

VORSCHLÄGE  
ZUM WEITEREN AUSBAU DER WEICHSEL  
ZUR FÖRDERUNG DER SCHIFFBARKEIT

VON

A. NIESE  
OBERBAURAT

UND

G. E. SCHMIDT  
REGIERUNGSBAUMEISTER

IN DANZIG

MIT 5 TEXTABBILDUNGEN UND 2 TAFELN



IM SELBSTVERLAGE DER VERFASSEN



G. 42  
94

942.97

Sonderdruck aus „Zeitschrift für Bauwesen“,  
Jahrgang 1918, Heft 4—6.

Verlag von Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin.

---

Nachdruck verboten.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305755

VORSCHLÄGE  
ZUM WEITEREN AUSBAU DER WEICHSEL  
ZUR FÖRDERUNG DER SCHIFFBARKEIT

---

VON

A. NIESE  
OBERBAURAT

UND G. E. SCHMIDT  
REGIERUNGSBAUMEISTER

IN DANZIG

---

MIT 5 TEXTABBILDUNGEN UND 2 TAFELN



*L. J. M.*

IM SELBSTVERLAGE DER VERFASSER



*2725*

Sonderdruck aus „Zeitschrift für Bauwesen“,  
Jahrgang 1918, Heft 4—6.

Verlag von Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin.

Nachdruck verboten.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

III 33063

Akc. Nr. 1964/49

Die Erfahrungen im jetzigen Weltkrieg haben gelehrt, daß die Wasserstraßen in viel höherem Maße als bisher zur Bewältigung des Verkehrs mit Massengütern herangezogen werden müssen, um zur Entlastung der Eisenbahnen beizutragen, wenn diese den an sie zu stellenden großen Anforderungen gewachsen bleiben sollen. Die Erkenntnis von dem hohen wirtschaftlichen und militärischen Werte eines leistungsfähigen Wasserstraßennetzes hat sich denn auch immer mehr Bahn gebrochen, wie das die vorjährigen Verhandlungen im Reichstage und preußischen Abgeordnetenhaus bewiesen haben. Unzweifelhaft wird der zielbewußte Ausbau unserer natürlichen und künstlichen Wasserstraßen zu den den Staats- und Gemeindebehörden obliegenden wichtigsten Aufgaben gehören, deren Lösung nach Friedensschluß der Technik vorbehalten bleibt. Infolge der durch den Krieg hervorgerufenen Neugestaltung der politischen Verhältnisse im Osten unseres Vaterlandes sind insbesondere für Westpreußen die Vorbedingungen zu einer großzügigen Wasserstraßenwirtschaft gegeben, die mit geradezu zwingender Notwendigkeit auf die Ausgestaltung vorhandener Wasserwege und die Schaffung neuer Wasserstraßen zur Hebung der gesamten Volkswirtschaft der östlichen Provinzen hinweisen. So ist es erklärlich und nur freudig zu begrüßen, daß die schon lange brennende Frage der weiteren Weichselregelung neuerdings mehr in den Vordergrund gerückt ist. Auf Anregung aus Handels- und Schifffahrtkreisen Westpreußens ist in den letzten Jahren die Notwendigkeit eines mehr der Schifffahrt dienenden Ausbaues der preußischen Weichsel in Wort und Schrift behandelt worden. Auch die vorliegende Abhandlung verdankt ihre Entstehung einer Anregung der

westpreußischen Handelskammern und der Magistrate verschiedener Weichselstädte. Die nachfolgenden Ausführungen, welche dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten vorgelegen haben, behandeln die bisherigen Regelungsarbeiten und ihre Erfolge, sowie Vorschläge zum weiteren Ausbau der preußischen Weichsel. Sie dürften gegenwärtig wesentlich zur Klärung und Richtigstellung von Fragen beitragen, die eng mit der Weichselregelung zusammenhängen.

### I. Geschichtlicher Abriß der Weichselregelung und statistische Angaben.

In früheren Jahrhunderten wurden an der Weichsel Strombauten nur zur Sicherung einzelner gefährdeter Deiche ausgeführt. Außerdem waren an der „Montauerspitze“ zur Regelung der Wasserführung der Weichsel und Nogat sowie am „Danziger Haupt“, der Teilung der Danziger und Elbinger Weichsel, vereinzelt Arbeiten vorgenommen worden. Abgesehen von Ufersicherungen geschah für die Regelung des Hochwasserabflusses und des Eisabganges sowie die Verbesserung der Schiffbarkeit nichts Nennenswertes. So befand sich der Strom zu Beginn des 19. Jahrhunderts in verwildertem Zustande. Erst damals wurde die Wichtigkeit eines Ausbaues der Weichsel aus Schifffahrtkreisen angeregt und von der Staatsregierung anerkannt.

Die im Jahre 1830 festgelegte und bis auf den heutigen Tag beibehaltene Regelbreite wurde aus 27 zwischen der russischen Grenze und Montauerspitze bei Mittelwasser aufgenommenen Querschnitten gewonnen, indem man den Inhalt durch die mittlere Tiefe teilte. Aus dieser rein geometrischen Beziehung, die nach dem damaligen Stande der Wasserbaukunst, ohne die Gesetze der Hydraulik erhalten war, ergab sich die Breite für den ungeteilten Strom oberhalb Montauerspitze zu rd. 375 m, für die geteilte Weichsel zu  $\frac{2}{3}$  dieses Maßes = 250 m und für die Nogat zu  $\frac{1}{3}$ , also 125 m. Eine Ausbildung der Linienführung unter Festsetzung bestimmter Krümmungshalbmesser erfolgte nicht. Für das Hochwasserbett wurden damals noch keine bestimmten Breiten festgelegt. Nur der Umbau enger Deichstrecken wurde

empfohlen. Der Erfolg der wenigen, damals ausgeführten Arbeiten war zwar nicht zu verkennen, da die Mindesttiefe der Fahrrinne sich gegen früher um reichlich 0,20 m vergrößerte, indessen war er nur gering, so daß die Klagen aus Schifffahrtkreisen nicht verstummen wollten.

Durch eine im Jahre 1879 dem Landtage vorgelegte „Denkschrift“ wurden folgende Grundlagen für einen Bauplan festgesetzt: Bei einem Wasserstande von 0,50 m a. P. Kurzebrack sollte für die Strecke von der Landesgrenze (km 0) bis Rothebude (km 212) eine ständige Wassertiefe von 1,67 m erreicht werden. Von Rothebude bis zur Ostsee war eine Tiefe von 1,93 m vorgesehen. Das Maß von 1,67 m ergab sich aus dem Tiefgang von 1,47 m der damals auf der Weichsel vorherrschend verkehrenden größeren Schiffsgefäße und dem notwendigen Spielraum von 0,20 m zwischen Schiffboden und Stromsohle. Mit Rücksicht auf den größeren Tiefgang der durch den Weichsel-Haff-Kanal nach dem Haff gehenden Schiffe wurde für die untere Weichsel eine um 0,26 m größere Fahrwassertiefe angestrebt. Der Wasserstand +0,50 m a. P. Kurzebrack ist das eisfreie mittlere Niedrigwasser (M.N.W.) der letzten zwanzig Jahre 1896 bis 1915, worauf an dieser Stelle mit Rücksicht auf die weiteren Ausführungen besonders hingewiesen sein mag. Als Regelstrombreiten zwischen den Streichlinien (Bühnenköpfen) wurden die früheren Maße beibehalten. Für die Weichsel von der Landesgrenze (km 0) bis zur Drewenzmündung (km 10,5) wurde die Breite von 300 m festgesetzt.

In der Zeit von 1879 bis 1892 wurde nach diesen Grundsätzen die Festlegung eines einheitlichen Stromschlauches durchgeführt, dessen planmäßiger Ausbau für Mittelwasser von den Regierungen in Danzig und Marienwerder auf die zur einheitlichen Fortführung der Arbeiten im Jahre 1884 errichtete Weichselstrombauverwaltung in Danzig überging. Da sich aber herausstellte, daß die Strombauwerke, vor allen in der früheren ungeteilten Weichsel, zu weit auseinander lagen, wurde seit 1892 noch eine Nachregelung vorgenommen, die jetzt, nachdem das Regelwerk von Jahr zu Jahr weiter ausgebaut und ergänzt worden ist, als beendet angesehen werden kann.

*Regelungsarbeiten*

Die ersten Regelungsarbeiten an der Weichsel wurden, wie erwähnt, auf Grund von Beschwerden aus Schifffahrt treibenden Kreisen ausgeführt. Da die Schifffahrt jedoch infolge der immer schärfer gehandhabten Grenzsperre auf russischem Gebiet mehr und mehr zurückging — sie hat auch heute noch geringe Bedeutung — war das Augenmerk des Staates hauptsächlich darauf gerichtet, zur Förderung der Landeskultur einen für den Wasserabfluß und den Eisgang günstigen Stromschlauch auszubilden. Besonders seit dem Jahre 1889 sind zur Befreiung der Weichselniederungen von den Hochwasser- und Eisgefahren, also wiederum zugunsten der Landeskultur, ganz bedeutende Arbeiten zur Ausführung gelangt, die allein zusammen einen Kostenaufwand von ungefähr 50 Mill. Mark erfordert haben: die Regelung von der Mündung bis Gemlitz mit dem Nehrungsdurchstich, die Hochwasserregelung von Gemlitz bis Pieckel und endlich als Schlußstein dieser Arbeiten der Nogatabschluß. Diese Arbeiten im Mündungsdelta der Weichsel sind in Abb. 1 Bl. 1 „Übersichtskarte der Weichselmündungen“ veranschaulicht. Der Nogatabschluß, der nicht nur die Abschließung der Nogat von der Weichsel durch einen festen hochwasserfreien Deich, sondern auch die Stauregelung der Nogat vorsieht, kommt in seiner Gesamtwirkung der Schifffahrt erheblich zugute. Mit dem Nogatabschluß ist die Hochwasserregelung der Weichsel von der Mündung bis etwa zur Stadt Mewe auf rd. 60 km zur Durchführung gelangt und damit ein großes Werk geschaffen, dessen segensreicher Einfluß den Anwohnern von Weichsel und Nogat immer mehr zum Bewußtsein kommen wird. Auch das ersprießliche Wirken einer Eisbrecherflotte, die jetzt mit Kohlenschiffen und Barkassen aus 13 Fahrzeugen besteht und deren Beschaffung einen Kostenaufwand von ungefähr 1,2 Mill. Mark erfordert hat, darf nicht unerwähnt bleiben. Insgesamt sind bis zum 1. April 1916 für Neuanlagen zu Regelungszwecken (ausschließlich Brückenbauten) auf den der Strombauverwaltung unterstellten Strecken der Weichsel und Nogat 113,7 Mill. Mark verausgabt worden.

Alle Arbeiten sind den auf sie gesetzten Hoffnungen ganz und gar gerecht geworden: der Ausbau des Stromes



hat feste Ufergrenzen geschaffen und den Besitzstand gesichert. Durch die Anlage hochwasserfreier Deiche blieben die Niederungen vor Schaden bewahrt. Aber auch der Schifffahrt sind wesentliche Vorteile erwachsen, die von den maßgebenden Kreisen durchaus anerkannt werden. Die Ausbildung einer leistungsfähigen Schifffahrtstraße hat sich bisher noch nicht ermöglichen lassen. Die Schifffahrt auf der Weichsel ist, wie die neueste im Ministerium der öffentlichen Arbeiten herausgegebene „Karte des Verkehrs auf den Deutschen Wasserstraßen im Jahre 1910“ beweist, von geringer Bedeutung.

Der Verkehr auf der Weichsel im Vergleich zu demjenigen auf den anderen großen ausgebauten deutschen Strömen, sowie der Bestand an größeren Schleppkähnen geht aus den nachstehenden beiden Zusammenstellungen hervor, die auf Grund der erwähnten Verkehrskarte sowie der Statistik des Deutschen Reiches angefertigt sind.

I. Zusammenstellung der Verkehrsziffern deutscher Ströme im Jahre 1910.

Nr.	Wasserstraße	Streckenverkehr		Gesamtstreckenverkehr in 1000 t	Geleistete Netto-Tonnen-km in Mill. <sup>2)</sup>
		zu Berg in 1000 t	zu Tal in 1000 t		
1	2	3	4	5	6
1	Weichsel bei Thorn	100	710	810 <sup>1)</sup>	151
2	Oder oberhalb Fürstenberg	1200	3300	4 500	2190
3	Elbe bei Wittenberg	6400	3700	10 100	4026
4	Weser bei Nienburg	300	660	960	249
5	Rhein bei Köln	14 300	4700	19 000	8879

Bemerkung. In den Spalten 3, 4 und 5 ist der Ortsverkehr nicht mit enthalten.

1) In den Verkehrsziffern der Spalte 5 ist der Schiffs- und Floßverkehr zusammen enthalten. Auf der Weichsel spielt der Floßverkehr gegenüber dem Schiffsverkehr eine ganz überwiegende Rolle.

II. Zusammenstellung über die Zahl der größeren  
Schleppkähne.

Bestand am 31. Dezember 1912.

Wasser- straße	Anzahl	Gesamt- tragfähig- keit t	Anzahl	Gesamt- tragfähig- keit t	Bemerkungen
	1907		1912		
	a) von 400 t bis unter 600 t.				Entnommen aus Band 264 der Statistik des Deutschen Reiches
Weichsel	19	8 658	25	12 002	
Oder	417	203 092	658	331 575	
	b) von 600 t bis unter 1000 t.				
Weichsel	1	653	4	2 622	
Oder	5	3 383	54	35 219	

II. Technische Mitteilungen.

Die Weichsel, deren Eigenart erst nach langjähriger Erfahrung und Tätigkeit am Strome richtig erkannt und beurteilt werden kann, gehört zu den größten Strömen Mitteleuropas; sie wird hinsichtlich der Größe des Niederschlagsgebietes mit 198 510 qkm von deutschen Strömen nur vom Rhein erreicht und von der Donau übertroffen. Mit der im Westen benachbarten Oder verglichen, sind nicht nur Wassermenge, Gefälle und Querschnitt der Weichsel grundverschieden, auch das Korn des Weichselsandes ist in seiner Feinheit

so hat z. B. nach der Verkehrsstatistik der Weichselstrombauverwaltung in dem zehnjährigen Zeitraum 1899 bis 1908 auf Grund der Aufzeichnungen der Zollabfertigungsstelle Thorn durchschnittlich betragen:

- a) der Gesamtgüterverkehr . . . 173 (Einheit = 1000 t),  
 b) der Gesamtfloßverkehr . . . 1050 ( „ = 1000 t),  
 d. h. der Floßverkehr auf der Weichsel hat den Güterverkehr um das Sechsfache übertroffen.

2) Die Angaben in Spalte 6 beziehen sich bei den einzelnen Strömen auf folgende Strecken:

1. Weichsel von der russischen Grenze bis Danzig.
2. Oder von Kosel bis Stettin.
3. Elbe von der österreichischen Grenze bis Hamburg.
4. Weser von Münden bis Bremen.
5. Rhein von der schweizerischen bis zur holländischen Grenze.

ganz anders als das der Oder. Besonders können die Eisgänge auf der Oder mit denen auf der Weichsel, was die Mächtigkeit anlangt, keinen Vergleich aushalten. Ferner fällt sehr ins Gewicht, daß von dem 1068 km langen Lauf der Weichsel nur der Unterlauf mit rd. 222 km unter preußischer Verwaltung steht und auf Mittelwasser aufgebaut ist, während der übrige Teil des Stromlaufes, abgesehen von kurzen österreichischen Strecken im Oberlauf, noch gänzlich unausgebaut ist.

Entsprechend der bisherigen Hauptaufgabe der Weichsel, als großer Vorfluter den Zwecken der Landeskultur zu dienen, ist ihr Grundriß so gestaltet, daß die Hochwasser- und Eismassen in den durch sanfte Krümmungen verbundenen vielen geraden Strecken gut geführt werden. Der Mittel- und besonders der Niedrigwasserstromstrich (Verbindungsline der tiefsten Stellen im Querschnitt) ist indessen nicht gleichlaufend zu den durch die Bühnenköpfe festgelegten Regelungslinien (Streichlinien), sondern schlängelt sich von einem Ufer zum andern, dazwischen eine stark gekrümmte Rinne mit vielen flachen Übergängen (Pässen, auch Schwellen genannt) bildend. Bei der leicht beweglichen Stromsohle werden die Sandmassen besonders bei jedem Hochwasser in Bewegung gesetzt und gelangen bei fallendem Wasser in erster Linie dort zur Ablagerung, wo die Räumungskraft (Schleppkraft) des Stromes unzureichend ist. Die neben der Fahrrinne liegenden flacheren Stellen des Bettes, die Sände, sind fortwährenden Veränderungen unterworfen, indem sie allmählich dem Meere zu wandern. Die Folge ist ein öfteres Verlegen (Pendeln) der Fahrrinne und eine unregelmäßige Ausbildung des Längenschnittes der Sohle, „des Talweges“. Das ist der jetzige Zustand des Stromes, der für ein Aufblühen der Schifffahrt unleugbar als unbefriedigend bezeichnet werden muß.

Zweifellos würde ein weiterer Ausbau der Weichsel auch für die Landeskultur insofern von Vorteil sein, als durch die Vertiefung der Übergänge die Vorflut besonders bei Niedrigwasser befördert und der künstliche Eisaufbruch sowie die glatte Abführung des Eisganges erleichtert werden würde. Für die Grundeisbildung hingegen ist das Wandern

der Sandbänke von untergeordneter Bedeutung. Der Eintritt des Eisstandes hängt in erster Linie von den Temperaturverhältnissen und dem Wasserstande ab und wird wesentlich durch die Eisverhältnisse in der Mündung beeinflusst. Der Eisstand entwickelt sich vielfach von der Mündung stromauf, kann aber auch an jeder anderen Stelle auftreten.

Die Eisdecke, die sich bei niedrigem Wasser an den Sandbänken und auf den flachen Übergängen bildet, ist meist nur dünn und leicht aufzubrechen. Tritt der Eisstand bei starkem Frost und niedrigem Wasser an mehreren Stellen zugleich ein, so bilden sich eisfreie Wasserflächen (Blänken) von zuweilen mehreren Kilometern Länge, die dem guten Fortschreiten der Eisbrecharbeiten sehr zustatten kommen. Hierbei spielt die Wegverlängerung um die Sandbänke herum, die z. B. im Bezirk des Wasserbauamts Culm  $3\frac{1}{3}$  vH. beträgt, keine nennenswerte Rolle. Auch der Abgang des Eises wird durch die Sände nicht wesentlich behindert. Bevor das Wasser die Bühnen und die tiefer liegenden Sände nicht überströmt, ist Eisgang kaum möglich, weil die Eisdecke, die sich gewöhnlich bei niedrigen Wasserständen gebildet hat, von den Bühnen festgehalten wird und nur geringe Bewegungen ausführen kann. Werden die Bauwerke überströmt, so geht der Eisgang meist glatt vonstatten. Zur Verhütung von Gefahren bei Abgang des Eises hat sich bis jetzt eine starke Eisbrecherflotte, wie sie an der Weichsel vorhanden ist, mit der es möglich ist, den künstlichen Eisaufbruch möglichst weit stromauf vorzutreiben, als bestes Mittel bewährt. Die Erfahrungen des Winters 1916/1917, der nach einer Reihe verhältnismäßig warmer Winter den Weichselstrom für einige Wochen mit Eis bedeckte, haben dieses wiederum besonders auffallend bestätigt. Trotz der bedeutenden Eismassen, die dem preußischen Teil des Stomes von oben zugeführt wurden, ist nirgends eine Eisstopfung von beachtenswertem Umfange beobachtet worden.

Auf den Ablauf und die Höhe des Hochwassers würde die durch ein Festlegen der Sandbänke erzielte Vertiefung der Übergänge freilich nur von geringer Bedeutung sein, weil im Verhältnis zu der geringen Querschnittszunahme das durch

die vorschriftsmäßig 1000 m voneinander entfernt liegenden Deiche begrenzte Hochwasserbett viel zu gewaltig ist. Eine Beseitigung des Wanderns der Sandbänke und die damit im ursächlichen Zusammenhange stehende Festlegung und Vertiefung der Übergänge würde ganz besonders der Schifffahrt zum Vorteil gereichen, weil hierdurch die preußische Weichsel eine leistungsfähigere Wasserstraße werden würde.

Da in dem Verhalten der Übergänge sich der Ausbauzustand eines Stromes am trefflichsten widerspiegelt, so liefern die Ergebnisse von Längspeilungen, durch die ein genaues Bild von dem Talweg eines Stromes erhalten wird, ein vorzügliches Beobachtungsmittel zur Beurteilung der durch die Regelung erzielten Fortschritte. Solche Längspeilungen, bei denen die Lage und Höhe der Fahrrinne aufgenommen wird, werden von der Weichselstrombauverwaltung seit 1901 alljährlich mit der Stecherschen selbsttätigen Peilvorrichtung (Zentralbl. d. Bauverwalt. 1899 S. 568) von der Landesgrenze bis zur Ostsee ausgeführt. In Abb. 1 u. 2 Bl. 2 sind die besonders kennzeichnenden Peilergebnisse der beiden Jahre 1903 und 1904 untereinandergestellt. Das wasserreiche Jahr 1903, dessen mittlerer Jahreswasserstand + 2,47 m a. P. Kurzebrack betrug, weist eine bedeutend ungünstigere Höhenlage der Sohle in der Fahrrinne auf als das darauf folgende wasserarme Jahr 1904 mit einem mittleren Jahreswasserstand von nur + 1,10 m a. P. Kurzebrack. Die Hochwassermassen des Jahres 1903 haben eben eine starke Sinkstoffbewegung zur Folge gehabt, während die niedrigen Wasserstände des Jahres 1904 ein kräftiges Auslaufen der Übergänge bewirkt haben. In Zeiträumen von je zehn Jahren werden die Ergebnisse dieser Längspeilungen zusammengefaßt, um aus dem Vergleich der Durchschnittswerte Schlußfolgerungen auf die Ausbaufortschritte ziehen zu können. Nach dem Durchschnitt des Jahrzehnts 1901—1910 weisen hiernach von den 204 Übergängen, die auf der Strecke von der Landesgrenze km 0 bis km 212 (Rothebude) vorhanden waren, 134 Übergänge Fehltiefen, d. h. Mindertiefen gegen das Ausbauziel von 1879 auf; ihre mittlere Größe schwankt zwischen 0,43 m und 0,70 m je nach dem Wasserreichtum der einzelnen

Jahre. Im Durchschnitt des erwähnten Jahrzehnts beträgt die mittlere Größe der Fehltiefen 0,58 m (vgl. Text-Abb. 1 bis 4). Nach einer anderen auf Grund von Handpeilungen der Fahr- rinne durch die Strommeister angestellten Untersuchung ist das Ausbauziel von 1879 unterhalb Pieckel schon vor dem Nogatabschluß erreicht gewesen, während auf der Strecke oberhalb Pieckel bis zur Landesgrenze bei M. W. (Mittelwasser)

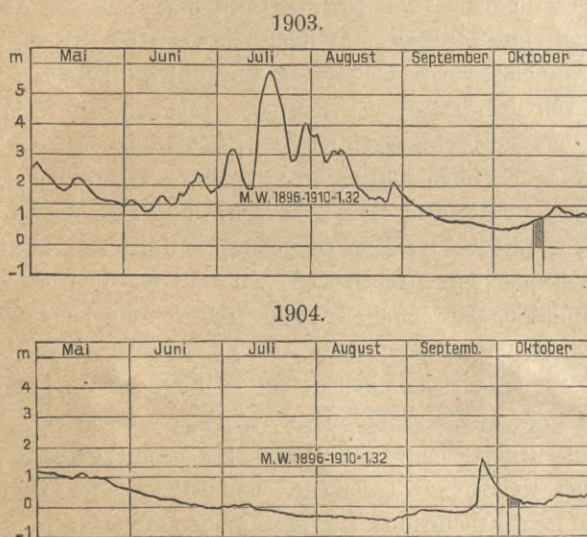


Abb. 1. Verlauf der Wasserstände nach dem Pegel in Thorn  
1903 und 1904.

im Mittel mehrerer Jahre 0,76 m und bei M. N. W. (Mittel- niedrigwasser) desgleichen 0,51 m fehlen.

Aus einer bei der Weichselstrombauverwaltung seit 1886, also zwei Jahre nach ihrer Begründung, geführten Statistik über die Ladefähigkeit der Weichselschiffe auf Grund der gepeilten Fahrwassertiefen kann gefolgert werden, daß in dem Zeitraum 1900 bis 1909 nur an 129 Tagen der zu 267 Tagen bemessenen Schifffahrtdauer ein Befahren der Weichsel mit voller Ladung der Schiffsgefäße, d. h. mit 1,47 m Tiefgang möglich gewesen ist. Das maßgebende 400 t-Schiff, wie es auf den östlichen Kanälen verkehrt, hat bei einer Länge von 55 m und einer Breite von 8 m einen Tiefgang von 1,40 m.

Abb. 2 bis 4. Fehltiefen auf den Übergängen der Weichsel  
1901 bis 1910.

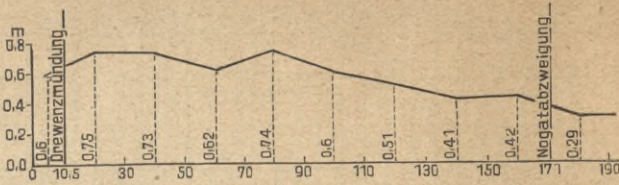


Abb. 2. Mittlere Größe der Fehltiefen in den einzelnen Stromabschnitten im Durchschnitt 1901 bis 1910.

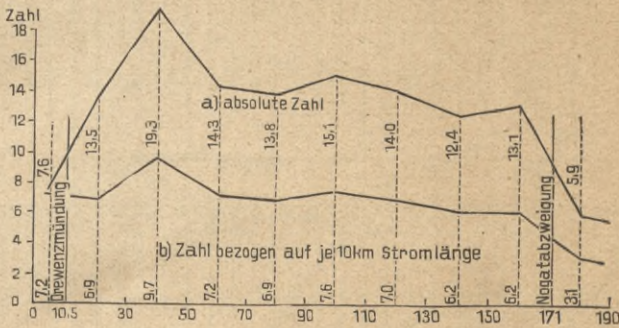
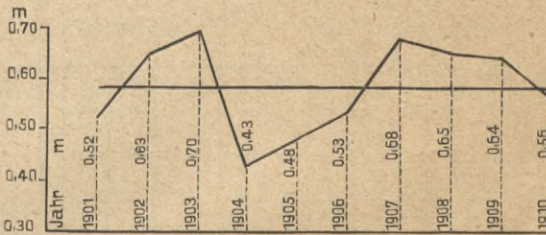


Abb. 3. Mittlere Zahl der Fehltiefen in den einzelnen Stromabschnitten im Durchschnitt 1901 bis 1910.



1901 bis 1910 = 0,58 m.

Abb. 4. Mittlere Größe der Fehltiefen von km 0 bis 212 in den einzelnen Jahren.

Bei nicht kanalisierten Strömen ist für die Tragfähigkeit der Schiffsgefäße lediglich der Tiefgang, dem die Schiffsform angepaßt werden kann, bestimmend. Die Weichsel war daher an den vorerwähnten Tagen auch für größere Schiffe bis zu 600 t und mehr befahrbar. Zurzeit wird die Tragfähigkeit der Weichsel-schiffe für einen Verkehr nach Danzig durch die Abmessungen

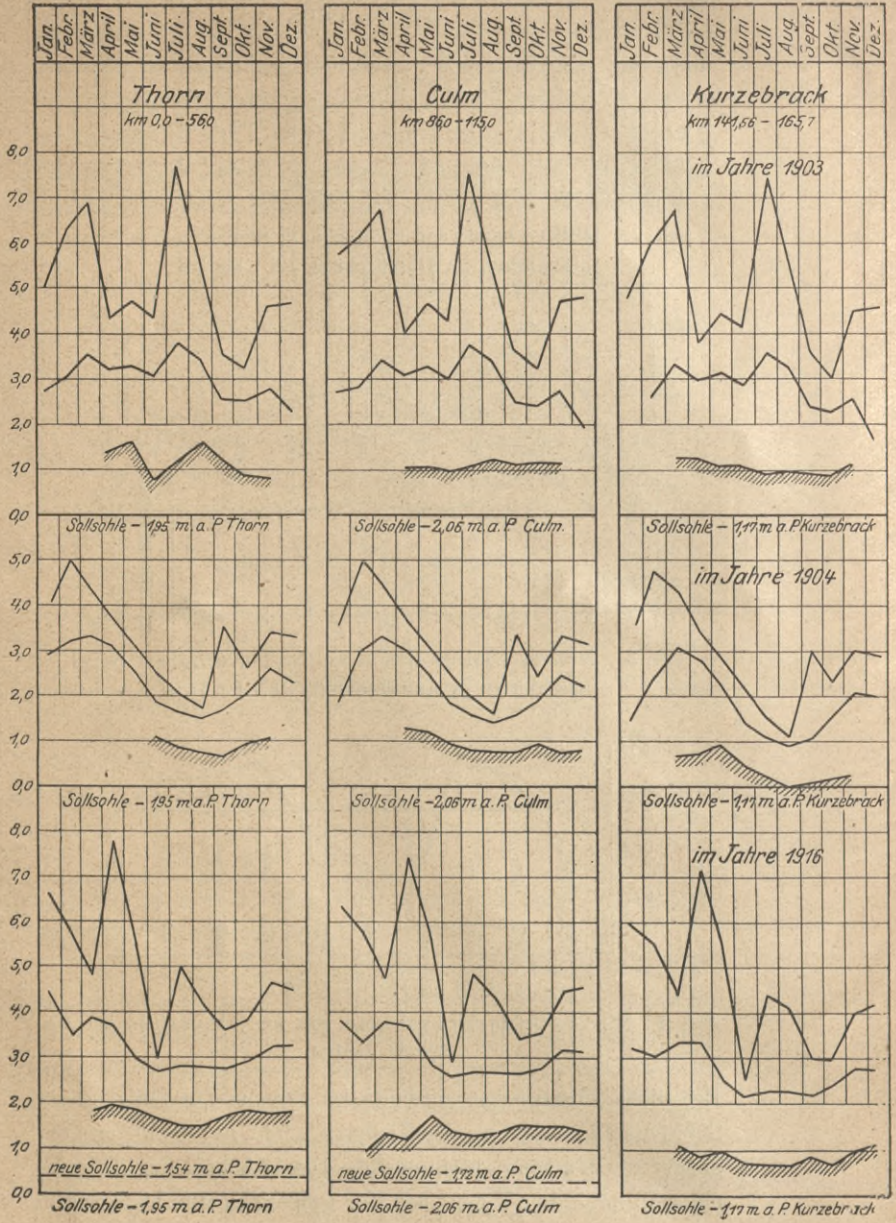
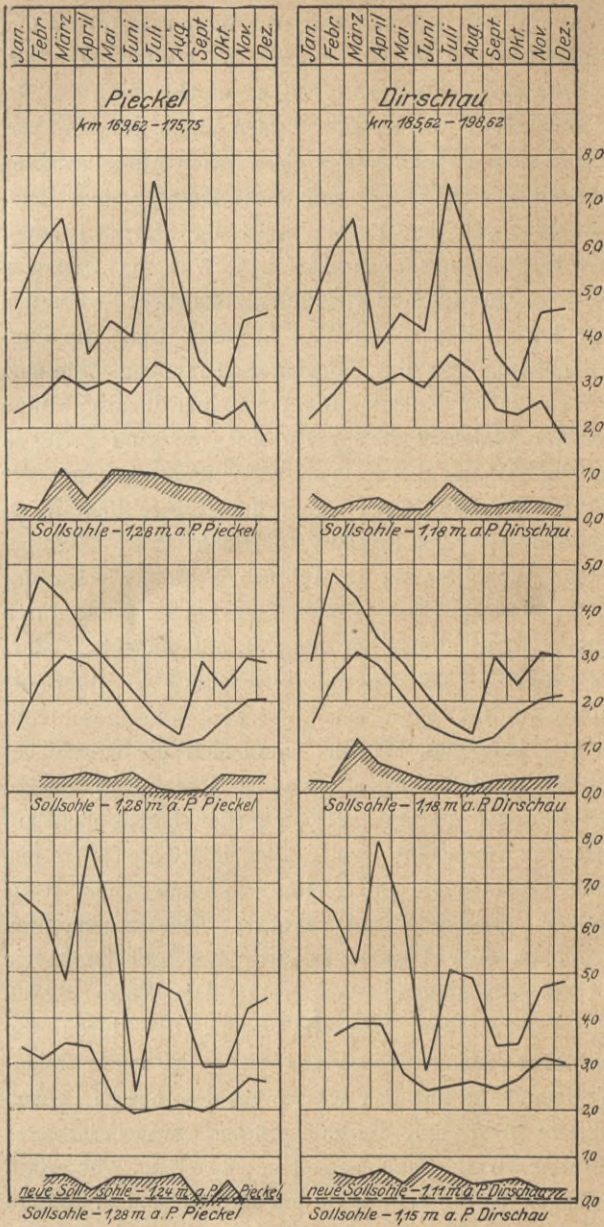


Abb. 5. Höchste und niedrigste Monatswasserstände nebst Höhenlage der flachsten





Stellen der Fahrrinnen in den Pegelbezirken.

der Einlager Schleuse begrenzt, die bei einer nutzbaren Kammerlänge von 61 m eine nutzbare Breite von 12,50 m und eine Drempeltiefe von 2,50 m unter M.W. besitzt (vgl. Zeitschrift f. Bauwesen, Jahrg. 1897 Bl. 47 u. 48).

Bedeutend zwar vorstehende Zahlen einen für die verhältnismäßig kurze Zeitdauer der eigentlichen Ausbaurbeiten bemerkenswerten Erfolg, so muß demgegenüber doch festgestellt werden, daß das Regelungsziel der Weichsel leider als noch nicht erreicht anzusehen ist. Was die Ursachen anbetrifft, welche die geschilderten, die Schifffahrt erschwerenden Übelstände hervorrufen, so sind es in erster Linie die wandernden Sandbänke mit ihren Begleiterscheinungen. Sie sind auf den verwilderten Zustand des polnischen unausgebauten Oberlaufes der Weichsel zurückzuführen; nur zum geringen Teil stammen sie aus den Kolken, als Folgeerscheinung der Umgestaltung der Sandbänke durch die größere Räumungskraft (Schleppkraft) des Stromes bei Hochwasser. Solange die Ufer in Polen derartig in Abbruch liegen, wie es der Augenschein lehrt und wie es neuerdings zahlenmäßig durch die Ufergelände-Aufnahmen bewiesen ist, müssen — besonders bei Hochwasser — ganz gewaltige Sandmassen über die Landesgrenze in die preußische Weichsel hineingeschleppt werden. Bei fallendem Wasser lagern sich die Geschiebemengen hauptsächlich dort ab, wo die Geschwindigkeit zu ihrer Fortbewegung nicht ausreicht. Hier bilden sich auf den Verbindungsstrecken zweier benachbarten Tiefstellen, den Kolken, die also die Strommittellinie unter einem mehr oder weniger spitzen Winkel kreuzen, die sogenannten Geschieberücken oder Pässe. (An der Weichsel liegen sie 900 bis 1000 m voneinander entfernt.) Die Kolke bilden gleichsam Wasserbecken oder Haltungen, die durch die Geschieberücken voneinander getrennt sind. Bei weiter fallendem Wasserstande strömt das Wasser aus dem oberen Becken in das untere über den Geschieberücken, wobei letzterer grundwehrartig wirkt. Daher entstehen bei kleinem Wasser auf den Übergängen Gefällbrechpunkte mit anschließendem starken Gefällverhältnissen. Da aber bei weiter fallendem Wasserstande auch der Durchflußquerschnitt auf den Übergängen infolge

der immer stärker werdenden Einengung durch die Sandbänke ständig kleiner wird, so muß hier eine Vergrößerung der Geschwindigkeit des Wassers eintreten, und das fallende Wasser ein entsprechendes Ausspülen, also eine Vertiefung der Stromsohle an diesen Stellen des Flußbettes zur Folge haben. Das ist die auch dem Schiffer ganz bekannte Erscheinung des Auslaufens der Übergänge bei kleinem Wasser. Damit ist es zu erklären, daß die schlechtesten Stellen im Fahrwasser ihren Ort oft ändern und daß bei einer längeren Dauer von Niedrigwasserständen das Fahrwasser sich ständig bessert. Die ausgelaufene Fahrrinne wird von dem nächsten Hochwasser wieder zugeworfen und bei fallendem Wasser wiederholt sich dasselbe Spiel. Der geschilderte Vorgang, der durch Text-Abb. 5 veranschaulicht wird, spiegelt sich recht deutlich wieder in den Peilerggebnissen der Jahre 1903 u. 1904 im Pegelbezirk Kurzebrack. Dort waren in dem besonders wasserreichen Jahre 1903 auf den Übergängen Fehltiefen von rd. 1 m vorhanden, während in dem folgenden wasserarmen Jahre 1904 die von Februar ab ständig fallenden und in den einzelnen Monaten nur geringen Schwankungen unterworfenen Wasserstände ein Auswaschen der Stromsohle auf den Übergängen in der Weise bewirkten, daß im Monat August die Höhenlage der Sollsohle erreicht, also keine Fehltiefe mehr festgestellt wurde. Als dann im September der Wasserstand zu steigen begann, höhte sich entsprechend die Sohle auf den Schwellen wieder auf. Auch in den andern Pegelbezirken läßt sich diese Vertiefung der Übergänge bei längerem Niedrigwasser deutlich verfolgen. Besonders bemerkenswert hinsichtlich der Abflußverhältnisse ist das Jahr 1917. Nach einem recht hohen und lange andauernden Frühjahrshochwasser fiel der Wasserstand derartig schnell, daß bereits am 1. Juli der mittlere Niedrigwasserstand erreicht war. In dieser Höhe haben sich dann die Wasserstände, von ganz unbedeutenden Schwankungen abgesehen, ständig gehalten. Das sonst regelmäßig auftretende Sommerhochwasser blieb vollständig aus. Die lange Dauer der niedrigen Beharrungswasserstände bot daher eine seltene und besonders günstige Gelegenheit, die Fahrwassertiefen auf den Übergängen

fortgesetzt zu beobachten. Hierbei ergab sich nun die bemerkenswerte Tatsache, daß in der 250 m breiten Stromstrecke die geringste Fahrwassertiefe rd. 1 m größer war als in der 375 m breiten Stromstrecke. Während nämlich in der letzteren Strecke diese Tiefe zu 0,90 m, bisweilen auch 1 m gepeilt wurde, stellte sich auf der Strecke mit 250 m Regelbreite bei nahezu gleichbleibender Wasserführung unter der Einwirkung des schmäleren Querschnitts eine Wassertiefe auf den schlechtesten Stellen im Fahrwasser zu 1,90 m, meistens zu 2 m ein.

Die unregelmäßig, häufig und heftig auftretenden Hochwasser, deren Richtung an den meisten Stellen mit der des Mittel- und Niedrigwassers nicht übereinstimmt, verwischen durch die mitgeführten Sinkstoffe, die sie bei fallendem Wasser und abnehmender Schleppkraft in das Mittelwasserbett „schütten“, den jedesmaligen Stromstrich, der dann anders aussieht wie vorher. Es ist daher zu unterscheiden zwischen einer Geschiebebewegung des Hochwassers und der im Stromschlauch bei niedrigeren Wasserständen vor sich gehenden Geschiebebewegung auf der Oberfläche der Sandbänke. Um die Geschiebemengen fortzubewegen und allmählich zur Ostsee abzuführen ist eine gewisse Schleppkraft des Stromes erforderlich. Diese reicht zur Schaffung guter Schiffahrtverhältnisse nicht aus, da sie zu einem hinsichtlich der Lage und Tiefe der Übergänge für die Schiffahrt unbefriedigenden Ergebnis geführt hat. Zur Vergrößerung der Räumungskraft ist es daher nötig, dem Strome Hilfen zu geben, d. h. ihn in einen anderen Ausbauzustand zu versetzen, damit er die Sandmassen zweckmäßig umlagert und unschädlich abführt.

Bevor auf die Mittel zum weiteren Ausbau des Stromes näher eingegangen wird, seien zur Beleuchtung der gewaltigen Sandführung der Weichsel einige Beispiele angeführt. Nach Ablauf von hohen und niederen Hochwässern — die Abflußmenge der Weichsel beträgt bei dem höchsten bisher beobachteten Hochwasser (H.H.W.) 9300 cbm/Sek., bei einem mittleren Hochwasser (M.H.W.) 3390 cbm/Sek. — zeigen sich besonders auf den ausgebauten Vorländern gewaltige Sandmassenablagerungen, deren Beseitigung zur Erhaltung des

vorgeschriebenen Hochwasserquerschnitts in den einzelnen Jahren bedeutende Kosten verursacht. Ganz besonders umfangreich sind die durch das Frühjahrhochwasser 1917 bewirkten Sandmassenablagerungen. Der aus dem Oberlauf der Weichsel stammende Sand- und Schlickfall, der nach jedem Hochwasser besonders auf den mit Weidenstrauch bestandenen Vorländern festzustellen ist, besitzt bisweilen mehrere Zentimeter Stärke. Im Jahre 1912 wurde bei dem Frühjahrhochwasser der Schlickgehalt des Weichselwassers bei Thorn zu überschlägig 300 g für 1 cbm Wasser ermittelt. Nach einer während eines Sommerhochwassers im Jahre 1913 ausgeführten Peilung sind auf einer 2 km langen Stromstrecke etwas oberhalb der Münsterwalder Brücke in acht Tagen rd. 69000 cbm Sand im Strombett vorübergehend zur Ablagerung gelangt. Auf Grund der Untersuchungen über die Sandablagerungen vor der Weichselmündung bei Schiewenhorst sind von der Eröffnung des Nehrungsdurchstiches bis zum Nogatabschluß (1895 bis 1914) im Jahre durchschnittlich 576000 cbm Sand auf einer Beobachtungsfläche von rd. 1730 ha vor der Mündung angeschwemmt, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß ein Teil der von oben zukommenden Sandmassen durch die Nogat dem Frischen Haff zugeführt ist, und daß in den Jahren 1905 bis 1915 durchschnittlich jährlich 430000 cbm, im Sommer 1914 nach dem wasserreichen Jahre 1913 sogar 713000 cbm (in Prähmen gemessen) zwischen den Molen und auf der Barre vor der Mündung gebaggert wurden.

Welchen Einfluß die Hochwasser auf die Geschiebebewegung auszuüben vermögen, geht sehr deutlich aus den Tiefenplänen einer von km 140 bis 148 reichenden Beobachtungsstrecke hervor, die zur Erforschung der Sandwanderung seit dem Jahre 1897 jährlich sorgfältig verpeilt wird. Aus den zwischen N.W. und M.W. gepeilten, rd. 100 m auseinanderliegenden Querschnitten werden Tiefenpläne hergestellt, die eine jährliche Wandergeschwindigkeit der Sandbänke von rd. 500 m erkennen lassen (Abb. 2 Bl. 1). Dahingegen lieferte die vorhin erwähnte Hochwasserpeilung, bei der während des Verlaufes einer Hochwasserwelle täglich eine

*Handwritten note:*  
 Handwritten text, possibly a signature or note, written in cursive script.

Strecke von 2 km verpeilt wurde, durch Vergleich des ersten und letzten Tiefenplanes eine viermal so große Wandergeschwindigkeit von 2000 m/Jahr.

Die an der Weichsel noch der Lösung harrende Hauptaufgabe muß dahin aufgefaßt werden, Mittel und Wege zu finden, um die Übergänge festzulegen und weiter zu vertiefen. Schon im Jahre 1889 wurde in einem Bericht der Weichselstrombauverwaltung an den Minister der öffentlichen Arbeiten darauf hingewiesen, daß, wenn es gelänge, die Pässe, deren Höhenlage für die Schifffahrt maßgebend sei, auf irgend eine Weise zu verbessern, die Weichsel eine Schifffahrtstraße von ganz besonderer Güte sein würde. Damals war man sich über die Mittel und die Bauweise, mit der sich diese Verbesserung erreichen ließ, noch nicht klar. Jetzt, etwa zwanzig Jahre nach dem Beginn einer streng wissenschaftlichen Erforschung der Weichsel, sind die zur Erkenntnis des Stromes und zur Erfassung seiner Eigenförmlichkeiten eifrig betriebenen geometrischen und hydro-metrischen Arbeiten und die darauf sich gründenden hydrologischen Untersuchungen zu einem gewissen Abschluß gelangt.

Das Festlegen der Übergänge und ihre Vertiefung erscheint wohl möglich, wenn auch gerade die Verhältnisse an der Weichsel eine derartige Aufgabe erschweren. Was zunächst die Vertiefung anbetrifft, so findet man in weiten Kreisen häufig die Ansicht, daß umfangreiche Baggerungen als wirksamstes Mittel angewendet werden könnten. Mit Baggerungen ist jedoch an der Weichsel, wo das geringste Wachswasser die durch Baggern erzielte Wirkung verwischt, nichts Dauern-des zu erreichen. Baggerungen sind aber im allgemeinen zwecklos und nur im Mündungsgebiet zur besseren Abführung des Eises nützlich, allenfalls auch dort, wo Kiesbänke und Steinablagerungen den Strom hindern, selbst eine Vertiefung der Übergänge zu schaffen. Durch Baggern sind nur vorübergehende Wirkungen zu erzielen und auch nur durch Geräte von großer Leistungsfähigkeit, weil bei der großen Breite der Weichsel und der Mächtigkeit der Sandfelder die zu bewegendenden Sandmassen sehr erheblich sind. Gänzlich

ausgeschlossen erscheint daher nach den Erfahrungen an der Weichsel die neuerdings in den Fachschriften empfohlene Verwendung von Handbaggern, mittels deren der Sand von geeigneten Fahrzeugen aus aufgerührt wird. Ein Versuch, auf diese Weise den gebaggerten Sand zum Ausfüllen der Kolke zu verwenden, wird nie gelingen. Es läßt sich nicht erreichen, daß der Strom, nachdem er sich seinen Gleichgewichtszustand mit Sänden und Kolken geschaffen und dabei den verhältnismäßig festgelagerten Sand der Sohle fortgeführt hat, den gelockerten Baggerboden in den Kolken liegen läßt. Die den Baggern zur Verfügung stehende Arbeitszeit ist zudem meist kurz, da sie erst bei geeigneten stetigen oder fallenden Mittel- und Niedrigwasserständen beginnt und ein Baggern beim Steigen des Wassers gewöhnlich zwecklos wird. Nach den Pegelbeobachtungen in dem zehnjährigen Zeitraum von 1905 bis 1914 hätte es sich nur in fünf Jahren gelohnt, Baggerarbeiten vorzunehmen, d. h. nur in fünf Jahren wäre an etwa 100 Tagen hintereinander (86 bis 164 Tage) ein zum Baggern geeigneter Wasserstand, bei fallendem Mittelwasser und darunter, gewesen. In den andern Jahren trat nach kurzen Mittel- und Niedrigwasserzeiten Hochwasser ein, bei dem Baggerungen nicht möglich sind wegen der in stetiger Bewegung befindlichen Strombetten. Als hindernder Umstand tritt noch hinzu, daß die feineren Teile des Weichselandes bei jeder Arbeitspause unterhalb der Bagger sich ablagern, so daß der Bagger bei Beginn neuer Tätigkeit sich wieder freiarbeiten muß. Mit Baggerungen sind schon vielfach an der Weichsel Versuche gemacht worden! Bei einer Baggerung im Bezirk des Wasserbauamts Culm trat nach elf Tagen Hochwasser ein; die Arbeit mußte eingestellt werden. Nach kurzer Zeit war die ausgebagerte 25 m breite Rinne wieder von Sand verschüttet. Die Arbeit war also vergebens gewesen. Eine im Dirschauer Bezirk zur Verbesserung eines Stromüberganges gebaggerte Rinne, wodurch die Tiefe von 1 m auf 1,40 m vergrößert wurde, war nach 14 Tagen wieder zugesandet. Im Jahre 1912 wurde mit einem Spülbagger der Versuch gemacht, die Einfahrt zum Thorner Holzhafen freizubaggern. Es gelang nicht, weil der

Sand immer wieder in die Baggerinne getrieben wurde. Eine bald darauf eintretende Hochwasserwelle brachte den vor der Mündung liegenden Sand weiter stromab und machte den Hafeneingang frei.

Aus den Tiefenplänen der Beobachtungsstrecke, km 140 bis 148, ergibt sich, daß im Durchschnitt der Jahre 1910, 1911 und 1912 von der gesamten 8 km langen Strombettfläche 60 vH. derartig mit Sand bedeckt waren, daß auf ihnen bei M.W. Wassertiefen von weniger als 3 m vorhanden waren, d. h. über der nach dem Ausbauziel angenommenen Sollsole lagen.

Eine überschlägige Berechnung ergibt nach der Peilung des Jahres 1916 für die Strecke km 140 bis 144 die über der 3 m-Tiefenlinie-Sollsole liegende Sandmasse auf 1 km Länge zu rd. 203500 cbm, das ist für die Weichsel von der russischen Grenze bis Pieckel — km 171 — eine Gesamtmasse von rd. 34,8 Mill. cbm. Dem stehen auf derselben Strecke, km 140 bis 144, Kolke mit einem Inhalt von 244100 cbm/km gegenüber. Legt man für dasselbe Jahr die 3,50 m-Tiefenlinie zugrunde, so stehen auf 1 km rd. 317000 cbm Sand einem Kolkinhalt von 187500 cbm gegenüber. Nach beiden Massenermittlungen würde ein Ausgleich zwischen den Sandmassen einerseits und den Kolkinhalten andererseits herbeigeführt werden, wenn die nach dem bisherigen Ausbauziel auf 3 m liegend angenommene Sollsole auf 3,12 m gelegt wird. Der oben angeführte Überschlag gibt eine Vorstellung von den Massen, die zur Erreichung des Zieles mittels Baggerung zu beseitigen wären.

Bei solchen Massen eine Umgestaltung des Strombettes durch Baggermaschinenkräfte, auch wenn sie noch so stark wären, zu bewältigen, hieße eine Sisyphusarbeit verrichten. Da müssen die in der Natur des Stromes schlummernden, nach den Gesetzen der Schwere wirkenden Kräfte in der Weise nutzbar gemacht werden, daß sich zur Erzielung des notwendigen Beharrungs- und Gleichgewichtszustandes die durch die Schwerkraft erzeugte Strömung und der Reibungswiderstand an Flußsole und Ufer die Wage halten. Es muß also die Arbeit der Geschiebebewegung und der Reinhaltung



des Flußbettes dem Strome selbst gewissermaßen aufgebürdet werden, und zwar durch zweckmäßige Umformung des Durchflußquerschnittes hauptsächlich im Niedrigwasserbett. Eine richtig ermittelte Regelbreite des Mittelwasserbettes hat jedoch die Hauptgrundlage zu bilden. Durch einen derartigen richtigen Querschnittsausbau, für den also die Forderung aufgestellt werden kann: „Zweckmäßiger Umbau in Verbindung mit weiterem Vorbau“ wird bewirkt, daß der Strom bei fallendem Wasser stets den seiner Wasserführung entsprechenden Querschnitt vorfindet und ihm von seiner Abführungsfähigkeit nichts genommen wird. Niedrigwasserwerke allein versprechen keinen Erfolg, da der Strom sich erfahrungsgemäß um derartige Werke nicht kümmert. Man muß daher die Umformung mindestens bis zur Bauwerkshöhe, d. h. bis zu den Kronen der Ausbauwerke — etwa 0,30 m über M.W. — ausdehnen, will man eine den gesteigerten Anforderungen der Schifffahrt entsprechende Schifffahrtstraße erhalten. Hierbei wird sich eine Einschränkung der jetzt vorhandenen Regelbreite von 375 m voraussichtlich nicht umgehen lassen. Die neue Spiegelbreite und Ausbauform der Strombauwerke müssen so gewählt werden, daß sie in richtigem Verhältnis zu der ungedeckten, von der Schleppkraft angreifbaren und daher möglichst gering zu gestaltenden neuen Sohlenbreite stehen, und daß wesentliche Änderungen in den Gefällverhältnissen, die nachteilige Folgen für die Landeskultur der angrenzenden Niederungen haben könnten, vermieden werden.

Daß von Niedrigwasserwerken allein nicht viel zu erhoffen ist, dafür seien einige Beispiele ausgeführter Versuchsbauten angeführt: Im Jahre 1903 wurde im Bezirk des Wasserbauamtes Thorn am linken Stromufer bei km 40 ein Niedrigwasser-Längswerk in einer Länge von 730 m errichtet, das bei niedrigen Wasserständen die Strombreite zwischen den Streichlinien um 125 m, also von 375 m auf 250 m einschränkte. Die Krone des aus Sinkstücklagen hergestellten Werkes wurde mit Rücksicht auf die Schifffahrt auf + 0,50 m a. P. Thorn, d. i. 0,90 m unter M.W. angeordnet. Die Wirkung des Werkes ist neun Jahre hindurch bis 1912 durch

sorgfältige Peilungen beobachtet worden. Der damit angestrebte Zweck, eine gleichmäßigere größere Wassertiefe zu erreichen, gelang nicht. Eine Einwirkung auf die Sandwanderung wurde nur insofern erreicht, als die Übergänge eine etwas gestrecktere Form annahmen und die Wandergeschwindigkeit des Sandes sich von 450 m auf 564 m durchschnittlich im Jahre vergrößerte.

Auch mit Niedrigwasserquerwerken sind bereits vor zehn Jahren von der Strombauverwaltung Versuche gemacht worden. In jedem Bauamtsbezirk wurden vor einzelnen Buhnen, und zwar entweder an dem rechten oder an dem linken Ufer, sogenannte Versuchsbuhnen vorgebaut, die aus 1:20 geneigten, an die Berme der Buhnen, also in Höhe von + 0,90 m a. P. Kurzebrack, sich anschließenden etwa 30 bis 40 m in das Niedrigwasserbett hineinragenden Vorlagen aus Sinkstücken bestanden. Da ein sicherer Einfluß dieser kopfschwellenartigen Unterwasserbuhnen auf die allgemeine Sandwanderung der Weichsel nicht zu erkennen war, wurden die für einen Strom wie die Weichsel freilich mit unzulänglichen Mitteln und daher in zu geringer Ausdehnung durchgeführten Versuche, auch weil ihre weitere Verfolgung für den Erfolg viel zu teuer war, im Jahre 1911 wieder eingestellt.

Aber auch auf einer längeren Probestrecke und an beiden Ufern angewendet, würde die Anlage von Kopfschwellen allein nach diessseitiger Ansicht einen sichereren Erfolg kaum verbürgen. Durch tiefliegende Kopfschwellen läßt sich der Querschnitt nicht so umgestalten, daß der Strom bei fallendem Wasser stets den seiner Wasserführung entsprechenden Querschnitt vorfindet. Eine größere Einschränkung der Sohle gegenüber derjenigen der Spiegelbreite empfiehlt sich allerdings, um den gegen Angriff des Wassers nicht gesicherten Teil des Flußbettes möglichst schmal zu gestalten. Soll aber auf die Bewegung der Sinkstoffe ein merklicher Einfluß ausgeübt werden, so müssen die Wassermassen auch schon bei Mittelwasser mehr als jetzt zusammengehalten, es muß also schon in dieser Höhe eine gewisse Einschränkung der Regelbreite vorgenommen werden. Die Festsetzung des Maßes der erforderlichen Einschränkung muß eingehenden hydrometri-

schen Erhebungen und hydraulischen Berechnungen vorbehalten bleiben. Nach dieser Richtung hin sind sorgfältige wissenschaftliche Untersuchungen bei der Strombauverwaltung schon seit längerer Zeit im Gange, die leider durch den Krieg eine Unterbrechung und Verzögerung erfahren haben.

Als Anhalt für die Breitenbemessung können die drei verschiedenen Hauptabschnitte der preußischen Weichsel dienen. Die Stromstrecke von der Landesgrenze (km 0) bis zur Drewenzmündung (km 10,5) hat nämlich 300 m Regelbreite, d. i. die Entfernung der beiderseitigen Streichlinien (Korrektionslinien) voneinander in Kronenhöhe der Regelungswerke. Die anschließende Strecke bis zur Nogatabzweigung (km 171) weist 375 m und die Strecke der ehemals geteilten Weichsel bis km 216,5 250 m Regelbreite auf. Von km 216,5 ab verbreitert sich der Strom trompetenartig bis auf 450 m in der Mündung am Ende der Dünen. Die erwähnten drei Stromstrecken weisen naturgemäß hinsichtlich des Abstandes der Übergänge und des Verhaltens der Fehltiefen auf den letzteren wesentliche Abweichungen auf (Abb. 2 bis 4 Bl. 1). Besonders zeigt es sich in der untersten Stromstrecke, in der nach dem Nogatabschluß im Februar 1915 die gesamte Wassermenge der Weichsel durch einen Querschnitt von bedeutend geringerer Regelbreite abgeführt werden muß. Während vor dem Abschluß der Nogat in der sog. „Geteilten Weichsel“ bei M.W. 840 cbm/sek. und bei M.N.W. 468 cbm/sek. abgeführt wurden, gelangen jetzt bei M.W. 1010 cbm/sek. und bei M.N.W. 520 cbm/sek. zum Abfluß. Zur Beobachtung der Wirkungen des Nogatabschlusses wurde bereits im Jahre 1910 eine Beobachtungsstrecke von km 168 bis 178 eingerichtet, die seit dem Jahre 1911 regelmäßig mit der oberen Beobachtungsstrecke von km 140 bis km 148 zusammen verpeilt worden ist. Einen Vergleich der Peilpläne dieser Strecke mit denen der oberen Beobachtungsstrecke ergeben die Abb. 2 bis 4 Bl. 1. Der nach dem Nogatabschluß erstmalig aufgenommene Tiefenplan läßt die Wirkung deutlich erkennen. Die 3 m-Tiefenlinien (jetzige Sollsohle) am linken und rechten Ufer, die bisher wie auch jetzt noch oberhalb km 171 bis zur Landes-

grenze etwa alle Kilometer durch einen Paß, die Geschiebeschwelle, getrennt waren, haben sich ineinander verschlungen. Der Talweg hat sich wesentlich verbreitert. Die Übergänge sind ganz verschwunden. Da die 3 m-Tiefenlinien fast durchweg mit dem Ufer gleichlaufen, so ist in dem Querschnitt überall bei M.W. eine Wassertiefe von 3 m und darüber vorhanden. Auch der im Jahre 1916 aufgenommene Tiefenplan zeigt ein ähnliches günstiges Bild.

Die Stromstrecke von der Landesgrenze bis zur Drewenzmündung, wo also nur eine Regelbreite von 300 m vorhanden ist, weist dieselben Mißstände hinsichtlich der Sandbänke, der Kolke, des Pendelns des Stromstriches und der Fehltiefen auf den Übergängen auf. Die Übelstände treten allerdings etwas gemäßigter auf, sie würden vielleicht noch geringer sein, wenn die Hochwasserquerschnitte auf dieser Strecke nicht so ungünstig wären. Die geringere Wassermenge kann dabei keine Rolle spielen, denn die Drewenz besitzt eine Wasserführung von nur 25 cbm/sek. bei M.W. Bemerkt sei ferner, daß die seinerzeit vorgenommene Einschränkung der Strombreite von 375 bis herunter auf 300 m — an den Hafeneinfahrten bzw. Fährstellen bei Thorn, Brahemünde, Culm, Neuenburg, Kurzebrack und Mewe —, die freilich nur auf kurzen Strecken vorhanden ist, nicht die beabsichtigte Wirkung gehabt hat, die Strömung an diesen Stellen erheblich zu verstärken und die Versandung der Hafeneinfahrten und Fährstellen zu verhindern. Die Tatsache also, daß die Weichsel weder bei einer Regelbreite von 375 m, noch einer solchen von 300 m nicht imstande ist, eine den Ansprüchen der Schifffahrt genügende Fahrrinne auszubilden, beweist, daß zu einem Vorbauen noch ein Umbauen des Querschnittes, und zwar hauptsächlich durch Umformung des Niedrigwasserbettes und eine günstige Linienführung treten muß. Drei sehr bezeichnende Querschnitte der Peilung 1916 von der 375 m breiten, sowie der 250 m breiten Stromstrecke sind in Abb. 3 bis 8 Bl. 2 beigelegt. Auf ihnen ist auch der bisher angestrebte Querschnitt dargestellt. An dieser Stelle sei zum Vergleich erwähnt, daß der Flächeninhalt des tatsächlich vorhandenen Abflußquerschnittes, wie er sich als Mittelwert aus einer

großen Anzahl von Peilquerschnitten ergibt, für M.W. 1144 qm beträgt, während der Flächeninhalt des bisher angestrebten trapezförmigen Ausbauquerschnittes sich für den gleichen Wasserstand zu nur 1071 qm berechnet. Das Schlußergebnis der vorstehenden Ausführungen kann also dahin zusammengefaßt werden, daß die jetzt vorhandenen Nachteile der wandernden Sandbänke durch Niedrigwasserwerke in Verbindung mit einer entsprechenden Einschränkung beseitigt werden können. Für die Ausführung der unter M.N.W. anzuordnenden Kopfschwellen, auch Stromschwellen genannt, kann nur der an der Weichsel durchaus bewährte Sinkstückbau in Frage kommen. An der Oder, vielleicht auch an anderen Strömen, wird bisweilen für die Herstellung der Kopfschwellen folgende Bauweise angewendet: 4 bis 5 m lange und 12 cm starke Rundpfähle werden in der Weise eingerammt, daß sie in der Richtung des Stromes etwa 1,5 m, quer zum Strome rd. 1 m voneinander zu stehen kommen. Im Schutz der Pfähle wird eine dünne Packwerkklage, aus Vor- und Rücklage bestehend, in ganzer Länge des Bauwerks hergestellt, bewürstet und durch Aufbringen von Sand und Steinen auf die Flußsohle gesenkt. Nach Herstellung des Packwerks werden die Pfähle wieder ausgezogen. Wollte man diese Bauweise, wie neuerdings in den Fachschriften vorgeschlagen, auch an der Weichsel zur Anwendung bringen, so müßten die Pfähle viel stärker gewählt werden, weiter voneinander entfernt angeordnet und mit der Dampftramme eingeschlagen werden, damit sie nicht aussändern und umkippen. Dadurch wird das spätere Ausziehen sehr erschwert. Bei so hergestellten Vorlagen müßte ein Wald von Pfählen in das Strombett gerammt werden. Welcher Stau dadurch erzeugt wird und welche Folgen das hat, kann man sich vorstellen, wenn man bedenkt, daß die Vorlage eine Verlängerung der Buhne werden soll, vor der häufig ein mächtiger Kolk aufzutreten pflegt. Das Schlagen der Pfähle durch die Steinpackung der Buhnenköpfe wird, falls es überhaupt gelingt, große Schwierigkeiten bereiten. Infolgedessen würde eine dauerhafte Verbindung der Vorlage mit dem Buhnenkopfe gerade dort, wo sie besonders fest sein muß, nicht erreicht werden. Die Stromsohle würde

sich auch während des Baues der Vorlage vertiefen; immer größere Packwerkmassen würden erforderlich, der Bau wesentlich teurer werden, wenn man nicht vorzieht, die Sohle schleunigst mit Sinkstücken abzudecken. In diesem Falle ist es schon besser, gleich die ganze Vorlage aus Sinkstücken zu bauen; denn nur letztere schwere Bauweise gewährleistet nach den Erfahrungen an der Weichsel das feste Gefüge des Faschinenkörpers, welches erforderlich ist, um nicht nur eine dauerhafte Verbindung mit dem Bühnenkopfe zu erzielen, sondern auch der Kopfschwelle die erforderliche Widerstandsfähigkeit gegen Wasserdruck und vor allen Dingen gegen Eisstoß zu verleihen. Allerdings ist man hierdurch in der Wahl der Böschungsneigungen beschränkt, da man im Gegensatz zu der vorgenannten leichten Bauweise, bei der flachere Neigungen möglich sind, mit Sinkstücken genaue Unterwasserneigungen von nur 1:20 bis höchstens 1:25 herstellen kann. Solche Grenzneigungen genügen für den beabsichtigten Zweck indessen vollständig.

Zu steile Böschungen der Ausbauwerke erzeugen zwar an den Bühnenköpfen stellenweise Wirbelbewegungen und damit zusammenhängende Austiefungen der Sohle. Einen Einfluß auf die allgemeine Sandbewegung darf man ihnen jedoch nicht einräumen. Die Regelungswerke der Weichsel besitzen Böschungsverhältnisse von 1:5 bei den Querwerken, den Bühnen, und 1:3 bei den Längswerken, den Uferdeckwerken, und zwar sowohl in den „Geraden“ als auch in den „Krümmungen“. In den Geraden haben sich diese Neigungen durchaus bewährt. Auf der einbuchtenden Seite der Krümmung dürfte die Neigung der Bühnen von 1:5 aus baulichen Gründen beizubehalten, auf der ausbuchtenden Seite dagegen eine flachere Neigung am Platze sein, um die Schwerachse der Wassermassen mehr nach dem einbuchtenden Ufer zu verweisen und so die Ausbildung günstiger Tiefenverhältnisse zu unterstützen. An dem Auftreten der großen Kolke und der Entstehung der Sände tragen die steilen Böschungen der Strombauwerke sicherlich nicht die alleinige Schuld. Erwiesen wird diese Behauptung durch den Zustand der oberhalb und unterhalb des Barendter Deck-

werks sowie vor dem Deckwerk Stromkilometer 195 bis 199 gelegenen Stromstrecke, die nach den Beobachtungen seit dem Jahre 1901 die einzige Stelle der Weichsel ist, an der die Übergänge, von ganz geringen Schwankungen abgesehen, ständig festgelegt haben, also nicht die sonst überall beobachtete Neigung zum „Pendeln“ zeigen (Abb. 9 Bl. 2). Auch die Tiefen auf den Übergängen sind günstig gewesen. Das dürfte auf eine geeignete, an dieser Stelle der Natur des Stromes angepaßte Linienführung bei richtiger Breitenbemessung und günstiger Hochwasserführung zurückzuführen sein.

Unzweifelhaft besteht zwischen der Lage der Übergänge und der Linienführung des Stromes ein Zusammenhang, dem bei der Aufstellung eines allgemeinen Niedrigwasserregelungsentwurfs besondere Beachtung geschenkt werden muß. Die Stromstrecke km 195 bis 199 ist ein Beispiel dafür, welcher Wert einer ausreichenden Schlingelung mit richtigen Krümmungshalbmessern, bei der Zwischengerade von mehreren Kilometern Länge vermieden werden, für eine günstige Ausbildung der Fahrrinne beizumessen ist. Nur Krümmungshalbmesser, die zu der Regelbreite in dem richtigen Verhältnis stehen, an den durch Deckwerke geschützten Stromstrecken vielleicht sogar mit Übergangskurven zwischen den einzelnen Krümmungen, in Verbindung mit den oben besprochenen Bedingungen, bilden die sichere Gewähr für eine Fahrrinne, die hinsichtlich ihrer Lage und Tiefe allen Anforderungen der Schifffahrt gerecht wird.

### III. Versuchsstrecken.

Bei der Bewegung des Wassers in natürlichen Gerinnen, bei deren Erforschung man doch nur einfache Verhältnisse zugrunde legen kann, treten so viele Umstände in verwickeltem Zusammenhange auf, daß man sie durch Rechnung restlos nicht erfassen kann. Es ist daher durchaus erforderlich, die unsicher bleibende Rechnung durch Beobachtungen am Strome auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen. Der Ausbau einer hinreichend langen Versuchsstrecke, auf der der rechnerisch ermittelte Regelquerschnitt und die gewählte Linienführung erprobt wird, muß also den ersten notwendigen Schritt auf

dem Wege zu einem weiteren feineren Ausbau der Weichsel für Schifffahrtzwecke bilden. Hier muß genau geprüft werden, was man dem Strome ohne Schaden für die Landeskultur zumuten kann.

Der Erfolg der einzelnen verschiedenen Bauweisen wird dann eingehend beobachtet und durch besonders genaue und häufige Peilungen festgestellt werden können, so daß nicht nur sichere Grundlagen für den Ausbau des ganzen Stromes auf Niedrigwasser gewonnen werden, sondern auch durch Versuche sich das bedeutend höhere Ausbauziel ermitteln lassen wird, welches der Weichsel ohne gewaltsamen Eingriff in die Natur des Stromes gesteckt werden kann. Bei der Wahl der Versuchsstrecke wird aber an dem altbewährten Grundsatz, der nicht genug betont werden kann, festzuhalten sein, daß ein vornehmlich für die Zwecke der Schifffahrt durchzuführender Niedrigwasserausbau nur dann von dauerndem Erfolg begleitet sein kann, wenn die Grundbedingungen dazu erfüllt, das heißt die Mittelwasser- und Hochwasserregelungsarbeiten zum Abschluß gelangt oder wenigstens nahezu vollendet sind. Fallen dann sogar die Schwerachsen des Niedrig-, Mittel- und Hochwasserquerschnitts zusammen, so ist der vollkommene Regelquerschnitt erreicht. Wie wichtig die Herstellung eines wenigstens annähernd vollkommenen Regelquerschnittes für einen Strom ist, kann man an der Weichsel an mehreren Stellen beobachten. Überall dort, wo der Hochwasserquerschnitt zu dem des Mittelwassers ungünstig liegt, pflegen sich bei Niedrigwasser regelmäßig schlechte Fahrwassertiefen einzustellen. Wenn irgend möglich, muß der Strom unterhalb der Versuchsstrecke, auf der sicherlich mehr Sandmassen als früher in Bewegung geraten werden, so beschaffen sein, daß er die ihm zugeführten Sandmassen ohne Schaden aufnehmen und fortführen kann. Das Zusammenreffen sämtlicher für eine vollkommene Versuchsstrecke zu stellenden Bedingungen ist an der Weichsel an keiner Stelle zu erwarten. Man wird sich also für die Versuchsstrecke einen Stromabschnitt mit möglichst fertiggestellter Hochwasserregelung zwischen der Drewenzmündung (km 10,5) und Pieckel (km 171) aussuchen müssen, wird aber auch



zu überlegen haben, ob es nicht richtig ist, außerdem die schon mit 300 m Breite angelegte Strecke von der Drewenzmündung bis etwa 1 km unterhalb der polnisch-deutschen Grenze auszubauen. Der Ausbau ist zu empfehlen, weil er geringere Kosten verursacht und unterhalb der Drewenzmündung sich eine lange Krümmung anschließt, in der stets gute Tiefen zu sein pflegen. — Auch eine genaue Aufmessung der oben erwähnten Strecke bei Barendt, wo der Strom schon seit Jahren feste Übergänge besitzt, wird vorgenommen werden müssen, um daraus dem Strome die Bedingungen abzulauschen, unter denen er einen derartigen Zustand zu schaffen imstande ist.

Bei einem so wasserreichen Strome, wie die Weichsel es ist, erscheint eine bessere Schiffbarmachung dazu berufen, in der Zukunft für die wirtschaftliche Entwicklung des ganzen Ostens eine wichtige Rolle zu spielen. Die Niedrigwasserregelung der Weichsel wird daher sicherlich nach Friedensschluß bei den ständig wachsenden Anforderungen an die Schifffahrt eine Notwendigkeit werden, der sich die Staatsregierung nicht wird entziehen können. Auf das der Weichsel bisher fehlende Absatzgebiet wird infolge der durch den Krieg am Mittellaufe der Weichsel eingetretenen Umgestaltung der politischen Verhältnisse sicherlich zu rechnen sein. Durch das neue riesige und fruchtbare Hinterland, das zu seiner wirtschaftlichen Hebung und Erschließung auf billige Wasserverfrachtungen und den Zutritt zum Meere angewiesen ist und daher auf die Entwicklung der Weichsel als ihrer Hauptverkehrsader großen Wert legen wird, sind die Vorbedingungen für den Ausbau der preußischen Weichsel zu einer erstklassigen Schifffahrtstraße und für ein neues Aufblühen von Handel und Verkehr in den westpreußischen Weichselstädten gegeben, so daß mit der Inangriffnahme von Vorarbeiten für eine baldige bessere Schiffbarmachung der preußischen Weichsel nicht wird gezögert werden dürfen.

Danzig, im Januar 1918.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.

19 'S'

Vorschläge zum weiteren Ausbau der Weichsel zur Förderung der Schiffbarkeit.

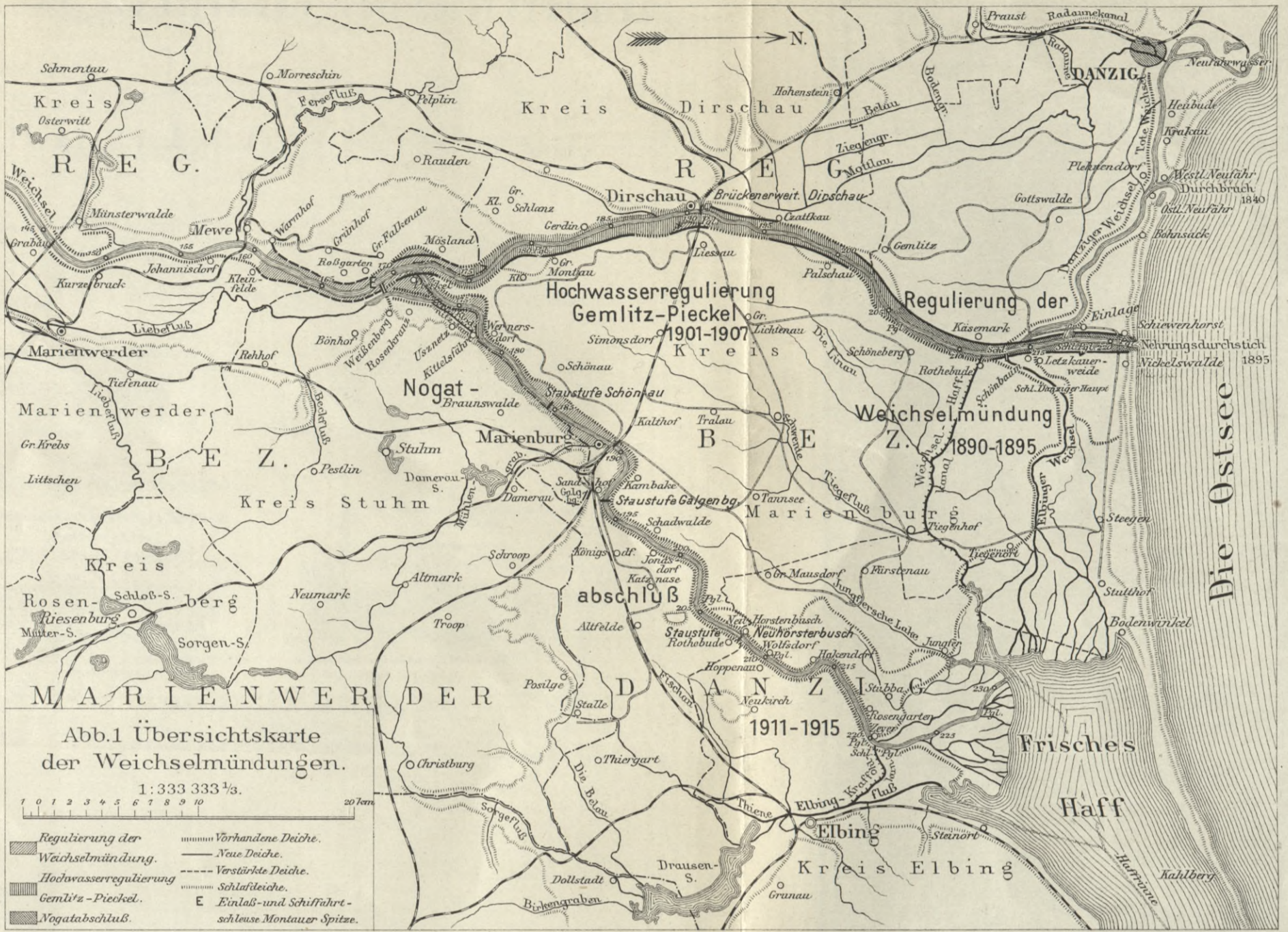
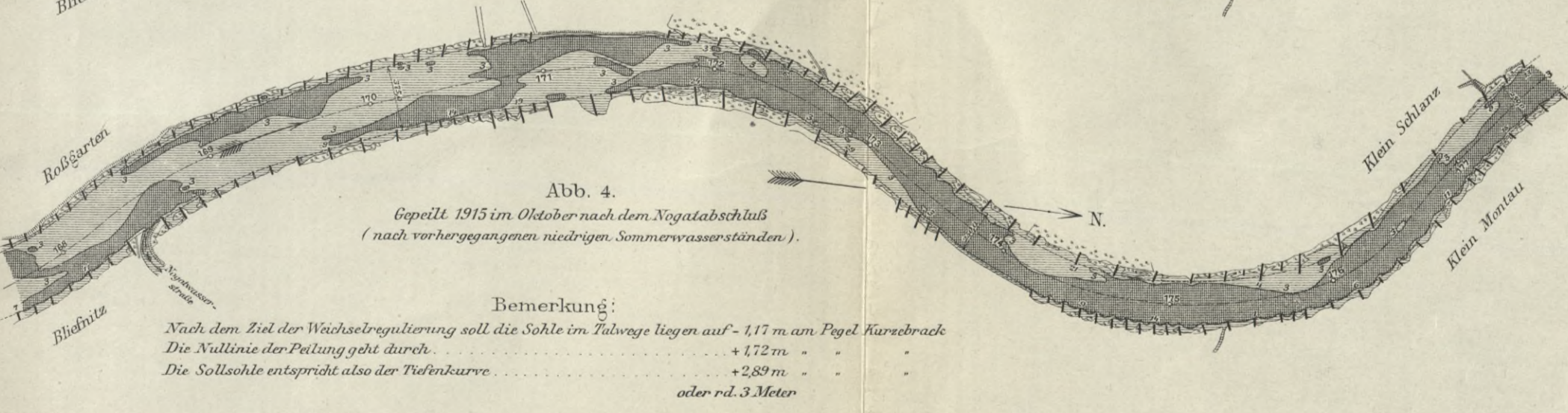
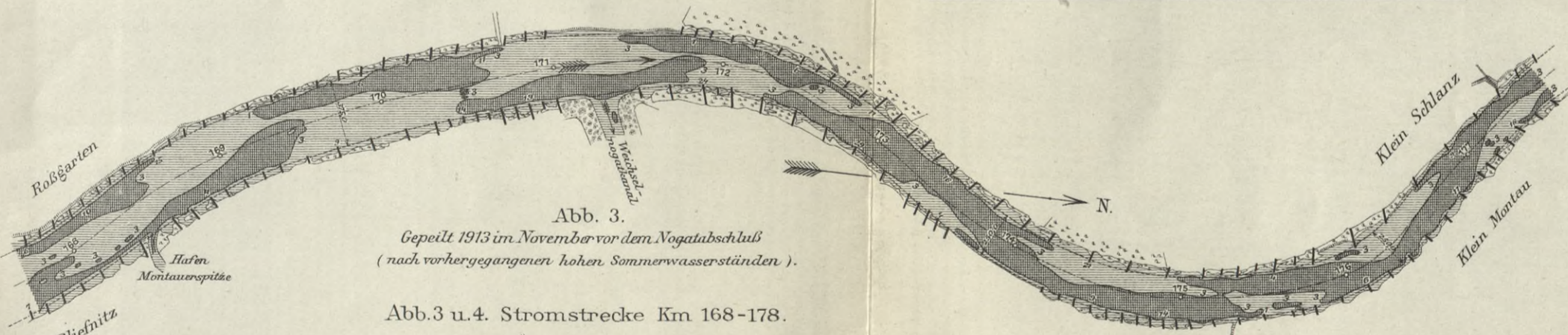


Abb. 2 - 4. Tiefenpläne der Beobachtungsstrecken der Weichsel.



**Bemerkung:**  
 Nach dem Ziel der Weichselregulierung soll die Sohle im Talwege liegen auf -1,17 m am Pegel Kurzebrack  
 Die Nulllinie der Peilung geht durch ..... +1,72 m " " "  
 Die Sollsohle entspricht also der Tiefenkurve ..... +2,89 m " " "  
 oder rd. 3 Meter

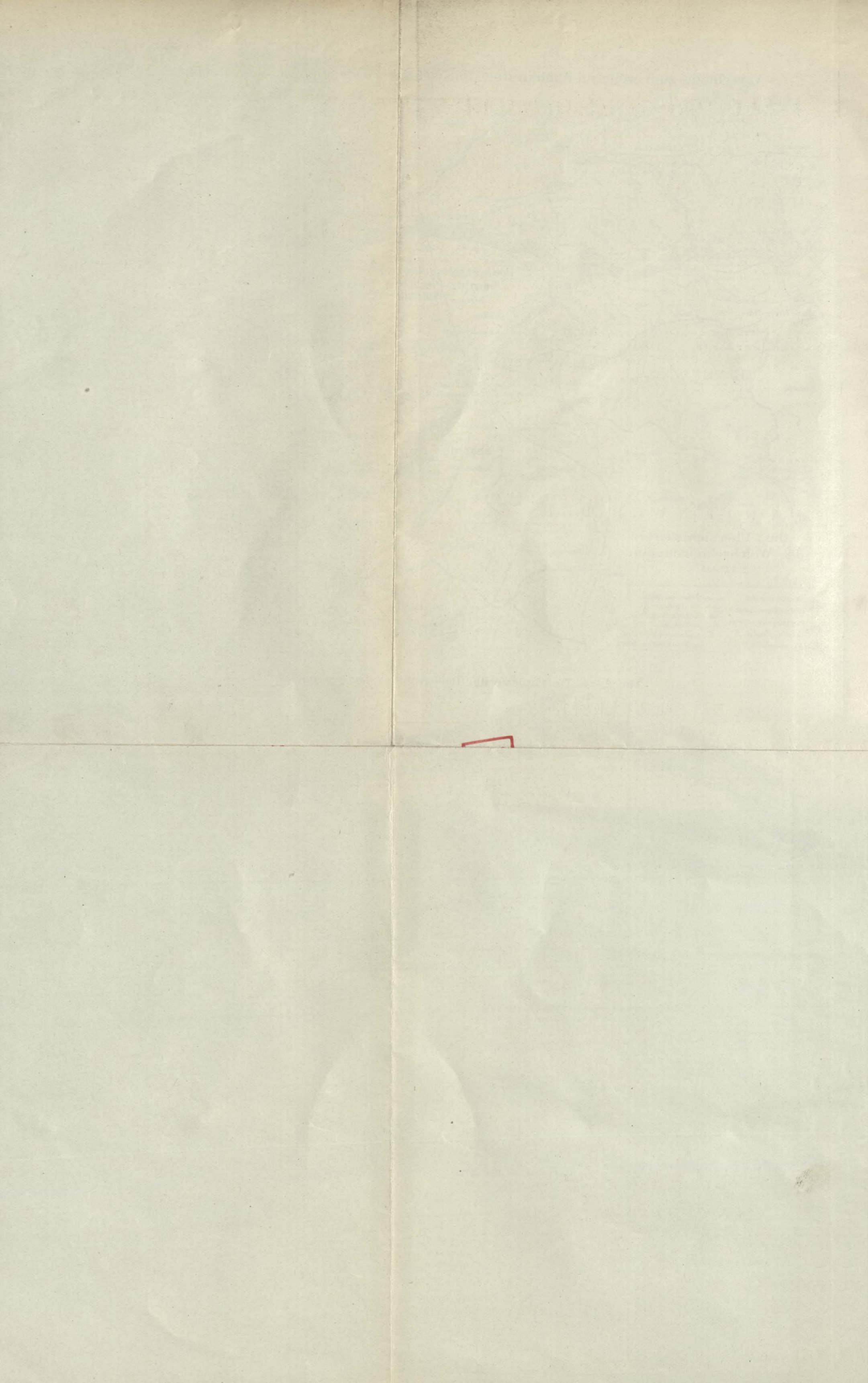


Abb. 1-2. Stellen in der Weichsel, auf denen die Sohle höher als erstrebt liegt.

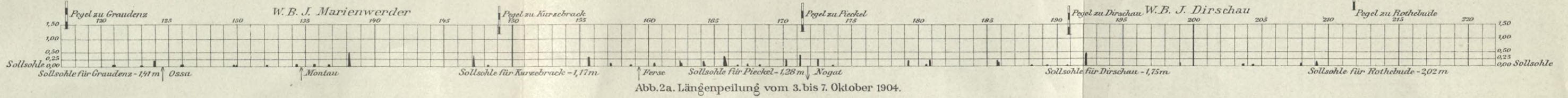
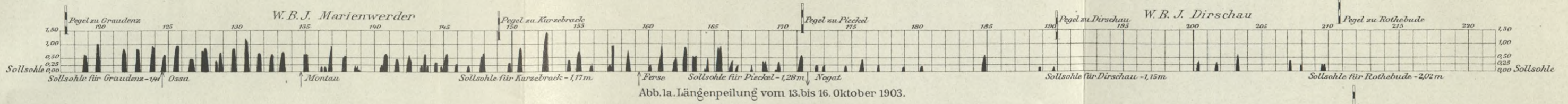
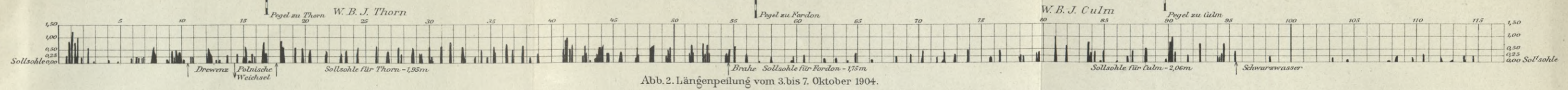
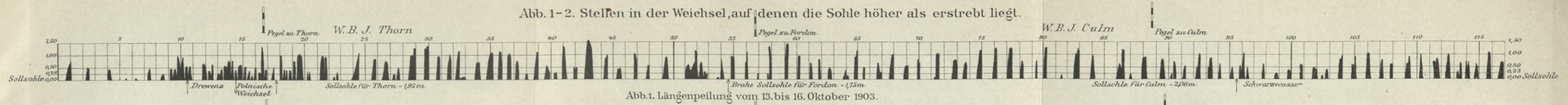
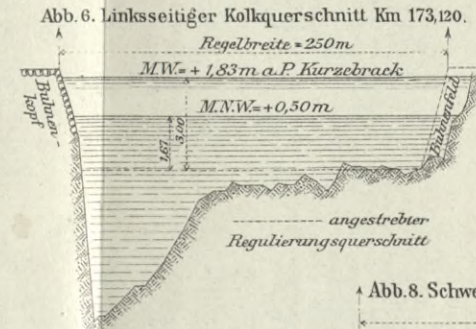
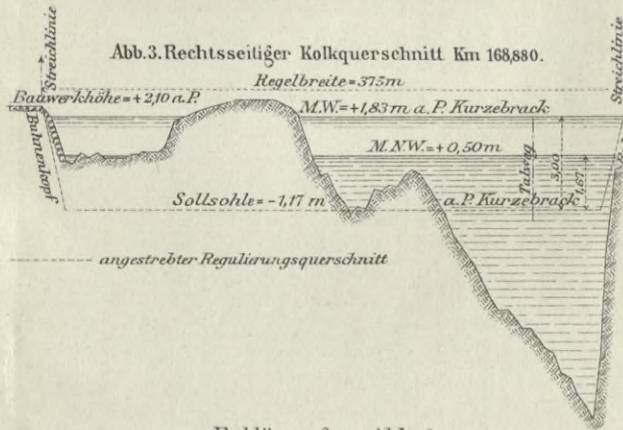


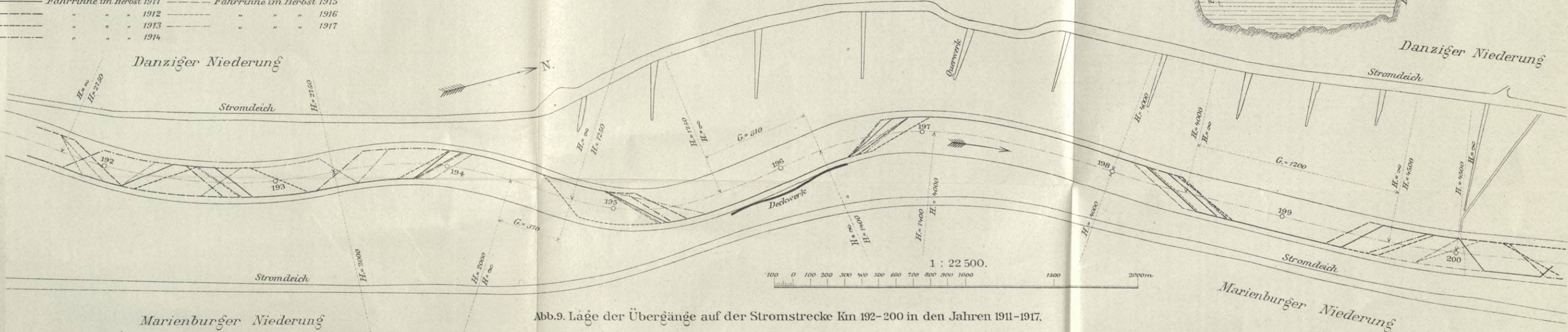
Abb. 3-8. Bezeichnende Querschnitte der Beobachtungsstrecke der Weichsel Km 168-178 bei einer Regelbreite von 375 m und 250 m.



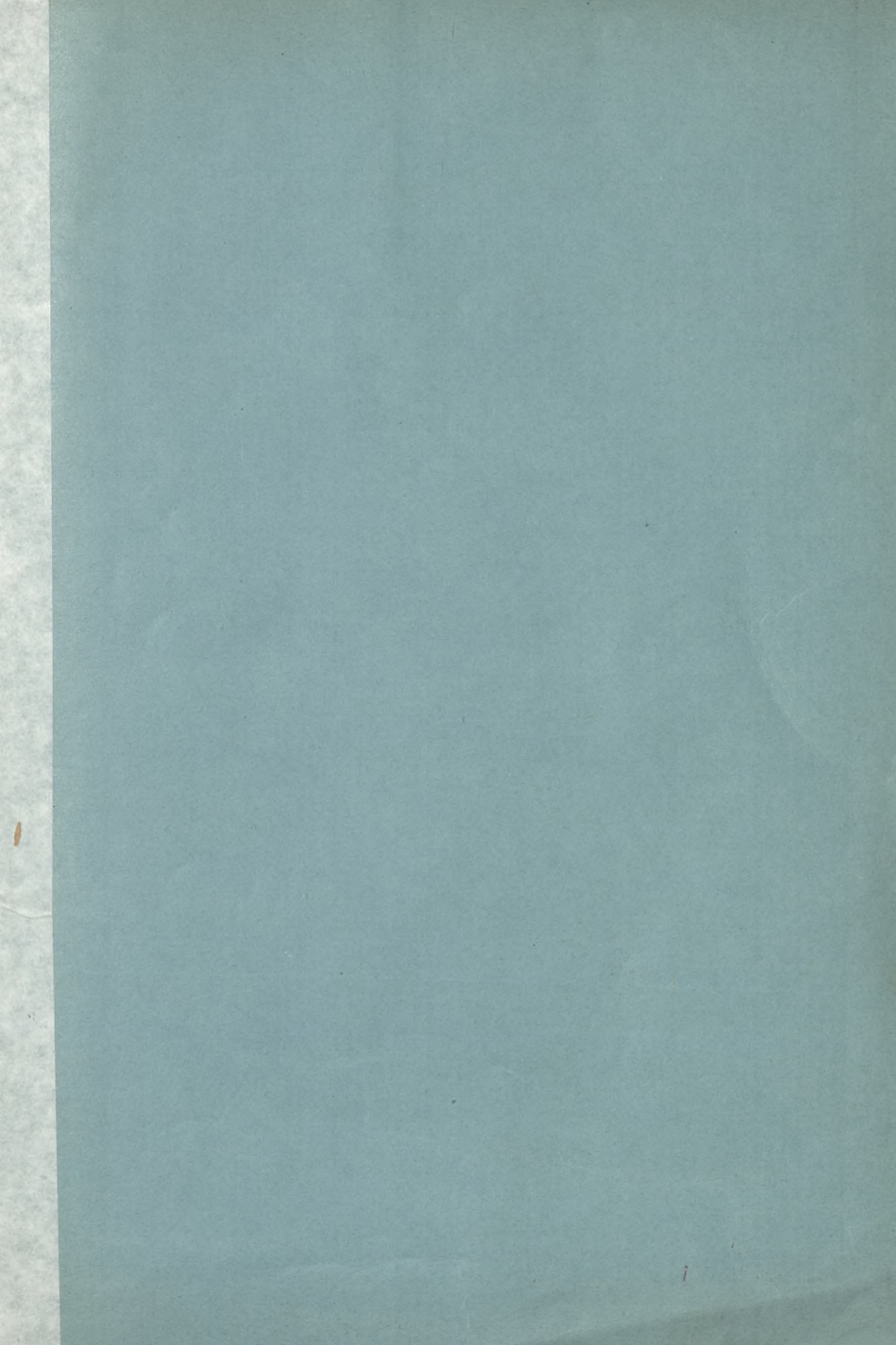
Erklärung zu Abb. 9.

— Fahrinne im Herbst 1911 — Fahrinne im Herbst 1915  
 - - - " " " 1912 - - - " " " 1916  
 . . . " " " 1913 . . . " " " 1917  
 — " " " 1914 — " " " 1917

Nach dem Ziel der Weichselregulierung soll die Sohle im Talwege liegen auf:  $-1,17m$  a.P. Kurzebrack  
 Die Nulllinie der Peilung geht durch:  $+1,72m$  " " "  
 Die Sollsohle entspricht also der Tiefenkurve  $+2,89m$  " " "  
 oder rd. 3 Meter








WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

 33063  
L. inw. ....

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

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305755