

2. Abtheilung. 3. Kapitel.

Der Weichselstrom in Russisch-Polen. (Sanmündung bis Reichsgrenze.)

I. Stromlauf und Stromthal.

Unterhalb der Sanmündung gehört das rechte Weichselufer noch auf 8,3 km Länge zum österreichischen Kronlande Galizien. Dann tritt der Weichselstrom vollständig in Russisch-Polen ein bis zur deutschen Reichsgrenze an der Mündung des kleinen Grenzflüßchens Tenczyna. Diese bildet keinen natürlichen Abschnitt des Stromlaufs, trennt aber dennoch die Untere Weichsel in zwei grundverschiedene Theile, da die preußische Strecke durch sorgsame Pflege ein völlig anderes Gepräge erhalten hat wie die verwilderte, der Willkür der Strömungen überlassene Strecke innerhalb Rußlands. Ähnlich wie bei der Oberen Weichsel erfolgt die Betrachtung des Stromlaufs und Stromthals gesondert für die 266,5 km lange Mittlere Weichsel von der San- bis zur Narewmündung (I A) und für die 160,5 km lange russische Strecke der Unteren Weichsel von der Narewmündung bis zur deutschen Reichsgrenze (I B). Dagegen werden der Abflußvorgang (II) und die wasserwirthschaftlichen Verhältnisse (III) für den ganzen Weichselstrom in Russisch-Polen gemeinsam behandelt, abgesehen von den im 18. Kapitel gleichzeitig mit denjenigen der Oberen Weichsel und ihrer Nebenflüsse dargestellten Hochwasser- und Eisverhältnissen.

I A. Mittlere Weichsel. (Sanmündung — Narewmündung.)

1. Uebersicht.

Nach Pusch's Meinung („Geognostische Beschreibung von Polen“, Bd. I S. 37) herrschte ehemals längs der Beskiden bis zum jetzigen Weichselthale leicht zerstörbarer Sandstein vor, während gegen Norden feste, schwer zerstörbare Muschel-

und Jurakalksteine des südpolnischen Hügellandes, weiterhin Kreidemergel und Grauwackenschiefer liegen. Die Weichsel grub sich daher ihr Bett auf der Grenzscheide jenes milden Sandsteins aus. „Endlich überwältigte der von Südosten einströmende San die Weichsel und zwang sie, das Gebirge in nördlicher Richtung zu durchschneiden. Dieser Durchschnitt ist zwischen Kasimierz und Janowiec am engsten und am deutlichsten zu sehen. Das Weichselthal ist hier als Querthal zu betrachten, das sich freilich sehr bald erweitert.“ Wie weit die bezeichnete Anschauung begründet ist, bedarf an dieser Stelle keiner Prüfung. Jedenfalls besteht die Thatsache, daß der Weichselstrom an der Sanmündung eine scharfe Wendung nach Norden vollzieht und bis Nowo-Aleksandrija durch die Ablagerungen der Kreideformation fließt, welche an ihren Thalrändern vielfach zu Tage treten. Von Nowo-Aleksandrija bis Warschau verfolgt der Strom nordwestliche Richtung durch das polnische Flachland. Unterhalb dieser Stadt biegt er gegen Westen um in das diluviale Warschau—Berliner Hauptthal und vereinigt sich gleich danach mit dem Narew, der ihm die großen Wassermassen des Bug außer seinen eigenen zuführt.

Nowo-Aleksandrija und Warschau bilden also zwei wichtige Grenzpunkte natürlicher Theilstrecken, ebenso die Mündungen der beiden großen Nebenflüsse Wjeprz und Pilica. Weitere Abschnitte ergeben sich durch das Ueberschreiten der Reichsgrenze bei Zawichost, sowie durch die Mündungen der mittelgroßen Nebenflüsse Kamjenna, Iłza, Radomka und Swider. Die im Ganzen 266,5 km lange Mittlere Weichsel theilen wir also bei der folgenden Betrachtung in zehn Strecken, begrenzt durch die Punkte: Sanmündung—Reichsgrenze (Zawichost)—Kamjennamündung—Iłzamündung—Nowo-Aleksandrija—Wjepzrmündung—Radomkamündung—Pilicamündung—Swidermündung—Warschau—Narewmündung. Bei Nowo-Aleksandrija und Warschau (Alexanderbrücke) liegen die Grenzpunkte an der Pegelstelle.

Die österreichische Stationirung des Stromlaufes weist an der Reichsgrenze bei Zawichost die Kilometerstation 287,9 auf. Nach der vom russischen Verkehrsministerium 1892 veröffentlichten „Uebersicht der Binnenwasserstraßen des europäischen Rußlands“ beträgt die Länge der Wasserstraße von Zawichost bis Nowo-Aleksandrija 93,1, von da bis Warschau 153,0 km, zusammen 246,1 km. Dagegen ergab die Abmessung in der Mittellinie des Stromes (auf den russischen Generalstabskarten 1 : 126 000) für diese Entfernungen 83,7 und 140,4 km, zusammen also 224,1 km Länge. Fast ebenso viel hat das 1826 vom russischen Ingenieur Köppen ausgeführte Nivellement angegeben, nämlich 223,5 km. Die Mehrlänge des amtlichen Verzeichnisses erklärt sich daraus, daß die Entfernungen dabei nicht auf die Mittellinie des Strombettes, sondern auf die in diesem Bette Schlangenwindungen beschreibende Fahrrinne bezogen sind, welche in den einzelnen Strecken 8 bis 10 % länger als die für unsere Stationirung benutzte Mittellinie ist. Letztere mußte als maßgebend angenommen werden, da die österreichische und preußische Stationirung sich gleichfalls auf die Stromachse beziehen. Uebrigens wird bei Hochfluthen die Strömung wohl mehr der Mittellinie des Bettes als der gewundenen Fahrrinne folgen.

2. Grundrißform. 3. Gefällverhältnisse.

Während nach obigen Mittheilungen die Längen der einzelnen Strecken mit genügender Genauigkeit bestimmt werden konnten, lagen für die Mittelwasserhöhe nur die aus der Tillo'schen Karte zu entnehmenden Angaben vor, außerdem aber sichere Zahlen für die Anschlüsse an die österreichische und preußische Nachbarstrecke, sowie für den Warschauer Pegel. Die vom russischen Ingenieurgeneral Tillo 1888 herausgegebene „Karte der Längen und Gefälle der Flüsse des europäischen Rußlands“ ermöglicht, einen Längenschnitt des Stromlaufs aufzutragen, der allerdings wegen des kleinen Maßstabs (1 : 2 520 000) der Karte nicht genau sein kann, zumal die Längenangaben mit den von uns ermittelten nicht überall zusammenstimmen. Für den Pegel bei Zawichost wird im österreichischen Nivellement die Höhenlage des Nullpunkts auf + 135,62 m angegeben; in der Jahresreihe 1877/94 betrug die Höhenlage des Mittelwassers 1,17 m a. B.; die entsprechende Meereshöhe wäre also + 136,79 m, was mit der in oben bezeichneter Weise ermittelten Zahl + 137,0 m fast genau übereinstimmt. An der deutsch-russischen Reichsgrenze liegt nach Bl. 30 die Mittelwasserhöhe des Weichselstroms für 1871/95 auf + 38,6 m, wogegen nach Tillo das Mittelwasser auf + 38,3 m liegen soll. Am Warschauer Pegel, dessen Nullpunkt auf + 77,71 m liegt, hat das für die Jahresreihe 1877/94 um 1,19 m höhere Mittelwasser die Meereshöhe + 78,90 m, während sie nach Tillo + 78,8 m beträgt. Da die Mittelwasserzahlen nicht auf dieselben Beobachtungs-Jahresreihen bezogen sind, und da ferner die Horizonte der russischen, österreichischen und preußischen Nivellements einander nicht genau entsprechen, stimmen die ganz verschiedenen Quellen entnommenen Höhenangaben an jenen drei Punkten weit besser überein, als man füglich erwarten kann.

Auf Grund der bezeichneten Unterlagen ist nachstehende Tabelle über die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse der einzelnen Strecken der russischen Mittleren Weichsel zusammengestellt worden. Im Ganzen hat danach der 266,5 km lange Stromlauf 71,7 m Fallhöhe, also 0,269 ‰ (1 : 3720) mittleres Gefälle. Am größten ist dasselbe unterhalb der Pilica bis zur Swidermündung (0,356 ‰), am kleinsten in der unmittelbar anschließenden Strecke bis Warschau (0,165 ‰), welche durch die Stromenge zwischen Warschau und Praga angestaut wird. Der ehemalige Weichselstrominspektor Kolberg beziffert (in Orgelbrand's polnischer Enzyklopädie) das Durchschnittsgefälle der Mittleren Weichsel auf 5 bis 6 Pariser Fuß für eine geographische Meile (0,220 bis 0,263 ‰). Er fügt hinzu, daß das örtliche Gefälle hiervon in weiten Grenzen abweicht und an denselben Stellen häufigen Aenderungen unterliegt. „Dies hängt hauptsächlich von der Lage, Höhe und Ausdehnung der im Strombett wandernden Sände ab. Je nachdem diese Sände mit der Fluthströmung thalwärts wandern, ändert sich das Gefälle. — Wenn im einen Jahre beim Beharrungszustande der Spiegelhöhenunterschied zwischen zwei Pegelstellen z. B. 1½ Fuß betrug, kann er im anderen Jahre ½ Fuß, aber auch 2½ Fuß betragen. Oder wenn im einen Jahre die Pegel zweier Orte beim Beharrungszustande gleiche Wasserstandshöhe anzeigten, können sie im anderen Jahre einen Unterschied von 2 Fuß und darüber angeben.“

Stromstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	‰
Sanmündung—Reichsgrenze . . .	139,2	2,2	8,3	0,265	3770	7,8	6,4
Reichsgrenze—Kamjennamündung .	137,0	7,1	33,2	0,214	4680	29,6	12,2
Kamjennamündung—Iłzamündung .	129,9	5,4	19,7	0,274	3650	17,2	14,5
Iłzamündung—Nowo-Aleksandrija .	124,5	7,4	30,8	0,240	4160	25,0	23,2
Nowo-Aleksandrija—Wjepřzmündung	117,1	5,8	20,3	0,286	3500	17,0	19,4
Wjepřzmündung—Radomkamündung	111,3	10,7	40,4	0,265	3780	32,1	25,9
Radomkamündung—Pilicamündung .	100,6	6,6	25,2	0,262	3820	20,7	21,7
Pilicamündung—Swidermündung .	94,0	11,4	32,0	0,356	2810	27,0	18,5
Swidermündung—Warschau . . .	82,6	3,7	22,5	0,165	6080	21,7	3,7
Warschau—Karewmündung . . .	78,9	11,4	34,1	0,334	2990	30,4	12,2
	67,5						
Im Ganzen . . .	—	71,7	266,5	0,269	3720	204,6	30,3

Die Gesamtentwicklung ist in Folge des Richtungswechsels der Weichsel bei ihrem Eintritt in das Flachland und beim Uebergange in das Warschau—Berliner Hauptthal größer als die Entwicklung in den einzelnen Strecken. Diese wird nur zwischen der Iłzamündung und Nowo-Aleksandrija vorwiegend durch die gekrümmte Gestalt des Thales, sonst fast ausschließlich durch die gewundene Form des Stromlaufs verursacht. Sie hat die kleinsten Werthe in der ziemlich geradlinigen Strecke von der Swidermündung bis Warschau und in der schlank geformten Strecke oberhalb der österreichisch-russischen Reichsgrenze, den größten Werth zwischen der Wjepřz- und Radomkamündung, wo die Weichsel eine Wellenlinie mit vier großen Gegenkrümmungen beschreibt. Außerdem finden sich erhebliche Werthe noch in der letzten Strecke des Querthals (Iłzamündung—Nowo-Aleksandrija) und unterhalb der Radomkamündung, wo der Strom zunächst an den rechtsseitigen Thalrand und alsdann schräge über das Thal hinweg nach der am linksseitigen Thalrande mündenden Pilica fließt.

Die Krümmungen sind meistens ziemlich flache Bögen mit großen Halbmessern, die selten unter 1000, gewöhnlich über 1500 bis 2000 m betragen. Die schärfsten Krümmungen mit weniger als 1000 bis herab zu 600 m Halbmesser liegen zwischen den Mündungen der Kamjenna und Iłza. Während die Mittellinie des Strombettes demnach im großen Ganzen eine ziemlich schlank Grundrißform besitzt, wird die Benutzung der Weichsel als Wasserstraße wesentlich behindert durch die zahlreichen scharfen Krümmungen der Fahrrinne. An vielen Stellen ist das Bett derart mit Sänden angefüllt, daß die Fahrrinne eine zur Stromrichtung nahezu senkrechte, manchmal sogar zurückspringende Lage annimmt. Beispielsweise mußte im Juni 1898 der Dampfer vom Zawichoster Anlegeplatz

fast rechtwinklig über den Strom zum rechten Ufer fahren, gleich danach wiederum zum linken, was sich bis zur Kamjennamündung noch mehr als zehnmal wiederholte. Wenn man die Längen der Fahrrinne mit den Luftlinien vergleicht, so erhöhen sich die Entwicklungszahlen auf 14 bis 38 %.

Diese verwilderte Beschaffenheit des Strombettes, welche eine so ungünstige Grundrißform der vom fließenden Wasser benutzten Rinne bedingt, wird durch die ungemein große Sandsführung des Weichselstroms verursacht. Sein breites Alluvialthal besteht nämlich fast durchweg aus Bodenarten, die den Angriffen der Strömung nur geringen Widerstand entgegensetzen, hauptsächlich aus thonigem, mit feinem Sande gemengtem Schlick oder aus feinkörnigem reinem Sand. Der ehemalige Weichselstrominspektor Kostenecki hat die Größe der Bodensfläche, welche an der polnischen Weichselstrecke alljährlich vom Strome abgebrochen wird, auf etwa 160 ha geschätzt, was im Durchschnitt 2 m Uferbreite entspricht. Der weitaus größte Theil der durch die Abbrüche in die Strömung gerathenden Sand- und Schlickmassen wird an anderer Stelle, sei es im Bette, sei es bei höheren Wasserständen auf dem überschwemmten Seitengelände wieder abgelagert. In Folge dessen sind überall ausgedehnte wandernde Sände vorhanden, deren allmähliche Weiterwanderung die Lage der Stromrinne fortwährend verändert, auch zwischen den beiderseitigen Einschränkungenwerken bei Warschau.

An geschützten Stellen geht die Bewegung der Sände so langsam vor sich, daß ihre Höhe mehr und mehr zunimmt, bis sie schließlich durch Selbstbesamung mit Weidengebüsch bewachsen und zu Inseln umgewandelt werden, welche das Strombett in einzelne Arme spalten. Bei kleinen Wasserständen treten allenthalben Mittelsände hervor, zwischen denen sich mehrere Rinnen in geringer Breite mit gewundener Gestalt hindurch ziehen. Das große Hochwasser überschwemmt auch jene Inseln meistens, versetzt sie in Abbruch und schiebt sie durch neue Anlandungen am unteren Ende thalwärts. Die bedeutenden Eismassen, welche sich bei strengem Winter in dem übermäßig breiten und flachen Strome bilden, finden auf seinen zahlreichen Untiefen Hindernisse ihres glatten Abgangs und verstopfen die Rinnen. Wenn dann der Wasserdruck die Verstopfung nicht zu lösen vermag, so umgehen die nachdrängenden Fluthen das Hinderniß seitwärts, indem sie an einem der beiden Ufer ein neues Bett einreißen. Daher weist der Stromlauf in seiner ganzen Länge eine Menge von Spaltungen auf, deren Zahl um so größer wird, je mehr Sände bei fallendem Wasserstande auftauchen.

Besonders stark verästelt ist der Stromlauf zwischen den Mündungen des Wjepřz und der Pilica, wo die Hochwasserströmung über die Ufervorsprünge der Krümmungen quer hinweg geht und die Ablagerungen in der Hauptrinne nicht kräftig genug zu räumen vermag, namentlich bei Stenzycza und Paprotnia. Lange Nebenarme, die ihre Form und Lage schon seit Jahren einigermaßen behalten haben und dauernde Spaltungen der Strömung bei allen Wasserständen bilden, kommen nur an wenigen Stellen vor: ein 6 km Nebenarm oberhalb Dorotka unweit von der Kamjennamündung, zwei unmittelbar auf einander folgende Nebenarme ober- und unterhalb von Solec mit zusammen 11 km Länge zwischen den Mündungen der Kamjenna und Ilza, sowie der als Lacha (Lacha heißt im Polnischen Flutharm oder Schlenke) bezeichnete 12 km lange, auch bei

Niedrigwasser gefüllte Nebenarm zwischen den Mündungen der beiden rechteitigen Nebenbäche Okrzejska und Promnikbach. Die Inseln sind am reichlichsten in den oberen Strecken vertreten (oberhalb der Kamjennamündung meist bewaldet oder mit dichtem Gestrüpp bedeckt), die weniger hohen, aber sehr ausgedehnten Sände am reichlichsten in den unteren Strecken.

4. Querschnittsverhältnisse. 5. Beschaffenheit des Strombetts.

Die Breite des Strombettes zwischen den Bruchsefern schwankt in weiten Grenzen von etwas über 400 bis 1900 m. Selbst wo sich keine Spaltungen bei gewöhnlichem Wasserstande bilden, hat der Wasserspiegel oft über 600 bis 700 m Breite, an Stellen mit großen Mittelständen sehr häufig 1000 bis 1200 m. Verhältnismäßig schmal ist das Bett bei Warschau (430 bis 460 m) und oberhalb der Narewmündung (430 bis 500 m). Nach dem in den siebziger Jahren von Kostenecki bearbeiteten Plane für den regelmäßigen Ausbau des Weichselstroms haben die neuerdings bei Warschau ausgeführten Einschränkungsbauten in Mittelwasserhöhe 340 m Abstand erhalten, welches Maß bis aufwärts zur Pilicamündung gelten soll. Von da bis zur Wjeprzmündung hinauf hat Kostenecki die Normalbreite auf 330, von hier bis zur Sanmündung auf 320 m angenommen. Der Gedanke, durch allmähliche Einschränkung auf die bezeichneten Breiten bei Mittelwasser in der Stromrinne 2,8 m, 2,9 m und 3,1 m Tiefe erzielen zu können, wird sich keinesfalls verwirklichen lassen. Jetzt finden auf den Ueberflügen bei den um etwa 0,5 bis 0,6 m unter dem Jahres-Mittelwasser liegenden häufigsten sommerlichen Wasserständen sogar die nur 0,5 m tiefgehenden Dampfer (von beladenen Rähnen ganz zu schweigen) oft so große Schwierigkeiten, daß die regelmäßigen Fahrten unterbrochen werden. Wie auf S. 250 erwähnt, war für die Strecke Sanmündung—Zawichost bei dem internationalen Vertrage von 1864 die Normalbreite vorläufig auf 350 bis 360 m festgestellt worden, als Ziel des Ausbaues eine Mindest-Fahrtiefe von 0,9 m bei 1,20 m a. B. Zawichost, d. h. annähernd beim Mittelwasser von 1877/94. Die bisher dort ausgeführten Bauten haben aber dieses Ziel noch lange nicht erreicht, so daß nach dem internationalen Protokoll von 1890 die Einschränkung auf 231 m gebracht werden soll, womit man 1,6 m Tiefe beim sogenannten Normalwasserstand, d. h. etwa 1,9 m bei Mittelwasser, zu erzielen hofft.

Von den übermäßig großen Breiten des Strombettes kommt der Schifffahrt nur ein sehr geringer Theil zugut. Unter günstigen Umständen, d. h. wo sich eine einheitliche, freilich ihre Form und Lage bei jedem Hochwasser ändernde Rinne ausgebildet hat, bleiben die beiderseitigen Sände öfters um 50 bis 60 m von einander entfernt. Viel häufiger, und namentlich an den Stellen mit mehrfach verästelten Rinnen, schränken aber die Seiten- und Mittelsände den Schifffahrtsweg auf eine viel geringere, zuweilen nur 12 bis 15 m betragende Breite ein. Die Lage der Sände wird durch gefaltete Stangen, die Fahrrinne durch Fusen markirt. Vielsach drängt sie sich hart an das abbrüchige Ufer; ja manchmal muß der Dampfer in die Rolke der jüngsten Abbrüche hineinfahren, so daß die Schiffswand an den Wurzeln der umgestürzten Bäume entlang scheuert.

Die Bruchufer der Mittleren Weichsel bestehen meistens aus wechselnden Schichten von Schlick und Sand, wobei bald der thonige Schlick, bald der Sand vorherrscht. Vielfach kommt unter der Alluvialdecke in Mittelwasserhöhe der Geschiebelehm zum Vorschein. Wo die Hauptrinne oder die Nebenrinnen das Ufer unmittelbar berühren, ist dasselbe auf 2 bis 4 m Höhe über dem gewöhnlichen Wasserstande, stellenweise auch bis zu größerer Höhe steil geböscht, oft fast senkrecht abgebrochen. An den von der Strömung entfernten Stellen erheben sich dagegen die flach ansteigenden Sände in der Regel bis zur Uferhöhe. Die Willkür der Strömung hat oft die Rinnen wiederum gegen diese Sände gelenkt, so daß sich meterhohe steile, rasch abbröckelnde Sandwände bilden. Auch die älteren Ablagerungen zeigen manchmal reinen Sand in mächtigen Schichten. Die Sohle des Strombetts ist mit mehr oder minder feinkörnigem Sande und Kies bedeckt, den verhältnißmäßig selten der Geschiebemergel durchragt, obgleich dessen Auftreten an den Stromufern anzeigt, daß das Weichselbett vielfach in das Diluvium eingensagt ist. Dem diluvialen Geschiebemergel gehören wohl auch die mehrfach vorkommenden Steinriffe an, wogegen vorquartäre Gesteine (Kreidekalksteine und Mergel) nur an wenigen Stellen, z. B. bei Pietrowin neben den felsigen Hochufern, im Strombette zu finden sind; gewöhnlich liegen sie unter einer 1 bis 5 m mächtigen Sandschicht. Das schlimmste Steinriff in der Mittel-Weichsel durchquert oberhalb der Wjepzrmündung den Strom. Einzelne Steine, Senkhölzer, Stubben und Baumstämme, deren Zahl jedes Hochwasser durch Unterspülung der bewachsenen Ufer und Inseln vermehrt, erschweren allenthalben die Schifffahrt. Bei den Uferabbrüchen, namentlich zur Zeit des meist mit Hochwasser verbundenen Eisgangs, ferner aus den Nebenflüssen und Regenschluchten der Thalwände werden dem Strome immer wieder neue thonige, sandige und kieselige Sink- und Wanderstoffe zugeführt. Hauptsächlich stammt aber die Geschiebeführung aus dem Strombette selbst, das eine ungemein große Beweglichkeit besitzt. Das Korn der Sand- und Riesmassen unterliegt raschem Wechsel. Während z. B. an der Swidermündung mittelgrober, für Straßenbefestigung geeigneter Kies mit Retschern gefischt wird, gewinnt man am Ende der dort beginnenden Strecke bei Warschau ziemlich feinen, für Bauzwecke eben noch brauchbaren Sand aus dem Strome, nach großen Hochfluthen aber gleichfalls grobkörnigen Kiesand.

Von der Sanmündung bis Nachow, wo zum erstenmal die Kreidefelsen des Lubliner Hügellandes an der rechten Seite ein ausgesprochenes Hochufer bilden, liegt der Strom bei gewöhnlichem Wasserstand zwischen 2 bis 3 m hohen, vorwiegend lehmigen Ufern. An der linken Seite berührt er schon weiter oberhalb bei Zawichost die hier mäßig geböschte, um 20 bis 30 m ansteigende Thalwand. Weiterhin nähert sich das Bett mehrfach den beiderseitigen Thalwänden, berührt sie aber erst wieder unterhalb der Ramjennamündung kurz vor Pietrowin, wo das rechte, 40 bis 50 m hohe Ufer in ganzer Höhe bis zum Wasserspiegel aus festem Kreidekalkstein besteht und als Steinbruch ausgebeutet wird. Bis dahin sind die Ufer in Nähe des Stromstriches abbrüchig, 2 bis 4 m hoch, auf der anderen Seite bis zu gleicher Höhe flach geböscht und sandig. An den Bruchufern liegt unter der Humusdecke zunächst eine starke Schicht von wechsellagerndem Schlick und Sand, darunter eine Sandschicht, welche auf zähem, durch eingebettete Steine

als Geschiebemergel gekennzeichnetem Letten lagert. Unweit Juzefow zeigt sich in Mittelwasserhöhe dünnschieferiger, vielleicht der Kreideformation angehöriger Thonmergel. Gleich unterhalb der Kalksteinbrüche bei Pjetrowin an der Anlegestelle des Dorfes ist das rechtsseitige Ufer zwar noch hochwasserfrei, aber ziemlich flach geböschet; gleich danach beginnt eine große Niederung, in welcher die Uferhöhe gewöhnlich nicht mehr als 2 bis 3 m beträgt. Nur unterhalb des Badeörtchens Solec hat die Weichsel links den Kreidekalkfelsen derart angeschnitten, daß die Bruchsteine unmittelbar vom Bruche in das Schiff verladen werden können. An dem daran schließenden kleinen Dorfe erhebt sich die bis zu den elenden Hütten abgebrochene Thonwand auf 4 bis 5 m senkrecht über Mittelwasser. Auch kurz vor der kleinen eingedeichten Niederung oberhalb Janowjec ist das linke sandige Ufer stellenweise 5 m hoch, also wohl ziemlich hochwasserfrei.

In dem bei Janowjec beginnenden Engthale berührt das übermäßig breite Strombett mehrfach, bald links, bald rechts die felsigen Thalwände. Gewöhnlich bleibt aber zwischen ihrem Fuße und der Weichsel noch ein mehr oder weniger breiter Streifen, dessen Höhenlage 4 bis 6 m über dem gewöhnlichen Wasserspiegel beträgt; die Bruchufer bestehen aus Sand und Lehm auf Lettenunterlage. Jenseits Nowo-Aleksandrija, wo die Weichsel in das Flachland eintritt und die breiten Niederungen anfangen, sind ihre Ufer meist 2 bis 4 m hoch, aus wechselnden Schichten von Sand und Schlick aufgebaut, öfters auf Untergrund aus dunkelblauen Letten. Seltener ist die ganze Uferwand sandig, z. B. dicht unterhalb Zwangorod rechts, oberhalb der Radomkamündung links auf 4 m Höhe, sowie auf einer ziemlich langen Strecke von Mniszew bis zur Pilicamündung. Hochwasserfrei ist das Ufer hier nur bei Tarnow, bei dessen Schneidemühle das rechtsseitige, mit Kiefern bewaldete, sandige Gelände sich um 7 m über Mittelwasser erhebt.

Von der Pilicamündung bis Warschau hat das Flachland von Skjernewice zur Linken des Stromes überall eine scharf ausgeprägte Thalwand, der sich das Strombett bei Potycz, Gura-Kalwarja und zuletzt bei Warschau selbst nähert, ohne daß ein eigentliches Hochufer vorhanden ist. Auf der rechten Seite hören die fruchtbaren Alluvialniederungen bereits oberhalb der Swiderbachmündung auf; das sandige Diluvialgelände geht meistens ohne markirte Begrenzung in die Thalsole über, in welche das Strombett 3 bis 4 m tief eingensagt ist. Erst oberhalb Praga breitet sich wiederum eine flache Wiesenniederung zur Rechten aus, deren Uferhöhe nur 2 bis 3 m beträgt; stellenweise noch niedriger liegen die linksseitigen Wiesen und Rohrflächen zwischen Wilanow und Warschau. Unterhalb der polnischen Hauptstadt an der Zitadelle und bis zum Kloster Bielany geht die 20 bis 30 m hohe Thalwand unmittelbar in das linke Stromufer über, während das rechtsseitige, lehmige oder sandige Ufer bis zur Narewmündung an den Abbrüchen 3 bis 4 m Höhe besitzt.

6. Form des Stromthals.

Der 50 bis 60 m hohe Steilabfall des mit Löß bedeckten Vorlandes des Sandomjerzgebirgs, den die Weichsel dicht unterhalb der Stadt Sandomjerz be-

spült, umzieht mit stetig abnehmender Höhe die von der Opatowka durchflossene Niederung gegenüber der Sammündung. Bei Zawichost tritt diese linksseitige Thalwand mit 20 bis 30 m Höhe, mäßig geböscht, hart an das Stromufer, entfernt sich dann aber wieder bis Slupia-Madbrzezna; jedoch kann man überall vom Strome aus den Höhenrand erkennen, dessen Waldgürtel vielfach von rufschigen, braungelb gefärbten Blößen durchbrochen ist. Auf der rechten Seite nähert sich bei Rachow, weithin sichtbar, der als hoher Steilhang scharf ausgeprägte Rand des Lubliner Hügellandes dem Weichselstrom. Von hier bis oberhalb Juzesow tritt an beiden Thalwänden überall, manchmal in Steilstürzen, der Kreidekalkstein zu Tag, dessen weiße Farbe das Grün des Laubwaldes durchschimmert. Die rechtsseitige, das Lubliner Hügelland begrenzende Thalwand ist hier im Allgemeinen niedriger, flacher, reicher in Kultur und dichter besiedelt als die linksseitige. — Das Umgekehrte ist der Fall in der oberhalb Juzesow beginnenden Strecke, in welcher die linke Thalwand, sanfter geböscht, zu beiden Seiten der Kamjennamündung weit zurück biegt und erst vom Badeörtchen Solec ab wieder den Strom erreicht, auf kurze Strecke als kahle Felsenwand von 30 m Höhe. Die rechte Thalwand bildet dagegen bei Juzesow einen 12 m hohen Steilabfall und bei Pjetrowin das mit Kalksteinbrüchen ausgebeutete, 40 bis 50 m hohe Steilufer (vergl. S. 286). — Dann öffnet sich rechts die breite, von flachen Hügelszügen besäumte Niederung des Chodelbaches, an dessen Mündung das mehrfach erwähnte Engthal seinen Anfang nimmt. Auch links ist die Thalwand zu beiden Seiten der Nza weniger hoch und ziemlich flach, vom Strome aus oft wegen der hohen Lage der Thalsohle nicht zu erkennen; erst kurz vor Janowjec liegt die Niederung tief genug, um vom Schiffe aus das Herannahen der höher und steiler werdenden Thalwand übersehen zu können. — Die Breite der Thalsohle beträgt von Zawichost bis Solec 2,2 bis 4,7, durchschnittlich etwa 3 km; zwischen Solec und Janowjec vermehrt sie sich an der breitesten Stelle bei Chotcza auf 14 km, nimmt aber im Engthale auf 1 bis 1,5 km ab.

Der Eingang in das Engthal gewährt ein überraschend hübsches Landschaftsbild. Links erhebt sich das Städtchen Janowjec mit seinem noch ziemlich gut erhaltenen, beherrschend gelegenen Schlosse. Rechts taucht bald zwischen den schön mit Fichten und Laubholz bewaldeten Kalksteinfelsen des schluchtenzerziffenen Steilhanges die stattliche Ruine der Königsburg von Kasimierz hervor, zu Füßen des Burgbergs eine Reihe ehemaliger Speicher oder Kaufhäuser mit hochragenden, reich geschmückten Giebeln, deren Dächer längst zerstört sind. Bis Nowo-Aleksandrija (Pulawy) begleiten die 50 bis 80 m hohen, meist steil geböschten und bewaldeten, vielfach felsigen Thalwände den Strom in geringer Entfernung. Jenseits dieses hübsch gelegenen, als bescheidene Sommerfrische benutzten Städtchens ist die rechtsseitige Thalwand viel niedriger und flacher, die linksseitige bei Gura-Pulawska und noch einige Kilometer unterhalb bis zu 50 m Höhe kräftig aufgerichtet. — Dann öffnet sich links eine breite langgestreckte Niederung, welche von der Bagozdanka und Radomka durchquert wird, bis zu dem am linken Ufer der Pilica hoch ansteigenden Rande des Flachlandes von Skjernewice, rechts die vor der Mündung des Wjeprz beginnende Niederung, die gleichfalls bis nach Tarnow (zwischen Radomka- und Pilicamündung) so große

Breite besitzt, daß man sie vom Strome aus nicht überblicken kann. Während die rechtsseitige Thalwand vom Wjeprzthale ab bis zur Okrzejska einen scharf ausgeprägten, über 30 m hohen Steilhang bildet, von da bis zum Vorsprunge des Höhenlandes bei Tarnum flacher geböscht und niedriger, aber doch immer deutlich von der Alluvialniederung abgehoben ist, zeigt die linksseitige Niederung vielfach keine markirte Thalwand; oft gehen die sandig-sumpfigen Flächen des Höhenlandes unmerklich oder mit Zwischenschaltung einer etwa 10 m hohen sandigen Vorstufe in die Thalsohle über. — Das Engthal von Janowiec bis Nowo-Aleksandrija ist nur 1 bis 1,5 km breit; an der Wjeprzmündung haben die beiderseitigen Niederungen 15, von da bis zum Pilicathale meist 12 km Breite.

Jenseits der Pilicamündung ist die linke Thalwand auf ganze Länge bis zum Kloster Bjelany unterhalb Warschau scharf ausgeprägt und meist ziemlich steil über der 20 bis 30 m tiefer liegenden, stellenweise mehr als 10 km breiten Niederung aufgerichtet. Hierdurch hat die polnische Hauptstadt, bei welcher die Thalwand hart an den Strom tritt, eine so malerische Lage beim Anblick von der Weichsel aus, ganz im Gegensatze zu dem Eindruck, den der Eisenbahnreisende empfängt, der Warschau zuerst vom ebenen Höhenlande aus sieht. Unweit Bjelany biegt der Rand dieses Höhenlandes westlich um und begrenzt eine bis zum Alluvialthale des Weichselstroms ausgedehnte sumpfige, mit hohen Dünen durchzogene Niederung, die größtentheils in die Bzura entwässert, also zur Unteren Weichsel gehört. — An der rechten Seite gegenüber der Pilicamündung erweitert sich längs der Wilga der Thalgrund beträchtlich. Während die hochwasserfreien Dörfer Pilica und Wilga 9 km von einander abstehen, hat die Niederung gleich darauf über 12 km und behält bis oberhalb der Swidermündung ähnliche Breite, besäumt von einer mäßig geböschten, meist bewaldeten Thalwand, die zuletzt bei der Sommerfrische Otwock am linken Swiderufer dicht am Strome liegt. Weiter abwärts besitzt das Thal keine deutlich ausgeprägte Begrenzung gegen das Flachland von Siedlce. Weichsel- und Narewthal gehen dort so unmerklich in einander über, daß die Niederung im Osten der Warschauer Vorstadt Praga nicht nach der nahe gelegenen Weichsel, sondern nach dem um mehr als 20 km entfernten Narew entwässert. Zwischen beiden Strömen dehnt sich eine sandig-sumpfige, von Dünen durchzogene Ebene aus.

7. Bodenzustände des Stromthals.

Die bis zum Engthale von Kasimierz durchschnittlich 3 km breite Thalsohle ist vielfach mit Auewäldern bedeckt und von Altläufen durchschnitten, welche bei Hochwasser kräftig durchströmt werden, also nicht völlig verlanden können. Nur bei sehr niedrigem Sommerwasser trocknen die feuchten Wiesenflächen so weit ab, daß sie während der Heuernte für leichte Fuhrwerke zugänglich sind. Manche Stellen, besonders in Nähe des Thalandes, deren Entwässerung durch die höhere Lage der Uferreehen behindert wird, sind mehr oder weniger versumpft, ebenso in der Thalerweiterung am Chodelbache. Der größte Theil des Geländes in dieser Thalerweiterung und die genügend hoch liegenden Flächen in den oberen

Thalstrecken dienen zum Ackerbau. Das anschließende Engthal wird bis zur Bystramündung vollständig vom verwilderten Weichselbett in Anspruch genommen; von da bis Nowo-Aleksandrija liegt rechts eine Wiesenniederung. Unterhalb des Engthals besteht der durchschnittlich 12 km breite Thalgrund zum Theil aus den oben erwähnten hochwasserfreien sandigen, größtentheils mit Kiefernforsten bestockten Vorstufen des Höhenlandes, zum Theil auch aus inselartigen Erhebungen von sandiger Beschaffenheit, welche manchmal die Formen der Dünenlandschaft klar ausgeprägt zeigen. Am Rande des Höhenlandes und der Vorstufen ziehen sich gewöhnlich breite Streifen sumpfigen Landes hin, oft mit Erlengebüsch überwachsen; auch längs der Altläufe befinden sich große übermäßig nasse Flächen. Zwischen ihnen und dem Strombette besteht der Niederungsboden aus Schlick und humosem Sand von zumeist bedeutender Fruchtbarkeit. Obwohl das Thalgelände theilweise durch seine Höhenlage vor Ueberschwemmungen geschützt ist, erstreckt sich doch bei großem Hochwasser die Ueberfluthung auf den größten Theil dieser nur mangelhaft oder gar nicht eingedeichten Niederungen.

Die etwa 12 km breite Thalsole auf der rechten Seite unterhalb der Wilga bis zum Swider besteht größtentheils aus tiefliegendem Alluvialboden von ähnlicher Beschaffenheit, nach der Thalwand hin aus vorwiegend sandigem Gelände, mit Moorniesen durchsetzt. Jenseits der Swidermündung geht das sehr flache sandige Gehänge des rechtsseitigen Höhenlandes unmerklich in das Stromthal über, das nur auf geringe Breite überschwemmt wird. Vor dem nach Wawer ziehenden Sandrücken liegt jedoch wieder eine tiefere Niederung mit der bis Praga reichenden Saska-Kempa (dem sächsischen Werder.) Da auch die linksseitige, von der Pilicamündung bis Gura-Kalwarja meist schmale, dann aber bis 10 km breite Niederung in der letzten Strecke oberhalb Warschau sehr tief liegt, bildet kurz vor der Stromenge bei Warschau-Praga das Ueberschwemmungsgebiet ein mächtiges Becken mit nassen Wiesen, Rohrland und Auewäldern. Oberhalb der Wilanowkamündung wird dagegen die linksseitige, eingedeichte Niederung vorzugsweise als ertragreiches Ackerland benutzt. Jenseits Warschau bis zur Narewmündung liegt die Thalsole, von schmalen Niederungstreifen mit fruchtbarem Schlickboden abgesehen, größtentheils hochwasserfrei.

Zum Vergleiche mit den vorstehenden, hauptsächlich auf eigenen Wahrnehmungen und Studium der Karten beruhenden Angaben sei hier noch eine vom ehemaligen Weichselstrominspektor Kolberg herrührende, in Orgelbrand's polnischer Enzyklopädie abgedruckte Schilderung mitgetheilt, welche in der Hauptsache damit übereinstimmt: „Nach ihrer Vereinigung mit dem San wird die Weichsel ein bedeutender Strom. Unterhalb Zawichost schneidet sich ihr $\frac{1}{4}$ Meile breites Thal zwischen Kalkhügel ein, verengt sich dann auf 1,3 bis 1,7 km bei Raszimierz und Gura-Pulawska, wo die Thalwand bedeutende Höhe erreicht. — Vom Wjeprz ab fließt die Weichsel in einem breiteren Thale. Das rechte Ufer ist bis gegen Warschau hin niedrig, bedeckt mit Sandhügeln und gegen Ueberschwemmungen wenig geschützt. Gingenen hat die linke Thalwand von der Pilicamündung bis Warschau beträchtliche Höhe. In diesem Thale bildet der Strom ein breites Bett, überfluthet die flachen Uferstellen und theilt sich in Nebenarme, weshalb zahlreiche Kämpen und Mittelsände vorhanden sind. Das

Ufergelände erhebt sich im Allgemeinen 2,3 bis 3 m über den gewöhnlichen Wasserstand. Es wird von der Strömung zerstört und durch Anhäuerungen neu gebildet. Solches „Powisle“ (Weichselgestade) genanntes Land erreicht an manchen Stellen bis zu zwei Meilen Breite. Theilweise ist es mit Sand bedeckt, den das Hochwasser mit sich fortreißt und an anderen Orten wieder ablagert. Vielfach hat aber auch der Strom fruchtbaren thon- und kalkreichen Schlick angehagert, aus dem äußerst ertragreiches Ackerland entstanden ist. Das von der Weichsel angeschwemmte Land wird durch Gesträuch befestigt und, sobald es eine Höhe von 2,3 m über dem gewöhnlichen Wasserstande erreicht, was spätestens binnen 15 Jahren geschieht, als Ackerland bestellt und besiedelt. In Folge seiner niedrigen Lage ist das Weichselgestade den Ueberschwemmungen ausgesetzt und kann nur durch Deiche gegen dieselben geschützt werden.“

IB. Untere Weichsel in Rußland. (Narewmündung — Reichsgrenze.)

1. Uebersicht.

Die russische Untere Weichsel verfolgt von der Narewmündung bis unterhalb der Bzuramündung westliche Richtung, biegt alsdann gegen Westnordwest ab bis Wloclawek und zuletzt bis zur Reichsgrenze gegen Nordwesten, welche Richtung sie bis oberhalb Thorn beibehält. Auf der ganzen Länge von Nowo-Georgijewsk (Narewmündung) bis Wloclawek fließt der Strom nahe am hoch aufgerichteten Rande des Vorlandes des Preussischen Landrückens, bei Nieszawa nahe am Rande der Kujawischen Hochfläche und bei Thorn an einer Vorstufe des zum Preussischen Landrücken gehörigen Geländes entlang.

Wenn man sich erinnert, daß die Bzura den Thalweg des ost-westlich gerichteten Warschau—Berliner Hauptthales bezeichnet, so ist die oberste Strecke der Unteren Weichsel als ein Stück der fließenden Gewässer aufzufassen, welche noch jetzt die Bahn des Diluvialstroms verfolgen, der einst jenes Hauptthal geschaffen hat. Die Thalwand von Nowo-Georgijewsk bis unterhalb Wyszogrud bildet ein Stück des nördlichen Steiluferes jenes Diluvialstroms. Sein südliches Ufer ist schon bei Bjelany westwärts abgebogen. Die Fortsetzung des nördlichen Ufers kommt dagegen erst in großem Abstände westlich von Wyszogrud bei Gostynin wieder zum Vorschein. — Hier beginnt auch, deutlich markirt, das linke Ufer des Thorn—Eberswalder Hauptthales. Dieses Ufer setzt sich als mehr oder weniger scharf ausgeprägter Rand der Kujawischen Hochfläche über Rowal und Kruszyn bis Nieszawa fort und zieht dann über Argenau westwärts nach dem Netethal. Das rechte Ufer des Thorn—Eberswalder diluvialen Hauptthales fällt von unterhalb Wyszogrud bis Wloclawek mit der Weichsel=Thalwand zusammen, wendet sich hierauf in großem Bogen über Brzesno, Wyszendorf und Leibitsch gegen Westen, zuletzt über Fordon und Bromberg nach dem Netethal. — Bis Wloclawek hält sich die Weichsel am rechten Steilufer dieses Hauptthales, über-

kreuzt dieses Thal nach Njeszawa hin, verläßt aber gleich darauf wieder sein linkes Ufer und durchbricht schließlich sein rechtes Ufer bei Jordon. Von der durch sandiges Gelände ausgezeichneten Thalsohle der diluvialen Hauptthäler sind große Restflächen übrig geblieben, welche jetzt Vorstufen zwischen dem tiefer ausgenagten Weichselthale und den Hochflächen bilden, ihrerseits aber durch die Einmündung der gleichfalls tief ausgenagten Thäler der Seitengewässer und durch ehemalige Nebenarme des Hauptstroms mannigfache Umgestaltungen erfahren haben.

Die natürlichen Abschnitte der russischen Unterweichsel von der Narewmündung bis zur Reichsgrenze werden also durch die Bzuramündung, Błocławek und Njeszawa von einander abgegrenzt. Wir nehmen noch einen weiteren Grenzpunkt bei Plock an, weil an dieser wichtigsten Uferstadt ein Hauptpegel liegt.

2. Grundrißform. 3. Gefällverhältnisse.

Die Unterlagen der folgenden Tabelle sind in der auf S. 281/2 mitgetheilten Weise gewonnen. Danach ergibt sich das mittlere Gefälle des 160,5 km langen Stromlaufs auf 0,180‰ (1 : 5550). Von Plock bis Njeszawa ist das Gefälle etwas größer, in den Anfangstrecken und in der kurzen Endstrecke etwas kleiner als im Durchschnitt.

Stromstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	‰
Narewmündung—Bzuramündung	67,5	5,5	35,2	0,156	6400	33,0	6,7
Bzuramündung—Plock	62,0	7,3	42,9	0,170	5880	39,1	9,7
Plock—Błocławek	54,7	9,2	45,5	0,202	4950	45,1	0,9
Błocławek—Njeszawa	45,5	4,5	22,5	0,200	5000	22,1	1,8
Njeszawa—Reichsgrenze	41,0	2,4	14,4	0,167	6000	13,9	3,6
	38,6						
Im Ganzen	—	28,9	160,5	0,180	5550	140,2	14,5

Trotz des mehrfachen Richtungswechsels ist die Gesamtentwicklung nur gering, da der Strom sich nirgends weit von der Luftlinie entfernt und eine sehr schlanke Grundrißform besitzt, besonders von Plock abwärts. Die schärfsten Krümmungen beim Uebergange aus dem Warschau—Berliner in das Thorn—Eberswalder Hauptthal haben 1200 bis herab zu 1000 m Halbmesser (bei Dobrzyń). An Spaltungen ist der Stromlauf überaus reich wegen seiner zahlreichen, vielfach sehr großen und langgestreckten Inseln, sowie seiner hohen Mittellände, die über den mittleren Wasserstand hervorragten. Namentlich zwischen der Narewmündung und Plock ist der Strom mit 3 bis 4 m hohen, zum Theil bewaldeten und besiedelten Inseln besät, wogegen in den unteren Strecken die Sände vorherrschen. Bei Gieczocinek oberhalb der Reichsgrenze nehmen dieselben

solche Flächen ein, daß bei der im Juni 1898 vorgenommenen Vereisung ein frischer Nordwind durch Sandwehen eine dichte Staubwolke über den ganzen Strom breitete, obgleich der Wasserstand über Mittelwasser lag. Bei jeder Hochfluth nehmen diese Sände und die dazwischen verbleibenden Rinne andere Lage an, und es gerathen sehr bedeutende Sandmassen in Bewegung, die weiter unterhalb neue Sandinseln erzeugen, größtentheils auch in die preußische Stromstrecke übergehen und ihren Ausbau erheblich erschweren.

4. Querschnittsverhältnisse. 5. Beschaffenheit des Strombetts.

Das Bett ist durchweg sandig, das linke Ufer ebenfalls zum größten Theil, wenn auch vielfach mit einer ziemlich mächtigen Schicht von schluffhaltigem Oberboden überdeckt. Auf der rechten Seite bestehen nur die niedrigen, d. h. meistens doch über 3 m hohen Uferstrecken von Drwaly bis Plock und unterhalb Wloclawek aus alluvialem Sand und Schluff, wogegen am Fuße der Hochufer von der Narewmündung bis Drwaly und von Plock bis Spetalsdolny (gegenüber Wloclawek) das Bett in vorherrschend thonige, diluviale und vorquartäre Gebilde eingeschnitten ist. An manchen Stellen, z. B. bei Czerwinsk und Wyszogrod, werden die in und auf den thonigen Uferwänden lagernden Geschiebeanhäufungen in Gruben ausgebeutet und mit Steinschiffen nach Warschau oder nach den Baustellen der Strombauten geschafft. Solche geschiebereichen Bänke scheinen auch mehrfach das Bett zu durchqueren; am meisten werden von den Schiffen die Steinriffe zwischen der Skrwamündung und Wloclawek gefürchtet. Die Breite des Bettes wechselt fortwährend von etwa 600 bis zu 1200 m. Wo Inseln im Strome liegen, stehen die beiderseitigen Ufer an manchen Stellen sogar 1800 bis 2000 m von einander ab. Eine ausnahmsweise geringe Breite hat das Bett unmittelbar unterhalb der Narewmündung und bei Nieszawa, nur wenig über 400 m. Nach dem Kostenecki'schen Plane soll die Breite für Mittelwasser beim Ausbaue auf 365 m gebracht werden. Daß mit einer solchen Einschränkung die beabsichtigte Tiefe von 3,7 m unter dem mittleren Wasserstande zu erreichen sein würde, ist nicht anzunehmen. Ein Zeugniss für den jetzigen Zustand mag folgende Aeußerung eines russischen Ingenieurs liefern, mitgetheilt in den Protokollen des zweiten Kongresses russischer Wasserstraßen-Interessenten (St. Petersburg, 1895): „Während die Weichsel auf der deutschen Strecke regulirt ist und selbst beim niedrigsten Wasserstande 1 m Tiefe besitzt, hat sie in Rußland schon dicht hinter der Reichsgrenze bei Cjehocinek ein verwildertes, trauriges Aussehen. Auch weiter oberhalb wird ihr Lauf sehr oft durch Sandbänke derart gehemmt, daß sich das Wasser kaum eine Bahn schaffen kann.“

6. und 7. Form und Bodenzustände des Stromthals.

Das sandig-sumpfige Gelände im Süden der Strecke Narewmündung—Bzuramündung läßt vermuthen, daß ehemals ein Nebenarm des diluvialen Haupt-

stroms durch das Bjelinybruch nach dem Bzurathale gezogen sei. Ähnlich wie an den Doppelarmen des Thorn—Eberswalder Hauptthals bei Bromberg, liegt auch hier zwischen dem Haupt- und Nebenarme sandiges Dünengelände. Ebenso sind die Bodenformen der Sandhügel am linken Ufer der Bzura-Mündungsstrecke wohl nur durch die Annahme zu erklären, daß ein Theil der aus jenem südlichen Arme angelangten Wassermassen ehemals hier zum Abfluß gekommen sei. Bei Fluw und von Piotrków bis Wymysle-njemieckje läßt sich das Steilufer eines solchen ehemaligen Strombettes deutlich erkennen. In der Lücke des Warschau—Berliner Hauptthales sind die erwähnten sandigen Anhöhen als Begrenzung des jetzigen Stromthales anzusehen.

Danach beträgt seine Breite an der Narewmündung bei Razun 4 km, bei Zafrocym 2 km, bei Gniewniewice 6 km, bei Wybudz 3,5 km, bei Wyszogrud 2 km, bei Fluw 5,5 km, bei Kempa-polska 5,2 km, bei Wymysle-njemieckje 7,5 km, bei Plock 4 km, an der Skrwamündung 2,4 km, bei Rosice 5 und gleich unterhalb 2 km, von da bis Wloclawek abnehmend auf 1,5 km, bei Wiskoszyn wieder nahezu 4 km, von Bobrowniki bis Nieszawa etwa 1,3 km, bei Cjehocinek 6 km, an der Reichsgrenze 3 km. Abgesehen von den hochwasserfreien Lagen am linken Rande der breiteren Niederungen und von einigen vereinzelt gelegenen Dünen, hat der Thalgrund meistens solche Höhenlage, daß die 5 bis 6 m über Mittelwasser anschwellenden Hochfluthen ihn vollständig überschwemmen. Gegen die häufiger vorkommenden Hochwässer sind größere Theile der Niederungen durch ihre Höhenlage geschützt. Manche Flächen liegen allerdings so tief, daß sie, obgleich sich die Ufer durchschnittlich 3 bis 4 m über Mittelwasser erheben, von den Einsenkungen der Rehren aus bereits unter Wasser gesetzt werden, wenn die Anschwellung 1,5 bis 2 m beträgt.

Von der Narewmündung bis Wyszogrud erhebt sich rechts vom Strome die thonige, durch Schluchten zerrissene Thalwand als steiles Hochufer auf 25 bis 35 m; nur bei Wybudz liegt ein kaum 7 km langer, bis zu 0,5 km breiter Niederungstreifen und oberhalb Wyszogrud ein ganz schmaler Streifen niedrigen Landes vor dem Steilrand. Links vom Strome trennt ein Vorsprung des oben bereits erwähnten, 10 bis 15 m hohen Dünenzugs die Niederung von Razun (gegenüber Nowo-Georgijewsk) von der größeren, bis zu 5 km breiten Niederung Grochale—Secymin, welche dicht mit weitläufig gebauten, größtentheils von deutschen Bauern bewohnten Dörfern besiedelt ist, ebenso ihre schmälere, gleichfalls aus fruchtbarem Ackerlande bestehende Fortsetzung bis zur Bzuramündung. — Ähnliche Beschaffenheit besitzt die linksseitige, durchschnittlich etwa 3, bei Wymysle-njemieckje 5 und bei Dobrczyk nur 1 km breite Niederung von der Bzuramündung bis oberhalb Plock, wo die bis 3,5 km breite Niederung von Radziwie anschließt. Auch zur Rechten des Stromes dehnen sich auf der Strecke Wyszogrud—Plock zwei theilweise hochwasserfreie und an diesen Stellen wegen ihres sandigen Bodens bewaldete, sonst zum Ackerbau benutzte Niederungen aus, welche durch etwas höheres Gelände bei Kempa-polska an der Multawamündung von einander getrennt werden, nämlich die etwa 2 km breite Niederung von Rakowo und die 2 bis 5 km breite Niederung von Slupno. Hier bespült der Strom die linke Thalwand nur am Anfange der Strecke bis Drwal und zuletzt wieder bei

Bloek. Ihre Höhenlage beträgt am Anfange etwa 45, bei Slupno 80 und bei Bloek 60 m über dem Thalgrunde.

Auf der Strecke Bloek—Wloclawek liegt nur bei Rokice eine kleine Niederungsfläche vor der 35 bis 50, bei Spetaldolny über 70 m hoch ansteigenden rechtsseitigen Thalwand. An der linken Seite sind die dünenartigen Anhöhen bei Bloek selbst ziemlich weit vom Strome entfernt, so daß erst bei Duninuw auf kurze Strecke hochwasserfreies Ufer berührt wird, dann wiederum bei Wistka oberhalb Wloclawek. Mittelgroße Niederungen finden sich hier gegenüber Bloek bei Radziwje, oberhalb Duninuw und gegenüber Dobrzyn. — Unterhalb Wloclawek hat die sandige Vorstufe der linksseitigen Hochfläche 10 bis 15 m Höhe über Mittelwasser. Gegenüber Bobrowniki tritt die wenig höhere, aber aus widerstandsfähigem Thon- und Lehmboden bestehende Thalwand selbst nahe an die Weichsel und erst bei Dymje unterhalb Nieszawa wieder zurück, um der vorwiegend sandigen, mit dürrstigen Aekern und Wiesen bedeckten Ebene bei Czehocinek Platz zu machen. Diese ist den Ueberschwemmungen derart ausgesetzt, daß im Frühjahr 1888 der nach Alexandrowo führende Eisenbahndamm mehrfach vom Hochwasser durchbrochen wurde; hochwasserfrei sind nur die dünenartigen, mit Kiefern bewaldeten oder Oedland bildenden Bodenschwellen. An der rechten Seite biegt bei Wloclawek der nördliche Rand des Thorn—Eberswalder Hauptthales weit zurück. Das Gelände, welches sich bis zur Weichsel ausbreitet, ist vorwiegend sandig und wellenförmig, theilweise bewaldet. Wo der Strom eine der 15 bis 16 m hohen Bodenerhebungen berührt, hat er ziemlich steile Hochufer, ähnlich wie jenseits der Reichsgrenze beim preußischen Dorfe Schillno. Die dazwischen gelegenen, zum Ackerbau und als Wiesen benutzten Niederungen bei Witoszyn, oberhalb der Lipniankamündung und unterhalb Wlencz (gegenüber Czehocinek) haben keine große Ausdehnung; am größten ist diejenige oberhalb der Lipniankamündung, welche in Nähe des Städtchens Bobrowniki beginnt, als dessen Merkmal die Ruine eines mittelalterlichen Wachtthurmes hart am Weichselufer steht.

Im Ganzen ist also das Stromthal der russischen Unteren Weichsel erheblich schmaler als das von Nowo-Aleksandrija ab dem Flachlande angehörige Thal der Mittleren Weichsel. Namentlich ist das natürliche Ueberschwemmungsgebiet bedeutend kleiner, da nicht nur die aus altdiluvialen und vorquartären Bildungen aufgebauten Hochflächen, sondern auch die aus Resten der jungdiluvialen Hauptstrombetten bestehenden sandigen Vorstufen vielfach Hochufer bilden und größere Flächen der Niederungen bloß bei außergewöhnlichen Hochfluthen unter Wasser gesetzt werden. Die hervorsteichendste Eigenthümlichkeit des Stromthales ist die hohe Lage und Steilheit der rechtsseitigen Thalwand in der ganzen Länge von Nowo-Georgijewsk bis Wloclawek. Hier fließt die Weichsel, wie ein Festungsgraben am Hauptwall, am Rande der rechtsseitigen Hochfläche entlang. Die hohen Steilhänge bestehen durchweg aus gelbem und braunem Thon und Lehm des Diluviums, unterlagert von blauem Letten, plastischem Thon und Braunkohlenschichten der Tertiärformation, welche auch an der linken Thalwand bei Nieszawa—Racionek zum Vorscheine kommen. Die zur Zeit der preußischen Herrschaft 1803 angestellten Untersuchungen haben ergeben, daß jene Braunkohlen-

flöße nicht abbaumwürdig sind. Nutzbar gemacht werden gegenwärtig nur die diluvialen Geschiebe, an wenigen Stellen auch der Ziegellehm.

Man darf sich nicht vorstellen, daß der hohe Abfall des rechtsseitigen Höhenlandes überall aus schroffen Steilhängen bestehe. An sehr vielen Stellen ist dies allerdings der Fall, z. B. bei Nowo-Georgijewsk, Czerwinsk, Wyszogrud, Błock, Dobrzyn und gegenüber Włocławek. Nicht selten haben die Thonwände, die 50 bis 70 m über den Wasserspiegel emporragen, seltsam zerklüftete, malerisch hübsche oder doch bizarre Formen; leider fehlt ihnen meist der Waldschmuck. Manche Punkte, die durch freundliches Grün, Seitenschluchten und reichere Gliederung des Thalgehänges belebt sind, bilden wahrhaft schöne Landschaften, z. B. die hoch aufgebaute Stadt Błock mit ihrer stattlichen Domkirche. Anderswo sind die Thalwände flacher geböschet, so daß sie bis nahe an den Strom beackert werden, obgleich auch hier der Fuß des Höhenlandes fast immer mit einem Steilhang von 10 bis 15 m Höhe abschließt. Die Seitengewässer münden in tief eingeschnittenen, meist schluchtartig geformten Thälchen. Oft hat das Regenwasser auch zerklüftete, durch Rutschungen erweiterte Parowen ausgegast. Um einer solchen Runsenbildung vorzubeugen, werden unterhalb der Landestelle bei Błock an dem künstlich befestigten Hochufer die Abwässer aus der Oberstadt durch stark geneigte Rohrleitungen in den Strom geführt. Der Verkehr vom Ufer zur Hochfläche wird meistens durch die Höhe und häufig auch durch die Steilheit der Gehänge erschwert. Oft ist er auf schmale, an die Ziegenpfade des Gebirgslandes erinnernde Fußsteige angewiesen. Oberhalb Dobrzyn liegt auf der steilen Böschung eine Bremsberggrutsche zur Beförderung der Rüben in die Röhre der Zuckerfabrik bei Duninow.

II. Abflußvorgang.

1. Uebersicht.

Durch den San gelangt das letzte Gebirgswasser in den Weichselstrom. Die kleineren Erhebungen des südpolnischen Hügellandes sind nicht bedeutend genug und zu vereinzelt, als daß sie auf den Abflußvorgang des Stromes in stärkerem Maße einwirken könnten. Namentlich zeigt sich dies durch die Geringfügigkeit des Regenfalls. Hat die Untersuchung doch für keinen der allerdings ungemein spärlich gefähten Beobachtungspunkte im linksseitigen Gebiete der Mittleren Weichsel eine jährliche Niederschlagsmenge von 700 mm oder darüber ergeben, und nur auf Grund mehr oder minder gesicherter Vermuthungen kann die Niederschlagskarte (Blatt 8) dort einige kleine Gebiete mit diesem doch immer noch recht mäßigen Niederschlagsbetrage umgrenzen. Im Lublin-Lemberger Hügelland ist der Niederschlag zwar etwas reichlicher; dafür hat das Wasser von hier aus aber größentheils den recht langen Weg durch den Bug und Narew zurückzulegen, ehe es in den Unteren Weichselstrom gelangt.

Schon diese Bemerkungen lassen darauf schließen, daß die unberechenbaren sommerlichen Fluthwellen, welche die Obere Weichsel so oft durchheilen, bei ihrem

Vordringen durch den mittleren Theil des Stromlaufes bei weitem nicht in demselben Maße durch eine seitliche Wasserzufuhr genährt werden wie die Schmelzwasserfluthen des Frühjahrs, die allenthalben auf einen Ueberschuß an abzuführendem Wasser stoßen. Je weiter ein Strom sich vom Gebirge entfernt, um so größer wird überhaupt die Bedeutung der Frühjahrshochfluthen. Beim Weichselstrom ist dies vielleicht nicht bloß auf die zwischen Gebirge und Flachland stets bestehenden Gegensätze zurückzuführen. Wie die Betrachtung der klimatischen Verhältnisse im Bd. I lehrt, wachsen die Schneemengen nämlich in den Beskiden und Karpathen allem Anscheine nach mit der Meereshöhe nicht in dem zu erwartenden Maße, wogegen dies beim sommerlichen Niederschlage der Fall ist. Vermuthlich gelangt also innerhalb der genannten Gebirgsgruppen trotz der in den höheren Luftschichten stattfindenden Abnahme der Temperatur ein kleinerer Bruchtheil des jährlichen Niederschlages in Form einer Schneedecke zur Aufspeicherung, als innerhalb des Flachlandes des russischen Weichselgebiets, das oft lange Zeit hindurch der (gewöhnlich mit empfindlicher Kälte verbundenen) Einwirkung des sibirischen Hochdruckgebietes ausgesetzt ist. Da andererseits im Flachland ein bedeutend größerer Theil des Sommerregens der Verdunstung und Aufzehrung durch die Pflanzenwelt anheimfällt als im Gebirge, so zeigt die Wasserstandsbewegung der Mittleren und Unteren Weichsel mannigfache Abweichungen von derjenigen der Oberen Weichsel. Während z. B. in der letzteren die Werthe für das mittlere Hochwasser beider Jahreshälften nur unerheblich von einander verschieden sind oder gar der sommerliche Betrag überwiegt, ragt bei Warschau das mittlere Hochwasser des Winters beträchtlich über das des Sommers hinaus, und der Jahreshöchststand trifft hier weitaus häufiger auf den Winter als bei Krakau. Daß trotz dieser Verschiedenheiten auch bei der Mittleren Weichsel der Sommer im Wesentlichen die Zeit der fallenden, der Winter aber die Zeit der steigenden Wasserstände bleibt, braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden.

2. Einwirkung der Nebenflüsse.

Der San, dessen Mündung den Grenzpunkt zwischen der Oberen und der Mittleren Weichsel bildet, vermehrt die bis dahin 33 275 qkm umfassende Gebietsfläche um 16 870 qkm, also um etwas über 50 %. Das Verhältniß ist also ähnlich wie beim Dunajec, der zu 12 813 qkm noch 6958 qkm hinzufügt. Indessen kommt dem San nicht ganz die Bedeutung für den Abflussvorgang des Stromes zu, die der Dunajec besitzt. Vor Allem gilt dies von den sommerlichen Hochfluthen, bei denen der San gewöhnlich nur dazu beiträgt, der vom Dunajec in den Strom getragenen gewaltigen Fluthwelle auf ihrer Rückseite eine Dehnung und größeren Wasserreichtum zu geben. Von den Ausnahmezuständen bei Hochfluthen und von einer Vergleichung mit Bug und Narew abgesehen, wirkt aber der San auf den Wassergehalt des Stromes doch bestimmender ein als jeder andere Nebenfluß und übertrifft bei gewöhnlichen Wasserständen auch den Dunajec an Abflußmenge. Wenn gleichwohl die Einwirkung des San in dem Bilde der mittleren Wasserstandsbewegung nicht in gleichem Maße zum Ausdruck kommt, wie dies etwa beim Dunajec der Fall ist, so kann dies seinen Grund nur darin

haben, daß der Abflußvorgang des San wenigstens in der untersten Flußstrecke mit demjenigen des anschließenden Theiles der Oberen Weichsel eine so große Aehnlichkeit aufweist, daß die Vereinigung beider Gewässer kaum neue Züge in die Wasserstandsbewegung hineinbringt. Die hierüber handelnden Abschnitte enthalten mancherlei Belege dafür, daß Gebirgs- und Flachland beim Abflußvorgange des San in ganz ähnlicher Weise zusammenwirken, wie dies bei der Oberen Weichsel geschieht.

Von den Nebenflüssen, welche der Weichselstrom in Russisch-Polen empfängt, haben außer dem Narew nur der Wjeprz, die Pilica und die Bzura größere Bedeutung. Trotz ihrer beträchtlichen Gebietsfläche können sie schon deshalb keine wesentlichen Aenderungen am Abflußvorgange des Hauptstroms verursachen, weil die Verhältnißzahlen des Gebietszuwachses nicht sehr groß sind. An der Wjepz-mündung steigert sich der bisherige Flächeninhalt des Niederschlagsgebiets (57 871 qkm) um 10 762 qkm oder etwas über 18%, an der Pilicamündung (72 287 qkm) um 9268 qkm oder nicht ganz 13%, an der Bzuramündung (159 470 qkm) gar nur um 7625 qkm oder weniger als 5%. Da über den Abflußvorgang dieser Nebenflüsse nichts Näheres bekannt ist, gewährt bloß die Betrachtung ihrer Zuflußgebiete und die Form des Gewässernezes einigen Anhalt für die Abschätzung ihrer Einwirkung auf den Hauptstrom. Die in den Gebietsbeschreibungen hierüber enthaltenen Angaben machen wahrscheinlich, daß bei den Fluthwellen dieser und der übrigen russischen Nebenflüsse (außer dem Narew) die Größtmengen früher in die Weichsel gelangen, als der Scheitel der Hauptstromwelle an ihren Mündungen eintrifft. Die auffallend große Geschwindigkeit des Fortschreitens der Hauptstromwelle hängt hiermit zusammen.

Erst wieder vom Narew und Bug liegen Wasserstandsbeobachtungen vor. Auf Grund derselben wird im nächsten Abschnitt der Nachweis geführt, daß diese Gewässer die sommerliche Wasserführung des Stromes in viel kleinerem Maße fördern, wie die winterliche durch sie gesteigert wird. Ein gewisser, vor der Hand freilich nicht näher bestimmbarer Bruchtheil der gesammten Wassermenge, welche im Kreislaufe eines mittleren Jahres zum Abfluß gelangt, wird also durch die genannten Flachlandflüsse gewissermaßen dem Sommer genommen und dafür namentlich der Zeit der Schneeschmelze zugewiesen. Daß ein Gleiches auch für die übrigen Nebenflüsse gilt, die der Strom in Rußland empfängt, leuchtet schon aus der Aehnlichkeit aller Verhältnisse ein und wird durch die Wasserstandsbewegung des Stromes bestätigt. Doch schon wegen seiner bedeutenden Gebietsgröße (73 470 qkm) bleibt es der Narew, durch welchen der vorher allmähliche Uebergang des Hauptstromes in einen reinen Flachlandstrom gleichsam mit einem Schlage zum Abschluß kommt. Den Eisgang im Strome pflegen Bug und Narew nicht zu erschweren, da ihr sogenanntes polnisches Eis meist etwas verspätet kommt. Ebenso folgt auch ihre Frühjahrswelle dem Fluthscheitel des Stromes meist erst in einigem Abstände nach.

3. Wasserstandsbewegung.

Die Unterlagen, welche für die Beschreibung des Abflußvorganges der russischen Weichsel zu Gebote stehen, sind leider recht unzulänglich. Denn nur

für die Pegelstelle zu Warschau liegt eine Beobachtungsreihe vor, deren zeitliche Erstreckung der Bedeutung des Stromes entspricht. Die täglichen Wasserstände für die Zeit vom Frühjahr 1799 bis zum Frühjahr 1860 sind von Kolberg veröffentlicht in seinem mehrfach erwähnten Werke. („Die Weichsel“, Warschau 1861.) Größere Störungen der Höhenlage des Pegels sind hiernach wenigstens seit 1834 nicht mehr vorgekommen. Die Unsicherheit bis zum Jahre 1834 ist übriges nicht sonderlich zu beklagen, da bis 1817 die Zahlenreihe viele Lücken enthält und ein Hinblick auf die Beobachtungsreihe für den Pegel zu Krakau es ohnedies rathsam erscheinen läßt, auch bei Warschau die Bildung der Mittelwerthe erst mit dem Jahre 1831 zu beginnen. Für die Jahre 1860 bis einschließlich 1879 hat Slowikowski die täglichen Aufzeichnungen der Wasserstandshöhe mitgetheilt. („Wasserstände der Weichsel bei Warschau von 1860 bis 1880“ im Jahrgang 1881 der Pamientnik Fizyjograficzny, eines für die Landeskunde von Polen sehr werthvollen, in Warschau herausgegebenen naturwissenschaftlichen Jahrbuchs.) Kolberg's Annahmen über die Unveränderlichkeit der Höhenlage des Pegels werden von dem letztgenannten Bearbeiter nicht ganz gebilligt. Vielmehr ist er der Ansicht, daß die von Kolberg veröffentlichten Zahlen vom 11. Oktober 1855 ab um zwei neupolnische Zoll (0,048 m) zu vermindern seien, da der Pegel von diesem Tage bis zum 1. März 1866 so viel zu tief gelegen habe. Da der Sachverhalt aber nicht ganz aufzuklären ist, so wurde für das Folgende von jeder Verbesserung der Zahlen abgesehen. Beim Uebergang der von Kolberg veröffentlichten Reihe in die spätere tritt daher allerdings ein Sprung der Zahlen um rund 0,05 m ein, der für die langjährigen Werthe aber nicht sehr ins Gewicht fällt.

Für die Jahre 1880/86 liegt unserer Untersuchung eine Reihe täglicher Ablesungen zu Grunde, die an einem mit dem amtlichen Pegel ziemlich gut übereinstimmenden städtischen Pegel bei Czerniakow oberhalb Warschau vorgenommen worden sind. Da der Strom dort andere Querschnittsverhältnisse aufweist als an der Alexanderbrücke, wo sich der amtliche Pegel befindet, so kann ein genaues Gleichzeigen beider Pegel nicht erwartet werden. Daß keine wesentlichen Unterschiede vorhanden sind, lehrt ein Vergleich mit den bildlichen Darstellungen der Wasserstände des Hauptpegels im Atlas zu Kwicinski's Veröffentlichung über die Regulirung des Weichselstroms bei Warschau. Von 1888 ab ist wiederum die amtliche Pegelreihe zu Grunde gelegt, die sich auf einen Nullpunkt bezieht, der angeblich 77,71 m über dem Meerespiegel liegt.

In Kolberg's Werk sind für die Zeit vom Januar 1841 bis Januar 1860 auch noch die täglichen Wasserstandsbeobachtungen am Pegel zu Zawichost mitgetheilt, dessen Nullpunkt jetzt nach dem österreichischen Nivellement die Höhenlage + 135,62 m besitzt, früher aber wohl etwas tiefer gelegen hat. Ferner enthält die amtliche Veröffentlichung „Wasserstand der Flüsse und Seen des europäischen Rußlands“ (St. Petersburg 1881) für die letzten Monate des Jahres 1876 und für die folgenden vier Jahre eine bildliche Darstellung der täglichen Ablesungen an den Pegeln zu Zawichost, Warschau und Plock, für 1877/80 auch eine zahlenmäßige Zusammenstellung der mittleren und der äußersten Wasserstände der einzelnen Monate. Wie bei den entsprechenden Pegelstellen im Gebiete des

Njemen und Narew ließen sich wenigstens die Monatsmittel auch für die Jahre 1881/94 beschaffen. Die Benutzung derselben wird freilich wieder durch den Umstand erschwert, daß den zuletzt genannten Reihen der Julianische Kalender zu Grunde liegt, während aus den oben genannten Tagesbeobachtungen die Mittelwerthe für den Gregorianischen Kalender berechnet werden konnten, um den Vergleich mit den österreichischen und preußischen Wasserstandsangaben zu erleichtern. Endlich liegt von der zweiten Hälfte des Jahres 1888 ab eine Reihe täglicher Beobachtungen vor, die bei Zakroczym, wenige Kilometer unterhalb der Einmündung des Narew, angestellt worden sind. Einen Vorläufer dieser Beobachtungsreihe bildet eine solche für den Pegel bei Nowy-Dwur (oberhalb der Narewmündung), die aber nur etwa 2½ Jahre umfaßt und auch zu lückenhaft ist, um wesentliche Aufschlüsse zu verheißten.

Schon aus diesen Vorbemerkungen ergibt sich, daß die beigegebene Tabelle für das Mittelwasser der Monate, der Jahreshälften und des Jahres sehr ungleichartige Werthe in sich vereinigen muß. Die ersten drei Spalten enthalten für die Pegelstellen Zawichost, Warschau und Plock die aus dem Zeitraum 1877/94 (volle 18 Jahre) nach dem russischen Kalender berechneten Mittelwerthe. Allen übrigen Reihen liegt der bei uns gebräuchliche Gregorianische Kalender zu Grunde, und zwar finden sich in den Spalten 4 und 5 die Mittelwerthe des Zeitraums vom Januar 1841 bis zum Januar 1860 für Zawichost und Warschau, ferner in den Spalten 6 und 7 (wiederum zur Vergleichung unter einander) die Mittelwerthe der Jahre 1889/97 für Warschau und Zakroczym, endlich in der letzten Spalte die langjährigen Mittelwerthe der Jahre 1831/96 für Warschau. Nur diese letzte Reihe umschließt einen genügend langen Zeitraum, um ohne Weiteres als maßgebend angesehen werden zu können. Den Reihen der Spalte 4, 5 und 8 entsprechen die Abbildungen 10, 11 und 12.

Mittelwasser	Nach Julianischem Kalender			Nach Gregorianischem Kalender				
	1877/94			1841/59		1889/97		1831/96
	Zawichost	Warschau	Plock	Zawichost	Warschau	Warschau	Zakro- czym	Warschau
	m	m	m	m	m	m	m	m
November . . .	0,94	1,02	1,03	1,29	1,18	1,00	0,34	0,98
Dezember . . .	1,08	1,13	1,16	1,47	1,32	1,18	0,24	1,17
Januar . . .	1,24	1,33	1,49	1,56	1,62	1,38	0,44	1,43
Februar . . .	1,46	1,59	1,75	1,64	1,83	1,51	0,75	1,62
März . . .	1,81	2,04	2,42	2,07	2,10	2,28	1,94	2,02
April . . .	1,29	1,36	1,71	2,21	2,10	1,84	1,84	1,88
Mai . . .	1,15	1,11	1,17	1,68	1,45	1,23	0,74	1,34
Juni . . .	1,29	1,20	1,13	1,43	1,19	1,34	0,66	1,14
Juli . . .	1,10	0,98	0,95	1,64	1,34	1,15	0,43	1,13
August . . .	0,92	0,86	0,87	1,54	1,30	1,11	0,35	1,10
September . . .	0,75	0,70	0,70	1,16	0,97	0,75	—0,05	0,85
Oktober . . .	0,99	0,96	0,95	1,18	0,99	0,93	0,15	0,86
Winter . . .	1,30	1,41	1,60	1,71	1,69	1,53	0,93	1,52
Sommer . . .	1,03	0,97	0,96	1,44	1,21	1,08	0,38	1,07
Jahr . . .	1,17	1,19	1,28	1,58	1,45	1,31	0,65	1,29

Seine höchste Lage nimmt der mittlere Wasserspiegel beim Abfließen des Schmelzwassers ein, und zwar scheint etwa die zweite Hälfte des März nach unserm Kalender den Zeitraum mit den durchschnittlich höchsten Wasserständen zu bilden. Bemerkenswerth ist, daß in den Reihen nach russischem Kalender der April bereits wieder ein niedrigeres Mittelwasser besitzt als der Februar. Allem Anscheine nach nimmt also die Zerstörung der Schneedecke und die hiermit ver-

Abb. 10.

Zawichost 1841/59

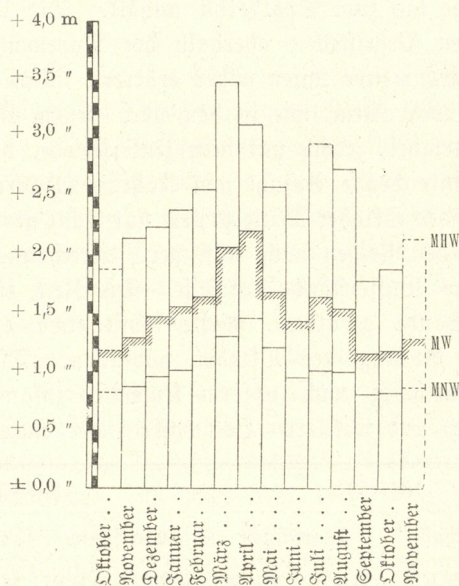


Abb. 11.

Warschau 1841/59

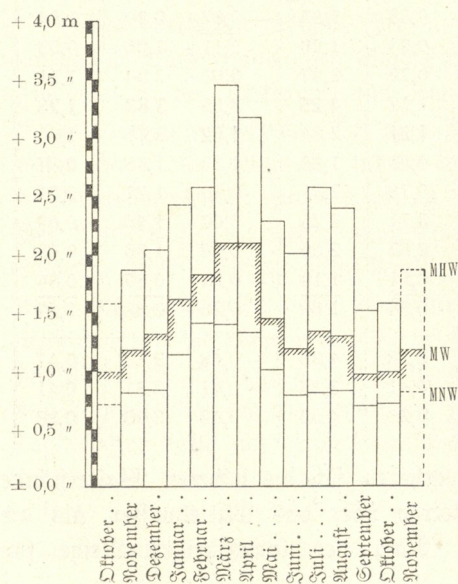
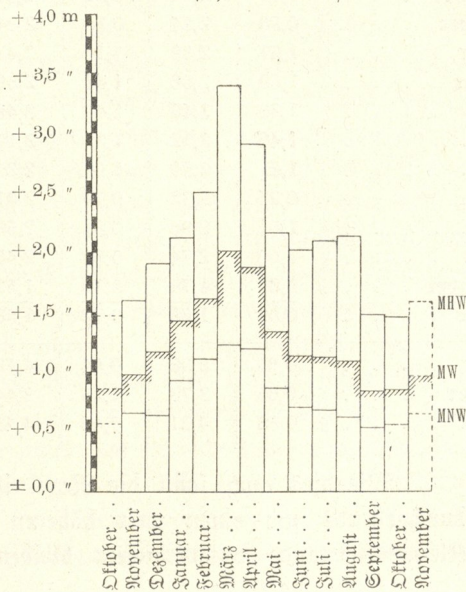


Abb. 12.

Warschau 1831/96.



bundene Abführung der aufgespeicherten Wassermassen nicht ganz so viel Zeit in Anspruch, wie man bei einem derart flachen und zur Winterszeit kalten Gebiete vielleicht erwarten möchte. Dieser Bemerkung ist freilich entgegenzuhalten, daß der Eisstand den Wasserspiegel zu einer weit bedeutenderen Höhe emportreiben kann, als sie durch die bloße Wasserführung bedingt ist. Doch besitzt auch in der langjährigen Reihe für Warschau (1831/96) der April ein etwas kleineres mittleres Niedrigwasser als der März, während an Pegelstellen mit später Schneeschmelze das Gegenteil einzutreten pflegt.

Auf die Frühjahrserhebung der Wasserstände folgt ein Absinken derselben, das in der Hauptsache bis zum Spätherbst anhält. Die Unterbrechung, welche diese Senkung an den Pegelstellen oberhalb der Narewmündung während des Sommers erfährt, wird weiter unten näher erörtert. Das kleinste Mittelwasser trifft sowohl in den nach altem, wie in den nach neuem Kalender abgegrenzten Reihen auf den September, jedoch mit dem Unterschiede, daß da, wo der neue Kalender und eine hinreichende Anzahl von Jahren zu Grunde liegen, zwischen den September- und den Oktober-Mittelzahlen nur ganz geringfügige Unterschiede bestehen, während in den Reihen nach russischer Zeitrechnung der Oktober bereits wieder merklich höhere Wasserstände aufweist. Die Zeit, in welcher die Schiffe am leichtesten auf Sände gerathen, dürfte somit etwa die zweite Hälfte des September und den Anfang des Oktober ausfüllen. Dies ergibt sich auch aus einer zweiten, durchweg nach unserm Kalender zusammengestellten Tabelle des mittleren Niedrig- und mittleren Hochwassers der einzelnen Monate.

Mittleres Niedrig- und Hochwasser	1841/59				1889/97				1831/96	
	Zawichost		Warschau		Warschau		Zakroczym		Warschau	
	MNW m	MHW m	MNW m	MHW m	MNW m	MHW m	MNW m	MHW m	MNW m	MHW m
November	0,87	2,14	0,82	1,87	0,65	1,63	— 0,12	0,92	0,66	1,60
Dezember	0,96	2,24	0,84	2,04	0,58	1,85	— 0,37	0,90	0,64	1,91
Januar	1,01	2,39	1,14	2,43	0,93	1,96	0,11	1,06	0,93	2,13
Februar	1,09	2,56	1,41	2,58	0,79	2,97	0,08	2,34	1,11	2,51
März	1,30	3,48	1,40	3,46	1,17	4,25	0,59	3,83	1,23	3,40
April	1,46	3,12	1,33	3,18	1,21	2,84	1,02	2,76	1,20	2,91
Mai	1,21	2,59	1,01	2,29	0,85	1,88	0,28	1,45	0,87	2,17
Juni	0,95	2,32	0,79	2,01	0,78	2,51	0,09	1,77	0,71	2,03
Juli	1,01	2,96	0,81	2,58	0,71	2,25	0,00	1,46	0,69	2,11
August	1,00	2,74	0,83	2,40	0,66	2,09	0,08	1,36	0,63	2,15
September	<u>0,81</u>	<u>1,78</u>	<u>0,70</u>	<u>1,52</u>	<u>0,51</u>	<u>1,19</u>	— 0,29	<u>0,39</u>	<u>0,54</u>	<u>1,49</u>
Oktober	0,82	1,88	0,72	1,58	0,54	1,60	— 0,26	0,88	0,57	<u>1,47</u>
Winter	0,65	3,98	0,64	4,18	0,38	4,35	— 0,48	3,83	0,47	3,97
Sommer	0,65	3,73	0,55	3,44	0,41	3,28	— 0,41	2,61	0,41	3,29
Jahr	0,53	4,21	0,48	4,43	0,26	4,52	— 0,62	3,96	0,33	4,30

Wie dies auch sonst die Regel ist, erheben sich die höheren Wasserstände durchgehends um einen weit höheren Betrag über das Mittelwasser, als die Kleinwasserstände unter diesem bleiben. Nach der langjährigen Reihe für

Warschau (1831/96) zeigt der Wasserspiegel folgende durchschnittliche Schwankungen. Der Abstand zwischen dem Mittelwasser und dem mittleren Tieffststand umfaßt hiernach im Winter 30 %, im Sommer 23 % und im Kreislaufe des Jahres 24 % der entsprechenden mittleren Schwankung (MHW—MNW).

Winter			Sommer			Jahr		
MW—MNW m	MHW—MW m	MHW—MNW m	MW—MNW m	MHW—MW m	MHW—MNW m	MW—MNW m	MHW—MW m	MHW—MNW m
1,05	2,45	3,50	0,66	2,22	2,88	0,96	3,01	3,97

Bei den äußersten Wasserständen ist das Verhältniß ein ganz ähnliches. Der seit Beginn der Beobachtungen (März 1799) bekannt gewordene Tieffststand hat nämlich in den Weihnachtstagen des Winters 1834/35 — 0,34 m, d. h. 1,63 m unter Mittelwasser betragen, zum Theil wohl in Folge des hartnäckigen Frostes, der schon mehr als einen Monat zuvor eingetreten war. Die zweittiefste Senkung, die im Juli 1889 beobachtet wurde, ging nur bis auf 0,11 m unter Pegelnull, d. h. 1,40 m unter Mittelwasser. — Ähnlich vereinzelt steht der zur Feststellung gelangte Höchststand da, den ein Sommerhochwasser am 27. Juli 1844 mit 6,55 m über Pegelnull oder 5,26 m über Mittelwasser brachte. Den zweiten Platz nimmt das in älteren Schriften viel genannte und für viele wasserbauliche Maßnahmen bestimmend gewordene Sommerhochwasser von 1813 ein, dessen am 30. August eingetretener Scheitel nach Kolberg eine Höhe von 20,8 neupolnischen Fuß über dem 1834 eingeführten Pegelnullpunkt besaß, was zufällig gerade den runden Betrag von 6,00 m ergibt. Auch die beiden nächsthöchsten Fluthscheitel bildeten sich im Hochsommer aus: einer in der Höhe von 5,95 m (28. August 1839), der andere in der Höhe von 5,92 m (14. Juli 1867). Erst der fünfte Platz fällt einem Winterhochwasser zu (5,86 m am 26. März 1855, einige Tage nach dem Eisgang).

Der überhaupt höchste, bei eisfreiem Strom eingetretene Höchststand und der höchste Wasserstand einer Schmelzwasserfluth fallen für den Warschauer Pegel also beide in den Zeitraum, aus dem auch von der Pegelstelle Zawichost tägliche Beobachtungen vorliegen. Bei Zawichost haben aber die entsprechenden Höchststände die Rolle getauscht, indem der größere von beiden nicht bei eisfreiem Strom eingetreten ist, sondern am 23. März 1855 mit 5,88 m a. P. oder 4,30 m über Mittelwasser entweder unmittelbar vor oder schon in Verbindung mit dem Eisgang, durch welchen wahrscheinlich eine Eisverfetzung gelöst wurde. Dagegen besaß die Fluthwelle vom 25. Juli 1844 zur Stunde der regelmäßigen Beobachtung nur die Höhe von 5,09 m a. P. oder 3,51 m über Mittelwasser. Der Tieffststand im Betrage von 0,10 m unter Pegelnull oder 1,68 m unter Mittelwasser, stellte sich am 20. November 1846 bei noch eisfreiem Strome ein. Drei Tage später hatte sich dieser Kleinstwasserstand von Zawichost bis nach Warschau fortgepflanzt, wo er in der Höhe von nur 0,12 m a. P. (1,33 m unter Mittelwasser) für den Zeitraum 1841/59 ebenfalls den niedrigsten Wasserstand darstellt, so daß die für eisfreien Strom feststellbare 19-jährige Gesamtschwankung

hier den Betrag von 6,43 m annimmt. Eine noch nicht ganz $2\frac{1}{2}$ -jährige Frist (Juli 1844/Nov. 1846) genügte somit, um den Wasserspiegel an der Pegelstelle zu Warschau fast die gesammte Höhenänderung durchlaufen zu lassen, die seit dem Beginne der Beobachtungen für die Zeit ohne Eisbildungen überhaupt zu verzeichnen ist. Da diese nur 0,23 m mehr (6,66 m) beträgt, darf man auf die Pegelstelle bei Zawichost wohl den Rückschluß ziehen, daß die äußerste Schwankung des Wasserspiegels bei eisfreiem Strom hier nicht leicht über den Betrag von 5,5 m wesentlich hinausgehen wird. Die geringere Schwankungsgröße beruht vermuthlich darauf, daß bei Zawichost das Hochwasser sich freier ausdehnen kann als in der Stromenge bei Warschau. Zur leichteren Uebersicht sind in der folgenden Tabelle nochmals die Hauptzahlen für die äußersten Wasserstände zusammengestellt:

Zeitraum	Pegelstelle	Eisfrei					Ueberhaupt				
		HHW	NNW	HHW—NNW	MW	HHW—MW	HHW	NNW	HHW—NNW	MW	HHW—MW
		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1841/59	Zawichost	5,09	—0,10	5,19	1,58	3,51	5,88	—0,10	5,98	1,58	4,30
	Warschau	6,55	0,12	6,43	1,45	5,10	6,55	0,12	6,43	1,45	5,10
1831/96	Warschau	6,55	0,11	6,66	1,29	5,26	6,55	—0,34	6,89	1,29	5,26

Im Anschluß an die früheren Bemerkungen über die gegenseitige Lage der einzelnen Monatsmittel des Wasserstandes sei noch darauf hingewiesen, daß die Absenkung des mittleren Hochwassers im Frühjahr derjenigen des Mittelwassers und mittleren Niedrigwassers etwas vorangeht, während es im Herbst umgekehrt ist. Betrachtet man z. B. die bildliche Darstellung der hierfür in erster Linie maßgebenden langjährigen Mittelwerthe für Warschau, so findet man die Absenkung des mittleren Hochwassers im Frühjahr hauptsächlich auf den zweimonatlichen Zeitraum von März bis Mai vertheilt, während der weitere Abstieg bis zum folgenden Monat dann ziemlich unwesentlich ist. Beim Mittelwasser wie beim mittleren Niedrigwasser erscheint dagegen die Absenkung zwischen März und April zwar auch schon eingeleitet, fällt in ihrem überwiegenden Bruchtheil aber auf die Zeit von April bis Juni. Auch wenn die von der Schneeschmelze erzeugten höheren Fluthwellen längst verlaufen sind, hat der Strom also doch immer noch aus den zuvor in der Schneedecke aufgespeicherten Wasservorräthen zu zehren.

In ihrem Verlaufe während des Sommerhalbjahres weichen die Linien für die verschiedenen Monatswerthe wieder in ganz ähnlicher Weise von einander ab, wie dies bereits für die Obere Weichsel nachgewiesen ist. Dem mittleren Hochwasser verleihen die großen Anschwellungen des Sommers einen deutlichen zweiten Höchstwerth um die Zeit der größten Wärme. Beim Mittelwasser und beim mittleren Niedrigwasser erfährt dagegen die Senkung vom Frühjahr bis zum Herbst hin keine Unterbrechung, sondern nur eine namentlich beim Mittelwasser hervortretende Verzögerung während des Hochsommers. Letztere ist so bedeutend, daß der Unterschied zwischen dem Mittelwasser des Juni und dem

des August nur 0,04 m ausmacht, während er beim mittleren Niedrigwasser doppelt so groß ist und dadurch dem Unterschied zwischen August und September gleichkommt. Bei der zweiten stärkeren Absenkung des Wasserspiegels, die den Eintritt des Herbstes anzeigt, schreitet also das mittlere Niedrigwasser den anderen Mittelwerthen voran.

Wie aus den oben betrachteten langjährigen Werthen für Warschau hervorgeht, kann es bis zu einem gewissen Grade hin nur eine Wirkung des Zufalls sein, wenn in mehreren der aus kürzeren Zeiträumen berechneten Reihen auch der Mittelwasserspiegel eine zweite Erhebung um die Mitte des Sommers zeigt (Abb. 10 und 11). Unverkennbar gesetzmäßig ist aber die Abstufung, welche diese Erscheinung von Pegelstelle zu Pegelstelle erfährt. So ist jene Erhebung des Mittelwassers in den Reihen aus dem Zeitraum 1841/59 bei Zawichost merklich höher als bei Warschau, und in den Zahlen für die Jahre 1877/94 (russischen Kalenders) wiederholt sich nicht bloß das Gleiche, sondern an der Pegelstelle Plock unterhalb der Narewmündung ist jene Zwischenerhebung überhaupt nicht mehr zu finden. Auch in den nur 9-jährigen Reihen für 1889/97 zeigt Warschau (diesmal vom Mai zum Juni) ein nochmaliges Ansteigen des Mittelwassers, wogegen bei Zakroczym unterhalb der Narewmündung letzteres während des Halbjahres von März bis September dauernd abnimmt.

Man sieht, daß diese Umgestaltung des Verlaufes der Mittelwerthe auf die Einwirkung der Flachlandgewässer, besonders des Narew und Bug, zurückzuführen ist. Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man nur die in der Flußbeschreibung des Narew mitgetheilten Mittelwasserreihen, besonders für die zunächst an der Mündung gelegene Pegelstelle Bęzrze, welche unterhalb der Bugmündung liegt und daher für das ganze Narew-Bug-Gebiet maßgebend ist, mit den gleichzeitigen Reihen (1877/94) für Plock und Warschau zu vergleichen. Dabei ergeben sich folgende Aenderungen des Mittelwassers von Monat zu Monat:

	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober
Bęzrze (m)	. — 0,27	— 0,13	— 0,02	— 0,06	+ 0,22	
Warschau (m)	. + 0,09	— 0,22	— 0,12	— 0,16	+ 0,26	
Plock (m)	. — 0,04	— 0,18	— 0,08	— 0,17	+ 0,25	

Könnte man statt der bloßen Wasserstände die zugehörigen Wassermengen in Rechnung stellen, so wäre vermuthlich noch ein weit besseres Bild darüber zu gewinnen, wie sich die Wasserführung der Unteren Weichsel aus denjenigen der Mittleren Weichsel und des Narew im Verein mit dem Bug zusammensetzt. Einen gewissen Einblick vermag aber vielleicht auch schon die Bemerkung zu gewähren, daß die oben angegebene sommerliche Absenkung des Mittelwassers bei Plock angenähert der Mittelwerth aus den beiden anderen Pegelstellen ist, wenn man den Zahlen für Warschau etwa das anderthalbfache Gewicht beilegt.

	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober
Mittelwerth (m)	— 0,05	— 0,18	— 0,08	— 0,12	+ 0,24	
Plock (m)	— 0,04	— 0,18	— 0,08	— 0,17	+ 0,25	

Eine größere Abweichung von den oben angegebenen Zahlen tritt also nur für die Monate August—September ein, und diese wird bei jeder Mittelbildung ähnlicher Art bestehen bleiben, da der Wasserspiegel in den genannten Monaten bei Plock stärker sinkt, als an den beiden anderen Pegelstellen.

Im Zusammenhang hiermit ist es recht lehrreich, aus den Reihen für Warschau und Plock die Abweichungen des Mittelwassers der einzelnen Monate vom Gesamtmittel des Jahres zu betrachten. Nach russischem Kalender betragen dieselben (1877/94):

Pegelstelle	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Warschau	− 0,17	− 0,06	+ 0,14	+ 0,40	+ 0,85	+ 0,17	− 0,08	+ 0,01	− 0,21	− 0,33	− 0,49	− 0,23	+ 0,22	− 0,22
Plock	− 0,25	− 0,12	+ 0,21	+ 0,47	+ 1,14	+ 0,43	− 0,11	− 0,15	− 0,33	− 0,41	− 0,58	− 0,33	+ 0,32	− 0,32

Bei Plock liegt der mittlere Wasserspiegel also während des ganzen Sommers und auch noch während des Frühwinters (Mai bis Dezember) tiefer unter dem Jahresmittel als bei Warschau, während in den übrigen Monaten, namentlich im März und April, das Umgekehrte der Fall ist. Die mittlere Jahreschwankung (MHW—MNW), die bei derartigen Vergleichen stets berücksichtigt werden muß, kann die Ursache dieser Verschiedenheiten nicht bilden; denn allem Anschein nach ist sie bei Plock nicht größer als bei Warschau. Wenigstens stellt sie sich in den allein vergleichbaren Jahren 1877/80 für Warschau auf 4,41 m, für Plock aber nur auf 4,12 m. Die Unterschiede zwischen den oben angeführten Zahlenreihen geben somit ein unverfälschtes Zeugniß von der Bedeutung ab, die Bug und Narew für den Weichselstrom besitzen. Ihre Einwirkung ist eine derartige, daß sie die sommerliche Wasserführung weitaus geringer unterstützen, als sie zur Vermehrung der Wasserfülle während der Abführung des Schmelzwassers im Frühjahr beitragen. Dies Ergebnis wird sich aber auf den Wjeprz, die Pilica und die übrigen Flachlandflüsse des hier zu betrachtenden Gewässernezes um so eher übertragen lassen, als die Wasserstandsbewegung schon auf dem langen Wege von Zawichost bis Warschau eine merkliche Aenderung in dem erörterten Sinne zeigt.

Man darf nun aber nicht glauben, daß die gewöhnlichen Wasserstände unterhalb der Narewmündung im Sommer ungünstiger und im Winter durchschnittlich höher seien als in Warschau. Vielmehr wird die Mehrhöhe des Winter-Mittelwassers hauptsächlich durch die Steigerung der Schmelzwasserfluthen an Höhe und Dauer, die Minderhöhe des Sommer-Mittelwassers durch das Zurücktreten der sommerlichen Hochfluthen hervorgerufen. Das die Hochwassererscheinungen behandelnde Kap. 18 geht hierauf noch näher ein. Nach der bildlichen Darstellung der täglichen Beobachtungen für die Jahre 1877/80 hat es den Anschein, daß namentlich die vielen nur nach Dezimetern zählenden Anschwellungen, die von Galizien her den Strom durchlaufen, in Folge mangelnder seitlicher Wasserzufuhr mehr und mehr abgeflacht und oft auch ganz ausgelöscht

werden. Ein Entstehen selbständiger Fluthwellen auf der russischen Stromstrecke ist von vorn herein nicht zu erwarten, wenn man von den verwickelten Verhältnissen bei der Schneeschmelze absieht, und jedenfalls außerordentlich selten. Die vorliegenden vier Jahre bieten kein einigermaßen deutliches Beispiel dafür.

Eine langjährige Senkung oder Hebung des Wasserspiegels, deren Maß ins Gewicht fiele, ist an der langjährigen Reihe für Warschau, die hierfür allein in Betracht kommen kann, nicht festzustellen. Wohl aber haben vorübergehend wasserarme Zeiten mit wasserreicheren gewechselt. Da es sich hierbei aber fast ausschließlich um Erscheinungen handelt, die mit dem allgemeinen Verhalten der Witterung im Gesamtgebiete des Stromes zusammenhängen, so beschränken sie sich nicht auf die russische Weichsel und sind daher bereits in Bd. I zur Erörterung gelangt.

4. Häufigkeit der Wasserstände.

Bei den früheren Betrachtungen über die Vertheilung der Tiefst- und Höchststände des Jahres auf die einzelnen Monate haben wir gesehen, daß bei der Pegelstelle N.-Berun an der Kleinen Weichsel in der langjährigen Reihe für 1833/96 48% aller Jahreshöchststände dem Winter und 52% dem Sommer angehören, bei Krakau innerhalb des Zeitraums 1831/96 schon 53% dem Winter und nur 47% dem Sommer. Bei Warschau fallen aber dem Winter 65% und dem Sommer nur noch 35% zu. Diese erhebliche Verschiebung des Verhältnisses vollzieht sich jedoch bereits an der untersten Strecke der Oberen Weichsel. Letzteres geht nicht nur aus den diesbezüglichen Ausführungen über die Obere Weichsel (vgl. S. 241) hervor, sondern auch daraus, daß innerhalb des 19-jährigen Zeitraumes 1841/59, der für eine solche Vergleichung wohl lang genug ist, sich schon bei Zawichost die gleiche Vertheilung der Höchststände zeigt wie bei Warschau. Auch bei Zawichost treten 65% im Winter und 35% im Sommer ein. Das Walten eines bloßen Zufalles ist hierbei vollständig ausgeschlossen, da die Höchststände fast sämtlicher einzelner Jahre einander in ihrer zeitlichen Lage bei Zawichost und bei Warschau entsprechen.

Wie die nachfolgende Zusammenstellung beweist, besitzt den Hauptantheil an den 65% aller Höchststände, die in der langjährigen Reihe für Warschau dem Winter zufallen, der März mit 35%. Ihm folgen der August mit 13, der April und Juni mit je 10, der Februar mit 9, der Juli mit 8%, während die Monate September und Oktober den Höchststand niemals hatten.

Vertheilung der Jahreshöchststände.

Prozentzahlen 1831/96	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Warschau (%)	2	3	6	9	35	10	4	10	8	13	0	0	65	35	100
Krakau (%)	1	5	12	12	17	6	14	12	8	9	4	0	53	47	100

Der Hauptunterschied gegen Krakau macht sich in den Monaten Dezember bis Juni geltend, und zwar ist die Zahl der Höchststände bei Warschau in den

Monaten Dezember bis Februar insgesamt um 11 % geringer, in den Monaten März und April um 22 % größer, in den Monaten Mai und Juni dann wieder um 12 % geringer als bei Krafau. Der Gegensatz zwischen Gebirgs- und Flachland läßt letzteren Unterschied leicht verstehen: Von der Stelle ab, wo das Flachland eine größere Einwirkung gewinnt, sammelt sich oft in den Monaten März und April im Strome eine beträchtliche Menge von Schmelzwasser an, während das Gebirge noch mit Schnee bedeckt ist. Durch das spätere Abschmelzen des Gebirgsschnees entstehen dann, oft in Verbindung mit gleichzeitigen Regenfällen, im Mai und zuweilen wohl auch noch im Juni Fluthwellen, die zwar in der oberen Stromstrecke über die Wasserspiegellhöhe der vorangehenden Monate hinausgehen, dagegen weiter unterhalb um so mehr an Bedeutung verlieren, je größer die bereits früher vom Schnee befreite Gebietsfläche wird. Mißlicher steht es dagegen um die Erklärung der in den Monaten Dezember bis Februar herrschenden Verschiedenheiten. Schon die Eisverhältnisse können sich gerade in den Wasserständen dieser Monate sehr geltend machen. Wahrscheinlich ist aber die Erscheinung darin begründet, daß bei Krafau, wo die März- und Aprilfluthen im Durchschnitt merklich schwächer auftreten als bei Warschau, eine durch Winterregen oder durch das Abschmelzen eines Theiles der Schneedecke in den Monaten zuvor hervorgerufene Anschwellung um so leichter zum Jahreshöchststande werden kann.

In der Vertheilung der Tieffststände treten ähnliche Unterschiede zwischen der Oberen und der Mittleren Weichsel hervor. Ist es bei Krafau eine auf 16 % aller Fälle beschränkte Ausnahme, wenn der Jahrestieffststand im Winter eintritt (ähnlich wie bei der Pegelstelle N.-Berun an der Kleinen Weichsel), so gehören bei Warschau unter Zugrundlegung des gleichen Zeitraums (1831/96) 43 % aller Tieffststände dem Winter, also nur 57 % dem Sommer an. Doch sind es ebenfalls bereits wieder die zur Oberen Weichsel entwässernden Flachlandgebiete, denen diese Einwirkung zuzuschreiben ist; denn schon die Reihen für Dzikow und Zawichost zeigen eine ähnliche Vertheilung der Tieffststände auf die Halbjahre, wie sie sich bei Warschau geltend macht. Bei Zawichost überwiegt die winterliche Anzahl sogar.

	1871/95		1841/59	
	Dzikow	Warschau	Zawichost	Warschau
Winter (%) . .	39	41	60	45
Sommer (%) . .	61	59	40	55

Wenn man diesen Verschiedenheiten bis in die einzelnen Monate hinein nachgehen will, so lassen sich nur die langjährigen Reihen für Krafau und Warschau heranziehen, da sonst gar zu viele Zufälligkeiten unausgeglichen bleiben würden.

Vertheilung der Jahrestieffststände.

Prozentzahlen 1831/96	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Warschau (%)	18	17	7	1	0	0	3	7	4	10	15	18	43	57	100
Krafau (%)	9	4	1	1	0	1	6	12	13	23	18	12	16	84	100

Beide Reihen zeigen also einen recht ausgesprochenen Verlauf: Vom April bis September ist die Zahl der Jahrestiefststände bei Krakau, in dem anderen Halbjahre diejenige bei Warschau größer, und zwar beträgt der Unterschied jedesmal im Ganzen 34 %. Darin stimmen beide Reihen jedoch überein, daß die Monate des Eisaufbruches und des darauf folgenden Abflusses des Schmelzwassers (Februar bis April) weitaus weniger Tiefststände auf sich vereinigen, als irgend sonst eine Gruppe von drei auf einander folgenden Monaten. Die größten Verschiedenheiten zeigen sich dagegen in den Monaten August und Dezember; in jenem hat Warschau 13 % Tiefststände weniger, in letzterem ebenso viele mehr als Krakau.

Für die Pegelstelle Warschau ist auch die Häufigkeit der Wasserstände nach Stufen von 20 zu 20 cm a. P. ausgezählt worden. Im Tabellenbände ist das Ergebniß dieser Ermittlung sowohl für die einzelnen Monate, wie für die beiden Jahreshälften und den ganzen Zeitraum des Jahres mitgetheilt, jedoch nur auf Grund der Beobachtungen innerhalb des Zeitraums 1871/95, der zur Vergleichung der verschiedenen Flüsse und Stromstrecken unter einander dienen soll. Den beiden Tabellen auf S. 310/11 liegt dagegen dieselbe längere Zeitspanne 1831/96 zu Grunde, von der auch bei der Herleitung der oben betrachteten langjährigen Mittelwerthe ausgegangen ist, so daß die Häufigkeitszahlen zu diesen unmittelbar in Beziehung gesetzt werden können. Im Uebrigen gilt das auf S. 196 und 243 für die entsprechenden Tabellen der Pegelstellen N.-Berun und Jagodniki Bemerkte. Wie dort, enthält auch für die Warschauer Pegelstelle eine dritte kleine Tabelle die aus den Zahlenreihen des zu Grunde liegenden Zeitraums (hier 1831/96) abgeleiteten Werthe für den am häufigsten auftretenden Wasserstand oder Scheitelwerth (SW) und den gewöhnlichen, d. h. eben so oft überschrittenen wie nicht erreichten Wasserstand (GW), nebst den sonstigen Hauptzahlen für den betrachteten Zeitraum.

1831/96	NNW	MNW	SW	GW	MW	MHW	HHW
	m	m	m	m	m	m	m
Winter . .	— 0,34	0,47	1,28	1,37	1,52	3,97	5,86
Sommer . .	— 0,11	0,41	0,72	0,93	1,07	3,29	6,55
Jahr . .	— 0,34	0,33	1,12	1,16	1,29	4,30	6,55

Aus den Tabellen geht hervor, daß die Häufigkeit der Wasserstände mit ihrer Erhebung über den Niedrigststand (NNW) im Sommer ungleich schneller zunimmt, als im Winter; denn im Winter wird die größte Häufigkeit erst 0,81 m, im Sommer dagegen bereits 0,31 m über dem mittleren Niedrigwasser des Halbjahrs erreicht. Die äußersten Tiefststände sind wegen der ihnen anhaftenden Zufälligkeit zu einer solchen Vergleichung weniger geeignet. Dieser so verschiedene Verlauf der Häufigkeitszahlen bringt es mit sich, daß der Sommer ein bedeutend niedrigeres Mittelwasser besitzt, als der Winter (der Unterschied beträgt 0,45 m), während die Werthe für das mittlere Niedrigwasser von einander nur unerheblich verschieden sind. Zwischen den Scheitelwerthen für die beiden Jahreshälften giebt es einen Wasserstand, der im Winter mit derselben Wahrscheinlichkeit eintritt, wie im Sommer. Wie eine hier nicht wieder-gegebene bildliche Darstellung zeigt, liegt derselbe ungefähr auf 1,1 m a. P., also

nur wenig über dem sommerlichen Mittelwasser. Die Wasserstände unterhalb dieser Grenze gehören vorwiegend dem Sommer, die höheren aber mit Ausnahme der äußersten Höchststände zumeist dem Winter an.

Das raschere Anwachsen, das die sommerlichen Zahlen bis zum Scheitelwerthe hinauf zeigen, wird dadurch ausgeglichen, daß in dem genannten Halbjahre die Abnahme der Häufigkeitszahlen bei den höheren Wasserständen etwas langsamer vor sich geht als im Winter. Hiermit hängt es zusammen, daß der Winter ein um nur 0,24 m über dem Scheitelwerth liegendes Mittelwasser be-

Stufen	Beobachtete Anzahl von Wasserständen			Prozentische Häufigkeit der Wasserstände		
	Winter	Sommer	Jahr	Winter	Sommer	Jahr
höher als 6,20 m	.	2	2	.	0,0	0,0
ausschl. 6,20 m bis 6,00 m einschl.	.	1	1	.	0,0	0,0
" 6,00 " " 5,80 " "	.	4	4	.	0,0	0,0
" 5,80 " " 5,60 " "	.	3	3	.	0,0	0,0
" 5,60 " " 5,40 " "	3	4	7	0,0	0,0	0,0
" 5,40 " " 5,20 " "	12	2	14	0,1	0,0	0,1
" 5,20 " " 5,00 " "	21	1	22	0,2	0,0	0,1
" 5,00 " " 4,80 " "	22	7	29	0,2	0,1	0,1
" 4,80 " " 4,60 " "	22	8	30	0,2	0,1	0,1
" 4,60 " " 4,40 " "	42	8	50	0,4	0,1	0,2
" 4,40 " " 4,20 " "	44	17	61	0,4	0,1	0,3
" 4,20 " " 4,00 " "	39	14	53	0,3	0,1	0,2
" 4,00 " " 3,80 " "	61	16	77	0,5	0,1	0,3
" 3,80 " " 3,60 " "	76	37	113	0,6	0,3	0,5
" 3,60 " " 3,40 " "	123	32	155	1,0	0,3	0,6
" 3,40 " " 3,20 " "	108	52	160	0,9	0,4	0,7
" 3,20 " " 3,00 " "	150	51	201	1,3	0,4	0,8
" 3,00 " " 2,80 " "	184	71	255	1,5	0,6	1,1
" 2,80 " " 2,60 " "	260	90	350	2,2	0,7	1,5
" 2,60 " " 2,40 " "	368	144	512	3,1	1,2	2,1
" 2,40 " " 2,20 " "	434	191	625	3,6	1,6	2,6
" 2,20 " " 2,00 " "	583	288	871	4,9	2,4	3,6
" 2,00 " " 1,80 " "	806	431	1237	6,7	3,6	5,1
" 1,80 " " 1,60 " "	1060	636	1696	8,9	5,2	7,0
" 1,60 " " 1,40 " "	1263	770	2033	10,6	6,4	8,4
" 1,40 " " 1,20 " "	1744	1125	2869	14,6	9,3	11,9
" 1,20 " " 1,00 " "	1465	1500	2965	12,2	12,4	12,3
" 1,00 " " 0,80 " "	1094	1715	2809	9,1	14,1	11,7
" 0,80 " " 0,60 " "	824	1885	2709	6,9	15,5	11,2
" 0,60 " " 0,40 " "	646	1615	2261	5,4	13,3	9,4
" 0,40 " " 0,20 " "	377	1065	1442	3,1	8,8	6,0
" 0,20 " " 0,00 " "	118	305	423	1,0	2,5	1,8
" 0,00 " " -0,20 " "	12	54	66	0,1	0,4	0,3
" -0,20 " " -0,40 " "	2	.	2	0,0	.	0,0
Gesamtzahl 1831/96 . .	11 963	12 144	24 107	100,0	100,0	100,0

Prozentische Gesamtzahl der Wasserstände, die unter der angegebenen Höhe verblieben.

Höhe	Winter	Sommer	Jahr	Höhe	Winter	Sommer	Jahr
HHW	100,0	100,0	100,0	2,80 m	92,4	97,3	94,9
				2,60 "	90,2	96,5	93,4
5,60 m	100,0	99,9	100,0	2,40 "	87,2	95,4	91,3
5,40 "	100,0	99,9	99,9	2,20 "	83,5	93,8	88,7
5,20 "	99,9	99,9	99,9	2,00 "	78,7	91,4	85,1
5,00 "	99,7	99,9	99,8	1,80 "	71,9	87,9	80,0
4,80 "	99,5	99,8	99,7	1,60 "	63,1	82,6	72,9
4,60 "	99,3	99,7	99,5	1,40 "	52,5	76,3	64,5
4,40 "	99,0	99,7	99,3	1,20 "	37,9	67,0	52,6
4,20 "	98,6	99,5	99,1	1,00 "	25,7	54,7	40,3
4,00 "	98,3	99,4	98,9	0,80 "	16,5	40,6	28,6
3,80 "	97,8	99,3	98,5	0,60 "	9,6	25,0	17,4
3,60 "	97,1	99,0	98,1	0,40 "	4,2	11,7	8,0
3,40 "	96,1	98,7	97,4	0,20 "	1,1	3,0	2,0
3,20 "	95,2	98,3	96,8	0,00 "	0,1	0,4	0,3
3,00 "	94,0	97,9	95,9	— 0,20 "	0,0	—	0,0

figt, während das Mittelwasser des Sommers 0,35 m über dem zugehörigen Scheitelwerth liegt. Zwischen dem Scheitelwerth und dem Mittelwasser findet sich auch bei Warschau der gewöhnliche Wasserstand der betreffenden Jahreshälfte.

Bis zu etwa 5 m hinauf, also noch über das mittlere Hochwasser des Jahres hinaus, ist die Prozentzahl der Wasserstände, die unter irgend einer bestimmten Höhe verbleiben, der obigen Tabelle zufolge im Sommer durchweg größer als im Winter. Für eine Ueberschreitung aller dieser Pegelhöhen besteht also im Winter eine größere Wahrscheinlichkeit als im Sommer. Je höher man hinaufgeht, desto geringer wird indessen nicht nur diese Wahrscheinlichkeit, sondern naturgemäß auch die Verschiedenheit ihres Werthes für beide Halbjahre. Sieht man wieder von den ganz großen sommerlichen Fluthwellen ab, die etwa durch die schon oben angeführte Höhe von 5 m a. P. gekennzeichnet sind und größtentheils im Juli auftraten, so ist es in der Reihe der einzelnen Monate durchweg der März, der die größte Zahl von Wasserständen zeigt, die sich über eine beliebig herausgegriffene Pegelhöhe erhoben haben. Zur näheren Beleuchtung dieser für die Praxis so wichtigen Verhältnisse ist eine kleine Tabelle beigelegt, welche ersehen läßt, wie viel Prozent aller Wasserstände in den einzelnen Monaten unter 0,6 m und wie viel unter 0,8 m a. P. blieben, andererseits wieviel Prozent mindestens die einzelnen vollen Meter a. P. erreichten.

Die beiden ersten Zeilen der Tabelle sind namentlich mit Rücksicht auf die Bemerkung auf S. 324 eingefügt, wonach schon, wenn der Wasserspiegel 0,4 bis 0,5 m unter das Mittelwasser sinkt, oberhalb Warschau beladene Rähne nicht mehr fahren können und bei noch 0,2 m tieferen Wasserständen die Schifffahrt auch unterhalb der Narewmmündung mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Da das langjährige Mittelwasser für das Jahr 1,29 m beträgt, so zeigt

die Tabelle, daß jene Fälle schon vom August ab recht häufig eintreten, ganz besonders aber im September und Oktober den Verkehr hemmen.

Prozent- zahlen der Häufigkeit 1831/96	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
< 0,6 m	31,3	16,1	5,9	3,1	<u>0,5</u>	0,6	8,7	15,4	20,4	26,6	39,7	39,4	9,6	25,0	17,4
< 0,8 m	43,2	28,7	12,8	7,4	<u>2,0</u>	4,6	20,1	31,8	39,0	43,1	57,4	52,0	16,5	40,6	28,6
III 1,0 m	43,7	56,5	78,7	86,0	92,8	89,0	66,1	50,1	45,4	44,9	<u>30,1</u>	35,3	74,3	45,3	59,7
III 2,0 m	6,2	9,2	16,6	22,9	39,4	34,0	13,7	9,0	10,5	10,6	4,5	<u>3,4</u>	21,3	8,6	14,9
III 3,0 m	1,2	1,0	2,3	5,3	14,5	12,2	3,2	2,3	3,1	3,4	0,9	<u>0,1</u>	6,0	2,1	4,1
III 4,0 m	—	—	0,3	0,9	5,6	3,7	0,9	0,9	1,1	1,0	0,2	—	1,7	0,6	1,1

III. Wasserrwirthschaft.

1. Strombauten.

a) Strombauten in der Mittleren und Unteren Weichsel.

Die große Fruchtbarkeit der meist aus Schlick oder humosem Sande bestehenden Stromniederungen, deren Boden trotz ungenügender Düngerzufuhr jahrelang gute Erträge liefert, hat die Bevölkerung veranlaßt, auch die den Ueberschwemmungen und den Angriffen der Strömung ausgesetzten Grundflächen dicht zu besiedeln und als Ackerland zu benutzen, wo es die Höhenlage irgend gestattet. Von jeher war man bemüht, an besonders gefährdeten Stellen die Ufer durch Schutzwerke gegen Abbruch zu vertheidigen und das Hochwasser durch Schutzdämme abzuwehren. Ueber letztere folgen später einige Mittheilungen. Die von den Anliegern ohne Sachkenntniß und mit ungenügenden Mitteln hergestellten Uferschutzbauten haben nur geringe oder gar keine Wirksamkeit; kümmerliche Reste findet man vielfach. Etwas bessere Beschaffenheit zeigen die von der Stromverwaltung ausgeführten Uferschutzbauten, welche hauptsächlich an solchen Stellen angelegt worden sind, wo der Stromangriff bewohnte Orte gefährdet. Angeblich verfährt man bei ihrer Anlage derart, daß sie später als Theile eines planmäßigen Ausbaues benutzt werden können. Indessen muß man befürchten, daß die ohne gegenseitige Unterstützung vereinzelt angelegten und mangelhaft unterhaltenen Werke längst verschwunden sein werden, bevor der planmäßige Ausbau begonnen wird.

Die technische Verwaltung der ganzen russischen Weichsel und ihrer als schiffbar geltenden Nebenflüsse ist dem Weichselstrominspektor in Warschau und den ihm unterstellten Ingenieuren der vier sogenannten Schifffahrtabschnitte (Distanzen) übertragen. Der erste Abschnitt umfaßt die Obere Weichsel bis Zawichost, der zweite die Mittlere Weichsel bis Wilga oberhalb der Pilicamündung, der dritte den unteren Theil der Mittleren Weichsel bis zur Narewmündung,

der vierte die russische Untere Weichsel. Außerdem wird die Aufsicht über den Schiffs- und Floßverkehr vom Weichselschiffahrtsinspektor in Warschau geführt. Diesen höheren Beamten sind Unterbeamte in verhältnißmäßig geringer Zahl zur Beaufsichtigung der Bauten, Bezeichnung der Fahrrinne mit Füssen, für die Schiffsahrtpolizei u. s. w. überwiesen. Ferner stehen zwei kleine Dampfboote (mit 0,5 und 0,7 m Tiefgang, 18 und 21 m Länge, 3,6 m Breite) zu ihrer Verfügung, sowie sieben schwimmende Krähne zur Räummung der Fahrrinne von Steinen und Hölzern. Der einzige vorhandene kleine Dampfbagger gehört der Stadt Warschau. Abgesehen von den am Schlusse betrachteten Strombauten bei Warschau, für welche größere Geldbeträge aufgewandt worden sind, haben neuerdings die jährlichen Aufwendungen für Strombauten und Räummungsarbeiten in der Mittleren und Unteren Weichsel durchschnittlich nur 30 000 Rubel betragen, vertheilt auf mehr als 400 km Stromlänge.

Unter diesen Verhältnissen kann von einem planmäßigen Ausbaue der russischen Weichsel — auch nicht einmal in dem Umfange, wie er an der Oberen Weichsel begonnen ist — vorläufig keine Rede sein. Ein einheitlicher Plan für den Ausbau wurde gegen Ende der siebziger Jahre vom Weichselstrominspektor Kostenecki bearbeitet und durch eine internationale Techniker-Konferenz der Weichsel-Uferstaaten gebilligt. Auf Grund desselben sind bisher jedoch nur die Strombauten oberhalb Warschau ausgeführt worden. Die sonstigen Bauten, wenn sie sich vielleicht auch im Rahmen dieses Planes halten, bestehen aus vereinzelt Schutzwerken zur Ablenkung der Strömung von besonders bedrohten Uferstellen, wie bereits oben erwähnt, vermögen daher auf den Zustand des Stromes im Ganzen keine nennenswerthe Wirkung auszuüben und fallen seinen Angriffen früher oder später zum Opfer.

Bei der im Juni 1898 unter ziemlich günstigen Verhältnissen vorgenommenen Bereisung des Stromes wurden auf der Strecke von der Sammündung bis oberhalb Warschau folgende Werke bemerkt: Oberhalb Zawichost ist die Weichsel auf Grund der österreichisch-russischen Vereinbarungen theilweise mit Parallelwerken (aus Schüttsteinen) in den Gruben und mit Bühnen an den Vorsprüngen der Stromkrümmungen ausgebaut; daran schließt sich ein Deckwerk aus Bruchsteinen bei Zawichost. Unterhalb der Kamjennamündung liegt links ein Uferdeckwerk, unterhalb Pjetrowin rechts ein solches mit anschließendem, bis nahe bei Solec reichendem Parallelwerk aus geschütteten Bruchsteinen. Vor der eingedeichten rechtsseitigen Niederung unterhalb Solec liegen die Ueberreste von Steindeckwerken, ebenso am linken Ufer oberhalb Janowjec, wo die nach Aussage des Schiffsführers erst kürzlich ausgeführten Werke größtentheils vom Hochwasser und Eisgang wieder weggerissen sind. Die linksseitigen Deckwerke ober- und unterhalb von Nowo-Mleksandrija befanden sich stellenweise stark im Verfall. Bei Reguw lagen links auf einer längeren Strecke Parallel- und Deckwerke nebst deklinanten Bühnen, zum Theil zerstört, aber in Ausbesserung begriffen. Am linken Ufer gegenüber Stenzpca, ferner etwas weiter unterhalb vor einem von der Strömung halb abgebrochenen Deiche und bei Kozjenice befanden sich neue Deckwerke in gutem Zustand. An der Radomkamündung waren Bruchsteine angerüthet, um mit dem Baue eines Deckwerks zu beginnen. Bis hierher sind die

Werke aus den bei Pjetrowin gebrochenen, scheinbar festen Kalksteinen hergestellt. Weiter unterhalb bestehen sie aus Faschinenpackwerk, das an den gefährdeten Stellen mit Schüttsteinen oder Pflaster geschützt, sonst mit Rauhwehr abgedeckt ist. An einem linksseitigen Uferabbruch bei Magnuszew, ferner vor einem zerstörten Deiche unterhalb dieses Ortes, sowie vor dem rechtsseitigen Schaardeiche bei Wilga und an den linksseitigen Uferabbrüchen bei Mniszew oberhalb der Pilicamündung war man mit Vorbereitungen zum Neubau von Werken beschäftigt, für welche Faschinen angefahren wurden. Das schmale Vorland des an der Wilgamündung beginnenden rechtsseitigen Deichs ist durch ein Faschinendeckwerk geschützt, aber stellenweise mitsammt dem Deiche abgebrochen. Bei Radwanów schien man einen 150 m langen Uferereinbruch, in den sich die Fahrrinne verlegt hatte, mit Schüttsteinen schließen zu wollen. Vor dem linksseitigen Deiche unterhalb Gura-Kalwarja liegt ein Faschinendeckwerk. Weiterhin wurde an demselben Ufer bei Oborki ein Parallelwerk in Packwerkbau hergestellt.

Auf der letzten Strecke der Mittleren Weichsel von Warschau bis zur Narewmündung liegen Parallelwerke vor dem linken Ufer dicht hinter Bjelany, vor dem rechten Ufer bei der Sommerfrische Jablonna und etwas weiter unterhalb ein solches (1898 noch im Bau begriffen) vor dem linken Ufer. Von der Narewmündung bis Plock waren keine Bauwerke wahrzunehmen, abgesehen von kurzen, offenbar von den Anliegern in rohester Weise angelegten Buhnen zum Schutze des bei Suchodol beginnenden linksseitigen Deiches. Freilich ist der Strom hier durch hohe, theilweise bewaldete Inseln wenig übersichtlich. Unterhalb von Plock befinden sich Parallelwerke (1898 zum Theil noch im Bau begriffen) zu beiden Seiten von Mieszawa und vor dem linken Ufer bei Gjechocinek. Die dortige Anlegestelle, von der man auf einem elenden Sandweg zu dem kleinen Soolbade Gjechocinek gelangt, liegt am Bruchufer, das durch eine Lücke im Parallelwerk ohne Schwierigkeit vom Dampfer erreicht werden kann, da offenbar das Werk schlecht verlandet ist. Ueberhaupt scheinen die Werke in den russischen Weichselstrecken nicht so gut zu verlanden wie im oberen Stromlaufe. Jedoch mag hieran größtentheils Schuld tragen, daß auf die Anpflanzungen keine solche Sorgfalt verwandt wird, wie dies von den österreichischen Ingenieuren und ihren Unterbeamten geschieht. Die Kronen der Werke liegen meistens 0,2 bis 0,3 m über Mittelwasser. Da bei der Bereifung der Unteren Weichsel die mit Feldsteinen beschütteten Kronen in Wasserspiegelhöhe lagen, ließ sich nicht erkennen, ob der Werkkörper aus Packwerk oder Steinschüttung besteht. Die noch im Bau begriffenen Werke bei Mieszawa und unterhalb Jablonna werden jedenfalls aus Packwerk hergestellt, da in Nähe der Baustellen Faschinen aufgestapelt waren und ausgeladen wurden.

b) Strombauten bei Warschau. Wasserversorgung und Entwässerung.

Die Strombauten bei Warschau sind nicht nur zur Verbesserung des Fahrwassers an der polnischen Hauptstadt und zur Verminderung der Eisgangsgefahren bestimmt, sondern verfolgen auch den Zweck, die Entnahme des Wassers aus dem Strome für die städtische Wasserversorgung zu sichern. Diese bildet aber wiederum die Voraussetzung für die richtige Wirksamkeit der städtischen

Entwässerung (Schwemmkanalisation). Auf die höchst beachtenswerthen Einzelheiten dieser Anlagen näher einzugehen, liegt nicht in der Aufgabe dieses Werks. Wir beschränken uns daher auf einige kurze Auszüge aus den in russischer Sprache erschienenen Veröffentlichungen von Lindley „Wasserleitungs- und Kanalisationsanlagen der Stadt Warschau“ (Warschau 1895) und Kwiecinski „Arbeiten für die Regulirung des Weichselstroms bei der Stadt Warschau“ (Warschau 1896).

Die Ortslage Warschaus auf der linksseitigen, von halbsumpfigen Niederungen begrenzten Hochfläche nöthigt dazu, das Wasser aus der Weichsel zu entnehmen, da die Brunnen in der Stadt meistens verunreinigt sind und für den Bedarf der Bevölkerung schon in den zwanziger Jahren nicht mehr ausreichten. Seit 1830 entstanden verschiedene Entwürfe zur städtischen Wasserversorgung, von denen 1852 ein auf die Wasserentnahme aus einem großen Brunnen am Weichselbett begründeter, für die Versorgung der Altstadt bestimmter Entwurf zur Ausführung kam. Das Wasser erwies sich jedoch wenig brauchbar, und man erkannte bald, daß nur die Entnahme aus dem Strome selbst in Betracht gezogen werden dürfe. Dazu war es jedoch nothwendig, die Einleitung des Schmutzwassers aus den alten, längs des Stadtgebietes in die Weichsel mündenden Kanälen aufzugeben und eine neue Entwässerungsanlage auszuführen, deren Hauptziel 7 km unterhalb der Alexanderbrücke bei Bjelany in den Strom ausmündet. Die in den achtziger Jahren fertiggestellte Schwemmkanalisation hat wesentlich dazu beigetragen, die gesundheitlichen Verhältnisse Warschaus zu verbessern und der Stadt ein großstädtisches Gepräge zu verleihen. Von den in die Weichsel eingeführten vier Nothausläffen liegt der oberste im Zuge der Jerusalemer Allee, 2,15 km unterhalb der Entnahmestelle für die als nothwendige Ergänzung der Entwässerungsanlage gleichzeitig ausgeführte städtische Wasserversorgung. Das bei dieser Entnahmestelle an der südlichen Weichbildgrenze bei Czerniakow befindliche Pumpwerk drückt das aus dem Strome entnommene Wasser nach der auf dem höchsten Punkte im Südwesten des Stadtgebiets gelegenen Filteranlage. Das gereinigte Wasser geht alsdann aus dem hiermit verbundenen Hochdruckbehälter in das Rohrnetz über.

Das Pumpwerk bei Czerniakow liegt hochwasserfrei, etwa 650 m vom linken Weichselufer entfernt, von ihm getrennt durch versumpfte Wiesen und Rohrland. Im Jahre 1883 war die Anlage einschließlich des zur Weichsel führenden Saugerohrs soweit fertiggestellt, um 1884 nach Einlegung des Sangers den Betrieb eröffnen zu können. Jedoch verursachte das Hochwasser vom Juni 1884 derartige Veränderungen im Strombett, daß die tiefe Rinne, welche bis dahin am linken Ufer lag, nach der rechten Seite verlegt und an ihre Stelle ein hoher Sand abgelagert wurde. Der völlig verwilderte Zustand der Weichsel oberhalb der Warschau—Pragaer Stromenge ließ erwarten, daß sich solche Verlegungen auch späterhin wiederholen und den Betrieb auf lange Zeit lahmlegen würden. Die russische Regierung entschloß sich daher, einen kleinen Theil des früher erwähnten Planes für den Ausbau des Weichselstroms auszuführen, um zwischen den herzustellenden Parallelwerken und Buhnen die Stromrinne festzulegen und ausreichende Wassertiefe an der Entnahmestelle zu sichern. In den Jahren 1885/95 wurde demgemäß das Weichselbett zu beiden Seiten der Entnahmestelle, nämlich 4 km stromabwärts bis zur Alexanderbrücke und 7,5 km

stromaufwärts bis oberhalb der Wilanowkamündung, mit solchen Werken in Packwerkbau auf 340 m eingeschränkt. Zu den 1,21 Millionen Rubel betragenden Kosten hat die Stadt Warschau 90 000 Rubel beigesteuert.

Der Erfolg dieser kostspieligen Bauanlage entspricht den Erwartungen leider nicht in vollem Maße. Das zuerst hergestellte linksseitige Parallelwerk in der Grube einer Krümmung mit 1500 m Halbmesser beiderseits des ursprünglich angelegten Sangers bewirkte zwar eine für dessen Wirksamkeit ausreichende Tiefe, die sich indessen nicht dauernd erhielt. Besonders wurde 1893 wiederum ein so mächtiger Sand vor diesem Werke abgelagert, daß die Wasserversorgung trotz beständiger Baggerungen kaum aufrechterhalten werden konnte. Die Stromrinne bewegt sich nämlich (vergl. S. 283/4) zwischen den Einschränkungswerken in großen Schlangenlinien, welche ihre Lage bei jeder größeren Anschwellung ändern. Dazwischen tauchen, bald rechts, bald links, vielfach aber auch mitten im Strome, große Sände schon bei Mittelwasser über den Spiegel. In der Annahme, daß die Mißstände hauptsächlich von der übermäßigen Breite des Hochwasserbettes herrühren, glaubt man durch die Herstellung von Hochwasserdeichen, welche die Fluthströmung von der Wilanowkamündung ab allmählich in die hochwasserfrei eingedeichte Warschau—Pragaer Stromenge überleiten sollen, außerdem aber auch durch engere Einschränkung des Strombettes an der Entnahmestelle die Spülung derart verstärken zu können, daß die erforderliche Tiefe daselbst dauernd erhalten bleibt. Von anderer Seite wird die Zweckmäßigkeit dieser Maßnahme bezweifelt im Hinblick auf die außerordentliche Beweglichkeit des Bettes und auf die ungemein großen Sandmassen, welche der Strom aus den durchweg verwilderten oberen Strecken mit sich führt.

Die städtischen Ingenieure rechnen einstweilen mit den jetzigen Verhältnissen als einer unabänderlichen Thatsache und haben dem Uebelstande in anderer Weise abgeholfen, nämlich durch die Anlage eines zweiten Sangerohrs, dessen Sanger 415 m unterhalb des ursprünglich angelegten das Wasser entnimmt. Für die im Bau begriffene Erweiterung der Wasserleitungsanlage wird ein drittes, 395 m oberhalb von der Weichsel abzweigendes Sangerohr hergestellt. Diese Rohre erhalten unter sich und mit je einem noch weiter ober- und unterhalb angeordneten Hülfsanger Verbindung, so daß demnächst auf einer 1,6 km langen Uferstrecke 5 Entnahmestellen vorhanden sein werden. Nach den bisherigen Erfahrungen über die Zuthalwanderung der Sände läßt sich erwarten, daß stets mindestens zwei bis drei Sanger in genügend tiefem Wasser liegen, und daß der Betrieb in Zukunft nicht mehr durch Versandung behindert wird.

Ueber den Sinkstoffgehalt des in die Filteranlage gepumpten Weichselwassers giebt folgende Zusammenstellung Auskunft:

Im Jahre	1895	1896	1897	
Ganze Wassermenge	11,22	11,58	13,38	Mill. cbm.
Ganze Sinkstoffmenge	1,61	2,04	2,62	" kg
Durchschnittlicher Sinkstoffgehalt	144	176	196	} Gramm in 1 cbm.
Hiervon Sand	67	61	65	
Größter Sinkstoffgehalt	812	1044	1202	
Kleinster Sinkstoffgehalt	3,5	7,7	1,5	

Bei Hochfluthen enthält also das Weichselwasser bei Warschau zuweilen Sinstoffmengen im Betrage von 0,08 bis 0,12% seines Gewichtes, wobei zu beachten ist, daß die größeren Beimengungen überhaupt nicht in die Filteranlage gelangen, die Sinstoffmenge also manchmal noch größer sein wird.

2. Eindeichungen.

Die Eindeichungsverhältnisse der Grenzstrecke von der Sammündung bis Zawichost sind bei Betrachtung der Oberen Weichsel bereits beschrieben worden. Dort ist auch erwähnt, daß die geringste Entfernung der beiderseitigen Deiche in dem internationalen Uebereinkommen von 1864 auf 759 m festgesetzt war, während im internationalen Protokolle von 1896 als die vortheilhafteste Deichweite 940 m angegeben ist. Letzteres Maß beruht auf einer offenbar zu hoch gegriffenen Annahme über die Abflußmenge des größten Hochwassers. Der von Kostenecki bearbeitete Plan für den Ausbau der russischen Weichsel hat als Deichweite von der Sammündung bis zur Wjepzrmündung 775 m in Aussicht genommen, von da bis zur Pilicamündung 850 m, von da bis zur Narewmündung 895 m, von da bis zur preußischen Grenze 1065 m, während an der preußischen Weichselstrecke 1125 m als normale Deichweite gilt. Diese im Vergleich zu der Festsetzung des Protokolls von 1896 verhältnißmäßig kleinen Abmessungen dürften dem Bedürfnisse völlig genügen. Dagegen trifft die Voraussetzung des Kostenecki'schen Planes, daß der höchste Wasserstand 4,80 m über dem Mittelwasser anzunehmen sei, nach unseren Ermittlungen nicht zu, sondern übersteigt daselbe bis zu 5,26 m (vergl. S. 304). Die Deichkrone soll je nach den örtlichen Verhältnissen 3 bis 5 m Breite erhalten und 0,6 m über dem höchsten Wasserstand liegen. Mit Rücksicht auf den bei der Einschränkung des Hochwasserbettes entstehenden Stau würden also die Deichhöhen bei Warschau und weiter unterhalb mindestens 6,0 m über Mittelwasser betragen müssen.

Bei neuen Eindeichungen und Aenderungen an den vorhandenen Deichen werden die Pläne von den Beamten der Weichselstrominspektion bearbeitet und seitens der Staatsregierung Zuschüsse von jährlich etwa 20 000 Rubel gewährt, wogegen die beteiligten Niederungsbewohner jährlich im Durchschnitt 30 000 Rubel aufbringen. Die Instandhaltung und Vertheidigung der Deiche erfolgt auf Kosten der Niederungsbewohner unter Leitung der nach einem Statute vom 4. Mai 1833 eingerichteten Deichauschüsse. Da denselben keine technischen Berather zur Seite stehen und eine behördliche Aufsicht nicht stattfindet, so befinden sich die Deiche größtentheils in mangelhaftem Zustand, wie dies auf S. 272/4 für diejenigen an der Oberen Weichsel näher geschildert worden ist. Die meisten Niederungen haben überhaupt keine Eindeichung erhalten, abgesehen von dem breiten Stromthale zwischen Nowo-Aleksandrija und Warschau, in welchem das Ueberschwemmungsgebiet fast überall durch Deiche mehr oder weniger eingeschränkt wird. An einigen Stellen unterhalb der Pilicamündung liegen die beiderseitigen Deiche näher an einander, als nach dem Kostenecki'schen Plane zulässig wäre; gewöhnlich beträgt ihr Abstand indessen über 1,5 bis 2 km. Trotz dieser großen Deichweite hat das Vorland oft nur geringe Breite, und die Strömung drängt sich manchmal

so nahe an die Deichlinie heran, daß sie mit dem Reste des Vorlandes zugleich auch den Deich wegreißt.

a) Eindeichungen von Zawichost bis zur Pilicamündung.

Die erste große Eindeichung unterhalb Zawichost beginnt zur Rechten des Stromes gegenüber Solec und endigt oberhalb der Mündung des Chodelbaches, an welchem sich ein Rückstaudeich auf 3,7 km entlang zieht. Der ziemlich niedrige, zu steil geböschte Deich kann offenbar nicht gegen höchstes Hochwasser Schutz gewähren; vielfach liegt er, vom Strome aus gesehen, hinter Erlenwald versteckt. Gleich unterhalb befindet sich links ein kurzer Deich an der Lucyniamündung und ein Ringpolder bei Janowjec. Die bei Gura-Pulawska (gegenüber Nowo-Mel-sandrija) anfangende linksseitige Niederung, welche von der Eisenbahnlinie Zwan-gorod—Dombrowa quer durchschnitten wird, ist bis Smjerze-Gurke (7 km oberhalb der Radomkamündung) eingedeicht. An diesem Orte mündet die Zagodzanka durch einen Altlauf der Weichsel, der beiderseits mit Deichen versehen ist, so daß die rechts von ihm befindliche Niederungsfläche bei Piotrkowice einen Ringpolder bildet. Der Hauptdeich wurde früher fast alljährlich mehrfach durchbrochen, wobei noch 1886 der tiefgelegene Theil der Kreisstadt Rozjenice und 19 Dörfer unter Wasser geriethen. Neuerdings verstärkt und erhöht man ihn nach und nach auf 4 m Kronenbreite und 3 m Höhe über Ufergelände, das etwa 2,5 m über dem Mittelwasserspiegel liegt. An der rechten Seite unterhalb Nowo-Mel-sandrija bietet der hochwasserfreie Damm der nach Zwanigorod führenden Landstraße bis zum Wjeprz Schutz gegen das Hochwasser der Weichsel, soweit dasselbe nicht durch diesen Nebenfluß in die Niederung einstaut. Von Zwanigorod bis jenseits Stenzycza ist die rechtsseitige Niederung offen, sodann von Pawlowice bis Domaszew (gegenüber der Radomkamündung) durch mehrere nicht zusammenhängende, auch nicht völlig hochwasserfreie Deiche gegen kleinere Fluthen geschützt. Am bedeutendsten ist der Deichzug von der Okrzejka bis Domaszew, der zuletzt am Lacha-Nebenarme des Hauptstroms entlang führt. Die Mündungstrecke der Okrzejka durchfließt einen Altlauf der Weichsel, welcher die mit Ringdeich versehene Antoniowkämpfe abschneidet. Auch die von der Lacha gebildete große Insel mit dem Dorfe Bodwierzbyje und eine große zu diesem Orte gehörige Rampe sind mit Ringdeichen eingefast. Gegenüber dem Bodwierzbyjer Polder ist die fruchtbare Niederung bei Magnuszew mit einem hochwasserfreien Deiche versehen, der aber im Juni 1898 an mehreren Stellen durch Abbruch des Vorlandes beschädigt war und Lücken zeigte. Von Wilczkowice-Dolne bis zur Pilicamündung liegen am linken Ufer nur einige kleine Schutzdeiche zum Abhalten der Ueberströmung.

b) Eindeichungen von der Pilica bis zur Narewmündung.

Die Niederungen zu beiden Seiten des mit Rückstaudeichen eingefasteten Wilgabaches bei Wilga und Sobjenje haben nach den Verheerungen des Hochwassers von 1888 verstärkte Deiche erhalten, ferner der zu Sobjenje gehörige Werder einen Ringdeich. Auch hier hat die Strömung, wie bei der Bereisung im Juni 1898 zu beobachten war, an verschiedenen Stellen mit dem Vorlande

zugleich Theile der Schutzdämme abgebrochen. Weiter abwärts liegt nur noch bei Ostruwel ein Deich auf der rechten Seite, nämlich gegenüber Gura-Kalwarja. An der linken Seite unterhalb der Pilicamündung trennt das bei Gura-Kalwarja bis zum Strome vorspringende Hochufer zwei Niederungen ab: die kleinere bei Czerstk, deren obere Fläche durch einen Flügeldeich gegen Ueberströmung gesichert wird, und die weitaus größere bei Jeziora, welche bis Warschau reicht. Bis Wilanow ist das sehr fruchtbare, größtentheils von Bauern deutscher Abstammung bewirthschaftete Ackerland mit einem ziemlich gut in Stand gehaltenen Hochwasserdeiche geschützt. Die untere Niederung besteht aus verwässerten Wiesen. Der tiefgelegene, übrigens nur schmale Stadttheil von Warschau wird durch einen oberhalb der Jerusalemer Allee beginnenden, an der linksseitigen Rampe der Alexanderbrücke endigenden Deich, vor welchem eine Ladestraße am Strome entlang führt, gegen Ueberschwemmungen gesichert. Auch die Vorstadt Praga ist in gleicher Weise gegen Hochwasser geschützt durch den oberhalb bei Wawer beginnenden Deich, welcher am rechten Ufer eines die Saska-Kempe umschließenden Altlaufes entlang zieht, um die Weichselhochfluthen von der zum Narew entwässernden Bodensenke im Osten von Praga abzuhalten. Zwischen Warschau und der Narewmündung haben die tiefliegenden Niederungen so geringe Ausdehnung, daß sich nur bei Lomianki an der linken Seite ein Deichschutz als nothwendig erwiesen hat.

c) Eindeichungen von der Narewmündung bis zur Reichsgrenze.

Die gegenüber der Narewmündung gelegene linksseitige Niederung bei Kazun wird durch einen hochwasserfreien Straßendam, der zum sogenannten Brückenkopfe der Festung Nowo-Georgijewsk führt, und durch den anschließenden Flügeldeich bei Glusk geschützt. (In Friedenszeiten sind hier keine Schiffsbrücken vorhanden, wohl aber an mehreren Stellen Vorkehrungen, um solche rasch herzustellen zu können.) Weiter stromabwärts liegen auf der linken Seite bis zur Bzuramündung einige kurze Deichstücke, welche offenbar nur gegen sommerliche Anschwellungen Schutz gewähren. Dagegen ist die große Niederung, die unterhalb der Bzuramündung bei Suchodol beginnt, bis Wymysle-njemjeckje mit einem hohen, meist gut in Stand gehaltenen Deiche geschützt, der freilich bei der Vereisung im Juni 1898 an zwei Stellen in Folge von Uferabbrüchen durchrissen war. Die übrigen Niederungen an der linken und sämtliche Niederungen an der rechten Stromseite sind nicht eingedeicht, da sie größtentheils ziemlich geringen Umfang und theilweise auch keinen werthvollen Boden haben, also den kostspieligen Deichschutz nicht lohnen. Die Gehöfte in dem bei großem Hochwasser überschwemmten Gelände stehen gewöhnlich auf natürlichen oder künstlich hergestellten Erhöhungen, ähnlich den Wurthen in unseren Nordseemarschen. Die Gärten und Aecker in den fruchtbaren Niederungen zu beiden Seiten der Bzuramündung sind mit hohen, dichtgeflochtenen Flechtzäunen eingefaßt, welche die Durchströmung abschwächen.

3. Abflußhindernisse und Brückenanlagen.

Aus den früheren Darlegungen ergibt sich, daß die Gefahren der Sommerhochfluthen um so mehr zurücktreten, je weiter sich die Weichsel von ihrem Ur-

sprungsgebiete, dem Gebirge, entfernt. In gleichem Maße wachsen aber die verderblichen Eigenschaften der mit dem Eisgange verbundenen Hochwassererscheinungen des Frühjahrs. Wenn die Schmelzwasserfluthen ohne ungünstige Eisverhältnisse verlaufen, werden ihre Ueberschwemmungen gerne gesehen, weil sie die Niederungen mit fruchtbarem Schlick bedecken, ohne den Pflanzenwuchs zu schädigen, wogegen die sommerlichen Hochfluthen an der Mittleren Weichsel zuweilen durch Verschlammung und Wegschwemmen der Ernte erhebliche Nachtheile verursachen. Aber auch hier und namentlich an der Unteren Weichsel fürchtet man hauptsächlich die schweren Eisgänge der Schmelzwasserfluthen, welche durch ihre Eisverfetzungen und Seitenströmungen für die Uferländereien und die im Ueberschwemmungsgebiete befindlichen Bauanlagen oft schwere Schäden bringen.

Nur ausnahmsweise löst sich die Eisdecke in den unteren Stromstrecken früher als in den oberen. Gewöhnlich erfolgt der Ausbruch des Eises bei Warschau um 1 bis 2 Tage später als bei Zawichost, bei Wloclawek noch etwas später, manchmal annähernd gleichzeitig. Der Scheitel der den Eisausbruch verursachenden Fluthwelle, welche übrigens nicht immer die Höchststände erzeugt, schreitet in der Regel langsamer voran als die Lösung der Eisdecke. Am gefährlichsten liegen die Verhältnisse, falls in den unteren Strecken durch strengen Frost der Ausbruch des Eises länger als gewöhnlich verzögert wird und erst dann erfolgt, wenn mit der Hauptfluthwelle zugleich der Eisgang von oben kommt. In manchen Jahren brach das Eis bei Warschau auf, als noch -15° Kälte herrschte und die Eisstärke 0,7 m betrug. Am übelsten berüchtigt ist das Jahr 1888, in welchem der Eisausbruch bei Warschau um zwei, bei Wloclawek um vier Tage später als bei Zawichost stattfand, der Eisgang aber bei Warschau um fünf, bei Wloclawek um acht Tage später als dort endigte (bei Warschau: Eisausbruch 14. März, Höchststand 23. März, Ende des Eisgangs 28. März).

Die bei diesem Eisgange an der ganzen russischen Weichsel entstandenen großen Schäden gaben Veranlassung zu einer Untersuchung über die Ursachen der Eisverfetzungen, welche hauptsächlich die Hochwassergefahren hervorgerufen hatten. Ueber das Ergebniß enthalten die „Protokolle des 1. Kongresses russischer Wasserstraßen-Interessenten“ (St. Petersburg 1894) einige Mittheilungen, aus denen hervorgeht, daß hauptsächlich der völlig verwilderte Zustand des Strombettes, die Spaltungen der Strömung in zahlreiche schmale, flache und übermäßig gekrümmte Rinnen, die hohen Mittellände und Inseln, sowie die einen geregelten Abfluß verhindernde Beschaffenheit des Hochwasserbettes als Ursachen anzusehen sind. Der Kongreß befürwortete bei dem Ministerium der Wegeverbindungen eine Fortsetzung jener Untersuchung, um die zur Bekämpfung der Eisgefahren erforderlichen Maßnahmen im Einzelnen besser beurtheilen zu können, sowie die Errichtung eines Mineurkommandos zur Vornahme von Eisprengungen, dessen Mannschaften im Sommer als Stromaufseher Verwendung finden sollten. Als wirksamstes Mittel, den gefahrbringenden Eisverfetzungen vorzubeugen und ihre Nachtheile abzuwenden, wurde die Regulirung des Strombettes und des Hochwasserbettes der Weichsel bezeichnet.

Nachdem wir die gegenwärtigen Zustände des Strombettes und der Eindeichungen, deren planmäßige Umgestaltung jener Kongreß gleichfalls empfohlen

hat, bereits betrachtet haben, sollen hier noch einige Angaben über die Brückenanlagen folgen. Die an der russischen Weichsel befindlichen festen Brücken bei Zwangorod und Warschau haben öfters zur Ausbildung von Eisversezungen beigetragen, woran jedoch wohl hauptsächlich die verwilderte Beschaffenheit des Stromlaufs Schuld trägt. Für das eisfreie Hochwasser scheinen ihre Fluthquerschnitte ausreichend groß bemessen zu sein. Vermuthlich würden sie auch für die glatte Abführung des Eisganges genügen, wenn das Strombett dieselbe nicht zu sehr behinderte. Sobald die Eismassen auf den Sandablagerungen an der Warschauer Straßenbrücke ins Stocken gerathen, weicht bei 4,3 m a. P. Warschau die Strömung oberhalb der Stadt rechts über eine Ufersenke aus und nimmt ihren Weg durch einen die Saska-Kempa umziehenden alten Stromarm. Durch den ihr folgenden Eisgang werden dann zuweilen die in seiner Mündungsflechte bei Praga überwinternden Schiffe beschädigt. Meist lösen sich diese Versezungen nach kurzer Zeit; im März 1888 hielt aber die Eisstopfung sechs Tage lang an und staute das Wasser auf eine dem Wasserstande 6,1 m a. P. Warschau entsprechende Höhe, d. h. um 65 cm. Durch die neuerdings ausgeführten Strombauten sind die mißlichen Verhältnisse oberhalb der beiden Warschauer Brücken vielleicht etwas verbessert, aber keineswegs beseitigt.

Auch bei der Zwangoroder Brücke hat nicht etwa ungenügende Größe des freien Durchflußquerschnitts den im Juni 1884 erfolgten Einsturz verursacht, sondern dieser Unfall war eine Folge des unglücklichen Umstandes, daß ein großes Sommerhochwasser eintrat, noch bevor die Oeffnungen der nahezu fertiggestellten Brückenanlage von den Baugerüsten befreit werden konnten. Alle drei Brücken sind vorsichtig angelegt mit Einzellichtweiten von 61 bis 85 m, sicher gegründeten und gegen den Eisstoß widerstandsfähigen Pfeilern. — Die Eisenbahnbrücke bei Zwangorod hat fünf Oeffnungen mit zusammen 425 m Lichtweite, steinerne Pfeiler und eisernen Ueberbau, dessen Unterkante etwa 2 m über dem höchsten Hochwasserspiegel liegt. Neben dem Eisenbahngleise der Linie Zwangorod—Dombrowa führt eine Fahrstraße über die Brücke. In der linksseitigen Niederung ist der Eisenbahndamm bei Sjeczechow mit einer Fluthbrücke von 32 m Lichtweite unterbrochen, durch welche das bei Deichbrüchen oberhalb eingeströmte Stauwasser Abfluß finden kann. — Die Straßenbrücke zwischen Warschau und Praga (Alexanderbrücke) hat sechs Oeffnungen mit zusammen 403 m Lichtweite, steinerne Pfeiler und eisernen Ueberbau. Die 1,52 km weiter stromabwärts bei der Zitadelle über den Strom führende Brücke der Warschau—Pragaer Verbindungsbahn hat bei gleicher Bauart sieben Oeffnungen mit 430 m Lichtweite. Eine dritte Brücke soll 1,85 km oberhalb der Alexanderbrücke im Zuge der Jerusalemer Allee von Warschau nach der Saska-Kempa angelegt werden. — Außer diesen festen Brücken führt bei Plock eine 750 m und bei Wloclawek eine 680 m lange Schiffbrücke über die Weichsel; ihre hölzernen Prahme werden gewöhnlich Anfangs November abgefahren und gegen Ende März oder Anfangs April wieder eingefahren; nur selten nöthigen auch ungewöhnlich große Sommerhochfluthen zur Unterbrechung des Straßenverkehrs. Im Uebrigen ist die Verbindung zwischen den beiden Ufern der Weichsel auf Prahm- und Rahnfähren angewiesen.

Die Straßenbrücke bei Warschau hat eine lange Leidensgeschichte. Nach Stuckenberg's „Hydrographie des Russischen Reichs“ wurde die älteste Brückenanlage im sechzehnten Jahrhundert unter dem polnischen Könige Sigmund August begonnen und von seiner Schwester Anna vollendet, aber schon 1603 durch schweren Eisgang wieder zerstört. Lange Zeit behalf man sich nun mit Schiffbrücken, welche bei den häufigen kriegerischen Wirren mehrfach vernichtet worden sind. Nach der verlorenen Schlacht bei Praga wurde sie 1656 von den flüchtenden Polen verbrannt, 1794 bei der Erstürmung von Praga durch die Russen in Grund geschossen, 1806 zur Deckung des russischen Rückzugs abermals verbrannt. Bei der Belagerung von Warschau im Jahre 1831 war die Schiffbrücke von russischen Brandern bedroht, blieb aber erhalten. Nach Niederwerfung des letzten polnischen Aufstandes, als der Rest des ehemaligen Königreichs Polen in ein russisches Generalgouvernement umgewandelt ward, ist 1865 die bisherige mangelhafte Verbindung durch eine feste, nach dem Kaiser Alexander benannte Straßenbrücke ersetzt worden. — Die unterhalb gelegene, 1876 dem Verkehr übergebene Eisenbahnbrücke dient zur Ueberführung der Verbindungsbahn zwischen dem Warschauer Hauptbahnhofe und den in Praga liegenden Bahnhöfen der sogenannten Weichselbahn und der nach den russischen Hauptstädten St. Petersburg und Moskau führenden Bahnlinsen.

4. Schifffahrtverhältnisse.

Von der früheren Bedeutung der Weichselschifffahrt war schon auf S. 248 die Rede. Auch an der russischen Weichsel sieht man Spuren ihrer ehemaligen Blüthe, welche wohl mehr durch die Zollschranken, die Verbesserung der Straßen und den Aufschwung des Eisenbahnverkehrs gelitten hat als durch die mangelhafte Schifffbarkeit des Stromes, die früher schwerlich besser als jetzt war. Solche Spuren zeigen die Ruinen der mittelalterlichen Getreidespeicher bei Kasimierz, deren hohe Giebel den Sturm der Jahrhunderte überdauert haben, und die theilweise aus der gothischen Zeit stammenden Speicher in Wloclawek.

Zimmerhin dient der Strom in Rußland auch jetzt noch einem nicht unbedeutenden Schiffsverkehr, der weit größere Bedeutung besitzt als die Schifffahrt auf der österreichisch-russischen Grenzstrecke. Da die Weichselbahn nur zwischen Praga (Warschau) und Zwangorod in geringem Abstände vom Stromthale liegt, so ist die Verbindung der Weichselortschaften unter einander und mit Warschau vorzugsweise auf die Schifffahrt angewiesen. Deshalb besteht auf der russischen Weichsel von Sandomierz bis über die deutsche Reichsgrenze hinaus ein ziemlich lebhafter Dampferverkehr mit Personen- und (nebenbei auch) Güterbeförderung. Zwischen Sandomierz und Warschau fährt täglich ein Dampfer in jeder Richtung; zwischen Warschau und Wloclawek fahren täglich je drei, zwischen Wloclawek und Thorn täglich je ein Dampfer, außerdem zwischen Warschau und Pultusk (am Narew) ein Dampfer dreimal wöchentlich hin und zurück. Im Hochsommer bei niedrigen Wasserständen kann man die Fahrzeiten nicht einhalten; die Zahl der Reisen vermindert sich, ihrer längeren Dauer entsprechend, oder die Fahrten werden ganz unterbrochen. Bei der im Juni 1898 vorgenommenen Vereisung, welche von Sandomierz bis Gschocinek $3\frac{1}{2}$ Tage erforderte mit Uebernachtungen

in Nowo-Aleksandrija, Warschau und Plock, betrug die thatsächlich gebrauchte, mit den Fahrplänen ziemlich gut übereinstimmende Fahrzeit auf der Mittleren Weichsel (oberhalb von Warschau) durchschnittlich 12,1 km, auf der Unteren Weichsel (unterhalb von Warschau) 15,4 km in der Stunde bei Wasserständen, welche 0,3 m über bis 0,1 m unter Mittelwasser lagen. Für die Bergfahrt sehen die Fahrpläne eine um $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ längere Dauer vor. Die kleinen Raddampfer mit 0,5 m Tiefgang, meist von deutschen Werften gebaut und in Warschau heimathberechtigt, laufen recht gut und werden sehr geschickt geführt. Trotz des äußerst schwierigen Fahrwassers kamen wir nur an einer einzigen Stelle, wo fast die ganze Strombreite durch Flöße versperret war, zum Aufsitzen, obgleich die Dampfer oft an unvorbereiteten Stellen des Ufers anlegen müssen.

Bei dieser Bereisung wurden in der obersten Strecke fast gar keine Fahrzeuge angetroffen. Von Juzesow ab überholten wir ziemlich viele Pletten und einige mit der Strömung zu Thal gehende Barken, bei denen durch je zwei am Vordertheil angebrachte Riemen die Fahrgeschwindigkeit vergrößert wurde, mit Holz und Steinen beladen. Die bei gutem Nordwind unter Segel zu Berg gehenden Barken waren meist leer, theilweise mit Brennholz beladen. Unterhalb Warschau gingen fast alle Schiffe, meistens Berlinken und Barken, aber auch viele Pletten, unter Segel zu Berg. Die größeren Fahrzeuge waren mit Stückgütern, schwedischen Granitpflastersteinen und mit den am Weichselufer gewonnenen Feldsteinen (nordischen Geschieben) beladen, die Pletten hauptsächlich mit Brennholz. Außer den Tourdampfern begegnete uns nur ein Dampfboot, das vier mit Brettern beladene Barken von Warschau zu Berg schleppte. Ein zweiter Schleppdampfer lag in dem kleinen Hafen der Leonow'schen Zuckerfabrik bei Dunini. Nur an den Kalksteinbrüchen bei Pjetrowin, bei Warschau, Wloclawek und an der Zollabfertigungsstelle Mieszawa befanden sich einige Duzend Schiffe, im Löschen und Laden begriffen. Nach Angabe der Schiffsführer waren die meisten Fahrzeuge auf der Rückfahrt ihrer ersten Reise, die sie nach dem Frühjahrshochwasser von den oberhalb gelegenen Plätzen zu Thal angetreten hatten.

Die Pletten (Galeeren) stammen hauptsächlich von der Oberen Weichsel und vom San; bevor sie auseinander genommen und als Holz verkauft werden, machen sie meist noch mehrere kleine Reisen ober- und unterhalb von Warschau. Als Segelfähne dienen auf der Mittleren Weichsel namentlich die nach Art unserer Zillen gebauten Barken, auf der Unteren Weichsel vorzugsweise die den Ockerfähen ähnlichen Berlinken, welche bis zu 45 m Länge, 7 m Breite und bei voller Ladung von 120 t über 1 m Tiefgang haben. Außer diesen in Warschau, Plock und Wloclawek gebauten hölzernen Rähnen finden sich noch eiserne Deckfähe mit stumpfen Spizen und flachem Boden, sogenannte Gabaren, welche eine in Warschau befindliche Schiffswerft liefert. Einausführlicher, in den „Protokollen des 2. Kongresses russischer Wasserstraßen-Interessenten“ (St. Petersburg 1895) abgedruckter Vortrag beziffert die Zahl der Fahrzeuge, welche 1893/94 in der russischen Weichsel überwintert haben, auf 32 Privatdampfer, 166 Berlinken, Barken und Gabaren, 163 Galeeren und Krypten (Pletten mit Oberdeck), ferner 12 der Militär- und Strombauverwaltung gehörige Dampfer, 7 schwimmende Krähne und einen Dampfbagger.

Aus den Angaben des „Statistischen Sammelwerks des Ministeriums der Begeverbindungen“ (Bd. 43/44, St. Petersburg 1896) geht hervor, daß während des Jahres 1890/94 durchschnittlich im Jahre von Zawichost 370 Schiffe ohne Dampfbetrieb zu Thal gefahren und in der Mittleren Weichsel bis Warschau 200 Schiffe hinzugekommen sind. Hiervon fuhren etwa 300 durch bis zur deutschen Reichsgrenze. Von Warschau gingen dorthin 430, aus dem Narew außerdem 180 Schiffe, so daß 910 Fahrzeuge ohne Dampfbetrieb bei Njeszawa zum Ausgang nach Deutschland abgefertigt wurden. Auf der Bergfahrt gingen gleichzeitig 930 Schiffe über die deutsch-russische Reichsgrenze, hiervon 195 in den Narew, 435 nach Warschau und 300 weiter stromaufwärts. Bei Zawichost fuhren 310 Schiffe zu Berg über die österreichisch-russische Grenze. Die 910 bei Njeszawa zum Ausgang abgefertigten Fahrzeuge hatten 76 200 t Ladung (im Mittel 84 t), die 930 eingegangenen Schiffe 30 600 t (im Mittel 33 t). Der Werth der Ausfuhrsgüter wird auf 2,16, der Einfuhrsgüter auf 1,99 Millionen Rubel angegeben. Die Zahl der angekommenen und abgegangenen Dampfer hat jährlich betragen: bei Zawichost 250, bei Warschau von und nach der Mittleren Weichsel 710, von und nach der Unteren Weichsel und dem Narew 2300, bei Wloclawek 840.

In den Jahren 1880/94 hatte die Weichsel bei Sandomjers in der Zeit vom 1. November bis 6. Dezember (nach unserem Kalender), bei Nowo-Aleksandrija vom 3. November bis 20. Dezember, bei Warschau vom 3. November bis 18. Dezember, bei Wloclawek vom 4. November bis 18. Dezember die ersten Grundeisbildungen. Sie wurde eisfrei: ausnahmsweise schon Ende Januar, mehrfach in der zweiten Hälfte des Februar, gewöhnlich im Laufe des März, spätestens am 5. April. Durchschnittlich betrug die Zeit vom letzten bis zum ersten Eistreiben bei Sandomjers 253, bei Nowo-Aleksandrija 252, bei Warschau 251 und bei Wloclawek 252 Tage. Die Schifffahrt kann indessen wegen des Hochwassers nicht sofort nach dem Eisgange beginnen und hört, der Vorsicht wegen, schon vor den ersten Grundeisbildungen auf, gewöhnlich schon gegen Mitte November, während sie meistens erst im Anfang April wieder eröffnet wird. Von der durchschnittlich etwa 230 Tage dauernden Schifffahrtszeit gehen allerdings in trockenen Jahren nicht wenige Tage verloren, weil bei sehr niedrigen Wasserständen der Verkehr, mindestens auf der Mittleren Weichsel, vollkommen stockt. Schon wenn der Wasserstand auf 0,4 bis 0,5 m unter Mittelwasser sinkt, können oberhalb Warschau beladene Rähne nicht mehr fahren; bei den um mehr als 0,6 m unter Mittelwasser sinkenden Wasserständen finden sie auch unterhalb der Narewmündung zu große Schwierigkeiten. Die mangelhafte Tiefe, geringe Breite und gewundene Form der Fahrrinne beeinträchtigt alsdann sogar für leergehende Schiffe mit sehr kleiner Tauchung den Verkehr, weil wegen der hohen Mittellände vielfach kein Ausweichen stattfinden kann und ein zum Leichtern gezwungener Rahn oft viele Stunden lang die Fahrt versperrt.

Anlagestellen mit Einrichtungen für den Löß- und Ladeverkehr befinden sich nur bei Warschau und Njeszawa. Bei Njeszawa besteht seit 1894 eine theilweise mit Raimauer eingefasste Landestelle zum Anlegen von sieben bis acht Rähnen, wird aber bloß zur Zollabfertigung benutzt, für deren Zweck ein Sand-

frahn und Revisionschuppen dienen. Bei Warschau liegen unterhalb der Alexanderbrücke nothdürftig ausgestattete Landeplätze für die ziemlich lebhafte Dampfschiffahrt, oberhalb der Brücke eine Ladestraße für Rähne und Frachtdampfer, welche gegen den Strom durch verrottete Bohlwerke oder gar nicht befestigt ist. Nur unmittelbar neben der Brücke bemerkt man die schwachen Anfänge einer Raimauer, deren Weiterbau die für eine Großstadt absonderlichen Anlandungsverhältnisse mit der Zeit vielleicht verbessern mag. Auf der Ladestraße lagern die von den Rähnen angelieferten Güter, hauptsächlich Mauer- und Kalkbruchsteine, Gyps, Pflastersteine u. s. w. Der für Kaufmannsgüter bestimmte Schuppen mit zwei Handfrähen ist gewöhnlich vom Dampferverkehr in Beschlag genommen, so daß die Segelfähne oft wochenlang warten müssen. Bei diesen kümmerlichen Zuständen braucht man nicht zu staunen, daß die lebhafte Bau- thätigkeit der im raschen Aufblühen begriffenen Stadt Warschau ihren Bedarf an Baustoffen, vom Floßholz und Mauer- und Kalksand abgesehen, zum weitaus größten Theile nicht auf dem Wasserwege, sondern mit der Eisenbahn bezieht. Deshalb zeigen die Ufer der russischen Weichsel auch nur ganz vereinzelt gewerbliche Anlagen, hier und da eine Dampfschneidemühle, die Kalksteinbrüche bei Pjetrowin, die Geschiebegruben an der Unteren Weichsel, aber z. B. fast keine Ziegeleien, obgleich es für solche an Rohstoff nicht fehlt — die Großstadt versorgt sich mit Mauerziegeln aus den Ringöfen an der nach Skjernewice führenden Eisenbahnlinie.

Bei den übrigen Weichselorten beschränkt sich im günstigsten Falle die Landevorrichtung auf einen Prähm zum Anlegen der Personendampfer. Meistens fehlt auch dieser oder ist durch einen vorgelagerten Sand unzugänglich, so daß die Verbindung zwischen Schiff und Land weiter unter- oder oberhalb an einer Stelle erfolgen muß, wo die Fahrwinne sich zufällig dem Ufer nähert. Gewöhnlich werden die Reisenden an völlig unvorbereiteten Plätzen aufgenommen oder abgesetzt, häufig auch an solchen, die nach den Fahrplänen überhaupt keine Haltestellen sind, wenn der Dampfer nur irgend die erforderliche Tiefe findet, um eine Planke zum Ufer auslegen zu können. Eine rühmliche Ausnahme macht die in ganzer Länge abgepflasterte Ladestraße des hochwasserfrei dicht am Strome liegenden Städtchens Wloclawek.

Obgleich meistens für die Erleichterung des Löß- und Ladeverkehrs fast nichts geschehen ist, erheben die Verwaltungsbehörden der größtentheils unbedeutenden und ärmlichen Weichselstädte (außer dem großstädtischen Warschau macht nur Plock und allenfalls Wloclawek einen wohllichen Eindruck) doch recht erhebliche Geldbeträge für Erlaubnißkarten zur Benutzung der sogenannten Anlegestellen. Hierdurch und durch andere Nebenkosten, z. B. die kostspieligen, jährlich zu erneuernden Gewerbebescheine für den Schiffseigenthümer und seine Bediensteten, wird der ohnehin schwierige und theuere Schiffsverkehr übermäßig erschwert und vertheuert, wenn auch nach dem Buchstaben der noch gültigen polnischen Gesetze keine Abgaben vom Schiffsverkehre erhoben werden dürfen. Zu jenen Nebenkosten gehören die Gebühren für das Durchfahren der Schiffbrücken bei Plock und Wloclawek, sowie für die Benutzung der Mastenfrähne unterhalb der Eisenbahnbrücken bei Zwangorod und Warschau. Oberhalb der Zwangoroder Eisenbahn- und der Warschauer Straßenbrücke sind keine

Maftenkrahne aufgestellt; vielmehr helfen sich hier je drei Schiffe gegenseitig beim Umlegen und Wiederaufrichten der Masten, wobei sie längere Zeit die Fahr-
rinne sperren.

Sehr lästig für die Schifffahrt ist ferner der Umstand, daß nirgends an der russischen Weichsel ein zur sicheren Bergung von Rähnen geeigneter öffentlicher Winterhafen vorhanden ist. Für die Fahrzeuge der Militär- und Strombauverwaltung, sowie zum Bergen der Schiffbrückenprähme befinden sich zweckmäßig angelegte, durch gut befestigte Deiche geschützte Sicherheitshäfen bei Nowo-Georgijewsk, Plock und Wloclawek, für die beiden Dampfer und die zum Rüben-transport dienenden Gabaren der Leonow'schen Zuckerfabrik ein kleiner Privathafen bei Dunini. Die übrigen Schiffe müssen in den Mündungen von Nebenflüssen, in Altläufen oder Seitenarmen des Hauptstroms, wo sie einigermaßen gegen den Eisgang geschützt sind, Unterkunft suchen. Am meisten hierzu benutzt werden: der linksseitige Altlauf bei Sandomjers, die Wilanowkamündung und ein Altlauf neben der Czerniakowstraße oberhalb Warschau, die vom Ueberreste eines Seitenarms gebildete Schlenke bei Praga, sowie die Zglowionezka-mündung bei Wloclawek. Alle diese Unterkunftsplätze bieten aber nur Schutz, wenn der Eisgang bei minder hohen Wasserständen erfolgt. Kommt er mit dem Hochwasser, oder wird durch eine Eisverfetzung unterhalb die Strömung mit dem Eisgang seitlich abgelenkt, so treten häufig arge Beschädigungen der überwinternden Schiffe ein. Beispielsweise wurden vom Märzhochwasser 1888 bei Nowo-Aleksandrija zwei Dampfer stark beschädigt, bei Wloclawek drei Dampfer und fünfzehn Verlinken fortgerissen und allenthalben Verluste im Betrage vieler Tausende von Rubeln angerichtet.

5. Flößerei.

Weit größere Bedeutung als die Schifffahrt hat auf der russischen Weichsel die Flößerei. Der große Strom bildet die Hauptader eines gewaltigen Holzverkehrs aus seinem gesamten Stromgebiete und den östlichen Nachbargebieten, der den deutschen Markt mit Bau- und Nutzholz versorgt und noch einen Ueber-
schuß für die Ausfuhr aus den deutschen Hafenplätzen liefert. Galizien sendet Rundkiefen, Rundfichten, Kieferne und fichtene Mauerlatten, Schiffsplanen und Kieferne Schwellen; an Güte stehen sie meist den aus Russisch-Polen und Rußland kommenden Hölzern nach. Die südlichen und westlichen Gouvernements von Russisch-Polen (Kjelce, Radom, Lublin, Sjedlce, Warschau) versorgen den Verkehr mit verschiedenartigem Bau- und Nutzholz von mittlerer Beschaffenheit. Aus dem Gouvernement Plock kommen nur wenige Traften geringwerthiger Rundkiefen und Kieferner Schwellen. Die Gouvernements Lomza und Suwalki nebst dem preußischen Bisselgebiet liefern gute Rundkiefen, Rundfichten, etwas Laubholz und Kieferne Mauerlatten. Aus den westrussischen Gouvernements (Wolynien, Grodno, Minsk, Wilna) und denen des inneren Rußlands (z. B. Smolensk) stammen, mit Ausnahme der Kiefen, die meisten und werthvollsten Flößhölzer. Um einen Begriff von der Art und dem Umfange des Holzverkehrs zu geben, sei erwähnt, daß die 1756 Traften, welche im Jahre 1897 unsere Reichsgrenze bei Schillno überschritten, enthalten haben:

516 794 Rundkiefern	28 460 eichene Schiffsplanen	313 522 eichene Speichen
636 462 kieferne Balken	6 914 Rundleichen	159 464 Rundelfen
und Mauerlatten	14 136 eichene Kreuzhölzer	10 404 Eschen
597 681 kieferne Sleepers	191 285 eichene Rundflöße	1 680 Weißbuchen
1 555 359 kieferne Schwellen	361 310 eichene Schwellen	2 303 Birken
47 579 Rundfichten	47 412 eichene Halbbrundschwellen	1 327 Rüstern
16 043 fichtene Balken	568 698 eichene Stäbe	1 003 Espen, ferner
und Mauerlatten	17 450 eichene Grubenhölzer	haselne Bandstöcke u. s. w.

Von jenen 1756 Traften kamen etwa 200 aus Galizien (namentlich aus dem Dunajec und San, ein kleiner Theil aus dem oberen Bug), ferner etwa 850 aus Russisch-Polen und über 700 aus Westrußland. Die Hölzer aus den südwestpolnischen Gouvernements Kielce und Radom werden meistens auf der Nida, Kamjenna, Ilza, Radomka und Pilica in die Weichsel geführt, diejenigen aus den Gouvernements Lublin und Siedlee auf dem Wjecz in die Weichsel oder auf dem Bug und seinen Nebenflüssen in den Narew. Das aus den Gouvernements Warschau und Plock kommende Floßholz wird meist an der Weichsel selbst verbunden. Die Gouvernements Lomza und Suwalki benutzen den Narew als Wasserstraße, theilweise auch den Augustowskikanal und die Bjebrza. Ebenfalls auf diesem Wege geht ein kleiner Theil der Holzausfuhr aus den Gouvernements Grodno, Wilna und Minsk vom Njemen in die Weichsel über. Das Gouvernement Grodno versendet ferner sein Holz durch die Lesna und den Nurzec (über den Bug) und aus dem oberen Narewgebiete über den Narew in den Hauptstrom. Der größte Theil des westrussischen Floßverkehrs kommt jedoch aus dem Polesje (Gouvernements Wolynien und Minsk) über den Prypet, Dnjepr-Bug-Kanal und Muchawjec in den unteren Bug, der bei Brest-Litowsk außerdem noch das mit der Eisenbahn aus den litauischen und inner-russischen Gouvernements angefahrne Holz empfängt, das in Brest zu Flößen verbunden wird.

Von den im Polesje und in anderen Gouvernements befindlichen Holzablagen, auf denen das Holz floßgerecht bearbeitet wird, liegen die meisten nicht an den als Zubringer dienenden Flüssen selbst, sondern an kleineren Seitengewässern und Gräben, welche das größtentheils unwegsame Waldland durchschneiden. In Folge der weichen Beschaffenheit des Bodens kann das Holz bloß im Winter bei ziemlich starkem Frost nach den Ablagen gebracht werden, von denen es dann mit dem Schneeschmelzwasser in einzelnen Stämmen oder in kleinen Tafeln nach den größeren Flüssen und auf denselben in Traften weiter geht. Bei der Beschreibung des Dnjepr-Bug-Kanals, des Augustowskikanals, des Bug und Narew, des Wjecz und der Pilica und in den Gebietsbeschreibungen, welche die übrigen flößbaren Flüsse auführen, wird der Weg im Einzelnen bezeichnet, den der Floßverkehr bis zur Weichsel benutzt. Wir sehen dort, daß von Bjebrze (am unteren Narew) ab, wo die hauptsächlich aus Westrußland stammenden Flöße des Bug mit den Narewflößen zusammentreffen, nach der Flößereiordnung*) dieselben bedeutenden Abmessungen für die Holztraften gestattet sind,

*) „Bestimmungen über die Verbindung von Holz zu Traften und Verflößung derselben auf den Flüssen des Weichselstromgebiets“. (In russischer und deutscher Sprache. Warschau 1898.)

welche auf der Unteren Weichsel als zulässig gelten: 25,6 m Breite und 139 m Länge. Auf der Mittleren Weichsel von Zawichost bis zur Narewmündung dürfen die Traften bei hohen Wasserständen gleiche Abmessungen besitzen, bei gewöhnlichen Wasserständen aber nur die halbe Breite (12,8 m). Auf der weit besser schiffbaren preussischen Weichsel wird das Floßholz zu noch größeren Traften verbunden, die manchmal 30 m Breite und 200 m Länge erhalten; als Durchschnittsmaß kann man 15 m Breite und 150 m Länge annehmen.

Wie die auf S. 266 u. 324 erwähnte russische Statistik angiebt, sind in den Jahren 1890/94 durchschnittlich 1680 Floßholztraften über unsere Reichsgrenze gegangen, hiervon 1460 mit russischem und 220 mit österreichischem Holz. Der Werth dieses Ausgangsverkehrs wird auf 8,53 Millionen Rubel im Jahre beziffert. Die vom deutschen Grenzzollamt geführte Statistik giebt den Eingangsverkehr folgendermaßen an:

Im Jahre	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897
Traften	2300	1233	1918	1769	1323	1270	1654	1756

Im Jahrfünft 1890/94 wurden demnach durchschnittlich 1709 Traften bei Schillno abgefertigt, was annähernd mit den russischen Mittheilungen übereinstimmt. Zum Vergleiche mit der im Bd. IV, 2. Abth. 1. Kap. mitgetheilten Statistik sei noch bemerkt, daß in den Jahren 1892/96 durchschnittlich 1587 Traften über die deutsche Zollgrenze gegangen sind, deren Rauminhalt 1 224 344 Festmeter betragen hat. Durchschnittlich enthielt also eine Trast 771 Festmeter, d. h. etwa 463 t. Wegen des Zollstreites war der Verkehr in diesem Jahrfünft schwächer als gewöhnlich. Im großen Durchschnitt wird man die Holzeinfuhr auf etwa 1,3 Millionen Festmeter oder rund 800 000 t annehmen dürfen.

Aus der russischen Statistik geht hervor, daß 1890/94 von 1680 Traften im Jahre durchschnittlich 240 über die österreichisch-russische Grenze gekommen sind (aus den galizischen Flüssen und aus der russischen Nida). In der Mittleren Weichsel vergrößerte sich der Durchgangsverkehr um etwa 260 Traften (aus dem Wjeprz, der Pilica und den übrigen Nebenflüssen), in der Unteren Weichsel um etwa 1180 Traften (fast ausschließlich aus dem Narew und Bug). Hierzu kommt dann noch der freilich weitaus geringere Floßholzverkehr zwischen russischen Plätzen; beispielsweise hat die Stadt Warschau in jenen Jahren durchschnittlich 70 Traften Floßholz von der Mittleren Weichsel empfangen.

Da die Flöße ihre weiten Reisen nur sehr langsam zurücklegen können, besonders wenn das Hochwasser im Frühling rasch verläuft, so treffen die meisten Traften erst vom Anfang des Sommers bis in den Herbst hinein an unserer Reichsgrenze ein. Bei der zu Mitte Juni 1898 ausgeführten Vereisung der russischen Weichsel wurden auf der obersten Strecke (Sandomierz—Juzefow) nur wenige Flöße überholt, da das galizische Holz bereits weiter geschwommen war. Von Juzefow bis nach Gjechocinek, also auf dem beiweitem größten Theile des Stromlaufs, fanden sich dagegen allenthalben zahlreiche Traften, meist kolonnenweise, zuweilen quer über das Strombett vertheilt, um durch Säubern die Fahrwinne zu vertiefen. Obgleich nahezu Mittelwasser herrschte, saßen an vielen Stellen die Flöße fest und mußten durch die im seichten Wasser stehenden Flissaken flottgemacht werden.