

2. Abtheilung. 2. Kapitel.

Die Obere Weichsel. (Przemsamündung bis Sanmündung.)

I. Stromlauf und Stromthal.

Die Obere Weichsel bildet die Fortsetzung der Kleinen Weichsel von der Przemsamündung bis zur Mündung des San. Bis Njepolomice gehören auf 103,0 km Länge ihre beiden Ufer zu Oesterreich; von da ab bildet auf 184,9 km Länge ihr Lauf die Reichsgrenze zwischen Oesterreich und Rußland, bis der Strom unterhalb der Pegelstelle Chwalowice (r.) und oberhalb Zawichost (l.) bei Km. 287,9 vollständig in das Russische Reich eintritt. Die Kilometrirung beginnt an der Przemsamündung. Sie stimmt wegen der neuerdings erfolgten natürlichen und künstlichen Veränderungen mit der vorhandenen Lauflänge zwar nicht genau, aber doch in der Hauptsache überein. Wie in der Gebietsbeschreibung (vergl. S. 31) bemerkt wurde, gehört bis Krakau nur das Stromthal dem Flachlande an; erst von dort ab gewinnt dieses allmählich bedeutend an Breite. Die 78,5 km lange Strecke Przemsamündung—Krakau bezeichnen wir daher als Oberlauf der Oberen Weichsel. Ein zweiter Abschnitt, der Mittellauf, wird durch die Mündung des Dunajec abgegrenzt, des wichtigsten Hochwasserflusses im ganzen Weichselstromgebiet; die Länge des Mittellaufs beträgt 81,9 km. Der als Unterlauf bezeichnete dritte Abschnitt mit 119,2 km Länge bis zur Mündung des San wird durch die Wislokamündung in zwei Theilstrecken getrennt, von denen die obere 66,4, die untere 52,8 km Länge besitzt. Unterhalb der Sanmündung gehört das rechte Ufer noch auf 8,3 km Länge zum österreichischen Kronlande Galizien. Die Beschreibung des Stromlaufs und Stromthals erfolgt für jede Hauptstrecke besonders, um ihre natürliche Eigenart möglichst klar veranschaulichen zu können. Beim Abflussvorgange empfiehlt sich dagegen eine gemeinsame Betrachtung der ganzen Oberen Weichsel, da für uns weniger das örtliche Verhalten des Stroms, als vielmehr seine Einwirkung auf die zu Deutschland gehörige Untere Weichsel von Wichtigkeit ist. Im letzten Kapitel dieser Abtheilung sind daher die Hochwasser- und Eisverhältnisse des Hauptstromes oberhalb unserer Reichsgrenze und der wichtigsten Nebenflüsse der Oberen Weichsel im Zusammen-

hange dargestellt worden. Bei Betrachtung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse unterscheiden wir diejenigen, welche sich auf den Stromlauf (Strombauten, Wasser- verkehr, Fischerei) beziehen, von denen des Stromthals (Eindeichungen, Ent- wässerungen, Abflußhindernisse, Brückenanlagen). Die Abschnitte IA bis C des vorliegenden Kapitels behandeln die natürlichen Zustände des Stromlaufs und Stromthals in jeder der drei genannten Hauptstrecken des Stromes, Abschnitt II den Abflußvorgang, IIIA die Wasserwirtschaft im Stromlaufe, IIIB dieselbe im Stromthale. Diese beiden letzten Abschnitte enthalten auch eine übersichtliche Darstellung der Flußbauten, Eindeichungen und Entwässerungsanlagen an den Nebenflüssen der Oberen Weichsel.

IA. Oberlauf der Oberen Weichsel. (Przemszamündung—Krakau.)

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Das Stromthal bildet eine Einsenkung zwischen dem vorkarpathischen Hügel- lande und der Polnischen Platte, die nach Krakau hin gleichfalls in hügeliges Gelände übergeht. Der Strom selbst hat, besonders unterhalb der Przemsza- mündung und oberhalb Czernichow, stärkeres Gefälle als im Unterlaufe der Kleinen Weichsel, bekommt auch durch Aufnahme der Gebirgsflüsse Sola und Skawa, welche viel Schotter und große Hochwassermassen hinzu bringen, ein wieder mehr an das Verhalten der Gebirgsflüsse erinnerndes Gepräge, ist aber doch als Flach- landstrom zu bezeichnen. Wie bei dem Oderstrom, ruft dieser Widerspruch zwischen dem Abflußvorgange und der Gestaltung des Stromlaufs und Strom- thals für die Niederungsbewohner recht nachtheilige Erscheinungen hervor.

In der ersten, nur 1,78 km langen Strecke bis zur Solamündung war das Weichselbett früher durch die aus der Przemsza eingetriebenen großen Sandmassen verflacht, übermäßig breit und von niedrigen Ufern eingefast. Weiter unterhalb sind die natürlichen Ufer meist hoch, wenn auch nur selten völlig hochwasserfrei. Das Bett ist gewöhnlich geschlossen, mit Schotter bedeckt und trotz der vorgenommenen Begradigungen noch immer reich an Krümmungen. Bei Tyniec, Bjelany, Pychowice, Zwierzyniec und am Wawel hat sich der Strom in den Jurakalk eingeschnitten, der auch stellenweise in seiner nächsten Nähe malerisch schöne Felsbildungen aufweist, besonders bei Tyniec. Indessen ist der Durch- bruch der Weichsel durch den Jura nicht als ein Werk des Stromes aufzufassen, sondern als eine von den älteren Ablagerungen vorgezeichnete Rinne. Nach den Untersuchungen von Tieze („Die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Krakau“, Jahrb. d. k. k. geologischen Reichsanstalt, XXVII. Band, S. 599) be- weist die Lagerung des Miocän, daß die Trennung der Juraplatte in einzelne Stücke bereits vollzogen war, als die tertiären Gewässer sich in die Zwischen- räume zwischen den einzelnen Erhebungen hineindrängten, und die Weichsel hatte, als sie später über das durch die tertiären Neubildungen bedeckte Land floß, nicht mehr nöthig, die Jurakalke durchzuführen. Allerdings ist die Erosion dann wieder

so weit vorgeschritten, daß das Bett nun im älteren Gesteine liegt und sich langsam tiefer in dasselbe einmagt. Für die Trennung in Theilstrecken maßgebend sind die Punkte bei Km. 10 (Dwory-Zarki), wo das zu beiden Seiten der Solamündung starke Gefälle sich ermäßigt, ferner die Mündung des Gebirgsflusses Skawa, sodann Czernichuw, wo der Strom hart an eine Anhöhe des Jurafalks tritt, schließlich die Skawinkamündung, unterhalb deren der Durchbruch beginnt. Die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse ergeben sich aus folgender Tabelle:

Stromstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	‰
Przemszamündung—Dwory-Zarki . .	226,8	4,5	10,0	0,450	2220	7,8	28,2
Dwory-Zarki—Skawamündung . .	222,3						
Skawamündung—Czernichuw . . .	218,2	9,9	25,6	0,387	2590	17,3	48,0
Czernichuw—Skawinkamündung . .	208,3						
Skawinkamündung—Kraukau . . .	204,1	6,0	17,9	0,335	2980	13,0	37,7
	198,1						
Im Ganzen	—	28,7	78,5	0,366	2740	51,8	51,5

Die Höhenlage wurde nach dem zum „hydrotechnischen Operat“ für die internationale Weichsel-Regulierungs-Kommission gehörigen Längenschnitte (von 1889) derart bestimmt, daß statt des damals nivellirten Wasserpiegels ein mit demselben annähernd parallel laufender eingetragen worden ist, welcher an den einzelnen Pegeln dem Mittelwasser der Jahre 1891/95 entspricht. Als Endpunkt der letzten Theilstrecke in Kraukau ist die Franz-Josephs-Brücke zwischen der Hauptstadt und der Vorstadt Podgurze angenommen, an welcher sich der dortige Pegel befindet. Nur die Theilstrecken von der Przemszamündung bis Dwory-Zarki und von der Skawamündung bis Czernichuw haben ein das Durchschnittsmaß übertreffendes Gefälle, das sich bei kleineren Wasserständen noch verstärkt, bei großem Hochwasser dagegen ermäßigt, da die Wasserstands-schwankung durch Einwirkung der Sola und Skawa erheblich größer als im untersten Theile der Kleinen Weichsel ist. Beispielsweise liegt die Verbindungslinie der höchsten Wasserstände vom Juni 1884 bei Dwory-Zarki um 1,8 m höher über dem Mittelwasser 1891/95 als an der Przemszamündung.

Aber auch in den übrigen Strecken ist dieses Maß überall größer, das Gefälle der Hochwasser-Scheitellinie also geringer als das Mittelwassergefälle; für den ganzen Abschnitt beträgt es 0,350 statt 0,366 ‰. Den bedeutendsten Unterschied (über 2 m) zeigt das Ende der vorletzten Theilstrecke und diese selbst bis zum Wawel, dem Hügel mit dem polnischen Königsschlosse in Kraukau. Offenbar verursacht hier die unterhalb einer sehr scharfen Krümmung liegende felsige Stromenge einen Stau, der sich beim größten bekannten Hochwasser vom August 1813 sogar noch um 0,5 m stärker geltend gemacht hat. Da unterhalb Kraukau

das Hochwasser sich wieder freier ausdehnen kann und dies früher, bevor die Niederung eingedeicht war, noch in höherem Maße als jetzt konnte, so ermäßigt sich vom Wawel stromabwärts die Höhe der Anschwellung rasch. Aus ähnlichen Gründen vermindert sie sich stellenweise in den oberen Theilstrecken, namentlich im breiten Ueberschwemmungsgebiete bei Chrzanstowice oberhalb Czernichuw. In geringem Maße kommt die Stauwirkung der letzten Strecke auch bei gewöhnlichen Wasserständen zum Ausdruck, da oberhalb des an der Skawinkamündung beginnenden Durchbruchthals das mittlere Gefälle kleiner als in der mit Felsen durchsetzten Theilstrecke ist.

Nur im Durchbruchthale (Skawinkamündung—Krakau) entfällt ein bedeutender Antheil der übrigens mäßig großen Entwicklungszahl auf die Thalentwicklung, wogegen dieselbe in den übrigen Strecken äußerst gering ist, weil von der Przemsza bis zur Skawinka das breite Weichselthal in sehr schlanker Linie west-östlich zieht. Die Entwicklungszahlen geben hier also das Maß für die Windungen des Stromlaufs an, welche von oben nach unten zahlreicher werden und theilweise weniger als 400 m Halbmesser haben. Durch den Ausbau sucht man allmählich die schärferen Krümmungen auf solche mit mindestens 500 m Halbmesser abzuflachen. Die neuerdings ausgeführten Durchstiche bei Jankowice, Oleszna und oberhalb der Skawinkamündung haben für etwa 40 km Stromlänge eine Verkürzung um 5,9 km herbeigeführt. Mit den Durchstichen bei Laczany und Sulkowa wird die Länge noch um 3,5, also im Ganzen um 9,4 km oder 19% des früheren Maßes vermindert. Die schärfsten und größten Krümmungen kommen durch diese Durchstiche in Wegfall, hierdurch zugleich auch die Ursachen schädlicher Uferangriffe und Seitenströmungen des Hochwassers. Namentlich bei Jankowice sind durch Anlage eines Durchstichs, welcher den Stromlauf von 2,9 auf 1,4 km begradigt hat, und durch Verlegung der früher stromaufwärts gerichteten und arg verschotterten Skawamündung gute Erfolge für die Weichsel und ihren Nebenfluß erzielt worden.

Zahlreiche Wiesenschlingen und offene Schlenken beweisen, daß der Strom seine Lage häufig geändert hat. Sogar im Durchbruchthale fehlen sie nicht, wo nämlich das Alluvium unterhalb der Zurakalfelsen bei Tyniec und oberhalb der Berge beim Kloster Bzeleny und bei Kostrze rechts vom jetzigen Ufer ziemlich große Breite annimmt, während weiter aufwärts die Weichsel sich durch Felsen windet. Die einzige Spaltung des Stroms bildete früher bei Krakau die zwischen der Hauptstadt und dem Judenviertel Kasimierz fließende Alte Weichsel; ihr oberer Theil ist nunmehr vom Wawel ab zugeschüttet, ihr unterer Theil noch als Entwässerungsgraben erhalten, dessen Einmündung in den Strom erst unterhalb der Eisenbahnbrücke erfolgt.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Strombetts.

Bevor wir auf die Betrachtung der Querschnittsverhältnisse eingehen, sei erwähnt, daß als Normalwasserstände für die Berechnung der beim Ausbaue angewandten Abmessungen 0,90 m a. P. N.-Berun und —0,65 m a. P. Krakau zu Grund gelegt worden sind, d. h. 0,16 m unter dem Mittelwasser 1871/95 bei

N.-Berun (1,06 m) und 0,25 m unter dem gleichzeitigen Mittelwasser bei Krakau (—0,40 m). Die Mittelwasserhöhe, welche bei der Gefällermittlung für die Tabelle auf S. 211 benutzt worden ist (1891/95), stimmt für den N.-Beruner Pegel mit der 25-jährigen ziemlich genau überein (1,08 m), wogegen für den Krakauer Pegel jetzt ein weit geringeres Maß gilt (—0,89 m) in Folge der dortigen bedeutenden Senkung der Sohle und Wasserstände. Die Strombauwerke erheben sich auf 0,6 m über den Normalwasserstand, und die Normalbreite wird zwischen den Kronenkanten der beiderseitigen Werke gemessen. Die entsprechende Abflussumenge wurde angenommen auf 31 cbm/sec oberhalb, 49 unterhalb der Solamündung, 53 ober-, 62 unterhalb der Skawamündung, 64 ober- und 67 unterhalb der Skawinkamündung bis Krakau. Um diese Wassermasse mit 0,74 bis 0,81 m/sec mittlerer Geschwindigkeit abführen und dabei eine Mindest-Fahrtiefe von 1,08 m oberhalb der Solamündung, von 1,20 m unterhalb derselben und von 1,22 m in der letzten Strecke bis Krakau erhalten zu können, sind folgende Normalbreiten gewählt worden: von der Przemsza bis zur Sola 43, von da bis Dworzarki 56, von da bis zur Skawa 65, von da bis Czernichuw 76, von da bis zur Skawinka 79 und von da bis Krakau 80 m. Auf der letzten Strecke hat man den Ausbau bereits beendet und das gewünschte Ziel annähernd erreicht. Auch oberhalb der Skawinkamündung sind eine Anzahl von Stellen fertig ausgebaut, die übrigen im Bau begriffen.

Von der Przemszamündung abwärts besitzt das natürliche Bett etwa 85 m Breite zwischen den 1 bis 1,3 m über Normalwasser hohen Ufern; das um 3,5 m höher angeschwollene Hochwasser vom Juni 1884 trat auf 0,5 km Breite über die Ufer; die Fahrtiefe des versandeten Bettes betrug vor dem Ausbaue bei Normalwasser oft kaum 0,4 m. Von der Solamündung bis Krakau ist das Bett meist so tief eingeschnitten und so breit, daß es mittleres Hochwasser bordvoll abzuführen vermag, wogegen große Hochfluthen das Seitengelände je nach der Höhenlage verschieden weit übersfluthen, durchschnittlich auf etwa 0,5 bis 0,6 km, am weitesten bei Chrzanstowice. Meistens liegen die Uferreehen 3 bis 4 m über Normalwasser, mehrfach sogar völlig hochwasserfrei, obgleich die großen Anschwellungen diesen Wasserstand in den oberen Strecken um 4 bis 5, in der letzten Strecke sogar um mehr als 5 m überschritten haben, ganz abgesehen vom August-Hochwasser des Jahres 1813, das unterhalb Tyniec bis zum Krakauer Wawel 6 bis 7 m höher als Normalwasser gestiegen ist. Die Breite des natürlichen Bettes wechselt von 120 bis 180 m, übertrifft also die Normalbreite doppelt bis dreifach; vor dem Ausbaue war daher bei gewöhnlichen Wasserständen nur ein Theil des Bettes mit Wasser bedeckt, das in den Gruben der zahlreichen Krümmungen 2 bis 3 m, auf den Ueberschlägen aber nur 0,4 bis 0,8 m Tiefe besaß. Eine ausgesprochene, den Hochwasserabfluß hindernde Stromenge besitzt die Weichsel am Wawel bei Krakau, wo die 5 bis 6 m über Normalwasser hohen Ufer dicht unterhalb einer sehr scharfen Krümmung nur 80 m von einander entfernt sind. Das Hochwasser von 1884 zeigte hier einen örtlichen Stau von 0,84 m, das von 1813 einen solchen von 1,35 m.

Die Ufer bestehen fast überall aus Lehm, dem in der obersten Strecke ziemlich viel Sand beigemengt ist, auf kieseligen Untergrund. Wo dieser so tief

liegt, daß der besser widerstandsfähige Oberboden nicht unterwaschen und hierdurch abgebrochen wird, halten sie sich gut gegen die Angriffe der Strömung. Oesters sind sie aber durch Auswaschung der kiesigen Unterlage übermäßig steil und abbrüchig, soweit sie nicht von den Strombauwerken geschützt werden oder mit den Anlandungen zusammen eine dicht mit Weiden bewachsene Fläche bilden. Nur an wenigen Stellen hat die Weichsel diluviale und tertiäre Mergel und Thone angeschnitten. Unterhalb Oflensna und bei Czernichow berührt sie den Jurakalk; an den oben genannten Orten zwischen Tyniec und Krakau, zuletzt am Bawel, nagt sie ihr Bett in den Fels ein.

Die Beschaffenheit der Sohle und die Geschiebeführung hängen hauptsächlich von den Nebenflüssen ab. Die sandführende Przemsza hat, besonders während des Ausbaues ihrer unteren Strecke, große Mengen von Sand in die Weichsel bis zur Solamündung getragen. Die schotterführende Sola bewirkt, daß bis zur Skawamündung im Strombett grober Kies vorherrscht, wogegen weiter abwärts feinerer Kies aus der Skawa und Skawinka hinzukommt. Diese Schottermassen, die beispielsweise bei Krakau noch auf 4 m Tiefe unter der Bettsohle anzutreffen sind, bilden in dem bei kleineren Wasserständen sichtbaren Theile des Strombettes keine so ausgedehnten Felder wie an den schotterführenden Gebirgsflüssen, z. B. an der Skawa noch kurz oberhalb ihrer Mündung, wo aus dem Schotterfelde ein Schienenstrang zur Gewinnung von Bettungskies nach dem Bahnhofe Zator geführt ist. Vielmehr bilden die Ablagerungen kleinere, bald rechts, bald links von der Stromrinne, in den schärferen Krümmungen am vorspringenden Ufer gelegene, stark schottrige Kies- und Sandbänke, die in der bekannten Weise allmählich weiter wandern.

3. Form und Bodenzustände des Stromthals.

Die Thalsole hat bis zur Skawamündung zwischen dem Saume des vorcarpathischen Böß-Hügellandes, das sich hier nur 10 bis 20 m über die Niederung erhebt, und dem 70 bis 90 m hohen Hügelzuge des Muschelfalks im Norden eine von 5 auf nahezu 8 km anwachsende Breite. Links vom Strome besitzt jedoch das Alluvium nur geringe Ausdehnung, da der größte Theil des Thalgrundes auf dieser Seite aus diluvialem, stellenweise mit Torf bedecktem und fast durchweg bewaldetem Sandboden besteht. Die hauptsächlich rechts gelegene Alluvialniederung ist im Anfange des Abschnittes wenig über 1 km breit, erweitert sich aber schon an der Pegelstelle Dwory (Km. 3,76) auf 2,5 und bis zur Skawa auf 5 km. Deßlich vom Chechlobach wird das bis zur Regulice aus Muschelfalk, sodann aus Jurakalken aufgebaute linksseitige Hügelland beträchtlich höher und sendet seine Ausläufer bis hart an den Strom: zuerst unterhalb Oflensna (Km. 32/36) die bis zu 100 m ansteigenden Waldbügel, sodann hinter dem Städtchen Czernichow den 60 m hohen bewaldeten Chelmhügel, schließlich oberhalb der Skawinkamündung (noch bevor das Durchbruchthal beginnt) niedrige Kalksteinberge, die auf der Stromseite als Steinbrüche ausgebeutet werden. Das dazwischen liegende sandige Gelände gehört dem Diluvium an, so daß sich auch hier die Alluvialniederung von 2,5 bis 3 km Breite vorzugsweise auf der rechten Seite der Weichsel ausdehnt.

Deftlich von der Skawinkamündung zieht eine Bodensenke mit Alluvialbildungen, in welcher sich eine Lößanhöhe erhebt, nach dem oberhalb Kostrze rechts von der Weichsel (Km. 67/70) auf 4 km Breite ausgedehnten Alluvialbecken. Der Strom selbst macht von Km. 60,6 bis 67 eine plötzliche Krümmung nach Norden und durchbricht dabei den von Sczejowice nach Tyniec hinüber streichenden Jurakalk in einem engen, beiderseits von malerisch geformten Kalksteinhügeln begrenzten Thale. Die rechtsseitige, auf dem Grodziskoberge dicht an der Weichsel bis 75 m hoch über das Thal ansteigende Hügelgruppe trennt wie eine Insel das Stromthal von jener Bodensenke und dem Alluvialbecken. Am linken Ufer beginnt schon bei Bjalany (Km. 68) der 120 bis 150 m hohe Jura-Hügelrücken, welcher das Thal der Rudawa abtrennt und bei Km. 75,3 in das Krakauer Becken ausläuft. Ihm gegenüber wird von Km. 70 ab die nur 0,6 bis 1,2 km breite Alluvialniederung durch niedrige Kuppen des Jurakalks bei Kostrze, Pychowice und Zakrzówek begrenzt, aus deren Steinbrüchen die abwärts Krakau bei den Strombauten verwendeten Steine größtentheils stammen. Dann erhebt sich noch einmal, unterhalb des Alluvialthals der Wilga bei Podgurze am Ende des Stromabschnitts (Km. 78/79), ein bedeutendes Massiv von ziemlich horizontal und dabei meist sehr massig geschichtetem Jurakalk, gleichfalls mit großen Steinbrüchen, dessen höchster Punkt, der nach dem sagenhaften Gründer von Krakau benannte Krakushügel, 73 m über das Thal aufragt. Am linken Ufer tritt der Jurakalk zuletzt jenseits des Rudawathals, unmittelbar neben der Weichsel im 20 m hohen Felsen des Wawel zu Tag, auf welchem das Krakauer Königsschloß mit der prächtigen Domkirche sich erhebt. Von den Juragesteinen bei Podgurze ist der Wawel 1,5, von denen bei Zakrzówek 1,8 km, von den Bjalanyer Hügeln 1,4 km entfernt. Diese Maße bestimmen die Breite der Alluvialniederung oberhalb und in Krakau. Die Stadt selbst liegt auf sandig-lehmigem Diluvium, das zwischen den Alluvialthälern der Rudawa und Bialucha nach den flachen Lößhügeln zieht, welche im Norden und Nordosten den 6 bis 7 km im Durchmesser großen Krakauer Kessel begrenzen.

Soweit es sich nach den Durchstichen und abbrüchigen Ufern beurtheilen läßt, besteht der Niederungsboden unter einer etwa 0,4 m starken Humusschicht auf einige Meter Tiefe aus wenig durchlässigem gelbem Lehm mit geringer Sandbeimischung, welcher auf einer mächtigen Schicht von mittलगrobem oder feinerem Schotter ruht. An Stelle der Lehmschicht tritt stellenweise eine bis unter den niedrigsten Wasserspiegel reichende Schicht von zähem Letten. Vermuthlich gehört derselbe meistens dem Diluvium an (Geschiebemergel), dessen sandige Decke in den oberen Theilstrecken oft bis nahe an den Stromlauf und mehrfach unmittelbar bis an das Ufer reicht. Je nach der Höhenlage wird der Thalgrund als Ackerland, Wiese oder Weide benutzt. Wald kommt im Alluvialthale nur ganz ausnahmsweise vor, abgesehen von den Weidenhägern am Strome und in den verlandeten Altbetten; wohl aber ist das sandige Diluvium zwischen der Przemsza und Janfowice (gegenüber der Skawamündung) größtentheils bewaldet. Außer den unverlandeten Schlenken finden sich als stehende Gewässer, die jedoch nur zeitweise mit Wasser gefüllt sind, zahlreiche künstliche Fischteiche, zusammen etwa 11 qkm, die mehreren Großgrundbesitzern gehören. Im Allgemeinen ist die

Niederung sehr fruchtbar und gut bebaut, mit vielen Ortschaften und einzelnen Gehöften bedeckt, die theilweise im Ueberschwemmungsgebiete der großen Hochfluthen liegen, fast überall ohne durch Deiche geschützt zu sein.

IB. Mittellauf der Oberen Weichsel. (Krakau—Dunajecmündung.)

1. Uebersicht. Grundriß und Gefällverhältnisse.

Von Krakau ab fließt die Weichsel zunächst gegen Osten bis zur Reichsgrenze bei Njepolomice, von wo ab ihr linkes Ufer zu Rußland gehört, sodann gegen Ostnordost bis Nowe-Brzesko, hierauf wieder ostwärts bis zur Morskagura beim russischen Dorfe Wituw und zuletzt gegen Nordosten bis zur Dunajecmündung. Sie hält sich Anfangs in geringer Entfernung vom östlich weiter ziehenden Rande des vorkarpathischen Hügellandes, verläßt ihn dann aber und bleibt von der Mündung des Rudnikbaches ab nahe am Saume des südpolnischen Hügellandes, während sich nun rechts das an Breite mehr und mehr zunehmende galizische Flachland ausdehnt. Bis Njepolomice hat sie ein sandig-schotteriges, künstlich begradigtes und ausgebautes Bett mit ziemlich hohen Ufern. Unterhalb Njepolomice nimmt die Neigung des Stromes zur Bildung von Inseln allmählich zu; die Sohle besteht aus leicht beweglichem Sand; die Ufer sind sandiger, minder widerstandsfähig und niedriger als weiter oberhalb. Ihr bei weitem wichtigster Nebenfluß innerhalb des ganzen Abschnittes ist der Gebirgsfluß Raba, dessen Mündung als Grenze zweier Theilstrecken anzunehmen ist. Zwei andere Grenzpunkte sind Njepolomice, wo das hochwasserfreie Gelände rechts zum letztenmal nahe an den Strom vorspringt (2 km oberhalb der österreichisch-russischen Reichsgrenze), und die Rudnikmündung, in deren Nähe die Obere Weichsel das linksseitige Höhenland erreicht. Die Strecke Krakau—Njepolomice trennen wir an der Mündung der Dlubnia, des größten linksseitigen Nebenbaches, die Strecke Raba—Dunajec an der Mündung der Uszwica, eines wasserreichen und für die Entwässerung der rechtsseitigen Niederung wichtigen Flachlandflusses, in je zwei Theilstrecken. Die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse ergeben sich aus der folgenden Tabelle.

Das Gefälle der ersten Strecke ist auch jetzt noch immer etwas geringer als das der ober- und unterhalb anschließenden Strecken, obgleich es durch die Begradigung bedeutend verstärkt worden ist. Allerdings hat sich diese Verstärkung theilweise wieder ausgeglichen in Folge einer Senkung der Sohle und aller Wasserstände bei Krakau. Uebrigens beruht die große Senkung am dortigen Pegel nicht lediglich auf der 1845/64 unterhalb ausgeführten Begradigung und auf dem erst 1882 angelegten Durchstich bei Dambje, der besonders in diesem Sinne gewirkt hat. Vielmehr liegen noch andere rein örtlich wirksame Gründe vor, beispielsweise die Entfernung von Pfahlresten an der 0,7 km unterhalb der Pegelstelle befindlichen, 1854 erbauten Eisenbahnbrücke und die Beseitigung zahlreicher Baumstämme und Stubben unterhalb dieser Brücke, welche noch dauernd fortgesetzt wird. Durch die Ausräumung dieser Abflußhindernisse sind

Stromstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	‰
Krakau—Dubniamündung	198,1	3,4	10,8	0,315	3180	8,9	21,3
Dubniamündung—Njepolomice . .	194,7	4,0	11,7	0,342	2920	10,8	26,9
Njepolomice—Rudnikmündung . .	190,7	5,6	16,6	0,337	2960	11,0	32,7
Rudnikmündung—Rabamündung .	185,1	5,5	17,1	0,322	3110	12,5	36,8
Rabamündung—Uszvicamündung .	179,6	5,0	16,0	0,313	3200	12,7	26,0
Uszvicamündung—Dunajecmündung	174,6	2,7	9,7	0,278	3590	7,6	27,6
	171,9						
Im Ganzen	—	26,2	81,9	0,320	3130	57,9	41,5

die zwischen ihnen abgelagerten Riesmassen abgetrieben und ihre erheblichen Stauwirkungen beseitigt worden. Die Anlage des Durchstichs bei Dambje (Km. 80,3/81,3) hatte den Zweck, das Hochwasser bei Krakau zu senken, um die niedrigen Stadttheile besser gegen Ueberschwemmungen zu schützen und die Alte Weichsel absperrern zu können, was auch aus gesundheitlichen Rücksichten dringend erwünscht war. Daß die Senkung der Wasserstände sich nicht auf große Entfernung erstreckt, ergibt sich aus der Höhenlage der Strombauwerke, die in den achtziger Jahren mit gleichmäßiger Kronenhöhe in Bezug auf das damals geltende Normalwasser (— 0,65 m a. P. Krakau) angelegt worden waren; jetzt liegen sie am Anfange des Stromabschnitts bei mittlerem Wasserstande etwa 0,7 m höher aus dem Wasser als einige Kilometer stromabwärts, woraus hervorgeht, daß die örtliche Senkung des entsprechenden Wasserspiegels keinesfalls weit über Krakau hinaus reichen kann. Die Ermäßigung des Gefälles oberhalb der Dunajecmündung dürfte auf die häufigen bedeutenden Anschwellungen zurückzuführen sein, welche dieser große Gebirgsfluß in der Weichsel verursacht. Im Uebrigen sind die Unterschiede des Gefälles nur gering.

Die Scheitellinie des Hochwassers vom Juni 1884 verläuft in der ersten Theilstrecke ziemlich genau parallel mit dem Mittelwassergefälle. In der zweiten und dritten Theilstrecke fällt sie stärker, da wegen der großen Ausdehnung des linksseitigen Ueberschwemmungsgebiets oberhalb der Rudnikmündung das Hochwasser um 1,7 bis 2 m weniger hoch als bei Krakau über das Mittelwasser anschwillt. Weiter unterhalb, wo das linksseitige hochwasserfreie Gelände öfters ziemlich nahe an die rechtsseitigen Deiche tritt, nimmt die Anschwellung wieder zu und ist bei der Dunajecmündung nur 0,6 bis 0,7 m niedriger als am Anfange des Abschnittes, obgleich das Hochwasser sich viel freier ausdehnen kann als dort.

Die Gesamtentwicklung des Stromlaufs ist größer als die Entwicklungszahlen der einzelnen Strecken, weil bei ihr die mehrmalige Richtungsänderung voll zur Erscheinung gelangt, bei den Theilstrecken dagegen nur zwischen den Mündungen des Rudnikbachs und der Uszwica. In der Hauptsache hängen jedoch die Entwicklungszahlen von den Krümmungen des Stromlaufs in seinem

durchweg schlank gerichteten Thale ab. Dabei ist zu beachten, daß die Weichsel 1845/64 von Krafau bis Njepolomice um etwa ein Drittel ihrer Länge mit Durchstichen verkürzt worden ist. Würde man die ehemalige, 7,7 km mehr als jetzt betragende Länge zu Grund legen, so wäre die Entwicklungszahl für die ersten beiden Theilstrecken 67,5 %, also größer wie auf allen übrigen Strecken der Oberen Weichsel.

Vor der Begradigung hatte der Stromlauf hier noch ein ähnliches Gepräge wie im breiten Thalgrunde oberhalb des Durchbruchthals; die widerstandsfähige Beschaffenheit des Oberbodens und geringe Widerstandsfähigkeit des Untergrunds verursachten ein tieferes Einnagen und gleichzeitig hiermit die Ausbildung von zahlreichen Schleifen, um die durch Tiefenzunahme gesteigerte Geschwindigkeit durch Längenvermehrung wieder auszugleichen. In den folgenden Theilstrecken vermindert sich das Bestreben zur Herstellung von Schlangenwindungen allmählich, da die Ufer wegen des größeren Sandgehalts minder widerstandsfähig sind, weshalb sich das Bett in die Breite ausdehnt und schlanker geformt, aber übermäßig flach ist. Seine großen Sandablagerungen bilden bei niedrigen Wasserständen Inseln, die einen gespaltenen Lauf veranlassen. Beim Ausbaue kommt es hier weniger auf eine Beseitigung zu scharfer Krümmungen an, die sich an einzelnen Stellen freilich vorgefunden haben und noch vorfinden, als vielmehr auf die Herstellung eines einheitlichen Bettes von ausreichender Breite und Tiefe, das unter Umständen länger sein muß als die Mittellinie des verästelten Laufes.

Begradigungen mit Durchstichen sind neuerdings ausgeführt worden: 1888 an der Rabamündung (3 Durchstiche nebst Verlegung der Mündung) und 1878/80 oberhalb der Uszvicamündung. Die kleinsten Krümmungshalbmesser sollen auf der Strecke Krafau—Njepolomice 500 m am äußeren Ufer, also etwa 460 m in der Mittellinie betragen; indessen sind noch schärfere Krümmungen vorhanden, namentlich bei Szezuruw (Km. 92/93) eine solche mit 350 m Halbmesser, welche öfters Eisverfekungen hervorruft. In den übrigen Theilstrecken sind die Halbmesser der Krümmungen meistens größer; doch kommen auch noch solche von 4- bis 500 m vor.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Strombetts.

Als Normalwasserstände für die Ermittlung der Querschnitte des Stromes waren früher angenommen worden: — 0,65 m a. P. Krafau, 2,12 m a. P. Njepolomice, — 0,25 m a. P. Sjeroslawice, — 0,11 m a. P. Jagodniki. Das Mittelwasser 1891/95 zeigte dagegen — 0,89 m a. P. Krafau, 2,22 m a. P. Njepolomice, — 0,19 m a. P. Sjeroslawice, 0,28 m a. P. Jagodniki, also bei Krafau 0,24 m weniger, bei Njepolomice 0,10 m, bei Sjeroslawice 0,06 m und bei Jagodniki 0,39 m mehr. Das 25-jährige Mittelwasser 1871/95 liegt bei Krafau 0,25 m, bei Jagodniki 0,39 m über dem Normalwasser, das entsprechende mittlere Niedrigwasser bei Krafau 0,43 m, bei Jagodniki 0,41 m unter dem Normalwasser. Da bei Jagodniki keine nennenswerthe Veränderung der Wasserstände eingetreten ist, läßt sich annehmen, daß das Normalwasser bei Krafau jetzt recht beträchtlich, bei Njepolomice und Sjeroslawice minder erheblich tiefer liegt, als früher

ermittelt war. Die bei Krafau eingetretene Senkung hat die oben erwähnten Gründe. Die Senkung bei Njepolomice ist vermuthlich durch die in der Anschlußstrecke neuerdings ausgeführten Bauten, bei Sjeroslawice durch die Begradigung an der Rabamündung verursacht worden. (Im internationalen Protokolle von 1896 wird die Senkung des Normalwasserstands für Krafau auf 42 bis 47 cm, für Njepolomice auf 30 cm angegeben; letzteres Maß scheint etwas zu hoch, ersteres zu niedrig gegriffen zu sein.) Die dem Normalwasser entsprechende Abflußmenge beträgt angeblich unterhalb Krafau 71, oberhalb Njepolomice 74, oberhalb der Rabamündung 76, unterhalb derselben 90 und oberhalb der Dunajemündung 102 cbm/sec. Um diese Wassermasse mit 0,73 bis 0,77 m/sec mittlerer Geschwindigkeit abführen und dabei eine Mindestfahrtiefe von 1,22 m in der ersten, 1,24 m in der zweiten, 1,26 m in den beiden folgenden, 1,34 und 1,38 m in den beiden letzten Theilstrecken erhalten zu können, sind als Normalbreiten gewählt worden: von Krafau bis zur Dubnia 82, von da bis Njepolomice 84, von da bis zur Raba 86, von da bis zur Uszwica 98 und von da bis zum Dunajec 107 m.

In den beiden ersten Strecken ist der Ausbau bereits größtentheils beendet, aber das Ziel noch nicht ganz erreicht worden, da bei Normalwasser die Tiefe in den Gruben der Krümmungen zwar 2 bis 3 m, auf den Ueberschlägen aber kaum 1 m beträgt. Auch in der mit beiderseitigen Werken eingeschränkten Versuchstrecke unterhalb Njepolomice (Km. 103/112) scheint die Rinne eine günstige Lage und Tiefe anzunehmen. In den übrigen Strecken sind bloß einzelne Stellen, und zwar meistens nur einseitig, fertig ausgebaut. Die Tiefe ist auf den Ueberschlägen und in den Geraden überall noch gering; beispielsweise war im August 1897 bei einem etwa 0,3 m über Normalwasser gelegenen Wasserstande gleich hinter der bezeichneten Versuchstrecke und an vielen anderen Punkten selten mehr als 0,7 bis 0,8 m Tiefe in der Fahrrinne vorhanden.

Die natürliche Breite des Bettes beträgt etwa 1- bis 200 m, die Höhenlage der Stromufer oberhalb Njepolomice meist 3 m, von da bis zur Rabamündung 2 bis 3 m, unterhalb der Rabamündung in den Gruben 2,5 bis 4 m, an den Vorsprüngen 2 bis 3 m über Normalwasser. In den Gruben sind die Ufer steil und abbrüchig, an den Vorsprüngen flach gebösch. Bis Km. 112 belästigen die vorhandenen Sandbänke die mit kleiner Tauchung fahrenden Schiffe nicht, sondern lassen einen 30 bis 50 m breiten Schlauch mit ausreichender Tiefe zwischen den in Kronenhöhe 82 bis 86 m von einander abstehenden Werken frei. Die Zwischenräume zwischen diesen Werken und den natürlichen Ufern sind meist gut verlandet und mit Weiden dicht bewachsen. Von Km. 112 abwärts ist das gewöhnlich über 150 m breite Bett unregelmäßig geformt und mit zahlreichen Sandbänken angefüllt, die öfters über Normalwasser auftauchen und den Stromschlauch spalten. An manchen Stellen wächst die Breite des verwilderten Bettes bis zu 400 m an.

Innerhalb Oesterreichs liegen einstweilen noch nicht überall zu beiden Seiten des Stroms hochwasserfreie Deiche, die in der Spiegellinie des höchsten Hochwassers 340 m von einander abstehen sollen; links ist die Deichlinie nicht geschlossen. Auch von Njepolomice bis zum Dunajec ist die österreichische Niederung eingedeicht,

die russische nur auf kurze Strecke unterhalb Njepolomice mit kleinen Sommerwällen geschützt und von Nowe-Brzesko ab so schmal, daß ihre Eindeichung nicht in Erwägung kommen kann. Die erforderliche Deichweite soll betragen: bis zum Rudnikbach 340 m, von da bis zur Raba 380 m, von da bis zur Uszowica 460, von da bis zum Dunajec 510 m. Dabei wurde die größte Abflußmenge am Anfange des Stromabschnitts auf 2140 und am Ende auf 3177 cbm/sec, die Höhe des entsprechenden Wasserspiegels über Normalwasser am Anfange auf 5,5 und am Ende auf 6,0 m angenommen. Das Hochwasser vom Juni 1884 ist an den meisten Stellen 4,5 bis 5 m über Normalwasser gestiegen und hat die Ufer 1 bis 3 m hoch überschwemmt. Nur von Njepolomice bis oberhalb der Rudnikmündung, wo es sich links auf große Breite ausdehnen konnte, war seine Höhe um 1 bis 2 m geringer. Das Hochwasser vom August 1813, dem die oben bezeichneten Abflußmengen entsprechen sollen, lag bei Krakau um 1,2 m höher, von der Rabamündung ab dagegen auf gleicher Höhe oder sogar niedriger als das Hochwasser von 1884, vielleicht weil früher die rechtsseitigen Deiche noch nicht vorhanden waren. Uebrigens scheint die Zunahme der Wassermenge übermäßig groß bemessen zu sein.

Die Beschaffenheit der Ufer läßt sich in den ausgebauten Strecken nicht mehr erkennen, da die besteinten Werke etwa 0,6 m über Normalwasser reichen und von da ab die Anlandungen mit dichtem Weidengebüsche bewachsen sind. Angeblich bestehen die Ufer, ähnlich wie im Stromthale oberhalb der Skawinkamündung, unter der Humusdecke aus einer mächtigen Lehmschicht, die auf feinem Schotter und weiter stromabwärts auf Sand lagert. Im Gegensatz zu den österreichischen sind die russischen Anlandungen meist schlecht bewachsen, da sie den Anliegern gehören, welche wenig für die Bepflanzung thun; auch die Strombauwerke haben auf der linken Seite keinen so üppigen Bewuchs. Von Njepolomice ab zeigen die Ufer gewöhnlich dünne wechselnde Schichten von Schlick und Sand, bei denen jedoch der Sand vorherrscht, auf den flachen Vorsprüngen oft gröberen Sand. Ihre Widerstandsfähigkeit ist offenbar nur gering, wie aus den zahlreichen Abbrüchen hervorgeht, die schon bei mäßigen Anschwellungen eintreten. Auf der linken Seite wird zum erstenmal beim Vorwerk Menkanowice unweit Nowe-Brzesko der Löß des Höhenlandes mit einem steilen Hochufer angeschnitten, weiter unterhalb bis zur Dunajecmündung dann noch mehrfach, stellenweise 10 bis 15 m hoch auf längeren Strecken. Oberhalb Sjeroslawice und unterhalb der Rabamündung berührt die Weichsel vorquartäre Thone unter der Lößdecke, welche zu Rutschungen Anlaß gegeben haben.

Die Sohle ist bis Njepolomice mit feinem Schotter und Sand bedeckt. Weiter unterhalb verschwindet der Schotter allmählich und wird durch Sand ersetzt, dessen gröbere Theile die großen Bänke bilden, während der im Stromstrich treibende, leicht bewegliche Sand feines Korn besitzt. An geschützten Stellen lagert sich Schlick ab, namentlich bei höheren Wasserständen auf den Anlandungen zwischen dem Weidengebüsch und auf den Deichvorländern. Uebrigens ist die Schlickführung nicht so bedeutend wie beim San und anderen Nebenflüssen, vermuthlich weil durch die Abbrüche hauptsächlich sandige Bodentheile in den Strom gerathen und auch die größeren Seitengewässer dieses Stromabschnitts vorzugs-

weiße Sand zuführen, namentlich die Raba und die Uszwica. Das Steinriff bei Morsko (Km. 138) und ein aus kleinerem Gerölle bestehendes Riff an der Morslagura (Km. 140,6), welche beide neben Hochufern des linksseitigen Höhenlandes liegen und sich unter dessen Lößdecke fortsetzen, scheinen aus Diluvialgeschieben zu bestehen. Als Stellen, an denen besonders viele alte Baumstämme und Stubben im Strombett vorkommen, werden bezeichnet: die Strecke unterhalb der Eisenbahnbrücke bei Krakau (Km. 79,2/80), wo im Laufe eines Jahres gegen 4000 m Eichenstämme (bis zu 20 m Länge) ausgehoben worden sind, ferner bei Przewuz (Km. 88/89) und etwas weiter oberhalb, wo die linke Uferseite jetzt noch mit Eichenwald bestockt ist. Der Umstand, daß diese Stellen in der fertig ausgebauten Theilstrecke liegen, in welcher das Bett sich bereits am meisten vertieft hat, läßt vermuthen, daß auch weiter stromabwärts solche Schifffahrthindernisse mehr als bisher zum Vorschein kommen dürften, wenn nur erst die Vertiefung der Stromrinne beim Fortschreiten des Ausbaues größer wird.

3. Form und Bodenzustände des Stromthals.

Das Alluvialthal der Weichsel ist von Krakau bis Nepolomice 5 bis 6 km breit. Im Norden wird es von der um 20 m höheren, mit Löß bedeckten Vorstufe der Polnischen Platte begrenzt, im Süden vom 40 m hohen, sandigen Abhange des gleichfalls mit Löß bedeckten vorkarpathischen Hügellandes. In der ersten Theilstrecke ist die rechtsseitige Niederung etwa doppelt so breit als die linksseitige. In der zweiten Theilstrecke sind beide annähernd gleich breit, bis bei Nepolomice rechts eine vorzugsweise aus Sand, mehrfach auch aus Lehm bestehende niedrige Vorstufe des Diluvialgeländes auf 0,5 km an die Weichsel herantritt. Das Dorf Nepolomice liegt auf dieser Vorstufe von Natur hochwasserfrei (+ 205 m, d. h. 11,5 m über dem Hochwasser vom Juni 1884), der durch eine Zweigbahn mit der Eisenbahnlinie Krakau—Przemysl verbundene Hafenplatz auf einer nur wenig über diesen Hochwasserstand hervorragenden Anschüttung.

In den beiden folgenden Theilstrecken behält die Alluvialniederung zunächst noch die bisherige Breite von 5 bis 6 km bei, erweitert sich aber schließlich auf 10 km am linken Rabaufer. Da der Strom von Nepolomice ab das Thal schräge durchschneidet und an der Rudnikmündung die linksseitige Lößvorstufe, bald danach den Rand der gleichfalls mit Löß bedeckten Polnischen Platte selbst erreicht, ist die Niederung auf der russischen Seite im Anfang 3,5 km breit, verschmälert sich aber rasch und hört an der Rudnikmündung ganz auf. Von hier bis zur Morslagura liegen auf der linken Seite nur kleine Niederungsflächen zwischen den Stromschleifen, welche bei der Rudnikmündung, beim Vorwerk Renfanowice unweit Nowe-Brzesko, bei Stary-Brzesko, oberhalb Sjeroslawice, bei Dolany, unterhalb der Rabamündung, bei Morsko und an der Morslagura steile Hochufer in das linksseitige Höhenland eingeschnitten haben. Auch jene kleinen Niederungen sind mit solchen Stoßkurven begrenzt, welche darthun, daß es sich um verlandete Altbetten handelt. Unterhalb der Morslagura bildet das Szreniawathal einen ziemlich breiten, das Nidzicathal gegenüber Jagodniki einen

schmaleren Einschnitt im linksseitigen Höhenlande, das oberhalb des Nidzicathals mit einem Hochufer an den Strom vorspringt. Bei Km. 155 legt sich zwischen Höhenland und Weichsel eine Vorstufe mit dem Städtchen Opatowjec. Diese mit Löss bedeckte Vorstufe wird bei Wyszogrud und Opatowjec auf längere Strecke durch steilwandige Hochufer gegen den Strom abgegrenzt; zwischen beiden Orten erstreckt sich die letzte, bis 0,8 km breite, linksseitige Niederungsfläche am Mittellaufe.

Einen weit größeren Umfang besitzen die zusammenhängenden Niederungen auf der rechten (galizischen) Seite des Stromes. Die bei Njepolomice mit 2 bis 2,5 km Breite beginnende Niederung geht gegen Süden ohne scharfe Begrenzung in eine diluviale, vom alten Njepolomicer Staatsforste bedeckte Vorstufe des Höhenlandes über. Bis zur Raba dehnt sie sich allmählich auf sehr große Breite aus. Am rechten Ufer dieses Flusses vereinigt sich das von der Grobka in die Weichsel entwässerte Thal bei den Dörfern Bogucice und Bratucice mit der Stromniederung. Bei letzterem Dorfe springt das diluviale Flachland, hier vom Bratucicer Kameralforst bedeckt, soweit nordwärts vor, daß die Alluvialfläche der Weichselebene auf 7,5 km Breite eingeschnürt wird. Im Entwässerungsgebiet der Uszewka und Uszwica erweitert sich indessen diese Ebene sofort wieder auf mehr als 20 km, wovon übrigens nur der nördliche, zum natürlichen Ueberschwemmungsgebiete der Weichsel bei großen Hochfluthen gehörige Theil mit neueren alluvialen Ablagerungen des Hauptstromes erfüllt und als eigentliche Stromniederung anzusehen ist. Gegen das Dunajecthal wird das Uszwicagebiet abgeschieden von einer schmalen, niedrigen Bodenschwelle, deren nördliche Spitze etwa 10 km vom Weichselstrome absteht. Hier gehen also die Alluvialthäler der Weichsel und des Dunajec ohne sichtbare Abgrenzung in einander über. Die das linksseitige Dunajecthal entwässernde Ritsjelina konnte ohne Schwierigkeit in die Weichsel geleitet werden.

In den ersten drei Theilstrecken läßt die Niederung fast überall deutlich erkennen, daß der Strom hier vor nicht gar langer Zeit wesentliche Veränderungen seiner Lage erfahren hat: durch Wiesenstreifen, die stellenweise noch von bogenförmigen Uferreihen eingefast werden, sowie durch die Lage der Ortschaften, Wege, offenen Schlenken und Wasserläufe. In den letzten drei Theilstrecken beschränken sich diese unverkennbaren Spuren der Stromverlegung auf einen etwa 3 bis 4 km breiten Streifen längs des Stromlaufes, der offenbar schon seit Jahrhunderten in der Nähe des linken Höhenlandes geblieben ist. Indessen gehört auch das weiter südwärts liegende rechtsseitige Gelände größtentheils zum natürlichen Ueberschwemmungsgebiet und wird nur durch die Deiche gegen die Hochwassergefahren geschützt, zumal die Nebenflüsse den höher gelegenen Theil gleichfalls bedrohen und daher weit über den Rückstaubereich des Hauptstroms hinaus eingedeicht werden mußten.

Im Anfange dieses Jahrhunderts, als diese Deiche und die Entwässerungsanlagen noch nicht vorhanden oder doch nicht wirksam genug waren, bildeten ausgedehnte Flächen der Niederungen Sümpfe und Brücher; auch jetzt sind ihre moorigen Wiesen bei nassem Wetter schwer zugänglich. Das höher liegende Gelände wird vorzugsweise zum Ackerbau benutzt. In den Vorländern der Deiche

liegen meistens Wiesen und Gutweiden, am linken Ufer auf den nicht bedeckten Flächen auch viele Ackerfelder, in den niedrigen Theilen kleine sumpfige Auewälder und Weidenhäger. Die großen Forsten unterhalb Mjepolomice und zur Linken der Kiszjelina werden, soweit sie nicht von Natur hochwasserfrei liegen, durch die Eindeichungen gegen Hochwasser geschützt. Bis Mjepolomice besteht der Niederungsboden, von den Torfmooren der nassen Wiesen abgesehen, aus fruchtbarem Lehm von großer Mächtigkeit, ebenso weiter unterhalb am linken Ufer bis zur Rudnikmündung. Auf der rechten Seite nimmt dagegen der Boden schon oberhalb der Rabamündung etwas leichtere Beschaffenheit und größere Durchlässigkeit in Folge stärkerer Sandbeimischung an.

IC. Unterlauf der Oberen Weichsel. (Dunajecmündung—Sanmündung.)

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Die nordöstliche Richtung, welche der Weichselstrom an der Dunajecmündung besitzt, behält er noch bis oberhalb der Nidamündung, von wo er dann bis zur Brenmündung gegen Osten fließt, hierauf bis zur Mündung der Wisłoka und weiter bis Sjedleszczany, wo der Babulowkabach sich ergießt, gegen Ostnordost und zuletzt bis zur Sanmündung gegen Nordosten. Außer dem Dunajec, welcher den Abflußvorgang der Weichsel in sehr hohem Maße beeinflusst, und der Wisłoka, die gleichfalls viel Wasser zubringt, empfängt der Hauptstrom von rechts die Flachlandflüsse Bren und Leng nebst drei kleineren Gewässern, unter denen die Babulowka schon erwähnt ist. Von links ergießen sich die Nida, Wschodnia, Koprzywianka und Goryczanka aus dem südpolnischen Hügellande. Der Lauf des Hauptstroms ist, von einigen schärferen Krümmungen abgesehen, im Allgemeinen glatt gestreckt und besitzt annähernd gleiches Gefälle von Anfang bis zum Ende. Die Neigung zur übermäßigen Ausbreitung des Bettes und Spaltung der Stromrinne tritt noch stärker hervor als in den letzten Theilstrecken des Mittellaufs, da die Ufer zumeist ziemlich niedrig und wenig widerstandsfähig sind. Hochufer berührt die Weichsel nur an vier Stellen, nämlich auf der linken Seite am Anfange gegenüber der Dunajecmündung und oberhalb der Wschodniamündung (unweit Polanjec), sodann auf der rechten Seite an der Babulowkamündung (bei Sjedleszczany), zuletzt noch einmal auf der linken Seite unterhalb der russischen Stadt Sandomierz. Als Grenzpunkte der einzelnen Theilstrecken nehmen wir die Mündungen des Dunajec, der Nida, des Bren, der Wisłoka, der Babulowka, der Koprzywianka, des Leng und des San an, außerdem die zwischen Nida und Bren gelegene Pegelstelle bei Szcucin. Die Entwicklungs- und Gefällverhältnisse gehen aus der Tabelle auf Seite 224 hervor.

Das Gefälle zeichnet sich durch Gleichmäßigkeit aus, weil die Unterschiede in den einzelnen Theilstrecken nicht größer sind, als dem von der zufälligen Lage der wandernden Sände verursachten Wechsel entspricht. Da diese Wanderung nur langsam vor sich geht, kann sehr wohl während einiger Jahre das Mittel-

Stromstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	‰
Dunajecmündung—Nidamündung	171,9	3,9	14,4	0,271	3690	10,4	38,5
Nidamündung—Szczucin	168,0	5,4	19,3	0,280	3570	16,4	17,7
Szczucin—Brenmündung	162,6	4,1	15,4	0,266	3760	10,8	42,6
Brenmündung—Wisłokamündung	158,5	4,8	17,3	0,277	3600	14,7	17,7
Wisłokamündg. — Babulowkamündg.	153,7	5,8	20,7	0,280	3570	16,0	29,4
Babulowkamündg.—Koprzywiankamündg.	147,9	2,9	10,8	0,269	3720	10,4	3,8
Koprzywiankamündg.—Lengmündung	145,0	4,2	15,2	0,276	3620	14,7	3,4
Lengmündung—Sanmündung	140,8	1,6	6,1	0,262	3810	5,9	3,4
	139,2						
Im Ganzen	—	32,7	119,2	0,274	3650	96,8	23,1

wasser (beispielsweise an der Nidamündung) hierdurch um vielleicht 20 bis 30 cm gegen eine andere Jahresreihe gehoben werden. Wäre dies z. B. für die Jahre 1891/95 der Fall, so würde für die längere Jahresreihe das mittlere Gefälle der beiden angrenzenden Strecken, gerade umgekehrt wie in der Tabelle, oberhalb stärker und unterhalb schwächer als der Durchschnittswerth sein. Von den am Unterlaufe der Oberen Weichsel vorhandenen Pegeln sind nur diejenigen bei Szczucin und Dziwnów (bei Tarnobrzeg) seit längerer Zeit regelmäßig beobachtet worden, weshalb sich der Wechsel des Gefälles nicht näher untersuchen läßt. Das Mittelwasser der Jahresreihe 1871/95 liegt bei Szczucin auf 0,23, bei Dziwnów auf 0,19 m, dasjenige für 1891/95 bei Szczucin auf 0,11, bei Dziwnów auf 0,05 m, also hier verhältnißmäßig nur um 2 cm zu tief. Das mittlere Niedrigwasser hat für den längeren Zeitraum an beiden Stellen ebenfalls nahezu gleiche Pegelhöhe (bei Szczucin —0,71, bei Dziwnów —0,74 m), ebenso der bekannte niedrigste Wasserstand (bei Szczucin —1,03, bei Dziwnów —1,07 m).

Während demnach bei kleineren Wasserständen als Mittelwasser beide Pegel gut übereinstimmen, liegt das mittlere Hochwasser und noch mehr das bekannte größte Hochwasser bei Szczucin (MHW=3,65 m, HHW=4,90 m) beträchtlich höher als bei Dziwnów (MHW=3,18 m, HHW=4,32 m). Annähernd den gleichen Unterschied in der Anschwellungshöhe wie der Dziwnower Pegel zeigt der Pegel bei Jagodniki oberhalb der Dunajecmündung, an welchem das Juni-Hochwasser von 1884 um 4,10 m über das langjährige Mittelwasser anwuchs (bei Szczucin um 4,57, bei Dziwnów um 4,13 m). Die bei Szczucin erkennbare größere Höhe verminderte sich damals bis zur Wisłokamündung nur unbedeutend, dann aber bis Dziwnów um rund 0,4 und bis zur Lengmündung um nochmals 0,6 m, da sich das Hochwasser von der Wisłokamündung ab, namentlich aber an der Mündung des Leng freier ausbreiten konnte als oberhalb. Dementsprechend besitzt die Scheitellinie der Fluthwelle vom Juni 1884 bis Szczucin ein schwächeres

und von der Wisłoka abwärts ein stärkeres Gefälle als der Mittelwasserspiegel. Zwischen Leng- und Sanmündung ist ihr Gefälle ebenfalls schwächer, da am Endpunkte der Höhenunterschied HHW—MW wieder um 0,45 m zunimmt.

Die Theilstrecken, in denen ein Aufstauen des Hochwassers erfolgt, zwischen Dunajec und Nida, sowie zwischen Szczecin und der Brennmündung, haben auch zugleich die größten Entwicklungszahlen in Folge einiger bedeutenden Krümmungen. Von der Nida bis Szczecin und vom Bren bis zur Wisłoka liegen nur wenige, allerdings schärfer gekrümmte Stromschleifen, bei Km. 213,5/215 eine solche mit nur 500 m Halbmesser, während an den meisten Stellen die Halbmesser über 800 m groß sind. Zwischen Wisłoka und Babulowka besitzt die Weichsel einen knieförmigen Lauf, dessen Ecken durch zwei Gegenkrümmungen mit etwa 1000 m Halbmesser abgerundet sind. Weiter unterhalb kommen in dem schlanken Stromlaufe nur noch flache Bögen mit 2000 bis 3000 m Halbmesser vor. Je schlanker der Lauf, um so breiter und flacher ist das Bett. Vielfach liegen die Mittellände, welche Spaltungen der Strömung verursachen, so hoch, daß sie bei mäßigen Anschwellungen nicht mehr vom Wasser bedeckt werden, oder sie haben sich sogar zu bewachsenen Inseln ausgebildet, namentlich in den Geraden, z. B. oberhalb der Wisłokamündung.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Strombetts.

Zur Ermittlung der Querschnitte, welche das übermäßig breite Strombett beim planmäßigen Ausbau erhalten soll, ist der Normalwasserstand auf —0,07 m a. P. Karj, —0,01 m a. P. Szczecin und —0,20 m a. P. Dziwnow angenommen, welche Pegelzahlen bei Karj 0,32, bei Szczecin 0,12 und bei Dziwnow 0,25 m unter dem Mittelwasser der Jahre 1891/95 liegen. Weshalb für die beiden unter Mittelwasser gut übereinstimmenden Pegel bei Szczecin und Dziwnow ein so beträchtlicher Unterschied der Normalwasserhöhe angenommen wurde, ist nicht bekannt. Nach unseren Ermittlungen wäre der Normalwasserstand bei Szczecin auf —0,18 m a. P., also 0,29 m tiefer als MW (1891/95) anzunehmen. Die den bezeichneten Pegelständen entsprechenden Abflußmengen betragen angeblich unterhalb der Dunajecmündung 167, unterhalb der Nidamündung 185, unterhalb der Brennmündung 194, unterhalb der Wisłokamündung 222, unterhalb der Babulowkamündung 223, unterhalb der Lengmündung 229 und unterhalb der Sanmündung 318 cbm/sec. Um diese Wassermassen mit 0,80 bis 0,89 m/sec mittlerer Geschwindigkeit abführen und dabei Mindest-Fahrtiefen von 1,46 m bis zur Nida, 1,50 m bis zum San und 1,60 m auf der noch 8,3 km langen Grenzstrecke unterhalb der Sanmündung erhalten zu können, sind folgende Normalbreiten ermittelt worden: 151 m vom Dunajec bis zur Nida, 163 m von da bis zum Bren, 168 m von da bis zur Wisłoka, 185 m von da bis zur Babulowka, 187 m von da bis zum Leng, 192 m von da bis zum San und 231 m unterhalb der Sanmündung.

Als Versuchstrecken beiderseits ausgebaut sind in diesem Stromabschnitte diejenigen bei Przykop (Km. 235/239) in der zweiten Kniekrümmung zwischen Wisłoka und Babulowka, sowie bei Nadbrzeże-Sandomierz (Km. 268/271,5)

oberhalb der Lengmündung in einer graden Strecke. Die Bereisung im August 1897 zeigte beim Wasserstande 0,17 m a. P. Dzikow (0,37 m über Normalwasser) auf der erstgenannten Versuchstrecke in der Grube auf etwa 30 m Breite Tiefen von 3 bis 4 m, die sich nach dem vorspringenden Ufer hin rasch verminderten. Auf der zweiten Versuchstrecke fanden sich bei 0,06 m a. P. Dzikow (0,26 m über Normalwasser) in der Stromrinne überall Tiefen von 2 bis 3 m und nach dem gepeilten Querschnitt bei Normalwasser eine durchschnittliche Tiefe von 2 m auf 189 m Spiegelbreite zwischen den beiderseitigen Parallelwerken. Bei der im Juni 1898 von Sandomierz nach Warschau ausgeführten Reise waren die Querschnittsverhältnisse in dieser Versuchstrecke weit ungünstiger; an einigen Stellen kamen sogar Mittelsände zum Vorschein, obgleich der Wasserstand über dem normalen lag. Offenbar ist das Bett noch sehr beweglich und der Versandung ausgesetzt, wenn auch nicht in gleichem Maße wie auf dem weitaus größten Theile des Stromabschnitts, wo die Bauten noch nicht in Angriff genommen oder nur einseitig (namentlich auf der österreichischen Seite) ausgeführt sind. Hier ist der Strom einstweilen noch arg verwildert und die Rinne vielfach so flach, daß im Juni 1897 der nur 0,5 m tiefgehende Dampfer mehrfach Schwierigkeiten fand und einige Male sitzen blieb, wiewohl der Wasserstand bis nach Tarnobrzeg mindestens 0,3 m über Normalwasser lag.

Die Ufer sind oberhalb der Wislokamündung im Allgemeinen etwas höher als unterhalb, durchschnittlich in den Gruben und an den abbrüchigen Stellen der Geraden auf 2,5 bis 3 m Höhe über Normalwasser steil gebösch, an den Vorsprüngen 1,5 bis 2 m hoch und oft so flach, daß sie nur durch den Bewuchs von den vorliegenden Sänden zu unterscheiden sind. Ihr Abstand beträgt in den ersten drei Theilstrecken meist über 300, stellenweise bis zu 700, in den unteren Theilstrecken 400 bis 800 m. Bloß bei hohen Wasserständen wird das Bett voll angefüllt, bei Normalwasser nur auf etwa 180 bis 200 m Breite in den oberen, auf 200 bis 400 m Breite in den unteren Theilstrecken. Häufig finden sich Spaltungen der Stromrinne durch ausgedehnte Mittelsände oder bewachsene Inseln. Große Einrisse zeigen, daß der Strom dauernd bestrebt ist, das Bett noch mehr zu erweitern, wo er nicht durch Bauwerke gezwungen wird, seine Kraft auf Vermehrung der Tiefe zu verwenden.

Der weitaus größte Theil des Stromabschnitts ist an beiden Seiten mit Deichen versehen; freilich gewähren die russischen Dämme meist nur fragwürdigen Schutz. Der Abstand zwischen den beiderseitigen Deichlinien wechselt in den oberen drei Theilstrecken von 460 bis 1450 m, in den unteren von 700 bis 1280 m. In der Anlage zum internationalen Protokolle von 1896 sind dagegen als vortheilhafteste Deichweiten folgende Maße angegeben: vom Dunajec bis zur Nida 620, von da bis zum Bren 680, von da bis zur Wisloka 750, von da bis zur Babulowka 770, von da bis zum Leng 790, von da bis zum San 810 und unterhalb der Sammündung 940 m. Dabei ist eine Kronenhöhe über Normalwasser von 6,6 m in den vier oberen, von 6,7 m in den vier unteren Theilstrecken und von 6,8 m unterhalb der Sammündung vorausgesetzt, um bei der größten Hochfluth (deren Spiegel 0,5 m unter der Deichkrone bleiben soll) eine Wassermenge von 4467 cbm/sec unterhalb der Dunajecmündung, von

5841 cbm/sec unterhalb der Wisłokamündung, von 6084 cbm/sec oberhalb und von 7632 cbm/sec unterhalb der Sanmündung abführen zu können. Diese Abflußmenge ist aber, namentlich von der Wisłokamündung ab, offenbar bedeutend zu groß angenommen, ebenso das Maß der Deichweite.

Mit Ausnahme weniger Stellen, an denen diluviale oder ältere Letten berührt werden, ist das Bett durchweg in Alluvialboden eingeschnitten. Die Ufer zeigen bei den Abbrüchen unter einer starken Humusschicht meist wechselnde Schichten von thonigem Schlick und Sand. Da der Sand vorherrscht, ist die Widerstandsfähigkeit der Ufer nur gering, muß also durch Vorlage von Strombauwerken und Pflanzungen erhöht werden. Die Sohle besteht durchweg aus Sand, unter dem sich erst in größerer Tiefe Letten findet. Die Verschiebung der Wandersände vollzieht sich so schnell und in solchem Umfange, daß Auskolkungen und Anhäuerungen bis zu einigen Metern Tiefe und Höhe fast bei jeder Hochfluth entstehen. In Folge der großen Sinkstoffführung werden dann erhebliche Schlickmassen abgelagert, so daß niedrige Flächen oft bei einem einzigen Frühjahr- oder Sommerhochwasser dezimeterhoch aufgeschlickt werden. Bleibende Anlandungen lassen sich daher rasch erzielen, wenn man sie rechtzeitig bepflanzt, und die Pflanzungen gedeihen vorzüglich. Zum Baubezirke Tarnów, der eine 65 km lange Weichselftrecke, sowie die unteren Strecken des Dunajec und der Wisłoka umfaßt, gehören z. B. etwa 550 ha fiskalische Pflanzungen. Diese beiden Nebenflüsse bringen hauptsächlich feinen Sand, aber auch viele thonige Sinkstoffe in die Weichsel, die Nida und die aus dem südpolnischen Lößgebiete kommenden linksseitigen Flüsse sehr viel Schlick, die kleineren galizischen Gewässer vorzugsweise Sand. Der größte Theil der in Bewegung gebrachten Wander- und Sinkstoffe stammt jedoch wohl von den Auskolkungen der Sohle, den Verlegungen der Stromrinnen und den Uferabbrüchen her. Durch zahlreiche Baumstämme und Stubben im Strombett wird der Wasserverkehr namentlich bei Mędrzechów (Km. 158) und unterhalb der Brennmündung (Km. 210/211) behindert.

3. Form und Bodenzustände des Stromthals.

Auf der linken Seite schließt die gegenüber der Dunajecmündung liegende Lößvorstufe bald wieder an das Höhenland, das bei Klonno (Km. 166/167) vom Strome bespült wird. Dann tritt dasselbe zurück und umschließt von der Nida bis oberhalb der Wschodnia, wo beim Vorwerk Winnica (Km. 220/221) der Strom nochmals links ein Hochufer besitzt, eine 5 bis 7 km breite eingedeichte Niederung. Jenseits des Wschodniathals ist der Strom vom Fuße des Höhenlandes bei Turko-male (Km. 225) nur 0,5 km entfernt; gleich danach folgt eine durchschnittlich 3 km breite Niederung, welche von den bei Swiniary (Km. 243/4) vorspringenden flachen Anhöhen (mit Sandsteinbrüchen) auf etwa 1 km eingeschnürt wird. Unmittelbar an dieselbe reiht sich die 4 bis 5 km breite Niederung, welche die Koprzywnianka und Goryczanka durchqueren, bis zu der malerisch aufgebauten Stadt Sandomierz. Hinter üppigen Weidenhägern nähert sich die hohe, reich zerklüftete Thalwand dicht unterhalb dieser Stadt an den

fahlen, 80 bis 90 m hohen Pfefferbergen mit rutschigen Thongehängen der Weichsel unmittelbar (Km. 271/272,5). Von da bis Zawichost (Km. 288) dehnt sich vor dem Steilabfalle des Höhenlandes, das bei seinem Eintritt in das Russische Reich wieder bis an den Strom vorspringt, eine kleine Niederung von 3 km Breite aus. Alle diese Niederungen sind eingedeicht, wenn auch nur in unvollständiger Weise.

Auf der rechten Seite bleibt zwischen den breiten Thälern des Dunajec und der Wisłoka der oft nur undeutlich ausgeprägte sandige Rand des höheren, welligen Flachlandes meist 10 bis 11, zuletzt fast 20 km von der Weichsel entfernt. Der südliche Theil dieser großen Ebene ist mit Diluvialsand und Torfmooren bedeckt, während das vorwiegend aus fruchtbarem Schlick bestehende Alluvium etwa 7 bis 8 km Breite hat, durchsetzt von inselähnlichen Diluvialbildungen, und nur beim Uebergange in jene Flußthäler größere Breite annimmt. Eine Diluvialinsel von sehr großer Ausdehnung ist der etwa 2 km breite flache, meist bewaldete Sandrücken, welcher das 2 bis 3 km breite Hauptstromthal von der ebenfalls zum natürlichen Ueberschwemmungsgebiete oder Rückstaubeite der Weichsel gehörigen Bodensenke abtrennt, die vom Bren und seinem Nebenbache Zabnica durchflossen wird, und zwar in etwa 6 km Abstand parallel mit der Weichselftrecke Km. 173/209.

Am rechten Ufer der Wisłoka steht das sandige Diluvialgelände von Zduw bis Przykop (Km. 227/238) etwa 4 bis 6 km vom Strome ab und wird dann vom Babulowkathale unterbrochen, das eine Verbindung des alluvialen Stromthales mit jener breiten Alluvialniederung herstellt, welche nun (parallel mit der Weichsel) nach der Lengmündung zieht. Zwischen dieser Niederung und dem eigentlichen Stromthale erhebt sich, stellenweise bis zu 40 m Höhe, die 3 bis 4 km breite, sandige Tarnobrzeger Bodenschwelle. Bei Sjedleszczany (Km. 247,5) bildet sie ein Hochufer und läßt von da bis Tarnobrzeg (Km. 255,3), wo ihr Steilhang auf wenige Meter an den Strom vortritt, eine schmale Niederung frei. Weiter nordwärts verläuft die Bodenschwelle flach in das Alluvialthal, das sich schon oberhalb Nadrzeje mit der Niederung des Leng und weiterhin mit der Samniederung vereinigt. Unterhalb Tarnobrzeg erweitert sich das natürliche Ueberschwemmungsgebiet rasch auf 6 bis 7 km Breite, bevor der Uebergang in das ebenso breite linksseitige Ueberschwemmungsgebiet des San erfolgt; das ganze Dreieck zwischen San und Weichsel bis in die Nähe von Tarnobrzeg und Rozwadum hat früher bei großen Hochfluthen einen See gebildet. Dabei wurden 64 Ortschaften überschwemmt, deren Bewohner auf den Dachböden und Dächern Schutz gegen das Hochwasser suchen mußten. Unterhalb der Samnmündung ist dagegen das rechtsseitige Ueberschwemmungsgebiet nur 2 bis 3 km breit. Sämmtliche österreichische Niederungen sind mit hochwasserfreien Deichen geschützt.

Auch wenn man den schmalen Sandrücken zwischen Weichsel und Bren als Begrenzung des Thales betrachtet, beträgt die Breite zwischen dem beiderseitigen hochwasserfreien Gelände oberhalb der Wisłokamündung überall 9 km und darüber, von Tursko-male bis zur Babulowkaniederung etwa 7 km, unterhalb derselben an der engsten Stelle zwischen Sjedleszczany und Swiniary 4,5 km, bei Tarnobrzeg 5,5, bei Sandomierz 7 bis 8 und unterhalb der Samnmündung 6 km,

beim Zusammentreffen mit den Thälern der Nebenflüsse bedeutend mehr. Die Höhenlage in Bezug auf den Wasserspiegel vermindert sich im Allgemeinen von den oberen nach den unteren Theilstrecken, so daß die letzteren der Ueberschwemmungsgefahr in höherem Maße ausgesetzt sind. Beispielsweise standen im Juni 1884 in Folge der zahlreichen Deichbrüche ausgedehnte Flächen, namentlich auf der russischen Seite, 1 bis 2,5 m hoch unter Wasser.

Vielfach liegen die linksseitigen Niederungen am Fuße des Hügellandes tiefer als nach der Weichsel hin, so daß ihre Vorfluth erschwert ist, zumal sie von den Höhen viel Druckwasser erhalten. Große Flächen bestehen daher dort aus sumpfigen Torfwiesen, das breite Rehnengelände dagegen aus thonigem Schlick oder humosem lehmigem Sand, der sich vortrefflich zur Ackerwirthschaft eignet. Auch auf der rechten Seite besitzt das Wiesenland stellenweise große Ausdehnung, namentlich im Babulowkathale und in der vom Leng durchflossenen Niederung; jedoch sind die ehemals versumpften Flächen jetzt meist durch Abzugsgräben und Ausbau der Vorfluthgewässer genügend trocken gelegt. Der vielfach fette, theilweise auch sandige Lehm Boden dient binnendeichs ganz überwiegend zum Ackerbau. Auf den Deichvorländern wird Ackerwirthschaft bloß in den höheren Lagen betrieben; Ansiedelungen kommen hier nur vereinzelt vor. Meist wird das Vorland als Wiese, Gutweide und zur Kultur von Weiden benutzt, die an manchen Stellen dichte Gehölze bilden. Auch schmale Auewälder besäumen zuweilen das Stromufer bis zu den Deichen hin.

II. Abflußvorgang.

1. Uebersicht.

Im Verein mit dem kleinen ungarischen Flächentheile, der dem Weichselstromgebiete angehört, bildet Galizien so recht eigentlich des Stromes Mutterland. Erst durch die Gebirgsflüsse Galiziens wird die Weichsel zum wirklichen Strome; erst durch jene nehmen ihre Hochfluthen, welche doch für die Natur des Abflußvorgangs immer das am meisten Ausschlaggebende sind, die ihnen eigenthümliche Form an, die der Hauptsache nach dann längs des weiteren Stromlaufes bestehen bleibt. Die Hochwasser der Kleinen Weichsel büßen, so stürmisch sie zunächst sind, auf der Flachlandstrecke des Flusses so viel von ihrer lebendigen Kraft und ihrer Fortpflanzungsgeschwindigkeit ein, daß der Anstieg des Wassers sich in der Oberen Weichsel wenigstens bei Sommerfluthen meist ziemlich unabhängig von ihnen vollzieht.

Die Obere Weichsel ist nun zwar, wie schon oben (S. 210) bemerkt wurde, was die Gestaltung des Stromlaufes und Stromthales anlangt, ebenfalls als ein Flachlandstrom zu bezeichnen; ihr Abflußvorgang erhält jedoch im Gegentheile hierzu sein Gepräge vorwiegend vom Gebirge her. Nimmt der Niederschlag auf dem Ramm des letzteren doch aller Wahrscheinlichkeit nach fast allenthalben einen Betrag von mehr als 1000 mm im Jahre an. Zwar, wenn man aus der Tabelle, in welcher die mittleren 24-stündigen Höchsterthe des Niederschlages zusammengestellt sind (Tabellenband S. 38), etwa die Mittelwerthe aus den höchsten

Tagesniederschlägen der einzelnen Jahre herausgreift, findet man Beträge von mindestens 45 mm, abgesehen vom Gebiete der Kleinen Weichsel, nur noch in den Gebieten der Sola, Raba, des Dunajec und des San (Wisłok). Doch ist mit Sicherheit anzunehmen, daß, wenn es nicht an Beobachtungsreihen von entsprechend gelegenen Punkten fehlte, diese Zusammenstellung auch die Skawa und Wisłoka und damit alle größeren rechtsseitigen Nebenflüsse der Oberen Weichsel umfassen würde.

Den größten Regenfall haben die Monate Juni, Juli und August, was sich sowohl in den Monatssummen, wie in den mittleren Tagesgrenzwerten derselben äußert. Weitans die Mehrzahl der großen Sommerhochwasser tritt denn auch in dem genannten Hochsommer-Vierteljahr auf. Die Monate Mai und September bilden Uebergangszeiten mit etwas geringerem Regenfall und wesentlich selteneren, meist auch etwas weniger bedeutenden Anschwellungen.

Weit weniger als für die Hochwassererscheinungen ist der jahreszeitliche Regenfall dagegen für die durchschnittlichen Höhenänderungen maßgebend, die der Wasserpiegel im Kreislauf des Jahres erfährt. Denn trotz der Regenfülle des Sommers ist der Mittelwasserspiegel von der Beendigung der Schneeschmelze ab bis zum Herbst hin dauernd im Sinken begriffen. Je tiefer es dann in den Winter hineingeht, um so geringfügiger werden die Niederschläge. Obschon aber das Vierteljahr von Dezember bis Februar zum Jahresbetrage derselben nur etwa 15 % beisteuert (also kaum mehr als der Juli allein) und außerdem nur ein spärlicher Bruchtheil dieser Menge unmittelbar zum Abfluß kommt, beginnen die Wasserstände doch mit dem Eintritt der kälteren Jahreszeit sich allenthalben zu heben, wozu nicht nur die Verminderung der Verdunstung, sondern auch die Stauwirkung der Eisbedeckung beiträgt. Zuweilen wird der Strom um diese Jahreszeit auch schon durch vorzeitige Schmelzwasserfluthen angefüllt. Gewöhnlich aber hält das Thauwetter mit den es begleitenden großen Hochwassererscheinungen erst im März seinen Einzug, und auf den Bergen lagern auch dann noch eine geraume Zeit hindurch beträchtliche Schneemassen, deren allmählicher Uebergang in die flüssige Form den Wasserständen des Stromes bis in den Sommer hinein zu Gute kommt.

Schon im November tritt vielfach ein mehrtägiges Grundeistreiben ein; oft wird der Strom dann aber vorübergehend wieder ganz eisfrei, und eine Eisdecke von größerer Beständigkeit bildet sich meist erst im Dezember heraus. Seinen endgiltigen Abschluß erreicht der Eisstand gewöhnlich im März; in manchen Wintern erfährt der Eisstand indessen durch eine Auflösung der Eisdecke längere oder kürzere Unterbrechungen. Während des Eisganges treten stellenweise Eisverfekungen und Stopfungen auf, die den Wasserpiegel ganz unregelmäßig aufstauen und öfters große Gefahren hervorrufen, denen man durch Sprengungen zu begegnen sucht. B ziemlich bald auf den Eisgang pflegen dann eisfreie Frühjahrshochwasserwellen zu folgen, die sich viel gesetzmäßiger fort-pflanzen und oft auch viel bedeutendere Abflußmengen mit sich führen als das Eisgangshochwasser.

2. Einwirkung der Nebenflüsse.

Unter den Gewässern, die sich mit dem Oberlauf des hier zu betrachtenden Stromabschnittes vereinigen, sind die Sola und die Skawa weitaus die be-

deutendsten. Sie sind es, von denen der Verlauf der sommerlichen Hochwasser bis zur Raba hin wesentlich abhängt; denn schon innerhalb eines Zeitraums von einem bis zu zwei Tagen nach einem starken Regenschall gelangen ihre Fluthwellen in den Strom, während die Fluthwellen der Kleinen Weichsel dessen Wasserspiegel meist schon im Sinken finden. Die Raba, der einzige größere Nebenfluß, den der Mittellauf der Oberen Weichsel von rechts her aufnimmt, ähnelt in ihrem Abflusßvorgang und in der Art ihrer Einwirkung auf den Strom den erstgenannten Nebenflüssen in hohem Maße. Weshalb der erste Anstieg des Wassers in der Stromstrecke zwischen der Raba- und der Dunajecmündung zumeist durch die ebenfalls recht schnell in den Strom gelangende Welle der Raba hervorgerufen wird, ist auf S. 38 erwähnt. Bei den Frühjahrsanschwellungen verbleibt der Wasserspiegel der genannten Flüsse in wesentlich geringeren Höhen; das spätere und langsamere Verschwinden der Schneedecke von den Bergen bewirkt dagegen, daß die Niedrigwasserstände in der Oberen Weichsel meist erst merklich später eintreten als in der Kleinen Weichsel.

Von ganz besonderer Bedeutung ist in dieser Beziehung der Dunajec, der, gleichzeitig vom Hügel-, Gebirgs- und Hochgebirgsland gespeist, durchschnittlich vom März bis zum Juli hin seine reichste Wasserführung besitzt und im Verein mit der Raba die Wasserstände des Stromes unterhalb seiner Mündung während der Monate Mai bis Juli in einer Höhenlage erhält, wie sie oberhalb (etwa bei Krakau) um diese Jahreszeit nicht mehr zu finden ist. Die volle Bedeutung des Dunajec tritt jedoch erst bei den Sommerhochfluthen hervor, bei denen er eine geradezu beherrschende Stellung einnimmt. Nicht allein, daß er durch die Schnelligkeit, mit welcher die z. Th. aus der Biala kommende und z. Th. in seiner oberen Beskiden-Hauptstrecke rasch zusammenströmende Fluthwelle in die Weichsel hinabgelangt, die Führung des Hochwassers unmittelbar unterhalb seiner Einmündung an sich reißt; der Wasserreichthum dieser Fluthwelle bewirkt vielmehr, daß der Dunajec den von ihm im Strome erzeugten und von der Wisloka verstärkten Wellenscheitel auch über die Einmündung des San, des letzten und größten der Gebirgsflüsse, hinwegführt. Indessen wirkt der Grad der Erregung, in dem sich dieser Fluß befindet, doch recht merklich auf die weitere Höhe und Dauer der Hochfluthen ein.

Bezüglich der Wisloka sei nur noch bemerkt, daß ihr Abflusßvorgang nicht mehr in dem Maße der eines Gebirgsflusses ist, wie dies von den westlicheren Flüssen gilt. Zu den Frühjahrsanschwellungen trägt sie dagegen mehr bei als diese, und zum großen Theil ist es auch wohl ihrer frühzeitigen Schmelzwasserführung zuzuschreiben, daß unterhalb ihrer Mündung bereits der Februar den Höchsthwerth des mittleren Niedrigwassers besitzt. Auf die Einwirkung des San kommen wir bei Betrachtung des Weichselstroms in Rußisch-Polen noch zurück.

Unter den linksseitigen Nebenflüssen sind vor Allem die Przemsza, Szreniawa, Nidzica, Nida und Wschodnia zu nennen. Von der Przemsza ist bekannt, daß sie bei niedrigem Wasser eine größere Abflußmenge als die Kleine Weichsel besitzt. Man wird dies dahin verallgemeinern können, daß bei länger andauernder Trockenheit der Strom überhaupt größtentheils aus dem das Wasser langsamer abführenden Flachlande gespeist wird, und die Mittel- und Kleinwasserstände des Stromes dürften aller Wahrscheinlichkeit nach in hohem

Maße unter der Einwirkung der oben genannten und der galizischen Flachlandflüsse stehen. Für die Hochwassererscheinungen sind sie dagegen von untergeordneter Bedeutung; selbst bei den Anschwellungen im Frühjahr, die ihren Ursprung doch vielfach gerade in den flacheren Gebietstheilen finden, tritt kaum jemals eine Fluthwelle im Strome auf, die — sei es auch nur durch eine Aenderung ihrer Form — mit einiger Sicherheit auf die Einwirkung jener linksseitigen Zuflüsse deutete.

3. Wasserstandsbewegung.

Langjährige und durch Gleichzeitigkeit mit einander vergleichbare Wasserstandsreihen liegen für die Obere Weichsel von den vier Pegelstellen Krafau, Jagodniki, Szcucin und Dzików vor, über welche die näheren Angaben unten zusammengestellt sind. Die Beobachtungen sind unter amtlicher Aufsicht ausgeführt und auch amtlicherseits für die Jahre 1867/86 in den „Sprawozdanie komisji fizyograficznej“ (Krafau), für die nächsten sechs Jahre in den „Stan wody na rzekach galicyjskich“ (Krafau und Lemberg), seit 1893 endlich in dem „Jahrbuch des k. k. hydrographischen Centralbureaus“ (Wien), in welchem die Lage des Krafauer Pegels unzutreffend auf Km. 76,5 angegeben ist, von Tag zu Tag veröffentlicht.

Pegelstelle	Km.	Höhenlage des Nullpunkts	Beobachtungen liegen vor seit
Krafau	78,5	+ 198,963	Januar 1831
Jagodniki	153,1	+ 173,519	Mai 1868
Szcucin	194,1	+ 162,445	Juli 1870
Dzików	255,3	+ 145,843	Januar 1867

Bis Ende 1859 ist ferner die Krafauer Beobachtungsreihe von Kolberg in seinem Werke über die Weichsel zum Abdruck gebracht. Außer den genannten werden noch zahlreiche Pegel am galizischen Ufer beobachtet, theilweise bereits seit längerer Zeit, sind jedoch für die nachfolgenden Betrachtungen nicht benutzt worden, weil die lücken- und zweifelfreien Beobachtungsreihen zu kurz sind, um mit den vier näher behandelten Reihen in Vergleich zu kommen. Beobachtungen liegen vor für Pułtynia (Km. 0,5) seit 1887, Dwory (Km. 3,8) seit 1888, Smolice (Km. 23,4) seit 1893, Njepolomice (Km. 101,0) seit 1887, Sjerosławice (Km. 130,5) seit 1887, Popendzynka (Km. 139,1) seit 1888, Karły (Km. 166,0) seit 1884, Pawlów (Km. 177,8) seit 1894, Ostrówek (Km. 225,3) seit 1888, Niziny (Km. 229,7) seit 1891, Dambrowa-wrząwska (Km. 274,5) seit 1888, Chwałowice (Km. 284,9) seit 1888. Wieder aufgegeben sind die Pegel bei Popendzyna (Km. 135,4, beobachtet 1887/93) und Uście-jesiwickie (Km. 161,0, beobachtet 1869/84). Vorübergehend haben Pegelablesungen stattgefunden bei Czernichów (Km. 47,5) und Gubnice (Km. 172,0). Am russischen Ufer befinden sich Pegel bei Kozlica (Km. 105,1), Korczyn (Km. 168,9) und Sandomierz (Km. 268,5).

Wenn eine größere Zahl heranziehbarer Beobachtungspunkte auch zweifellos erwünscht wäre, so sind die in der obigen Tabelle genannten Pegelstellen doch

andererseits glücklich vertheilt; denn bei Krakau haben sich mit dem Strome die Sola, Skawa und die allerdings wesentlich kleinere Skawinka vereint, die unter den bemerkenswertheren Zuflüssen von rechter Seite gewissermaßen eine in sich zusammengehörige Gruppe bilden. Die dann folgende Pegelstelle zu Jagodniki liegt von der Mündung des Dunajec gerade noch so weit entfernt, daß die dort angestellten Beobachtungen die Einwirkung der Raba erkennen lassen, ohne daß eine nennenswerthe Trübung des Bildes durch Hochwasser-Rückstau aus ersterem Flusse zu befürchten wäre. Zur Beurtheilung der Bedeutung, welche der Dunajec, dieser in seiner Art wichtigste Nebenfluß des Stromes, für dessen Abflußvorgang besitzt, bietet die Beobachtungsreihe für Szczucin Gelegenheit, wobei freilich hervorzuheben ist, daß zwischen dieser Pegelstelle und der Einmündung des Dunajec sich auch die Nida in den Strom ergießt und dessen Entwässerungsgebiet um einen Flachlandantheil vermehrt, der immerhin mehr als halb so groß ist wie das Einzugsgebiet des Dunajec. An der Pegelstelle zu Dziwnów bei Tarnobrzeg steht der Strom nahe davor, im San das letzte Speisewasser aus dem Gebirge zu empfangen, das ihm jedoch in Folge der gewaltigen Lauflänge dieses Flusses und des großen Flachlandantheiles seines Gebietes weitaus nicht mehr mit der Wildheit etwa der Beskidensflüsse zuströmt.

Den einzelnen Wasserstandsangaben wohnt nicht ganz dieselbe Genauigkeit inne, mit welcher die Bewegung der Wasserstände im Kreislauf des Jahres zu ermitteln ist. Doch sind glücklicherweise wenigstens für die Pegelstelle Krakau mit ihrer so werthvollen langjährigen Beobachtungsreihe die in der Höhenlage des Pegels vorgenommenen Veränderungen genau bekannt. Dagegen steht z. B. für Dziwnów zwar fest, daß der Pegel zwischen den Ablesungen am 20. und am 21. September 1888 um 8,3 cm gehoben wurde, doch war über das Nähere (ob es sich hierbei um eine Berichtigung der Höhenlage oder die Einführung einer neuen Normallage handelte) kein Aufschluß zu gewinnen, und somit bleiben alle Ablesungen bis zum Jahre 1888 mindestens um den oben angegebenen Betrag unsicher.

Betrachtet man die Tabelle für die Monatswerthe und Hauptzahlen des Zeitraums 1871/95 nebst den zugehörigen Abb. 5 bis 8, so zeigt sich, daß bei Krakau (und zwar gilt dies auch für den 66-jährigen Durchschnitt) das mittlere Hochwasser des Winters etwas höher ist, als dasjenige des Sommers. Die Reihe für Krakau schließt sich also in dieser Beziehung nicht, wie man erwarten könnte, an die Wasserstandsreihen für die Sola und Skawa, sondern an diejenigen für die Przemsza und die Flachlandstrecke der Kleinen Weichsel an. Doch darf man hieraus nicht auf eine innere Gleichartigkeit schließen. Denn das mittlere Hochwasser des Sommers würde sich für die Pegelstelle Krakau zweifellos merklich höher stellen, wenn nicht die aus der Kleinen Weichsel herabkommenden Wassermassen bei Hochfluthen der genannten Jahreshälfte in ihrer Flachlandstrecke so lange zurückgehalten würden, bis der durch die Sola und Skawa im Strome hervorgerufene Wellenscheitel bereits bei Krakau vorübergegangen ist.

Bei Jagodniki kommt dagegen auch die Raba zur Geltung, und da diese ihre Fluthwelle mit denen der Sola und Skawa theilweise vereinigt, so strömt nach starken Gebirgsregen an der genannten Pegelstelle so viel Wasser auf einmal vorüber, daß

1871/95	Kraikau			Jagodnifi			Szezuciu			Dzifun		
	MNW	MW	MHW	MNW	MW	MHW	MNW	MW	MHW	MNW	MW	MHW
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
November . . .	— 0,83	— 0,59	— 0,08	— 0,24	0,03	0,53	— 0,40	— 0,09	0,51	— 0,38	— 0,09	0,46
Dezember . . .	— 0,81	— 0,47	0,34	— 0,22	0,16	0,82	— 0,42	0,03	0,77	— 0,33	0,00	0,63
Januar	— 0,70	— 0,34	0,52	— 0,05	0,33	1,08	— 0,25	0,18	1,06	— 0,15	0,22	1,01
Februar	— 0,68	— 0,23	0,80	— 0,03	0,40	1,32	— 0,12	0,39	1,35	0,08	0,48	1,63
März	— 0,64	— 0,05	1,42	0,06	0,78	2,11	— 0,03	0,83	2,19	0,07	0,86	2,24
April	— 0,61	— 0,22	0,56	0,10	0,54	1,35	0,02	0,57	1,61	0,01	0,51	1,45
Mai	— 0,80	— 0,35	0,67	— 0,14	0,36	1,30	— 0,23	0,41	1,61	— 0,25	0,29	1,25
Juni	— 0,88	— 0,37	0,82	— 0,22	0,35	1,51	— 0,29	0,36	1,86	— 0,29	0,26	1,54
Juli	— 0,92	— 0,49	0,69	— 0,22	0,21	1,26	— 0,35	0,20	1,73	— 0,38	0,12	1,29
August	— 0,94	— 0,51	0,46	— 0,30	0,18	1,14	— 0,43	0,13	1,32	— 0,48	0,01	0,99
September . . .	— 0,97	— 0,67	0,12	— 0,39	— 0,02	0,76	— 0,56	— 0,15	0,76	— 0,64	— 0,25	0,53
Oktober	— 0,88	— 0,58	0,09	— 0,30	0,06	0,78	— 0,48	— 0,07	0,84	— 0,52	— 0,13	0,70
Winter	— 0,95	— 0,30	1,93	— 0,35	0,37	2,53	— 0,53	0,32	2,55	— 0,49	0,33	2,75
Sommer	— 1,06	— 0,49	1,87	— 0,48	0,19	2,52	— 0,65	0,15	3,23	— 0,69	0,05	2,51
Jahr	— 1,08	— 0,40	2,62	— 0,52	0,28	3,16	— 0,71	0,23	3,65	— 0,74	0,19	3,18
1871/95	Tiefst- stand	{ — 1,93 m 4. 6. 7. Sept. 1895			{ — 0,79 m 23. Dezember 1873			{ — 1,03 m 27. November 1892			{ — 1,07 m 2. 3. Sept. 1890	
		{ 4,32 m 11. März 1888			{ 4,38 m 21. Juni 1884			{ 4,90 m 21. August 1872			{ 4,32 m 21. 22. Juni 1884	
Beginn bis 1896	Tiefst- stand	{ — 1,93 m 4. 6. 7. Sept. 1895			{ — 0,79 m 23. Dezember 1873			{ — 1,03 m 27. November 1892			{ — 1,07 m 2. 3. Sept. 1890	
		{ 4,90 m Aug. 1813*)			{ 4,38 m 21. Juni 1884			{ 4,90 m 21. August 1872			{ 4,32 m 21. 22. Juni 1884	

das mittlere Hochwasser des Sommers dem des Winters schon nahezu gleichkommt. Am bemerkenswerthesten ist das Verhältniß letzterer beiden Größen bei Szezuciu, wo das mittlere Hochwasser des Sommers sich um 0,7 m oder 16% der mittleren Jahreschwankung über das des Winters erhebt, ebenso wie der entsprechende Werth beim Dunajec für die Pegelstelle Zabno 15% beträgt, an den oberhalb gelegenen Pegelstellen aber sogar noch größer ist. Die Einwirkung, welche dieser Fluß auf den Weichselstrom ausübt, tritt also, obschon in die betreffende Stromstrecke auch die ganz anders geartete Nida einmündet, außerordentlich deutlich zu Tage. Als Ursachen, denen jenes Ueberwiegen des Sommerwerthes zuzuschreiben ist, sind außer der auf S. 38/39 genannten noch zu erwähnen: einerseits das späte Hinaufdringen eines die Schneedecke verzehrenden Thauwetters ins Hochgebirge, andererseits die hier ganz besonders starken Sommerregen, die namentlich dann gefährlich werden, wenn sie die Berge noch mit Schnee bedeckt treffen und auch den in diesem aufgespeicherten Wasservorräthen nun plötzlich den Weg zu Thale eröffnen. Andererseits tritt im

*) Regelmäßige Beobachtungen fanden damals noch nicht statt. Wahrscheinlich ist der Höchststand am 28. August eingetreten. Von anderer Seite wird die Höhe auf 4,95 m angegeben, während Kolberg sie auf 15½ Wiener Fuß = 4,90 m angiebt.

Hochgebirge zuweilen auch frühzeitiger Schneefall ein, z. B. Mitte August 1899 nach ungewöhnlicher Hitze ein von empfindlicher Kälte begleitetes Schneewetter, das die Spitzen und Thäler der Tatrafette mit glitzerndem Neuschnee bedeckte.

Abb. 5. Krakau (1871/95)

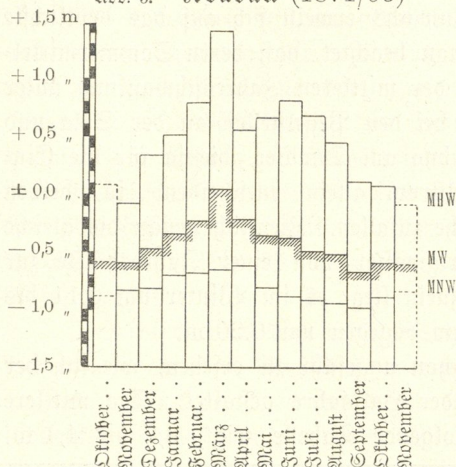


Abb. 6. Jagodniki (1871/95)

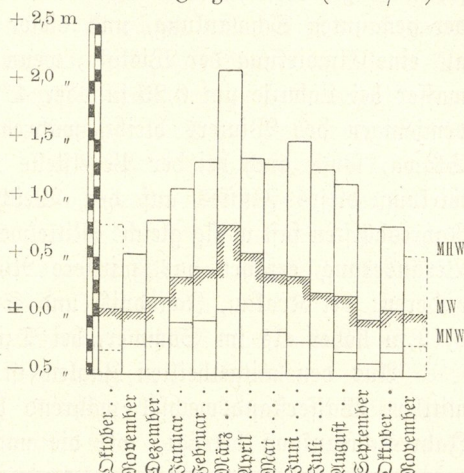


Abb. 7. Szczecin (1871/95)

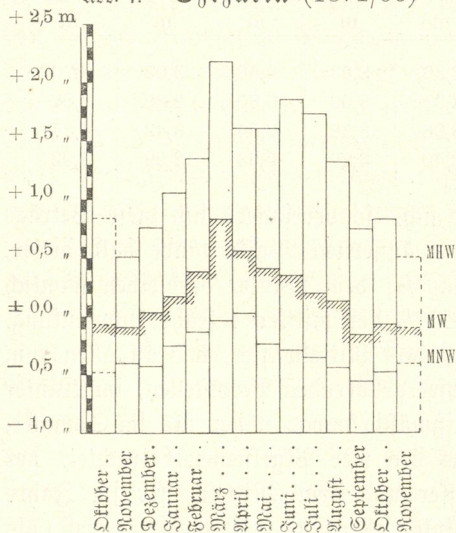
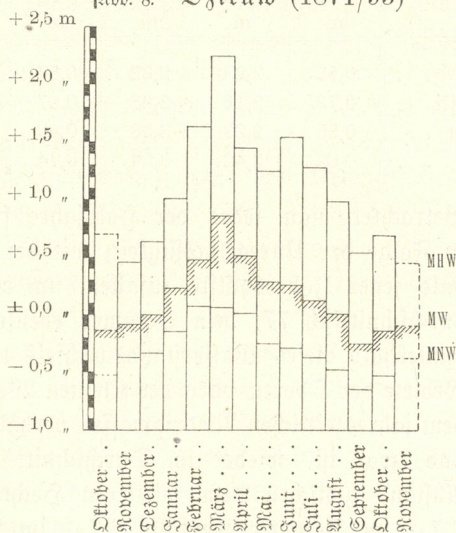


Abb. 8. Dzików (1871/95)



Bei Dzików überwiegt wieder das winterliche Hochwasser des Stromes. Dies könnte zunächst überraschen, da der weitaus wichtigste unter den in die Zwischenstrecke des Stromes einmündenden Nebenflüssen, die Wisłoka, ebenso wie der Dunajec den höheren Werth des mittleren Hochwassers im Sommer zeigt. Doch findet gerade bei der einzigen Pegelstelle an der Wisłoka, die für diese Frage in Betracht kommt, bei dem rasch ansteigenden Sommerhochwasser ein starker örtlicher Aufstau statt, bei dem die abfließende Wassermenge geringer bleibt, als man nach der bloßen Höhe der Wasserstände vermuthen möchte.

In der Stromstrecke unterhalb der Wislokamündung nimmt auch das Mittelwasser des Sommers eine merklich tiefere Lage ein als vorher. Denn liegt es an den Pegelstellen zu Krakau, Jagodniki und Szczucin um 0,17 bis 0,19 m tiefer als das des Winters, was 4 bis 5% der mittleren Jahreschwankung ausmacht, so wächst der Unterschied bei Dzików auf 0,28 m oder 7% der genannten Schwankung, und dieser Zuwachs erweist sich auf das deutlichste als eine Einwirkung der Wisloka, wenn man beachtet, daß deren Sommermittelwasser bei Labusze um 0,25 m oder 4% der mittleren Jahreschwankung unter demjenigen des Winters bleibt, während bei den Pegelstellen an der Sola und Skawa, sowie auch bei der Pegelstelle Zabno am Dunajec, die ja für die Einwirkung dieses Flusses auf den Weichselstrom allein entscheidend ist, beiden Jahreshälften fast völlig gleiche Mittelwerthe zufallen. Ziemlich genau die gleiche Veränderung erfährt das mittlere Niedrigwasser von einer Jahreshälfte zur anderen; bei Krakau, Jagodniki und Szczucin liegt es im Winter um 0,11 bis 0,13 m höher als im Sommer, bei Dzików dagegen um 0,20 m.

Aus den mitgetheilten Zahlen ist schon ungefähr zu ersehen, wie sich der mittlere Wasserstandswechsel während beider Halbjahre gestaltet. Die mittlere Jahreschwankung beträgt, wie die nachfolgende Tabelle zeigt, 3,7 bis 4,4 m.

1871/95	Winter			Sommer			Jahr			
	MW-MNW	MHW-MW	MHW-MNW	MW-MNW	MHW-MW	MHW-MNW	MW-MNW	MHW-MW	MHW-MNW	HHW-MNW
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Krakau . .	0,65	2,23	2,88	0,57	2,36	2,93	0,68	3,02	3,70	6,25
Jagodniki . .	0,72	2,16	2,88	0,67	2,33	3,00	0,80	2,88	3,68	5,17
Szczucin . .	0,85	2,23	3,08	0,80	3,08	3,88	0,94	3,42	4,36	5,93
Dzików . .	0,82	2,42	3,24	0,74	2,46	3,20	0,93	2,99	3,92	5,39

Betrachtet man jedes der Halbjahre für sich, so verringern sich diese Beträge in Folge der Unregelmäßigkeit, mit der die äußersten Wasserstände bald dieser, bald jener Jahreshälfte zufallen, um etwa $\frac{1}{5}$; dem Winter verbleiben nämlich durchschnittlich 77, dem Sommer ebenso 83% der mittleren Jahreschwankung. Innerhalb dieses Wasserstandswechsels liegt das Mittelwasser, wie an allen zum Gebiete der Oberen oder der Kleinen Weichsel gehörenden Pegelstellen, im Winter dem jahreszeitlichen Niedrigwasser verhältnißmäßig etwas näher als im Sommer, und zwar ist, wieder im Durchschnitt aus den vier Pegelstellen betrachtet, der Abstand zwischen dem mittleren Hochwasser und dem Mittelwasser im Jahre 3,7 $\frac{1}{2}$, im Sommer ebenfalls 3,7 $\frac{1}{2}$, im Winter aber nur 3,0 $\frac{1}{2}$ mal so groß als derjenige zwischen dem Mittelwasser und dem entsprechenden mittleren Niedrigwasser. Im Gegentheile hierzu ist jedoch der absolute Abstand zwischen dem Mittelwasser und dem mittleren Niedrigwasser an allen vier Pegelstellen im Winter etwas größer als im Sommer (durchschnittlich 0,76 m im Winter und 0,70 m im Sommer). Das seltenere Auftreten der tieferen Wasserstände im Winter kommt also dem Mittelwasser in etwas höherem Maße zu Gute, als dem mittleren Niedrigwasser. Letzteres ist im Durchschnitt aus den vier Pegelstellen im Winter nur um 0,14 m, das Mittelwasser dagegen 0,20 m höher als im Sommer. Die Linien für die Häufigkeit der Wasserstände müssen also von einem Halbjahr

zum anderen nicht allein eine Verschiebung um eine gewisse Höhenstufe zeigen, sondern außerdem auch noch eine Aenderung ihrer Gestalt. Und in der That ist, wie hier schon vorweg bemerkt sei, die Zahl der Wasserstände, die etwa nur um einen Meter oder einen Bruchtheil desselben über den Tiefststand der Jahreshälfte hinausgehen, innerhalb des Sommers merklich größer als während des Winters.

Als Einzelheit sei noch erwähnt, daß bei Szezecin, also zwischen Dunajec- und Wislokamündung, die winterliche Wasserführung gleichmäßiger ist als an jeder sonstigen Pegelstelle der Oberen Weichsel oder des zu ihr entwässernden Gebietes. Das Mittelwasser des Winters theilt dortselbst die zugehörige mittlere Halbjahrsschwankung im Verhältniß von 1:2,6, oder, was dasselbe besagt, der Abstand zwischen dem Mittelwasser und dem mittleren Niedrigwasser wächst auf 28% der Halbjahrsschwankung, während er bei den anderen Pegelstellen der Oberen Weichsel nur 23 bis 25%, bei N.-Berun an der Kleinen Weichsel sogar nur 20% beträgt.

Uebersieht man die diesbezüglichen Werthe für das Sommerhalbjahr, so findet man ein den Lauf des Stromes begleitendes Hinaufrücken des Mittelwassers. Denn bei N.-Berun liegen nur 17 bis 18% der mittleren Halbjahrsschwankung unter dem zugehörigen Mittelwasser und an den noch weiter oberhalb gelegenen Pegelstellen der Kleinen Weichsel noch weniger. Bei Krakau wächst dieser Bruchtheil dann auf 19%, an den nächsten beiden Pegelstellen auf 22 und 21%; bei Dzikow endlich beläuft sich der Bruchtheil auf 23%, ein Werth, der selbst von der so gemäßigten Przemsza bei Kl.-Chelm nicht überholt wird. Daß diese Aenderung, welche die Lage des Mittelwassers vollführt, nicht dahin gedeutet werden kann, daß die sommerlichen Hochwassererscheinungen längs des Stromes an Bedeutung verloren, liegt auf der Hand. Eher könnte sich darin wohl der Umstand geltend machen, daß durch die Ermäßigung des Stromgefälles, sowie durch den Hinzutritt immer weiterer Nebenflüsse die Form der Anschwellungen eine immer gestrecktere und zugleich auch die Zahl der den Strom durchlaufenden Fluthwellen eine immer größere wird, was beides den Abstand zwischen Mittelwasser und mittlerem Hochwasser ein wenig verkürzen könnte. Die Hochwassererscheinungen sprechen hierbei aber wohl überhaupt erst an zweiter Stelle mit. Je flacher das Gebiet wird, über welches das Gewässernez des Stromes sich ausbreitet, um so mehr Regenwasser kann im Boden versickern und von diesem festgehalten werden, so daß im Sommer nicht leicht so lange Perioden kleinsten Wasserstandes vorherrschen können, wie sie im Gebirge mit seiner unvermittelten Aufeinanderfolge der Erscheinungen nicht selten sind.

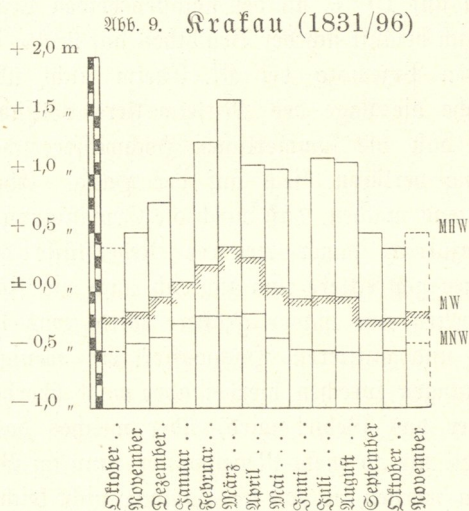
Die in der Tabelle auf S. 234 zu findenden Angaben über die äußersten Wasserstandsschwankungen für 1871/95 sind nicht ganz vergleichbar, obgleich ihnen an allen Pegelstellen der gleiche 25-jährige Zeitraum zu Grund liegt. Der bei Krakau angegebene Höchststand war nämlich mit Eisgang verbunden, während er an den übrigen Pegelstellen dem Sommerhalbjahr angehört. Den höchsten bekannt gewordenen eisfreien Wasserstand brachte indessen, wenn man nicht über das Jahr 1871 zurückgeht, wie bei Jagodniki und Dzikow, so auch bei Krakau das Hochwasser vom Juni 1884, und zwar mit 4,10 m am Pegel. Unter Einführung dieses Werthes würde sich die Gesamtschwankung

während der Jahre 1871/95 auf 6,03 m ermäßigen. Auch diesem Betrag haftet vielleicht noch ein kleiner Bestandtheil an, der von der allgemeinen, am Schlusse dieses Abschnittes näher erörterten Senkung des Wasserspiegels herrührt.

Auf die durchschnittliche Bewegung der Wasserstände im Kreislaufe des Jahres sind derartige einseitige Veränderungen der Wasserspiegelhöhe ohne Einwirkung, und so können für diese Frage auch die 66-jährigen Werthe für Krafau unbedenklich herangezogen werden. Die beigegebenen Abbildungen enthalten außer den vier 25-jährigen Reihen auch diese langjährige Krafauer Reihe (Abb. 9). Außerdem sind im Tabellenbände die Mittel- und Grenzwerte für alle Halbjahre und Jahre des Zeitraums 1846/95 mitgetheilt.

Krafau 1831/96	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
MNW (m)	-0,44	-0,39	-0,28	-0,21	-0,21	-0,19	-0,40	-0,50	-0,51	-0,52	-0,55	-0,51	-0,56	-0,65	-0,71
MW (m)	-0,18	-0,05	0,08	0,22	0,38	0,29	0,02	-0,07	-0,04	-0,05	-0,25	-0,23	0,12	-0,10	0,01
MHW (m)	0,50	0,76	0,97	1,27	1,63	1,08	1,04	0,95	1,13	1,10	0,50	0,37	2,38	2,31	2,88

Beobachteter Tiefststand — 1,93 m September 1895. Beobachteter Höchststand 4,48 m 21. Juli 1845.



Die vorstehenden langjährigen Werthe zeigen, wie das Jahr in einen winterlichen Abschnitt mit aufsteigenden und einen sommerlichen mit absteigenden Wasserständen zerfällt. Am schnellsten, in nur fünf Monaten, vollzieht sich der Anstieg beim mittleren Hochwasser, bei dem er erst im Oktober anhebt und im März endet. Das Mittelwasser erreicht seinen Tiefstwerth bereits im September, und bei ihm umfassen die Zeiten der Hebung und Senkung gerade ein halbes Jahr. Bemerkenswerth ist, daß letztere nur bis auf 0,26 m unter das Gesamtmittel (0,01 m) geht, der Märzwerth sich dagegen 0,37 m darüber erhebt. Beim mittleren Niedrigwasser, das innerhalb der Jahresreihe überhaupt nur um 0,36 m schwankt, wächst die Zeit des Anstiegs noch um einen weiteren Monat, da sein Höchstwerth, wie es so oft der Fall ist, erst auf den April rückt. Hier-

von abgesehen, weisen die drei Mittelwerthslinien auch in ihrem Abstiege während der anderen Jahreshälfte große Aehnlichkeit mit einander auf. Beim mittleren Hochwasser findet die Senkung hauptsächlich von dem eigentlichen Hochwassermonat März zu dem nur noch den Nachschub der Schneeschmelze aufnehmenden Nachbarmonat April, alsdann wieder vom Monat August zu dem viel wasserärmeren Uebergangsmonat September statt. Das Mittelwasser wird dagegen durch das Schmelzwasser so lange in seiner erhöhten Frühjahrslage erhalten, daß der Hauptabstieg erst zwischen April und Mai eintritt, während die hier etwas geringere zweite Hauptsenkung dann ebenfalls zwischen August und September erfolgt. Zwischen diese beiden Absenkungen tritt sowohl beim mittleren Hochwasser, wie beim Mittelwasser eine durch die Sommerregen und Sommerhochwasser bedingte kleinere Erhebung ein, die ihren Höhepunkt im Juli hat, sich aber auch auf den August erstreckt. Auf das mittlere Niedrigwasser der einzelnen Monate wirken diese Sommerregen nur ganz unerheblich ein, da die durch sie erzeugten Hochfluthen zu kurz sind, um die Wasserstände eines ganzen Monats zu beherrschen. So zeigt diese Größe dann nur eine einmalige, vom April bis Juni dauernde große Senkung, in der sich die letzte Abgabe des von der Schneeschmelze herrührenden Wassers kundgiebt. So unerheblich dann aber die Unterschiede zwischen den übrigen Sommermonaten auch sind, so tritt der September doch deutlich als wasserärmster Monat hervor.

In den nur 25-jährigen Reihen (Abb. 5 bis 8), denen naturgemäß mancherlei Zufälligkeiten anhaften, begegnet man der kleinen sommerlichen Erhebung beim Mittelwasser überhaupt nicht mehr, und beim mittleren Hochwasser rückt sie auf den Juni, ohne daß dies aus den normalen Regenverhältnissen erklärt werden könnte. Man wird also annehmen dürfen, daß auch an den Pegelstellen Jagodniki und Dzików, deren Reihen ja mit derjenigen von Krakau eine große Aehnlichkeit zeigen, bei einer genügenden Anzahl von Jahren der Höchstwerth des mittleren Hochwassers dem Juli und nächst ihm dem August zufallen würde, und ebenso würde dann wohl der kleine Nebenanstieg des Mittelwassers wieder zu Tage treten. Für die Pegelstelle Szczucin ist dies mit weniger Wahrscheinlichkeit zu behaupten; bei dieser ist die Aehnlichkeit mit dem Bilde für Krakau ja auch am geringsten. War oben hervorzuheben, daß allein an dieser Pegelstelle das mittlere Sommerhochwasser bedeutend über demjenigen des Winters liegt, so zeigt sich im Einklang damit die weitere Erscheinung, daß der mittlere Juni-Höchststand hier dem des März ganz wesentlich näher kommt als an den übrigen Pegelstellen.

In den Hauptzahlen für das Jahr und die Jahreshälften bestehen naturgemäß zwischen den nur 25-jährigen und den langjährigen Werthen bei Krakau nicht so verhältnißmäßig erhebliche Unterschiede, wie in den Monatsmitteln. Die Gegenüberstellung beider Werthereihen zeigt vielmehr hauptsächlich eine durch die Senkung der Wasserstände bedingte tiefere Lage der 25-jährigen Mittelwerthe, während die Schwankungen in beiden Reihen fast genau die gleichen sind. Bemerkenswerth ist namentlich die Erscheinung, daß die äußerste Schwankung in dem 66-jährigen Zeitraum nur ganz unwesentlich größer ist, als in dem 25-jährigen, da der Wasserpiegel trotz der allgemeinen, schon mehrfach erwähnten Vertiefung des Flußbettes neuerdings zuweilen noch ebenso hohe Lagen annimmt als früher.

Die allgemeine Senkung des Wasserspiegels tritt dagegen aufs deutlichste hervor, wenn man den Zeitraum 1831/95 in Abschnitte von je fünf Jahren zerlegt und für jeden derselben sein Mittelwasser berechnet:

	1831/35	1836/40	1841/45	1846/50	1851/55	1856/60	1861/65
MW (m)	0,45	0,49	0,38	0,45	0,44	0,05	—0,06
	1866/70	1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95	
MW (m)	—0,09	—0,10	—0,05	—0,35	—0,59	—0,89.	

Diese Zahlen stellen gleichzeitig nahezu die Abweichungen der einzelnen Fünfjahrsmittel vom Mittelwasser der Gesamtzeit 1831/95 dar, da letzteres nahezu auf Null liegt. Bis 1860 liegen also alle Einzelmittel über dem Gesamtmittel, nachher aber sämmtlich darunter; die Senkung beginnt aber schon vorher, um die Mitte der fünfziger Jahre, und zwar liegt gerade das Jahresmittel für 1856 um 0,68 m unter demjenigen des vorangegangenen Jahres, während sonst in der ganzen Beobachtungsreihe eine auch nur annähernd so bedeutende Verschiedenheit in den Mitteln zweier auf einander folgender Jahre nicht wieder vorkommt. Allerdings handelt es sich hierbei nicht allein um eine Folgeerscheinung der auf S. 216/8 erwähnten Begradigung; der Umstand, daß unterhalb der im Jahre 1854 gebauten Eisenbahnbrücke eine Entfernung von Pfahlfesten aus dem Flußbett und Räumungsarbeiten vorgenommen wurden, kommt für die Erklärung jener Senkung noch nicht in Frage. Denn auch für die Mittlere und die Untere Weichsel bilden die Jahre 1855/56 eine ganz ähnliche Ausnahme. So liegt z. B. auch an der Pegelstelle Warschau das Mittelwasser des Zeitraumes 1856/60 um rund 0,4 m unter dem Mittelwasser für 1851/55, und ebenso erstreckt sich die Senkung des Wasserspiegels auch hier bis in die sechziger Jahre hinein. Wohl aber bewirkte die örtliche Ausräumung und Begradigung des Strombettes der Oberen Weichsel, daß der Wasserspiegel bei Krakau nachher nicht wieder bis zu seiner früheren Durchschnittshöhe emporzusteigen vermochte. Die oben angeführte Mittelwerthsreihe schließt mit einem Betrage für 1891/95 ab, der, hauptsächlich wohl in Folge des 1882 bei Dambje ausgeführten Durchstiches, um 0,84 m unter dem ihm um 15 Jahre vorangehenden Zahlenwerth liegt, während der entsprechende Unterschied an der zur Vergleichung geeignetsten Pegelstelle Jagodniki nur 0,12 m, bei Warschau aber nur 0,05 m ausmacht.

Mit noch etwas schärferer Ausprägung vollzog sich bei Krakau die Senkung des Kleinwasserspiegels:

	1831/35	1836/40	1841/45	1846/50	1851/55	1856/60	1861/65
MNW (m)	—0,14	—0,31	—0,32	—0,40	—0,30	—0,54	—0,65
NNW (m)	—0,42	—0,55	—0,47	—0,45	—0,34	—0,58	—0,71
	1866/70	1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95	
MNW (m)	—0,68	—0,79	—0,76	—0,88	—1,29	—1,69	
NNW (m)	—0,82	—0,95	—0,84	—1,06	—1,51	—1,93.	

Das mittlere Niedrigwasser nimmt also nur zweimal von einem Jahr fünf bis zum nächsten zu, sonst immer ab, doch wieder in verschiedenem Maße: in den ersten 45 Jahren beträgt die Erniedrigung insgesammt nur 0,62 m, in den letzten 15 dagegen 0,93 m, und ungefähr um die Summe dieser Beträge liegt auch das

Kleinstwasser der Jahre 1891/95 unter demjenigen des Jahrsünfts 1831/35. Für die Betrachtung der höheren Wasserstände ist es rathamer, etwas längere Zeiträume zusammenzufassen, da sonst zu viel Zufälligkeiten unausgeglichen bleiben. Das Ergebniß ist hier ein wesentlich anderes:

	1831/55	1856/80	1881/95
MHW (m)	3,43	2,66	2,44
HHW (m)	4,48	3,63	4,32

Es zeigt sich also, daß eine Mittelwerthsbildung aus vielen Jahren auch hierbei zu absteigenden Werthen führt, daß andererseits aber neuerdings noch nahezu so hohe Lagen des Wasserspiegels vorkommen wie in früheren Zeiten; freilich werden ihnen größere Abflusmengen entsprechen. Selbstverständlich muß die Vertiefung der Stromsohle auf die Senkung des Niedrig- und Mittelwassers eine größere Einwirkung als auf die Tieferlegung des Höchststandes einer Hochfluth ausüben. Da in einer größeren Zahl aufeinander folgender Jahre aber stets ein ansehnlicher Bruchtheil ohne große Hochwasser zu bleiben pflegt, so wird es erklärlich, daß die Mittelwerthe der Jahreshöchststände die Senkung wieder zum Ausdruck bringen. Doch wirkt auf diese Zahlen die Häufigkeit der größeren Hochwasser augenscheinlich sehr viel mehr ein als die Tieferlegung des Wasserspiegels; denn sonst müßte auch bei ihnen der überwiegende Bruchtheil der Senkung erst den letzten Jahrzehnten zufallen, während das Umgekehrte der Fall ist.

Etwas geringere Aenderungen des Wasserspiegels, die wohl mit dem Fortschreiten der wandernden Sände zusammenhängen, zeigen sich auch in den Fünfsjahrsmitteln für Jagodniki, Szezucin und Dzików. Der Unterschied zwischen je zwei benachbarten Jahrsünften beträgt durchschnittlich 9 bis 14 cm, bald Hebung, bald Senkung ohne Regelmäßigkeit. Offenbar hat man es dabei nur mit vorübergehenden Erscheinungen zu thun, wogegen die ausgesprochene Senkung bei Krakau eine dauernde ist.

MW	1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
Jagodniki (m)	0,23	0,40	0,27	0,24	0,28
Szezucin (m)	0,27	0,39	0,25	0,14	0,11
Dzików (m)	0,35	0,34	0,29	—0,09	0,05

4. Häufigkeit der Wasserstände.

Auf die Häufigkeit der Wasserstände werfen schon die Ausführungen des vorigen Abschnittes manches Schlaglicht. So steht z. B. zunächst die Häufigkeit, mit welcher der Jahreshöchststand den beiden Jahreshälften zufällt, zu dem mittleren Hochwasser derselben in enger Beziehung. Bei Krakau und Jagodniki tritt der Jahreshöchststand fast genau ebenso oft im Winter wie im Sommerhalbjahre ein, wie für erstere Pegelstelle sowohl aus der nur 25- wie aus der vieljährigen Reihe zu ersehen ist. Bei Szezucin verbleiben dagegen dem Winterhalbjahr in Folge der Einwirkung des Dunajec nur $\frac{2}{5}$ aller Höchststände, während bei Dzików das Verhältniß durch die Zunahme des Flachlandsgebietes gerade den umgekehrten Werth ($\frac{3}{5}$ im Winterhalbjahr und nur $\frac{2}{5}$ im Sommerhalbjahr) annimmt. So eng sich nun aber diese Verhältnisse an die mittleren Hochwasser an-

lehnen, so tritt darin eine bemerkenswerthe Abweichung zu Tage, daß die dem Sommerhalbjahr zufallenden Jahreshöchststände an allen vier Pegelstellen einen höheren Mittelwerth aufweisen als die übrigen, und zwar beläuft sich der Unterschied (für 1871/95) bei Krakau, Jagodniki und Dzików auf ein bis zwei Dezimeter, bei Szcucin aber in Folge der durch den Dunajec bewirkten Vermehrung der sommerlichen Wasserführung sogar auf etwa $\frac{3}{4}$ m. Zieht man, um für die einzelnen Monate nicht gar zu zufällige Werthe zu gewinnen, aus allen vier Pegelstellen die Summe für 1871/95, so findet man folgende Vertheilung der Jahreshöchststände, die von selbst gleich eine prozentische ist:

Novbr.	Dezbr.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
0	0	5	9	25	11	11	21	7	9	2	0	50	50	100

Der Verlauf der Zahlen ist also ein recht regelmäßiger. Die Herbst- und Frühwintermonate Oktober bis Dezember bleiben von dem Jahreshöchststände ganz frei; bis zum März hin steigt dann die Wahrscheinlichkeit des Eintritts des Jahreshöchststandes, und zwar beträgt sie im März mit 25% eben so viel, wie in den Nachbarmonaten Januar, Februar und April zusammengenommen. Einen zweiten Höchsthwerth, der hinter demjenigen des März nicht wesentlich zurückbleibt, fällt dem Juni zu. Doch ist es ein bloßer Zufall, daß gerade dieser Monat und nicht etwa der Juli oder August ihn aufweist.

Verfährt man in entsprechender Weise mit den Tieftständen der vier Pegelstellen, so findet man für den Sommer eine dreimal so große Wahrscheinlichkeit für den Eintritt des Jahrestieftstandes als für den Winter, und zwar zeigt diese Wahrscheinlichkeit während des Sommers folgenden Verlauf (%):

Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Sommer
2	5	11	18	26	13	75

Der Rest fällt vorwiegend dem November zu (14 bis 15%), während für März und April zusammen nur eine Wahrscheinlichkeit von 1% verbleibt. Besonders tritt also das Vorkommen tieferer Wasserstände in den Monaten August und September hervor. In der langjährigen Reihe für Krakau steht dabei der erstgenannte Monat (mit 23%) an erster Stelle, und ihm folgen die übrigen Monate des Jahres dann mit den beistehend angegebenen Werthen:

% des	Novbr.	Dezbr.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
NNW	9	4	1	1	0	1	6	12	13	23	18	12	16	84	100
HHW	1	5	12	12	17	6	14	12	8	9	4	0	53	47	100

Für die Pegelstelle Jagodniki ist auch ermittelt worden, welche Anzahl von Wasserständen innerhalb des Zeitraumes 1871/95 den einzelnen, je 20 cm umfassenden Stufen angehörte. Daß gerade die genannte Beobachtungsstelle in dieser Hinsicht als Vertreterin der Oberen Weichsel gewählt wurde, hat seinen Grund darin, daß bei ihr die Fünfjahrsmittel des Wasserstandes am wenigsten auf eine Höhenänderung des Wasserspiegels in auf- oder absteigender Richtung deuten, während derartige Aenderungen, deren Nachweisung an dieser Stelle nicht beachtigt ist, ja die Gestalt der Häufigkeitslinie stets verzerren müssen.

Das Ergebnis der Auszählung ist im Tabellenbände auch monatsweise mitgeteilt, während hier die Zahlen für das Jahr und die beiden Halbjahre wiedergegeben sind. Bezüglich der Herleitung der zweiten, auf der folgenden Seite abgedruckten Tabelle sei auf S. 196 verwiesen.

Jagodniki 1871/95		Beobachtete Anzahl von Wasserständen:			Prozentische Häufigkeit der Wasserstände:		
		Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr
Stufen							
4,00 m und höher . .		—	3	3	—	0,1	0,0
m m							
ausschl. 4,00 bis	3,80 einschl.	1	2	3	0,0	0,0	0,0
" 3,80 "	3,60 "	1	5	6	0,0	0,1	0,1
" 3,60 "	3,40 "	2	4	6	0,0	0,1	0,1
" 3,40 "	3,20 "	3	9	12	0,1	0,2	0,1
" 3,20 "	3,00 "	13	11	24	0,3	0,2	0,3
" 3,00 "	2,80 "	14	11	25	0,3	0,2	0,3
" 2,80 "	2,60 "	12	8	20	0,3	0,2	0,2
" 2,60 "	2,40 "	17	18	35	0,4	0,4	0,4
" 2,40 "	2,20 "	40	20	60	0,9	0,4	0,7
" 2,20 "	2,00 "	38	26	64	0,8	0,6	0,7
" 2,00 "	1,80 "	55	26	81	1,2	0,6	0,9
" 1,80 "	1,60 "	53	37	90	1,2	0,8	1,0
" 1,60 "	1,40 "	72	55	127	1,6	1,2	1,4
" 1,40 "	1,20 "	106	85	191	2,3	1,9	2,1
" 1,20 "	1,00 "	141	103	244	3,1	2,2	2,7
" 1,00 "	0,80 "	242	165	407	5,4	3,6	4,4
" 0,80 "	0,60 "	390	279	669	8,6	6,1	7,3
" 0,60 "	0,40 "	499	388	887	11,0	8,4	9,7
" 0,40 "	0,20 "	864	609	1473	19,1	13,2	16,1
" 0,20 "	0,00 "	785	648	1433	17,3	14,1	15,7
" 0,00 "	—0,20 "	603	822	1425	13,3	17,9	15,6
" —0,20 "	—0,40 "	447	740	1187	9,9	16,1	13,0
" —0,40 "	—0,60 "	104	475	579	2,3	10,3	6,3
" —0,60 "	—0,80 "	29	51	80	0,6	1,1	0,9
Gesamtzahl		4531	4600	9131	100,0	100,0	100,0

Sowohl in den Reihen für die Jahreshälften, wie in derjenigen für das gesammte Jahr nimmt also die Häufigkeit der Wasserstände von der niedrigsten überhaupt vorkommenden Lage des Wasserspiegels an bis nicht ganz zu dem be-

Prozentsatz aller Wasserstände, die unter der angegebenen Höhe verblieben.

Höhe m	Winter %	Sommer %	Jahr %	Höhe m	Winter %	Sommer %	Jahr %
HHW	100,0	100,0	100,0	1,60	94,5	96,1	95,3
3,80	100,0	99,9	99,9	1,40	92,9	94,9	93,9
3,60	100,0	99,8	99,9	1,20	90,6	93,0	91,8
3,40	99,9	99,7	99,8	1,00	87,5	90,8	89,1
3,20	99,8	99,5	99,7	0,80	82,1	87,2	84,7
3,00	99,6	99,3	99,4	0,60	73,5	81,2	77,4
2,80	99,2	99,0	99,1	0,40	62,5	72,7	67,6
2,60	99,0	98,8	98,9	0,20	43,4	59,5	51,5
2,40	98,6	98,5	98,5	0,00	26,1	45,4	35,8
2,20	97,7	98,0	97,9	—0,20	12,8	27,5	20,2
2,00	96,9	97,5	97,2	—0,40	2,9	11,4	7,2
1,80	95,7	96,9	96,3	—0,60	0,6	1,1	0,9

treffenden Mittelwasser hinauf beständig und ziemlich rasch zu, dann aber wesentlich langsamer ab. Im Sommer liegt jedoch die größte Häufigkeit bereits etwas tiefer unter dem zugehörigen Mittelwasser als im Winter. Doch hatten dem am häufigsten eintretenden Wasserstände oder Scheitelwerth (SW) auch hier wieder recht große Zufälligkeiten an, wie die beigelegte kleine Tabelle zeigt:

Jagodnifi 1871/95	NNW m	MNW m	SW m	GW m	MW m	MHW m	HHW m
Winter . . .	— 0,79	— 0,35	0,24	0,27	0,37	2,53	3,90
Sommer . . .	— 0,75	— 0,48	— 0,14	0,07	0,19	2,52	4,38
Jahr	— 0,79	— 0,52	0,21	0,18	0,28	3,16	4,38

So liegt der Scheitelwerth im Winter um 0,13, im Sommer um 0,33 m unter dem zugehörigen Mittelwasser, in der Reihe für das ganze Jahr aber nicht um einen Zwischenwerth, sondern nur um etwa 0,07 m, was darauf zurückzuführen ist, daß die Häufigkeitsreihe für das Jahr sich aus zwei ganz verschieden verlaufenden Halbjahrsreihen aufbaut. Die Häufigkeitslinien für die beiden Halbjahre schneiden einander nämlich ziemlich genau bei Pegelnul, und zwar in dem Sinne, daß die tieferen Wasserstände im Sommer, die höheren aber bis ungefähr zur Höhe des mittleren Jahreshöchststandes (3,16 m) hinauf im Winter häufiger sind. Der Unterschied ist ein so beträchtlicher, daß 45,4 % aller sommerlichen, dagegen nur wenig mehr als halb so viel (26,1 %) aller winterlichen Wasserstände unter Pegelnul verbleiben. Mit der Erhebung über diesen Werth vermindert sich der prozentische Unterschied zwischen beiden Halbjahren mehr und mehr; so bleiben unter 1,0 m im Winter 87,5 % aller Wasserstände und im Sommer nur noch 3,3 % mehr, also 90,8 %. Bei der Höhe von 2 m am Pegel, welche überhaupt nur noch von etwa 3 % aller Wasserstände überschritten wird, sinkt der entsprechende Unterschied zwischen den beiden Halbjahren schon auf den Bruchtheil eines Prozentes. Die höheren Wasserstände überhaupt sind zu selten, als

daß eine nur 25-jährige Reihe auch für sie noch als maßgebend angesehen werden könnte.

Wie oben erwähnt ist, treten Wasserstände unter Pegelnulld im Sommer, über Pegelnulld aber im Winter häufiger auf. Betrachtet man die einzelnen Monate darauf hin, so findet man folgenden Prozentsatz der jedesmaligen Gesamtzahl der Wasserstände unter Pegelnulld, sowie unter 1 m und unter 2 m am Pegel.

Höhe m	%	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
0,00	%	52,7	38,5	19,6	20,8	<u>9,5</u>	15,6	29,1	34,6	43,9	47,1	63,3	54,5	26,1	45,4	35,8
1,00	%	96,9	95,5	90,1	88,0	<u>70,7</u>	83,8	88,9	86,8	89,5	89,4	94,4	95,7	87,5	90,8	89,1
2,00	%	100,0	99,6	98,6	96,5	<u>91,7</u>	94,9	96,6	95,2	97,3	96,9	99,1	99,6	96,9	97,5	97,2

In diesen Reihen treten besonders die Monate September bis November und der März hervor. Während in den erstgenannten Monaten der Wasserstand an der Mehrzahl aller Tage unter Null bleibt und also auch der gewöhnliche Wasserstand diese Lage einnimmt, ist im März die Wahrscheinlichkeit für das Vorkommen eines Wasserstandes unter Null nur gleich 9,5 %, der gewöhnliche Wasserstand aber ungefähr gleich 0,64 m, und fast noch 30 % aller Tage dieses Monats haben einen Wasserstand von 1 m am Pegel oder darüber, während sonst mit Ausnahme des dem März etwas verwandten April höchstens etwa 13 % der Wasserstände eines Monats diese Lage erreichen. Für die Verschiedenheit, die zwischen den sonst so ähnliche Verhältnisse aufweisenden Monaten September bis November besteht, ist es bezeichnend, daß im September sowohl die Wasserstände unter 0,0 m, wie diejenigen über 1,0 m und 2,0 m am Pegel häufiger sind, als in den beiden anderen Monaten. (Für Krakau würde sich eine entsprechende Erscheinung nachweisen lassen). Aus den Witterungsverhältnissen, die im September zu herrschen pflegen, wird es auch leicht verständlich, daß der Strom in diesem Monat einerseits ganz besonders häufig unter Wasserarmuth zu leiden hat, andererseits aber doch auch etwas häufiger wenigstens mittelhohe Anschwellungen erfährt, als in den folgenden Herbstmonaten. Kann man sich doch gerade im September oft wochenlang einer heiteren, warmen Witterung erfreuen, welche nicht selten sogar in eine kaum noch erfreuliche Hitze ausartet und an den Wasservorräthen im Boden um so stärker zehrt, als der Regenfall mit dem Fortschritt der Jahreszeit im Allgemeinen ein immer mäßigerer wird. Aber gerade weil die Septembertage so oft noch sommerlich schön zu sein pflegen, kommt es in diesem Monat öfters auch zu heftigeren atmosphärischen Entladungen, welche die Wasserläufe rasch ufervoll machen und vielleicht auch noch die angrenzenden Niederungen mit einer Wasserfluth überdecken. Je weiter der Herbst dann vorrückt, um so seltener treten diese unliebsamen Wahrzeichen des Sommers in die Erscheinung. Um schließlich noch ein Beispiel hierfür anzuführen: In den 28 Jahren 1869/96 wurde bei Jagodniki während des November niemals ein höherer Wasserstand als 1,90 m am Pegel ver-

zeichnet, und auch an den übrigen Pegelstellen liegt der Höchststand des November merklich unter demjenigen der übrigen Monate. Die Häufigkeitszahlen für den Dezember schließen sich denen für die vorangehenden drei Herbstmonate ziemlich eng an. Erst im Januar wachsen die Wasserstände erheblicher; man wird dies indessen weniger einer vermehrten Wasserzufuhr, als einem Aufstau der Wasserstände durch das Eis zuzuschreiben haben.

5. Wassermengen.

Auf S. 213, 219 und 225 sind in runden Zahlen die Wassermengen angegeben, welche für die Berechnung der Querschnittsflächen bei Normalwasser zu Grunde gelegt worden sind. Diese Zahlen beruhen auf den in nachfolgender Tabelle mitgetheilten Messungen der Abflußmenge, welche in den Jahren 1885/88 mit dem hydrometrischen Flügel an verschiedenen Orten, zumeist bei niedrigen Wasserständen, ausgeführt worden sind.

Ort	Km.	Tag	Wasserstand		Mittlere Geschw. m/sec	Wassermenge cbm/sec
			am Pegel	m		
Brzozkowiec . .	0,9	20. 10. 1885	Pustynia	2,12	0,72	39
"	"	28. 9. 1887	"	2,41	0,70	58
"	"	13. 11. 1888	"	1,98	0,62	27
Dwory	3,8	21. 10. 1885	Dwory	— 0,21	0,66	54
"	"	29. 9. 1887	"	0,05	0,76	81
"	"	14. 11. 1888	"	— 0,37	0,51	35
Podolsze . . .	19,1	1. 10. 1887	"	0,04	0,70	77
"	"	3. 11. 1888	"	— 0,40	0,56	38
Smolice	23,4	4. 10. 1887	Krakau	— 0,58	0,70	78
"	"	10. 11. 1888	"	— 0,68	0,68	64
Kopanka	57,1	31. 10. 1888	"	— 0,83	0,62	54
Dyniec	64,1	7. 10. 1887	"	— 0,39	0,75	104
"	"	30. 10. 1888	"	— 0,92	0,67	52
Krakau	78,8	17. 10. 1885	"	— 0,52	0,67	97
"	"	12. 10. 1887	"	— 0,21	0,85	144
"	"	25. 10. 1888	"	— 0,90	0,47	55
Pasternik . . .	100,3	9. 8. 1888	Njepolomice	3,48	1,06	368
"	"	11. 8. 1888	"	3,20	0,96	277
"	"	28. 10. 1888	"	1,86	0,51	45
Sjeroślawice . .	130,6	13. 8. 1888	Sjeroślawice	0,39	0,78	192
"	"	2. 10. 1888	"	— 0,51	0,59	49
Popendźyna . .	136,8	16. 8. 1888	Popendźyna	0,02	0,67	113
"	"	3. 10. 1888	"	— 0,55	0,58	52
Nowopole . . .	158,1	27. 9. 1888	Jagodniki	— 0,19	0,57	110
Klonno	166,8	29. 8. 1888	Karsy	— 0,22	0,60	150
Kanna	175,3	31. 8. 1888	Szczucin	— 0,30	0,65	136
Otalenz	211,7	3. 9. 1888	"	0,58	0,97	293
Ostruwet . . .	226,0	13. 9. 1888	"	0,12	0,65	220
Njekurza . . .	227,6	14. 9. 1888	Dzików	— 0,24	0,68	213
Njekocin . . .	254,7	17. 9. 1888	"	— 0,28	0,60	195
Dambrowa . . .	274,6	21. 9. 1888	"	— 0,47	0,49	152
Dambrówka . . .	280,5	22. 9. 1888	Chwałowice	1,16	0,28	143

Zum Verständniß dieser Tabelle sei bemerkt, daß die entsprechenden Normalwasserstände auf 2,03 m bei Pustynia, — 0,25 m bei Dwory, — 0,65 m bei Krafau, 2,12 m bei Rzepolomice, — 0,25 m bei Sjeroslawice, — 0,11 m bei Popendzyna und Jagodniki, — 0,07 m bei Karjy, — 0,18 m bei Szczucin (vgl. S. 225), — 0,20 m bei Dzikow und etwa 2,0 m bei Chwalowice anzunehmen sind. Wenn man die aus den bezeichneten Messungen ermittelten Abflusssmengen bei Normalwasser in Vergleich mit dem Flächeninhalte des zugehörigen Niederschlagsgebiets bringt, so ergeben sich die nachstehend aufgeführten sekundlichen Abflussszahlen. Dabei ist zu beachten, daß der Normalwasserstand durchschnittlich etwa 0,3 m unter dem Jahres-Mittelwasser und 0,5 m über dem mittleren Niedrigwasser des Jahres liegt.

Ort	Abflußmenge	Gebietsfläche	Abflussszahl
Unterhalb der Przemszamündung	31 cbm/sec	3911 qkm	7,9 l/qkm
" " Skawamündung .	62 "	6789 "	9,1 "
" " Rabamündung .	90 "	10 720 "	8,4 "
" " Dunajecmündung .	167 "	19 771 "	8,4 "
" " Wislokamündung .	222 "	30 430 "	7,3 "
" " Sanmündung .	318 "	50 145 "	6,3 "

Sämmtliche Angaben über die Abflußmenge sowohl für die Weichsel als auch für ihre galizischen Nebenflüsse, welche in den folgenden Kapiteln mitgetheilt werden, sind auffallend groß im Verhältniß zu den auf umfangreicheren Messungen beruhenden Ermittlungen für andere Ströme. Dasselbe gilt auch bezüglich der früher bereits erwähnten Annahme über die Abflusssmengen beim größten Hochwasser und die zugehörigen Abflussszahlen.

Ort	Abflußmenge	Gebietsfläche	Abflussszahl
Pegelstelle Krafau	2140 cbm/sec	7978 qkm	0,27 cbm/qkm
Unterhalb der Rabamündung .	2715 "	10 720 "	0,25 "
" " Dunajecmündung	4467 "	19 771 "	0,23 "
" " Wislokamündung	5841 "	30 430 "	0,19 "
" " Sanmündung .	7632 "	50 145 "	0,15 "

Messungen der Abflußmenge bei großem Hochwasser lassen sich in der Oberen Weichsel wohl nur bei Krafau ausführen, da weiter unterhalb der Strom nirgends ein einigermaßen geschlossenes Hochwasserbett besitzt. Bei Krafau sind denn auch bis zum Pegelstande 4,10 m Messungen ausgeführt worden, bei den höheren Wasserständen mit Schwimmern zwischen der Franz-Josephs- und der unteren Eisenbahnbrücke. Die nach den Ergebnissen von 13 zwischen — 1,00 und + 4,10 m a. P. aufgetragene Wassermengenlinie beginnt mit 30 und endigt mit 1570 cbm/sec. Um die beim Hochwasser von 1813, der höchsten bekannten Fluth, abgeflossene Wassermenge annähernd festzustellen, wurde die Linie bis 4,95 m verlängert und die Größtmenge auf 2140 cbm/sec ermittelt. Nach dieser Zahl und nach der von Jzskowski („Beitrag zur Ermittlung der Niedrigst-, Normal- und Höchstwassermengen“, Wien 1886) angegebenen Formel sind die übrigen Größtmengen für die einzelnen Gebietsabschnitte berechnet worden.

III A. Wasserwirthschaft im Stromlaufe.

(Strombauten, Fischereiverhältnisse, Wasserverkehr.)

1. Vorgeschichte und Ziele des Ausbaues der Oberen Weichsel.

In früheren Jahrhunderten bildete die Weichsel eine für die damalige Zeit wichtige Wasserstraße. Zahlreiche Zeugnisse liegen darüber vor, daß sie einen beträchtlichen Verkehr aufgenommen hat. Außer Krakau waren namentlich die an der Nida-Mündungsstrecke gelegene, früher bedeutende Stadt Nowogrud-Korczyn und die oberhalb der Sammündung liegende Stadt Sandomierz Handelsplätze von Wichtigkeit. Man darf aber hieraus nicht folgern, daß im 14. bis 16. Jahrhundert, als der Wasserverkehr auf der Oberen Weichsel in Blüthe stand, die Schiffbarkeit des Stromes wesentlich besser als jetzt gewesen und etwa durch seine zunehmende Verwilderung allmählich verschlechtert worden sei. Vielmehr läßt der Zustand des Schiffsverkehrs auf der einzigen Strecke, auf welcher er ohne längere Unterbrechung bis in die Neuzeit erhalten blieb, nämlich von der Przemsza bis Krakau, darauf schließen, daß er immer nur mit kleinen Fahrzeugen betrieben und häufig behindert worden ist. Im heutigen Sinne war die Obere Weichsel auch früher gewiß ein kümmerlicher Verkehrsweg, aber doch der weitaus beste zu einer Zeit, als es in Südpolen ständig fahrbare Landstraßen kaum gab.

Durch die unausgesetzten politischen Wirren, die mit der Auftheilung des polnischen Königreichs an die Nachbarstaaten abschlossen, und nach der Theilung durch die von diesen Staaten errichteten Zollschranken ging die Schifffahrt fast ganz ein. Um sie wieder zu beleben, erschien der planmäßige Ausbau des Stromes erforderlich. Die ersten Vorarbeiten hierfür fanden schon zu Ende des vorigen und im Anfange dieses Jahrhunderts statt. Bis in die fünfziger Jahre gelangten jedoch nur einige unbedeutende Bauten von örtlicher Wirksamkeit zur Ausführung. Erst eine 1856 von der Lemberger Handels- und Gewerbekammer erfolgte Anregung gab Anlaß, daß dem Weichselstrom seitens der österreichischen Reichsregierung größere Aufmerksamkeit zugewandt wurde. Jedoch beschränkten sich ihre Maßnahmen zumeist auf die Räumung des Strombettes von den die Schifffahrt gefährdenden Baumstämmen und auf die Bepflanzung der in den übermäßig breiten Strecken vorhandenen Sandbänke. Wie noch jetzt auf vielen Stellen, bestand damals die ganze Obere Weichsel aus Ueberbreiten mit Untiefen und aus scharfen Krümmungen, die sich stetig veränderten, aus zahlreichen Spaltungen und Nebenarmen mit raschem Wechsel der Lage und des Gefälles. Daß dauernde Hülfe nur mit einem durchgreifenden Ausbaue nach einheitlichem Plane geschaffen werden könne, lag auf der Hand.

Um den Dampferverkehr, der seit den fünfziger Jahren von Warchau aus bis Zawichost betrieben wurde, auf den österreichisch-russischen Grenzstrom weiter zu leiten, beabsichtigte man, zunächst die unterste Strecke von Zawichost aufwärts auszubauen. Zur Gewinnung der Unterlagen für die Bearbeitung eines einheitlichen Planes wurden daher 1864 von den beiden theilnehmenden Staats-

regierungen Untersuchungen veranlaßt, auf deren Grund im Jahre 1872 ein Staatsvertrag abgeschlossen ward, welcher den gemeinsamen Ausbau des 185 km langen Weichsellaußs von Njepolomice bis Zawichost und der etwa 20 km langen Grenzstrecke des San zum Gegenstand hatte.

Bis zum Jahre 1891 wurden die Strombauten nach Maßgabe der verfügbaren Geldmittel unter Zugrundelegung der 1864 vorläufig festgestellten Normalbreiten und sonstigen, die Schifffahrt und den Uferschutz betreffenden Bestimmungen ausgeführt, wobei im Einzelnen die von den zeitweise zusammen tretenden internationalen Kommissionen getroffenen Vereinbarungen den Vorgang regelten. Hauptsächlich baute man an den vorzugsweise vom Stromangriffe bedrohten Stellen, also namentlich in den Gruben der scharfen Krümmungen, und vermied die Ausführung von Werken auf der gegenüber liegenden Stromseite thunlichst, weil die Normalbreite zu wenig sicher ermittelt war. Die hierbei gewonnenen Erfahrungen, ferner die Wasserstandsbeobachtungen an den inzwischen errichteten Pegeln, die Messungen der Abflußmenge, sowie die Aufnahme von Stromkarten und Nivellements ermöglichten im Jahre 1889, einen genauen Plan für den weiteren Ausbau zu bearbeiten, das sogenannte „hydrotechnische Operat“. Die hiernach ermittelten Normalbreiten sind erheblich kleiner als sie 1864 angenommen worden waren. Nachdem dieser Plan die Billigung der internationalen Kommission von 1891 gefunden hatte und nach seiner Genehmigung durch die beiden Staatsregierungen, gilt er als Grundlage für den Ausbau der ganzen Oberen Weichsel, erstreckt sich also auch auf den vollständig innerhalb Oesterreichs gelegenen, 103 km langen Stromlauf von der Przemszamündung bis Njepolomice.

Beim Abschlusse des Staatsvertrags von 1872 waren hauptsächlich folgende Gesichtspunkte maßgebend: „1. Die erheblichen Schädigungen und Verluste der Grundbesitzer in den Weichselniederungen, die jährlich im Durchschnitt den Betrag von 225 000 Rubel erreichen und eine Folge der Eisstopfungen und Hochfluthen sind, durch die das fruchtbare Ufergelände des Stromes in weiter Ausdehnung zerstört wird, können nur durch planmäßigen Ausbau und Eindeichung des Strombettes verhütet werden. — 2. Der Bau von Landstraßen im Weichselthal ist wegen des Mangels an den dazu erforderlichen Baustoffen mit großen Kosten verknüpft. Dagegen wird durch Schiffbarmachung des Stromes der billigste und bequemste Weg zur Verfrachtung der landwirthschaftlichen Erzeugnisse gewonnen. — 3. Nach erfolgtem Ausbau der Weichsel und des San kann letzterer Fluß durch einen Kanal, dessen Länge nicht mehr als etwa 65 km betragen wird, mit dem Dnjestr verbunden werden. Dieser Strom bildet eine 1175 km lange Wasserstraße bis zum Schwarzen Meere, deren Schiffbarkeit mit verhältnißmäßig geringen Aufwendungen verbessert werden könnte. Die Vortheile, welche durch eine derartige Verbindung der Ostsee und der Städte Danzig und Warschau einerseits, mit Galizien, Südrußland und dem Schwarzen Meere andererseits erwachsen, stehen außer jedem Zweifel und müssen einen segensreichen Einfluß auf die Produktion und die internationalen Handelsbeziehungen der Nachbarreiche ausüben. — 4. Nach Verbesserung der Schiffbarkeit der Weichsel eröffnet sich (in Verbindung mit dem durch Preußen und

Oesterreich gemeinsam bewirkten Ausbaue der unteren Przemsza) für die dortigen russischen Steinkohlengruben ein ungehinderter Absatz nach Galizien und Russisch-Polen.“

Die zuletzt erwähnte Voraussetzung ist bis zu gewissem Grade bereits eingetreten, da thatsächlich der Ausbau des Przemszaflusses gerade den russischen Kohlengruben des Dombrowaer Reviers zum Vortheil gereicht. Die bezeichnete Kanalverbindung zwischen Weichsel und Dnjestr war schon im 16. Jahrhundert geplant worden. Genauere Erhebungen erfolgten im Jahre 1812 und kamen zum Ergebnis, daß ein vom Dnjestr durch das Wiszniathal nach dem San führender Kanal auf 68,3 km Länge 32 Schleusen mit 81 m Gefälle erhalten müsse. Ein 1883 bearbeiteter Entwurf sieht auf 67,5 km Länge 26 Schleusen mit 78 m Gefälle vor. Eine Verwirklichung des Gedankens dürfte jedoch kaum in Betracht kommen, bevor nicht nur der Ausbau des San, der Weichsel und des Dnjestr in den galizischen Strecken weiter fortgeschritten, sondern auch die Schiffbarmachung der genannten beiden Hauptströme innerhalb Rußlands sichergestellt ist, wozu wenig Aussicht besteht. Allerdings bieten die geringe Höhe der europäischen Hauptwasserscheide zwischen Wisznia und Dnjestr, sowie das schwache Gefälle des Wiszniathals und des unteren San für eine solche Wasserstraße recht günstige Verhältnisse, zumal der Kanal ohne Scheitelhaltung aus dem wasserreichen oberen Dnjestr abgeleitet und beliebig gespeist werden könnte.

Als Ziel des Ausbaues war 1864 eine Mindest-Fahrtiefe von 0,9 m bei Mittelwasser, das damals bei Krakau auf Pegelnull und bei Zawichost auf 1,20 m a. P. lag, angenommen worden. Die Normalbreiten hatte man von Njepolomice bis zur Raba auf 95 bis 140, von da bis zum Dunajec auf 140 bis 215, von da bis zur Wisloka auf 215 bis 275, von da bis zum San auf 275 bis 350, von da bis Zawichost auf 350 bis 360 m vorläufig festgestellt. Nach den Ermittlungen von 1889 wäre durch eine engere Einschränkung eine bedeutend größere Tiefe zu erreichen: bei dem durchschnittlich etwa 0,3 m unter Mittelwasser liegenden sogenannten Normalwasserstände angeblich 1,26 bis 1,60 m, also rund 1,6 bis 1,9 m Tiefe unter Mittelwasser. Auf Grund jener Ermittlungen sollen nämlich die Normalbreiten betragen von Njepolomice bis zur Raba 86, von da bis zum Dunajec 98 bis 107, von da bis zur Wisloka 151 bis 168, von da bis zum San 185 bis 192 und unterhalb des San 231 m. Sie sind also in der obersten Grenzstrecke 9 m, in den folgenden Strecken aber 40 bis über 100 m kleiner angenommen als 1864. Trotzdem wird man schwerlich die bezeichnete Tiefe mit den jetzt zur Ausführung kommenden Einschränkungsbauten dauernd erhalten können.

Vor 1891 wurden fast ausschließlich nur einseitige Werke zur Verhütung der fortschreitenden Verwilderung angelegt: vorzugsweise Uferdeckwerke und Parallelwerke mit Querwerken (Traverfen). In den Gruben der Krümmungen werden solche auch jetzt angewandt, und man würde sie an den vorspringenden Ufern gleichfalls anwenden, wenn es nicht zu unsicher wäre, ob die nunmehr gültigen Normalbreiten zur Erzielung einer angemessenen Mindest-Fahrtiefe ausreichen. Um von den früher angenommenen Abmessungen auf die jetzigen überzugehen, behält man die bereits gebauten Werke in den Gruben möglichst bei,

was jedoch nicht immer angeht. Beispielsweise hat man in der Versuchstrecke bei Sandomjrz vor das ältere, auf der österreichischen Seite vorhandene Parallelwerk ein zweites in 91 m Abstand vorlegen müssen, um die neue Normalbreite von 189 m zu erhalten. Zur Vermeidung ähnlicher Fälle für die Zukunft werden gegenwärtig die vorspringenden Ufer mit Buhnen ausgebaut.

Von 1873 bis 1890 waren am russischen Ufer 6,9 km Deckwerke, 23 km Parallelwerke und 15,5 km Querbauten (Traversen und Buhnen) hergestellt worden, ferner am österreichischen Ufer 9,4 km Deckwerke, 33,5 km Parallelwerke und 16,9 km Querbauten. Von 1891 bis 1895 wurden auf der russischen Seite 3,4 km Deckwerke, 1,7 km Parallelwerke und 14,4 km Querbauten (besonders viele Buhnen) zur Ausführung gebracht, ferner auf der österreichischen Seite 3,6 km Deckwerke, 14,4 km Parallelwerke und 8,3 km Querbauten. Beiderseitig ausgebaut waren bis Anfang 1896 nur die schon erwähnten Versuchstrecken unterhalb Njepolomice, bei Przypop und bei Sandomjrz. Bis zum Jahre 1900 will man möglichst die ganze Strecke von Njepolomice bis Nowe-Brzesko (Km. 103/123), ferner den Stromlauf unterhalb der Nidamündung (Km. 175/183) und von Sandomjrz bis Zawichost (Km. 268/288), auf letzterer Strecke zur Erleichterung des regelmäßigen Dampferverkehrs zwischen Sandomjrz und Warschau, mit beiderseitigen Werken ausbauen.

2. Russische Strombauten an der Oberen Weichsel.

Die Ausführung der Bauten auf der russischen Seite wird durch Bauunternehmer nach vorheriger öffentlicher Verdingung bewirkt. Die Kosten trägt der Staat; jedoch müssen die Anlieger in Folge der ihnen obliegenden Scharwerksverpflichtung eine bestimmte Anzahl von Arbeitern unentgeltlich stellen. Zur Leitung der Bauten stehen dem Chefingenieur der ersten Schiffsfahrtsdistanz (Morgi—Zawichost) als Beamte nur ein Bauführer, drei Hülfsstechniker, vier Stromaufseher und zwei Praktikanten zur Verfügung, als Transportmittel ein Regierungsdampfer, der aber bei niedrigen Wasserständen über die Untiefen nicht wegkommen kann. Früher wurden die Werke ausschließlich im Packwerkbau hergestellt; jedoch steigerte sich der Preis der Fashinen allmählich derart, daß man mehr und mehr zum Steinbau überzugehen genöthigt war, wo sich Steine irgend beschaffen lassen. Durch das langwierige Verdingungsverfahren und die kurze Fristbemessung in den Bauverträgen kommen die Arbeiten gewöhnlich erst sehr spät im Jahre zum Angriff, und es müssen dann plötzlich so große Massen von Steinen gleichzeitig angeliefert werden, daß ihr Preis (auch zum Nachtheile der österreichischen Bauten) ebenfalls bedeutend steigt. Ungünstig wirkt ferner die Naturalverpflichtung der Uferanlieger, da die von ihnen zu stellenden Arbeiter sich bei eiligen Ausführungen oft nicht vollzählig einfinden und weniger leisten als die geübten, gegen Bezahlung arbeitenden Mannschaften.

Die Verpflichtung der Uferanlieger rührt daher, daß nach einem alten, noch zu Recht bestehenden polnischen Gesetze die neuen Anlandungen an den Ufern den Anliegern gehören, während die Krone nur Anrecht auf die vom Strome gebildeten Inseln hat. Andererseits bleiben die durch neue Nebenarme

vom Ufer abgeschnittenen Inseln, wenn sie mit Mutterboden bedeckt und bewachsen sind, im Privatbesitz. Bei einem Strome mit so veränderlichem Bette wie das der Oberen Weichsel wird hierdurch, zumal das Gesetz keine Angaben darüber enthält, bei welchem Wasserstande die Anlandungen als Inseln anzusehen sind, eine große Unsicherheit der Besitzverhältnisse hervorgerufen und die Strombauverwaltung verhindert, Weidenpflanzungen von genügendem Umfange anzulegen. Auch wo es geschehen ist, kommen die Pflanzungen oft nicht gut auf, weil sie wegen des geringen Aufsichtspersonals keine ordnungsmäßige Pflege erhalten und der Beschädigung oder mißbräuchlichen Benutzung seitens der Uferbevölkerung und der Schiffer ausgesetzt sind. Die zu kleine Zahl von Aufsehern erschwert gleichfalls die Instandhaltung der älteren Bauwerke, welche oft ohne gegenseitige Unterstützung vereinzelt angelegt und dem Stromangriff um so mehr ausgesetzt sind, da sie weder durch Verlandungen noch durch Weidenwuchs genügend geschützt werden.

Beispielsweise zeigten die russischen Werke unweit Manium (Km. 198/200), welche bei der Bereisung im August 1897 hoch über dem Wasserspiegel lagen und mit Gras bewachsen waren, erhebliche Beschädigungen durch den Eisgang und dürften sich auf die Dauer nicht halten, falls keine gründliche Ausbesserung erfolgt. Spuren zerstörter Werke ließen sich mehrfach erkennen. Dagegen waren die weniger hoch liegenden Buhnen in einer flachen Krümmung oberhalb der Brennmündung (Km. 206/208) besser verlandet als die meisten übrigen Strombauten auf der russischen Seite. Seitdem Schüttsteine in größerem Umfange angewandt werden, erhalten die Werke geringere Höhenlage, während die Kronen der älteren in Packwerkbau hergestellten russischen Werke bedeutend höher als auf der österreichischen Seite zu liegen pflegen, stellenweise mehr als 1 m über Mittelwasser.

Die im Packwerkbau hergestellten Uferdeckwerke haben etwa 4 m Kronenbreite und 1-fache Böschungsanlage. An beiden Enden sind sie mit 10 bis 11 m langen Wurzeln in das Ufer eingebunden. Zur Abdeckung der Krone verwendet man Rauwehr mit 0,3 m starker Decklage aus frischem, im Spätherbste wenige Tage vor der Verwendung geschnittenem Weidenbusch. An besonders gefährdeten Stellen wird ihr Fuß durch Senkfashinen gesichert. Den Parallelwerken pflegt man 3 m Kronenbreite, 1,5-fache äußere und 1-fache innere Böschung zu geben. Um die Verlandung zu erleichtern, werden sie nur am oberen Ende an Querwerke angeschlossen und bleiben unten offen. Der gewünschte Erfolg tritt jedoch meistens nicht ein, da die dem Stromangriffe besonders ausgesetzten Anschlußecken leicht zerstört und die Anlandungen dann durch Hinterströmung des Parallelwerks wieder ausgespült werden. Die Querwerke und die gleichfalls oft im Packwerkbau hergestellten Sperrwerke (Kupirungen) zum Abschneiden von Nebenarmen erhalten ober- und unterhalb beim Anschlusse an das Ufer deckwerkartige Ansätze von 11 m Länge im oberen und 22 m Länge im unteren Winkel, welche durch Wurzeln von 11 m Länge in das Gelände eingebunden werden, ebenso das Werk selbst. Die Kronenbreite beträgt 4 m; die stromauf gerichtete Böschung erhält 1,5-fache, die stromab gerichtete 1-fache Anlage. Auch die jetzt gewöhnlich aus Steinschüttung hergestellten Buhnen haben 4 m breite Kronen und werden gegen Hinterwaschung durch Ansatzdeckwerke geschützt.

3. Durchstiche und Sperrwerke in der Oberen Weichsel und den galizischen Nebenflüssen.

Durchstiche sind beim Ausbaue der Oberen Weichsel in der Grenzstrecke möglichst vermieden worden, schon um die mit ihrer Anlage verbundenen Schwierigkeiten des Besitzausgleichs zu vermeiden und die von Rußland überaus streng gehandhabte Zollbewachung während der Ausbildung des Durchstichs nicht zu erschweren. Der bei Kanzasarskje (Km. 109/110,5) und die beiden oberhalb der Uzwicamündung (Km. 148,8/150,7) 1878/80 ausgeführten Durchstiche haben sich gut entwickelt, ebenso die drei Durchstiche an der Rabamündung (Km. 133,8/136), welche in einem einzigen Baujahre (1888), gleichzeitig mit der Verlegung der Flußmündung, fertiggestellt und sofort von der Strömung ausgebildet worden sind, ohne daß eine Verbauung der jetzt völlig verlandeten Altbetten durch Sperrwerke (Kupirungen) nöthig geworden wäre. Uebrigens giebt auch die Grundrißform des Stromlaufs in der Grenzstrecke, wie aus der Beschreibung des Stromlaufs hervorgeht, viel weniger Anlaß zur Anlage von Durchstichen, als dies im Oberlaufe der Oberen Weichsel und im Anfange des Mittellaufs der Fall gewesen ist. Auf diesen ganz in Oesterreich gelegenen Strecken und mehr noch an dem krümmungsreichen San sind dagegen zahlreiche Durchstiche ausgeführt worden oder noch geplant.

An den übrigen galizischen Nebenflüssen und in der Grenzstrecke der Oberen Weichsel handelt es sich meistens nicht um eigentliche Durchstiche, bei denen das Flußbett eine neue Lage erhält und bisheriges Kulturgelände in Anspruch genommen wird, sondern um Durchgrabungen zu hoch aufgelandeter Schotter- und Sandbänke in dem übermäßig breiten verschotterten Flußbett. Solche Durchgrabungen werden in gleicher Weise wie ein Durchstich hergestellt, nämlich durch Ausfachtung eines schmalen Grabens in Richtung der planmäßigen Rinne, dessen Erweiterung bis zur erforderlichen Breite dann der Strömung überlassen wird. Auch bei diesen Durchgrabungen hat man es in der Weichsel und im San zuweilen erfolgreich unterlassen, die alten Stromrinnen abzusperren. Wo man einen vom Hochwasser kräftig durchströmten, wenn auch nur schmalen Nebenarm abzuschneiden versuchte (z. B. im Unterlaufe der Oberen Weichsel unterhalb Niziny, Km. 231/233), ist die Ausbildung des einheitlichen Bettes trotz des Einbauens von Sperrwerken in den kürzeren Nebenarm nicht gelungen. Auch wo bei Durchgrabungen und Durchstichen die Abkürzung nur gering war, oder wo die Ausbildung des neuen Hauptarmes durch die Bodenverhältnisse erschwert wurde (z. B. am San beim Sosnicaer Durchstich, vergl. Kap. 11), blieb die Hochwasserströmung hartnäckig im alten Bett und konnte erst nach umfassenden Bauten an der Abzweigungsstelle und Anlage mehrfacher Sperrwerke zum Verlassen desselben gezwungen werden.

In solchen Fällen, namentlich auf den minder geschiebereichen Flußstrecken, werden meistens gleichzeitig mit der Durchgrabung besondere Sperrwerke angelegt, wenn die Parallel- und Querwerke die Ablenkung des Stromstrichs nicht genügend verbürgen. Die Anzahl der zur Absperrung von Nebenarmen und Altbetten anzulegenden Sperrwerke richtet sich nach der Verlandungsfähigkeit des

Flusses und nach dem Verhältniß, in welchem der abgebaute Arm zu dem neuen Hauptarme steht, weil im Allgemeinen die Verlandung um so rascher erfolgt, je größer die Abkürzung des neuen Laufes ist. Ist die Abkürzung groß, so erhalten die Sperrwerke geringere Stärke. Dagegen werden die in Richtung der Streichlinie hergestellten Leitwerke besonders stark gemacht, namentlich wenn der Längenunterschied zwischen dem abgebauten Nebenarme und dem Hauptarme geringe Größe besitzt.

Ein in Galizien 1897 noch neues Verfahren, die Verwendung von Gehängebauten (nach den Bauausführungen des Bauraths Wolff in Landshut an der Fzar Wolff'sche Gehänge benannt), hat sich bei Ostrum oberhalb Przemyśl zur Herbeiführung einer schnellen Verlandung im Altbett neben einem neu angelegten Durchstich so gut bewährt, daß man es bei ähnlichen Fällen öfters anzuwenden gedenkt. Die Gehänge sind dort in Richtung des Parallelwerkes oberhalb der Abzweigungstelle und seiner beiden Querwerke im Frühjahr 1897 angelegt worden und hatten nach den sommerlichen Anschwellungen im August bereits so bedeutende Schotterablagerungen erzielt, daß die endgültige Anlage der Steinschüttungen für die Werke vor Beginn des Winters mit verhältnißmäßig geringen Kosten bewirkt werden konnte. Starke Schotterführung und Sommerhochwasser sind also die Vorbedingungen für die Anwendbarkeit dieses Verfahrens. Der in Richtung des Durchstichs ausgeschachtete 10 m breite Mittelgraben zog bei der Besichtigung im August bereits viel Wasser und wurde durch zahlreiche Arbeiter mit Spaten erweitert. Da die Absperrung des alten Flußbettes im Spätherbst vollendet war, ging das Hochwasser des nächsten Frühjahrs durch das neue Bett und erweiterte es im gewünschten Maße.

In gleicher Weise giebt man gewöhnlich den Mittelgräben bei Durchstichen und bei Durchgrabungen von Schotter- oder Sandfeldern nur 10 m Breite. Da in den verwilderten, meist wander- und sinkstoffreichen Flüssen Galiziens die Verlandung der abgeschnittenen Arme gewöhnlich schnell vor sich geht, erweitern sich diese Gräben ebenfalls rasch bis zur Normalbreite und werden dann auf beiden Seiten gedeckt.

4. Bagger- und Räumungsarbeiten. Wahl und Beförderung der Baustoffe.

Durch Baggerungen würden jene Durchgrabungen oft bedeutend erleichtert werden. Das internationale Protokoll von 1896 bezeichnet daher die Beschaffung von Dampfbaggern für die Grenzstrecke der Oberen Weichsel als notwendig. Einstweilen sind noch keine vorhanden, aber unentbehrlich, um an verschotterten Stellen des Strombettes die Solltiefe zu erzielen. Ferner hofft man, in den noch nicht ausgebauten Strecken durch Ausbaggerung von Rinnen auch bei niedrigen Wasserständen die Schiffbarkeit zu sichern, um hierdurch die Anfuhr der Schüttsteine für die Strombauten zu erleichtern und den Stromstrich von den im Bau begriffenen Werken abzulenken. Es ist daher in Vorschlag gebracht, daß jeder Uferstaat Baggermaschinen anschaffen und sich an den Kosten in gleicher Weise beteiligen möge, wie dies gegenwärtig bei der Räumung von Steinen und Stämmen aus dem Weichselbette geschieht. Um für diese Bagger-

schiffe nebst Prähmen und Schleppdampfern, sowie für die drei bereits vorhandenen fiskalischen Dampfer und für die drei zur Hebung von Senfhölzern verwandten schwimmenden Krahne gesicherte Liegeplätze zu beschaffen, wird die Anlage von Winterhäfen empfohlen, da es zur Zeit in der ganzen Grenzstrecke keinen Platz giebt, wo die Schiffe vor Eisgang geschützt wären. Auf der österreichischen Seite ist eine Stelle in Nähe des geplanten Umschlagplatzes bei Nadbrzezje (gegenüber Sandomjers) in Aussicht genommen; außerdem kommen oberhalb der Reichsgrenze noch Nepolomice und Krakau in Betracht. Schließlich bezeichnet jenes Protokoll die Vermehrung der Schleppdampfer zum Hinaufziehen der leeren Schiffe vom Bauplatz zum Steinlagerplatz und zur Beförderung der mit Steinen beladenen Schiffe (Pletten) stromaufwärts, sowie verschiedene Maßnahmen für die leichtere Gewinnung von Schüttsteinen als wünschenswerth.

Gegenwärtig werden die Schüttsteine größtentheils in den Jurakalksteinbrüchen oberhalb Krakau (Podgurze, Dembniki, Zwierzyniec, Pyschowice, Bodzów, Bjalany, Przegorzały, Tyniec, Sczejowice) gewonnen, deren Lieferungsfähigkeit jetzt etwa 100 000 cbm jährlich beträgt und beliebig gesteigert werden könnte. Im linksseitigen Hügellande längs der Grenzstrecke liegt brauchbares Gestein vielfach zu Tage, stellenweise in geringer Entfernung vom Strome, z. B. harter Kalkstein bei Swiniary und Loniów unweit Km. 245, am Rande der von Swiniary nach Sandomjers ziehenden Niederung und von da bis Zawichost. Die jetzt dort eröffneten Steinbrüche werden von den Bauern in der von Feldarbeiten freien Zeit ohne Beihülfe von Sprengstoffen unzweckmäßig betrieben und die gewonnenen Steine zur Winterszeit auf schlechten Wegen an die Weichsel gefahren. Durch zweckmäßigen Betrieb und Verwendung von Feldbahnen für den Steintransport würde die Leistungsfähigkeit dieser Steinbrüche leicht zu fördern sein. Mittels Schiffbarmachung der unteren Nida ließe sich außerdem eine große Zahl von Steinbrüchen, welche harten Kalkstein und festen Sandstein liefern, sowie von Gruben mit Granitfindlingen zugänglich machen, besonders im Pinczuwer Kreise. Offenbar hat früher eine Schifffahrtverbindung von Pinczuw aus bestanden, da der dort gebrochene vortreffliche Kalksandstein in Krakau viel verwandt worden ist, z. B. für die schönen Werksteinarbeiten an der Jagellonischen Universität und für die aus dem 15. Jahrhundert stammenden Kirchenbauten.

Aus den vorstehenden Mittheilungen ergibt sich, daß die österreichischen und russischen Strombaubeamten grundsätzlich die Schüttsteine als Baustoff für die Strombauwerke bevorzugen und sie überall verwenden, wo ihr Preis nicht unerschwinglich hoch ist. Für die oberste Strecke der Weichsel konnte man brauchbare Schüttsteine aus den Steinbrüchen an der Przemsza beziehen. An der folgenden Strecke oberhalb Krakau liegen die genannten großen Steinbrüche, von denen aus sämtliche unteren Strecken mit Schüttsteinen versorgt werden. Da der Preis mit der Entfernung bedeutend zunimmt, so sind bisher nur die Werke von der Przemszamündung bis zur Dlubniamündung (Km. 0/89,3) vollständig im Steinbau ausgeführt worden, von da bis zur Uszwicamündung (Km. 89,3/150,7) im Packwerkbau mit Steinbewurf (sogenannte Inkrustirung), von da bis zur Reichsgrenze oberhalb Zawichost (Km. 150,7/287,9) im Packwerkbau, sollen jedoch allmählich ebenfalls Steinbewurf erhalten. Die beladenen

Steinpletten fahren mit dem Strome zu Thal und werden leer zu Berg durch die beiden Dampfer der österreichischen Strombauverwaltung geschleppt, in der obersten Strecke durch Pferde getreidelt. Wenn bei niedrigen Wasserständen die Schifffahrt unterbrochen ist, so wird (wenigstens unterhalb Nepolomice) nur mit Fashinen gebaut. Auch bei Werken, die keinem dauernden Stromangriffe ausgesetzt sind, da sie nach wenigen Jahren verlanden, z. B. Querwerken (Traversen), erspart man den Steinbewurf.

Je weiter der Ausbau der Weichsel fortschreitet, um so billiger und sicherer wird die Beschaffung der Schüttsteine, um so mehr daher auch der Packwerkbau verdrängt, zumal der Preis der Fashinen immer höher steigt, da Waldfashinen in den walddarmen Niederungen schwer zu beschaffen sind. Für Weidenfashinen stellt sich der Preis jetzt schon so hoch, daß die Strombauverwaltung hauptsächlich auf ihre eigenen Pflanzungen angewiesen ist. Am Unterlaufe des San kommt einstweilen nur der Packwerkbau in Betracht. Oberhalb der Wislokmündung besitzt der Fiskus sehr ausgedehnte Weidenpflanzungen; weiter unterhalb werden die Weiden von der großen Korbflechterei in Rudnik sehr gesucht und theuer bezahlt. Auch an der unteren Wisloka und am unteren Dunajec herrscht der Packwerkbau vor, da sich vorläufig noch keine Schüttsteine in genügender Menge beschaffen lassen; man hofft jedoch, mit der Zeit die unteren Strecken der genannten drei Nebenflüsse so weit ausbauen zu können, daß es möglich sein wird, die Steinpletten von der Weichsel aus nach den Baustellen zu bringen und allmählich zu Berg mit dem Steinbau weiter vorzugehen.

An den oberen Strecken dieser Flüsse, sowie an den übrigen Gebirgsflüssen finden sich gewöhnlich in erreichbarer Nähe der Baustellen bereits eröffnete Steinbrüche oder doch Berglehnen, an denen man solche leicht eröffnen kann. Die Beschaffung von Schüttsteinen ist trotzdem oft schwierig, weil die zur Anfuhr erforderlichen Fuhrwerke nicht vorhanden oder die als Unternehmer auftretenden Flußanlieger nicht zum Steinbau zu bewegen sind, da sie einen größeren Vortheil in der Verwendung ihres eigenen Fashinenstrauchs finden. Es ist daher angeregt worden, seitens der Bauverwaltung Feldeisenbahnen und Steinpletten zu beschaffen und die Unternehmer zu ihrer Verwendung zu verpflichten. Den im Flußbett liegenden Schotter verwendet man nicht wegen seiner runden Form und weil man ihm keine genügende Widerstandsfähigkeit zutraut. Beispielsweise werden an der oberen Sola, obgleich dort sehr große Schotterstücke im Bette liegen, die Steinschüttungen ausschließlich aus den am benachbarten Berghange angelegten Steinbrüchen hergestellt. Uebrigens ist in Aussicht genommen, erforderlichen Falles solche minderwerthigen Steine zur Ausführung des Werkes zu verwenden, Krone und Böschung aber dann mit guten Bruchsteinen von genügender Größe zu überdecken oder zu bepflastern, wenigstens an den einem dauernden Angriffe ausgesetzten Stellen.

5. Weidenpflanzungen. Ausbildung eines Mittelhochwasserbettes.

Wie bereits bemerkt, erfolgen die Verlandungen im Allgemeinen sehr rasch, wenn für zweckmäßige Bepflanzung und gute Hegung der Weidenpflanzungen ge-

sorgt wird, wie dies an der Oberen Weichsel auf der österreichischen Seite geschieht. Allein im Jahr 1891/95 sind am österreichischen Ufer der Grenzstrecke 325, am russischen 270 ha Weidenpflanzungen angelegt worden. Auch die Uferbesitzer legen in Galizien viel Werth auf die Weidenkulturen, weil die in dichten Beständen bis zu erstaunlicher Höhe ohne Aeste wachsenden Ruthen gut bezahlt werden. Stellenweise haben die Pflanzungen solchen Umfang angenommen, daß der Hochwasserquerschnitt zu sehr eingeschränkt wird, namentlich auf den an schärferen Krümmungen liegenden Ufervorsprüngen. Im internationalen Protokolle von 1896 sind daher Vereinbarungen getroffen worden, wie weit die Weidenkulturen geduldet und gefördert werden sollen. Danach gelten in Zukunft folgende Regeln für die Weidenpflanzungen an der Oberen Weichsel: Die Pflanzung und beständige Erhaltung des Weidengesträuchs soll stattfinden a) auf den Flächen zwischen den natürlichen Ufern und den Streichlinien des Mittelhochwasserbettes, und zwar thunlichst unter Verbauung der dafelbst vorkommenden Schlenken und Nebenrinnen, b) auf den Flächen zwischen den Streichlinien des Mittelhochwasserbettes und den vorhandenen Uferwerken, jedoch nur so lange, bis die Anlandungen die Kronenhöhe der Werke erreicht haben. Für Stromstrecken, welche noch nicht mit Uferwerken ausgebaut sind, sollen beiderseitige, allmählich vorschreitende Weidenpflanzungen bloß außerhalb der Streichlinien des Mittelhochwasserbettes vorgenommen werden, um nicht durch Aufhöhung an der einen Seite das gegenüber liegende, noch ungeschützte Ufer stärkerem Abbruche auszusetzen. — Bei diesen Bestimmungen ist man von der Thatsache ausgegangen, daß das jetzige, die mittleren Hochwässer abführende Bett in der ganzen Grenzstrecke, namentlich aber vom Dunajec abwärts, viel zu breit ist. Seine Einschränkung soll durch allmähliche Anlandung mit Hilfe der Weidenpflanzungen erfolgen. Die bedeutende Sand- und Schlickführung des Stromes läßt eine ziemlich rasche Aufhöhung der bepflanzten Flächen erwarten.

In der oberhalb Nepolomice gelegenen Weichselstrecke besteht ein solches Mittelhochwasserbett schon fast durchgehends, zwischen Nepolomice und dem Dunajec an vielen Stellen. Die Herstellung desselben auf den überbreiten Strecken wird voraussichtlich eine noch größere Wirkung auf die regelrechte Ausbildung des Normalwasserbettes und auf die gefahrlose Abführung der Eisgänge ausüben, als dies von der allmählichen Durchführung eines durch Deiche begrenzten Hochfluthbettes erhofft wird, weil die mittleren Hochwässer häufiger eintreten und länger währen. Nach einer dem internationalen Protokoll beigelegten Tabelle haben die Wasserstände zwischen 0,7 und 3,0 m a. P., welche die Kronenhöhe der Strombauwerke überschreiten, durchschnittlich geherrscht bei Karsy an 63,4, bei Szczucin an 81,0, bei Dziwnow an 81,5 Tagen, nach den auf S. 243/4 mitgetheilten Tabellen bei Jagodniki an 67,0 Tagen im Jahr. Dagegen wird der Wasserstand 3,0 m an den genannten Pegelstellen nur kurz vorübergehend überschritten. Für die Abführung der häufiger eintretenden Hochwässer, welche bei Krakau bis zu 650, oberhalb der Sanmündung nahezu 1490 und unterhalb der Sanmündung bis über 2300 cbm/sec abführen können, würden laut Protokoll folgende Abmessungen des Mittelhochwasserquerschnitts erforderlich sein, wenn mit h die durchschnittliche Wasserstandshöhe über den (0,6 m über Normal-

wasser liegenden) Werkskronen, mit w die Spiegelbreite des bordvollen Mittelhochwassers bezeichnet wird:

Kraſau—Rabamündung—Dunajecmündung—Wislofamündung—Sanmündung—Grenze					
$h(m) = 2,2$ bis $2,3$	$2,4$ bis $2,5$	$2,5$ bis $2,6$	$2,6$	$2,6$	$2,6$
$w(m) = 120$ „ 128	150 „ 173	226 „ 255	270 bis 286	340	

Bei den galizischen Nebenflüssen gelten betreffs der Anlage von Weidenpflanzungen folgende Grundsätze: Bei Krümmungen mit dem zulässig kleinsten Halbmesser muß die Entfernung der Bepflanzungsgrenze von der Streichlinie an den vorspringenden Ufern die halbe Normalbreite betragen, während an der Grube bis zur Streichlinie bepflanzt werden darf. Bei flachen Krümmungen mit einem Halbmesser, der mindestens doppelt so groß als der zulässig kleinste Halbmesser ist, und in geraden Strecken darf bis zur Streichlinie bepflanzt werden. Bei Krümmungen, deren Halbmesser zwischen die bezeichneten Grenzen fällt, ist die Entfernung der Bepflanzungsgrenze um so größer zu wählen, je kleiner der Halbmesser ist. Wo Krümmungen bestehen, deren Halbmesser einstweilen noch geringer als das zulässige Maß ist, muß die Bepflanzungsgrenze entsprechend mehr (bis zur ganzen Normalbreite) von der Streichlinie des vorspringenden Ufers zurück bleiben.

Vorläufig sind als zulässige Maße der Krümmungshalbmesser festgestellt: für den Dunajec 5- bis 700 m, für die Wisloka 4- bis 600 m, für den San 5- bis 700 m, stets in der äußeren Streichlinie gemessen. An den Nebenflüssen gelten die Maße zunächst nur für die in den Flußbeschreibungen bezeichneten Versuchstrecken, die kleineren für die oberen, die größeren für die unteren Strecken. Für die Weichsel von der Przemszamündung bis Njepolomice will man die kleinsten Krümmungshalbmesser auf 500 m bringen. Für die Grenzstrecke von Njepolomice bis unterhalb der Sanmündung war 1864 sogar das Mindestmaß auf 500 Saſchen = 1067 m angenommen worden. Jedoch sind die thatsächlich vorhandenen Krümmungen vielfach bedeutend schärfer.

6. Oesterreichische Strombauten in der Oberen Weichsel und ihren Nebenflüssen.

Wir betrachten nunmehr die von der österreichischen Regierung auf der Weichselstrecke Przemszamündung—Njepolomice beiderseitig und auf der Grenzstrecke am rechten Ufer ausgeführten Strombauten. Da für die unter Leitung der Staatsbaubeamten an den Nebenflüssen hergestellten Bauten im Allgemeinen die gleichen Grundsätze gelten, so erstreckt sich die Betrachtung (wie in den vorigen Abschnitten) auch auf die technischen Maßnahmen für den Ausbau der galizischen Nebenflüsse.

Mit Rücksicht auf die Unsicherheit über die zweckmäßigen Normalbreiten werden parallele Gegenbauten, die man beim weiteren Fortschreiten des planmäßigen Ausbaues anzuwenden gedenkt, einstweilen thunlichst vermieden, sondern vielmehr die Gruben der Krümmungen mit Deck- und Parallelwerken, die vorspringenden Ufer mit senkrechten Buhnen, die geraden Strecken an einem Ufer mit Deck- und Parallelwerken, am anderen mit Buhnen ausgebaut. Dies gilt nicht nur für den Weichselstrom, sondern auch für die Nebenflüsse, soweit es sich darum handelt, ein bereits vorhandenes, wenn auch übermäßig breites Bett durch

Einschränkung in besseren Zustand zu bringen. Eine Ausnahme machen bloß solche Flußstrecken, z. B. an der oberen Sola, die noch kein ausgebildetes Bett haben, sondern nur flache, verästelte Rinnen auf einem ausgedehnten Schotterfeld. Auf diesen Strecken wird der Ausbau sofort mit beiderseitigen Parallelwerken vorgenommen.

Wie auf S. 255 bereits bemerkt, betrachtet man die Herstellung der Strombauwerke in Packwerkbau als ein oft nothwendiges Uebel. Um die Faszinlagen den Angriffen der Strömung und des Eisganges thunlichst zu entziehen und an Unterhaltungskosten zu sparen, versteht man die Faszinenwerke daher, wenn irgend möglich, mit Steinbewurf, der sogenannten Inkrustierung. Bei Neuanlagen werden sie von vorn herein entsprechend schwächer gebaut. Das Packwerk bleibt dann einige Zeit liegen, bis es sich genügend gesetzt hat und die Verlandung vorgeschritten ist, um weniger Schüttsteine für die Umhüllung zu gebrauchen. Die Anfertigung des Packwerks findet stets im Flachen statt, höchstens bis zu 4 m Tiefe, wo sie noch keine Schwierigkeiten bietet. Solche treten nur ein, wenn das Packwerk von beiden Seiten aus zur Herstellung eines Sperrwerkes vorgetrieben wird, falls man den Schluß nicht rasch genug erreicht, bevor die verstärkte Strömung in der Lücke Vertiefungen ausgebildet hat. Geschieht dies, so wird man zur Anlage anderer Werke genöthigt, welche die Strömung oberhalb ablenken. Die in solchen Fällen zweckmäßigen Sinkstücke verwendet man nirgends, auch dort nicht, wo Steine dafür zur Verfügung stehen.

Die Ausführung der Steinwerke erfolgt durch Schüttung nach den vorgeschriebenen Linien. Krone und Böschungen läßt man roh liegen, wie die Steine gefallen sind. Binnen wenigen Jahren lagert sich auf ihnen eine starke Schlickschicht ab, die mit Schilf, Binsen, Gras und Weiden dicht bewächst. An der oberen Sola, wo man von vorn herein eine bedeutende Senkung des Wasserspiegels mit zunehmender Sohlenvertiefung erwartet, werden die Schüttsteine von den aus dem Steinbruch kommenden Fuhrwerken in Richtung der Streichlinie ausgefarrt und erst während der Vertiefung allmählich durch Handarbeit in die profilmäßige Lage gepackt.

Die Steinwerke erhalten gewöhnlich nur 1,0 m Kronenbreite, 1,5-fache obere (bei den Parallel- und Deckwerken wasserseitige) und 1-fache untere (landseitige) Böschung. Den Faszinenbauten giebt man gleiche Böschungsanlage und 3,0 m Kronenbreite. Wenn sie nachträglich Steinbewurf bekommen sollen, wird aber die Kronenbreite auf 2,0 bis 2,5 m vermindert. Sogar nur 1,5 m breite Kronen sind neuerdings versuchsweise hergestellt worden. Die Steinbewürfe schüttet man bis zur Werkskrone 1,0 m breit mit 1,5-facher Böschung. An Stellen, welche dem Stromangriffe besonders ausgesetzt sind, namentlich an der Wasserseite der in scharfen Krümmungen liegenden Parallelwerke, wählt man flachere Böschungen, etwa 1:2 bis 1:2,5, bei den Steinschüttungen der Bühnenköpfe bis 1:3.

Die Höhenlage der Werkskronen läßt sich gewöhnlich nicht so niedrig ausführen, wie dem für die Ermittlung der Normalbreite zu Grund gelegten Wasserstande entsprechen würde. Da außerdem eine größere Höhe erwünscht ist, um die zur Ausbildung und Erhaltung des Stromschlauchs besonders wichtigen, weil

häufig eintretenden kleineren Anschwellungen fassen zu können, werden die Kronen 0,5 bis 0,6 m, an der Weichsel selbst überall planmäßig 0,6 m über Normalwasser gelegt. Eine größere Höhe vermeidet man, um die Anlagelkosten nicht überflüssig zu steigern, die Erhaltung wegen leichterer Beschädigung durch Hochwasser, Eisgang und Flöße nicht zu erschweren, und weil die Anlandungen, welche sich nach der Kronenhöhe der Werke richten, den Abflußquerschnitt des Hochwassers zu sehr einengen würden. Wo eine baldige Verlandung der abgebauten Theile des Bettes in Folge der starken Sand- und Schlickführung zu erwarten ist, hält man die Querwerke (Traversen) und die inneren Absperrbauten (Vollbauten oder Schlickzäune) in gleicher Höhe mit den Hauptwerken. Wo jedoch die Verlandung schwieriger vor sich geht, wird sie durch etwas tiefere Lage der Querwerke und inneren Absperrbauten unterstützt. Verlandungsöffnungen läßt man in den Querwerken nicht, um die Herstellung zu erleichtern und die Gefahr eines Durchrisses zu vermeiden. An der oberen Sola schüttet man die Steine zunächst nur als unregelmäßigen flachen Wall, wie oben erwähnt, damit nach der Vertiefung des Flußschlauchs die Parallelwerke keine zu hohe Lage bekommen, welche die bei Beschreibung der Kleinen Weichsel auf S. 200/1 bezeichneten Nachtheile verursachen müßte.

Für die Ermittlung der Normalbreiten soll derjenige Wasserstand angenommen werden, welcher in der Zeit vom 15. März bis 15. November durchschnittlich am längsten andauert, also ungefähr der Scheitelwerth des Sommerhalbjahrs. Wie auf S. 244 bemerkt, haften diesem Scheitelwerthe große Zufälligkeiten an, so daß die Normalwasserstände an den einzelnen Pegeln einander nicht immer entsprechen (vergl. S. 218/9). Abgesehen von Krakau, Njepolomice und Sjeroslawice, wo durch örtliche Verhältnisse Senkungen stattgefunden haben, liegen an den Pegelstellen der Oberen Weichsel die Normalwasserstände 16 bis 41 cm, durchschnittlich 0,3 m unter dem 25-jährigen Mittelwasser. Da die Werkskronen auf 0,6 m über Normalwasser angelegt werden, so müßten sie den Mittelwasserstand um etwa 0,3 m überragen. Dies zeigte sich auch z. B. während der Weichselbereifung im August 1897, welche von Krakau bis Tarnobrzeg bei einem ziemlich genau 0,1 m über Mittelwasser liegenden Wasserstande erfolgte, oberhalb Krakau bei einem beträchtlich höheren und unterhalb Tarnobrzeg bei einem etwas kleineren Wasserstande. Oberhalb Krakau konnte man die Lage der Werke nur aus der Strudelbildung an der Oberfläche erkennen; unterhalb tauchten sie meistens 0,2 bis 0,3 m aus dem Wasserspiegel, abgesehen von den beiderseitigen Parallelbauten im Dambje-Durchstich bei Krakau, die 0,8 bis 1 m hoch darüber lagen, und den zunächst unterhalb befindlichen Werken (vergl. S. 217).

Ebenso wenig wie man in den Querwerken Verlandungsöffnungen für zulässig hält, werden sie in den Parallelwerken angewandt, jedenfalls nicht in den Werken, mit denen die Gruben schärferer Krümmungen eingefast werden, um die Entstehung von Wasserwirbeln zu vermeiden, welche die Erhaltung der Werke an den Knien und die Verlandungen hinter denselben erschweren, wie das auf S. 252 erwähnte Beispiel der russischen Parallelwerke lehrt. Die für den dauernden Bestand der Parallelwerke so wichtige Verlandung läßt sich durch zweckmäßige Anordnung der Querwerke erheblich befördern. Sie geht um so schwieriger vor

sich, je näher das Werk am Ufer liegt, weil bei geringem Abstand die verstärkte Hochwasserströmung den während kleinerer Wasserstände abgelagerten Sand und Schlick wieder auspült. Man wählt daher den Abstand der Querwerke um so kleiner, je näher das Parallelwerk am Ufer liegt. Ebenso werden sie bei den in scharfen Krümmungen befindlichen Werken dichter gestellt als in sanft gekrümmten oder geraden Strecken. Ihr Abstand hängt schließlich auch von der Verlandungsfähigkeit des Flusses ab; jedenfalls legt man sie von vorn herein lieber zu nahe als zu weit, da sonst viel Sand verloren geht und die Bildung der Anlandungen unvollständig bleibt. In sanft gekrümmten und geraden Strecken macht man sie etwas schwächer als das Parallelwerk, in scharfen Krümmungen ebenso stark.

Alle senkrechten Werke (Buhnen, Querwerke, Sperrwerke) erhalten, falls ein Angriff des Ufers zu gewärtigen ist, kurze Deckwerke ober- und unterhalb der Wurzel, ähnlich wie auf der russischen Seite (vergl. S. 252). Die abbrüchigen Ufer werden in den Buhnenwinkeln flach abgeböschet und bespreutet. Den Buhnen giebt man stets senkrechte Richtung zur Streichlinie. In der Weichsel liegen sie in Zwischenräumen von durchschnittlich 100 m, im oberen Stromlaufe etwas näher, im unteren etwas weiter. Gewöhnlich verlanden die Buhnenfelder binnen kurzer Zeit. Eine mangelhafte Verlandung fand sich an der Weichsel bei Km. 81/82, wo die Zwischenräume im Verhältniß zur Buhnenlänge und Normalbreite wohl zu groß waren. Ueberraschend schnell ist dagegen die Verlandung am San bei Staremiasto erfolgt, wo die 1896 zum Schutze der abbrüchigen linksseitigen Ufergrube angelegten Werke (Parallelwerk mit vier Querwerken und drei unterhalb befindliche Buhnen) im August 1897 bereits sehr ausgedehnte Ablagerungen von fettem Schlick in wasserfreier Höhe zeigten, obgleich die Bauhöhe 4 m betragen hatte.

7. Betheiligung des Staates, des Kronlandes und der Uferbesitzer an den Wasserbauten.

Die auf S. 258 erwähnten Versuchstrecken gehören zum Theil zu denjenigen Flußstrecken, welche als schiffbar gelten und ausschließlich vom Staate ausgebaut werden müssen. Zum Theil sind sie sogenannte Konkurrenzstrecken, die vom Staate mit freiwilliger Beihülfe des Landes und der Anlieger dem Ausbaue unterzogen werden, noch bevor der auf Grund eines 1894 festgestellten Programmes zu bewirkende planmäßige Ausbau so weit gediehen ist.

Wir betrachten zunächst die Behandlung der schiffbaren Wasserläufe, deren Ausbau durch die k. k. Statthalterei zu Lemberg auf Kosten der Dotation für Wasserbauten (Etat des Ministeriums des Innern) bewirkt wird. Als schiffbar gelten: die Weichsel von der Przemszamündung bis zur Reichsgrenze bei Zawichost, der Dunajec von der Mündung aufwärts bis Zglobice, die Wisłoka von der Mündung aufwärts bis Mjelec, der San von der Mündung aufwärts bis Jarosław. Bei diesen schiffbaren Strecken könnten auf Grund des § 51 des galizischen Wassergesetzes vom 14. März 1875 die Besitzer der angrenzenden Liegenschaften allenfalls im Verwaltungswege angehalten werden, einen angemessenen Beitrag zu den Baukosten zu leisten. Dies geschieht aber nicht; viel-

mehr nimmt der Staat ihnen thatsächlich den Uferschutz ab, ohne sich hierdurch eine Verpflichtung aufzuerlegen, und wird Eigenthümer der entstandenen Anlandungen.

Die Leitung der Strombauten an der Weichsel gehört zu den Dienstobliegenheiten der Bezirksbaubeamten in Krakau, Tarnuw und Tarnobrzeg, die Leitung der Flußbauten am unteren Dunajec zum Bauamte in Tarnuw, an der unteren Wisłoka zum Bauamte Tarnobrzeg, am unteren San zum Bauamte Nisko. Den Bezirksvorständen stehen sieben Ingenieure, drei Bauadjunkte und neun Stromaufseher zur Verfügung. Zum Schleppdienste auf der Weichsel und für Bereisungen dienen zwei fiskalische Dampfschiffe. Die Verdingung der Bauten erfolgt derart, daß der zu verbauende Raum durch Längen- und Querschnitte dem Unternehmer genau dargestellt, eine laufende Erhebung der während des Baues am Strombette vorgekommenen Aenderungen vom Aufsichtsbeamten veranstaltet und schließlich der hiernach bestimmte Rauminhalt des fertigen Werkes auf Grund der vertragsmäßigen Einheitspreise für Packwerk oder Steinschüttung vergütet wird. Die aus fiskalischen Pflanzungen entnommenen Faschinen und Buhnenpfähle werden gegen vertragsmäßige Durchschnittspreise als Leistung des Staates dem Unternehmer in Gegenrechnung gestellt. Ebenso bringt die Bauverwaltung eine mit der Entfernung wachsende Vergütung für das Aufschleppen der leeren Steinpletten von den Kosten der Steinschüttung in Abzug.

Beim Ausbaue der 103 km langen Weichselftrecke Przemyślamündung—Miepolomice sind für das Kilometer 1,5 km Werke erforderlich gewesen und die Kosten haben etwa 19 000 Gulden für das Kilometer betragen. Beim Ausbaue der 185 km langen Grenzstrecke der Weichsel wurden bisher auf der österreichischen Seite für das Kilometer 0,46 km Werke angelegt und (1865/95) nahezu 25 000 Gulden ausgegeben, außerdem auf der russischen Seite 0,35 km Werke und (1865/95) etwa 12 900 Rubel für das Kilometer.

Bei den Konkurrenzstrecken unterscheidet man zwei Gruppen, von denen die erste die flößbaren Strecken der im unteren Theile als schiffbar geltenden Flüsse Dunajec, Wisłoka und San umfaßt, die zweite Gruppe die als flößbar geltenden und theilweise auch zur Flößerei benutzten Flüsse Sola, Skawa, Raba und Wisłok. Die Bauten an allen diesen Gebirgsflüssen stehen unter Oberaufsicht des Ministeriums des Innern und werden zu denjenigen öffentlichen Unternehmungen gerechnet, welche wegen ihrer besonderen Tragweite und Kostspieligkeit einer Staatsbeihilfe in höherem Maße bedürfen, als solche das Reichs-Meliorationsgesetz vom 30. Juni 1884 feststellt, oder welche den staatlichen Meliorationsfonds zu sehr erschöpfen würden.

An den Flüssen der ersten Gruppe erfolgten bisher die Flußbauten nur vereinzelt auf meist kleinen Abschnitten, gewöhnlich nur dort, wo seitens der anliegenden Großgrundbesitzer dahin zielende Anträge gestellt waren, wogegen die an Liegenschaften des Kleingrundbesitzes grenzenden Strecken zumeist nicht ausgebaut werden konnten, da keine Beiträge von den Anliegern bewilligt wurden. Die so entstandenen Bauten äußern die gewünschte Wirkung nur in ungenügendem Maße und erfordern zu ihrer Erhaltung unverhältnißmäßig hohe Kosten, besonders die in scharfen Krümmungen, Schleifen und plötzlichen Uebergängen der Gegenkrümmungen hergestellten Werke.

Um die aus öffentlichen Mitteln zur Verfügung gestellten Beiträge zur Schaffung dauerhafter Anlagen zu verwenden, sollen in Zukunft nur noch größere Strecken von 8 bis 10 km Länge im Zusammenhange nach einheitlichem Plane ausgebaut werden. Die erforderlichen Kosten bestreiten zu je einem Drittel der Staat, das Kronland und die Anlieger. Da letztere nur nach § 51 des Wasserrechtsgesetzes zur Betheiligung zwangsweise herangezogen werden können, so verwendet man die vom Staate und Kronlande bewilligten Zuschüsse in erster Linie auf solchen Strecken, deren Anlieger leistungsfähig genug sind, um das auf sie entfallende Kostendrittel aufzubringen. Der Unterschied gegen das bisherige Verfahren besteht (abgesehen von der planmäßigen Herstellung) wesentlich darin, daß man die in Händen von wenig leistungsfähigen Anliegern befindlichen kleinen Zwischenstrecken in den Ausbau mit einbezieht, indem denselben nur der aus § 51 begründete Beitrag auferlegt, der Mehrbetrag dagegen je zur Hälfte vom Staate und Kronlande übernommen wird. Die Frage der Unterhaltung der Werke ist noch nicht völlig geregelt; bisher hat der Landesauschuß gewöhnlich ein Drittel der Unterhaltungskosten beigesteuert.

Die Ausführung der Neubauten findet nach den oben mitgetheilten Grundsätzen statt. Namentlich werden zur Erleichterung der Unterhaltung die Werke möglichst im Steinbau oder im Packwerkbau mit Steinewurf hergestellt. Meistens übernimmt der zumeist betheiligte Großgrundbesitzer die Bauausführung gegen 10% Abzug vom Kostenanschlag, welche den Werth der ihm alsdann zufallenden Anlandungen darstellen. Wenn der Anschlag reichlich bemessen ist und der Unternehmer mit Geschick und Glück vorgeht, kann er zuweilen den ganzen Bau mit den Staats- und Landesbeiträgen fertigstellen. Die Bauleitung liegt den Bezirksbaubeamten und den ihnen zugetheilten Ingenieuren ob.

An den zur zweiten Gruppe gehörigen Flüssen wurden die Flußbauten, soweit der Staat dabei betheiligt war, bisher gewöhnlich nur dort hergestellt, wo es sich um den Schutz von Dämmen und Brücken der Reichsstraßen handelte. Da jedoch erfahrungsmäßig der Bestand solcher für örtliche Zwecke bestimmten Bauten nur dann gesichert ist, wenn auch die Anschlußstrecken in besser geregelten Zustand gebracht werden, so will man sie nicht ihrem Schicksale so lange überlassen, bis die vom galizischen Landtage im Jahre 1894 gefaßten Beschlüsse über den allmählichen Ausbau der Flüsse nach und nach zur Ausführung kommen. Die Dringlichkeit des Uferschutzes, die Rücksichtnahme auf die nachtheiligen Einwirkungen, welche ihre Verwilderung auf die schiffbaren Wasserläufe hervorbringt, stellenweise auch die Fürsorge für die Flößbarkeit machen es nothwendig, seitens des Staates zur Verbesserung besonders gefährdeter Stellen ausreichende Geldmittel aufzuwenden, zumal vom Landesauschuß stets (vielfach auch von den anliegenden Besitzern) große Bereitwilligkeit zur Betheiligung an den Kosten gezeigt wird. Die Konkurrenz und die Ausführung findet in gleicher Weise wie bei den Gewässern der ersten Gruppe statt. Genaue, einheitliche Pläne haben sich für die in Betracht kommenden Flüsse noch nicht aufstellen lassen. Wo trotzdem mit dem Ausbaue bereits vorgegangen werden kann, bestimmt man die Normalbreiten und Krümmungshalbmesser vorläufig nach den bei den größeren

Gewässern gesammelten Erfahrungen und benutzt die (meist 3 bis 5 km langen) Baustrecken gleichzeitig als Versuchstrecken für den weiteren Ausbau.

Die Geldmittel, welche vom Staate, vom Kronlande und von den Anliegern für die Konkurrenzstrecken der beiden Gruppen aufgewandt worden sind, haben in den letzten Jahren alljährlich etwa 500 000 Gulden betragen. Die Nothwendigkeit des planmäßigen Ausbaues der Gebirgsflüsse, der Wildbachverbauung und der Aufforstung der fahlen Steilhänge im Gebirge führte nach den Ueberschwemmungen vom Juni 1884 zur Bearbeitung eines General-Regulierungsplans, der im Jahre 1886 von der technischen Abtheilung der Statthalterei in Lemberg fertiggestellt wurde. Wegen der bedeutenden Kosten hat die Sache indessen einen Aufschub erlitten. Nach dem vom galizischen Landtage am 13. Februar 1894 beschlossenen Programme wird beabsichtigt, den planmäßigen Ausbau nach und nach in der Reihenfolge Sola, Raba, Wisloka, Skawa, Wislof, San, Dunajec vorzunehmen. Die Kosten sollen zu 60 % durch den Staat (40 % Wasserbaudotation, 20 % Meliorationsfonds) und zu 40 % durch das Kronland gedeckt werden. Zur Ausführung bestimmt ist einstweilen nur der planmäßige Ausbau der Sola von Milowka bis zur Mündung, welcher nach einem 1897 vom galizischen Landtage genehmigten Gesetze binnen 18 Jahren mit einem Kostenaufwand von 1,79 Millionen Gulden bewirkt werden soll.

In dem Programme von 1894 ist besonderer Nachdruck auf die Verbauung der Tatra-Gebirgsbäche gelegt worden, welche nebst dem Ausbaue des Schwarzen und Weißen Dunajec allen anderen Arbeiten vorangehen soll. Mit der Verbauung der übrigen Wildbäche und den Aufforstungen gedenkt man im Allgemeinen die oben bezeichnete Reihenfolge einzuhalten. Diese Wildbachverbauungen, die Wasserbauten an den kleineren Gebirgsflüssen und an den Flachlandflüssen, die Eindeichungen an allen Flüssen, sowie die als öffentliche Arbeiten zu erachtenden Ent- und Bewässerungsanlagen gelten als Meliorationen, welche aus dem Landes- und staatlichen Meliorationsfonds subventionirt werden. Als Unternehmer treten auf das Land, die Bezirke, Gemeinden oder Wassergenossenschaften. Die Oberaufsicht führt das k. k. Ackerbau-Ministerium nebst dem galizischen Landesauschuß. Entwürfe und Ausführung sind Sache des Landes-Meliorationsbureaus zu Lemberg. Bloß die Wildbachverbauungen werden von der in Przemyśl (neuerdings in Sambor) befindlichen Sektion der hiermit betrauten k. k. forsttechnischen Abtheilung entworfen und ausgeführt. Ihre Kosten bestreitet je zur Hälfte der Landes- und staatliche Meliorationsfonds. Begonnen und theilweise fertiggestellt sind auf Grund von 1892 bis 1897 erlassenen Gesetzen die Wildbachverbauungen an der oberen Biala (vergl. S. 56) an der oberen Skawa, an dem von der Hohen Tatra kommenden Bystrabache bei Zakopane, an dem unterhalb Neumarkt von links in den Dunajec mündenden Michalowbache und an der Nizzkowka, welche den Dunajec im Neusandecer Thalkessel erreicht. Für einige andere Verbauungen im Gebiete der Sola, des Dunajec und des San sind bisher nur Entwürfe bearbeitet.

Das bedeutendste, auf einen Gebirgsfluß bezügliche Landesunternehmen ist der mit den erwähnten Wildbachverbauungen und einer Eindeichung der rechtsseitigen Dunajecniederung verbundene Ausbau der Biala. Hierfür sind durch Gesetz vom 1. September 1892 im Ganzen 1,79 Millionen Gulden bewilligt,

die binnen 15 Jahren vom Landes- und staatlichen Meliorationsfonds, aus der staatlichen Wasserbaudotation und von den betheiligten Bezirken aufzubringen sind. Das Ziel des Unternehmens bildet die Zurückhaltung des Schotter und der Geschiebe, Uferschutz und Schutz vor gewöhnlichen Ueberschwemmungen auf der ganzen Flußlänge, Vertiefung der unteren Flußstrecke für den Verkehr von Steinplettten (d. h. flachgehenden Schiffen für die Beförderung von Steinen), ferner Schutz vor außergewöhnlichen Ueberschwemmungen der Niederungen an der unteren Biala und am rechten Dunajecufer (221,2 qkm.).

8. Fischereiverhältnisse.

Der noch größtentheils verwilderte Zustand des Weichselfstroms ist für seinen Fischreichtum sehr günstig. Um in den ausgebauten Strecken den Fischen die abgeschnittenen Arme als Laichplätze zugänglich zu machen, werden zuweilen in den Parallelwerken Einsenkungen bis zur Niedrigwasserhöhe mit 9,0 m oberer Länge angebracht, welche den Durchzug der Fische bei den am längsten anhaltenden Wasserständen ermöglichen. Besonders vortheilhaft für die Erhaltung des Fischbestandes dürfte die geringe Entwicklung der Gewerbethätigkeit an den Weichselfufern sein, da dem Strome fast nirgends schädliche Abwässer zugeführt werden. Eine wesentliche, aber für die Fische nicht nachtheilige Verunreinigung des Weichselfwassers erfolgt nur bei Krakau und Podgurze durch Aufnahme des Schmutzwassers aus den älteren städtischen Kanälen und aus den Ausgußstellen der Abfuhrreinrichtung, an welchen die für landwirthschaftliche Zwecke nicht verwertbaren Fäkalienreste in den Strom abgelassen werden. Bei niedrigen Wasserständen macht sich die hierdurch erzeugte Verunreinigung noch bis nach Njepolomice hin auf etwa 23 km Stromlänge bemerkbar.

9. Wasserverkehr.

Auf S. 256 ist erwähnt, daß man am Dunajec, an der Wisloka und am San mit dem planmäßigen Ausbaue der Mündungstrecken eifrig vorgeht, um die Steinplettten aus der Weichsel in diese Flüsse bringen und beim Weiterführen des Ausbaues flußaufwärts Schüttsteine verwenden zu können. Man hofft ferner, diese Nebenflüsse allmählich auf solche Tiefe zu bringen, daß sie innerhalb der als schiffbar geltenden Strecken, die Wisloka und der San auch weiter oberhalb, später wirklich zum Schiffahrtbetriebe benutzt werden. Einstweilen dienen sie nur theilweise zur Flößerei von Bau- und Brennholz, wogegen die Fahrtiefe noch zu gering ist, um bei den während der Schiffahrtzeit am längsten andauernden, für die Schiff- und Floßfahrt maßgebenden niedrigen Wasserständen einen Verkehr zu ermöglichen. Die Flößerei ist am lebhaftesten auf dem San, geringer auf dem Dunajec. Auf der Weichsel beginnt sie erst an der Dunajecmündung. — Außer dem San käme für die Schiffbarmachung am meisten in Frage die Wisloka, da sie am leichtesten zu behandeln ist und ein an Petroleum und Getreide reiches Hinterland erschließen würde. Für die Bergfahrt der mit Steinen, Steinkohlen u. s. w. befrachteten Schiffe wäre die Anlage von Leinpfaden (Treppe-

wegen) nothwendig, die einstweilen auch an der Weichsel noch nicht bestehen, obgleich an ihrer obersten schiffbaren Strecke die leeren Pletten (Galeeren) schon jetzt zu Berg getreidelt werden müssen.

Diese Fahrzeuge sind etwa 20 m lang, an der Stirnseite 4,0, in der Mitte 5,8 m breit und 0,6 m hoch; ihre Tauchtiefe beträgt 0,45 m (mit 20 t) bis 0,55 m (mit 25 t Ladung). Von der Przemszamündung bis nach Krakau und Nepolomice vermitteln sie einen ziemlich lebhaften Kohlenverkehr aus den Steinkohlengruben an der Przemsza. Bei günstigen Wasserständen fahren die mit Steinkohlen beladenen Pletten wohl auch durch die ganze Grenzstrecke bis in die Mittlere Weichsel. Reichliche Fracht liefern ferner die Steinbrüche an der unteren Przemsza und an der Weichsel oberhalb Krakau durch die für Strombauzwecke bis auf 130 km stromabwärts beförderten Schüttsteine. Zu Thal treiben die Pletten mit der Strömung. Zu Berg werden sie bei kleineren Entfernungen mit Pferden geschleppt, dagegen bei Entfernungen von 80 bis 130 km mit Hülfe der beiden österreichischen fiskalischen Dampfschiffe, welche 0,4 bis 0,5 m Tiefgang und 70 bis 100 indizierte Pferdekkräfte haben. Zu Berg gehen die Pletten meistens leer; nur selten nehmen sie eine Ladung Grubenholz mit in das Kohlenrevier an der Przemsza. Bei höheren Wasserständen fahren von Krakau ab auch zuweilen größere, aus starkem Holze roh gezimmerte Fahrzeuge mit Kohlen und Salz, die in Warschau aus einander genommen und als Nutzholz verkauft werden. Ein einigermaßen nennenswerther Schiffsverkehr besteht indessen nur im Oberlaufe von der Przemsza bis Krakau und auf der letzten Strecke des Unterlaufs von Sandomierz ab, welches Städtchen mit Warschau durch regelmäßigen Dampferverkehr verbunden ist.

Vorstehende Angaben lassen sich nicht genau zahlenmäßig belegen, da die österreichische Verkehrstatistik mit der russischen nicht übereinstimmt. Nach der russischen Statistik („Statistisches Sammelwerk des Ministeriums der Wegeverbindungen“, Band 43 und 44, St. Petersburg 1896) haben im Zeitraume 1890/94 jährlich auf der Weichsel oberhalb Zawichost, also beim Eintritt der Weichsel in das russische Reich, rund 930 Schiffe und 240 Flöße verkehrt, von den Schiffen 250 mit und 680 ohne Dampfbetrieb, von letzteren 370 zu Thal und 310 zu Berg. In einem älteren Jahrbuche des russischen Verkehrsministeriums ist der Verkehr im Zeitraume 1879/82 jährlich für Zawichost auf rund 300 Schiffe (zu Thal) und 455 Flöße, für Nowogrud-Korczyn an der Widamündung auf rund 145 Schiffe und 60 Flöße angegeben.

Nach der österreichischen Verkehrstatistik („Österreichisches statistisches Handbuch für 1896“, Wien 1897) passirten an dem oberhalb Zawichost gelegenen Nebenzollamt Chwalowice im Zeitraume 1891/95 jährlich 132 Fahrzeuge in der Thalfahrt mit 28 765 t Waaren, wahrscheinlich größtentheils Floßholztrafen. Offenbar sind bei Chwalowice nicht alle Schiffe und Flöße, welche die Reichsgrenze überschritten haben, gezählt worden, sondern wohl nur diejenigen, welche dort zum Ausgang abgefertigt wurden. In der ersten folgenden Tabelle sind die österreichischen Nebenzollämter und Nebenzollamts-Exposituren in der Reihenfolge ihrer Lage zum Weichselstrome von oben nach unten aufgereiht, wobei zu bemerken ist, daß Chelmek an der Przemsza liegt, die Expositur Tarnow an dem bei

In der Thalfahrt passirten bei den österreichischen Nebenzollämtern und Exposituren

J a h r e	Fahrzeuge und Waaren	Ghelmeß	Njepo- lomice	Sjeros- lawice	Tarnuw	Uscje- jesuickje	Szezucin, Dtalenz u. a.	Nad- brzezje	Koziar- nia	Chwa- lowice	Zu- sammen
1886/90 im Jahr	Fahrzeuge Waaren in t	2 212 44 362	133 2 307	11 673	230 6 791	251 5 411	136 5 114	161 9 166	294 42 491	162 25 886	3 590 142 201
1891/95 im Jahr	Fahrzeuge Waaren in t	1 930 42 501	1 422 27 631	140 2 813	240 22 296	232 2 956	985 15 203	147 8 065	171 40 547	132 28 765	5 399 190 777

Hierbei wurden an Waaren in Tonnen befördert

J a h r e	Werkholz	Brennholz	Stein- kohle	Steinsalz	Kalk	Versch. Mineralien	Anderer Waaren	Zu- sammen
1886/90 im Jahr	87 605	3 922	45 476	547	1 118	2 709	824	142 201
1891/95 im Jahr	102 395	7 102	45 188	—	28 799	7 010	283	190 777

Uscze-jejuickje mündenden Dunajec, das Nebenzollamt Koziarnia an dem oberhalb Chwalowice mündenden San. In der zweiten Tabelle begreift die Bezeichnung Kalk jedenfalls die Kalksteine in sich, deren reichliche Verwendung bei den Strombauten durch die bedeutende Zunahme der Verkehrsmenge in dieser Spalte, sowie in der Spalte Njepolomice der ersten Tabelle dargethan wird. Alle Angaben beziehen sich auf die Thalfahrt. Die Bergfahrt traten 1886/90 jährlich 2210 und 1891/95 jährlich 1897 Fahrzeuge an, meist unbeladene Galeeren.

III B. Wasserwirthschaft im Stromthale.

(Brückenanlagen, Abflußhindernisse, Eindeichungen, Entwässerungen.)

1. Brückenanlagen an der Oberen Weichsel.

Die Obere Weichsel bildet eine scharfe Scheide zwischen dem beiderseitigen Ufergelände, auch auf der ganz zu Oesterreich gehörigen Strecke bis zu gewissem Grade. Obgleich die Bewohner des Großherzogthums Krakau am linken Ufer ebenso polnischen Stammes sind wie die Bevölkerung der Herzogthümer Aufschwiz (Oswjencim) und Zator am rechten Ufer, unterscheiden sich noch heute die links wohnenden Krakusen von den rechts wohnenden Masuren durch Sitten, Gebräuche, Kleidung und Mundart. Außer der uralten Verbindung an der Brückenstadt Krakau findet nur an einer einzigen Stelle eine Verbindung zwischen beiden Ufern mit Brücken statt, nämlich gleich am Anfange der Stromstrecke unweit Oswjencim. Von da bis Krakau wird auf 76 km Länge der Verkehr durch zehn Fährten vermittelt. Auf der 23 km langen österreichischen Strecke Krakau—Njepolomice vermitteln sechs Fährten den Verkehr. Die 185 km lange Grenzstrecke hat keine einzige Brücke und nur fünf Fährten mit theilweise recht ungünstigen Zufahrten bei Sjeroslawice (Km. 131), Korczyn (Km. 169), Szczucin (Km. 194), Nadbrzezje-Sandomierz (Km. 269) und Chwalowice-Zawichost (Km. 285). Wegen der Zollschranken ist der Verkehr zwischen beiden Ufern gering, zumal keine einzige größere Stadt unterhalb Krakau an der Oberen Weichsel liegt; denn die Bedeutung von Korczyn und Sandomierz gehört mehr der Vergangenheit als der Gegenwart an. Auf der österreichischen Seite liegt überhaupt nur ein einziges kleines Städtchen, die Bezirkshauptstadt Tarnobrzeg, an der Weichsel; zu erwähnen ist noch der Marktflecken Njepolomice, bei welchem eine Zweigbahn an die Weichsel führt, ebenso bei Nadbrzezje.

Durch Verkehrsanlagen, die sonst oft Hindernisse für den freien Abfluß des Hochwassers schaffen, wird das Ueberschwemmungsgebiet des Stromthals also wenig belästigt. Die beiden Brücken bei Brzozskowice (Pustynia) unweit Oswjencim verursachen auch bei großem Hochwasser keinen nachtheiligen Stau. Die dortige eiserne Eisenbahnbrücke der Linie Oderberg—Krakau hat fünf Oeffnungen mit zusammen 163,6 m Lichtweite und liegt mit der Unterkannte 4,9 m über Normalwasser; ihr Durchflußquerschnitt bei der Hochfluth vom Juni 1884 betrug 571 qm, wozu noch 90 qm in der rechtsseitigen Fluthbrücke kamen. Die hölzerne Straßenbrücke, 0,3 km unterhalb, hat 13 Oeffnungen mit

147,3 m Lichtweite und liegt 4,7 m über Normalwasser; ihre Zufahrtwege können überfluthet werden.

Oberhalb Krakau schneidet bei Km. 76,4 eine von der Nordbahngesellschaft erbaute eiserne Eisenbahnbrücke für die Verbindungsbahn neben einer eisernen Straßenbrücke auf gemeinsamem steinernem Unterbau die Weichsel mit drei zusammen 135,0 m weiten Oeffnungen; die Fahrbahn liegt 4,5 m, die Unterfante des Ueberbaues 1,5 m über dem Spiegel des Hochwassers vom Juni 1884. Zwischen Krakau (Kasimierzvorstadt) und Podgurze befindet sich bei Km. 78,5 die Franz-Josephs-Brücke, eine hölzerne Bogenbrücke auf steinernem Unterbau mit fünf Oeffnungen von zusammen 137,0 m Lichtweite, deren Straßenfahrbahn 4,8 m über jenem Hochwasserspiegel liegt. Bei Km. 79,2 dicht unterhalb Krakau führt die Eisenbahnlinie nach Przemyśl und Lemberg mit einer eisernen Brücke auf steinernem Unterbau über die Weichsel; ihre fünf Oeffnungen haben im Ganzen 176,0 m Lichtweite; die Unterfante des Ueberbaues liegt 4,7 m, die Schienenoberfante 6,4 m über dem Hochwasser vom Juni 1884. Der lichte Querschnitt von der Stromsohle bis zur Unterfante des Ueberbaues hat bei den ersten beiden Brücken 950, bei der letzten 1300 qm Flächeninhalt. Hiervon waren im Juni 1884 bei der Franz-Josephsbrücke 800, bei der unteren Eisenbahnbrücke 900 qm mit Wasser benezt; die Brücke bei Km. 76,4 ist erst 1887 erbaut worden. Der Durchflußquerschnitt reicht an allen drei Brückenstellen zur Abführung der Hochfluthen ohne nachtheiligen Stau aus.

2. Abflußhindernisse an der Oberen Weichsel.

Wie auf S. 211/2 mitgetheilt, rührt der bedeutende Aufstau bei Krakau nicht von den Brücken, sondern von der Strommenge am Wawel her, wo das von sehr hohen Ufern eingefasste felsige Bett nur 80 m Breite besitzt. Dies ist die einzige Engstelle an der ganzen Oberen Weichsel. Gewöhnlich besitzt das Strombett viel zu große Breite für die Abführung kleinerer Hochfluthen, weist daher zahlreiche Sandbänke, Untiefen und Spaltungen auf, die bei jeder Anschwellung ihre Lage mehr oder weniger ändern und den immer weiter schreitenden Abbruch der Ufer veranlassen. Der verwilderte Zustand des Bettes hat einen Aufstau der am glatten Fortschreiten behinderten Fluthwelle und die Entstehung vorzeitiger Ueberschwemmungen durch Seitenströmungen zur Folge, namentlich beim Frühjahrshochwasser, wenn der Eisgang in den scharfen Krümmungen, auf den Untiefen und an den Inseln ins Stocken geräth. Die alsdann entstehenden Eisversezungen verursachen öfters erhebliche Ausuferungen und, wenn sie nicht rechtzeitig vom Wasserdrucke oder durch Sprengungen gelöst werden, auch manchmal Deichbrüche. Oberhalb Krakau kommen, seitdem die Strecken von der Przemyślamündung abwärts ausgebaut sind, fast nur noch rasch vorübergehende Stockungen des Eisganges in den schärferen Krümmungen vor. Auch von Krakau bis Rzeszów haben sich seit dem Ausbaue die Eisversezungen an Zahl und Bedeutung vermindert. Hier sind es namentlich die Krümmungen bei Dambje, Brzegi und Rzeszów, in denen noch öfters Eisstöße vorkommen — an allen drei Stellen trägt offenbar die plötzliche Erweiterung des Hochwasserbettes

wesentlich dazu bei. In der nur streckenweise und fast überall bloß einseitig ausgebauten Grenzstrecke, besonders unterhalb der Dunajecmündung, entstehen aber fast alljährlich größere Eisverfetzungen, welche durch die ungleichmäßige Breite des natürlichen Strombettes und den unregelmäßigen Abstand der Deiche veranlaßt oder begünstigt werden.

An manchen Stellen finden sie leichtere Ausbildung durch das auf den Inseln und vorspringenden Ufern wuchernde Gehölz. Um einen regelmäßigen Verlauf des Hochwassers und Eisganges herbeizuführen, beabsichtigt man daher durch Maßnahmen bezüglich der Pflanzungen allmählich ein ausreichendes regelmäßiges Bett für die Abführung der mittleren Hochwässer herzustellen (vergl. S. 256/8), ebenso durch eine der größten Abflußmenge entsprechende Bemessung der Deichweiten und Deichhöhen ein ausreichendes Bett für den Abfluß der außergewöhnlichen Hochfluthen. Wenn später die mittels der Pflanzungen bewirkten Anlandungen die gewünschte Höhenlage des Deichvorlandes erreicht haben, sollen die Weidenkulturen auf den Vorländern ausgerodet und durch Wiesen ersetzt werden „bis auf einen entsprechend breiten Streifen längs der entstandenen Hochufer des Mittelhochwasserprofils“. An vorspringenden Ufern sollen keine Pflanzungen angelegt werden, um den Angriff auf das gegenüber liegende Ufer nicht zu verstärken. Abgrabungen zu hoher Anhäufungen glaubt man entbehren zu können in der Annahme, daß die Hochwasserströmung mit der Zeit von selbst die aus Sand und Schlick bestehenden Erhöhungen beseitigen werde.

3. Deichweiten und Deichhöhen an der Oberen Weichsel.

In einer Anlage zum internationalen Protokolle von 1896 ist für die österreichische Weichselfstrecke Krakau—Njepolomice die vortheilhafteste Deichweite auf 340 m, die vortheilhafteste Deichhöhe auf 6,0 m über Normalwasser ermittelt worden. Für die bei Njepolomice beginnende Grenzstrecke waren durch die internationale Weichselregulirungs-Kommission von 1864 die geringsten Deichentfernungen auf 200 bis 400 Wiener Klafter (379 bis 759 m) festgesetzt. Die Kommission von 1891 beschränkte sich auf das Einzeichnen der beiderseitigen, den bezeichneten Maßen entsprechenden Deichlinien in die Lagepläne unter Berücksichtigung der bestehenden Anlagen und örtlichen Verhältnisse, sowie auf die Vereinbarung, daß stromseitig von diesen Linien keine Deiche ausgeführt werden sollten. In der Anlage zu den internationalen Vereinbarungen von 1896 sind nun die vortheilhaftesten Deichweiten meistens bedeutend größer ermittelt worden als die geringsten Entfernungen nach dem Uebereinkommen von 1864. Vermuthlich hat man die den Ermittlungen zu Grund liegenden Hochwassermengen zu groß angenommen, besonders im unteren Theile der Grenzstrecke, und die hiernach erforderlichen Durchflußquerschnitte (Deichweiten und Deichhöhen) größer bestimmt, als dem wirklichen Bedürfnisse entspricht. Die vortheilhaftesten Deichweiten sollen nämlich betragen: von Njepolomice bis zum Dunajec 340 bis 510 m (statt 379 m), von da bis zur Wisloka 620 bis 750 m (statt 569 m), von da bis zum San 770 bis 810 m (statt 664 m), unterhalb der Sammündung 940 m (statt 759 m). Diesen Deichweiten sollen als vortheilhafteste Deichhöhen entsprechen: von Njepolomice bis zum Dunajec 6,1 bis 6,5 m, von da bis zur

Wisloka 6,6 m, von da bis zum San 6,7 m, unterhalb der Sanmündung 6,8 m über Normalwasser. Wo wegen der örtlichen Verhältnisse kleinere Deichweiten ausgeführt, z. B. die früher angenommenen Maße festgehalten werden müssen, würde an Stelle der als vortheilhafteste bezeichneten Deichhöhen eine entsprechend größere Höhe zu wählen sein, z. B. für die Deichweite 759 m unterhalb der Sanmündung die Höhenlage der Krone über Normalwasser 7,0 m statt 6,8 m. *)

Ein gewisser Spielraum mußte in dieser Beziehung gelassen werden, da es selbstverständlich unmöglich ist, die beiderseitigen Deiche in völlig regelmäßigen, einander parallelen Linien anzulegen. Vielfach bestehen bereits mehr oder weniger gut ausgeführte Deiche, deren Beibehaltung geboten ist, zumal es sich dabei zum Theil um neue, erst kürzlich fertiggestellte Anlagen handelt. Auf der österreichischen Seite schreitet nämlich seit 1885 der Umbau der Deiche, bei welchem gewöhnlich die früher vereinbarten Linien eingehalten worden sind, ziemlich rasch fort und soll bis zum Jahre 1908 beendigt werden.

Die umgebauten Deiche haben reichliche Stärke und eine sorgfältige Ausführung erhalten, so daß sie denjenigen auf der russischen Seite weitaus überlegen sind. Diese entsprechen größtentheils in Bezug auf Abmessungen und Linienführung ihrem Zwecke keineswegs; ja sie wirken theilweise sogar geradezu schädlich. Wie nämlich die Erfahrung lehrt, kommen die Eisversetzungen am häufigsten dort vor, wo solche unzweckmäßig gebauten Deiche liegen. Sie lehrt ferner, daß diese mangelhaft hergestellten oder unterhaltenen Deiche bei großen Hochfluthen die Niederungen nicht schützen, sondern gefährden, weil sie häufig brechen, bei ihrem Bruche aber Hochwasser und Eis mit großer Gewalt durch die Bruchstelle drängen, ausgedehnte Risse verursachen, das fruchtbare Land weithin versanden und Gebäude zerstören, ganz abgesehen von der Versandung des Stromschlauchs und den Beschädigungen der Strombauwerke in der benachbarten Stromstrecke. Auf der russischen Seite hat man daher die Bruchstellen theilweise überhaupt nicht geschlossen und läßt das Hochwasser in die Niederung einströmen. Auch die österreichischen Deiche ließen früher und lassen theilweise noch jetzt viel zu wünschen übrig; von 1826 bis 1896 sind auf der galizischen Seite der Weichsel durchschnittlich jedes zweite Jahr Deichbrüche erfolgt, welche 2 bis 23 Ortschaften nebst Gemarkungen unter Wasser setzten.

Je weiter der Umbau auf der rechten Seite fortschreitet, um so mehr geräth das linke Thalgelände in Nachtheil. Da seine Bewohner in Zukunft besser als bisher auf wirksamen Schutz Bedacht zu nehmen genöthigt werden, hat die internationale Kommission von 1896 auf Grund der erwähnten Ermittlungen die den vortheilhaftesten Deichweiten entsprechenden Linien in die Stromkarten eingetragen. Diese neuerdings festgestellten Linien sollen stromwärts als äußerste Grenze gelten, über welche hinaus Deichbauten ohne vorheriges beiderseitiges

*) Diese Maße würden für den an der Reichsgrenze liegenden russischen Pegel Zawichost ungefähr den Höhen 7,7 bis 7,9 m a. P. entsprechen. Wie sich aus Kap. 3 dfr. Abth. ergibt, hat aber der höchste sicher bekannte Wasserstand a. P. Zawichost nur 5,88 m, der Höchststand vom August 1813 angeblich etwa 6,2 m betragen. Die Kronen der nach dem internationalen Protokolle von 1896 geschütteten Deiche würden dort also 1,5 bis 2 m über den früheren höchsten Wasserständen liegen.

Uebereinkommen nicht ausgeführt werden dürfen. Da die Deichweiten in unmittelbarem Zusammenhange mit den Kronenhöhen der Deiche stehen, so wären bei den Bedeichungsentwürfen die in der Anlage zum Protokolle von 1896 berechneten Werthe anzuwenden, falls nicht nähere Ermittlungen ihre Aenderung als nothwendig ergeben. Kronenbreite und Böschungen sind dabei nach den örtlichen Verhältnissen zu bestimmen, die Außenböschungen aber mindestens mit 1 : 2 anzulegen.

4. Russische Eindeichungen an der Oberen Weichsel.

Die Gesamtlänge der Deiche auf dem russischen Ufer der 185 km langen Grenzstrecke des Weichselstroms beträgt 116 km. An den linksseitigen Nebenflüssen sind außer kurzen Rückstaudämmen keine Deiche vorhanden. Der Umbau der alten Deiche, welche etwa 2 bis 4 m Kronenbreite, 2,4 bis 4,3 m Kronenhöhe über Mittelwasser und beiderseits meist 1-fache Böschungen haben, ist noch nicht begonnen worden. Neue Deiche sind nicht hergestellt, abgesehen von einigen durch bäuerliche Besitzer ohne Erlaubniß unzumuthig geschüttete Verwallungen, z. B. bei Morsko. Die Erhaltung der vorhandenen Deiche geschieht ausschließlich auf Kosten der Anlieger unter Leitung der nach einer Verordnung von 1833 eingerichteten örtlichen Deichauschüsse, die aber keinerlei technische Anweisungen oder Berather besitzen. Der bei den russischen Pegeln als Anfangspunkt der Ableisungen geltende Niedrigwasserstand, das sogenannte Nullwasser, liegt durchschnittlich 0,7 m unter dem mehrfach genannten Normalwasser und 1,0 m unter dem Mittelwasser, übrigens bei Zawichost beträchtlich höher, bei den anderen russischen Pegeln etwas tiefer als diese Durchschnittszahl. Das bekannte höchste Hochwasser vom August 1813 ist durchschnittlich etwa 5 m über das Nullwasser gestiegen, so daß die Deichkronen mindestens 5,5 m darüber liegen müßten; sie haben jedoch nur 3,4 bis 5,3 m Kronenhöhe über Nullwasser, sind also um wenigstens 0,2 bis 2,1 m zu niedrig. Auf Normalwasser bezogen, beträgt die jetzige Kronenhöhe 2,7 bis 4,6 m, wogegen die vortheilhafteste Deichhöhe für die Grenzstrecke im internationalen Protokolle von 1896 auf 6,1 bis 6,8 m angegeben ist. *)

Die meisten russischen Deiche, besonders unterhalb der Wisloka-Mündung, gewähren nur bei kleineren Hochfluthen bis etwa 3,2 m über Nullwasser (2,5 m über Normalwasser) genügenden Schutz, während z. B. bei Zawichost der durchschnittliche Jahres-Höchststand gegen 4 m, der höchste sicher bekannte Wasserstand aber ungefähr 5,9 m über dem Pegel-Nullpunkte (5,0 m über Normalwasser) liegt. Bei allen 3,2 m übersteigenden Wasserständen, zumal bei Eisgang, sind die Deiche in Folge ihrer mangelhaften Bauart und Vertheidigung bedeutenden Beschädigungen ausgesetzt; sie werden an den niedrigen Stellen überströmt und

*) Die als Beilage 13 des genannten Protokolls abgedruckten Mittheilungen über den Zustand der russischen Deiche geben an, daß das Hochwasser vom Jahre 1813 über die Nullpunkte der Pegel bei Kozlica 4,1 m, Korczyn 5,6 m, Sandomierz 4,7 m und Zawichost 6,2 m gestiegen sei. Bei Zawichost liegt das Mittelwasser gegenwärtig auf rund 1,2 m, das Normalwasser auf etwa 0,9 m a. P., also letzteres 5,3 m unter dem angeblichen Höchstande von 1813, der rund 0,3 m höher als der sicher bekannte Höchstand ist. (Vergl. Fußnote auf S. 271).

häufig durchbrochen, wobei die Seitenströmung ihren Lauf meist durch alte Stromarme nimmt und die Niederung unter Wasser setzt. Die im eigentlichen Strome verringerte Geschwindigkeit ist dann nicht mehr im Stande, die Eisschollen weiter zu tragen, so daß unterhalb der Bruchstelle Eisstopfungen entstehen, die so lange anwachsen, bis schließlich der ganze Eisgang seinen Weg durch den alten Stromarm einschlägt und großen Schaden in der Niederung anrichtet.

Oberhalb des Rudnibaches kommt auf der russischen Seite zunächst die zwischen der Lößvorstufe und dem Strome ausgedehnte, 56 qkm große Niederung bei Igołomia in Betracht, in welcher einige kleine, im Ganzen 6,6 km lange Deiche liegen, die von verschiedenen Grundbesitzern ohne Zusammenhang hergestellt sind und nur bei kleinem Hochwasser den Ländereien einigen Schutz gewähren. — Die kleinen Thalflächen am linken Ufer zwischen den Mündungen des Rudnibaches und der Nida, wo die Weichsel dicht am Südrande der Polnischen Platte fließt, bei Rowe-Brzesko, Stary-Brzesko, Sjeroslawice, Jassice, Morsko, Brzemyńsk, Pietrowice, Rogów, Opatowiec, Krasniew und Sjenislawice mit etwa 7,0 qkm Gesamteinhalt bestehen meistens aus Weideland und Gestrüpp, weshalb keine Eindeichung nothwendig erscheint. Sie würde auch zu theuer ausfallen, da die Breite dieser Niederungen im Verhältniß zur erforderlichen Deichlänge viel zu gering ist. Nur an der Szreniawamündung liegt eine etwas größere Niederung bei Witów mit 9,8 qkm sehr fruchtbaren Bodens, dessen Eindeichung wünschenswerth wäre.

Von Klonno oberhalb der Nidamündung bis nach Zawichost sind die hier ziemlich breiten linksseitigen Niederungen durchweg mit Deichen versehen. Soweit aus Ueberlieferungen bekannt, stammen die Anlagen theilweise schon aus dem Anfange des 15. Jahrhunderts. In der Folgezeit sind sie, je mehr die zunehmende Bevölkerung Wiesen und Viehweiden in Acker umwandelte, nach Bedarf weiter ausgebaut worden, besonders längs der Grenzen einzelner Besitzungen, zumeist also in unregelmäßigen gewundenen Linien. Nachfolgend werden diese eingedeichten Niederungen auf der russischen Seite des Unterlaufs der Oberen Weichsel kurz beschrieben.

Am größten ist die Niederung von Stopnica mit 117 qkm eingedeichten und 28 qkm außendeichs liegenden Ländereien. Sie umfaßt eine geringe Fläche zur Rechten der Nida, geschützt von dem bei Klonno (Km. 167) an das Hochufer anschließenden, bei der Nidamündung (Km. 174,8) endigenden Deiche, sowie eine sehr bedeutende Fläche unterhalb dieses Nebenflusses, deren Abschluß mit einem am linken Nidaufer entlang geführten Querdeiche beginnt und bei Podskale (Km. 218,5) an der Ausmündung eines bedachten Abzugsgrabens endigt. Diese 55 km langen Deiche sind verhältnißmäßig gut, haben aber sehr verschiedenen Abstand vom Strom, von wenigen Metern bis zu 2 km. Die Deichhöhe genügt im Allgemeinen, und Deichbrüche kommen selten vor. — Die kleine, 1,7 qkm umfassende Niederung von Winnica an der Wschodniamündung ist zum Theil von einem Privatdeiche mit ungenügendem Querschnitte eingefast. — Die Niederung von Tursko-Osiek mit 22 qkm eingedeichten, 8,4 qkm nicht-bedeichten Landes hat einen bei Tursko-male (Km. 224,7) am Hochufer beginnenden, bei Długolenka (Km. 242) endigenden Deich von 16 km Länge, der in ziemlich gutem

Zustande, nur auf der letzten Strecke zu niedrig und zu steil geböschet ist. Im unteren Theile unterliegt die Niederung dem Rückstau aus der Weichsel.

Die Niederung von Koprzywnica mit 30,8 qkm eingedeichten und 9,5 qkm nicht-bedeichten Landes ist gleichfalls unten offen, da ihr bei Swiniary am Höhenlande beginnender, von Km. 243 bis 258 (oberhalb der Koprzywiankamündung) neben dem Strome entlang laufender Deich am rechten Ufer des Nebenflusses nicht aufwärts geführt ist. Eine kleine, von Privatbesitzern hergestellte Verwallung daselbst vermag nicht zu verhindern, daß bei größerem Hochwasser ein Drittel der Niederung überflutet wird. Auch die übrige Fläche wird oft geschädigt, weil der zu niedrige und viel zu steil geböschte Deich bisher fast alljährlich durchbrochen oder überströmt worden ist. — Die Niederung von Skotniki wird gegen die Koprzywianka hin mit einem bei Sosuziany am Höhenlande beginnenden, 4 km langen Deiche abgeschlossen, gegen die Weichsel mit einem 7 km langen Deiche, der oberhalb der Goryczankamündung bei Kucmierzow (Km. 265) endigt. Er hat unzureichenden Querschnitt und im unteren Theile mehrfache Lücken. Nur 16,2 qkm sind einigermaßen geschützt, 15,2 qkm dem Rückstau ausgesetzt. Außer einigen offenen Schlenken liegen große Sumpfflächen in der Niederung, welche entwässert und zu Wiesen umgewandelt werden könnten, wenn man die drei vom Höhenlande kommenden Wasserläufe in einem Randkanale gemeinsam ableiten würde.

Die nur 28 ha große Niederung bei Sandomierz hat einen Deich erhalten, um im Schutze desselben einen Winterhafen und den Zufahrtweg zum Landungsplatze an der Weichsel anlegen zu können, was aber bisher noch nicht geschehen ist. — Die Niederung von Dwikozy mit 8,6 qkm Flächeninhalt reicht von Kamien-mściowski (Km. 273) bis zur Opatowkamündung (Km. 284), wo sich ein Querdeich befindet. Der 10 km lange Hauptdeich ist nicht stark genug und ungünstig zum Strom gelegen. — Die 6,7 qkm umfassende Niederung von Winiary zwischen der Opatowka und Zawichost wird gleichfalls mit einem (am Strome 4 km langen) Deiche von mangelhafter Bauart eingefast und leidet durch unzureichende Entwässerung.

5. Oesterreichische Eindeichungen und Entwässerungen an der Oberen Weichsel und ihren Nebenflüssen.

Oberhalb Krakau ist die Weichsel in Galizien nicht mit eigentlichen Deichen versehen; wohl aber liegen in der ziemlich breiten Niederung von der Przemszämündung bis zum Durchbruchthale zahlreiche Dämme von Fischteichen und niedrige Verwallungen zum Schutze werthvoller Grundstücke gegen gewöhnliches Hochwasser, stellenweise hart am Strome, z. B. bei Ochodza (Km. 54/56). Von Krakau bis Mjepolomice hat die linksseitige Niederung, ähnlich wie in den oberen Strecken, größtentheils solche Höhenlage, daß sie nur bei ungewöhnlichen Hochfluthen auf größeren Flächen überschwemmt wird; die hochwasserfreien Deiche, meist als Fahrwege benutzt, befinden sich nur an den tieferen Stellen, vielfach 0,3 bis 1 km vom Strome entfernt. Das rechtsseitige Ufer ist dagegen von Krakau bis zur Reichsgrenze oberhalb Zawichost fast in ganzer Länge eingedeicht. Außer den Flußmündungen befinden sich in dem Deichzuge nur kurze Lücken:

bei Brzegi oberhalb der Srawamündung (Km. 92/93) und bei Sjedleszczany (Km. 247,5), wo auf kurze Strecke der Tarnobrzeger Landrücken ein Hochufer bildet. Die früher außendeichs befindlich gewesene Gemarkung Nowopole oberhalb der Dunajecmündung ist neuerdings in die Eindeichung der westlichen Weichsel-Dunajec-Niederung aufgenommen worden.

Die im Laufe der letzten Jahrhunderte allmählich entstandenen rechtsseitigen (österreichischen) Deiche bildeten bis vor einigen Jahren fast überall unregelmäßige Linien und waren vielfach weder hoch, noch stark genug, um große Hochfluthen sicher abzuwehren. Nur die seit 1846/48 neu entstandenen Anlagen hatten unter Aufsicht und mit Beihülfe des Staates zweckmäßigere Lage und genügende Abmessungen erhalten. Nachdem im Juni 1884*) viele Deichbrüche und verheerende Ueberschwemmungen entstanden waren und nach dem Erlasse des Reichs-Meliorationsgesetzes vom 30. Juni 1884, welches die Betheiligung des Staates und der Kronländer bei Eindeichungen regelt, ist der galizische Landesauschuß thatkräftig mit dem Umbaue und der Ergänzung der Deichanlagen an der Weichsel, an den unteren Strecken der Gebirgsflüsse und an den Flachlandflüssen vorgegangen, deren gleichzeitig bewirkter Ausbau in Verbindung mit dem Grabenneze der Binnenentwässerung eine durchgreifende Melioration der Niederungen bewirkt. Die Eindeichungen an den Nebenflüssen schützen nicht nur gegen den Rücktau aus der Weichsel, sondern sind oder werden so weit aufwärts geführt, daß sie die ebenso gefährlichen Hochfluthen des Dunajec und der übrigen Flüsse innerhalb des niedrig liegenden Flachlandes in Schranken halten. Die Ausführung der Arbeiten erfolgt auf Grund besonderer Landesgesetze durch den Landesauschuß. Die Kosten übernimmt zu 30 bis 50% der Reichs-, zu 40 bis 50% der galizische Landes-Meliorationsfonds und zu 10 bis 40% werden sie je nach der Leistungsfähigkeit von den freiwillig oder zwangsweise gebildeten Wassergenossenschaften oder von den Bezirken aufgebracht.

Die Deiche der Nebenflüsse folgen dem Bette zu beiden Seiten in solchem Abstände und erhalten solche Höhe, daß das größte Hochwasser 0,5 m unter der Deichkrone bleibt. Je nach der Größe des Niederschlagsgebiets, seiner Bodengestalt, Durchlässigkeit und Kulturart wird die größte Abflußmenge auf 0,13 bis 5,15 cbm/qkm in der Sekunde angenommen. Diese Annahmen haben Deichweiten von 30 bis 500 m erforderlich gemacht. Für die im Flachlande gelegenen Strecken der Gebirgsflüsse sind die sekundlichen Abflußzahlen der Hochfluthen mit 0,24 bis 0,69 cbm/qkm in Rechnung gestellt worden. Insbesondere hat man die dem höchsten bekannten Hochwasser von 1813 entsprechende Abflußmenge für den Dunajec an seiner Mündung auf 4900, für die Wisloka auf 2500, für

*) „Die einmalige Ueberschwemmung, welche nach dreitägigem ungemein starkem Regen im Juni 1884 eintrat, verursachte (auf Grund genauer, durch die k. k. Bezirkshauptmannschaften und die Bezirksvertretungen gesammelter Daten) auf einer Fläche von 2200 qkm in 52 galizischen, größtentheils dem Weichselstromgebiet angehörigen Bezirken und in der Stadt Krakau einen Schaden von 13 734 000 Gulden. Die Höhe der durch die verhältnißmäßig kleinere Ueberschwemmung im Jahre 1893 angerichteten Schäden erreichte in 35 Bezirken 10 Millionen Gulden“. (Bericht über das Meliorationswesen in Galizien, Lemberg 1898.)

den San auf 4000 cbm/sec berechnet, die entsprechende Deichweite für den Dunajec auf 500, für die Wisłoka auf 400 und für den San auf 500 m. Da an diesen Flüssen streckenweise bereits Deiche vorhanden waren, welche benutzt werden sollten, theilweise auch schlecht verlandete Schlenken umgangen werden mußten, so zeigen die Deiche zuweilen beträchtlich größeren Abstand, beispielsweise am San oberhalb Majdan-żbuidniowski bis zu 1100 m. Der Uebergang aus den regelmäßigen Deichweiten in solche erweiterte Stellen erfolgt ganz allmählich mit schlanken Linien.

Während die galizischen Weichseldeiche früher vielfach nur 2 m Kronenbreite, 1,5-fache Außen- und 1-fache Binnenböschung hatten, auch größtentheils zu niedrig lagen, haben sie bisher beim Um- und Neubau 3 m Kronenbreite (5 m, wenn sie als Fahrweg dienen), 2-fache Außen- und 1,5-fache Binnenböschung erhalten, ferner 0,5 m Kronenhöhe über dem höchsten bekannten Wasserstande vom August 1813, d. h. 5,5 bis 6,4 m über Normalwasser. Sie sind also etwas niedriger als die reichlich hoch gegriffenen Maße für die vortheilhaftesten Deichhöhen, welche im internationalen Protokolle von 1896 unterhalb Krakau auf 6,0 m, oberhalb Zawichost auf 6,8 m angegeben werden. Die Deiche an den Gebirgsflüssen (Raba, Dunajec, Wisłoka, San) erhalten ebenfalls 3 m, an den Flachlandflüssen 2 m Kronenbreite und gleiche Böschungsanlage wie diejenigen an der Weichsel. Bloß wenn der Schüttungsboden sehr sandig ist, giebt man der Außenböschung 3-fache Anlage. Die fertige Schüttung wird mit Grasarten besamt, die der Bodenbeschaffenheit angepaßt sind. Nur die Außenböschung von Sanddeichen und die Böschungsflächen in Nähe der Siele werden mit Rasen abgedeckt.

Solche zur Entwässerung der Binnenländereien bestimmten, mit selbstthätigen Thoren oder Klappen verschließbaren Siele werden entweder in Bruchsteinmauerwerk auf Betonbett als gewölbte Durchlässe von 0,8 bis 1,0 m Weite und 0,9 bis 1,2 m Höhe hergestellt oder aus Betonrohren von 0,3 bis 0,6 m Durchmesser. In den oberen Strecken bezieht man die Bruchsteine aus den österreichischen Steinbrüchen oberhalb Krakau, in den unteren Strecken aus den russischen Steinbrüchen im Koprzywiankathale und an den Pfefferbergen bei Sandomierz. Für die Bestimmung des erforderlichen Durchflußquerschnitts wird angenommen, daß die Hochwasser-Abflußmenge in den Niederungen je nach der Größe des Entwässerungsgebietes 0,13 bis 0,30 cbm/qkm betrage. Die Sohle der Siele wird 5 cm unter Normalwasser der Weichsel oder des Vorfluthflusses gelegt, bei großer Länge des Außentiefs um so viel höher, daß vom Siele bis zum Flußspiegel bei jenem Wasserstande 0,5‰ Längengefälle bleibt. Die Tiefe der Binnen-Entwässerungsgräben hängt vom Normalwasserstande des Vorfluthflusses und von der Kulturart ab. Bei den kleinen Abzugsgräben macht man die Sohle nicht breiter als 0,3 bis 0,5 m, um durch kräftigere Strömung das Zuwachsen zu erschweren. Die Grabenböschungen, welche 1,5- bis 2-fache Anlage erhalten, werden im Sandboden mit Flechtzäunen und Rasenbekleidung gesichert. Im Uebrigen erfolgt die Berechnung der Entwässerungsgräben auf Grund der Voraussetzung, daß die Wasserstände vom April bis Oktober beim Ackerland auf 1,5 m unter Bodenoberfläche, bei Wiesen auf 1,0 m gesenkt werden können, sowie daß das Grabennetz die Hochwassermenge unschädlich abzuführen vermag.

Hand in Hand mit diesen Anlagen der Binnenentwässerung und der Eindeichung mußte die Begradigung und der Ausbau der Flachlandbäche und Flachlandflüsse gehen. Ihre Querschnitte erhalten trapezförmige Form mit Böschungen von 1:2 in festem, von 1:3 in sandigem Boden. Nur wo der Boden sehr widerstandsfähig ist, haben sich Doppelp Profile mit schmalem Trapez für das Mittelwasser und erweitertem Trapez für das Hochwasser standfähig erwiesen; in sandigem Boden wird dagegen durchweg einfaches Profil angewandt. Die Böschungen sichert man am Fuße bis zur Mittelwasserhöhe durch Flechtzäune, von da aufwärts durch Verasung. Bloß beim Ausbaue des Leng zeigte sich in der oberen gefällreicheren Strecke (0,6 bis 1,2‰) eine Sicherung mit Faschinenlagen und Weidenpflanzung als nothwendig. Bei der Linienführung des neuen Flußlaufs wird möglichst das alte Bett beibehalten, aber soweit begradigt, daß der Lauf aus schwachen Krümmungen und geraden Strecken besteht.

Die Kosten des Ausbaues und der beiderseitigen Eindeichung der Flachlandflüsse betragen für das Kilometer 6= bis 12 000 Gulden, die Kosten des Umbaues der Deiche an der Weichsel und den Gebirgsflüssen 6= bis 11 000, die Kosten des Neubaus an denselben Wasserläufen 10= bis 12 000 Gulden, Grunderwerb und Deichbauwerke einbegriffen. Die Herstellung der Entwässerungsgräben kostet durchschnittlich 1400 Gulden auf das Kilometer, wobei als mittlere Abmessungen 0,3 m Sohlenbreite, 6,3 m Bordbreite und 2,0 m Tiefe anzunehmen sind. Die Ausführung der Arbeiten wird unter Leitung der Ingenieure des galizischen Landes-Meliorationsbureaus*) ausschließlich in Regie bewirkt ohne Mitwirkung von Bauunternehmern. Nach dem Abschlusse der Arbeiten werden Unterhaltungsstatute erlassen, welche im Einzelnen die vom Kronlande und von den Verbandsgenossen zu leistenden Antheile der Unterhaltungskosten, die Nutzungsbeschränkungen für die Deiche und Vorländer einschließlich der Flußufer, sowie die den Verbandsgenossen obliegenden Pflichten bei der Deichvertheidigung regeln.

Die technische Aufsicht über die Deich- und Entwässerungsanlagen erfolgt durch die ständigen Meliorationsingenieure des Landesauschusses, denen eine genügende Zahl von Meliorationsaufsehern, sowie von Deich- und Grabenwärtern zugetheilt ist, welche die ihnen überwiesenen Strecken täglich begehen und kleinere Ausbesserungen vornehmen müssen. Ueber die etwa erforderlichen größeren Ausbesserungen befindet die im Frühjahr jeden Jahres unter Leitung eines Meliorationsingenieurs durch Vertreter des Verbandes erfolgende Schauung, die dann im Herbst wiederholt wird, um die inzwischen fertiggestellten Arbeiten abzunehmen.

Der Um- und Neubau der Weichseldeiche von Krafau bis Nepolomice auf 19,5 km Länge, verbunden mit dem Ausbaue nebst Eindeichung der Niederungsbäche Drwina, Grawa, Zabawa und Podlenzowka auf 16 km Länge, ferner mit den Anlagen zur Verbesserung der Binnenentwässerung, ist nach dem Landes-

*) Das Landes-Meliorationsbureau besteht aus dem Direktor, seinem Stellvertreter, 6 Obergeringenieuren, 19 Ingenieuren und 16 sonstigen technischen Beamten. Außer dem in Lemberg befindlichen Zentralbureau sind neun sogenannte Exposituren vorhanden, hiervon sechs innerhalb des Weichselstromgebiets in Krafau, Wadowice, Tarnow, Jaslo, Sanok und Jaroslaw. Nähere Angaben über das Meliorationswesen enthält der zur Jubiläumsausstellung in Wien 1898 erstattete Bericht.

gesetz vom 19. Oktober 1892 größtentheils fertiggestellt. Dieses Landesunternehmen bezweckt den Schutz gegen Ueberschwemmungen und die Entwässerung von 51 qkm Grundfläche. — Die Bervollständigung der Eindeichung am linken Weichselufer von Krakau bis zur Reichsgrenze soll als Landesunternehmen nach dem Gesetze vom 5. Februar 1897 begonnen werden, sobald die Wassergenossenschaft gebildet ist, deren Betheiligungsfläche 29,5 qkm umfassen wird. — Für den Umbau der rechtsseitigen Weichseldeiche von Njepolomice bis zur Rabamündung auf 26,5 km Länge befinden sich die Entwürfe in Bearbeitung; im Zusammenhange hiermit steht der Ausbau nebst Eindeichung der Drwinka und der Umbau des 12 km langen linksseitigen Deichs an der Raba. — Für den Umbau der Weichseldeiche von der Rabamündung bis zum Dorfe Wola-rogowska (oberhalb der Ryszelinamündung) auf 19,5 km Länge, einschließlich eines Umbaues des 12 km langen rechtsseitigen Rabadeichs und des Ausbaues nebst Eindeichung der Grobka, Uszwica und Uszemka auf zusammen 53 km Länge, sind die Vorarbeiten beendet. — Die nach dem Landesgesetze vom 1. Juli 1886 begonnene Eindeichung der Weichsel von Wola-rogowska bis zur Dunajecmündung (einschließlich des Schutzdeichs für das Dorf Nowopole) mit 3,5 km und des linksseitigen Dunajecdeichs von der Mündung aufwärts bis Biskupice-radlowskie auf 18 km Länge, verbunden mit dem Ausbau nebst Eindeichung der Ryszelina auf 16 km Länge, ist in der Hauptsache vollendet. — Die Weiterführung des linksseitigen Dunajecdeichs flussaufwärts auf 14 km Länge bis zur Eisenbahnbrücke bei Bogumilowice (Landesgesetz vom 2. September 1895), wodurch 27,3 qkm sehr fruchtbare Niederrungsländereien gegen das Dunajechochwasser geschützt werden sollen, ist noch unfertig, weil bisher keine Zwangsgenossenschaft zu Stande kam.

Der rechtsseitige Dunajecdeich ist im Zusammenhange mit der Bialaeindeichung (vergl. S. 56 u. 264/5) von der Eisenbahnbrücke bei Bogumilowice bis zur Mündung auf 34 km Länge theilweise neu angelegt, theilweise umgebaut (Landesgesetz vom 1. September 1892). — Für den Umbau des 43 km langen Weichseldeichs von der Dunajecmündung bis zur Mündung des Neuen Bren werden die Entwürfe bearbeitet. In dieser Niederung ist jedoch die Entwässerung zum Theil bereits geregelt durch die auf S. 48. erwähnten Genossenschaften für den Ausbau der Zabnica und die Anlage des Zyblikiewiczkanals. Der Ausbau, verbunden mit der Herstellung von 42 km Deichlänge und mit der Binnenentwässerung im Gebiete des Neuen Bren und seiner Nebenbäche wurde nach dem Landesgesetz vom 13. Mai 1885 von einer 1888 gebildeten Genossenschaft begonnen und soll als Landesunternehmen beendet werden. — Die Bervollständigung der Eindeichung der Weichsel und der Wisloka innerhalb des Mjelecer Bezirks wird nach dem Gesetze vom 30 Januar 1896 als Bezirksunternehmen behandelt; dieses Gesetz bezieht sich auf den Umbau und Neubau des 27,5 km langen Weichseldeichs von der Brenmündung bis zur Mündung des Chorzelowkanals (Km. 237) bei Przypkop, der beiderseitigen 38,7 km langen Wislofadeiche und der beiderseitigen Deiche des in die Wisloka mündenden Alten Bren. Obgleich seitens des Staats noch keine Geldmittel bereitgestellt werden konnten, hat kürzlich der Landesausschuß die Arbeiten in Angriff genommen (vergl. S. 48). —

Die Ergänzung des Ausbaues und der Eindeichung des Alten Bren auf 11 km Länge wurde bereits nach dem Landesgesetze vom 1. Juli 1886 durch eine freiwillige Wassergenossenschaft bewirkt. Für den rechts vom Wisłokathale, gelegenen Niederungstheil, welcher durch den Chorzelowakanal Vorfluth erhält, besteht eine besondere Entwässerungs-Genossenschaft, die durch Darlehen aus den öffentlichen Meliorationsfonds unterstützt worden ist.

Der mit einer 24 km langen Eindeichung verbundene Ausbau der Babulowka, der Krzemienica und des Ruw hat nach dem Landesgesetze vom 10. Juni 1888 begonnen und soll 1901 zu Ende geführt werden. Bereits beendet ist die Eindeichung der Trzesniowka auf 9 km nebst Ausbau dieses Baches und seines Nebenbaches Zupawa auf 17 km Länge nach dem Landesgesetze vom 11. Juni 1887, ebenso der Ausbau und die Eindeichung des Leng auf 20 km Länge nach dem Landesgesetze vom 1. Juli 1886. Der Ausbau des Leng wird nach einem Nachtragsgesetz von 1895 um 4,5 km weiter flussaufwärts geführt und durch bessere Uferdeckungen ergänzt. Während diese Meliorationen als Landesunternehmen unter Heranziehung der Zwangsgenossenschaft zu 30 % des Kostenaufwandes hergestellt worden sind, werden die Kosten für den Ausbau des wildbachartigen oberen Leng und für die Aufforstungen an seinen Steilufern je zur Hälfte aus dem Reichs- und Landes-Meliorationsfonds bestritten. — Der Umbau der 42 km langen Weichseldeiche vom Chorzelowakanale bis zur Reichsgrenze, die Vervollständigung der beiderseitigen Deiche des San auf 51 km Länge, sowie die Herstellung von 24 km langen Rückstaudeichen an den Seitengewässern Strachocka, Jodlowka und Bukowa sind nach dem Landesgesetze vom 9. Juni 1889 als Bezirksunternehmen des Bezirks Tarnobrzeg größtentheils fertiggestellt, zum kleineren Theil noch in Ausführung begriffen (vergl. S. 49).

Nach der geplanten Vervollständigung der linksseitigen Deiche von Krakau bis Mjepolomice werden die österreichischen Weichselniederungen unterhalb Krakau vollständig im Schutze von hochwasserfreien Deichen liegen, die zum Theil bereits planmäßig ausgebaut oder im Umbau begriffen sind. Längs der rund 185 km langen Grenzstrecke von Mjepolomice bis Jawichost hat die Weichsel auf dem rechten Ufer 162 km Deiche. Die Gesamtlänge der ausgeführten und geplanten Deiche an den galizischen Nebenflüssen beträgt 612 km. Von 1885 bis 1896 sind neu- und umgebaut worden: an der Weichsel 37 km, an den unteren Strecken der Gebirgsflüsse 105 km, an den Flachlandflüssen 292 km Deiche. In Ausführung befinden sich: an der Weichsel 36 km, an den unteren Strecken der Gebirgsflüsse 51 km, an den Flachlandflüssen 20 km Deiche. Geplant ist der Um- und Neubau von 89 km Deichen an der Weichsel, 24 km an der Raba und 120 km an den Flachlandflüssen. Hierzu kommen die mit diesen Eindeichungen in Verbindung stehenden Arbeiten für den Ausbau der Flachlandflüsse und für die Binnenentwässerung der Niederungen. Es ist zu hoffen, daß diese umfangreichen Wasserbauten, welche außer dem Schutze gegen die Hochfluthen auch die Erhöhung der Ertragsfähigkeit des fruchtbaren Alluvialgeländes bezwecken, reichen Segen bringen werden für das Kronland Galizien, dessen Bevölkerung fast ausschließlich auf die Erträge der Landwirthschaft angewiesen ist.