die Förderung des Deichbodens erfolgte mittels Feldbahnen von 1 m Spurweite mit Locomotivbetrieb, da es sich um durchschnittliche Förderweiten von 1400 m handelte. Auf der Strecke zwischen Tramischen und Ackmenischken kamen jedoch auch Förderweiten bis zu 6000 m vor, da zwischen diesen beiden Orten keine Entnahmestelle vorhanden war. Der Moorboden hat sich im allgemeinen als tragfähig erwiesen. Das Feldbahngleis konnte unter Verwendung möglichst breiter Schwellen unmittelbar auf das Wiesengelände gelegt werden, jedoch wurde beim Vorschütten neuer Strecken darauf gehalten, daß die Maschine am hinteren Zugende auf bereits beschütteter Grundfläche stand.

Seitliche Auftreibungen traten nur auf einer kurzen Strecke von etwa 200 m Länge in Stat. 229 bis 231 ein,

im übrigen ist der Moorboden unter der Deichfläche nur mehr oder weniger zusammengedrückt. Eine bestimmte Beziehung zwischen der Moortiefe und dem Sackmaß hat sich jedoch nicht feststellen lassen; dieses war weniger von der Tiefe als von der Beschaffenheit des Moores, die stark wechselte, abhängig.

In Abb. 19 Blatt 3 ist der Höhenplan des Deichs für einige kennzeichnende Strecken mit den Moortiefen und den eingetretenen Senkungen dargestellt.

Der Bodenverbrauch auf den Moorstrecken hat 48 v. H. mehr betragen, als rechnungsmäßig auf festem, nicht nachgiebigem Untergrunde nötig gewesen wäre. Es wurde aber auch, nachdem der Deichboden durch das beständige Hin- und Herfahren der schweren Arbeitszüge schon stark zusammengedrückt war, sodafs ein nennenswerthes Setzen des Auftragbodens in sich nicht mehr zu erwarten war, der Krone noch eine Ueberhöhung von 0,30 bis 0,50 m gegeben.

Im Herbst 1897, also ein bis zwei Jahre nach erfolgter Fertigstellung, zeigte der Deich bis auf eine einzelne Strecke zwischen Stat. 190 und 250 durchweg die planmäßige Kronenhöhe. Auf längeren Strecken war auch noch etwas Ueberhöhung vorhanden. Auf der Strecke Stat. 190 bis 250 waren jedoch Senkungen von 0,20 bis 0,50 m unter die planmäßige Höhe eingetreten, und hier sind zur Wiederherstellung des planmäßigen Querschnitts noch etwa 1700 cbm verbraucht worden.

Die im Januar 1900 ausgeführte Kronenhöhenmessung zeigte gegen die vom Herbst 1897 keine nennenswerthen Veränderungen; auch die Sturmfluthen im Herbst 1899 und im Frühjahr 1900, wobei das Haff bis auf + 1,46 m N. N. (= 2,80 m P. P.) angestiegen war, haben keinerlei Senkungen des Deichs bewirkt, sodafs anzunehmen ist, daß der Deich nunmehr im allgemeinen zur Ruhe gekommen ist. Eine ständige Feststellung der Kronenhöhe und wenn nötig eine streckenweise Nachschüttung des Deichs muß jedoch immer im Auge behalten werden.

Unter der Deichgrundfläche sind die Rasen nur dort abgezogen worden, wo der Deich über festen mineralischen Boden führte; auf den Moorstrecken dagegen wurde die alte dichte Rasennarbe belassen, um die Tragfähigkeit des Bodens zu erhöhen. Dies hat sich durchaus bewährt; irgend welche Undichtigkeiten sind dadurch nicht hervorgerufen worden. Auf den Waldstrecken wurde die Grundfläche verschiedenartig behandelt. Auf einer Strecke wurden die einzelnen, etwa in Abständen von 5 m vorhandenen, weit über das Gelände herausragenden alten Erlenstöcke nur bis zur Geländehöhe beseitigt, die langen, dicht unter der Oberfläche befindlichen großen Saugwurzeln aber im Boden belassen, während auf einer anderen Strecke sowohl die Baumstöcke als auch die großen Wurzeln bis auf etwa 0,40 m unter Gelände herausgenommen wurden. Auf der ersteren Strecke hielt sich der Deich während der Ausführung gut, sackte jedoch später erheblich nach, während auf der letzteren Strecke von vornherein ein größerer Bodenverbrauch eintrat, der Damm sich jedoch besser gehalten hat. Es empfiehlt sich also von vornherein, auch die großen Saugwurzeln unter Gelände thunlichst zu beseitigen.

Zum Schutze des Deichs gegen Wellenschlag ist in 1 m Abstand vom äußeren Deichfusse eine dichte Reihe

4) Zur Beseitigung etwaiger, in Zukunft entstehender Undichtigkeiten des Damms sei hier darauf hingewiesen, daß der 15 m hohe Staudamm des Sihlwerkes in der Schweiz mit Kalkmilch erfolgreich abgedichtet ist. Nähere Angabe des Verfahrens s. Holz, Wasserkraftverhältnisse in der Schweiz, Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 113.

Weidenstecklinge angepflanzt worden. Auf der dem Wellenschlag besonders ausgesetzten Deichstrecke bei Karkeln hat dieser Weidenschutzstreifen 10 m Breite erhalten.

Die Ueberfahrten zur Verbindung von Grundstücken, welche durch den Deich durchschnitten wurden, haben eine Steigung von 1:12 erhalten.

Der öffentliche Wagenverkehr auf der Deichkrone ist mit Rücksicht auf die geringe Breite und die schwierige Unterhaltung des Deichs nicht zugelassen. Für die Interessen des Deichverbandes — Anfuhr von Baustoffen zur Deichvertheidigung und Unterhaltung der Hebewerke usw. — ist am inneren Dammfusse durch eine etwa 0,5 m starke Sandschüttung ein Privatweg von 4 m Breite in der ganzen Länge des Deichs ausgebaut worden, jedoch bei länger andauerndem Druckwasser und längerem Regen nur in beschränktem Mafse benutzbar. Jedenfalls wird auf eine angemessene Befestigung desselben durch eine möglichst geschlossene Grasnarbe andauernd großes Gewicht zu legen sein.

Die Herstellung des Haffstaudeichs hat umfaßt:

1. 724 000 cbm Bodenbewegung zur Herstellung des eigentlichen Dammkörpers,
2. 98 000 cbm Lehm Boden zur Böschungsbekleidung,
3. 409 000 qm Böschungsbekleidung,
4. 15 700 cbm Packwerk.

Die Ausführung wurde Ende Mai 1895 begonnen und Ende October 1896 beendet, sodafs der ganze Deichbau nur rund zwölf Arbeitsmonate erfordert hat.

Für die Arbeiten zu 1 bis 4 sind für die Einheit: 0,77 *M*, 1,30 *M*, 0,16 *M* und 1,00 *M* ausschliesslich der Materiallieferung gezahlt worden, wobei der bewegte Boden im Abtrage gemessen ist.

β) Die Agnitdeiche.

Die Agnitdeiche haben durchweg den in Abb. 13 Bl. 3 dargestellten Querschnitt von 1,50 m Kronenbreite, dreifacher Aufsen- und zweifacher Innenböschung erhalten, wobei die Krone auf + 1,66 m N. N. (= + 3,00 m P. P.) gelegt worden ist. Der höchste zulässige Wasserstand ist auf + 1,36 m N. N. (= + 2,70 m P. P.) festgesetzt, sodafs die Krone 0,30 m darüber liegt. Dies ist mit Rücksicht darauf, dafs sich in dem schmalen Flußlauf ein erheblicher Wellenschlag nicht entwickeln kann, als ausreichend zu erachten, zumal auch ein etwaiger Deichbruch infolge der Sperrschleuse bei Rogainen in der Niederung keine allzu großen Verheerungen anrichten kann.

Die Bauweise dieser Deiche ist auf der unteren Flußstrecke von 1,50 km Länge, wo sich Sandboden in Rogainen und Matzgirren und Lehm Boden im sogenannten Mollischen Bruch zwischen Rogainen und Matzgirren in erreichbarer Nähe gewinnen liefs, dieselbe wie diejenige des Haffstaudeichs (der Deichkörper besteht also aus Sandboden und ist mit Lehm Boden zur Erzielung der Dichtigkeit bedeckt worden). Auf der mittleren Deichstrecke ist der Dammboden durch Baggerung, auf der oberen Strecke durch Trockenausschachtung im Flußlauf gewonnen worden, da fester mineralischer Boden in der Nähe in ausreichender Menge nicht vorhanden und die Heranschaffung auf große seitliche Entfernung zu theuer war. Sowohl der gebaggerte, als auch der durch

Trockenausschachtung gewonnene Boden besteht aus einem Gemisch von Moor, Schluff, Sand und Lehm, in dem jedoch Moor am stärksten vertreten ist. Ebenso bestehen die Ufer des Agnitflusses fast durchweg aus Moorboden, welcher nur auf der oberen Strecke mit einer Schlickschicht von 0,15 bis 0,50 m Stärke bedeckt und daher hier etwas tragfähiger ist. Daher mußte nicht nur mit einem starken Sacken des Untergrundes, sondern bei den Deichstrecken aus moorigem Boden außerdem noch mit dem Schwinden des Dammbodens in sich gerechnet werden. Die Deiche erhielten daher bei der Ausführung eine Ueberhöhung von 0,50 m, und dieses Mafs hat sich als ausreichend erwiesen.

Eine im December 1898, also 1½ bis 2 Jahre nach der Vollendung der Deiche ausgeführte Höhenmessung ergab, dafs von der ursprünglichen Ueberhöhung noch 0,20 bis 0,40 m vorhanden waren. Die aus Sand und Lehm Boden hergestellten Deichstrecken haben sich ebenso wie beim Haffstaudeich vorzüglich gehalten. Von den Moordeichen war dies von vornherein nicht erwartet worden, und im Hinblick auf anderweitige Erfahrungen ist auf eine bequeme und billige Ausbesserung der Deiche dadurch Bedacht genommen, dafs in der Gemarkung Ragging ein Ackerstück mit lehmigem Sandboden sofort zur späteren Abgrabung erworben wurde. Dieses Ackerstück wurde aufsendeichs belassen, um den Boden bequem mit Kähnen nach den Verwendungsstellen befördern zu können.

Nach der im August 1897 erfolgten Fertigstellung folgte der nasse Sommer 1898, und es liefen sich bis zum Frühjahr 1899 keinerlei Veränderungen an den Moordeichen wahrnehmen. Die Deiche kamen vielmehr erst in dem aufsergewöhnlich trocknen Sommer 1899 zum völligen Austrocknen. Die Folge davon war, dafs sich dann fast in der ganzen Länge der im ganzen gegen 9000 m langen Moordeiche sowohl tiefe breite Längsrisse, als auch Querrisse, welche bis auf das Gelände herunter reichten, bildeten. Die Risse wurden aufgegraben und mit trockenem mineralischen Boden, der aus der oben erwähnten Seitenentnahme gewonnen wurde, ausgefüllt und gehörig gestampft. Hierbei wurde zugleich die ganze Dammoberfläche mit einer dünnen lehmigen Sandschicht bedeckt, um den Graswuchs zu fördern und die Deiche vor weiterem Austrocknen zu schützen. Es gelang auch, diese Arbeiten noch im Herbst 1899 soweit zu fördern, dafs die Deiche bei den im December 1899 und im Frühjahr 1900 eintretenden Sturmfluthen, bei welchen der für die Agnitdeiche zulässige höchste Aufsenwasserstand erreicht wurde, ihre Aufgabe ohne besondere Vertheidigung voll erfüllt haben. Die Ausbesserungsarbeiten sind im Frühjahr 1900 vollendet worden und in dem darauf folgenden trocknen Sommer sind neue Risse oder Versackungen nicht eingetreten, sodafs nunmehr wohl anzunehmen ist, dafs die Deiche bei ordnungsmäßiger Unterhaltung standsicher bleiben werden.

Da immerhin die Moordeiche stets eine besonders aufmerksame Unterhaltung erfordern, so kann deren Ausführung nur für niedrige Deiche mit mäfsigem Wasserdruck in solchen Fällen als zulässig erachtet werden, wo die Kosten für Deiche aus schwerem mineralischen Boden die ganze Meliorationsanlage unwirtschaftlich machen würden.

Hinsichtlich der Führung dieser Deiche möge noch erwähnt werden, dafs sie auf der geradlinigen Flußstrecke

parallel mit dieser verlaufen. Auf der unteren, stark gekrümmten Flusstrecke sind jedoch insbesondere auf der rechten Seite recht erhebliche Begradigungen vorgenommen worden, um an Deichlänge zu sparen. Hierdurch ist zugleich ein geräumiges Sammelbecken für das Oberwasser geschaffen, was von besonderer Wichtigkeit ist, wenn die Sperrschleuse geschlossen ist.

Die Deiche sind soweit vom Flusssufer abgerückt, daß sie auf möglichst festem Boden und nicht auf den vom Wasser unterspülten und streckenweise sogar schwimmenden Flusssufern liegen.

Die Bermen zwischen Deichfuß und Flusssufer haben wenigstens 5 m Breite erhalten. Auf der Innenseite der Deiche ist in ihrer ganzen Länge ein Landstreifen von 3,0 m Breite erworben, um das Aufbauen von Gehöften unmittelbar am Deichfuß wirksam zu verhindern. Durch die beiderseitigen Schutzstreifen von zusammen 8 m Breite ist zugleich die Möglichkeit gegeben, ohne neuen Grunderwerb, welcher bei derartigen Meliorationsanlagen infolge der allgemeinen Werthsteigerung des Grund- und Bodens später erheblich höhere Kosten und Schwierigkeiten verursacht, eine sich etwa später als nothwendig herausstellende Deichverstärkung vornehmen zu können.

Die beiderseitigen Agnitdeiche haben eine Länge von zusammen 12 900 m, wovon 3000 m aus Sandboden mit Lehmbedeckung, etwa 900 m aus festem, im Flussbett gewonnenen Lehm Boden und die übrigen Strecken aus moorigem Boden hergestellt sind. Die Außenböschungen sind in ganzer Höhe mit Rasen belegt, die Krone und Innenböschung nur durch Ansaat grün gemacht worden.

Die ganze Arbeitsleistung umfaßte:

1. 37 900 cbm Sandboden zum Deichkörper mittels Feldbahnförderung bis zu 4 km Entfernung.
2. 11 400 cbm Lehm Boden zur Böschungsbekleidung mittels Feldbahnförderung bis zu 3 km Entfernung.
3. 35 700 cbm Baggerung.
4. 94 800 cbm Trockenausschachtung.
5. 120 000 qm Böschungsbekleidung.

Für die Leistungen zu 1 bis 4 wurden einschl. des Verbauens des Bodens 1,00 *M*, 1,30 *M*, 1,00 *M* bzw. 0,60 *M* für je 1 cbm Bodenbewegung im Abtrage gemessen, bezahlt. Die Böschungsarbeiten sind mit 8 bis 20 *§* für 1 qm bezahlt worden, je nachdem es sich nur um eine Begrünung durch Ansaat oder um Rasendeckung einschl. Gewinnung des Rasens innerhalb oder außerhalb der Bodenentnahme handelte.

Der Mehrverbrauch an Boden infolge des Sackens des Untergrundes auf den Sanddeichstrecken und infolge Schwindens des verwandten moorigen Bodens beträgt:

1. auf den Sanddeichstrecken rund 60 v. H.
2. auf den Strecken aus Baggerboden rund 100 v. H.
3. auf den Strecken aus Trockenausschachtung rund 60 v. H.

Hierbei wird hinsichtlich der Moordeiche schätzungsweise angenommen, daß 20 bis 25 v. H. auf das Sacken des Untergrundes, der Rest für Schwinden des Bodens zu rechnen ist.

Das Sackmaß auf den Sanddeichstrecken ist erheblich größer, weil Sandboden wesentlich schwerer als Moorboden

ist und weil die Förderung des Bodens mit schweren Arbeitszügen erfolgte, die schon während der Ausführung ein erhebliches Zusammendrücken des Untergrundes bewirkt haben.

Der Mehrverbrauch gegen den Haffdeich — nämlich dort nur 48 v. H., gegen hier 60 v. H. — ist darauf zurückzuführen, daß die Agnitdeiche durchweg über besonders weiche Moorstrecken führen, während bei dem Haffdeich auch vielfach Strecken mit festerem Mooruntergrund vorkommen. Daß der Verbrauch an Boden bei der Baggerung erheblich stärker ist als bei der Trockenausschachtung, ist dadurch begründet, daß der Baggerboden fast ausschließlich aus schlammigem Moorboden bestand, der völlig mit Wasser durchtränkt war, während auf den Strecken mit Trockenausschachtung auf dem Moorboden eine lehmige Oberschicht vorhanden, der Moorboden auch an sich fester gelagert war und daher weniger Wasser enthielt.

Die Ausführung der Agnitdeiche ist im Frühjahr 1896 begonnen und im August 1897 beendet worden.

Um dem unbefugten Befahren der Deiche, welches besonders in der ersten Zeit ihres Bestehens überhandnahm, vorzubeugen, sind an geeigneten Stellen Schranken angebracht, die hier noch mit Rücksicht auf die Einfachheit der Bauweise und die Sicherheit der Verschlussvorrichtung erwähnt werden mögen. Sie sind in Abb. 12 Bl. 3 dargestellt. Die Schrankenpfosten für die Agnitdeiche bestehen aus kräftigen eichenen Pfählen, für den Haffdeich aus alten Feldbahnschienen, welche in einem Betonklotz befestigt sind; unter dem letzteren ist, soweit das Versetzen im Moorboden erfolgte, zur Vertheilung des Gewichts eine Bohlenunterlage von 1,00 × 1,00 m angebracht. Die Glieder der Kette sind aus 20 mm starken Rundstäben gefertigt. Als Verschlussvorrichtung dient bei den Haffdeichschrannen, welche häufig geöffnet werden müssen, ein kräftiges Schraubenschloß mit versenktem Schraubenschloßkopf, bei den Agnitdeichschrannen eine versenkte Schraubenschloßmutter. Zum Öffnen sind besonders eingerichtete, bequem handliche Schlüssel nothwendig. Die Zerstörung der Schranken erfordert rohe Gewalt.

b) Die Flussdurchbauungen.

Die vom Haffdeich gekreuzten alten Flußläufe haben Breiten bis zu 60 m und Tiefen bis zu 6 m, dabei über dem festen Sanduntergrunde eine 1 bis 3 m dicke schlammige Moorschicht. Auf diese Deichstellen mußte daher besondere Sorgfalt gelegt werden. Insbesondere war es geboten, eine solche Bauweise zu wählen, welche durch plötzliches, während der Bauausführung eintretendes Hochwasser nicht gestört werden konnte. Infolge Windstau sind Schwankungen des Haffspiegels von 1,00 m in der Längsrichtung und 0,40 m in der Querrichtung des Haffs innerhalb 24 Stunden wiederholt beobachtet worden. Es ist daher die in Abb. 10 Bl. 3 dargestellte Anordnung zur Ausführung gekommen, bei welcher der Dammkörper zwischen zwei kräftigen Packwerk-dämmen zusammengehalten wird und durch Verbreiterung der Krone, Abflachung der Böschungen und Herstellung von beiderseitigen Bermen gegen den sonstigen Querschnitt erheblich verstärkt ist.

Um einem nachträglichen Sacken des Bauwerks vorzubeugen, ist vor Ausführung der Packwerk-dämme der schlamm-

mige Boden in der ganzen Dammbreite durch Baggerung bis auf die feste Flusssohle beseitigt worden. Die Packwerk-dämme binden beiderseits 5 m tief in die festen Flusssufer ein. Die Herstellung der Packwerke ist von einer Seite aus durchgeführt worden, damit die an sich schwierige Schlussschicht nicht in der tiefen Flufsmittle, sondern an einem Ufer auszuführen war. Die inneren Seiten der Packwerke

meter Weise zu befestigen waren, oder es mußten Schleusen erbaut werden. Man entschloß sich mit Rücksicht auf die sonstigen Vortheile, welche die Schleusen mit sich brachten, für diese. Sie boten die Möglichkeit, nach Fertigstellung des Deichs die Baggergefäße für die Flufsregulirungen bequem in das Deichgebiet hinein und herausschaffen zu können. Würden die Schleusen nicht hergestellt sein, so hätten ferner

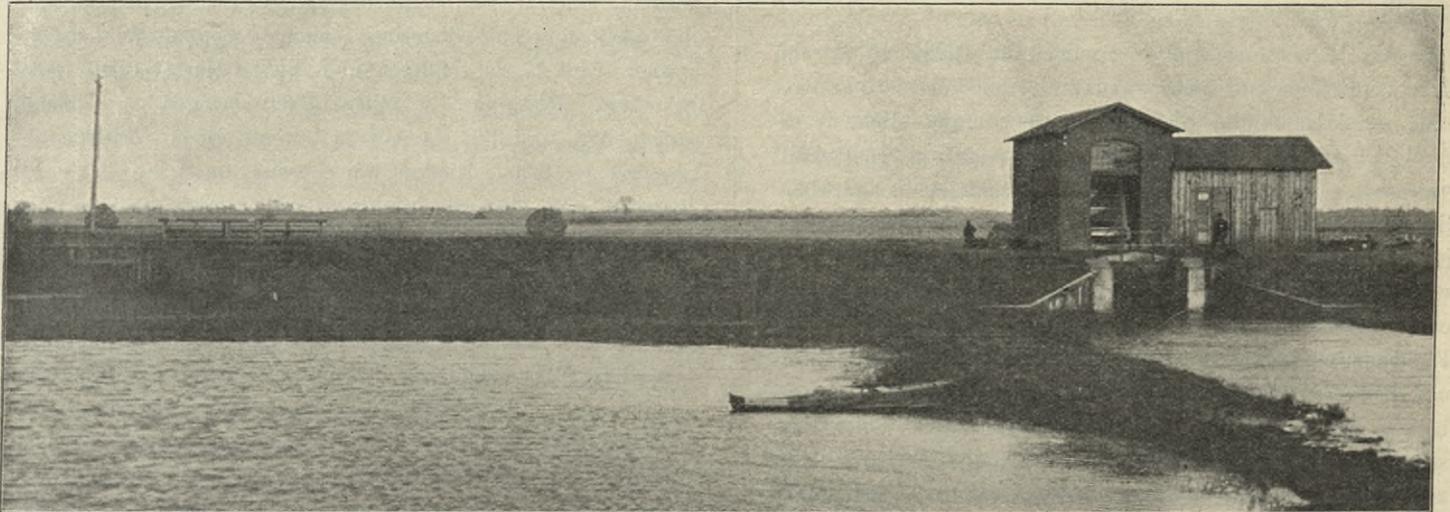


Abb. 1. Hebewerk II vom Außenwasser aus gesehen.

sind zur Dichtung mit Lehm Boden hinterfüllt worden. Nach Fertigstellung der Packwerke wurde über diese hinweg das Fördergleis geführt und mit der Dammschüttung von beiden Seiten vorgegangen, um ein Auseinander-treiben der Packwerk-dämme zu verhindern.

Die Krone der Packwerke und die äußere Berme sind mit einer kräftigen Spreulage aus frischen Weiden gedeckt worden und jetzt mit dichtem Weidenstrauch bestanden. Nachträgliche Sackungen sind auf den Flufsdurch-

bauungen nicht eingetreten, diese haben sich von vornherein besser gehalten als die Deiche auf Moorboden.

c) Die Auslafsschleusen im Haffdeich.

Für die Bauausführung des Haffstaudeichs und der Hebewerke mußte von vornherein mit einem Zeitraum von wenigstens zwei Jahren gerechnet werden. Zur Aufrechterhaltung der Vorfluth während der Bauzeit mußten daher entweder die alten Vorfluther bis zum Deichschluß offen bleiben und in diesem Falle mit kostspieligen Brücken für das Fördergleis versehen werden, wobei noch die Deichenden in geeig-

die Flufsdurchbauungen erst nach Fertigstellung des Haffdeichs und völliger Hinderung des Wasserabflusses über das

Wiesengelände hinweg in Wasserläufen ausgeführt werden müssen, in denen je nach der Windrichtung und Stärke bald mehr oder weniger starke ein- oder ausgehende Strömung aufgetreten wäre. Auch bei etwaigen Brüchen der Stromdeiche, deren Wahrscheinlichkeit wegen der Spaltung des Rufs- und Gilgestroms und der dadurch begünstigten Eisversetzungen größer ist als Brüche

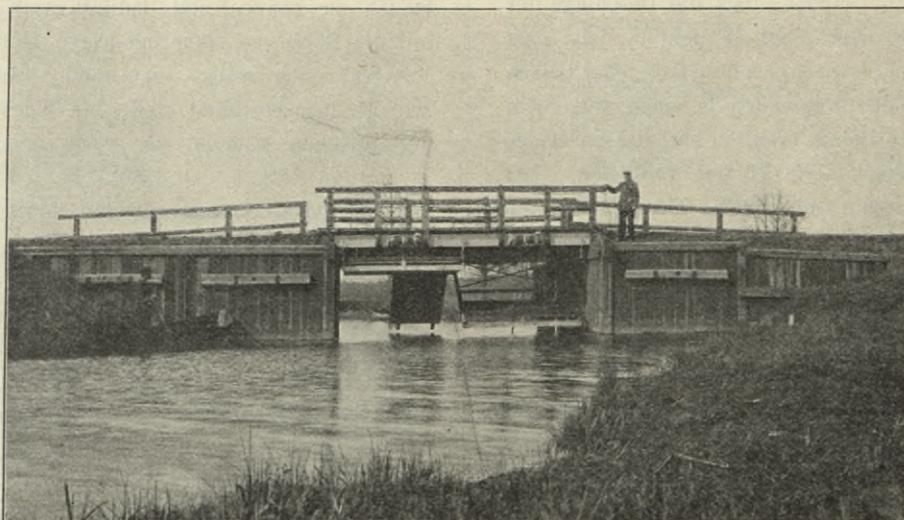


Abb. 2. Sperrschleuse des Agnitflusses bei Rogainen, vom Osten aus gesehen.

(Eine äußere und eine innere Stauklappe halb niedergelassen.)

des Haffdeichs, werden die Schleusen als Auslässe gute Dienste leisten. Zu diesem Zwecke sind sie so eingerichtet, daß sie sich bei Ueberdruck von innen selbstthätig öffnen. Bei einem Deichbruch von größerer Weite werden sie die Durchstechung des Haffdeichs vielleicht nicht vollständig überflüssig machen, diese jedoch in ihren Abmessungen erheblich einschränken können. Ihre Gesamtlichtweite ist so bemessen, daß sie bei 2 m Durchflufgeschwindigkeit und also 0,20 bis 0,25 m Druckhöhe innerhalb 24 Stunden ein Fallen des Wasserstandes von 0,5 m im ganzen Deichgebiet ermöglichen.

Da im ganzen neun grössere Vorfluther — Smallupp, Ragging, Agnit, Prudim, Ackel, Rungel, Grafste, Alge und Ackminge — vorhanden waren, so wurden neun Schleusen und zwar der Kostenersparnis halber nicht in, sondern neben den Flusläufen erbaut und mit diesen durch je einen Stichcanal verbunden (Abb. 1 bis 4 Bl. 3). (Aus demselben Grunde sind auch die Hebewerke neben den Flusläufen erbaut worden, sodafs sich im allgemeinen die in Abb. 6 Bl. 3 dargestellte Anordnung ergeben hat.)

Als Verschlussvorrichtung sind mit Rücksicht darauf, dafs das Oeffnen nur selten und zwar nur während der Bauzeit, wo Arbeitskräfte reichlich zur Verfügung standen, erforderlich wurde, Dammbalken von 20×20 cm Querschnitt verwandt. Zur natürlichen Vorfluthbeschaffung bei gewöhnlichen Zeiten können sie, da der Aussenwasserstand kaum jemals niedriger ist als der Innenwasserstand, ohnehin nicht weiter verwandt werden. Die Dammbalken werden durch einen eisernen Losständer, welcher unten in einem in den Fachbaum eingelassenen eisernen Schuh steht und oben durch ein unter den Brückenbalken aufgehängtes Sprengwerk gehalten wird, unterstützt. Bei dem häufig wechselnden Haffstande wird die Balkenwand in der Höhe des Wasserspiegels zwar ab und zu durch Auftrieb etwas undicht, jedoch erfolgt das Dichten ohne Schwierigkeit dadurch, dafs einige Schaufeln mit fein zerriebenem Lehm Boden in das Aussenwasser langsam herunter gelassen werden. Der Ueberdruck treibt das getrübe Wasser in die feinen Fugen und bewirkt eine völlige Dichtung.

Es möge noch erwähnt werden, dafs die Beschläge der Balken zum Herausnehmen (Abb. 3 Bl. 3) nicht in den sonst üblichen umlegbaren Ringen bestehen, sondern dafs jeder Balken etwa 0,50 m von den beiden Kopfenden je einen wagerecht durch den Balken gehenden Bolzen erhalten hat, dessen Enden zu beiden Seiten des Balkens etwa 75 mm vorstehen. Der Bolzen ist auf der einen Seite mit einem festen Bund, auf der anderen mit einem Schraubengewinde versehen und wird durch eine Mutter festgezogen. Das Herausnehmen der Balken geschieht durch eine von oben um die beiden Enden der Bolzen herumgelegte Zugleine bequem durch vier Mann. Diese Anordnung war hier zulässig, da ein Oeffnen der Balkenwand bei starkem Ueberdruck nicht erforderlich ist, und daher der herauszunehmende Balken stets durch den Auftrieb schwimmt. Sie hat den Vorzug, dafs die Balken in ihrer ganzen Länge die volle Auflagerfläche behalten und nicht geschwächt werden, sowie dafs sie höchst einfach ist, daher von jedem gewöhnlichen Dorfschmied hergestellt werden kann und keine besonderen Zugstangen erfordert.

Die Schleusen sind in den Jahren 1894 und 1895 also vor dem Haffstaudeich ausgeführt worden. Die Ausführungskosten einer Schleuse einschliesslich des Dammbalkenverschlusses und der Erdarbeiten, soweit sie zur Ausführung des Schleusenbodens nothwendig sind, haben 6800 *M* betragen. — Da die Schleusen nur in Holz gebaut sind, so müssen sie in 20 bis 25 Jahren in ihren Oberwassertheilen erneuert werden. Wenn bei dieser Gelegenheit hoffentlich darauf hingewiesen werden kann, dafs sie niemals geöffnet sind, so ist doch sorgfältig zu prüfen, ob sie deshalb als Nothventil überflüssig geworden sind. Vielleicht sind dann

zwischenzeitlich weitere Deich- und Flufsregulirungen ausgeführt, welche Brüche des Staudeichs ausschliessen.

d) Sperrschleuse bei Rogainen und Einlafschleuse bei Mosteiten.

Die Ausführung der Agnitdeiche war zwar bereits im Frühjahr 1896 also vor Schliessung des Haffdeichs begonnen, konnte jedoch erst im Sommer 1897 also nach Schliessung des Haffstaudeichs zu Ende geführt werden. Um die frisch geschütteten und noch nicht bekleideten Moordeiche, namentlich aber um die Niederung schon vor dem Winterhochwasser 1896/97 zu schützen und die im Herbst 1896 fertig gestellten Hebewerke in Wirksamkeit bringen zu können, mußte der Agnitfluß an seinem unteren Ende vorläufig abgesperrt werden. Hierzu war bereits im Jahre 1894 bei Rogainen eine ebensolche Schleuse mit Dammbalkenverschluss ausgeführt worden, wie an den anderen Flusläufen. Im Laufe der weiteren Bearbeitung des Entwurfs für die Eindeichung des Agnitflusses kam man jedoch, wie bereits in Abschnitt VI näher ausgeführt ist, dazu, für die Agnitdeiche nur einen Wasserstand von $+1,36$ m N. N. ($= 2,70$ m P. P.) zuzulassen. Infolgedessen mußte behufs Abhaltung der höheren Wasserstände die bei Rogainen erbaute Auslafschleuse zu einer sich selbstthätig nach aufsen öffnenden Sperrschleuse umgebaut und bei Mosteiten eine Einlafschleuse errichtet werden.

Um an der Rogainer Schleuse möglichst wenig ändern zu dürfen, wurde der Verschluss gegen das Aussenwasser durch vier um eine wagerechte Achse drehbare Klappen bewirkt. Außerdem wurden, um den Agnitfluß künstlich anstauen zu können und dadurch sein völliges Zufrieren bis auf die Sohle bei sehr niedrigen Haffwasserständen zu verhindern, sich selbst regulirende Innenklappen angebracht, welche dazu bestimmt sind, den Wasserspiegel zwischen den Agnitdeichen während der Wintermonate auf der Höhe von $+0,46$ m N. N. ($= +1,80$ m P. P.) zu halten, sodafs unter der Eisdecke immer noch ein hinreichend großer wasserführender Querschnitt verbleibt (Abb. 5 Bl. 3).

Die Einlafschleuse bei Mosteiten hat drei Oeffnungen von je 1 m Lichtweite mit Schützenverschluss erhalten. Der Schleusenboden liegt auf $-0,84$ m N. N. ($= +0,50$ m P. P.). Die Oberkante der Schützen, welche mit kräftigen Winden und Zahnstangen ausgerüstet sind, um ein Oeffnen und auch ein Schliessen bei grossem Ueberdruck ermöglichen zu können, liegt auf $+1,36$ m N. N. ($= 2,70$ m P. P.). Auch diese Schleuse wurde in Holz erbaut, weil ein Massivbau bei der tiefen Lage des tragfähigen Baugrundes zu grosse Kosten verursachte. Die Lichtweite ist mit Rücksicht auf etwaige Eisverstopfungen, und um im Falle einer Gefährdung der Agnitdeiche den Wasserspiegel schnell senken zu können, erheblich grösser genommen, als rechnungsmässig zur Abführung des gewöhnlichen Hochwassers der Alten Gilge, welches durch unmittelbare Messungen auf 0,60 Liter je ha und Secunde festgestellt ist, nothwendig wäre. Sobald die über Wasser liegenden Spundwände abgängig werden, ist ein Ausbau der über Wasser befindlichen Schleusentheile in Monierbauweise in Aussicht genommen.

e) Die Unterführung.

Zur guten Verbindung aller Hauptvorfluther unter einander war die Herstellung einer Unterführung unter dem ein-

gedeichten Agnitfluss erforderlich, da diese Deiche das Niederungsgebiet sonst in zwei Theile getrennt hätten. Die Unterführung ist im Zuge des Mafsrimmcanals, welcher den Ragging mit dem Prudimfluss und dadurch die Hebewerke bei Schönwiese und am Raggingfluss mit den übrigen Hebewerken verbindet, zur Ausführung gekommen. Die Weite der 25 m langen Rohrleitung ist so bemessen, dafs 1,7 cbm in der Secunde d. i. die grösste Leistung eines Hebewerkes ohne erheblichen Aufstau durchgeführt werden können. Das Rohr hat eine Wandstärke von 10 mm und wurde in fünf Stücken von je 5 m Länge zur Baustelle angeliefert, auf einem Gerüst senkrecht über der Baustelle zusammengestellt, auf seine Wasserdichtigkeit hin untersucht und alsdann, an fünf Flaschenzügen hängend, in die richtige Lage heruntergelassen und an seinen Enden in den Brunnen im Trocknen eingemauert (Abb. 8 u. 9 Bl. 3). Die Ausführung der Brunnen stellte sich erheblich billiger als Stirnmauern, welche auf Beton zwischen Spundwänden gegründet werden müfsten.

Um dem Rohr in seiner ganzen Länge ein möglichst gleichmäfsiges Auflager zu geben, ist es an den beiden aufsteigenden Enden, wo der feste Sandboden nicht angeschnitten wurde, in Sandboden eingeschlämmt worden. Der Füllboden unter den Deichen, sowie die Deiche selbst sind um die Brunnen herum gehörig gestampft worden. Das Rohr liegt mit seiner Oberkante 0,50 m unter der Sohle des Agnitflusses. Durch tiefes Abpumpen des Wasserspiegels auf der einen Niederungsseite kann eine erhebliche Strömung in dem Rohr erzeugt werden. Durch das Rohr hindurch ist eine Kette gezogen, welche, bei starker Durchströmung hin und her bewegt, eine Reinigung des Rohres bewirkt.

Die Kosten der Unterführung haben 13000 *M* betragen.

IX. Die Hebewerke.

a) Allgemeine Anordnung, Wassermenge und Hubhöhe.

Die Niederung besafs, wie bereits früher erörtert ist, vor der Eindeichung eine gröfsere Zahl von natürlichen Vorfluthern. Es war daher geboten, diese auch für die künstliche Entwässerung als Vorfluther beizubehalten und annähernd ebensoviel (7) Hebewerke zu errichten, wie Vorfluther vorhanden waren, um keine Entschädigungsansprüche wegen Vermehrung der Wasserzuführung seitens der Unterlieger aufkommen zu lassen.

Die Herstellung von ein oder zwei grofsen Hebewerken hätte allerdings den Vorzug des vortheilhafteren Maschinenbetriebs und der geringeren Baukosten für die Hebewerke selbst gehabt. Die Verbindungscanäle zwischen den einzelnen Vorfluthern hätten jedoch alsdann erheblich gröfsere Abmessungen erhalten müssen, da Geländegefälle in dieser Richtung nicht vorhanden war. Die Mehrkosten der Verbindungscanäle und deren Nebenanlagen hätten die Ersparnis an den Hebewerken reichlich aufgewogen. Eine Gesamtsparsparnis wäre daher aus der Anlage von etwa nur zwei grofsen Hebewerken nicht zu erzielen gewesen, sondern es wären wahrscheinlich dadurch noch langwierige Rechtsstreitigkeiten der Unterlieger hervorgerufen.

Für die Ermittlung der grössten Leistungsfähigkeit sämtlicher Hebewerke wurde zunächst angenommen, dafs von je 1 ha Niederschlagsgebiet 0,65 Liter in der Secunde abzuführen

seien — dieselbe Abflussmenge, welche in der schlesischen Anweisung für die Aufstellung von Drainageentwürfen für die Bestimmung der Rohrweiten vorgeschrieben ist. Bei dem Niederschlagsgebiet von rund 18500 ha ergibt sich daraus eine grösste Fördermenge von

$$18500 \cdot 0,65 = 12,02 = \text{rd. } 12 \text{ cbm/sec.}$$

Im Hinblick auf die Erfahrungen im Linkuhnen-Seckenburger Entwässerungsverband, dessen Hebewerke nach den durch den Civilingenieur Hagens⁵⁾ ausgeführten Untersuchungen nur eine Gesamtförderleistung von rd. 10 cbm in der Secunde, d. i. bei dem 22180 ha grofsen Niederschlagsgebiet 0,45 Liter je ha und Secunde ergaben und die zur rechtzeitigen Entwässerung der Niederung ausgereicht hatten, wurden zunächst nur sechs Hebewerke mit je 1,7 cbm grösster secundlicher Leistung, also einer Gesamtfördermenge von 10,2 cbm (= 0,55 Liter je ha und Sec.) erbaut und die Errichtung eines siebenten Hebewerks für den Fall des Bedarfs der Zukunft überlassen.

Alle sechs Hebewerke haben die gleiche Leistungsfähigkeit, Bauart und Maschineneinrichtung erhalten, um die Bedienung und Unterhaltung möglichst zu vereinfachen. Dies war umso mehr zulässig, als im Gelände keine natürlichen, die Gröfse der zufliefsenden Wassermengen vorweg bestimmenden Poldergrenzen vorliegen und die an sich für gewöhnliche Betriebszeiten zweckmäfsige Wasserverbindung aller Hebewerke unter einander noch besonders infolge der zeitweiligen Ausserbetriebsetzung des Hebewerks bei Schönwiese und der Einlassung des Oberwassers (Cap. VI) erforderlich ist.

Aushilfsmaschinen auf den einzelnen Hebewerken sind nicht vorgesehen, da die Hebewerke sich gegenseitig unterstützen.

Die Aussenwasserstände schwanken von — 0,34 m bis + 1,86 m N.N. (= + 1,00 m bis + 3,20 m P.P.).

im Sommer N.W. — 0,16 N.N. = + 1,18 P.P.

M.W. + 0,10 „ „ = + 1,44 „ „

H.W. + 0,66 „ „ = + 2,00 „ „

Die Innenwasserstände zwischen: — 0,44 m bis + 0,06 m N.N. (= + 0,90 bis + 1,40 m P.P.).

Der höchste Aussenwasserstand von + 1,86 m N.N. kommt jedoch nur äufserst selten vor, ist bisher nur einmal

5) Die in einigen älteren Veröffentlichungen gegebenen Förderleistungen dieser Werke (24 cbm in 1 Secunde) ergeben sich nach den Hagensschen Berechnungen als viel zu grofs, wie denn auch danach und nach den aus den Betriebsberichten entnommenen Arbeitszeiten der Werke in einzelnen Jahren eine die gefallene Regenmenge erheblich überschreitende Wassermenge gefördert wäre.

Unmittelbare Wassermessungen führten wegen der grofsen Querschnitte der Zulaufcanäle und der dadurch bedingten sehr geringen Wassergeschwindigkeiten zu keinem Ergebnis. Es blieb daher nur eine Berechnung aus den Indicardiagrammen der Dampfmaschinen unter Annahme eines mittleren Wirkungsgrades der Wasserhebe- maschinen übrig, welche 10 bis 12 cbm in der Secunde bei mittleren Hubhöhen ergab.

Die jährliche Arbeitszeit der gröfseren Hebewerke dieses Verbandes schwankt zwischen 1300 und 2500 Stunden, während die kleineren Werke längere Arbeitszeiten haben. Der jährliche Kohlenverbrauch des Verbandes schwankt zwischen 1150 und 2500 tons und ist wegen der ganz veralteten Maschinen sehr hoch. Bei den grofsen, mit Condensationsmaschinen ausgestatteten Werken wurde für eine indicirte Pferdekraft ein Verbrauch von 3,2 bis 4,8 kg guter englischer Steinkohlen festgestellt. Diese Werke werden jetzt unter Berücksichtigung der im Memeldelta gemachten Erfahrungen umgebaut, wodurch der Kohlenverbrauch erheblich vermindert werden wird.

im Jahre 1829 beobachtet und in den ungünstigen Hochwasserjahren 1888 und 1889 nur annähernd erreicht worden, sodafs auf eine Hubhöhe von $+ 0,06$ auf $+ 1,86 \text{ m} = 1,80 \text{ m}$ nur äufserst selten zu rechnen ist. Der mittlere Aufsenwasserstand liegt auf $+ 0,16 \text{ m N.N.}$ ($= 1,50 \text{ P.P.}$). Die Hubhöhen bewegen sich daher gewöhnlich zwischen $0,20$ und $0,80 \text{ m}$. Die mittleren Jahreshubhöhen in den Betriebsjahren 1898, 1899 und 1900 sind auf: $0,53 \text{ m}$, $0,78 \text{ m}$ und $0,75 \text{ m}$ festgestellt.

b) Bauart der Wasserhebemaschinen.

Zur Zeit kommen⁶⁾ für die Hebung großer Wassermassen auf geringe Hubhöhen nur noch Schnecken, Kreisräder, Kreiselpumpen und Schöpfräder in Betracht. Hinderlich für die Verwendung der Schnecken ist die große Länge des erforderlichen Fundaments, die beschränkte Fördermenge und die schräge Lage der Achse, deren Verbindung mit der Dampfmaschine dadurch erschwert wird. Kreisräder mit lothrechter Achse liegen ganz unter Wasser und sind daher schwer zu überwachen. Im Falle irgend einer Beschädigung, welche durch Kraut und eingeklemmte feste Körper leicht eintreten kann, müssen sie mit einem Zeitaufwand von oft mehreren Tagen vielleicht gerade in misslicher Zeit aus dem Wasser gehoben, gereinigt und ausgebessert werden. Diese beiden Arten von Schöpfmaschinen wurden daher für das Memeldelta von vornherein ausgeschlossen und nur Heberkreiselpumpen und Schöpfräder zugelassen.

Kreiselpumpen liegen zwar über Wasser, sind aber durch ein Gehäuse dem prüfenden Blick des Aufsichtsbeamten entzogen, laufen bisweilen in schadhaftem Zustande unbemerkt längere Zeit hindurch und erfordern schliesslich auch erheblichen Zeitaufwand für etwaige Auswechslungen. Vortheilhaft sind sie insofern, als sie infolge der großen Wassergeschwindigkeit nur geringe Abmessungen und also geringe Kosten verursachen, obgleich die für das Saugrohr zur Vermeidung des Luftzutritts erforderliche Eintauchungstiefe auch entsprechend tiefe Fundamente erfordert. Eine Kreiselpumpe muß bei gutem Betriebe mit abnehmender Hubhöhe auch die Umdrehungszahl entsprechend verringern. Andernfalls wirft sie das Wasser mit zu großer Geschwindigkeit unnöthig hoch, erzeugt Wirbel und Stöße und arbeitet nicht mehr mit dem größten Wirkungsgrad. Verringert sie aber ihre Umdrehungszahl entsprechend dem Sinken der Hubhöhe, so verringert sie dadurch auch die erzeugte Wassergeschwindigkeit und also die geförderte Wassermenge. In der Praxis wird in der Regel die größte zu überwindende Hubhöhe der Anordnung der Pumpe zu Grunde gelegt, auch bei geringeren Hubhöhen beibehalten und alsdann ein entsprechend schnelles Sinken des Wirkungsgrades in den Kauf genommen. Für die Berechnung des Kraftbedarfs der treibenden Maschinen wird dabei eine Hubhöhe von 3 m als Mindestmafs angenommen. Die Verwendung von Kreiselpumpen empfiehlt sich unter allen Umständen für große Hubhöhen und für nicht wesentlich schwankende Aufsenwasserstände. Von den Holländern werden sie deshalb mit Recht neuerdings überall da angewandt, wo das Wasser aus den trocken gelegten Binnenmeeren in die künstlich angelegten und in ihrem Wasser-

spiegel wenig schwankenden Ringcanäle gehoben wird, um von diesen aus auf natürlichem Wege oder mittels besonderer Hebewerke nach der starken Wasserspiegelschwankungen unterliegenden Nordsee abgeführt zu werden.

Für kleine und stark schwankende Hubhöhen kann man die Mängel der Kreiselpumpen unter gewissen Umständen mit in den Kauf nehmen, weil sie eine marktgängige Ware, also schnell und wegen des starken Wettbewerbs auch entsprechend billig zu beschaffen sind, keine große Gründung erfordern und unter Umständen in leichten Bretterschuppen untergebracht werden können.

Aus kleinen Entwässerungsgebieten fließt das Niederschlagswasser selbst bei großen Sammelbecken und vorzüglich ausgebauten Gräben immer noch sehr schnell den Hebewerken zu und muß dort ebenso schnell beseitigt werden. Der Betrieb ist also hier stets ungleichmäfsig und stofsweise, und die durch das jedesmalige Anheizen der Maschine verbrauchten Kohlen fallen sehr erheblich ins Gewicht gegenüber denjenigen Kohlen, welche etwa durch ein Wasserrad von größerer Nutzleistung erspart werden könnten. Da kann man also sehr wohl die Frage des Kohlenverbrauchs gegenüber den praktischen Gesichtspunkten zurücktreten lassen.

Schöpfräder haben den Vorzug, dafs sie überall sichtbar und bequem zugänglich sind, sowie dafs etwaige Ausbesserungen, die meist nur an den Schaufeln vorkommen, schnell und von nicht besonders geschulten Personen ausgeführt werden können. Die alten hölzernen, von Windmühlen getriebenen Wurfräder, welche vor 25 Jahren noch vielfach in den Elb- und Wesermarschen angetroffen wurden, liefen mit großer Umfangsgeschwindigkeit in einem Holzgerinne von sehr weitem Spielraum, sodafs von dem durch die Schaufeln gefafsten Wasser ein großer Theil wieder zurückließ und der Rest wie mit einer Wurfshaufel in hohem Bogen ins Oberwasser befördert wurde. Der Wirkungsgrad dieser Wurfräder war daher nur gering. Die Holländer und Italiener erbauten jedoch schon in den 60er und 70er Jahren des 19. Jahrhunderts aus Gußeisen und Holz sauber zusammengepaßte Schöpfräder, welche möglichst genau in das Radgerinne eingesetzt waren, wenig Rücklaufwasser hatten und wie die gewöhnlichen Kolbenpumpen das Wasser mit geringer Geschwindigkeit von 2 bis $2\frac{1}{2} \text{ m/sec}$ hinaufdrückten. Der Wirkungsgrad dieser Räder war verhältnißmäfsig groß und namhafte holländische und italienische Ingenieure wie Delprat, Korevaar, Chizzolini bauten sie wiederholt, stellten Versuche damit an und kamen zu sehr günstigen Ergebnissen. Chizzolini schrieb u. a. einen besonderen Aufsatz über die ruota pompa (Radpumpe), worin er gegenüber der Kreiselpumpen-Schwärmerie, welche nach der zweiten Londoner Ausstellung entstand, erklärte, der Wettbewerb der Kreiselpumpe gegenüber dem Schöpfrad werde bald in seine Grenzen zurückgedrängt werden.

In Deutschland führte der jetzige Oberbaudirector a. D. Excellenz Wiebe im Jahre 1860 Schöpfräder nach holländischem Muster in Petricken (Ostpreußen) aus und setzte schriftstellerisch die Vorzüge derselben auseinander. In den Elbmarschen bauten die Niederländische Dampfschiffahrts-Gesellschaft in Rotterdam, Egestorff in Hannover und das Lüneburger Eisenwerk in den 70er Jahren noch mehrere größere Schöpfräder. Der unterzeichnete Danckwerts baute im Jahre 1881

6) Vgl. Mittheilungen des Vereins für Mooreultur 1900 S. 104 ff.

gemeinsam mit der Firma Messerschmidt in Harburg ein Schöpfwerk in Fünfhausen bei Harburg, mit zwei Schöpfkrädern und stellte durch Bremsungen der Maschine und durch Wassermessungen den hohen Wirkungsgrad der Räder unabhängig von der Dampfmaschine fest. Im holländischen Delftland und in Atfeh am Nil wurden zu gleicher Zeit Schöpfkräder von außerordentlichen Abmessungen ausgeführt. Bei der Trockenlegung des Haarlemer Meers und des Ij sowie bei der Spülung der Stadt Amsterdam wurden in den 60er und 70er Jahren des 19. Jahrhunderts gleichfalls für die Hebung großer Wassermengen auf niedrige und stark schwankende Hubhöhen große Schöpfkräder in Spaarndam, Halfweg, Gouda, Katwijk und Zeeburg erbaut.⁷⁾

Im vorliegenden Falle wurden Schöpfkräder gewählt, weil es sich auch hier um ziemlich erhebliche Schwankungen des Aufsenwassers und meist um geringe Hubhöhen handelt. Ferner fiel dabei ins Gewicht, daß eine Aenderung der Umdrehungszahl, welche für Kreiselpumpen bei wechselnden Hubhöhen im Interesse des besseren Wirkungsgrades erforderlich wird, beim Antrieb durch die weiterhin zu erörternden Drehstrom-Elektromotoren sich als unthunlich erwies, wenn man nicht zu auswechselbaren Rädern greifen wollte. Beim Schöpfkrad kann die durch den Elektromotor bedingte gleichmäßige Umdrehungszahl auch bei Schwankungen des Aufsenwassers eingehalten werden, ohne daß die Leistung der Räder wesentlich abnimmt. Daß Schöpfkräder hier durchaus am Platze sind, geht auch aus der nachstehenden Erklärung des als Erbauer von Turbinen und Kreiselpumpen weltbekannten, jetzt leider verstorbenen Civilingenieurs Kämp in Hamburg hervor, die dieser nach örtlichem Studium der Anlagen abgegeben hat:

„Ich bin hierher gekommen mit der Meinung, daß die Schöpfkräder für das Memeldelta ein Fehler seien, und daß man besser gethan hätte, Kreiselpumpen zu nehmen. Ich habe hier aber gesehen, daß die mittlere und normale Förderhöhe nur 200 bis 500 mm beträgt. Damit mußte meine Beurtheilung sich ändern und ich stehe nicht an zu erklären, daß für die hier wirklich vorliegenden Verhältnisse Schöpfkräder unzweifelhaft den Vorzug verdienen und daß man ein Recht hatte, sich hierfür zu entscheiden.“

Dies Urtheil fällt unsomewhat ins Gewicht, weil Herr Kämp im Jahre 1881 auf eine bezügliche Anfrage erklärte, „daß er sich nicht mit dem Bau von Schöpfkrädern, sondern nur von Centrifugen befasse, weil diese bislang von keiner anderen Maschine übertroffen seien.“

Wenn die geringe Umdrehungszahl der Schöpfkräder gegenüber der großen der Elektromotoren und das daraus hervorgehende große Uebersetzungsverhältniß Schwierigkeiten bot, so mußten diese nach Lage der Sache mit in den Kauf genommen und überwunden werden.

c) Einzel- oder Kraftwerkbetrieb.

Bau, Unterhaltung und Betrieb der Hebewerke von Entwässerungsverbänden verursachen fast stets verhältnißmäßige große Schwierigkeiten. Die Bauten sind an den tiefsten Punkten der Niederungen, wo das Wasser zusammenströmt, in oft sehr abgeschiedener Lage und schwierigerem, morastigem

⁷⁾ Vgl. Danckwerts. Abwässerung des holländischen Rheinlands und Spülung der Stadt Amsterdam. Zeitschr. f. Bauwesen 1887.

Baugrund auszuführen, werden wegen der Transporte und Gründungen sehr theuer und müssen daher in ihren Flächen- und Massenabmessungen möglichst beschränkt werden. Die Unzugänglichkeit der Baustelle erschwert und vertheuert die Anfuhr der Kohlen und die Unterbringung und Beaufsichtigung des Betriebspersonals, welcher letzterer Umstand besonders ungünstig ins Gewicht fällt, weil derartige Hebewerke gewöhnlich nur 30 bis 60 Tage jährlich und zwar zur Zeit andauernder Niederschläge und unergründlicher Wege im Betrieb sind, die übrige Zeit dagegen still liegen. Die Maschinenführer und Heizer haben daher viel freie Zeit und werden mangels anderer geeigneter Beschäftigung zum Müßiggang mit seinen Folgen verleitet. Im Linkuhnen-Seckenburger Verbands, wo das Maschinenpersonal der sieben in solch abgelegener Gegend erbauten Hebewerke entsprechend seiner geringen, nur zeitweiligen dienstlichen Beanspruchung nur geringe Löhne erhielt und daher sehr minderwerthig war, lagen diese Mißstände um das Jahr 1890 offenkundig. Bauwerke und Maschinen befanden sich in einem schlechten und theilweise verwahrlosten Zustande. Für die sechs Einzeldampfmaschinen des Memeldeltas war dasselbe zu befürchten. Auch die Anfuhr der Kohlen auf den meist an ihrer Mündung versandeten Altwässern wäre sehr un bequem gewesen (es konnte nur die Zufuhr von englischen oder westfälischen Kohlen auf dem Wasserwege von Memel aus in Frage kommen). Namentlich hätte auch die Ueberwachung der Kohleanfuhr und des Personals sowie dessen angemessene Beschäftigung während der Betriebspausen und die vorübergehende Beschaffung von Ablösungspersonal bei Dauerbetrieb erhebliche Schwierigkeiten verursacht. Für sechs Hebewerke wären nämlich zwölf Personen und später für sieben Hebewerke 14 Personen sowie während des Frühjahrs-Dauerbetriebs die doppelte Anzahl erforderlich gewesen.

Diese Erwägungen und die seit dem Jahre 1891 eingetretene Verwendung des elektrischen Starkstromes zur Kraftversorgung räumlich getrennter Betriebe veranlaßten den mitunterzeichneten Oberleiter der Neubauten im Januar 1895 bei mehreren deutschen Elektrizitätsfirmen anzufragen, ob im hier vorliegenden Falle der Betrieb der Hebewerke von einem einzigen Kraftwerk aus technisch und wirthschaftlich möglich und zweckmäßig erschiene. Nachdem diese Anfrage allseitig zustimmend beantwortet war, wurde in den Ausbietungsbedingungen bestimmt, daß die sechs mit gleicher Leistungsfähigkeit und gleicher Maschineneinrichtung zu erbauenden Hebewerke sowohl jedes durch eine besondere Dampfmaschinenanlage als auch von einem gemeinsamen Kraftwerk aus elektrisch betrieben werden könnte. Darauf gingen 25 Angebote ein, und zwar 17 für Einzel- und 8 für elektrischen gemeinsamen Betrieb, und obgleich ein unter Berücksichtigung der elektrischen Kraftverluste vorsichtig aufgestellter Betriebskostenvergleich rechnungsmäßig für keine der beiden Betriebsarten den offenkundigen Ausschlag gab, so beschloß doch das Deichamt des Verbandes aus den obigen Erwägungen auf Befürwortung des Oberleiters die Ausführung der gemeinsamen Anlage.

Darauf wurden seitens des mitunterzeichneten Hagens und des Herrn Gisbert Kapp von der Technischen Hochschule in Charlottenburg als den maschinen- und elektro-technischen Sachverständigen des Deichverbandes einerseits

und der Herren Regierungsbaumeister Soeder und Ober-Ingenieur Köttgen als Vertretern der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und der Firma Siemens u. Halske in Berlin andererseits die besonderen maschinen- und elektrotechnischen Bedingungen für den zwischen diesen beiden Firmen zu veranstaltenden engeren Wettbewerb vereinbart. Schliesslich nach längeren Verhandlungen erhielt die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft den Zuschlag und stellte das ganze Werk innerhalb 15 Monaten betriebsfähig her, indem sie die gesamten Maschinenanlagen der Uniongießerei in Königsberg i. Pr. und die gesamten Bauten der Firma C. Krause u. Co. in Berlin übertrug.

d) Allgemeine Beschreibung.

Das Kraftwerk ist in Tramsichen unweit der Mündung des tiefen Karkelflusses und unmittelbar neben der von Kaukehmen nach Karkeln führenden Chaussee auf einem hochwasserfrei gelegenen Sandhügel an der Stelle erbaut, an welcher die Chaussee den Deich schneidet. Die Kohlen gelangen auf Haffkähnen von 3000 Centnern Tragfähigkeit unter Benutzung des Karkelflusses bis unmittelbar an den Deich. Von hier werden sie auf einer 1300 m langen Feldbahn bis zum Kraftwerk befördert.

Der elektrische Strom wird jedem Hebewerke in besonderen Kraftleitungen, die an hölzernen, auf der inneren Deichböschung aufgestellten Masten hängen, zugeführt. Durch die Anordnung getrennter Leitungen hängt jedes Hebewerk unmittelbar am Schaltbrett des Kraftwerkes und kann hier unabhängig von den übrigen angeschlossen oder ausgeschaltet werden. Das Kraftwerk ist mit allen Hebewerken durch besondere Fernsprechleitungen verbunden. Diese Leitungen dienen gleichzeitig dazu, um in dem Kraftwerk die höchsten und niedrigsten zulässigen Binnenwasserstände durch Schwimmer mit Klingensignal selbstthätig zu melden, sodafs der Betriebsführer weiß, wann das betreffende Hebewerk ein- oder auszuschalten ist. Das Ingangsetzen und Abstellen der Hebewerke erfolgt von dem Kraftwerk aus durch eine einfache Hebelbewegung. Hierbei ist die Anwesenheit eines Wärters auf dem Hebewerk nicht erforderlich. Es werden also umständliche und kostspielige Anlafsvorrichtungen vermieden, die Betriebssicherheit der einzelnen Motoren erhöht und schliesslich vom Schöpfwerkpersonal nur ein Mindestmaß von Sachkenntniß beansprucht. Die Bedienung der Hebewerke beschränkt sich auf die Reinhaltung der Anlage und die Schmierung der Lager, welche so große Schmiergefäße erhalten haben, daß sie nur einmal in sieben Tagen nachgefüllt zu werden brauchen. Das ständige Personal besteht nur aus einem Betriebsführer, zwei Maschinisten, von denen einer vorzugsweise maschinentechnisch, der andere elektrotechnisch vorgebildet ist, zwei Streckenwärtern, die nur die Ausbildung der gewöhnlichen Dorfschmiede haben, und einem Heizer. Für den gewöhnlichen Betrieb des Kraftwerks genügt ein Maschinist und ein Heizer. Den beiden Streckenwärtern liegt die Aufsichtigung der Hebewerke, der Fernleitungen und ferner auch der Deiche mit allem Zubehör ob. Der ganze Hebewerksbetrieb ist mithin nur von einem kleinen, jedoch gut geschulten Personal abhängig.

Bemerkt sei noch, daß auch der Deichinspector des Verbandes, der in Kaukehmen seinen Wohnsitz hat und die technische Leitung des Betriebes bewirkt, mit dem Kraftwerk

Tramsichen durch Fernsprecher verbunden und dadurch jeden Augenblick in der Lage ist, sich über die Wasserverhältnisse in der Niederung usw. zu unterrichten. Dies ist namentlich z. Z. des Hochwassers außerordentlich wichtig.

e) Maschinen- und elektrischer Theil.

In dem Kraftwerk sind zwei Drehstrom-Dynamomaschinen aufgestellt und mit je einer Dampfmaschine direct gekuppelt. Die Dynamos sind zur Aufnahme von 240 Pferdestärken gebaut, machen normal 167 Umdrehungen in der Minute, leisten 160 Kilowatt und haben einen Wirkungsgrad von 91 v. H. Die Hauptspannung zwischen je zwei Leitungsdrähten beträgt 5000 Volt. Die Schaltung ist so eingerichtet, daß jedes Schöpfwerk mit dem Kraftwerk durch eine eigene Leitung verbunden ist und von jeder der beiden Maschinen mit Strom versehen werden kann. Andererseits ist es möglich, beide Maschinen parallel nach allen Hebewerken arbeiten zu lassen, sodafs also der Strom jedes Hebewerks gleichzeitig von beiden Dynamos geliefert wird.

Die Gesamtleistung des Kraftwerks reicht zum Betriebe von vier Hebewerken mit größter Belastung oder von sieben Hebewerken mit normaler Belastung aus. Die Motoren auf den Schöpfwerken leisten normal 75 effective Pferdestärken und sind zur directen Aufnahme des hochgespannten Stromes ohne Transformirung eingerichtet; sie werden von dem Kraftwerk aus gleichzeitig mit den Primärmaschinen angelassen.

Das Anlassen und Abstellen ist nur von dem Kraftwerk aus, nicht aber auf den Hebewerken möglich, um das Eingreifen des nicht elektrotechnisch vorgebildeten Wärterpersonals unmöglich zu machen. Beim Anlassen müssen die Primärdynamos voll erregt sein. Von den beiden vorhandenen Erregerdynamos ist die eine vollständig unabhängig von den Hauptmaschinen gemacht; sie wird durch eine 17pferdige Dampfmaschine mittels Riemens angetrieben. Die andere ist direct mit einem 20pferdigen Drehstrommotor gekuppelt, welcher gleichzeitig mit einer der voll erregten Hauptmaschinen angelassen wird. Nachdem bei dieser zweiten Erregerdynamo die Betriebsspannung erreicht ist, wird die kleine Dampfmaschine abgestellt und bildet mit der zugehörigen Erregerdynamomaschine eine vollständige Aushilfe. Jede Erregermaschine reicht zur Erregung beider Drehstrommaschinen aus und vermag außerdem noch den Strom für 30 Glühlampen zur Beleuchtung des Kraftwerks zu liefern.

Aus den Armaturspulen⁸⁾ der Drehstrommaschinen gelangt der Strom zunächst zu einer Hauptschalttafel, auf welcher sich alle für den sicheren Betrieb erforderlichen Einrichtungen befinden. Für jedes Schöpfwerk sowie für den Erregermotor ist ein dreipoliger Umschalthebel vorhanden, der die Verbindung mit der einen oder anderen Primärmaschine gestattet. Für das siebente Hebewerk, welches erforderlichenfalls später angeschlossen werden soll, ist ein entsprechender Platz für einen Umschalthebel vorgesehen.

Gegen Ueberlastung sind die Maschinen und Motorenleitungen durch dreipolige Sicherungen geschützt. Alle nicht stromführenden Metalltheile der Schaltvorrichtungen sind durch eine gemeinsame Leitung mit der Erdplatte des Blitzableiters

8) In Bezug auf die Einzelheiten des elektrischen Theils der Anlage wird auf die Veröffentlichung der Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft in der Elektrotechnischen Zeitschrift 1897 Heft 39 verwiesen.

verbunden. An diese Leitung ist gleichzeitig eine Vorrichtung angeschlossen, welche mittels eines Fernsprechers jeden schädlichen, in der Anlage sich einstellenden Erdschluss durch ein Alarmsignal anzeigt und ebenso bei eintretendem Bruch eines Drahtes der Fernleitungen in Thätigkeit tritt.

Als Leitungsmaterial für die Hochspannungsleitungen ist Siliciumbronce draht von 3,5 mm Durchmesser gewählt. Die Leitung ist an Holzmasten (Text-Abb. 3) derartig befestigt, dass der tiefste Punkt in stark durchhängendem Zustande 6 m über der Deichkrone liegt. Bei Wegeübergängen beträgt die Höhe über der Straße 8 m. Hier sind auch zum Schutze gegen etwa reisende Drähte breite Schutznetze angebracht, während auf

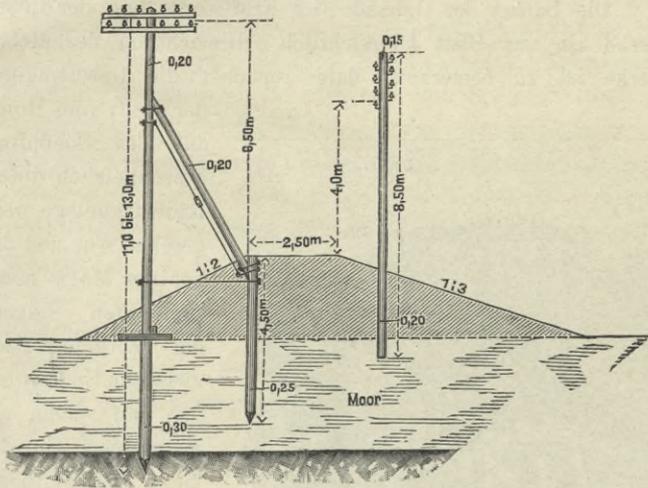


Abb. 3. Fernleitung. 1 : 200.

den übrigen Deichstrecken, deren Betreten für das Publikum verboten ist, keine Schutznetze ausgeführt sind; jedoch ist jeder Mast nach beiden Seiten mit weit ausladenden Aufhängeeisen versehen, die beim etwaigen Bruch eines Drahtes den Strom zur Erde abführen, was sich sofort in dem Kraftwerk durch den Erdschlussanzeiger bemerkbar macht. Die Holzmaste, welche auf der Innenböschung aufgestellt sind, sodass die Deichkrone für den Wagenverkehr zur Deichverteidigung frei bleibt, haben solche Längen erhalten — bis zu 13,50 m —, dass sie durch den ganzen Mooruntergrund hindurch und noch etwa 0,50 m in den festen Sand hineinreichen. Um den Halt im Deichkörper zu erhöhen, sind etwa 1 m unter der Böschungsoberfläche kräftige Holzkreuze an den Masten angebracht. Die Entfernung der beiden äußersten Hebewerke von dem Kraftwerk beträgt für Nr. I 6780 m, für Nr. VI 17470 m. Das Hebewerk II mit 1340 m Entfernung und die Werke III mit 7620 m, IV mit 10420 m und V mit 11520 m Entfernung sind an die Gestänge von I und VI angeschlossen.

Die Fernsprechleitung ist, um Störungen durch vagabondirende Ströme zu vermeiden, als Doppelleitung ausgeführt und zwar mit verzinktem Eisendraht von 3,0 mm Stärke. Es sind mithin für jedes Hebewerk fünf Leitungsdrähte — drei Hochspannungs- und zwei Fernsprechdrähte vorhanden. — Auf Strecken mit Leitungen für nur ein Hebewerk sitzen die Fernsprech- und Hochspannungsleitungen an einem gemeinsamen Gestänge, dessen Maste einen mittleren Abstand von 80 m haben. Auf allen übrigen Strecken haben im Interesse einer erhöhten Sicherung des Betriebes die Maste des Hochspannungsgestänges nur 40 m Abstand, und es ist außerdem ein besonderes Gestänge für die Fernsprechleitungen aus

gewöhnlichen imprägnirten Telegraphenstangen von 8,50 m Länge an der äußeren Deichkante aufgestellt. Die Maste an den Knickpunkten der Leitung sind gehörig verstrebt und verankert, ebenso ist auf langen geraden Strecken jeder fünfte Mast gegen Windbruch durch Strebe und Anker gehörig gesichert, um die Ausdehnung eines etwaigen Brechens der Maste bei außergewöhnlich starken Stürmen thunlichst einzuschränken. Die Hochspannungsmaste haben einen mittleren Durchmesser von etwa 25 cm und konnten mit Rücksicht auf die große Länge nicht imprägnirt werden. Die Leitungen der Reichspost sind an ihren Kreuzungen mit der Starkstromleitung unterirdisch geführt, um jeder Beschädigung bei etwaigem Bruch der Starkstromleitung vorzubeugen.

Die beiden Hauptdampfmaschinen in dem Kraftwerk sind stehende Compounddampfmaschinen mit Einspritzcondensation, mit 450/700 mm Cylinderdurchmesser, 450 mm Hub, welche bei 167 Umdrehungen und 0,125 Gesamtexpansion je 240 effective Pferde leisten. Die zum Betriebe der Erregerdynamos erforderliche Dampfmaschine ist eine stehende Ein-cylinder-Hochdruckdampfmaschine von 205 mm Cylinderdurchmesser, 200 mm Hub, welche bei 250 Umdrehungen und 0,2 Füllung 17 effective Pferde leistet.

Zum Betriebe der Dampfmaschinen sind drei Zweiflammrohrkessel von je 75 qm Heizfläche und 8 Atm. Ueberdruck vorhanden. Sie haben 2200 mm Durchmesser, 7500 mm Mantellänge, gewölbte Böden. Die Flammrohre haben 800 mm Durchmesser. Jedes Flammrohr hat vier Gallowayröhren. Drei Injectoren und eine Worthington-Dampfpumpe nebst Röhrenvorwärmer zur Ausnutzung des abgehenden Dampfes sind an passender Stelle angebracht.

Das Speisewasser kann sowohl aus einem im Kesselhause geschlagenen Abessinierbrunnen von 20 m Tiefe, als auch aus einem außerhalb des Gebäudes befindlichen gemauerten Brunnen entnommen werden. Der letztere empfängt sein Wasser mittels einer zur Vermeidung tiefer Erdarbeiten heberförmig ausgeführten Leitung aus einem benachbarten Flußlauf.

Die Schöpfräder haben, um bei den verschiedenen Wasserständen noch ein vortheilhaftes Aus- und Eintauchen der Schaufeln zu erzielen, 8 m Durchmesser erhalten sowie 1,68 m Nutzbreite. Die normale Umfangsgeschwindigkeit beträgt nur 1 m, um die Hubverluste durch Stöße und Wirbelungen zu verringern. Die Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeit um 10 v. H. wird durch entsprechende Erhöhung der Umdrehungszahl der Dampfmaschinen erreicht, ohne dass dadurch der Nutzeffect der Motoren und Dampfmaschinen beeinträchtigt wird. Das Achsmittel liegt auf + 2,51 m N.N. (= 3,85 m P.P.), sodass die Schaufeln bis — 1,49 m N.N. (= — 0,15 m P.P.) eintauchen. Die Schöpfräder (Text-Abb. 4) sind nach Art der Suspensionsräder mit zwei am Umfange angebrachten Zahnkränzen (wie in Vitella, vgl. Post, Ztschr. f. Bauwesen, Jahrg. 1894 S. 267 u. 395) ausgerüstet; sie haben an beiden Seiten Blechkränze von 8000 bzw. 3500 mm Durchmesser und 7 mm Stärke, welche mittels Laschen zusammengenietet sind. An den Innenseiten sind Winkeleisen von 75 × 50 × 10 mm zur Befestigung der 28 Eichenholzschaufeln von 35 mm Stärke angenietet. Da Eichenholz spröde ist und der Bruch einer Schaufel stets den Bruch mehrerer Nachbarschaufeln zur Folge hat, weil die

abgebrochenen Eichensplitter der einen Schaufel sich unter die nächste Schaufel klemmen, so ist das äußerste Brett jeder Schaufel durch weiches, weniger zum Splintern geneigtes Kiefernholz ersetzt worden. Besser würde sich hierzu noch Linden- oder Pappelholz eignen, dies ist jedoch im Memel-delta schwer zu beschaffen und auch weniger dauerhaft.

Die Zahnkränze sind aus Stahlguss gefertigt, aus je acht Theilen zusammengesetzt und durch kaltes Hämmern in den Theilkreis eingerichtet. Jeder Zahnkranz hat 440 Zähne von 170 mm Breite. Der Radkropf hat nur eine Länge von etwa drei Schaufeltheilungen, damit bei niedrigem Aufsenwasser das Wasser nicht unnötig hochgehoben werden muß. Damit jedoch bei hohem Aufsenwasserstande das Wasser nicht nach dem Innern des Rades zurückläuft, sind an der Aufsenwasserseite der Räder in den Seitenwänden des Gerinnes gekrümmte Γ -Eisen als Falze vorgesehen. Durch Einlegen von gut zugepaßten Γ -Eisen in diese Falze wird der Kropf nach Bedarf erhöht.

Die Schöpfräder werden von den Elektromotoren mittels eines Riemen- und zweier Räder-Vorgelege angetrieben. Die beiden Stahltriebe zu den Zahnkränzen haben 30 Zähne. Das große Rad der ersten Vorgelegewelle hat 72 keilförmige Zähne bei 22π Theilung und

210 mm Zahnbreite und 1584 mm Theilkreisdurchmesser, der eingreifende Trieb hat 18 keilförmige Zähne bei 396 mm Durchmesser. Beide Räder sind aus Guss-eisen gefertigt. Die große Riemscheibe auf der zweiten Vorlegewelle hat 2,40 m Durchmesser, die kleine auf der Motorwelle sitzende Riemscheibe, welche ebenso wie die große fliegend angeordnet ist, um den Riemen bequem aufbringen und abnehmen zu können, hat 0,60 m Durchmesser. Die Scheiben haben 400 mm Breite, ihre Achsen einen Abstand von 5500 mm. Der Motor ist jedoch auf Gleitschienen gesetzt und kann dem Recken des Riemens entsprechend verstellt werden.

Zunächst sind in Rücksicht auf die außerordentlich ungünstigen Betriebsverhältnisse — Wärmewechsel von $+35^{\circ}$ bis -25° Celsius, große Feuchtigkeit, das Erfordernis sofortiger Betriebsfähigkeit nach langen Betriebspausen und bei niedriger Temperatur — Gummieriemen ohne Naht zur Anlieferung gelangt. Um jedoch auch Erfahrungen über die Verwendbarkeit von gewöhnlichen genähten Lederriemen, welche halb so theuer sind und von dem Betriebspersonal an Ort und Stelle ausgebessert werden können, zu sammeln, ist auf einem Hebewerk versuchsweise auch ein solcher Lederriemen eingestellt. Bisher hat auch dieser vollständig genügt. Hin-

sichtlich der Dauer beider Riemenarten müssen natürlich erst weitere Erfahrungen abgewartet werden.

Die Lager der großen Riemscheibenwelle und des Räder-paares mit den keilförmigen Zähnen sind auf einer kräftigen gemeinschaftlichen eisernen Sohlplatte befestigt.

Bei 570 Umdrehungen des Elektromotors machen die Schöpfräder in der Minute:

$$\frac{570 \cdot 0,6 \cdot 18 \cdot 30}{2,4 \cdot 72 \cdot 440} = \text{rd. } 2,4 \text{ Umdrehungen, entsprechend}$$

1 m Umfangsgeschwindigkeit.

f) Baulicher Theil.

Die Bauart der Gebäude des Kraftwerks und der Hebe- werke ist aus Blatt 4 ersichtlich. Hinsichtlich der Hebe- werke ist zu bemerken, daß zunächst die Uebertragung

der Kraft vom Motor auf das Schöpfrad ausschließlich durch Rädervorgelege vorgesehen war und daher der Motor nebst sämtlichen Lagern der Vorgelegewellen zwischen Spundwänden auf einem gemeinsamen Fundament von geringem Umfange untergebracht werden konnte (Abb. 6 bis 8 Bl. 4). Die späterhin zu erörternde Nothwendigkeit des Ersatzes des zweiten Räder-vorgeleges durch Riemenantrieb führte jedoch dazu, für den

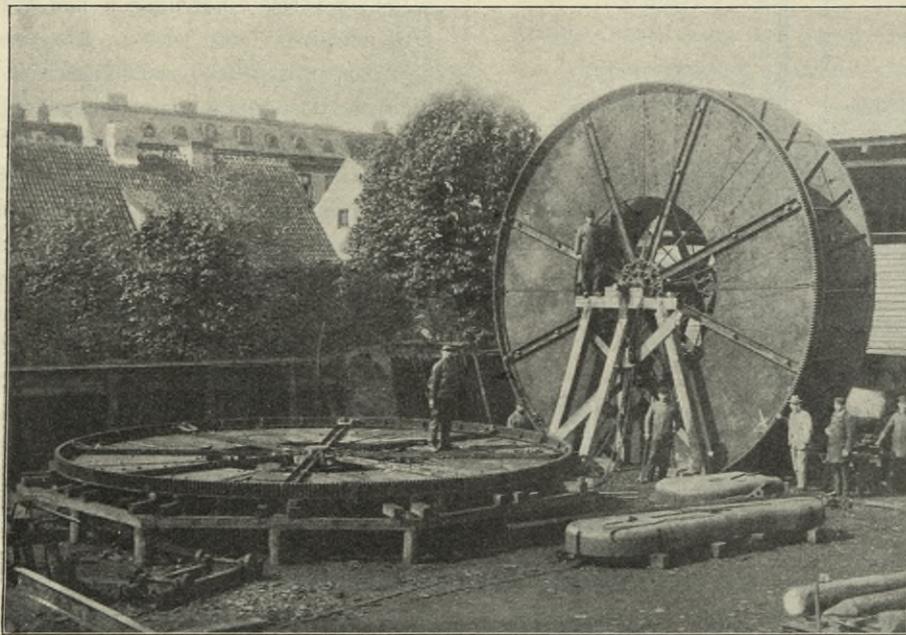


Abb. 4. Schöpfräder im Bau, ohne Holzschaufeln.

Motor einen besonderen Brunnen in einem Holzkasten zu versenken.

Das Gerinne des Schöpfwerks ist ebenso wie das Fundament für die Vorgelege und den Motor aus Beton hergestellt, der in etwa 1 m Stärke unter Wasser eingebracht ist; nach genügendem Erhärten der Sohl-schicht ist der darüber befindliche Theil im Trocknen als Stampfbeton ausgeführt. Alle Kanten in dem Gerinne sind durch Winkeleisen gesichert. Zur Herstellung der oberen Schicht im Gerinne ist ein besonders fetter Beton verwandt worden. Es möge hier jedoch bemerkt werden, daß die Betonsohle bei der starken und andauernden Durchströmung sich nicht besonders gut hält und ein hochkantiges Pflaster aus hart gebrannten Klinkern oder besser ein Belag aus Granitplatten wenn auch kostspieliger, so doch erheblich widerstandsfähiger sein würde und in späterer Zeit vielleicht noch auszuführen ist.

Die Radstube hat einen Stein starke massive Seitenwände, die Motorstube nur Fachwerkwände mit Bretterschalung erhalten. Wände und Fußboden der Motorstube ruhen auf übergekragten oder bei der nachträglichen Erweiterung auf Betonstützen in Eisenrohren gelagerten eisernen Trägern. Neben der Motorstube ist ein Gerätheschuppen zum Unter-

bringen der Dammbalken und des Deichvertheidigungsmaterials ausgeführt, in welchem zugleich die Fernsprechkammer untergebracht ist. Das Dach ist ein doppeltes Pappdach.

Ein Gitter von 4 m Länge, dessen senkrechte, aus Flacheisen hergestellte Stäbe lichte Zwischenräume von 30 mm haben, schützt das Schöpfrad vor dem Eintreiben von Hölzern usw. Der Spielraum des Schöpfrades im Gerinne beträgt höchstens 10 mm. An beiden Enden des Gerinnes sind Dammbalkenfalze angeordnet. Um das selbstthätige Schließen der aus Eichenholz hergestellten Stemthore zu ermöglichen, ohne dafs infolge Rückwärtsdrehung des Schöpfrades eine eingehende Strömung erzeugt wird, haben die Thore Gegengewichte erhalten.

Das ganze Kraftwerk hat eine bebaute Grundfläche von nur rd. 287 qm. Der ganze Wirthschaftshof in Tramischen, auf welchem aufer dem Kraftwerk eine Schmiede und ein Gerätheschuppen zur Unterbringung von Deichvertheidigungsgeräthen usw., zwei Beamtenwohngebäude für drei verheirathete Beamte nebst zwei Stallgebäuden, zur Ausführung gelangt sind, umfaßt einschliesslich des Kohlenlagerplatzes einen Flächenraum von nur rd. 70 a. Die Gesamtanordnung dieser Gebäude zu einander ist in Abb. 5 Bl. 4 dargestellt. Die Grundrisse der Wohn- und Stallgebäude sind von der Ausführungscommission des Deichamts den örtlichen Bedürfnissen und Gewohnheiten entsprechend festgestellt. Das Wohngebäude für den Betriebsführer enthält im oberen Geschofs ein Commissionszimmer, welches auch zur Übernachtung für den Deichinspector während der Deichvertheidigung eingerichtet ist.

X. Betriebsergebnisse.

a) Kinderkrankheiten und Unfälle.

Bei der Wahl des elektrischen Betriebes waren sich alle Beteiligten darüber klar, dafs aufer dem unvermeidlichen Kraftverlust, welcher durch die Einschaltung der Dynamos, der Elektromotoren und der Leitung entstehen mußte, auch die Schwierigkeiten mit in den Kauf genommen werden mußten, die bei der Anwendung von noch nicht vielfach erprobten technischen Mitteln einzutreten pflegen. Als bald bei der Festsetzung der besonderen Ausführungsbedingungen war daher das Bestreben der beteiligten Techniker darauf gerichtet, diese Kinderkrankheiten und vor allem ihre wirtschaftlichen Nachtheile möglichst fern zu halten. Für die Selbständigkeit des Betriebes der Hebewerke durch Herstellung ausreichender Verbindungsanäle war schon vorweg Sorge getragen. Die Nebeneinanderschaltung der Hebewerkmotoren in getrennten Leitungen an Stelle der Hintereinanderschaltung in gemeinsamen Leitungen und die Aufstellung zweier selbständigen Dynamos und Dampfmaschinen mit ihrem Zubehör sicherten beim Unfall eines Hebewerks den Betrieb der übrigen und beim Unfall einer Dynamomaschine den Betrieb der sämtlichen Hebewerke bei nicht aufsergewöhnlich hohen Aufsenwasserständen durch die zweite Dynamomaschine. Aber nach alter Erfahrung traten gerade an derjenigen Stelle, wo dies am wenigsten vermuthet wurde, dennoch Störungen ein. Die Dynamos und die Leitungen arbeiteten zwar stets tadellos, aber die Elektromotoren waren nach einem Muster gebaut, das sich nicht bewährte. Die in den Motorenhäusen gelagerten Leitungswindungen gestatteten ein Ueberspringen des elektrischen Funkens und ein Durchbrennen der Drähte. Die

von Herrn Gisbert Kapp empfohlene besondere Anordnung verringerte diese Gefahr erheblich, und es wurden schliesslich nach dieser Anordnung sämtliche Motoren von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft neu geliefert, auch noch zwei Aushilfsmotoren unentgeltlich aufgestellt.

Die Verbindung der Elektromotoren mit den Schöpfädern war auf Vorschlag der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft mittels zweier Zahnradvorgelege ohne Einschaltung eines Riemenantriebes bewirkt. Die angestellten Berechnungen und die anderweitig gemachten Erfahrungen liefsen diese eine Eingriffsgeschwindigkeit der Zähne von 13 m in der Secunde bedingende Anordnung als zulässig erscheinen, und die dadurch erzielte Ersparnis an Fundamenten war gegenüber dem weit auseinander gezogenen Riemenantrieb so bedeutend, dafs sie bei der auf des Messers Schneide balancirenden vergleichenden Kostenberechnung ins Gewicht fiel.

Aber die beiden ersten Betriebsjahre 1897 und 1898 brachten vielfache Störungen durch den Bruch der Zahnräder der ersten Uebersetzung vom Motor zum Zwischenvorgelege. Diese Zahnräder wurden erst verstärkt, dann in Stahlgufs ausgeführt, dann schliesslich im Winter 1898/99 ganz beseitigt und durch Riemenantrieb ersetzt. Die zuerst gelieferten Räder zeigten allerdings nicht unerhebliche Theilungsfehler, brachen aber bei so geringer Belastung, dafs die statische Beanspruchung des Materials höchstens 60 bis 70 kg/qcm betragen haben kann. Durch Verwendung von Stahlgufstrieben konnten die Zähne des grofsen Rades wesentlich verstärkt werden, trotzdem brachen auch in dieser Ausführung einzelne Räder bei einer statischen Beanspruchung von nur 30 kg/qcm und bei tadelloser Ausführung. Zerreihsproben mit Bruchstücken ergaben eine Zugfestigkeit des verwandten Gufseisens von 1620 bis 1750 kg/qcm. Der Stahlgufs der Triebe ergab in den Zähnen 4430 bis 4700 kg, im Kranz 3750 kg/qcm Zugfestigkeit bei 3,4 bis 4,7 bzw. 1,9 v. H. Dehnung.

Die Zuziehung hervorragender Theoretiker und Praktiker führte auch zu keiner sicheren Feststellung der Ursachen der Brüche, wahrscheinlich wurden diese Brüche wenigstens theilweise durch ungeeigneten Zusammenbau des Motors mit dem Triebwerk hervorgerufen. Auch die Lagerung des Triebwerkes war nicht überall einwandfrei, Fehler, wie sie in der ersten Zeit des elektrischen Betriebes häufig vorkamen. (Vgl. O. Lasche, Elektrischer Antrieb mittels Zahnradübertragung. Zeitschr. des Vereins dtsh. Ingenieure 1899 S. 1417.) Schliesslich wurde der Riemenantrieb eingerichtet und zu dem Ende mit erheblichen Kosten ein besonderes Betonfundament für den Motor in einem Holzkasten, sowie für die vergrößerte Motorstube eine Anzahl Betonpfeiler in schmiedeeisernen Brunnenröhren von der Firma R. Sandmann in Königsberg ausgeführt.

Der Riemenantrieb hat sich bis jetzt bewährt, die zuerst angewandten theuren, aus einem Stück ohne Naht hergestellten Gummiriemen konnten schon versuchsweise durch gewöhnlich gekittete Lederriemen ersetzt werden, ohne dafs sich Anstände ergeben hätten.

Die Mastenentfernung für die Fernleitungen war ursprünglich auf 60 m angenommen, aus Sparsamkeitsgründen jedoch später auf 80 m erhöht worden. Diese Entfernung erwies sich jedoch bei starken Stürmen als zu grofs, und es blieb nun nichts übrig, als durch Einschaltung weiterer Masten die Entfernung theilweise auf 40 m — vielleicht übermäfsig gering

— zu verringern. Diese durch erhebliche Mehrausgaben bestrafte Sparsamkeit war eine schlimme Folge des Wettbewerbs. Die beteiligten Firmen, Allgem. Elektr. Gesellschaft und Uniongießerei, haben in anerkennenswerther Weise mit großen Kosten Abhilfe geschaffen, sobald sie über die Zweckmäßigkeit dieses Abhilfsmittels im Klaren waren. Es wird dies pflichtmäßig hier besonders anerkannt.

Das Deichamt und die Deichinteressenten haben — wer kann es ihnen verargen — bisweilen den Muth verloren und sogar die vollständige Beseitigung der ganzen elektrischen Anlagen verlangt und beinahe durchgesetzt. Die beteiligten Techni-

ker sind zwar niemals soweit gegangen, die Anlagen im ganzen und im Grundsatz als mißlungen anzusehen, haben aber doch bei der Suche nach den Ursachen der Brüche und nach geeigneten Abhilfsmassregeln manches graue Haar bekommen. Eine besondere Genugthuung war es ihnen daher, daß der von dem Herrn Minister für Landwirtschaft zur Untersuchung der Betriebsunfälle eingesetzte besondere Sachverständigen-Ausschuss, bestehend aus den Herren Geh. Regierungsrath Prof. Dr. Kohlrausch aus Hannover, Geh. Oberbaurath v. Dömming aus Berlin, Civilingenieur Kaemp aus Hamburg, Professor Kammerer aus Charlottenburg, Fabrikbesitzer Otto Gruson aus Magdeburg-Buckau, die Frage: ob nach dem zur Zeit der Vergebung (Frühjahr 1895) herrschenden Stande der Technik die Anwendung von Schöpfrädern und von elektrischer Kraftübertragung technisch zweckmäßig gewesen sei, in anerkennender Form einstimmig bejahte.

Menschen sind nicht verunglückt, und wirtschaftliche Schäden sind für den Deichverband auch nicht entstanden, weil stets einige Hebewerke betriebsfähig blieben und die stillstehenden Hebewerke dank den Verbindungscanälen ersetzen konnten, wie sich daraus ergibt, daß das Binnenwasser vor den Hebewerken den normalen Stand fast nie überschritten hat. Fühlbar war für die Niederung nur, daß damals unmittelbar nach Schluß des Haffdammes außer den Verbindungscanälen noch fast sämtliche übrigen Zuführungscanäle fehlten oder bei hoher Wasserhaltung mittels Schwimmbagger hergestellt wurden (Abschn. VII. b), daher die von dem Deiche entfernt liegenden Grundstücke keine künstliche Entwässerung wahrnahmen und dies fälschlich auf die Betriebsstörungen der Hebewerke zurückführten.

Zur Feststellung des Thatbestandes ist diese genaue Schilderung hier gegeben, weil übertriebene Gerüchte seiner

Zeit bereitwilligen Glauben gefunden haben, und weil die hier gemachten Erfahrungen für spätere Fälle zur Nutzanwendung dienen können. Die Anlagen sind inzwischen von zahlreichen in- und ausländischen, holländischen, französischen und ungarischen Ingenieuren besichtigt und haben namentlich auch für den holländischen Entwurf einer elektrischen Kraftwerkanlage für 34 kleinere Hebewerke an der Donge werthvolle Anhaltspunkte geliefert. Auf der Pariser Weltausstellung seitens des Landwirtschafts-Ministeriums ausgestellt, haben sie die goldene Medaille erhalten.

Die Inbetriebsetzung der Hebewerkmotoren von der Schalttafel des Kraftwerks aus ist von vorn herein anstandslos gelungen, und es erfolgt namentlich das Anlaufen der Räder sehr sanft und gleichmäßig. Auch aus dem Umstand, daß jedesmal zur Inbetriebnahme eines weiteren Hebewerks die bisher im Betrieb befindlichen Hebewerke mit der Dynamomaschine zunächst abgestellt und dann wieder angelassen werden müssen, haben sich Anstände in keiner Weise ergeben. Beim Stillstehen eines Rades fällt dessen Stemmtor mit Unterstützung von Gegengewichten auch bei geringem äußeren Wasserdrucke selbstthätig zu, sodaß ein Rückströmen des Wassers nur auf kurze Zeit eintritt.

Die elektrische Schwimmervorrichtung an sämtlichen Hebewerken hat sich insofern als überflüssig erwiesen, als die Binnenwasserstände an sämtlichen Hebewerken infolge der großen Zahl und Weite der Verbindungscanäle stets fast genau gleich hoch stehen und daher für die Regelung des Betriebes die Wasserstände an dem Hebewerk II maßgebend geworden sind.

Die Fernsprechverbindung der Hebewerke mit dem Kraftwerk und mittelbar mit dem Deichinspector hat sich dagegen als sehr nützlich erwiesen.

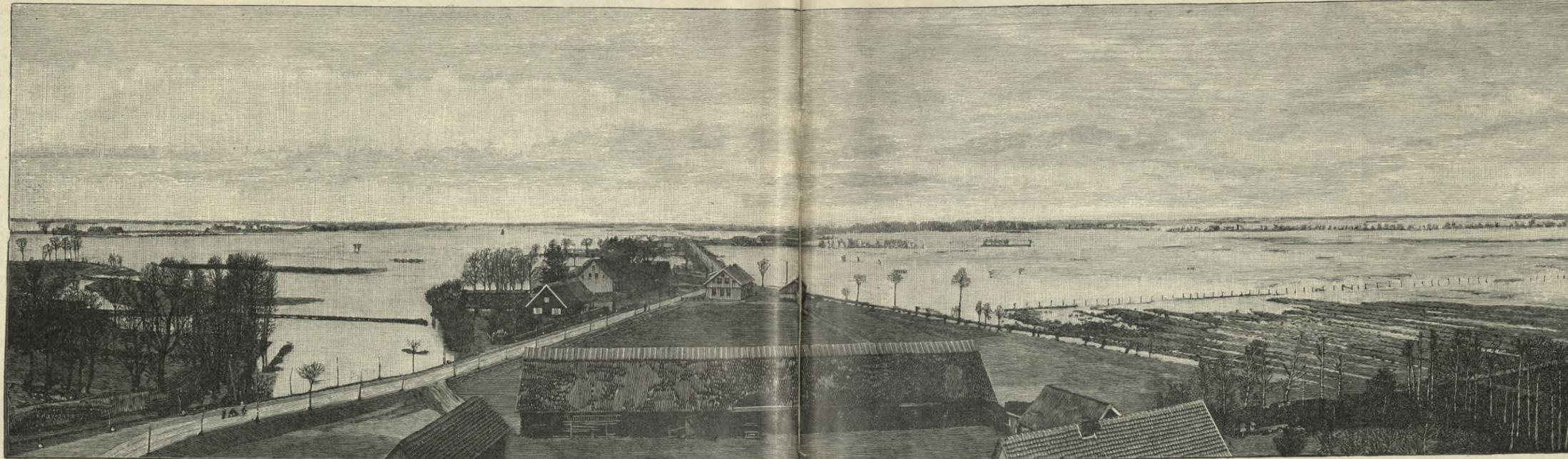


Abb. 5. Letzte Ueberschwemmung des Memeldeltas (April 1896).

Das Parallelschalten der beiden Dynamos auf eine Leitung ist bei den angestellten Versuchen stets gelungen, und es ist dadurch ein Beweis für den gleichmäßigen Gang der Maschinen geliefert. In der Praxis versorgt jedoch, wenn überhaupt bei hohem Wasserstande ausnahmsweise zwei Dynamomaschinen arbeiten müssen, jede für sich je drei Motoren mit besonderem Strom.

b) Ergebnis der Abnahmeversuche.

Der Mangel ausreichender technischer Grundlagen zur Bemessung der Maschinenkraft und Fördermenge der Hebewerke hat sich bei vielen ähnlichen Meliorationsanlagen unangenehm fühlbar gemacht. Die alte, aus der Erfahrung geschöpfte holländische Regel, daß auf je 1000 ha und je 1 m der größten Hubhöhe zwölf Pferdekräfte zu rechnen sind, ist zwar im allgemeinen zutreffend, ergibt jedoch meistens so hohe Werthe, daß die Interessenten vor der Anlage zurückschrecken und zunächst mit kleineren Anlagen auszukommen suchen. So hatte man auch im Linkuhnen-Seckenburger Verband trotz der gegentheiligen technischen Rathschläge zunächst mit 180 Pferdekräften begonnen und ist erst nach 13-jähriger Versuchszeit auf 555 Pferdekräfte d. h. 13 Pferdekräfte für 1000 ha und je 1 m der größten Hubhöhe gelangt. Dieser Uebelstand und die Möglichkeit, im Memeldelta alles Höhenwasser durch den Agnitfluß von der Niederung abzuleiten und an den Elektromotoren und Dynamos die geleistete Arbeit genau zu bestimmen, gaben die Veranlassung, von vornherein auch über das unmittelbar vorliegende Bedürfnis hinaus die Ausführung umfangreicher Abnahmeversuche vorzubereiten.

Zu dem Ende wurde insbesondere in den Schöpfradgerinnen der Einbau von festen Ueberfallbrettern und in den binnenseitigen Zuleitungscanälen die Einrichtung zweckmäßiger

Mefsstellen vorgesehen. Diese Canäle haben zunächst also einen thunlichst kleinen Querschnitt behufs Erzielung großer Wassergeschwindigkeiten erhalten. Da hierdurch ein Aufstau von 10 bis 15 cm entsteht, so ist eine spätere Erweiterung der Canäle vorgesehen, um das Wasser dicht vor den Rädern nicht zu tief abzusenken und dadurch die Fördermenge zu beeinträchtigen und ihre Hubhöhe unnötig zu vergrößern.

Der Berechnung der Radabmessungen, der Motorstärken und des Kohlenverbrauchs sind folgende Annahmen zu Grunde gelegt, wobei insbesondere die zunächst sehr niedrig erscheinenden Wirkungs-

grade auf Anrathen des unterzeichneten Hagens eingesetzt sind.

In den drei Fällen	Wasserstand		Hubhöhe	Leistung eines Schöpfrades in cbm/sec	Kohlenverbrauch, um 100 cbm 1 m hoch zu heben kg
	innen	außen			
	P. P.				
1	+ 0,90	+ 1,80	0,9 m	1,36	1,49
2	+ 1,20	+ 2,10	0,9 „	1,70	1,40
3	+ 1,40	+ 3,20	1,8 „	1,70	1,21

Der Heizwerth der Kohlen war dabei zu 7500 Wärmeinheiten angenommen. Die Innenwasserstände sollten vor dem Einlaufgitter 7,5 m vom Radmittel, die Außenwasserstände 12,5 m vom Radmittel gemessen werden, sodaß die Absenkung des Wasserspiegels durch das Gitter und den Einlauf sowie das Aufwerfen des Wassers unmittelbar am Auslauf in die Hubhöhe nicht eingerechnet werden durfte. Die Leistung 3 (außergewöhnliches Hochwasser) sollte mit um 10 v. H. ermäßigter Maschinengeschwindigkeit erreicht werden. Das Kraftwerk sollte mit Leistung 1 (niedriges Binnen- und mittleres Außenwasser) und 2 (hohes Binnen- und hohes Außenwasser) gleichzeitig sieben Hebewerke, mit Leistung 3 gleichzeitig vier Hebewerke dauernd betreiben.

Leistung	Hubarbeit theoretisch PS	Wirkungsgrad des Schöpfrades einschl. der Räderübersetzung	Motorleistung PS
1	16,4	0,50	32,8
2	20,4	0,50	40,8
3	40,8	0,55	74,2

Die Maschinenstärke in dem Kraftwerk wurde nach folgenden Wirkungsgraden bestimmt:

Leistung	Motoren v. H.	Leitung v. H.	Dynamo v. H.	zusammen v. H.
1	0,80	0,91	0,90	0,655
2	0,84	0,92	0,91	0,700
3	0,89	0,92	0,91	0,745

Danach hatten die Dampfmaschinen zu leisten:

$$\text{bei Leistung 1: } \frac{7 \cdot 32,8}{0,655} = 350 \text{ PS,}$$

$$\text{„ „ 2: } \frac{7 \cdot 40,8}{0,70} = 408 \text{ „}$$

$$\text{„ „ 3: } \frac{4 \cdot 74,2}{0,745} = 400 \text{ „}$$

Hierzu kommt noch die Kraft zur Erzeugung des Erregerstroms und des allerdings nicht erheblichen Stroms für elektrische Beleuchtung, sodafs zwei Maschinen zu 240 PS aufgestellt wurden, welche die Leistung bei $\frac{1}{8}$ der Gesamtfüllung hervorbringen sollten.

Ueber die unter Leitung des unterzeichneten Hagens ausgeführten Abnahmeversuche sind die an das Deichamt erstatteten beiden Berichte am Schluss dieses Aufsatzes beigefügt.

Während der zweite Versuch mit Rücksicht auf die vorhergegangenen Unfälle lediglich feststellt, dafs die Motoren, Wasserräder und Zwischenvorgelege ausreichend stark gebaut sind, um die für Leistung 3 vorgesehene Arbeit von 74,2 PS aufzunehmen, ergibt der der Leistung 1 entsprechende erste Versuch folgende mittlere Leistungen.

N_w = mittlere Leistung jedes Schöpfrades in Wasserhebearbeit 15,03 PS,

N_m = mittlere Leistung jedes Motors 28,5 PS.

Wirkungsgrad des Schöpfwerkes einschl. der Räderübersetzung

$$\frac{N_w}{N_m} = 0,527 \text{ (Vertrag 0,50).}$$

(Rechnet man mit Hermann die Wirkungsgrade der drei Zahnradgetriebe mit $0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 0,855$, so ergibt sich für das Wasserrad allein ein solcher von 0,62.)

N_e = mittlere Elektrizitätserzeugung jedes Schöpfwerkes 35,58 PS,

N_i = mittlere indicirte Leistung der Dampfmaschinen 45,63 PS.

$$\text{Wirkungsgrad } \frac{N_m}{N_i} = 0,625 \text{ (Vertrag 0,655).}$$

Gesamtwirkungsgrad der Anlage $\frac{N_w}{N_i} = 0,33$ (Vertrag 0,328).

Die Kesselleistung beim Versuch war folgende:

mittlere Dampfspannung 7,6 Atm. = 659,1 Wärmeeinheiten für 1 kg Dampf,

mittlere Speisewassertemperatur 32,0

Wärmeerfordernifs für 1 kg Dampf 627,1.

1 kg Kohlen von 7100 Wärmeeinheiten erzeugte 7,35 kg Dampf = 4609 W. E.

$$\text{Wirkungsgrad des Kessels } \eta = \frac{4609}{7100} = 64,9 \text{ v. H.}$$

Der Kohlenverbrauch für 1095,1 indicirte Pferdekraftstunden = $0,33 \cdot 1095,1 = 362$ Pferdekraftstunden in Wasser-

hebearbeit betrug 1388 kg. Danach sind, um 100 cbm Wasser 1 m hoch zu heben, 1,43 kg Kohlen von 7100 Wärmeeinheiten und also 1,36 kg von 7500 Wärmeeinheiten verbraucht.
(362 · 75 · 3600 mkg erfordern 1388 kg)
100 000 „ „ 1,43 „

Der im November 1896 vorgenommene erste Abnahmeversuch, welcher ungefähr der Leistung 2 entsprach, aber nur in den Endgliedern der Rechnung, Ermittlung der Wasserhebearbeit und des Kohlenverbrauchs, nicht aber in den Zwischengliedern durchgeführt werden konnte, ergab für 100 000 mkg nicht voll 1,40 kg Kohlenverbrauch.

Aus diesen kurzen Versuchen ist natürlich eine Folgerung über die Leistungen und den Kohlenverbrauch im dauernden Betriebe nicht zu ziehen. Hierüber geben aber die sehr sorgfältig geführten Betriebstabellen und die daraus seitens des Meliorationsbauamts abgeleiteten, in der Tabelle auf S. 31 zunächst für die Betriebsjahre 1898, 1899 und 1900 zusammengestellten Berechnungen Aufschluss.

Auf die Wiedergabe der zeichnerischen Darstellung der Betriebstabelle muß leider wegen der Schwierigkeit und Kostspieligkeit der Vervielfältigung in ausreichend übersichtlicher Farbenzahl verzichtet werden, obgleich sich daraus eine deutliche Uebersicht des ganzen Betriebes ergibt. Es möge hier nur Folgendes angeführt werden. Der Kohlenverbrauch ist im Memeldelta nur etwa halb so groß wie im Seckenburger Verlande, nämlich für 1000 ha Zuflußgebiet

	1898	1899	1900	
im Memeldelta	1068	797	539	Ctr.
im Seckenburger Verband . .	2270	1460	1001	Ctr.
Regenhöhe { gefallen	806,9	521,5	615,7	mm
gefördert	362,76	265,03	174,18	mm
geförderte Wassermenge . . .	67,5	49,2	32,4	Mill. cbm
mittlere Jahreshöhe	0,533	0,775	0,75	m
geleistete Arbeit	35 994	38 086	32 329	Mill. mkg
Kohlenverbrauch f. 100 000 mkg = 100 cbm 1 m hoch	2,75	1,95	2,17	kg

im Memeldelta.

Aus einer Anzahl charakteristischer Beobachtungen ergibt sich nach Ueberschlagsrechnungen des Meliorationsbauamts, dafs das Heben von 100 cbm Wasser auf Hubhöhen von 0,10 bis 1,40 m an Kohlen erfordert bei

0,10 m Hubhöhe	1,28 kg Kohlen
0,20 „ „	1,28 „ „
0,40 „ „	1,28 „ „
0,60 „ „	1,28 „ „
0,80 „ „	1,28 „ „
1,00 „ „	1,50 „ „
1,20 „ „	1,68 „ „
1,40 „ „	1,96 „ „

Es sinkt also der Verbrauch für Hubhöhen von 1,40 bis herunter zu 0,80 m entsprechend der Hubhöhe und bleibt erst bei Hubhöhen unter 0,80 m beständig auf 1,28 kg unabhängig von der Hubhöhe stehen. Die Verdunstungshöhe beträgt im Jahresdurchschnitt 50 bis 57,5 v. H., im Sommer etwa 70 v. H., im Winter 30 v. H. der Regenhöhe. Für Sommereindeichungen braucht man nach den Beobachtungen der vorliegenden drei Jahre nur etwa 30 v. H. der Regenhöhe der Berechnung der Fördermenge zu Grunde zu legen.

Da die durchschnittliche jährliche Regenhöhe 687 mm beträgt, so wird man auf einen durchschnittlichen jährlichen

Zeit	Gefallene Regen- höhe mm	Geförderte Regenhöhe mm	Regen- höhe		Kohlen- verbrauch Centner	Effective Leistung in 1000 mkg 1 m Hubhöhe berechnet) cbm	Nutz- effect 100 cbm Wasser 1 m hoch haben er- fordert kg Kohlen	Bemerkungen	
			geförderte	gefallene					
			v. H.						
1898									
Januar	48,1	24,938	52 ¹⁾		1 478	2 106 500	3,5	1. Ein Theil der geförderten Regenhöhe ist bereits im Monat vorher gefallen. Auch hat der hohe Wasserstand des Rufs- und Gilgestromes Druckwasser erzeugt.	
Februar	38,4	39,118	102		2 391	5 268 200	2,28		
März	43,9	41,715	95		2 246	2 792 300	4,03		
April	58,7	32,070	54,7		1 675	3 273 900	2,56		
Mai	105,3	23,290	22,1		1 239	1 354 800	4,57		
Juni	65,8	13,442	20,5		896	1 357 200	3,31		
Juli	157,9	31,080	19,7		1 557	4 291 700	1,82		
August	48,9	26,261	53,7		1 766	3 224 400	2,75		
September	83,9	20,848	25,0		1 244	2 569 000	2,42		
October	36,5	21,230	58,3		1 149	1 883 500	3,05		
November	39,6	27,835	70,5		1 249	1 962 600	3,18		
December	79,9	60,930	76,3		2 982	5 910 800	2,53		
Januar — März	130,4	105,771	81,0		6 115	1 016 700	3,01	2. Garantirt ist für die vertraglich auszuführenden Versuche 1,5 kg Kohlen für 100 cbm und 1,0 m Hubhöhe. Diese Leistung ist nach den Proben erreicht.	
April — Juni	229,8	68,802	29,8		3 810	5 985 900	3,19		
Juli — September	290,7	78,189	27,0		4 567	10 085 100	2,28		
October — December	156,0	109,995	70,7		5 380	9 756 900	2,76		
Summe 1898	806,9	362,757	45,0		19 872	35 994 900	2,75	3. Geringe Hubhöhen u. kurze, durch mehrtägiges Stillliegen unterbrochene Betriebszeiträume erhöhen den Kohlenverbrauch und verringern den Nutzeffect.	
1899									
Januar	51,3	80,215	156,5 ¹⁾		3 865	10 072 000	1,92		
Februar	28,9	43,820	152,0		2 340	6 232 000	1,88		
März	24,3	32,730	134,0		1 790	4 365 000	2,05		
April	35,0	31,500	90,2		1 219	3 949 200	1,55		
Mai	60,3	6,311	10,5		315	674 400	2,34		
Juni	68,2	17,555	25,7		1 090	2 578 300	2,11		
Juli	32,4	1,551	4,8		100	169 100	2,96		
August	25,6	0,955	3,7		110	131 500	4,18		
September	38,6	1,202	3,12		217	141 800	7,67		
October	68,7	1,352	1,97		108	200 200	5,20		
November	65,3	34,797	53,4		2 540	6 400 000	1,92	4. Da ein Versickern und seitliches Abfließen des Wassers hier nicht eintreten kann, so gibt die Differenz 1—2 die Verdunstungshöhe an, diese beträgt im Sommer etwa 70 v. H., im Winter etwa 30 v. H.	
December	22,9	13,037	57,0		1 060	3 172 000	1,67		
Januar — März	104,5	156,765	150,0		7 995	20 669 000	1,93		
April — Juni	163,5	55,366	33,9		2 624	7 201 900	1,82		
Juli — September	96,6	3,708	3,85		427	442 400	4,82		
October — December	156,9	49,186	31,2		3 808	9 772 200	1,95		
Summe 1899	521,5	265,025	50,7		14 854	38 085 500	1,95	5. Für Sommereinreichungen braucht man nach den Beobachtungen der vorliegenden drei Jahre nur etwa 30 v. H. der Regenhöhe der Berechnung der Fördermengen zu Grunde zu legen.	
1900									
Januar	39,6	3,35	8,5		210	171 528	6,15		
Februar	31,0	11,71	37,8		520	561 674	4,63		
März	41,0	39,60	96,5		2 195	4 101 696	2,68		
April	14,4	47,15	328,0		3 060	9 120 897	1,68		
Mai	13,3	10,25	77,2		670	1 972 727	1,70		
Juni	80,7	—	—		60	—	—		
Juli	66,3	4,11	6,2		200	542 070	1,85		
August	46,0	—	—		—	—	—		
September	85,2	—	—		45	32 615	6,90		
October	88,0	3,76	4,3		365	529 644	3,44		
November	44,0	26,07	59,0		980	2 281 217	2,15		
December	66,2	28,18	42,5		1 670	3 591 243	2,32		
Januar — März	111,6	54,66	49,0		2 925	4 834 898	3,03		
April — Juni	108,4	57,40	53,0		3 790	11 093 624	1,71		
Juli — September	197,5	4,11	2,1		245	574 685	2,13		
October — December	198,2	58,01	29,3		3 015	6 402 104	2,36		
Summe 1900	615,7	174,18	42,5		9,975	22 905 311	2,17		
Summe 1898/1900	1 944,1	801,96	—		44 701	96 985 711	—		
Mittel	648,0	267,39	41,2		14 900	32 328 570	2,31		

Kohlenverbrauch von 17500 bis 18000 Ctr. zu rechnen haben, während dieser im Seckenburger Verband 1876/90 35000 Ctr. betrug.

Die sorgfältige Führung und Verwerthung der Betriebstabellen wird in Zukunft die vornehmste Sorge des Deichinspectors und des Meliorationsbauamts sein müssen, weil nur hierdurch über die Sorgfalt des Betriebes und der Unterhaltung der Anlagen sowie über die etwaige Nothwendigkeit, ein siebentes Hebewerk aufzustellen, ein sicheres Urtheil gewonnen werden kann. Vorerst geht aus den Tabellen diese Nothwendigkeit nicht hervor, da das Kraftwerk lange nicht voll beansprucht wird und trotzdem die Binnenwasserstände die normale Höhe nicht überschreiten. Im Gegentheil ist anzunehmen, daß auch die in Aussicht stehende Sommereindeichung von Karkeln noch mit den sechs Hebewerken bewältigt werden kann und daß die oft wochenlang brach liegende Kraft des Kraftwerks in späterer Zeit noch zu Nebenarbeiten (elektrische Bahnen, elektrisches Pflügen usw.) Verwendung findet, umso mehr als der Schöpfwerkbetrieb sehr wohl in die Nachtstunden verlegt werden kann.

Die mitgetheilten Betriebs- und Kohlenverbrauchstabellen beruhen auf Beobachtungen, die naturgemäß in der ersten Zeit bei der Neuheit der Betriebsart und des Betriebspersonals noch mancherlei Mängel gehabt haben. Inzwischen ist seitens des Deichinspectors dafür Sorge getragen, daß die Regenhöhen von zahlreicheren Beobachtungsstellen und die Wasserstände an den Hebewerken sowohl vor als während des Betriebes durch selbstschreibende Einrichtungen gemäß der Anregung des Herrn Kaemp sorgfältig vermerkt werden. Die in Zukunft seitens des Deichinspectors durchzuführenden Fortsetzungen dieser Tabellen werden daher äußerst werthvolle Ergänzungen derselben liefern und sind in regelmässigen Zeitabschnitten zu veröffentlichen.

XI. Kosten, Lasten und Erträge.

a) Die Verbandsanlagen.

In dem Kostenüberschlag von Danckwerts waren

die Baukosten für den Haffdeich mit	860 000 <i>M</i>
für die Agniteindeichung mit	270 000 „
für die Hebewerke mit	500 000 „
für die Verbindungsanäle der Hebewerke	50 000 „
und für den Norweischer Canal	30 000 „
zusammen mit	1 710 000 <i>M</i>

überschlägig angesetzt.

Es war ausdrücklich zunächst davon abgesehen, für die als erforderlich bezeichnete Regulierung der vorhandenen Flußläufe eine Summe anzusetzen, weil dies bei der völligen Unzugänglichkeit der Niederung nur nach langwierigen kostspieligen und doch unsicheren Vorarbeiten möglich gewesen wäre und weil eine Deckung dieser Regulierungskosten aus öffentlichen Fonds von vornherein in Aussicht stand. Die sonst noch erforderlichen Binnengräben sollten von den interessirten Gemeinden und Privatbesitzern hergestellt werden.

Im Laufe der weiteren Verhandlungen wurde die Herstellung zweier größeren Binnengräben, des Skuldeiner und des Schudereiter Canals, auf Verbandskosten statutarisch festgelegt und

hierfür demnächst veranschlagt	57 000 <i>M</i>
desgleichen für die obigen Flußregulirungen	284 000 „
für die nachträglich zugestandene Sommer-eindeichung von Karkeln	75 400 „
und für die ministeriell angeordnete Erhöhung des Haffdeiches um 30 cm	150 000 „
zusammen	566 400 <i>M</i>

Die planmäßige Herstellung aller statutarisch theilweise über den ursprünglichen Entwurf hinaus festgelegten Anlagen erforderte daher anschlagsmäßig 2 276 000 *M*.

Nach dem Stande des Kassenbuchs vom 16. Februar 1901 haben diese Kosten einschliesslich der noch auszuführenden Karkelner Sommereindeichung (75 400 *M*) und abzüglich des Werthes der verkauften und noch zu verkaufenden Verbandsgrundstücke betragen 2 484 000 *M*.

Die Kostenüberschreitung von 207 600 *M* ist zurückzuführen auf

1. die Mehrkosten des Grunderwerbs, welcher nach der schriftlichen Erklärung der Hauptinteressenten mit 45 060 *M* sehr angemessen veranschlagt war und abzüglich des Werthes der Verbandsgrundstücke 202 800 *M* gekostet hat,
2. außerordentliche Ausgaben 34 000 *M* für Gerichtskosten des Grunderwerbs, Aufstellung des endgültigen Deichkatasters, Prämien für beschleunigte Herstellungen, — Ausgaben, die nicht zu den eigentlichen Baukosten gehören und nach höherer Vorschrift aus laufenden Beiträgen der Genossenschaften gedeckt werden sollten.

Danach verbleibt eine Ueberschreitung der eigentlichen Baukosten von 15 860 *M*.

An Beihilfen für den Bau sind gewährt

vom Staat	326 000 <i>M</i>
vom Provincialverband	87 000 „
zusammen	413 000 <i>M</i>

Außerdem haben Staat und Provinz bis zum Jahr 1903 Zinserlasse gewährt im Gesamtbetrag von 190 000 *M*. Nachdem diese Erlasse aufgehört haben und die Karkelner Sommerdeiche ausgeführt sein werden, hat der Verband die Summe von 2 071 000 *M* mit 4½ v. H. zu verzinsen und zu tilgen = 93 195 *M*

Die übrigen Jahresausgaben sind veranschlagt mit: Besoldungen des Deichhauptmannes und Deichinspectors 9 200 *M*

Repräsentanten, Rentmeister, Deichschöffen und Streckenwärter 4 800 „ 14 000 „

Unterhaltung der Deiche, Parallelwege, Schleusen und Verbandswasserläufe 11 200 „

Unterhaltung und Betrieb der Schöpfwerke

ständiges Betriebspersonal	5 000 <i>M</i>
Hülfsheizer	1 000 „
Steinkohlen (schwankend)	16 000 „
Schmier- und Putzstoffe	2 500 „
Instandsetzung u. Neuanschaffung	3 000 „
Leitungen und Gestänge	2 000 „
Feuerversicherung usw.	1 000 „
	30 500 „

Insgemein Büreaukosten 8 350 *M*

Grabenschauen, Versicherungen usw. 2 755 „ 11 105 „

Reservfonds 10 000 „
einschliesslich Zinsen und Tilgung zusammen 170 000 *M*

entsprechend der in dem Danckwertsschen Entwurf mit 171000 \mathcal{M} angesetzten Summe. Die Ausgabe im Etatjahre 1900/1901 hat rund 170000 \mathcal{M} betragen, darunter 15000 \mathcal{M} für rückständige Betriebskosten an die Allgem. Elektr.-Gesellschaft und 30000 \mathcal{M} für Kohlen als Vorrath.

Bisher sind seit der Bildung des Verbandes innerhalb fünf Jahren bis 1. April 1901 nur 405355 \mathcal{M} , also durchschnittlich jährlich 81000 \mathcal{M} , von 68900 bis 113000 \mathcal{M} steigend, erhoben. Für das Etatjahr 1901/2 sollen 150000 \mathcal{M} Beiträge erhoben werden.

Betreffs der Vertheilung der Beiträge war im Entwurf vorgeschlagen, 13000 ha tief liegende Wiesen und Weiden voll, 5000 ha höher liegenden Acker mit $\frac{2}{3}$ und 500 ha Wald mit $\frac{1}{4}$ ihrer Fläche heranzuziehen. Das ganze Entwässerungsgebiet von 18500 ha wäre danach in rund 16500 sogenannte Normal-Hektar (Nha) gegliedert worden. Nach den durch langwierige Verhandlungen veränderten Bestimmungen des Verbandsstatuts ist eine andere Gliederung erfolgt, nämlich

11795 ha tiefer als + 0,76 N. N. liegend	=	11795 Nha
2277 „ zwisch. + 0,76 u. + 1,16 N.N. „	=	1518 „
1768 „ „ + 1,16 „ + 1,86 „ „	=	442 „
2200 „ über + 1,86 m „ „	=	—
215 „ Waldklasse	=	27 „
210 „ Wasserfläche	=	—
<hr/>		
18450 ha		
580 „ Karkelner Sommerpolder	=	298 „
		<hr/>
		14080 Nha.

Wird der Jahresbeitrag von 170000 \mathcal{M} auf diese 14080 Nha vertheilt, so ergibt sich für 1 Nha 12,07 \mathcal{M} , d. i. genau ebensoviel wie im Seckenburger Verband nach dem Stande von 1899/1901, obgleich die Länge des Haffdeichs in diesem Verband nur etwa 10 km, dagegen im Memeldelta etwa 26 km beträgt.

Ob die übrigens mit großer Sorgfalt und erheblichen Kosten durchgeführte Einschätzung in diese Klassen dem wirklich erwachsenden Vortheil entspricht, darüber sind die Ansichten zur Zeit noch getheilt. Eine demnächstige Wiederholung derselben ist deshalb auch im Statut von vornherein vorgesehen. 3242 ha Moorboden der tieferen Niederung sind statutengemäß auf die Dauer von zehn Jahren nur mit $\frac{2}{3}$ des vollen Beitrags geschätzt.

Fernerstehende werden bei der Beurtheilung der Wirtschaftlichkeit an Ort und Stelle immer sorgfältig feststellen müssen, ob die Interessenten ihre Angaben auf Nha oder auf wirkliche ha beziehen. Bisher wird noch nach dem vorläufigen Deichkataster von 12000 Nha Beitrag erhoben.

In den Mehrkosten des Grunderwerbs ist der Betrag von 13700 \mathcal{M} für den Ankauf des Dammbodens der Abrechnung entsprechend enthalten, während er im Anschlag den Erdarbeiten zugerechnet war. Zu den Mehrkosten des Haffdeiches hat die im Entwurf nicht vorgesehene, auf späteren Deichamtsbeschluss ausgeführte Besandung des Deichweges den Betrag von 27000 \mathcal{M} beigetragen.

b) Die Folgeeinrichtungen.

Dem Verband liegt es statutengemäß ob, die Ausführung weiterer Folgeeinrichtungen, insbesondere Gräben- und Wegeanlagen, durch seine Organe zu vermitteln, und er hat sich unter der Führung seines Deichhauptmannes und mit

Unterstützung des Staates und der Provinz dieser Aufgabe energisch unterzogen.

Den augenblicklichen Stand dieser Arbeiten anzugeben, ist gegenstandslos, weil sie unablässig auch in Zukunft weiter fortschreiten. Augenscheinlich ist das äußere Ansehen der Niederung jetzt schon völlig verändert gegen das Ansehen vor fünf Jahren. Wo früher ganz flache, schmale Rinnen den Abzug des Wassers nur schwer ermöglichten, schaffen jetzt breite und tiefe Schaugraben eine selbst für Drainage ausreichende Vorfluth. Wo früher ein Verkehr mit Wagen gar nicht oder nur mit Gefahr für Pferde und Menschen möglich war, halten jetzt breite Kieswege den Verkehr zu jeder Jahreszeit aufrecht. Aus öffentlichen Fonds sind für diese Arbeiten Unterstützungen im Betrage von 47500 + 5 · 70000 = rd. 400000 \mathcal{M} theils ausgegeben, theils zur Verfügung gestellt. Eine wesentliche Förderung haben sie auch erhalten durch die nachträgliche statutarische Bestimmung, daß bei dem dazu erforderlichen Grunderwerb der den Besitzern erwachsende unmittelbare Vortheil in Gegenrechnung gesetzt werden kann.

Die sachgemäße Cultivirung der reinen Niederungsmoorflächen von 3242 ha nimmt die besondere Aufmerksamkeit der Centralmoorcommission in Anspruch, und es sind dafür 150000 \mathcal{M} in fünf Jahresraten als Beihilfen zur Verfügung gestellt. Durch Gewährung von Sämereien und Kunstdünger, Kainit und Thomasmehl wird den Interessenten gezeigt, daß sie diese Flächen erfolgreich als Wiese und Weide nutzen können und nicht zu der unsicheren Ackerwirtschaft auf Moorboden überzugehen brauchen. Für den Verband erwächst daraus der Vortheil, daß der Wasserstand nicht zu tief gesenkt zu werden braucht, und die Durchkuverung der Deiche nicht übermäßig groß wird. Namentlich kann aber auch, falls einmal die Deiche durch eine Frühjahrskatastrophe brechen sollten, die dann unvermeidliche Ueberschwemmung nicht solche Verheerungen anrichten wie im Seckenburger Verbands 1888/89, wo die ganzen Winterseeten in der tiefen Niederung zerstört wurden.

c) Erträge.

Der dauernde wirtschaftliche Erfolg der Anlagen läßt sich jetzt nach einer verhältnißmäßig kurzen Zeit ihres Bestehens natürlich noch nicht übersehen, ist auch von vielen verschiedenen Umständen abhängig, namentlich auch davon, ob es gelingt, die entwässerten Grundstücke der Speculation und öfterem Besitzwechsel zu entziehen und in den Händen der ursprünglich angesessenen Besitzer dauernd zu erhalten. (Verkaufen die ersten Besitzer ihre Grundstücke, wie in der Boker Heide, zu hohen Preisen, so ziehen sie den erstmaligen Nutzen von den Anlagen, belasten ihre Besitznachfolger dauernd mit hohen Kaufzinsen und machen für sie die Höhe der Jahresbeiträge drückend.)

Der verdiente hauptsächlichste Förderer der Eindeichung, Herr Gutsbesitzer Schulz-Schudereiten schreibt: „Die Kraft des Bodens ist nach dem Umpflügen in einem, zwei bis höchstens drei Jahren verbraucht. Gab er in den ersten zwei Jahren größere Erträge, so gibt er in den kommenden Jahren so lange nichts, bis er aufs neue stark mit Düng bearbeitet wird. Das Heil für das Delta liegt im Bau neuer Scheunen, neuer Ställe und dann im Düng und strengster Arbeit. Wir stehen im Anfang der Entwicklung und wollen

nach zwanzig Jahren Umschau halten, wie es geworden ist. Bis dahin ist eine Statistik ohne Werth. Der Verkaufswerth der Wiesen basirt zur Zeit durchaus nicht auf dem Ertragswerth, sondern ist in jedem Falle Sache der Speculation entweder auf Grund einer guten Ernte oder auf Grund allgemeiner Erwägungen für die Zukunft.“

In einer von dem Entwurfsverfasser im Jahre 1892 mit den Hauptinteressenten aufgenommenen Verhandlung erklärten diese auf Grund einer Vergleichung ihrer versumpften Grundstücke mit den entwässerten Grundstücken des Seckenburger Verbandes, „dafs der bisherige Werth der Grundstücke von 400 bis 500 *M* für das ha voraussichtlich auf mindestens 800 bis 900 *M* steigen werde“. Eine Werthsteigerung von 400 *M* für das ha ergibt für 14000 *Nha* 5 600 000 *M* gegenüber einem zu verzinsenden Verbandscapital von 2071000 *M* und dem noch für weitere private Folgeeinrichtungen aufzunehmenden Capital. Wie hoch sich dies letztere belaufen wird, läfst sich zur Zeit nicht übersehen. Ohne dieses und lediglich von den Verbandsanlagen ist ein wirtschaftlicher Erfolg nicht zu erwarten. Von dieser Ueberzeugung sind aber auch alle Interessenten durchdrungen, und wie sie seinerzeit einmüthig der Bildung des Verbandes zugestimmt haben, so sind sie jetzt auch alle mit der Verbesserung ihrer Wirthschaften beschäftigt. Wenn im Jahre 1900 auf dem neu umgebrochenen Boden eine grosartige Ernte, stellenweise das zwanzigste Korn, erzielt und eine erhebliche Vermehrung der Sparkasseneinlagen gefolgt ist, so berechtigt dies zu guten Hoffnungen für die Zukunft.

Dafs auch aufserhalb des Deltas der Erfolg als befriedigend angesehen wird, geht hervor aus den zahlreichen dringlichen Anträgen auf weitere Eindeichungen grosfer Niederungsgebiete, u. a. der Dunbelwiesen bei Rufs mit 5000 ha und des versumpften Nemoniengbietes mit 18500 ha, wofür die Entwürfe in den letzten Jahren ausgearbeitet sind. Die Tageszeitungen, die seinerzeit über die kritischen Bauereignisse gewissenhaft berichtet haben, bringen jetzt als getreues Bild der Stimmung der Bevölkerung eingehende Berichte über das Aufblühen des ganzen Deltas. Die Eindeichung der Niederungen, welche noch vor einigen Jahren als ein veraltetes Verfahren technischer Theoretiker angesehen wurde, ist in ihrem praktischen Werth trotz Gerson in Ostpreußen wieder zu Ehren gekommen.

XII. Schlufs.

Vierzig Jahre lang ist an dem Zustandekommen des Unternehmens gearbeitet und zahlreiche Männer haben sich um seine Förderung verdient gemacht. Ihrer Aller und namentlich der vielen im Delta eingesessenen weitblickenden Männer, die mit persönlichen Opfern sich an der Arbeit beteiligt haben, sei hier gedacht.

Dankbar ist das Delta vor allem seinem ersten Deichhauptmann, dem Landrath Schickert, der in rastloser Energie sein Amt während der ganzen Bauzeit geführt, die oft stürmischen Deichamtssitzungen geleitet, den Grunderwerb und die Klasseneinschätzung durchgeführt sowie die Neuanlage des engmaschigen Netzes von Schaugraben und Wegen vermittelt hat.

Der verstorbene Oberpräsident Graf Wilhelm Bismarck hat als Sohn des grosfen Deichhauptmannes des Deutschen

Reiches dem Deichverband sein lebhaftes Interesse dauernd gezeigt und auch in kritischen Tagen die beteiligten Techniker durch seine amtliche Autorität ebenso wie der Herr Regierungspräsident Hegel erfolgreich gestützt. Ebenso haben die Herren Geheimer Oberregierungsath Holle und Landeshauptmann v. Brandt dem Unternehmen ihre Fürsorge angedeihen lassen.

Der Privatbaumeister C. Krause in Berlin, die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft in Berlin, vertreten durch den Regierungsbaumeister Soeder, die Uniongiefserei in Königsberg, der Privatbaumeister R. Sandmann in Königsberg haben als Unternehmer oft über das Mafs ihrer vertraglichen Verpflichtungen hinaus ihre ganze Kraft zur Verfügung gestellt.

Die technische Oberleitung lag in der Ministerialinstanz in den Händen des Herrn Geheimen Oberbauraths v. Münstermann aus dem landwirthschaftlichen Ministerium, in der örtlichen Instanz in denen des unterzeichneten Danckwerts. Als Deichinspector des Verbandes war der unterzeichnete Matz und als maschinentechnischer Sachverständiger des Verbandes der unterzeichnete Hagens thätig.

Die Woge schlich heran, an abertausend Enden,
Unfruchtbar selbst, Unfruchtbarkeit zu spenden.
Im Innern jetzt ein paradiesisch Land,
So rase draussen, Fluth, bis auf zum Rand. Faust II.

Anhang.

1. Bericht über die am 14. April 1898 in dem Kraftwerk Tramischen und mit fünf Hebewerken ausgeführten Versuche.

Die Versuche konnten während des Jahres 1897 wegen der häufigen Betriebsstörungen nicht ordnungsmäfsig durchgeführt werden; erst am 14. April 1898 fand sich Gelegenheit, einen Versuch mit fünf Hebewerken zu machen.

Der vorhandene Aussenwasserstand von + 1,80 m P. P. machte künstliche Anstauungen unnöthig, während die Innenwasserstände Hubhöhen von 0,7 bis 1,1 m ergaben, sodafs die Verhältnisse während des Versuchs den im Vertrag mit I bezeichneten Bedingungen entsprachen. Bei mehreren Hebewerken fiel während des Versuchs der Innenwasserstand sehr erheblich, bei Hebewerk VI so stark, dafs dasselbe nach vier Stunden abgestellt werden mußte. Die Bestimmung der geförderten Wassermengen war deshalb für Innenwasserstände von + 0,7 bis + 1,12 nöthig, also in so weiten Grenzen, dafs genügende unmittelbare Messungen während der kurzen Versuchsdauer unmöglich auszuführen waren. Es wurde daher beschlossen, eine ganze Reihe von Wassermessungen unter verschiedenen Betriebsverhältnissen vorzunehmen, und diese wurden durch das Kgl. Meliorationsbauamt in der Zeit vom 10. bis 29. Mai an den Hebewerken I, II und V mit im ganzen 34 Profilmessungen mittels des Woltmannschen Flügels ausgeführt.

Behufs Verwendung dieser Messungen zur Bestimmung der effectiven Wasserförderung während des Versuchs vom 14. April wurden die in Tabelle I (S. 35) zusammengestellten Berechnungen ausgeführt. Dabei wurde für die Verluste eine Spaltbreite zwischen Rad, Gerinne und Wänden von 15 mm angenommen. Für die Messungen an Schöpfwerk II und IV ergab sich eine sehr befriedigende Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Messung innerhalb der für den Betrieb aus-

schliesslich maßgebenden Fördermengen von 1,2 bis 1,65 cbm für die Secunde. Die Messungen bei Hebewerk I hingegen zeigten durchgehends höhere Werthe, als sie die Rechnung ergab, und zwar um so höhere, je niedriger der Innenwasserstand beim Versuch war. Es muß dahin gestellt bleiben, ob bei so kleinen Wasserständen wie + 0,425 bis + 0,605 die Messungen mit dem Woltmannschen Flügel überhaupt noch mit genügender Genauigkeit ausgeführt werden können, jedenfalls sind Ergebnisse, die fast keine oder sogar negative Verluste ergeben, nicht wahrscheinlich, sie können auch hier unbedenklich ausgeschieden werden, da die Räder bei so niederen Wasserständen überhaupt nicht arbeiten sollen.

Die bei höheren Innenwasserständen (+ 0,75 bis + 0,93) erhaltenen Ergebnisse stimmen mit der Rechnung wieder völlig überein, wenn immer dieselbe Spaltbreite mit 10 mm (statt 15) eingesetzt wird. Da die Möglichkeit vorliegt, daß

das Gerinne bei Hebewerk I genauer ausgeführt ist, so wurde bei der Leistungsberechnung dieses Rades mit 10 mm Spalt gerechnet. Im Betrieb waren während des Versuchs die Hebewerke I, II, III und V durch fünf Stunden, Hebewerk VI vier Stunden, ferner in dem Kraftwerk ein Dampfkessel und eine Dampfmaschine mit Dynamo.

Die von Herrn Dr. Büschler in Königsberg gemachte Analyse der beim Versuch gebrauchten Kohlen ergab, daß diese 7100 Wärmeeinheiten zu entwickeln vermochten. Der von der Unternehmung geleisteten Garantie liegt eine Kohle von 7500 Wärmeeinheiten zu Grunde, und diese Differenz ist bei der Abrechnung berücksichtigt.

Die aus den Beobachtungen und Einzelberechnungen erhaltenen Ergebnisse des fünfständigen Versuchs sind folgende:

Gesamter Kohlenverbrauch 1388 kg,
 Verdampfte Wassermenge 10200 kg,
 1 kg Kohle von 7100 Wärmeeinheiten verdampft 7,35 kg,
 umgerechnet auf 7500 Wärmeeinheiten 7,76 kg (lt. Vertrag 7,30),

Leistung der Dampfmaschine 1095,1 kg ind. Pferdekraftstunden,

Rohdampfverbrauch 10200 kg.

ab für Dampfspeisepumpe, Ejector, Condensation in den Leitungen etwa 6 v. H. 612 kg,

Reindampfverbrauch 9588 kg,

Dampfverbrauch für die indicirte Pferdekraft 8,76 kg,

Wirkungsgrad der Dampfmaschine 0,87⁹⁾,

Dampfverbrauch für die effect. Pferdekraft 10,1 kg (lt. Vertrag 9,5),

Reinkohlenverbrauch für die effective Pferdekraft $\frac{10,1}{7,76}$

1,3 kg (lt. Vertrag 1,3),

Gehobenes Wasser auf allen Hebewerken 990,13 Einheiten (100 cbm 1 m hoch),

Kohlenverbrauch für die Einheit $\frac{1388}{990,13} = 1,40$ kg,

umgerechnet auf Kohlen von 7500 W. E. $1,40 \frac{7100}{7500} = 1,33$ (garantirt 1,49).

Die zahlenmäßige Leistung der Werke ist als erreicht zu betrachten, sie beträgt bei + 0,9 m Innenwasserstand 1,31 bis 1,38 cbm/sec gegen 1,36 cbm nach dem Vertrag.

Zur Berechnung der elektrischen Leistungen standen mir zur Verfügung:

1. die während des Versuchs meinerseits vorgenommenen Ablesungen an den elektrischen Meßwerkzeugen,
2. die von der A. E.-G. mit Schreiben vom 5. u. 13. August d. J. angegebenen Correcturen der Ampèremeterablesungen,
3. die von der A. E.-G. eingereichte zeichnerische Darstellung der Leistungen und des Stromverbrauchs der Elektromotoren,
4. die nach den Messungen des Herrn G. Kapp vom November 1896 berechneten Widerstände der Leitungen.

Die von der A. E.-G. unter 2 und 3 gemachten Angaben sind seitens des Verbandes nicht weiter controlirt und ist eine solche Controle auch nachträglich nicht erforderlich, da die hierauf beruhende Rechnung ein Zwischenglied be-

9) Der Wirkungsgrad ist aus den elektrischen Leistungen abgeleitet, dürfte aber etwas kleiner sein, sodafs der Dampf- und Kohlenverbrauch etwas höher wie angegeben sein wird.

Tabelle I.

Berechnung der theoretischen Leistung und der Verluste der Schöpfräder.

Theoretische Leistung.

Durchmesser des Rades	8,000 m
Breite der Schaufeln	1,680 "
Umdrehung in der Minute	2,6
Anzahl der Schaufeln	28
Dicke der Schaufeln	35 mm
Senkung des Wasserspiegels bis zum Eintritt in die Schaufeln	50 "

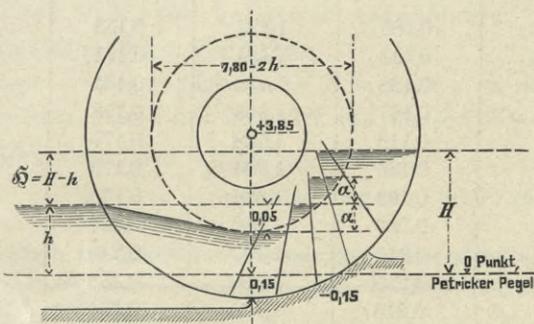


Abb. 6.

Q theoretische Leistung in der Secunde in cbm = 0,173 + 1,711 h - 0,229 h².

h=0,0	Q=0,173	h=0,6	Q=1,117	h=1,2	Q=1,896	h=1,8	Q=2,511
=0,1	=0,342	=0,7	=1,258	=1,3	=2,010	=1,9	=2,597
=0,2	=0,506	=0,8	=1,395	=1,4	=2,120	=2,0	=2,679
=0,3	=0,666	=0,9	=1,527	=1,5	=2,224		
=0,4	=0,821	=1,0	=1,655	=1,6	=2,324		
=0,5	=0,971	=1,1	=1,778	=1,7	=2,420		

Verluste bei einer Spaltbreite = E.

1. Verlust zwischen Schaufeln und Gerinne $E \cdot 1,68 \sqrt{2g \cdot a}$.

2. Verlust zwischen den Zahnkränzen und dem Gerinne

$$E \cdot 0,4 \sqrt{2g(\delta + 0,05)}$$

3. Verlust an den Seitenwänden

$$2E \left[\frac{2}{3} \delta \sqrt{2g(\delta + 0,05)} + (h + 0,1) \sqrt{2g(\delta + 0,05)} \right]$$

zusammen in cbm/sec

$$V = E \{ 3,33 + 2,85 \sqrt{\delta + 0,05} [1 + 2\delta + 3h] \}.$$

Bei der Berechnung der Verluste ist angenommen, daß das Rad stillsteht, und als „Verlust“ die Wassermenge berechnet, die bei stillstehendem Rad unter dem Einfluß der Wasserstände H und h - 0,05 zurückströmen würde.

Die Druckhöhe a für den Verlust zu 1 konnte beim vorliegenden Rad zu 0,2 m angenommen werden.

Tabelle II.

Wassermessungen, ausgeführt durch das Meliorationsbauamt.

Hebewerk I.

Das Radmittel liegt auf + 3,823.

Nr.	Datum	Wasserstand		Hub- höhe	Gemessen		Gemessene Wassermenge umgerechnet auf 2,6 Tour. d. Rades	Verlust nach der Messung	Berechnet für 2,6 Touren des Rades		
		aufsen	innen		cbm/sec	bei Touren			Theoretische Leistung	Verlust $E = 10$ mm	Effective Leistung
8	18. 5. 98	1,30	0,425	0,875	0,881	2,586	0,886	0,014	0,900	0,144	0,756
7	"	1,30	0,457	0,843	0,960	2,574	0,979	— 0,032	0,947	0,143	0,804
6	"	1,30	0,505	0,795	1,017	2,592	1,020	— 0,002	1,018	0,141	0,877
5	"	1,30	0,555	0,745	1,030	2,598	1,031	0,071	1,102	0,139	0,963
4	"	1,30	0,605	0,695	1,116	2,574	1,127	0,065	1,192	0,137	1,055
10	24. 5. 98	1,42	0,865	0,555	1,390	2,562	1,412	0,107	1,519	0,138	1,381
9	"	1,42	0,932	0,488	1,534	2,586	1,542	0,061	1,603	0,133	1,470
2	13. 5. 98	1,32	0,747	0,573	1,241	2,604	1,239	0,120	1,359	0,132	1,227
1	"	1,27	0,815	0,455	1,330	2,622	1,319	0,131	1,450	0,122	1,328
3	14. 5. 98	1,33	0,883	0,447	1,443	2,592	1,448	0,092	1,540	0,125	1,415
zusammen							12,003	—	—	—	11,276

Tabelle III.

Wassermessungen, ausgeführt durch das Meliorationsbauamt.

Hebewerk II.

Das Radmittel liegt auf + 3,825.

Nr.	Datum	Wasserstand		Hub- höhe	Gemessen		Gemessene Wassermenge umgerechnet auf 2,6 Tour. d. Rades	Verlust nach der Messung	Berechnet für 2,6 Touren des Rades		
		aufsen	innen		cbm/sec	bei Touren			Theoretische Leistung	Verlust $E = 15$ mm	Effective Leistung
1	12. 5. 98	1,13	0,833	0,297	1,426	2,664	1,392	0,080	1,472	0,153	1,319
2	"	1,17	0,797	0,373	1,305	2,628	1,291	0,133	1,424	0,171	1,253
4	13. 5. 98	1,17	0,838	0,332	1,325	2,670	1,290	0,188	1,478	0,161	1,317
3	"	1,17	0,861	0,309	1,350	2,658	1,321	0,187	1,508	0,158	1,350
7	17. 5. 98	1,29	0,907	0,381	1,481	2,646	1,455	0,113	1,568	0,177	1,391
6	"	1,29	0,935	0,355	1,446	2,652	1,418	0,186	1,604	0,173	1,431
5	"	1,29	0,960	0,330	1,455	2,622	1,443	0,193	1,636	0,170	1,466
1	21. 5. 98	1,65	1,000	0,650	1,448	2,634	1,429	0,257	1,686	0,240	1,446
10	"	1,65	1,022	0,628	1,509	2,638	1,493	0,210	1,703	0,240	1,463
9	"	1,65	1,052	0,598	1,520	2,634	1,500	0,250	1,750	0,235	1,515
8	"	1,65	1,080	0,570	1,562	2,628	1,583	0,210	1,784	0,231	1,553
zusammen							15,615	2,007	17,613	2,109	15,504

Tabelle IV.

Wassermessungen, ausgeführt durch das Meliorationsbauamt.

Hebewerk V.

Das Radmittel liegt auf + 3,802.

Nr.	Datum	Wasserstand		Hub- höhe	Gemessen		Gemessene Wassermenge umgerechnet auf 2,6 Tour. d. Rades	Verlust nach der Messung	Berechnet für 2,6 Touren des Rades		
		aufsen	innen		cbm/sec	bei Touren			Theoretische Leistung	Verlust $E = 15$ mm	Effective Leistung
13	27. 5. 98	1,44	0,920	0,520	1,355	2,540	1,385	0,229	1,614	0,205	1,409
12	"	1,44	0,950	0,490	1,429	2,556	1,271	0,381	1,652	0,202	1,450
11	"	1,44	0,993	0,447	1,472	2,544	1,505	0,200	1,705	0,197	1,508
10	"	1,44	1,037	0,403	1,470	2,556	1,495	0,265	1,700	0,191	1,569
5	25. 5. 98	1,70	0,943	0,757	1,378	2,562	1,398	0,246	1,644	0,256	1,388
4	"	1,70	0,978	0,722	1,413	2,520	1,452	0,235	1,687	0,253	1,434
3	"	1,70	1,013	0,687	1,409	2,580	1,420	0,310	1,730	0,250	1,480
2	"	1,70	1,090	0,610	1,591	2,586	1,600	0,223	1,823	0,241	1,582
1	"	1,70	1,135	0,565	1,631	2,580	1,644	0,232	1,876	0,236	1,640
9	26. 5. 98	2,15	0,905	1,245	1,273	2,550	1,298	0,297	1,595	0,351	1,244
8	"	2,15	0,945	1,205	1,313	2,538	1,345	0,301	1,646	0,349	1,297
7	"	2,15	0,980	1,170	1,387	2,544	1,418	0,271	1,689	0,347	1,042
6	"	2,15	1,020	1,130	1,364	2,550	1,391	0,348	1,739	0,344	1,395
zusammen							18,622	3,538	—	3,422	18,698

trifft, welches das Hauptergebnis — den Kohlenverbrauch für die Einheit — nicht berührt.

Es ergab sich:

Leistung der Motoren in effectiven Pferdekraftstunden 683,99,
Nutzeffect der Schöpfräder einschl. Zahnradwirkung 0,536

(lt. Vertrag 0,50),

an die Motoren abgegeben 590,06 Kilowattstunden,

Durchschnittlicher Wirkungsgrad der Motoren 0,853 (lt. Vertrag 0,80),

Leistungsverlust 18,78 Kilowattstunden,

Wirkungsgrad der Leitung 0,97 (lt. Vertrag 0,91),

Erregung ca. 20,0 Kilowattstunden,

Gesamtleistung in dem Kraftwerk 628,84 Kilowattstunden,
854,0 elektr. Pferdestd.,

Verhältniß der elektrischen zu den indicirten Pferdestärken

$$\frac{854,0}{1095,1} = 0,78,$$

Wirkungsgrad der Dynamo (nach dem Vertrag angenommen) 0,90,

hieraus Wirkungsgrad der Dampfmaschine $\frac{0,78}{0,90} = 0,87,$

Gesamtwirkungsgrad der elektr. Uebertragung $\frac{683,99}{854,0} \cdot 0,9 = 0,72$ (lt. Vertrag 0,655).

Diese Ergebnisse erscheinen mir für den elektrischen Betrieb etwas zu günstig, es dürfte weniger Electricität erzeugt sein und sich hierdurch der berechnete Wirkungsgrad der Schöpfwerke etwas vergrößern, der der Dampfmaschine etwas verringern.

Sehr erheblich dürften die Differenzen nicht sein, und sie berühren, wie schon bemerkt, das Hauptergebnis nicht.

Königsberg, den 18. August 1898.

gez. H. Hagens, Civilingenieur.

Leistung der Schöpfräder bei verschiedenen Wasserständen.

Innen-W. Sp. = h =	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Theor. Leistung Q =	0,173	0,506	0,821	1,117	1,395	1,655	1,896	2,120	2,324

H = Aufsen-W. Sp.	Effective Leistung Q - V cbm/sec								
1,40	—	0,265	0,587	0,895	1,187	1,467	1,740	2,020	—
1,60	—	0,230	0,551	0,857	1,148	1,427	1,691	1,960	2,219
1,80	—	0,193	0,514	0,818	1,109	1,385	1,646	1,898	2,142
2,00	—	0,155	0,476	0,779	1,068	1,343	1,602	1,850	2,084
2,20	—	0,113	0,434	0,738	1,026	1,297	1,557	1,802	2,033
2,40	—	0,077	0,393	0,695	0,984	1,255	1,512	1,755	1,983
2,60	—	+0,027	—	0,652	0,938	1,210	1,465	1,707	1,932
2,80	—	-0,021	0,302	—	0,892	1,163	1,418	1,658	1,882
3,00	—	-0,067	—	0,548	—	1,115	1,370	1,609	1,831
3,20	—	-0,116	—	0,510	0,796	—	1,320	1,558	1,781

H =	Effective Leistung Q - V cbm/Stunde								
1,40	—	954	2113	3222	4273	5281	6264	7272	—
1,60	—	828	1984	3085	4133	5137	6088	7056	7987
1,80	—	695	1850	2945	3992	4986	5926	6833	7711
2,00	—	558	1714	2805	3845	4835	5767	6660	7502
2,20	—	407	1562	2657	3694	4669	5605	6487	7319
2,40	—	277	1415	2502	3542	4518	5443	6318	7139
2,60	—	+ 97	—	2347	3377	4356	5274	6145	6955
2,80	—	- 76	1087	—	3211	4187	5105	5969	6775
3,00	—	-241	—	1973	—	4014	4932	5792	6592
3,20	—	-418	—	1836	2866	—	4752	5609	6412

Theoretische Hebeleistungen der Schöpfräder.

$$\text{In PS } \frac{1000}{75} \cdot (Q - V) \cdot (H - h).$$

h =	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
H =	Theoretische Hebeleistungen in PS.								
1,4	—	4,24	7,70	9,55	9,50	7,82	4,64	0	—
1,6	—	4,30	8,82	11,43	12,25	11,41	9,02	5,23	0
1,8	—	4,01	9,60	13,09	14,80	14,80	13,17	10,15	5,71
2,0	—	3,72	10,15	14,54	17,09	17,91	17,09	14,80	11,12
2,2	—	3,00	10,42	15,75	19,15	20,75	20,76	19,22	16,26
2,4	—	2,26	10,48	16,68	21,00	20,43	24,19	23,40	21,15
2,6	—	+ 0,86	—	17,39	22,51	25,81	27,35	27,31	25,76
2,8	—	- 0,73	9,66	—	23,79	27,91	30,14	30,95	30,11
3,0	—	- 2,50	—	17,54	—	29,73	32,88	34,33	34,18
3,2	—	- 4,60	—	17,68	25,47	—	35,20	37,92	38,00

2. Bericht über die am 25. November 1898 vorgenommenen Proben an den Schöpfwerken II und V mit künstlichem Stau.

Bei dem mit Schöpfwerk II im November 1896 vorgenommenen Versuch lagen ungefähr die im Vertrag mit II bezeichneten Wasserstände vor, während bei den an fünf Schöpfwerken zugleich im April 1898 durchgeführten Leistungsversuchen die mit I bezeichneten Verhältnisse vorlagen, d. h. der Innenwasserstand betrug etwa + 0,90, der Außenwasserstand + 1,80. Während der bisherigen zweijährigen Betriebszeit traten jedoch niemals Verhältnisse ein, wie sie im Vertrag mit III bezeichnet sind, und diese sollten, um die Räder, Transmissionen und Motoren einer starken Beanspruchung zu unterwerfen, künstlich herbeigeführt werden.

Die von Herrn Regierungsbaumeister Matz entworfene und an Schöpfwerk II und V ausgeführte Stauvorrichtung entsprach dem Zwecke, den Außenwasserstand künstlich zu heben, vollständig, und bei derselben war eine Gefährdung der Bauwerke durch Kolkungen vermieden. Es war jedoch naturgemäß nicht angängig, den für Leistung III vorgesehenen Innenwasserstand von + 1,40 herbeizuführen. Man mußte sich begnügen, bei dem vorhandenen Innenwasserstand eine solche Hubhöhe zu erzielen, daß alle Theile einer der Leistung III ungefähr entsprechenden Beanspruchung ausgesetzt wurden. Um dies feststellen zu können, war in die Leitungen des Schöpfwerkes II in dem Kraftwerk ein Wattmesser, im Schöpfwerk selbst ein Ampèremeter eingeschaltet.

Die angebrachte Stauvorrichtung liefs die allmähliche Steigerung des Außenwasserstandes zu, und das Verhalten des Rades und der wachsende Kraftverbrauch mit der Zunahme der Hubhöhe konnte genau beobachtet werden.

Beim Versuch am Schöpfwerk II war der Innenwasserstand + 0,90, und bei Stauung des Außenwassers auf über + 1,80 hätte der Kropf des Rades erhöht werden müssen, um eine ökonomische Arbeit des Rades zu erzielen. Da es jedoch nicht hierauf ankam, sondern auf eine möglichst große Inanspruchnahme aller Theile, so konnte von der Einbringung der nicht zur Stelle befindlichen Einlegebalken um so mehr Abstand genommen werden, als bei Verwendung derselben der Kraftverbrauch nicht genügend hätte gesteigert werden können.

Bei dem erreichten Außenwasserstand von + 2,80, also einer Hubhöhe von 2,80 - 0,90 = 1,9 m, ergaben die Messungen folgendes:

Wattmesser in dem Kraftwerk. 53 Kilowatt = 72 PS
an die Leitung abgegeben. Verbraucht in der Leitung
bei 7 Ampère und einem Widerstand von 3 Ohm =
 $7^2 \times 3 \times 3 = 441$ Watt = 0,6 PS.

An den Motor abgegeben $72 - 0,6 = 71,4$ PS.

Wirkungsgrad des Motors 0,9.

Vom Motor geleistet 64,26 effective PS.

Ampèremeter im Schöpfwerk. 6,9 Ampère, Spannung
in dem Kraftwerk 5000 Volt, Verlust in der Leitung
 $6,9 \times 3 \times 1,73 = 36$ Volt.

Spannung am Motor 4964 Volt.

Nach Angabe der A. E.-G. ist für die vorliegende
Belastung $\cos \varphi = 0,9$, der Wirkungsgrad wie oben
 $\eta = 0,9$, hieraus

Leistung des Motors 65,2 effective PS.

Der Motor hat daher nach den gut übereinstimmenden
Messungen 64—65 PS an das Triebwerk und das Schöpf-
rad abgegeben.

Wegen der fehlenden Einlegebalken konnte eine weitere
Vergrößerung der Hubhöhe nicht mehr vorgenommen werden,
da schon bei + 2,3 m ein starkes Zurückströmen des Wassers
im Innern des Rades eintrat.

Der für Leistung III im Vertrag angegebene Kraftver-
brauch von 74,2 PS wird nach den bisherigen Beobachtungen
nicht ganz erreicht werden, wenn der Kropf den Wasserständen
entsprechend erhöht wird. Es war also bei dem Versuch
vom 25. November 1898 die größte Beanspruchung aller
Theile schon nahezu erreicht, und diese wurde durch das
heftige und stoßweise Zurückströmen des Wassers in die
bei dem niedrigen Wasserstand zu wenig gefüllten Zellen
noch im ungünstigen Sinne vermehrt.

In dem auf beiden Werken etwa $2\frac{1}{2}$ Stunden dauern-
den Betrieb mit hohem Stau haben sich irgend welche An-
stände nicht ergeben.

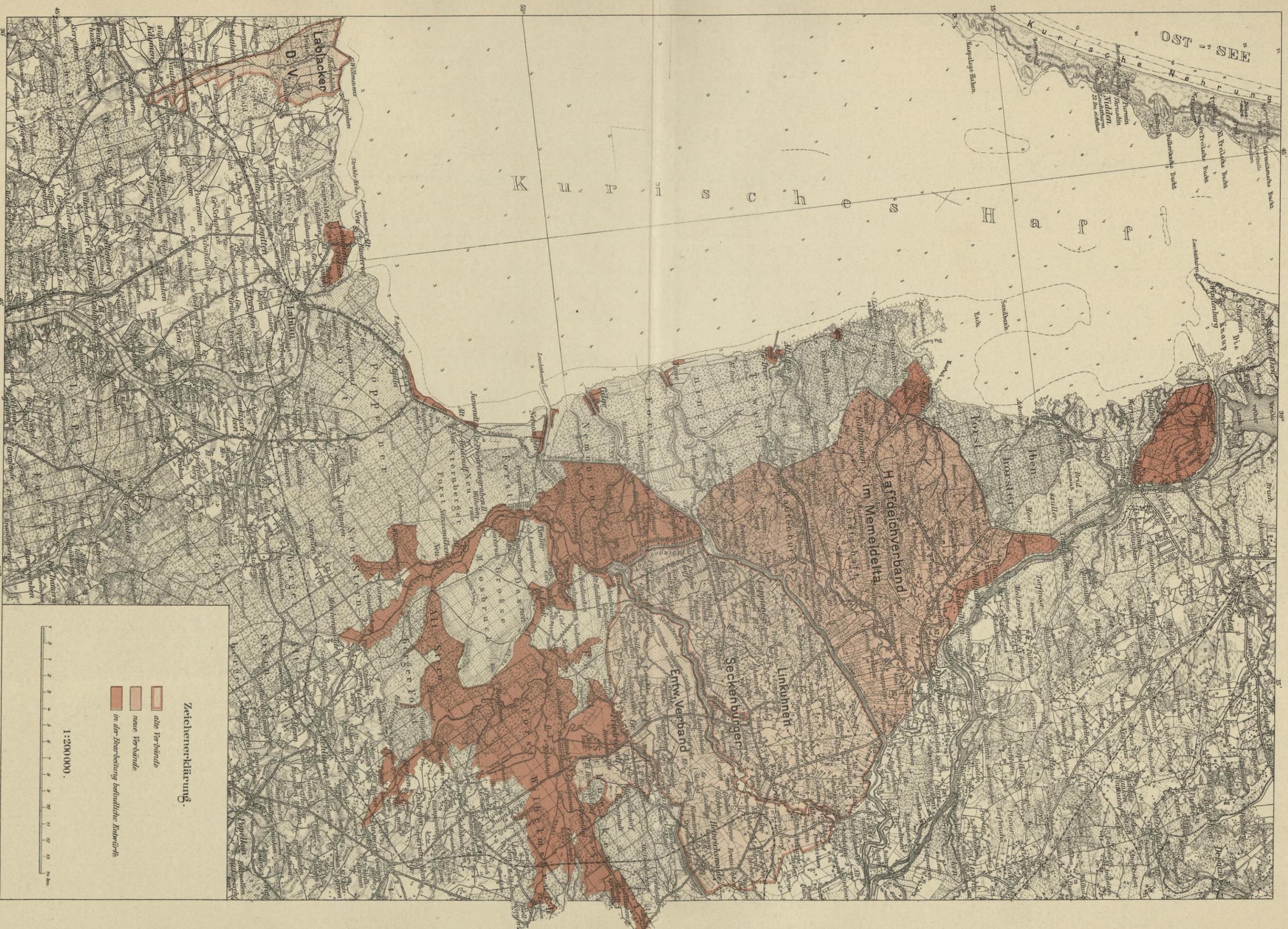
Königsberg, den 30. November 1898.

gez. H. Hagens, Civilingenieur.



Findeichung und Entwässerung des Memeldeltas.

Übersichtskarte.



Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin.

B. Gisevius gest.



Eindeichung und Entwässerung des Memeldeltas.
 Übersichtsplan für die Veranlagung zu den Beitragsklassen. 1 : 80 000.



Zeichenerklärung.

- Grenze d. Verbandsgebiets
- ▬ Hebewerke u. Kraftwerk
- ▬ Verbandskanäle
- ▬ Schaugraben
- ▬ Deich mit Schleuse
- ▬ Chausseen
- Öffentliche Wege

a	Schlackboden	8553 ha.
a	Moorboden	3242 "
b	II. Klasse	2277 "
c	III. Klasse	1768 "
d	Belagsfreie Fläche	2200 "
	Wasser	206 "
a	Waldklasse mit 1/3 Beiträgen	215 "
Summa 18981 ha.		rund 18.500 ha.

Klassen a liegen unter Ordinate + 2,0 m P.P. = + 0,76 m N.N.
 " b " zwischen d. Ord. + 2,0 bis 2,50 m P.P. = + 0,76 bis 1,0 m N.N.
 " c " " " + 2,50 bis 3,20 m P.P. = + 1,16 bis 1,86 m N.N.
 " d " höher als Ord. + 3,20 m P.P. = + 1,86 m

1 : 80 000.

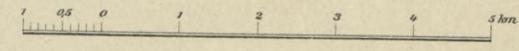




Abb. 1-4. Auslassschleuse im Haffstaudeich. 1: 150.

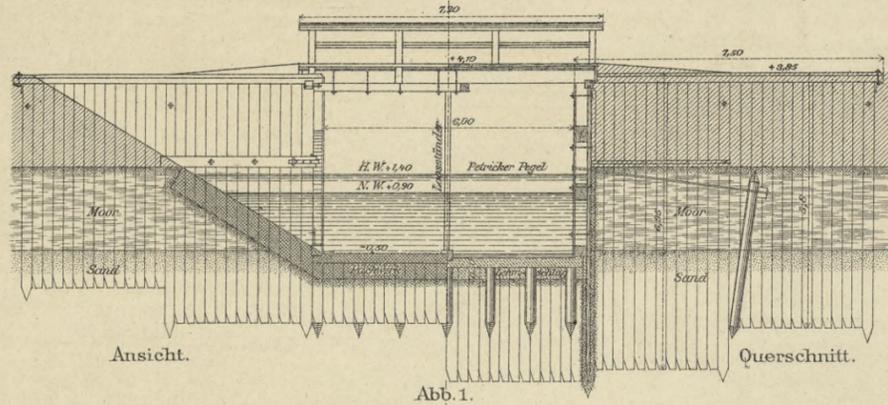


Abb. 1.

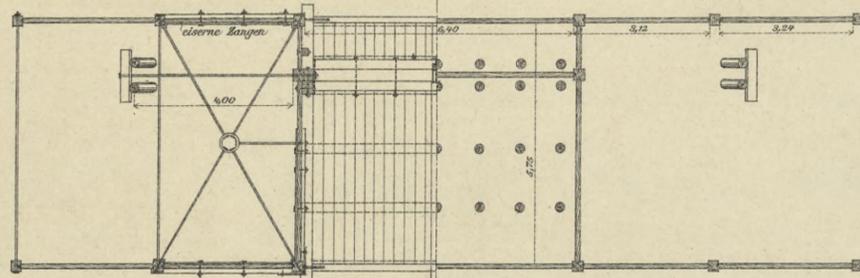


Abb. 4. Grundriss.

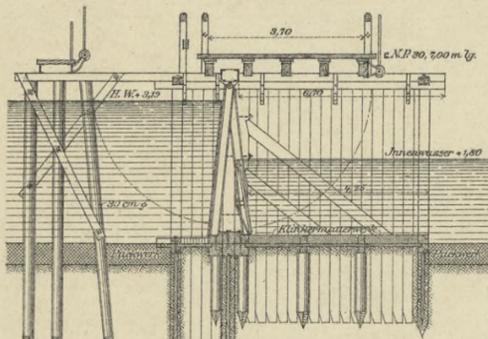


Abb. 5. Sperrschleuse im Aignitfluss. Längenschnitt. 1: 150.

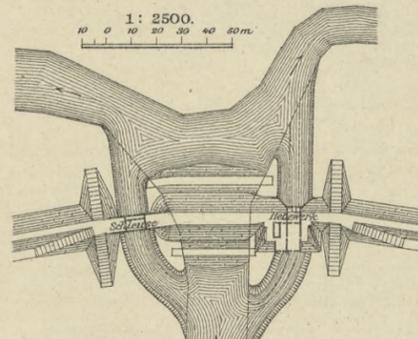


Abb. 6. Schleuse und Hebewerk am Prudimfluss. Lageplan. 1: 2500.

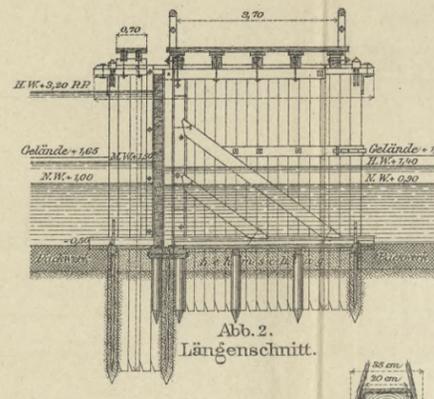


Abb. 2. Längenschnitt.



Abb. 3. Beschlüge der Dammbalken.

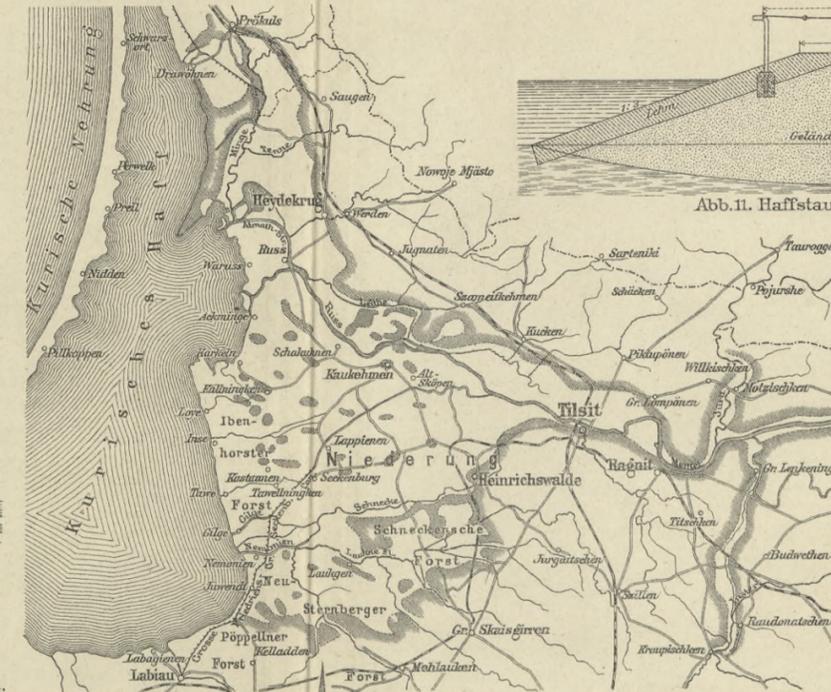


Abb. 7. Grenze zwischen Jung- und Alt-Alluvium im Mündungsbecken. 1: 1750.

Abb. 8 u. 9. Unterführung des Maszrimcanals. 1: 200.

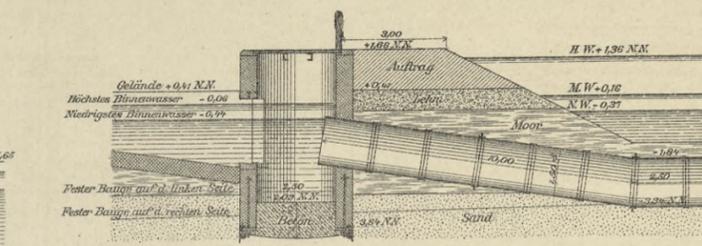


Abb. 8. Längenschnitt.

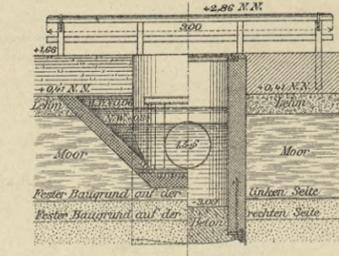


Abb. 9. Querschnitt.

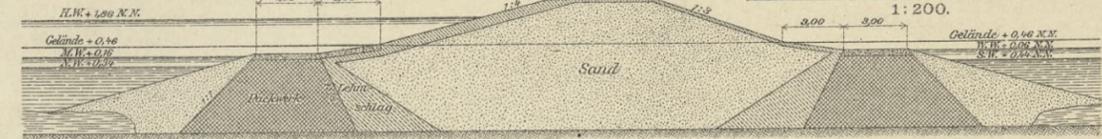


Abb. 10. Querschnitt der Flussdurchbauungen. 1: 300.

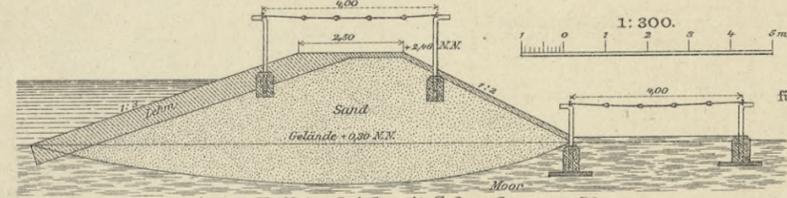


Abb. 11. Haffstaudeich mit Schranken. 1: 300.

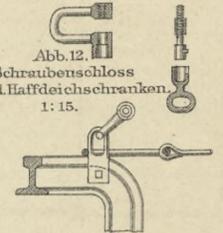


Abb. 12. Schraubenschloss für d. Haffdeichschranken. 1: 15.

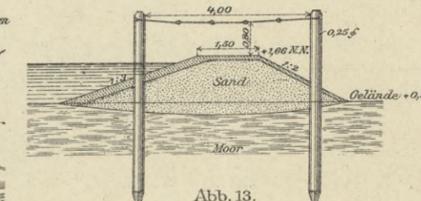


Abb. 13. Aignitdeich mit Schranken. 1: 150.



Abb. 14. Schaugraben 1. Klasse. 1: 150.

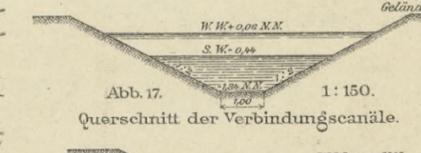


Abb. 17. Querschnitt der Verbindungsanäle. 1: 150.

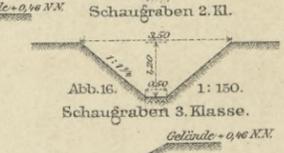


Abb. 15. Schaugraben 2. Kl. 1: 150.

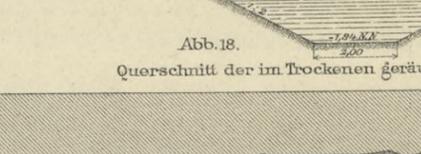


Abb. 18. Querschnitt der im Trockenem geräumten Flußstrecken. 1: 150.

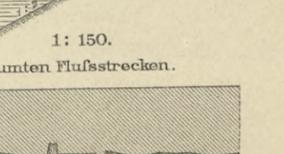


Abb. 16. Schaugraben 3. Klasse. 1: 150.

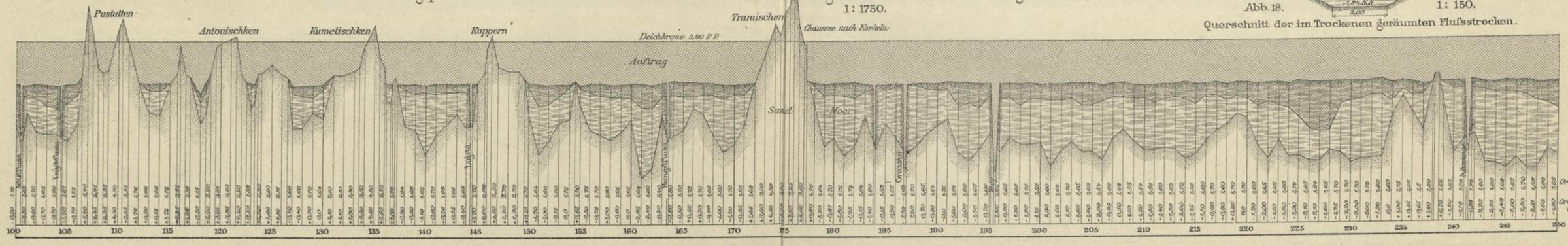
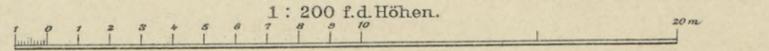


Abb. 19. Höhenplan des Haffstaudeiches von Station 100+0 bis 250+0.



Kindeichung und Entwässerung des Memeldeltas.

Abb. 1-5. Elektrisches Kraftwerk in Tramsichen.

1 : 200.

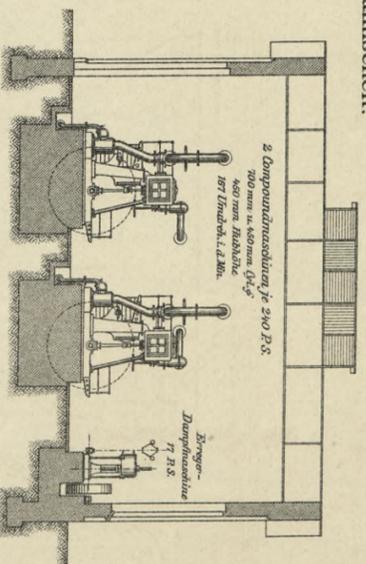
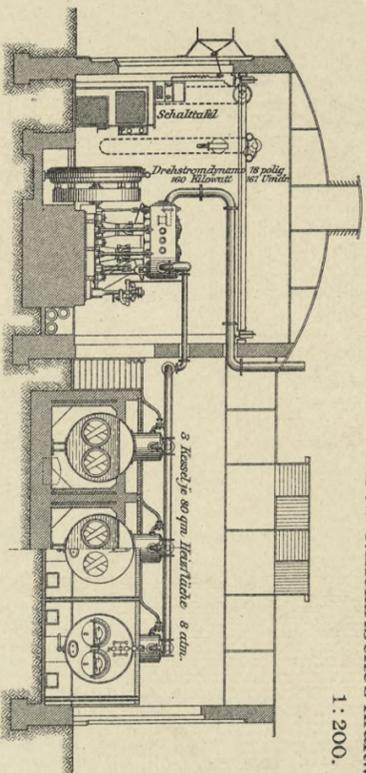


Abb. 1. Längenschnitt.

Abb. 2. Querschnitt.

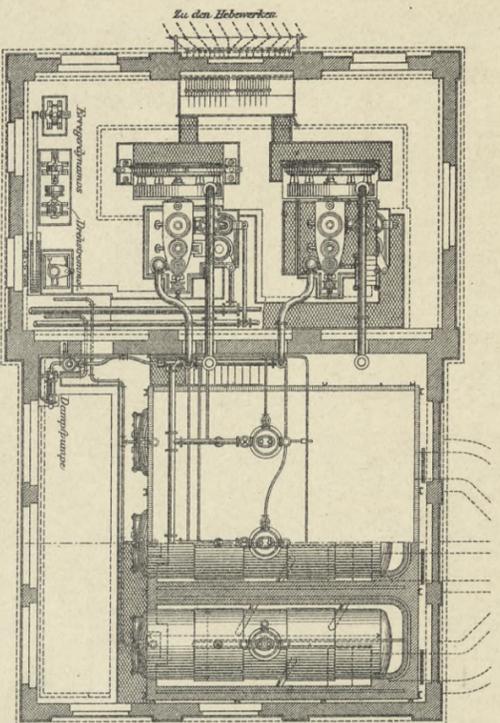


Abb. 3. Grundriss.

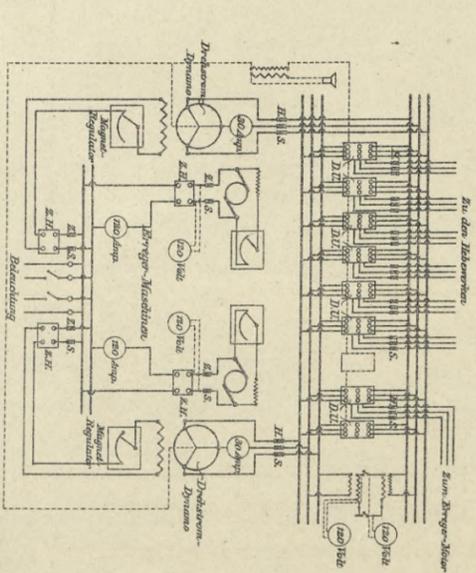


Abb. 4. Schaltungsdiagramm.

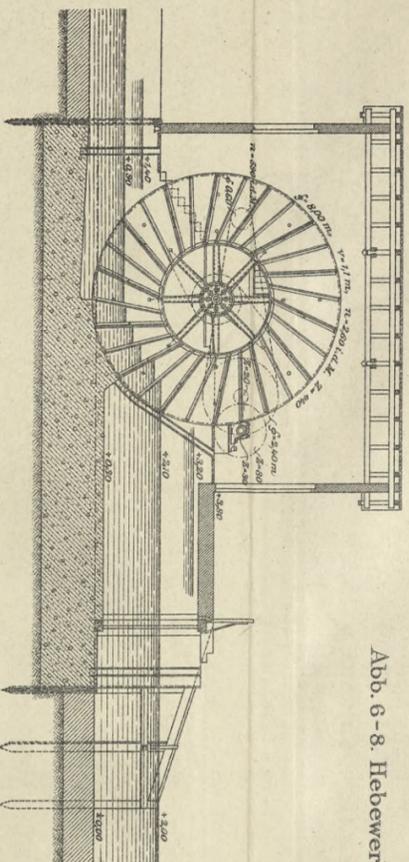
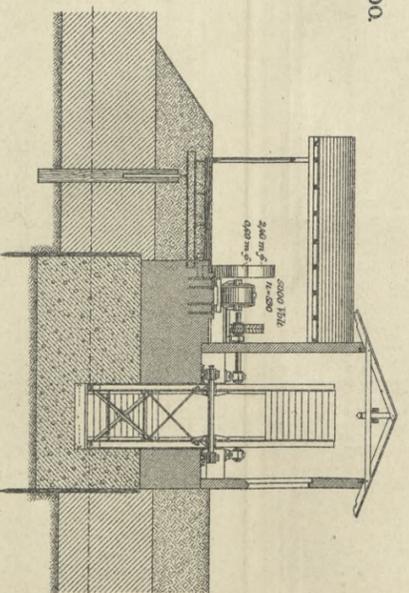


Abb. 6-8. Hebewerk. 1: 200.

Abb. 6. Längenschnitt.

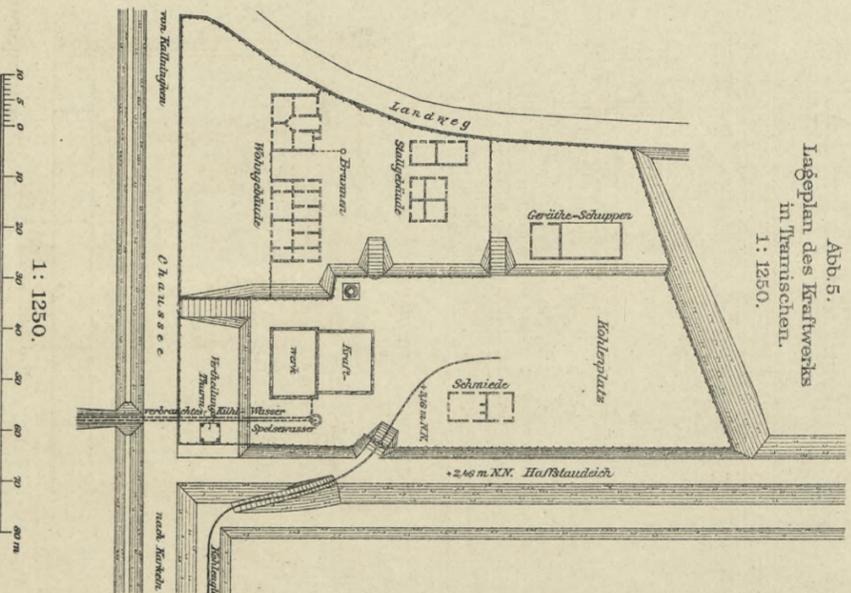
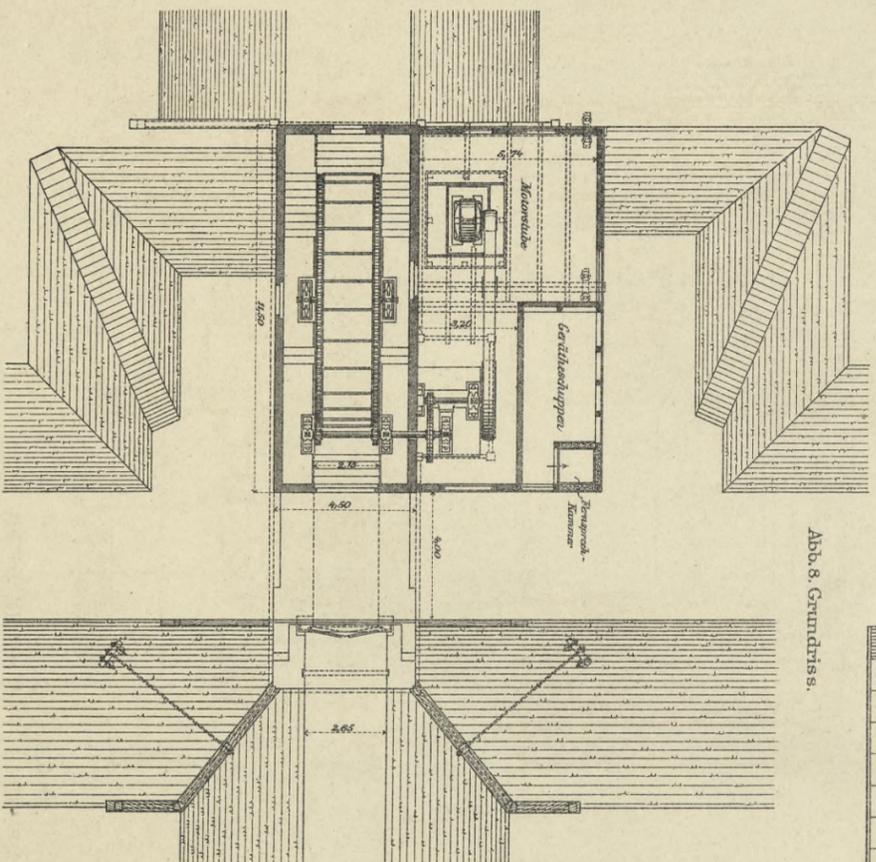
Abb. 7. Querschnitt.



1 : 200.

Abb. 8. Grundriss.

Abb. 5. Lageplan des Kraftwerks in Tramsichen. 1: 1250.



Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin.

B. Giserius gest.

861



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

33471

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305861