

1. Abtheilung. 5. Kapitel.

Gewässernek und Flußgerinne.

I. Vorbemerkungen.

Das erste Kapitel unseres Werkes hat die Lage und Gliederung der betrachteten Stromgebiete übersichtlich dargestellt. Das zweite Kapitel giebt einen Ueberblick, welche Niederschlagsmengen in den einzelnen Theilen und unter welchen Bedingungen sie fallen. Das dritte und vierte Kapitel schildern die Bodengestalt und die Bodenbeschaffenheit, die Anbauverhältnisse und die Bewaldung, also die Verhältnisse, die nächst den klimatischen auf den Abflußvorgang der Wasserläufe einwirken. Bevor wir den Abflußvorgang der drei östlichen Ströme im Zusammenhang betrachten, ist noch ein Blick auf ihr Gewässernek und ihre Flußgerinne erforderlich.

Denn von wesentlicher Bedeutung für das Verhalten der Ströme erscheint die Art und Reihenfolge, in der die Abflußmengen der Seitengewässer sich vereinigen, nicht minder auch die Gestaltung der Flußgerinne im weiteren Sinne dieses Wortes, da Form und Beschaffenheit des Bettes und des Thales vielfach beschleunigend oder verzögernd auf den Abfluß einwirken. Hier besteht eine innige Wechselwirkung, weil das fließende Wasser größtentheils die jezige Gestalt der Gerinne selbst geschaffen hat. Zum anderen Theile hängt diese Gestaltung von Vorbedingungen ab, auf die das fließende Wasser der Jetztzeit keine ändernden Eingriffe auszuüben vermag, nämlich überall dort, wo Ströme und Flüsse vorzeitlichen Thalzügen folgen. Schließlich hat auch die Menschenhand umgestaltend in die natürlichen Verhältnisse der Gerinne und des Abflußvorganges eingegriffen, wie das letzte, der Wasserwirthschaft gewidmete Kapitel lehrt.

Die Einzeldarstellungen des Gewässernekes, die in den Gebietsbeschreibungen unseres Werkes mitgetheilt sind, und die in den Flußbeschreibungen mitgetheilten Einzeldarstellungen der Flußgerinne beruhen auf den Grundsätzen, die im Oderwerke (Bd. I S. 129/174) eingehende Erörterung gefunden haben und daher hier nicht wiederholt zu werden brauchen. Vielmehr soll das vorliegende Kapitel in dem dort erörterten Sinne eine kurz gefaßte Uebersicht über die für den Abflußvorgang besonders wichtigen Eigenthümlichkeiten der drei östlichen Ströme und ihres Gewässernekes geben. Alles Nähere, so weit überhaupt genaue Angaben zu beschaffen waren, enthalten jene Einzeldarstellungen.

Als Grundlage für die Schilderung des Gewässernetzes haben die auf S. 111 genannten amtlichen Karten gedient. Während zur allgemeinen Betrachtung der orographischen, hydrographischen, Höhen-, geologischen, Niederschlags- und Bewaldungsverhältnisse für die Gesamtläche der drei Stromgebiete Karten im Maßstabe 1 : 1 500 000 entworfen und als Bl. 1 bis 10 unserem Werke beigegeben worden sind, konnten die den Einzeldarstellungen entsprechenden Karten größeren Maßstabs (1 : 600 000) mit Eintragung aller im Werke erwähnten Wasserläufe und Seen nur für die preußische Gebietsfläche (Bl. 15 bis 17) gezeichnet werden, weil die mühevollte Wiedergabe der Bodengestalt sehr viel Zeit in Anspruch nimmt und nach den russischen Generalstabskarten nicht in befriedigender Weise zu bewirken ist. Einen Ueberblick über die Gefällverhältnisse der wichtigsten Wasserläufe der drei Stromgebiete enthalten die im Maßstabe 1 : 1 000 000 für die Längen und 1 : 2000 für die Höhen gezeichneten Längenschnitte auf Bl. 13 und 14. Die allmähliche Zunahme der Gebietsflächen mit Eintragung der Längen jener wichtigsten Wasserläufe ist auf Bl. 11 und 12 bildlich dargestellt. Zur Veranschaulichung des gegenwärtigen Zustandes der drei Hauptströme und ihrer Thäler innerhalb Preußens dienen die mit besonderer Berücksichtigung der Ueberschwemmungs-, Deich- und Entwässerungsverhältnisse entworfenen Stromthalkarten in 1 : 100 000 auf Bl. 18 bis 21, 25 bis 28. Ihre Ergänzung bilden die Längen- und Querschnitte auf Bl. 29 bis 36 im gemeinsamen Maßstabe 1 : 250 für die Höhen, während für die Längen bei ersteren der Maßstab 1 : 200 000, bei letzteren 1 : 5000 gewählt wurde, um ausreichende Deutlichkeit zu erzielen. Vom Pregelstrom sind solche ergänzenden Schnitte nicht mitgetheilt, weil die Ergebnisse des Präzisionsnivelements noch nicht zur Verfügung standen. Für die außerpreußischen Theile des Stromthales der Weichsel liefern die in 1 : 300 000 gezeichneten Karten auf Bl. 22 bis 24 ein in der Hauptsache wohl richtiges Bild. Die Kartenblätter 37 bis 40 zeigen an einzelnen Beispielen, welche wesentlichen Umgestaltungen durch künstliche Eingriffe an dem Zustande des Stromlaufs der preußischen Strecken des Memel- und Weichselstromes hervorgebracht sind.

Im großen Ganzen entsprechen diese Kartenbeilagen denen des Oder- und Elbwerkes. Eine neue Zuthat bieten die Blätter 1 und 2, sowie die bildlichen Darstellungen des Verlaufes einiger Hochfluthen des Weichselstroms auf Bl. 41/46. Für das vorliegende Kapitel kommt besonders Bl. 2 in Betracht, die hydrographische Uebersichtskarte, die nebenbei zur Ergänzung der übrigen Karten gleichen Maßstabes die im Werke genannten Orts-, Fluß- und Bachnamen enthält, welche auf den anderen Karten nicht eingetragen werden konnten, ohne ihre Deutlichkeit zu beeinträchtigen. Besonders hervorgehoben sind die bei den Abschnitten über den Abfluvvorgang benutzten Pegelstellen. Die hydrographischen Hauptabschnitte werden durch verschiedene Farben und Farbentöne von einander unterschieden, die Theilgebiete der wichtigsten Nebenflüsse durch Angabe der Nebenwassercheiden. Nach dem Vorbilde der Tillo'schen Karte der Flüsse des Europäischen Rußlands liefert unser Kartenblatt zugleich eine Uebersicht über die Gefällverhältnisse, indem die längs der wichtigsten Wasserläufe eingetragenen blauen Zahlen (Höhenzahlen) die Höhenlage des Mittelwassers für Unterschiede

von je 10 m, die rothen Zahlen (Längenzahlen) die Lauflänge für Abstände von je 100 km angeben; außerdem sind die halben Unterschiede (je 5 m und 50 km) durch Striche ohne Zahlen bezeichnet. In den gefällreicheren Strecken mit mehr als 1,0‰ Durchschnittsgefälle sind nicht alle Höhenzahlen eingetragen, da sie zu nahe an einander fallen würden, sondern je nach der Stärke des Gefälles nur jede fünfte, zehnte, zwanzigste Höhenzahl. Die wirkliche Höhenlage des Mittelwasserspiegels entspricht aber stets dem Produkte aus der Multiplikation der Höhenzahl mit 10 m, ebenso wie die Entfernung von der Hauptstrommündung dem Produkte aus der Multiplikation der Längenzahl mit 100 km entspricht. Um das Gefälle von einem beliebigen Punkte eines Wasserlaufs bis zu seiner Mündung annähernd richtig zu erhalten, braucht man also nur aus den benachbarten Höhenzahlen die Höhenlage des Mittelwasserspiegels (h) und aus den benachbarten Längenzahlen die Lauflänge (l) durch Interpolation zu bestimmen, sowie das Verhältniß $h:l$ zu berechnen. Durch die Eintragung der Lauflängen befolgen wir so viel als thunlich einen werthvollen Rath, den uns Penck bei seiner Besprechung des Oderwerks*) in dankenswerther Weise gegeben hat.

Mehr als Näherungswerthe kann diese Berechnungsweise natürlich nicht liefern. Dies ist aber nicht bloß in der Unsicherheit der Interpolation begründet, sondern auch in der Ungenauigkeit der Unterlagen, da nur für wenige Strecken der Hauptströme und für einzelne Nebenflüsse völlig zuverlässige Angaben über die durch örtliche Aufmessung bestimmte Stationirung und über die durch Nivellements ermittelte Höhenlage des Wasserspiegels beschafft werden konnten, wie in den Flußbeschreibungen dargethan wird. Für die russischen Wasserläufe boten außer vereinzelt Höhenangaben in den kriegstopographischen Karten fast nur die nach russischen Maßen erfolgten Eintragungen der in noch kleinerem Maßstabe (1:2 520 000) gezeichneten Tillo'schen „Karte der Längen und Gefälle der Flüsse des Europäischen Rußland“ (St. Petersburg 1888) einen Anhalt. Bloß für die russisch-österreichische Grenzstrecke der Weichsel lag ein genaues, an der österreichischen Strecke bis zur Przemszamündung reichendes Nivellement vor. Für die kleine Weichsel und die galizischen Flüsse konnten die aus den Spezialkarten in 1:75 000 ermittelten Zahlen durch die Veröffentlichungen des k. k. hydrographischen Zentralbureaus in Wien, sowie durch die Angaben der General-Regulirungs-Pläne für die österreichisch-schlesischen und galizischen Wasserläufe nachgeprüft und berichtigt werden. Bei den preußischen Flußstrecken sind, wo es an Nivellements gebrach, zahlreiche Höhenpunkte durch barometrische, an benach-

*) Penck („Der Oderstrom“ im Jahrg. 1899 der „Geographischen Zeitschrift“) macht auf die Beziehung zwischen der räumlichen Gliederung der Stromgebiete und Länge der Flußstrecken aufmerksam (S. 39/41) und schlägt „Äquidistantenkarten“ der Stromgebiete vor, „welche die Linien gleicher in den Wasserläufen gemessenen Entfernungen von den Mündungen enthalten. Auf solchen Karten könnte man die Areale ausmessen, welche in bestimmten Entfernungsunterschieden gelegen sind, und danach könnte man mit einiger Sicherheit ermeßen, in welcher Reihenfolge die den verschiedenen Flußgebieten entstammenden Wasserschichten nach einander zum Abflusse gelangen.“ Letztere Annahme trifft jedoch durchaus nicht zu, da der Abflußvorgang auch wesentlich von anderen Bedingungen abhängt.

barte Festpunkte angeschlossene und möglichst sicher gestellte Aufnahmen seitens des Bureaus des Wasserausschusses bestimmt worden.

Am geringsten ist also die Zuverlässigkeit unserer Gefällangaben bei den russischen Wasserläufen, etwas größer bei den österreichischen, am größten bei den preußischen, obgleich auch hier eine örtliche Stationirung, verbunden mit genauem Nivellement, stellenweise wohl bedeutende Berichtigungen herbeiführen wird. Die Unterlagen sind also leider fast überall noch unvollständig und bedürfen der Ergänzung. Das Gleiche gilt, ja sogar in noch höherem Grade, auch von allen übrigen Angaben über die Beschaffenheit der fließenden Gewässer und ihrer Thalgerinne.

Für die preußischen Wasserläufe waren, genau wie beim Oder- und Elbewerk, an die Wasser-, Meliorations- und Kreisbaubeamten Fragebogen vertheilt worden, die als Leitfaden zur näheren Darstellung der thatsächlichen Verhältnisse dienen sollten. Obgleich die eingegangenen Arbeiten viel schätzbaren Stoff zusammen brachten, der auf anderem Wege kaum anzusammeln war, zeigten sich doch viele Lücken und bedurften einer vollständigen Umarbeitung mit Benutzung der Akten des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten, des Landwirtschafts-Ministeriums und der Provinzialbehörden; außerdem war es erforderlich, eine Reihe von ergänzenden Aufnahmen zu machen. Wiewohl die Ergebnisse der umfangreichen Einzeluntersuchungen nur in knappster Form mitgetheilt werden konnten, so wird jedes kundige Auge doch leicht erkennen, daß es sich dabei um Auszüge aus eingehenden aktenmäßigen Ermittlungen und örtlichen Studien handelt.

Eine ähnliche Bitte um Ausfüllung von Fragebogen hatten wir auch an die befreundeten Nachbarstaaten gerichtet, und es verdient in hohem Grade Dank, daß für die österreichische Weichsel eine vollständige Beantwortung der Fragen eingegangen ist, die ohne Weiteres einer erstmaligen Bearbeitung zu Grund gelegt werden konnte. Mancherlei Ergänzungen lieferten dann die vom Herausgeber dieses Werkes ausgeführten Reisen nach den Hauptstädten der beiden theiligten österreichischen Kronländer (Schlesien und Galizien) und nach den wichtigsten Wasserläufen. Unter der sachverständigen Führung der österreichischen Staats- und Landes-Baubeamten wurden die Weichsel in ganzer Länge bis Zawichost und ihre Nebenflüsse auf besonders charakteristischen Strecken besichtigt. Von den zahlreichen amtlichen Schriftstücken, Zeichnungen und Druckfachen, die für längere oder kürzere Zeit zur Verfügung gestellt worden sind, seien nur genannt: das General-Regulierungsprojekt für die kleine Weichsel und ihre Gebirgszuflüsse von 1881 nebst Gutachten, Verhandlungen und den zur Ausführung gelangten Projekten, die Protokolle nebst Anlagen der internationalen Kommission für den Ausbau der österreichisch-russischen Weichsel, die zum hydrotechnischen Operat von 1889 gehörigen Stromkarten, Längenschnitte u. s. w. der Oberen Weichsel, der General-Regulierungsplan für die galizischen Hochwasserflüsse von 1884, das Protokoll über die bei den staatlichen Flußregulirungsbauten in Galizien zu befolgenden Grundsätze von 1894, die amtlichen Berichte über das Meliorationswesen in Galizien von 1896 (Anlage zum internationalen Protokoll) und von 1898 (Drucksache für die Wiener Jubiläumsausstellung), die Veröffentlichungen über die Wildbachverbauungen in Schlesien und Galizien, die nach

amtlichen Quellen bearbeitete Schrift Iszkowski's „Die Wasserstraßen in Galizien“ (Berlin 1897) u. a. m.

Bei den russischen Wasserbaubeamten fanden unsere Bemühungen zur Beschaffung zuverlässiger Unterlagen nicht das Entgegenkommen, das ihnen seitens der österreichischen Wasserbauverwaltung und ihrer Organe in so reichem Maße zu Theil wurde. Außer den amtlichen Veröffentlichungen der statistischen Abtheilung des russischen Ministeriums der Wegeverbindungen und außer den Protokollen der Kongresse russischer Wasserstraßen-Interessenten, die verschiedene Fragen betr. Schiffahrt-, Hochwasser- und Eisverhältnisse der Weichsel behandeln, stand jedoch eine ziemlich reichhaltige Litteratur von freilich sehr ungleichem Werthe zur Verfügung, meistens in polnischer, zum Theil in russischer, nur ausnahmsweise in deutscher Sprache. Recht veraltet ist das Werk von Stuckenberg „Hydrographie des Russischen Reichs“ (St. Petersburg 1844/49). Das Buch von Pol „Das nordöstliche Europa und Hydrographie Polens“ (Lemberg 1876) enthält die nach dem Tode des Verfassers herausgegebenen Vorträge, die nach einem polnischen Urtheile „durch glühende Vaterlandsliebe den Mangel an genauen Angaben ersetzen.“ Nur bedingten Werth haben auch die Veröffentlichungen Syrokomla's, namentlich das Buch „Beschreibung des Njemen von seinen Quellen bis Kowno“ (Wilna 1861). Von dem Werke Kolberg's „Die Weichsel“ ist leider nur der zweite, im folgenden Kapitel bezeichnete Band erschienen, ferner ein Auszug aus dem ersten Bande in Orgelbrand's polnischer Enzyklopädie abgedruckt. Dieses Sammelwerk, sodann das seit 1885 in Warschau erschienene Geographische Wörterbuch des Königreichs Polen, mehrere Veröffentlichungen der wissenschaftlichen Gesellschaften in Warschau und Krakau, schließlich die seit 1880 in Warschau herausgegebenen naturwissenschaftlichen Jahrbücher (Pamiętnik fizyograficzny) und die Berichte der preussischen Baubeamten, die der Deutschen Botschaft in St. Petersburg zugetheilt waren, enthalten zahlreiche Mittheilungen, deren Vereinigung zu einem Gesamtbilde viele Mühe verursachte und dennoch große Lücken offen ließ. Eine vom Herausgeber dieses Werkes unternommene Reise kreuz und quer durch die russischen Gebietstheile, bei der die Weichsel in ganzer Länge von Sandomierz bis Czekocinek und der Memelstrom von Kowno bis über die deutsch-russische Reichsgrenze befahren wurde, verschaffte uns jedoch die Beruhigung, daß jenes Gesamtbild im großen Ganzen wohl genügende Ähnlichkeit mit der Wirklichkeit besitzt, wenn auch manche Einzelheiten unzutreffend sein mögen.

Unter den zahlreichen Verfassern der oben erwähnten Aufsätze seien besonders genannt Kolberg, Slowikowski, Szytowski und Kwiecinski. Von dem in den Pamiętnik fizyograficzny polnisch veröffentlichten Aufsätze Szytowski's, der auch in russischer Sprache erschienen ist unter dem Titel „Die Regulierungsarbeiten an der Weichsel im Königreich Polen“ (St. Petersburg 1887), hatte uns Regierungs- und Baurath Volkman einen den Inhalt wesentlich erschöpfenden Auszug gütigst zur Verfügung gestellt. Gewissermaßen als Fortsetzung und Ergänzung dieser Schrift kann man das Werk von Kwiecinski „Arbeiten für die Regulierung des Weichselstroms bei der Stadt Warschau“ (Warschau 1896) auffassen. Den Oginski- und Augustowskiakanal behandelt die Veröffentlichung

Šit'fow's „Kurze Uebersicht der Wasserstraßen Rußlands“ (St. Petersburg 1892). Vom militärischen Standpunkte werden die Wasserläufe betrachtet in der unter dem Namen Sarmaticus erschienenen Studie „Von der Weichsel zum Dnjepr“ (Hannover 1886). Einige Angaben über die früheren Zustände enthalten die im vorigen Kapitel genannten deutschen Werke von Andree und v. Holsche.

Bezüglich der Litteratur über den preußischen Gebietstheil verweisen wir auf die sorgfältige, im Auftrage der Königsberger Geographischen Gesellschaft herausgegebene Schrift „Die landeskundliche Litteratur der Provinzen Ost- und Westpreußen“, sowie auf das ansprechend geschriebene Werk von Dr. A. Zweck „Litauen, eine Landes- und Volkskunde“ (Stuttgart 1898).

II. Der Memelstrom.

1. Der Obere Njemen.

(Betr. Gewässernetz vergl. Bd. II S. 5, betr. Flußgerinne vergl. S. 91.)

Die Quelle des in Rußland Njemen genannten Memelstromes liegt bei Guszeczina (Kreis Igumen des Gouvernements Minsk) in flachwelligem, waldreichem Gelände, das den Uebergang aus der großen Sumpfebene des Polesje zum hügeligen Landrücken an der östlichen Wasserscheide des Memelstromgebietes bildet, auf + 177 m Meereshöhe. Aus diesem bis über + 300 m hohen Hügel-lande kommt von rechts der zweite, bedeutend längere, gefäll- und wasserreichere Quellbach, die Ostliche Ussa, herab. Kurz nach ihrer Vereinigung mit dem Njemen tritt bei Piaseczna von links die als dritter Quellbach anzusehende Losza hinzu, die ungefähr 9 km östlich von der Njemenquelle entspringt und einen großen Bogen durch das Polesje beschreibt, so daß ihre letzte Strecke bereits die nordwestliche Richtung einschlägt, die alsdann von Piaseczna bis Moryno der Hauptstrom verfolgt. Auch sie ist bedeutend länger und wasserreicher, aber gefällärmer als der mittlere Quellbach, der offenbar nur durch seine Lage in der Mitte zwischen den beiden größeren, die Zusammensetzung des Oberen Njemengebietes aus welligem Hügel-lande und sumpfigen Ebenen kennzeichnenden Quellbächen Ussa und Losza zum Vorrang des Hauptquellbaches gekommen ist.

Bis Piaseczna hat der Hauptquellbach auf 18,5 km Länge 24,0 m Fallhöhe, also das verhältnißmäßig starke mittlere Gefälle 1,297 ‰. Nachdem der Njemen aber die vorher von der Losza durchflossene flache Thalsenke erreicht hat, die das Nowogrudeker Hügel-land (links) von der zum Oszmianer Hügel-lande gehörigen Bodenschwelle (rechts) scheidet, ermäßigt sich sein Gefälle sofort auf 0,206 ‰ bis Stolpcy. Auf dieser 48,5 km langen Strecke ist das Thal meist nur wenig ausgeprägt, sondern geht gewöhnlich ohne deutlichen Rand in die sandige jungdiluviale Senke über; die Anhöhen, die den Strom mehrfach zu Ausbiegungen nöthigen, scheinen Dünenanhäufungen des Thalsandes zu sein. Das von moorigen Wiesen eingefasste Strombett leidet durch Verfrachtung und Versandung, da bei Hochwasser die niedrigen Ufer weithin überschwemmt werden

und keine räumende Spülung stattfindet. In der freilich nur vierjährigen Zeitspanne 1877/80 hat die mittlere Schwankung der Wasserstände bei Stolpcy bloß 1,74 m, die größte Schwankung 2,07 m betragen; für eine längere Jahresreihe wird man aber wohl auf 2,5 bis 3 m größte Schwankung rechnen müssen.

Beim Uebergange der Eisenbahnlinie Warschau—Moskau erreicht der Njemen das Höhenland, das ehemals die Wasserscheide des Polesje gebildet haben mag und jetzt mit einem scharf begrenzten, etwa 2 km breiten Thale durchschnitten ist. Nun breitet sich zur Rechten vor dem allmählich weiter und schlieflich bis auf mehr als 40 km zurück springenden Rande des Oszmianer Hügellandes die große sumpfig-sandige Ebene der Nikolajewer Waldungen aus. Hier münden zunächst die Sula und dann in geringem Abstände die Westliche Ussa und Berezyzna, deren fächerförmig zusammen fließende, im oberen Laufe gefällreiche Seitengewässer das jene Sumpfebene bogenförmig umringende Hügelland entwässern. Von Süden her kommen zwischen den Mündungen der Sula und Westlichen Ussa hinzu die Ussa und Serwecz, die ebenfalls im Nowogrudeker Hügelland ziemlich gefällreich sind, im unteren Laufe aber durch versumppte Wiesenthäler fließen. Nur an wenigen Stellen springt die hohe linksseitige Thalwand bis in Nähe des Stromes vor. Während das Niederschlagsgebiet bis zur Ussamündung bloß 5237 qkm Flächeninhalt besitzt, hat es unterhalb der Berezynamündung über doppelt so großen Umfang, nämlich 11354 qkm. Das mittlere Gefälle der 81,0 km langen Strecke Stolpcy—Berezynamündung beträgt 0,204 ‰, fast ebenso viel wie weiter oberhalb. Das 50 bis 70 m breite Strombett wird fast überall von niedrigen Ufern eingefasst, so daß bei Hochwasser die benachbarten Sumpfflächen auf mehrere Kilometer Breite überschwemmt werden.

Vom linken Rande des Serweczthales erheben sich die fruchtbaren Hügel an der weithin sichtbaren Stadt Nowogrudek bis zu + 324 m Meereshöhe und dachen sich mit schwacher Neigung nach der bei Szczerzy jäh abfallenden Thalwand des Njementhales ab, dessen Sohle an der Berezynamündung wenig über dem + 126,5 m hohen Mittelwasserspiegel liegt. Jenem bastionsförmig vorspringenden höchsten Theile des Nowogrudeker Hügellandes entströmen mit starkem Gefälle, aber kurzem Laufe strahlenförmig zahlreiche Bäche, die durch tief eingesenkte Thalschluchten in die Serwecz, den Njemen oder die Molczadka eilen. Serwecz und Molczadka, deren Quellen nicht weit von einander abstehen, begrenzen gegen Südosten und Südwesten jene Bastion, die gegen Nordosten und Nordwesten von dem bei Moryno rechtwinklig südwestwärts umbiegenden Njemen umschlossen wird. Zwischen dem Stromthale und dem Steilabfalle des Hügellandes dehnt sich indessen eine gegenüber der Berezynamündung 6 km, oberhalb des Molczadkathales 13 km breite Vorstufe aus, durch die Hügellandbäche zerschnitten und dicht bewaldet. Auf der rechten Seite geht die Sumpfebene der Nikolajewer Waldungen an der Kniebiegung des Njemen, noch bevor die Gawja mündet, in flaches Sandgelände über, das längs dieses Nebenflusses eine nordwestwärts bis zu den Merezankaquellen streichende, undeutlich ausgeprägte Bodensenke zwischen dem Oszmianer Hügel- und Lidaer Höhenlande bildet. Dementsprechend hat die Gawja auch nur geringes Gefälle im Gegenjaze zu

den gefällreicherem, gegen Südosten gerichteten Wasserläufen des Lidaer Höhenlandes, besonders Dzitwa und Lebiadka. Schon an der Dzitwamündung, namentlich aber von Bjelicy abwärts wird das bis dahin flach eingesenkte Njementhal beiderseits von hochwasserfreien, 1 bis 2 km von einander abstehenden Wänden scharf begrenzt. Wo die Stromschleifen eine der Thalwände berühren, sind die Hochufer abbrüchig und führen bei Hochwasser dem Strome so bedeutende Massen von Wander- und Sinkstoffen zu, daß das Bett an vielen Stellen verslact ist. Die besser geschlossene Form des Hochwasserbettes hat zur Folge, daß die größte Schwankung der Wasserstände allmählich zunimmt: von 3 m an der Berezynamündung bis zu 5 m an der Molezadkamündung unterhalb Bjelicy. Das mittlere Gefälle ermäßigt sich von 0,191 ‰ auf der 76,0 km langen Strecke Berezynamündung—Molezadkamündung bis zu 0,140 ‰ auf der 57,0 km langen Strecke zwischen Molezadka und Szcara, wo sich zur Linken des Njementhales eine dicht bewaldete, sandige Ebene ausbreitet.

Bis zur Szcaramündung beträgt die Gebietsfläche des 281,0 km langen Njemen 18 410 qkm. Die etwas längere Szcara (331,0 km) bringt 7469 qkm hinzu und verschafft hierdurch der linken Seite das Uebergewicht, während bis dahin die rechte Seite bedeutend überwog (11 896 gegen 6514 qkm). Das von der mittleren und unteren Szcara durchflossene Thal bildet eine mit dem Njementhale oberhalb Moryno parallele, nordwestlich gerichtete Einsenkung zwischen dem Nowogrudeker und Wolkownsker Hügellande, die das Polesje mit der an das Szcara Thal anschließenden, gleichgerichteten Strecke des Njementhales verbindet. Eine solche Verbindung zwischen dem Hauptstrome des Polesje (dem Prypet) und dem Njemen erfolgt durch den Dginskikanal und die schiffbar gemachte Szcara im wahren Sinne des Wortes. Oberhalb der Kanalmündung hat die Szcara, deren Quellen nahe am Ursprunge der Usza liegen, bereits einen 104 km langen, in der Hauptsache südwestlich gerichteten Lauf, dessen Gefälle bis Kraszin 1,105 ‰, sodann aber nur 0,306 ‰ beträgt. Bis zur Zsamündung bei Slonim hat der 104 km lange Mittellauf 0,202 ‰, von da ab der 123 km lange Unterlauf 0,228 ‰ Gefälle. Von Bitten bis Slonim, bei welchen Orten die Eisenbahnlinien Warschau—Moskau und Bialystok—Rowno die Szcara kreuzen, durchschneidet der Mittellauf in scharf ausgeprägtem, aber meist ziemlich breitem Thale das Höhenland, das wohl ehemals die Wasserscheide des Polesje gebildet haben mag, ähnlich wie der Njemen unterhalb Stolpcy. Am Unterlaufe werden die seitlichen Anhöhen niedriger und treten schon bei Kabaki so weit zurück, daß der Fluß durch eine weite, sandige, stellenweise sumpfige Ebene fließt, und zwar in einem ziemlich schmalen, an Tiefe allmählich zunehmenden Thale. Die mittlere Schwankung der Wasserstände hat in den Jahren 1877/80 bei Slonim nur 1,56 m, die größte Schwankung nur 2,05 m betragen, dürfte sich aber in einer längeren Jahresreihe auf 2,5 bis 3 m steigern. Auch weiter unterhalb sind die Wasserstandsschwankungen nicht wesentlich größer, da die Größtmenge des Hochwassers der Szcara verhältnißmäßig gering ist, vermuthlich weil die aus dem oberen Flußgebiete kommenden Wassermassen in der das Polesje durchfließenden Strecke ausgedehnte Ueberschwemmungen erzeugen und theilweise sogar nach dem Dnjeprgebiete übertreten.

Von der Szczara bis zur Kotramündung hat der Njemen auf 71,0 km Lauflänge nur 0,085 ‰ mittleres Gefälle. Sein an den engsten Stellen 0,5 bis 0,6 km, an den weitesten Stellen bis zu 2 km breites Thal ist in die 10 bis 15 km breite jungdiluviale Senke zwischen dem Wolkowysker Hügel- und Lidaer Höhenlande mit 10 bis 20 m Tiefe eingenaht, das 150 bis 200 m breite Strombett stark versandet und mehrfach durch Inseln in einzelne Rinnen gespalten. Von links münden die das Wolkowysker Hügel- und Lidaer Höhenlande in mehrere Abschnitte trennenden Nebenflüsse Belwianka, Rosja und Swislocz, deren Quellbäche und Seitengewässer verschieden großes, zum Theil recht starkes Gefälle haben, wogegen ihre mittleren und unteren Strecken gleichartiges, besonders nach der Mündung hin sehr schwaches Gefälle besitzen. Der einzige nennenswerthe rechtsseitige Nebenfluß ist die Kotra, die aus dem Lidaer Höhenlande stammt und eine an dessen Rande ausgebreitete Sandebene durchfließt. Die in derselben gelegenen, meist kleinen Seen werden theilweise von der Kotra und ihren rechtsseitigen Nebenbächen durchflossen, zum anderen Theile von der Rotniczanka und Merezanka nach dem Mittleren Njemen entwässert.

Nach Aufnahme der Kotra beträgt die Gesamtfläche des Oberen Njemengebietes 33 726 qkm, wovon 18 990 qkm auf der linken und 14 736 qkm auf der rechten Seite des Hauptstromes liegen. Außer den oben erwähnten Seen finden sich solche nur noch in den sumpfigen Ebenen des Polesje (der vom Oginskikanale benutzte Wygonowskisee) und der Nikolajewer Waldungen (der Kromansee), sowie im mittleren Theile des Nowogrudeker Hügellandes; letztere kleine Seen liegen in der Mitte vertorfster Mulden und sind offenbar als Reste ehemaliger großer Seebecken anzusehen. Wenn man die Hälfte des 25 qkm großen Wygonowskisees dem Memelstromgebiete zurechnet, so beträgt die Gesamtfläche der Seen in der 33 726 qkm umfassenden Gebietsfläche des Oberen Njemen nur 56 qkm, also 0,17 ‰ des Flächeninhaltes. Weit größeren Umfang nehmen dagegen die Moore und Sümpfe ein, die vorzugsweise die Niederungen erfüllen und von dem rasch abfließenden Hochwasser des Höhenlandes alljährlich auf längere Zeit überschwemmt werden.

2. Der Mittlere Njemen.

(Betr. Gewässernez vergl. Bd. II S. 19, betr. Flußgerinne vergl. S. 95.)

An der Kotramündung beginnt der Njemen nach Norden abzuschwenken. Zunächst begleitet ihn links noch das zum Wolkowysker Hügel- und Lidaer Höhenlande gehörige hügelige Gelände bei Grodno, aus dem die Losoſna mit starkem Gefälle herab kommt. Sodann durchschneidet der Strom in tiefem Einschnitte die Fortsetzung der Augustower Thalsenke, die sich längs der Merezanka weiter gegen Nordosten erstreckt. Von der Mündung des weiter oberhalb die Czarna-Hancza benutzenden Augustowskikanals (links) bis zur Mündung der Merezanka (rechts) folgt der Mittlere Njemen mit mehrfachen großen Windungen dieser Hauptrichtung. Dann schlägt er beim Durchbruche durch eine flache Einsenkung des Baltischen Landrückens entschieden nördliche Richtung ein, im Einzelnen freilich vielfach abgelenkt, bis zum Rownoer Becken, das er an der Rawamündung

erreicht. Vom links gelegenen Preußischen Landrücken fließen ihm außer der bereits genannten Czarna-Hancza, deren Ursprung im Hügellande von Suwalki nahe bei den Quellen der Szeszuppe, Rominte und Rospada am Berührungspunkte der drei östlichen Stromgebiete liegt, noch die Biala-Hancza und die Pjerszajka zu, letztere aus dem Metele- und Obeliassee auf der östlichen Abdachung des Preußischen Landrückens. Aus der rechtsseitigen Sandebene erhält der Njemen die bereits auf S. 194 genannte kleine Rotniczanka und namentlich die Mereczanka, die unweit Boduw auf dem Oszmianger Hügellande entspringt und gleich darauf in die sandig-sumpfige Ebene des Rudnikier Waldes eintritt. Ihre linksseitigen Nebenbäche kommen vom Lidaer Höhenlande und aus dem Seengebiete der Thalsenke, ihre rechtsseitigen Zuflüsse aus dem durch zahlreiche mittelgroße und kleine Seen ausgezeichneten Gelände der Litauischen Seenplatte. Der größere Theil des hier in Betracht kommenden Abschnittes dieser Seenplatte entwässert jedoch durch die Wjierzchnia und Strawa unmittelbar in den Mittleren Njemen.

Die schon in den letzten Strecken des Oberlaufes hervor tretende Eigenart des tief eingeschnittenen Stromthales prägt sich am Mittellaufe noch viel schärfer aus. In jenen Strecken ist das engere Thal mit verhältnißmäßig geringer Tiefe in die weitere jungdiluviale Thalsenke eingenaht. Am Mittellaufe aber schneidet sich das Stromthal bis zu 70 m Tiefe in sein Seitengelände ein. Vielfach ist es eng und schluchtartig geformt, auch in den erweiterten Strecken von steilen Wänden begrenzt, an denen alle Schichten des Diluviums und die unterlagernden vorquartären Gesteine zum Vorscheine kommen. Seine großen Windungen mit äußerst scharfen, oft rückläufigen, tief eingesenkten Schleifen, sowie das steinige Strombett mit zahlreichen Stromschnellen erinnern durchaus an die Erosionstrecken der Gebirgsthäler. Häufig steigen die Thalwände nicht sofort auf volle Höhe über den Wasserspiegel an, sondern begrenzen eine mittelhohe Vorstufe, über die sich der obere Theil der Thalwand mit bogenförmigem Steilrande erhebt: offenbar das mit Stoßkurve weit in das Höhenland eingreifende Hochufer eines ehemaligen, minder tief eingenahten Bettes, dessen Verlegung und Vertiefung Niederungsflächen von 2 bis 4 km Breite ausgewühlt hatte. In diese Niederungen ist das jetzige Strombett jedoch abermals so tief eingegraben, daß sie meistens zu hochwasserfreien Vorstufen geworden sind.

Sowohl an den völlig schluchtartigen, als auch an den mit einer Vorstufe versehenen Stellen des Thales ist das Strombett gewöhnlich 1- bis 200 m breit, nur ausnahmsweise breiter. Es beschreibt keine Schlangenwindungen innerhalb des engen Thales, sondern dieses selbst bildet jene scharfen Schleifen. Nur unterhalb der Strawamündung von Rymaszyski bis Kowno zeigt der Njemen zwischen niedrigen Ufern etwas größere Laufentwicklung und ein breiteres Ueberschwemmungsgebiet; indessen haben die Thalwände auch hier noch 40 bis 50 m Höhe, so daß unweit Kowno eine vorspringende Nase der rechtsseitigen Thalwand von der Eisenbahnlinie Königsberg—Wilna mit einem Tunnel durchbrochen werden mußte. Da das Hochwasser sich fast nirgends frei ausdehnen kann, erreichen die Wasserstandsschwankungen überall bedeutende Werthe. In der Zeitspanne 1877/80 hat die mittlere Schwankung bei Grodno 3,96 m, bei Kowno 4,96 m

betragen, die größte Schwankung bei Grodno 6,10 m, bei Kowno 6,70 m. In einer längeren Jahresreihe wird man wohl auf größte Schwankungen von 7 bis 9 m rechnen müssen. Die hierdurch gesteigerte Geschwindigkeit des Hochwassers verursacht an den zahlreichen, den Stromangriffen schutzlos preisgegebenen Hochufern große Abbrüche, wodurch viele Geschiebe und Sinkstoffe in den Strom gerathen. Eine zweite Quelle der Geschiebe- und Sinkstoffführung sind die Nebenbäche, deren Mündungstrecken ausnahmslos in schluchtähnlichen Engthälern mit abbrüchigen Steilwänden liegen.

Das mittlere Gefälle der 318,0 km langen Stromstrecke Kotramündung—Wiljamündung ist (mit 0,241 ‰) nicht viel größer als das des Oberen Njemen (0,224 ‰). Auch innerhalb der durch die Mündungen der Czarna-Hancza, Merezanka und Wjerschnia bezeichneten Theilstrecken besitzt es keine großen Werthe (0,231 bis 0,233 ‰), nur auf der letzten Theilstrecke 0,273 ‰. Auffallend erscheint die Gefällgröße des Mittleren Njemen nur, wenn man sie mit der des anschließenden Oberlaufes (zuletzt 0,085 ‰) und des russischen Unterlaufes (0,121 ‰) vergleicht. Man muß jedoch beachten, daß die Fallhöhe größtentheils auf den Stromschnellen vereinigt ist, die von Merez abwärts vielfach bei den das Bett durchsetzenden Steinriffen und Felsbänken vorhanden sind, so daß mit den gefällarmen Woogstrecken sehr gefällreiche Strecken stetig wechseln, die arge Hindernisse für die Schifffahrt bilden. In beträchtlichem Maße wird das Gefälle auch durch die große Stromentwicklung abgeschwächt, die für den ganzen Mittellauf 116,3 ‰, auf der Theilstrecke Merezankamündung—Wjerschniamündung allein aber 172,0 ‰ und auf der 48 km langen Strecke Njemonium—Birsztan nahezu 1000 ‰ beträgt. Die Endpunkte an beiden letzten Orten stehen um nur 4,6 km von einander ab, und da der Njemen hierbei 13 m Fallhöhe überwindet, ermäßigt sich sein mittleres Gefälle in den seltsam geformten, mit den Kehrschleifen einer Eisenbahnlinie vergleichbaren Schlangenwindungen auf 0,271 ‰. Im Gegensatz hierzu mag noch bemerkt werden, daß die Entwicklung des Oberen Njemen durchschnittlich 63,0 ‰ und sogar in der bogenförmigen Strecke Berezynamündung—Molezadkamündung nur 65,2 ‰ beträgt, während der Untere Njemen sogar nur 12,8 ‰ und der preußische Memelstrom bis zur Almathmündung 23,6 ‰ Entwicklung besitzt.

Im Ganzen vermehrt sich die Gebietsfläche von der Kotra- bis oberhalb der Wiljamündung auf 318,0 km Lauflänge bloß um 12 845 km, vorzugsweise an der rechten Seite, so daß oberhalb der Wiljamündung kein sehr großer Unterschied zwischen der Gebietsfläche zur Linken (24 375 qkm) und zur Rechten (22 196 qkm) des Stromes besteht. Einen bedeutenden Vorsprung erlangt die rechte Seite bei Kowno aber durch den Zuwachs des 23 810 qkm großen Wiljagebietes, das den ganzen nordöstlichen Theil der Gesamtgebietsfläche umfaßt.

Die Quelle der Wilja liegt in einer sumpfigen Niederung bei Szklany auf + 210 m, die Mündung auf + 21,5 m; der 460 km lange Flußlauf hat demnach 0,410 ‰ mittleres Gefälle. Sein 125 km langer Oberlauf, dessen Fallhöhe bis zur Uszamündung 61 m beträgt, trennt mit vorwiegend westsüdwestlicher Richtung die + 200/276 m hohe Hochfläche von Hochlitauen von der gegen Minsk hin bei Gaina bis zu + 343 m aufsteigenden Bodenschwelle an

der östlichen Hauptwasserscheide und von dem fast ebenso hohen Oszmianger Hügellande. Aus den großen Seen und Mooren jener Hochfläche fließen, zuletzt in tief eingeschnittenen Thälern mit stärkerem Gefälle, die im oberen Laufe gefällarmen Flüsse Serwecz, Narocz und Stracza in die Wilja; die Stracza erreicht den Hauptfluß erst in der folgenden Strecke. Von dem Höhenzuge an der östlichen Wasserscheide kommen mit stärkerem Gefälle im Oberlaufe die Dzwinoża, Ilja und Usza, deren untere Strecken ebenso wie die Wilja selbst im Bereiche des oberen Wiljabeckens mit schwachem Gefälle durch sumpfige, bei Hochwasser weit hin überschwemmte Niederungen fließen.

Die in der Hauptsache gegen Westnordwest gerichteten mittleren und unteren Strecken der Wilja zeigen einen doppel-kniesförmigen Lauf, bei dem zweimal die nordwestliche mit der südwestlichen Richtung wechselt. Am ersten Kniepunkte mündet von rechts die Jezmiana, deren Thal gewissermaßen den Beginn der anschließenden Strecke des an Wilna vorbei bis zur Waka mündung ziehenden Wiljathales bildet. Hier endigt der Mittellauf des Flusses und beginnt sein Unterlauf, der zunächst die Litauische Seenplatte mit nordwestlicher Richtung durchbricht und sodann, rechtwinklig umbiegend, die Richtung der am Kniepunkte von rechts mündenden Swjenta annimmt, bis er sich dann im Kownoer Becken mit dem Njemen vereinigt. Der 202 km lange Mittellauf hat bis zur Waka mündung 66 m Fallhöhe, der 133 km lange Unterlauf bis Kowno 61,5 m Fallhöhe, also fast ebenso starkes Gefälle wie der Ober- und beträchtlich stärkeres Gefälle als der Mittellauf. Trotzdem ist gerade dieser mittlere Theil des Flusses als besonders lästig für die Flößerei durch ungünstige Gefällverhältnisse verschrieen, da auch hier, ähnlich wie beim Mittleren Njemen, die Fallhöhe größtentheils auf Stromschnellen vereinigt ist. Ebenso wie das Bett, ähnelt auch das Thal der Wilja im Mittel- und Unterlaufe dem des Mittleren Njemen. Es wird von sehr hohen, meist steil geböschten oder völlig schroff abfallenden Wänden eingefasst und hat gewöhnlich nur geringe Sohlenbreite. In den Erweiterungen legen sich Zwischenstufen vor eine der beiden Thalwände, die sich über der Zwischenstufe als Steilufer eines vorzeitlichen Flußbettes fortsetzt.

Auch die Seitenthäler der mit starkem Gefälle vom Oszmianger Hügellande herab kommenden Nebenflüsse Oszmianka, Wilejka und Waka sind schluchtartig geformt und tief eingeschnitten. Diese tiefe Erosion des Hauptthales und seiner Seitenthäler verleiht der Landschaft ein malerisches Gepräge; besonders hat die alte litauische Hauptstadt Wilna an der Wilejka mündung mit ihren zahlreichen Kirchen und Klöstern eine überaus reizvolle Lage in gebirgsähnlichem Gelände. Die Waka empfängt noch einen Zufluß von dem vorwiegend zum Mittleren Njemen entwässernden südwestlichen Abschnitt der Litauischen Seenplatte. Dagegen entwässert der nordöstlich des Wilja-Durchbruchthales gelegene Abschnitt bis zur Hauptwasserscheide hin vollständig in die Wilja, namentlich durch die beiden an seinen Rändern entlang fließenden rechtsseitigen Nebenflüsse Jezmiana und Swjenta, welche die zumeist rechtwinklig vom Rande der Seenplatte herab fließenden Wasserläufe auffammeln.

Die zahlreichen Seen des Baltischen Landrückens zu beiden Seiten des Mittleren Njemen und der Wilja, die großen Seen der Hochlitauischen Hoch-

fläche (am größten ist der 82 qkm umfassende Naroczsee) und die kleineren Seen in den Bodensenken, die längs der Bejmiana und Merezanka die Seenplatte von der östlichen Gebietsfläche abtrennen, haben zusammen etwa 604 qkm Flächeninhalt, machen also einen namhaften Prozentsatz der 36 655 qkm großen Fläche des Mittleren Njemengebietes aus, etwa 1,65 %. Auch in diesem Gebietsheile liegen noch weit umfangreichere Moore und Sümpfe, besonders im östlichen Abschnitte der Hochlitauischen Hochfläche, im oberen Wiljabecken, im oberen Bejmiana-gebiete, im Quellgebiete der Waka und Merezanka, sowie zu beiden Seiten der Njemenstrecke zwischen den Mündungen der Czarna-Hancza und Merezanka.

Vielfach verhindert die flache Lage des Geländes den raschen Abfluß, und das von den stark geneigten Flächen schneller abfließende Wasser findet in den gefällarmen Niederungen an den oberen Flußstrecken, auf den Mooren und in den Seebecken langen Aufenthalt. Andererseits führen aber die in tief eingeschnittenen Thälern mit starkem Gefälle in jene mächtigen Erosionsschluchten des Mittleren Njemen und der Wilja einmündenden Nebenflüsse das Hochwasser diesen beiden Hauptadern stürmisch zu. Während bei der oberen Wilja, wo die Fluthen sich frei ausbreiten können, die größte Wasserstandsschwankung nur 2 bis 3 m beträgt, nimmt diese bis zur Bejmianamündung auf 4 bis 6 m und unterhalb auf 6 bis 7 m zu. Jene tiefen Thaleinschnitte wirken auf ihre Umgebung dränirend und tragen in hohem Maße durch reiche Quellenbildung dazu bei, daß das im durchlässigen Seitengelände versickerte Wasser dem Memelstrom auch zur Zeit des Hochsommers eine verhältnißmäßig reichliche Speisung sichert.

3. Der Untere Memelstrom.

(Betr. Gewässerneh vergl. Bd. II S. 34, 54, 67, betr. Flußgerinne vergl. S. 98, 119, 231, 237, 244.)

Bevor die Erosionsthäler des Mittleren Njemen und der Wilja so tief ausgenagt waren, daß die früher durch das Bjebrza-Narew-Hauptthal abgeflossenen Wassermassen nach dem Kownoer Becken gelangen konnten, nahm vermuthlich der Urmemelstrom seinen Weg von da zum Jurabecken und dann durch das Inster-Pregelstromthal weiter nach der nordöstlichen Bucht des jetzigen Frischen Haffes. Die Ausbildung jener langen Erosionsthäler mag gleichzeitig mit der des Ragniter Durchbruchthales und des Mündungstrichters des Memelstromes begonnen, aber länger angedauert haben, so daß die an den oberen Strecken abgebrochenen Sink- und Wanderstoffe an der untersten Strecke wieder abgelagert wurden und das landfeste Mündungsbecken aufbauten. Diese Vermuthung wird durch den Umstand nahe gelegt, daß an der jetzigen Pregelmündung keine Deltabildung vorhanden ist, während der große Umfang des Memeldeltas (im weiteren Sinne dieses Wortes) darauf schließen läßt, daß die anschüttende Thätigkeit des Memelstromes erst kräftig geworden ist, nachdem er das frühere Bett verlassen und das jetzige eingeschlagen hatte. Die Ablagerungen im Mündungsbecken wären dann als die Erzeugnisse der Erosion des jetzigen Stromthales aufzufassen, das vom Jurabecken bis zum Kownoer Becken mit stromaufwärts zunehmender Tiefe in die diluviale Ebene eingesnagt ist, die man als Memelsenke bezeichnen kann.

Sie schließt am Nordwestrande der Litauischen Seenplatte an die breite Njewiazasenke, aus der die Njewiaza mit Richtung gegen Süd-zu-West in den Hauptstrom fließt. Die rechtsseitigen Nebenbäche dieses Flusses, dessen mittleres Gefälle 0,440‰ beträgt, stammen von der Samogitischen Hochfläche. Von dieser Hochfläche kommen ferner die Dubisa, die weiter unterhalb mit stärkerem Gefälle (0,681‰) in den Memelstrom mündet, die mit 1,19‰ Gefälle nach dem Anfange des Jurabeckens eilende Mitwa und die mit 0,852‰ Gefälle am Ende dieses Beckens, unmittelbar vor dem Beginne des Ragniter Durchbruchthales mündende Jura. Auch die Minge, die den rechtsseitigen Mündungsarm, den Atmathstrom, bei seiner Einmündung in das Kurische Haff erreicht, hat ihren Ursprung in Samogitien, und zwar durchfließt ihr Quellbach dieselbe Einsenkung der Hochfläche gegen Nordwesten, die vom Juraflusse gegen Südsüdost durchflossen wird. Von links erhält dagegen der Untere Memelstrom nur einen einzigen bedeutenden Nebenfluß, der alle vom Preußischen Landrücken, aus seinem Vorlande und aus der Memelsenke abfließenden Bäche des Stromgebietes aufammelt, nämlich die mit 0,695‰ mittlerem Gefälle vom Suwalkier Hügel-lande herab kommende Szeszuppe; ihre Quelle liegt nahe am Berührungspunkte der drei östlichen Stromgebiete; ihre Mündung am Ende des Jurabeckens oberhalb der Juramündung.

Die tiefe Einnagung des Hauptstromthales hat auch diese Nebenflüsse genöthigt, ihre Thäler von den Mündungen aufwärts bis auf große Entfernungen zu bedeutender Tiefe in das Höhenland einzuschneiden und ihr Gefälle zu verstärken. Die fächerförmige Gestalt des Gewässernezes der oberen und mittleren Szeszuppe, sowie das strahlenförmige Zusammenrinnen der Nebenbäche des Juraflusses begünstigen in ungewöhnlich hohem Maße das rasche Zusammenfließen des Hochwassers, das in ihren engen Thalschluchten keine Verzögerung erfährt. Weniger ausgeprägt ist diese Eigenthümlichkeit bei der Njewiaza, Dubisa und Mitwa; jedoch führen auch diese Gewässer ziemlich bedeutende Fluthwellen zum Hauptstrome. Im Vereine mit den vom Baltischen Landrücken gespeisten Seitengewässern des Mittleren Njemen und der Wilja rufen sie im unteren Stromlaufe öfters bei vorzeitigen Erwärmungen winterliche Anschwellungen hervor, während die Quellgebiete des Njemen und der Wilja noch in den Banden des Frostes liegen. Auch bei den eigentlichen Frühjahrshochfluthen erzeugen sie zuweilen eine schon bei Kowno bemerkbare Vorwelle, bevor die Fluthwellen des Hauptstromes und der Wilja dort eintreffen und einen zweiten Scheitel mit sich bringen oder das Abfallen der ersten Welle verlangsamen.

Daß diese aus größtentheils undurchlässigen Gebieten kommenden Seitengewässer eine fühlbare Einwirkung zu äußern vermögen, läßt sich übrigens schon nach dem beträchtlichen Zuwachs erwarten, den das Memelstromgebiet durch sie erhält. Die an der Wiljamündung 70 381 qkm große Fläche nimmt bis zur Juramündung auf 90 964 qkm, also um fast 30% ihres bisherigen Inhaltes zu. Der weitere Zuwachs (bis zu 97 492 qkm) ist nur gering und kommt für den Hauptstrom kaum in Betracht. Von der ganzen Fläche des Unteren Memelstromgebietes (27 111 qkm) bestehen etwa 146 qkm, also rd. 0,54%, aus Seen, die größtentheils auf der Litauischen Seenplatte, zum kleineren Theile im Szes-

zuppegebiet, in der Njewiazasenke, auf der Samogitischen Hochfläche und im Mündungsbecken liegen, in letzteren Gebietstheilen aber nur vereinzelt. Umfangreiche Torfmoore finden sich namentlich in der Njewiazasenke, auf der Samogitischen Hochfläche, an der mittleren und unteren Szesuppe, im Jurabecken, im Mingethale und im Mündungsbecken des Memelstromes, besonders aber in der Nemonienniederung, in welche Seitenbucht die sandigen und thonigen Wander- und Sinkstoffe aus dem Hauptstrome von jeher schwer einzudringen vermochten.

Die größten Wassermassen des Oberen Njemen, deren Fluthwelle im Grofionthale des Mittleren Njemen überraschend schnell fortschreitet, und die der Wilja treffen wohl ziemlich gleichzeitig bei Rowno ein und werden noch verstärkt durch kräftigen Nachschub aus den Seitengewässern des Unteren Memelstromes, so daß die Größtmenge des Hochwassers im ungetheilten preußischen Stromlaufe etwa 6450 cbm/sec beträgt, mehr als doppelt so viel wie die Größtmenge in der Unteren Oder, deren Niederschlagsgebiet beträchtlich größer ist.

Dieses mächtige Anwachsen der Schmelzwasserfluthen hat zur Folge, daß die größten und mittleren Wasserstandsschwankungen im Unteren Memelstrom nicht viel geringer sind als im Mittleren Njemen, obgleich das Hochwasser sich in dem bedeutend breiteren Ueberschwemmungsgebiet freier ausdehnen kann. Bei Rowno hat in der kurzen Zeitspanne 1877/80 die mittlere Schwankung 4,96 m, die größte 6,70 m betragen; letztere wird für den russischen Unteren Memelstrom auf 6,5 bis 8 m geschätzt. Für die preußische Stromstrecke sind die mittleren Schwankungen im Zeitraume 1871/95 auf 5,16 m bei Schmalleningken, 5,10 m bei Tilsit, 4,38 m bei Sellen (am Rußstrom) und 2,47 m bei Ruß (an der Gabelung des Skirwieth- und Altmathstromes) nachgewiesen. Die größten bekannten Schwankungen belaufen sich auf etwa 8 m bei Schmalleningken, 6,6 bis 6,9 m bei Tilsit, Sellen und in der Gilge, sowie auf 4,9 m bei Ruß. Abgesehen von der untersten Strecke, in der sich die Ausgleichung zwischen den sehr großen Schwankungen des Stromes und den viel kleineren des Kurischen Haffes vollzieht, entsprechen sie also denen im russischen Stromlaufe. Ebenso wie hier, übt auch in der preußischen Strecke die Querschnittsform des Hochwasserbettes eine wesentliche Einwirkung aus. Namentlich zeigt sich dies in der durch Deiche eingeeengten Gilge, wo bei Sköpen die größte Schwankung im Zeitraume 1871/95 6,56 m betragen hat, noch etwas mehr als am ungetheilten Stromlaufe bei Tilsit (6,48 m), wo ein Theil des Hochwassers seitlich durch die Pläschener Niederung abfließt.

Bis zum Jurabecken ist das Thal des Unteren Memelstromes etwa 50 m tief mit vorwiegend steilen Wänden in das Höhenland eingesnagt, innerhalb dieses Beckens etwa 10 bis 20 m tief, im Ragniter Durchbruchthale nochmals bis zu bedeutender Tiefe, da die Steilwände bei Tussainen (links) und am Kombinusberge (rechts) vom gewöhnlichen Wasserspiegel unmittelbar um mehr als 30 bis 35 m aufsteigen. Beim Mündungsbecken folgt die an Höhe rasch abnehmende linksseitige Thalwand dem Stromlaufe bis unterhalb Tilsit und springt dann als flache Begrenzung der Nemonienniederung südwärts weit zurück. Die rechtsseitige Thalwand verläuft vom Kombinusberge gegen Nordwesten nach dem breiten Seitenthale der Minge, das gegen das Kurische Haff vom niedrigen

Windenburger Höhenzuge abgetrennt wird; nur an wenigen Stellen weisen hier die Bodenerhebungen des Höhenlandes dicht neben der Niederung beträchtliche Höhen und stärker geböschte Gehänge auf, sind vielmehr meistens flach abgedacht.

Die Breite der Thalsohle wechselt oberhalb der Zuzamündung von 1 bis 1,5, ausnahmsweise bis zu 2 km und darüber. Im Durchbruchthale nimmt sie zunächst auf 1,3 km ab, erweitert sich aber gleich danach auf 3,5 km beim Rombinusberge, wo die Plaszfener Niederung beginnt, und auf 4 bis 5 km bei der ersten Stromtheilung. Am östlichen Beginne der breiten Niederungen (zwischen Karzewischen und dem Südrande der Linkuhnen—Seckenburger Niederung) beträgt der Abstand des beiderseitigen Höhenlandes etwa 17 km. Links schließt daran die nur durch einen schmalen Streifen sandigen Geländes abgetrennte, von den Bächen des Nadraver Höhenlandes durchflossene Nemonienniederung. Rechts geht die Niederung des Ruß- und Atnathstromes in das Mingethal über. Die äußersten Mündungsarme Atnath- und Nemonienstrom stehen um rd. 40 km von einander ab. Wenn wir die auf S. 125 des Tabellenbandes mitgetheilten Angaben über die Größe des natürlichen Ueberschwemmungsgebietes mit den Angaben auf S. 125 des Bandes II über die Thallänge in Vergleich stellen, so ergibt sich als mittlere Breite des Ueberschwemmungsgebietes von Schmalleningken bis zur Zuzamündung 1,49 km, von da bis zur Kummabucht 2,32 km, von da bis zur Gilge-Abzweigung 5,86 km und von da bis zum Kurijschen Haffe (an beiden Seiten der Mittellinie des inneren Memeldeltas) 28,2 km.

Gegen die sommerlichen Hochfluthen, die in mäßigen Grenzen bleiben, ist das Thalgelände, von den breiten Niederungen an der Mündung abgesehen, durch seine Höhenlage oder durch die beträchtlich über die Durchschnittshöhe angewachsenen hohen Uferreehen geschützt. Dagegen wird es von den hoch anschwellenden Schmelzwasserfluthen im März oder April fast ganz überschwemmt, soweit nicht die Deiche Schutz gewähren. Von der 1183,9 qkm großen Gesamtfläche des natürlichen Ueberschwemmungsgebietes an der preußischen Strecke sind 551,3 qkm (rd. 46,6%) durch Deiche geschützt. Völlig hochwasserfrei eingedeicht ist nur die Linkuhnen—Seckenburger Niederung am linken Ufer der Gilge und das innere Memeldelta zwischen Gilge und Rußstrom, das auch gegen Haffrückstau durch einen besonderen Deich gesichert wird. Letzterer läßt einen 2 bis 7 km breiten Streifen im westlichen Delta längs des Haffstrandes außen-deichs liegen, dessen zumeist bewaldete Flächen bei hohen Wasserständen des Haffes unter Wasser gerathen, ebenso wie die Ruffer Niederung nebst dem Mingethale im Norden und das Gelände an den Mündungsarmen der Gilge und des Nemonienstromes nebst der Nemonienniederung im Süden.

Bis zum Ende des Zuzabeckens beschreibt das Stromthal meist flache Windungen mit vorwiegend westlicher Richtung. Das kurze Ragniter Durchbruchthal ist hornförmig gestaltet, zunächst gegen Südwesten und dann mit scharfem Bogen nordwestlich gerichtet. Diese nordwestliche Richtung behält das Mündungsbecken bei bis zu seiner plötzlich eintretenden Ausbreitung an der ersten Stromtheilung. Der Stromlauf berührt abwechselnd die rechte oder linke Thalwand mit flach geschwungenen Uebergängen von der einen zur anderen Seite; nur im Durchbruchthale verschärfen sich seine Krümmungen beträchtlich. Nach dem

schroffen Uebergänge vom Kombinusberge (rechts) zur Kummabucht (links) hält er sich in Nähe der linksseitigen Thalwand bis zum Dorfe Splitter, wo der Deich des Einkuhnen—Seckenburger Verbandes beginnt.

Von hier bis zur ersten Stromtheilung bei Kallwen behält der ungetheilte Memelstrom, sodann der rechtsseitige Hauptarm, Rußstrom genannt, Richtung gegen Nordwesten, während die Gilge gegen Südwesten fließt. In ähnlicher Weise theilt sich der Rußstrom bei Ruß in zwei Hauptarme, den Atmathstrom (rechts) und den Skirwiethstrom (links). Die Gilge bewegt sich jetzt in einem größtentheils künstlich angelegten Bett, das bei Seckenburg den Namen Seckenburger Kanal annimmt. Der Schiffsverkehr nach dem Kurischen Haffe geht aber nicht durch den alten Mündungsarm beim Dorfe Gilge, sondern durch den Memonienstrom, in den die Fortsetzung jenes Kanals von Norden mündet gegenüber der Abmündung des zur Deime führenden Großen Friedrichsgrabens; auch ein Theil des Hochwassers fließt durch den Seckenburger Kanal und Memonienstrom nach dem Haffe ab. Wie der Große Friedrichsgraben für Flüsse und nicht-hafttüchtige Fahrzeuge den Verkehr nach Königsberg ermöglicht, so führt eine gleichartige Wasserstraße nach Memel vom Atmathstrome durch die Minge und den König-Wilhelms-Kanal. Ein leichtgebauter Rahn kann also auf diesen mit dem Haffstrande parallelen Wasserstraßen von Königsberg nach dem bei Schmelz unweit Memel gelegenen Hafen gelangen, ohne den Unbilden des Kurischen Haffes ausgesetzt zu sein.

Das Gefälle des Unteren Memelstromes ist zwar durchweg gering, behält aber doch bis zum Kurischen Haffe noch eine im Verhältniß zu den fast gefällelosen Mündungstrecken anderer Flüsse ansehnliche Größe. Von der Wilja bis zur Dubisamündung beträgt es auf 43,0 km Lauflänge 0,123‰, von da bis zur deutsch-russischen Reichsgrenze bei Schmalleningfen auf 54,0 km Lauflänge 0,119‰, von da bis Tilsit auf 52,2 km Lauflänge 0,101‰, von da bis zur Mündung des Atmathstromes auf 56,4 km Lauflänge 0,077‰. Sogar der unmittelbar in das Kurische Haff mündende Atmathstrom hat noch 0,021‰ mittleres Gefälle, über doppelt so viel wie die Untere Oder in der um rd. 60 km vom Stettiner Haffe entfernten Strecke Nipperwiese—Garz. Nur bei geringem Abflusse aus dem Binnenland vermindert sich das Gefälle im Atmathstrom auf einen ähnlich geringen Betrag, vermehrt sich aber bei Hochwasser bis zu 0,120‰. Auch im Rußstrome macht sich der Einfluß des Haffes unterhalb Sellen durch Verstärkung des Gefälles bei Hochwasser und Abschwächung bei Niedrigwasser bemerkbar. In der Gilge erstreckt sich diese Einwirkung bis über Sköpen hinaus. In beiden Mündungsarmen greift sie um so weiter stromauf, je niedriger der Wasserstand im Strome und je höher der des Haffes ist. Letzterer hängt aber nicht allein von den Windverhältnissen ab, sondern auch von der Wasserführung des Memelstroms. Die höchsten Haffwasserstände treten stets bei Hochwasser dieses Stromes ein.

Während in den bisher erwähnten Beziehungen eine allmähliche Umgestaltung von der russischen Strecke nach dem ganz in Preußen gelegenen Mündungsbecken hin stattfindet, zeigt das Strombett einen schroffen Wechsel seines Zustandes an der Reichsgrenze; oberhalb ist es verwildert, unterhalb sorgfältig

ausgebaut. Auf der russischen Stromstrecke beträgt die Breite des Bettes bei mittlerem Wasserstande 3- bis 400 m, an besonders verflachten Stellen mit hohen Mittelsänden und Inseln bis zu 600 m. Aber auch an den Stellen mit einheitlichem Bette hat die Stromrinne wegen der großen wandernden Sandmassen eine sehr gewundene, stetig wechselnde Lage und auf den Ueberschlägen oft so geringe Tiefe, daß der Schiffsverkehr im Sommer bei kleinen Wasserständen zuweilen ganz unterbrochen wird.

Auf der preußischen Stromstrecke sind dagegen durch den planmäßigen Ausbau und durch die Eindeichungen die früher überaus zahlreichen Stromspaltungen, abgesehen von der Theilung in Rußstrom und Gilge, sowie von den dicht am Haffrande stattfindenden Verzweigungen dieser Hauptarme, allmählich vollständig beseitigt worden; nur bei Hochwasser erfolgen noch Seitenströmungen über die Vorländer und die nicht-eingedeichten Niederungen. Durch die Strombauten ist die Breite des Stromschlauches bei mittlerem Wasserstande von der Reichsgrenze bis zur Joramündung auf 170 m, von da bis zur Gilge-Abzweigung auf 185 m, im Rußstrom vorläufig auf 180 bis 210 m (die noch am wenigsten ausgebauten Stellen sind 230 bis 300 m breit), im Altmathstrome auf 140 m, in der Gilge auf 50 bis 60 m (einzelne Stellen haben bis zu 150 m Breite) eingeschränkt worden. Die Tiefe der Fahrrinne beträgt im Memel- und Rußstrome bei dem sehr niedrigen Wasserstande 0,76 m a. P. Tilsit nur an vereinzelt Stellen weniger als 1,40 m, bei dem um etwa 1,0 m höher liegenden gewöhnlichen Wasserstande also durchschnittlich 2,40 m, im Altmathstrome beim kleinsten Wasserstande mindestens 1,70 m. In der Gilge fehlen an dem angestrebten Maße von 1,25 m bei jenem sehr niedrigen Wasserstande stellenweise noch 0,20 bis 0,45 m; die untere Gilge und der Seckenburger Kanal haben überall größere Tiefen, an manchen Stellen bis zu 7 m. Obgleich das angestrebte Ziel, namentlich in der Gilge, noch nicht überall erreicht ist, wird die Schifffahrt doch während der eisfreien Jahreszeit niemals unterbrochen, sondern kann stets in lohnender Weise betrieben werden. Die wichtige Aufgabe des Ausbaues, den Besitzstand der Uferanlieger durch Festlegung des Strombettes zu sichern, ist in vollem Maße gelöst. In dem festgelegten Bette erfolgt die Wanderung der von oben hinzu kommenden Sandmassen derart, daß die Spülkraft des Stromes stets wieder eine schlanke Rinne von genügender Tiefe und Breite auszubilden vermag. Steinriffe finden sich an mehreren Stellen, sind aber so weit ausgeräumt, daß sie für die Schifffahrt keine Hindernisse bieten.

III. Der Pregelstrom.

(Betr. Gewässernez vergl. Bd. II S. 266, 276, 309, 342, betr. Flußgerinne vergl. S. 357, 380, 405, 454.)

Von den im Suwalkier Hügellande (unweit des Berührungspunktes der drei östlichen Stromgebiete) entspringenden Wasserläufen haben wir bereits die Czarna-Hancza als vorwiegend südöstlich gerichteten Nebenfluß des Mittleren Njemen und die Szeszuppe als vorwiegend nordwestlich gerichteten Nebenfluß

des Unteren Memelstromes erwähnt. Im Hügellande selbst verfolgt die Szeszuppe freilich nordöstlichen Lauf und schlägt erst im Vorlande jene Hauptrichtung ein. Dagegen laufen die beiden dem Pregelstromgebiete angehörigen Wasserläufe Pissa und Rominte aus dem Hügellande sofort gegen Nordwesten, seiner Abdachung folgend, nach der ost-westlich gerichteten Bodensenke, die im uneigentlichen Sinne als „Pissaniederung“ bezeichnet wird, ebenso die östlich von der Pissa in geringerer Höhe entspringende Dobup. Letztere erreicht jene Senke zuerst und schwenkt in ihr nach Westen um, sodann die Pissa, deren Namen auf den vereinigten Wasserlauf übertragen wird, schließlich auch die Rominte, die als Nebenfluß der Pissa gilt. Kurz bevor dieses Vorfluthgewässer des Suwalkier Hügellandes das in die westliche Fortsetzung der Pissaniederung tief eingeschnittene Pregelstromthal erreicht, kommt von links noch ein Flußlauf hinzu, der die Vorfluth des Seesker und Lözener Hügellandes nach Norden bewirkt und nur in seiner letzten Strecke gegen West-zu-Nord umgebogen ist, nahezu mit der Pissa parallel: die Angerapp. Ihr größerer Wasserreichtum mag Veranlassung dazu gegeben haben, die Pissa als ihren Nebenfluß anzusehen.

Lange bewahrt die Angerapp den ihr kaum gebührenden Vorzug, der ost-westlichen Hauptader des Gewässernezes den Namen zu leihen, freilich nicht. Schon 15,6 km unterhalb der Pissamündung erhält die Hauptader bei der Einmündung der Inster den Namen Pregelstrom. Zuweilen wird schon diese unterste Strecke oder doch ihr schiffbares Ende von Insterburg ab Pregel genannt. Während das Niederschlagsgebiet der Pissa bis zur Romintemündung 727 qkm beträgt und nach Aufnahme der ein 535 qkm großes Gebiet entwässernden Rominte bis zur Einmündung in die Angerapp auf 1376 qkm angewachsen ist, bringt dieser linksseitige Ursprungsfluß des Pregelstromes dort das Wasser einer 2517 qkm großen Fläche hinzu und besitzt an der Vereinigung mit dem rechtsseitigen Ursprungsflusse 3957 qkm Gebietsfläche, mehr als dreimal so viel wie die kleine Inster, die ein durchweg dem Flachlande angehöriges Gebiet von 1253 qkm Flächeninhalt entwässert.

Die Inster trägt zur Speisung des Pregelstromes bedeutend weniger bei als die Pissa und würde nicht den Anspruch erheben können, als rechtsseitiger Ursprungsfluß zu gelten, wenn die Thalbildung nicht unverkennbar darauf hinwiese, daß dieses Flüßchen der schwächliche Erbe eines weitaus stärkeren Vorgängers ist, des Armemelstromes, der das jetzt vom Unterlaufe der Inster benutzte südwestlich gerichtete Thal mit gewaltiger Kraft geschaffen und in jener ost-westlichen Bodensenke bis zur Ostsee weiter geführt hat. Den nördlichen Anfang dieser Thalarinne, in der jetzt das Kallweller Torfbruch wasserscheidend zwischen dem Memel und dem von ihm abgetrennten Pregelstromgebiete wirkt, benutzt die Mündungsstrecke der Szeszuppe. Zum Instergebiete gehört vornehmlich das zwischen Szeszuppe und Pissaniederung gelegene Billfallener Flachland, dessen kleine Wasserläufe mit westlicher und nordwestlicher Richtung nach dem vorzeitlichen Strombett fließen. Der größte von ihnen, die obere Inster, erreicht ihn zuerst und giebt dem Flüßchen, das jetzt in dem breiten Thalgrunde umherschweift, den Namen. Zur Ausbildung des Thales kann die Inster kaum etwas beigetragen haben, da ihre geringen Wassermassen nicht einmal ein geregeltes Bett auszuräumen

vermögen. Freilich wird diese Arbeit erschwert durch die von den Bächen des Billfällener Flachlandes und von den kurzen Wasserrinnen des rechtsseitigen Höhenlandes in das untere Insterthal eingeschwemmten Bodenmassen, sowie durch das geringe Gefälle, das den Wuchs der Wasserpflanzen erleichtert.

Auch im Pregelstromthale hat, seitdem der Urmemelstrom seine großen Wassermassen nicht mehr auf diesem Wege abführt, die aufschüttende Arbeit der Seitengewässer das Uebergewicht erlangt und wurde von den Pflanzenwucherungen lebhaft unterstützt. In den Mündungsarmen, besonders im Deimethal fiel die Hauptarbeit den torfbildenden Pflanzen zu; je weiter man stromaufwärts geht, um so mehr herrscht das sandige und thonige Alluvium vor. Den größten Schuttkegel, der durch die ganze Breite des Thales reicht und den Abfluß der Inster hemmt, hat die Angerapp aufgeschüttet. Denn die zur Zeit des Urmemelstromes durch rückwärts schreitende Erosion hergestellten, tiefen, schluchtförmigen Thaleinschnitte der Angerapp, Pissa und übrigen Seitengewässer sind dauernd den Angriffen des Hochwassers ausgesetzt geblieben, das die Steilwände ihrer vielgewundenen Thälchen im Abbruch hält und den abgebrochenen Boden nach dem Hauptstromthale trägt. In diesem, für die jetzigen Wassermassen zu breiten Thale lagern sich die schwereren Wander- und Sinkstoffe bald ab, und nur die leichteren werden auf den Torfmoorniederungen der unteren Strecken als dünne Deckschicht niedergeschlagen; was von sandigen Bestandtheilen dorthin gelangt, baut im Verein mit thonigen Sinkstoffen die Uferreehen auf.

Bevor wir Thal und Lauf des Hauptstromes weiter betrachten, kommen wir nochmals auf die Ursprungsflüsse zurück. Daß die Inster keine Kraftleistungen auszuüben vermag, ergibt sich aus dem oben Gesagten und wird ferner erläutert durch den Hinweis auf ihr geringes Gefälle von 0,369 ‰ auf 102,2 km Lauflänge. Im Oberlaufe beträgt es durchschnittlich 0,700 ‰, im Unterlaufe aber bloß 0,121 ‰ und in der 20,5 km langen Endstrecke (diese für sich allein betrachtet) gar nur 0,072 ‰ in Folge der Stauwirkung des Angerappschuttkegels. Die letzte Angerappstrecke hat dagegen ein Gefälle von 0,350 ‰, der ganze Flußlauf auf 169,4 km Länge ein solches von 0,630 ‰. Wenn man das vom Pammersee (+ 146 m) kommende Fließ als Hauptquellbach im Seengebiete annimmt, so hat die Angerapp 0,610 ‰ mittleres Gefälle auf 224,0 km Länge. Betrachtet man dagegen die Pissa als Hauptquellfluß, so beträgt das mittlere Gefälle 1,86 ‰ auf 125,9 km Länge, vom Wizajner See (+ 243 m) bis zur Instermündung (+ 9,3 m) gerechnet. Diese Größe erscheint beachtenswerth, zumal im Wizajtyter See eine wagerechte Strecke und von der Dobup- bis zur Romintemündung eine lange gefällarme Strecke eingeschaltet ist. Erst nach Aufnahme der Rominte hat die Pissa genügende Kraft erlangt, eine tiefe schluchtförmige Thalrinne mit unzähligen Krümmungen in die ost-westliche Furche einzuschneiden, die sie schon von der Dobupmündung ab verfolgt (ehemalige Trakehner Wildniß).

Wollte man die Goldap als Hauptquellfluß der Angerapp gelten lassen, so ist das mittlere Gefälle von der Jarfequelle (+ 202 m) bis zur Instermündung (+ 9,3 m) auf 228,1 km Lauflänge 0,845 ‰, demnach bedeutend stärker als auf der fast ebenso langen Linie vom Pammersee ab. Bei letzterer

wird das Durchschnittsgefälle durch die großen Masurischen Seen (Löwentin- und Mauersee) bedeutend abgeschwächt, ebenso für beide Linien durch die gefällarme Strecke der oberen Angerapp in ihrem Laufe durch die Skallischer Ebene unterhalb der Goldapmündung. Zwischen der Goldap und ihrem Oberlaufe, dem Jarkefließ, ist der Goldaper See eingeschaltet; aber auch in den übrigen Strecken ist das Gefälle sehr ungleich vertheilt. Jarke und obere Goldap bilden zusammen einen Dreiviertelskreis um die bastionsähnliche Erhebung des Seesker Höhenzugs, von dem strahlenförmig zahlreiche Bäche mit starkem Gefälle in den ringförmigen Sammelgraben eilen; in den heißen Sommermonaten versiegen sie, schwellen aber nach starken Regengüssen und bei der Schneeschmelze wildbachartig an, so daß die Goldap mit ihrem 677 qkm großen Niederschlagsgebiete der Hochwasserzubringer der Angerapp noch in höherem Maße als Pissa und Rominte ist. Von dem unter häufigen Ueberschwemmungen leidenden Goldap-Angerappthale am Rande der Skallischer Ebene aus hat der so erheblich verstärkte Fluß ein tiefes, mannigfach gewundenes Engthal in das Vorland des Preussischen Landrückens eingegraben, das den Vorhöhenzug zwischen den Kallner und Augskallner Bergen bei Morgallen durchbricht, nachdem hier der Wießfluß von rechts die Abflussmengen aus dem Hügellande des südlichen Darkehmener Kreises herab gebracht hat.

Die namhaften Seitengewässer der Angerapp treten demnach sämmtlich auf der rechten Seite hinzu, da der Hauptfluß die gemeinschaftliche Vorfluthrinne für alle nordwestwärts abfließenden Wasserläufe des zweiten (von der Ostseite her gerechnet) und theilweise des ersten Unterabschnittes des Preussischen Landrückens ist. Die großen Seen des Quellgebietes der Angerapp liegen in jener tief eingesenkten süd-nördlichen Furche zwischen dem Lözener und Sensburger Hügelland so nahe an der westlichen Wasserscheide, daß auch dort fast alle Zuflüsse von rechts aus dem Lözener Hügellande kommen. Im Vorlande scheidet der Kamm des Vorhöhenzuges bis zu den Kallner Bergen die kleinen linksseitigen Nebenbäche der Angerapp ab von den größeren Wasserläufen, welche durch die Auzinne gesammelt und gegen Nordwesten nach dem Oberpregel geführt werden. An der inneren Seite dieses Vorhöhenzuges finden wir außer der Skallischer Ebene, die als ehemaliges Seebecken angesehen wird, noch ein zweites Becken ähnlicher Art in und neben dem Bupliener Forste im unteren Wießflußgebiete. Wie das große Seebecken in der Rominter Heide durch das tiefere Einschnitten der Rominte trocken gelegt ist, so wurden jene beiden als Endglieder der Seenreihe der großen Masurischen Seen aufzufassenden Seebecken dereinst durch das tiefere Einschnitten der Angerapp trocken gelegt.

Außer der Auzinne fließen von der Außenseite jenes Vorhöhenzuges und vom anschließenden Rande der Masurischen Seenplatte mehrere Wasserläufe ab, die sich in die Alle ergießen, welche mit nordwestlicher bis westlicher Richtung als gemeinschaftliche Vorfluthrinne für die vom dritten Unterabschnitte des Preussischen Landrückens kommenden Gewässer dient. Die Alle selbst entspringt im Höckerlande bei Lahna und verfolgt jene nordwärts verlaufende Furche, die diesen Unterabschnitt begrenzt, bis zur Heilsberger Senke. Von links erhält sie aus dem seenreichen Höckerlande das Maranseeß, von rechts namentlich den Wadang, der ihr die

Abflußmenge des westlichen Sensburger Hügellandes und des Allensteiner Höhenlandes zuführt. In der ostnordöstlich gerichteten Strecke bis zur Gubermündung trennt die Alle das Rösseler Hügelland (rechts) vom hügeligen Gelände der Landsberger Höhen (links), aus dem sie das Elmfließ empfängt; auch hier sind die Zuflüsse von der rechten Seite, unter denen besonders das bei Heilsberg mündende Simserfließ zu nennen ist, weitaus bedeutender. Wo das Rösseler Hügelland in den östlichen Theil des Sensburger Hügellandes übergeht, vereinigen sich verschiedene Wasserläufe mit solchen, die vom Rande der Masurischen Seenplatte kommen, zur hochwasserreichen Guber, die bei Schippenbeil von rechts in die Alle mündet. Die übrigen oben erwähnten Wasserläufe erreichen den nordwärts gerichteten Hauptfluß bei Allenburg, nachdem sie sich vorher im Abtfließe nebst der Omet und in der Swine vereinigt haben.

Der Angerapp ähnlich, empfängt also auch die Alle ihre meisten und wichtigsten Nebenflüsse von der rechten Seite und hält sich in Nähe der westlichen Wasserscheide ihres Niederschlagsgebietes. Und wie im Quellgebiete der Angerapp der Abflußvorgang einigermaßen gleichmäßig gestaltet wird durch die umfangreichen Seen, so geschieht dies auch im seenreichen, größtentheils aus durchlässigem Boden bestehenden und reich bewaldeten Quellgebiete der Alle. Die Wasserläufe des Sensburger und Rösseler Hügellandes bereiten allmählich eine Umgestaltung des Abflußvorganges vor, die nach Aufnahme der Guber besonders scharf ausgeprägt wird; in den letzten Strecken ist die Alle daher ein ausgesprochener Hochwasserfluß. Ebenso wie bei der Angerapp wird diese Umwandlung begünstigt durch die mehr und mehr schluchtartig werdende Form der Thalrinne, die tief in eine diluviale Thalsenke eingesnagt ist, und zwar um so tiefer, je mehr sich der Fluß gegen Norden dem Pregelstromthale nähert. Während in der Angerapp die größten Schwankungen der Wasserstände bei Angerburg nur rd. 1,4 m, zwischen der Goldap- und Bissamündung etwa 3,5 bis 5 m, in der letzten Strecke bei Insterburg sogar gegen 6 m betragen, hat die obere Alle (bis zur Wadangmündung) kaum 1 m, die mittlere Alle (bis Heilsberg) rd. 2 bis 2,5 m, die untere Alle bei Bartenstein rd. 3 m, aber von der Gubermündung ab 5,5 bis 6,3 m größte Wasserstandsschwankung.

Am tiefsten und breitesten ausgehöhlt war offenbar zur Zeit des Urmemelstromes die ihm zunächst gelegene Rinne des unteren Allethales, die seitdem das Ablagerungsgebiet für die oberhalb ausgehöhlten, abgebrochenen und von den Seitengewässern eingeschwenkten Bodenmassen bildet, während bei der Angerapp das Pregelstromthal die Aufschüttung erhält. Vermuthlich rührt diese Verschiedenheit des Auslaufungsvorganges in erster Linie von den verschiedenartigen Gefäll- und Thalquerschnitts-Verhältnissen her. Sie ist aber wohl verstärkt worden durch den Umstand, daß die Alle in ihrer Mündungsstrecke seit langer Zeit mit der Pinnauer Stauanlage bei Wehlau gesperret ist, wogegen bis 1887 die Bubainer Stauanlage im Oberpregel 10,3 km unterhalb der Instermündung lag. Letztere hat nachweislich in hohem Maße zur Aufhöhung der Uferreehen auf große Breite beigetragen, und allem Anscheine nach begünstigt auch die Pinnauer Stauanlage das Anwachsen der wallartigen Uferreehen in ihrem Rückstaubereiche bedeutend.

Nach der Vereinigung von Angerapp und Juster ist das Pregelstromgebiet 5210 qkm groß. Bis zur Allemündung kommen links 748 qkm (hiervon 564 qkm durch das Auxinnegebiet), rechts 445 qkm hinzu. Mit der 6403 qkm großen Gebietsfläche vereinigt sich nunmehr links das 7126 qkm umfassende Allegebiet. Da der weiter unterhalb erfolgende Zuwachs im Ganzen bloß 1501 qkm beträgt, entfällt der weitaus größte Theil der ganzen Gebietsfläche (15 030 qkm) auf die linke Seite (12 352 qkm). Bloß 17,8 % liegen auf der rechten Seite (2678 qkm), von der nur kleine Flachlandbäche in den Pregelstrom und die nach dem Kurischen Haffe abzweigende Deime fließen. Ueber die Hälfte des linksseitigen Gebietes wird von der Alle entwässert, deren mittleres Gefälle von der Quelle (+ 153 m) bis zur Mündung bei Wehlau (+ 1,2 m) auf 289,4 km Lauflänge 0,525 ‰ beträgt. Die mehrfach hervorgehobene Aehnlichkeit zwischen Alle und Angerapp besteht auch die Probe beim Vergleiche des Gefälles; denn vom Pammersee (+ 146 m) durch die Angerapp und den Pregelstrom bis zur Allemündung ergibt sich das durchschnittliche Gefälle auf 279,1 km Lauflänge zu 0,519 ‰, also fast genau ebenso groß.

Die Gestaltung des Gewässernezes, der Bodenoberfläche und Bodenbeschaffenheit ist in beiden Gebieten nicht wesentlich verschieden. Was die Anbau- und Bewaldungsverhältnisse anbelangt, so ähnelt das Quellgebiet der Goldap bezüglich seiner Waldarmuth dem der Guber; also gerade die beiden das rasche Anschwellen des Hochwassers besonders befördernden Nebenflüsse stammen aus schwach bewaldetem Gelände. Moor und Torf findet man über beide Flußgebiete ziemlich gleichmäßig vertheilt. An Seenfläche übertrifft zwar das Angerappgebiet mit 250 qkm (rd. 6,3 ‰) das Gebiet der Alle, das 178 qkm (rd. 2,5 ‰) besitzt; aber von jener Summe entfallen 216 qkm auf das 1032 qkm große Quellgebiet der Angerapp (20,9 ‰), während die übrige Gebietsfläche ärmer an Seen als das Allegebiet ist, besonders als die zur oberen Alle und zum Wadang entwässernden Theile mit 7,1 und 5,0 ‰ Seenfläche. Auf das Juster- und Untere Pregelstromgebiet entfallen nur rd. 12 qkm Seen. Das ganze Pregelstromgebiet (15 030 qkm) umfaßt also 440 qkm Seen, d. h. 2,93 ‰ seines Flächeninhalts.*)

*) Wegen des großen Antheils der Seenplatte am Pregelstromgebiete ist der Prozentsatz der Seenfläche bedeutend größer als bei den Nachbarstromgebieten im Ganzen und auch größer als bei ihren einzelnen Hauptabschnitten. Ueber 0,50 ‰ beträgt dieser Prozentsatz außerdem nur bei den Hauptabschnitten, die Theile des seenreichen Baltischen Landrückens umfassen, und zwar beim Gebiete des Mittleren Njemen 1,65 ‰, des Unteren Memelstromes 0,54 ‰, des Narew 1,66 ‰ und der Unteren Weichsel 1,57 ‰. Wie sich aus folgender Uebersicht ergibt, ist das Weichselstromgebiet weniger reich an Seen als die Gesamtfläche der drei östlichen Stromgebiete, während das Memelgebiet gerade die Durchschnittszahl erreicht:

	Gebietsfläche	Seenfläche	Prozentsatz
Memelstromgebiet	97 492 qkm	806 qkm	0,83 ‰
Pregelstromgebiet	15 030 "	440 "	2,93 ‰
Weichselstromgebiet	198 510 "	1292 "	0,65 ‰
Gesamtfläche	311 032 qkm	2538 qkm	0,82 ‰

Eben wegen jener Ähnlichkeit der beiden wichtigsten Zuflüsse und ihrer Theilgebiete erfährt der Abflußvorgang des Pregelstromes an der Allemündung keine Umgestaltung, sondern eine Verstärkung seiner bisherigen Eigenschaften. Namentlich gereicht die größere Wassermenge und das schwächere Gefälle der unteren Strecken für die Schifffahrt zu solchem Nutzen, daß die Allemündung als Grenze zwischen dem 55,1 km langen Oberpregel und dem bis zur Mündung in's Frische Haff 71,6 km langen Unterpregel gilt. Bei Mittelwasser hat der Oberpregel 0,148 ‰ mittleres Gefälle, der Unterpregel nur 0,016 ‰, der ganze Pregelstrom 0,073 ‰, ferner die 15,5 km unterhalb der Allemündung abzweigende Deime auf 37,1 km Länge 0,016 ‰, d. h. ebenso viel wie der Unterpregel. Das Niedrigwassergefälle ist im Oberpregel etwas stärker, sonst allgemein etwas schwächer, das Hochwassergefälle dagegen durchweg stärker, z. B. beim mittleren Hochwasser im Oberpregel 0,162, im Unterpregel 0,046, im ganzen Pregelstrom 0,097 und in der Deime 0,047 ‰, da ein Ausgleich zwischen den großen Schwankungen der Binnenwasserstände und den kleineren Schwankungen der Wasserstände beider Haffe stattfinden muß.

Im Einzelnen betrachtet, ist das Mittelwassergefälle bereits in der Strecke Allemündung—Deimeabzweigung (0,034 ‰) wenig über halb so groß wie im unteren Rußstrom (Sellen—Ruß = 0,061 ‰), in der Strecke Deimeabzweigung—Spizkrug (0,020 ‰) kaum so groß wie im Altmathstrom (Ruß—Kuwertshof = 0,021 ‰), in der Deime noch etwas kleiner. Vom Spizkrug bis zum Frischen Haffe hat der Unterpregel auf 32,6 km Länge bei Mittelwasser nur 0,13 m Fallhöhe. Hieraus ist ohne Weiteres zu ersehen, daß die Haffwasserstände für die Mündungsarme des Pregelstroms von viel größerer Bedeutung sein müssen als für die Mündungsarme des Memelstroms. Die großen Wassermassen, die zur Hochwasserzeit der Memelstrom in das Kurische Haff wirft, können wegen dessen trichterförmigen Gestalt durch das enge Memeler Tief nicht ohne beträchtlichen Stau abfließen, zumal das Eis ihnen den Abfluß häufig erschwert. Während also die Wasserstände des Kurischen Haffes vom Memelstrom öfters erheblich angehoben werden, vermögen die ungleich kleineren Wassermassen der Deime eine solche Wirkung um so weniger auszuüben, als ihre Mündung an der breitesten Stelle des Küstensees liegt.

Ebenso sind die vom Unterpregel in das Frische Haff gebrachten Wassermassen gering im Verhältniß zu denen, die bei kräftig eingehender Strömung durch das Pillauer Tief vom Winde in das Haff getrieben werden, außerdem auch kleiner als der Hochwasserzufluß aus der Nogat. Die vorherrschenden westlichen und südwestlichen Winde verursachen daher in der gegen Westsüdwest geöffneten Mündungsbucht des Unterpregel einen bedeutenden Stau, der den Abfluß dorthin zeitweise ganz unterbricht und eine starke, binnenwärts gerichtete Einstromung verursachen kann. Im Unterpregel tritt daher sehr oft umgekehrtes Gefälle ein, weniger häufig in der Deime, deren Mündung nicht so ungünstig gegen die herrschenden Winde gerichtet ist. Wenn der Rückstau aus dem Frischen Haffe bis Tapiau zurück reicht, wird der Antheil der Deime am Abflusse verstärkt und um dasselbe Maß die Wassermenge vermindert, die sich im Mündungsbecken des Unterpregel bis zum Umschlage des Stauwindes aufammelt.

Die Deime wirkt also in gewissem Sinne als Sicherheitsventil für das Mündungsbecken des Pregelstromes.

Demnach unterliegen die Gefällverhältnisse der Mündungsarme und der anschließenden Strecke des ungetheilten Stromes einem nicht bloß von der Abflußmenge des Oberpregel und der Alle, sondern in hohem Grade auch von der Stärke und Richtung des Windes abhängigen Wechsel. Andererseits hängt das Hochwassergefälle davon ab, daß am Oberpregel die Ausbreitung der Wassermassen durch hohe, breite Uferrehnen viel mehr behindert ist als beim Unterpregel. Während die größten Wasserstandsschwankungen im Oberpregel für die kurze Jahresreihe 1881/96 auf 5,4 bis 5,6 m nachgewiesen sind und für einen längeren Zeitraum gegen 6 m betragen, kann man sie an der Deime-Abzweigung auf 4,5 m, im mittleren Theile der Strecke Tapiau—Königsberg und in der Deime auf 2,8 bis 2,9 m annehmen. In den letzten Strecken des Unterpregel vermehrt sich bei Zugrundlegung eines längeren Zeitraumes die größte Schwankung in Folge der Rückstauwirkung wiederum, bei Königsberg auf rd. 3,5 m.

Die hohen Uferrehnen des Oberpregel zwingen kleinere und mittelgroße Hochfluthen in dem verhältnißmäßig engen, vielgewundenen Strombett abzufließen; nur bei großen Hochfluthen wird ein Theil des Hochwassers durch Seitenströmungen abgeführt. Im Unterpregel werden dagegen die an Höhe allmählich abnehmenden Uferrehnen schon bei mittleren Anschwellungen überfluthet, und zwar um so früher, je näher man an die Mündung kommt; von Spitzkrug abwärts und an der Deime ist das Bett ohne bedeutende Ueberhöhung der Ufer in die nur wenig über Mittelwasser, stellenweise noch tiefer liegende Niederung eingeschnitten. Obgleich das Stromthal in schlanker Linie ost-westlich läuft, hat der Pregelstrom im Ganzen doch 36,2 % Entwicklung wegen der zahlreichen scharfen Windungen und Schleifen des Strombettes, die theilweise weniger als 50 m Halbmesser besitzen. Beim Oberpregel nehmen die Entwicklungszahlen von 22,6 % in der Strecke Instermündung—Gr.-Bubainen auf 94,5 % in der Strecke Taplacken—Allemündung zu. Beim Unterpregel nehmen sie von 52,0 % in der Strecke Behlau—Tapiau auf 5,1 % in der letzten Strecke ab. Bei der Deime trägt zu der 37,4 % großen Entwicklung auch die etwas gewundene Grundrißform des Thales bei.

Besonders kennzeichnend für die Strecke Tapiau—Königsberg sind die Spaltungen des Unterpregel in langgestreckte, zumeist parallel laufende, sanft gewundene Arme. Je weiter die Aufschüttung von oben nach unten vorwärts schreitet, um so mehr beginnt der Kampf zwischen den Nebenarmen, der so lange währt, bis einer von beiden unterliegt und zum Abflusse wird, da der verbleibende Hauptarm seine Abzweigung mit einer Barre absperrt. Zwischen Tapiau und dem Spitzkrug ist dieser Kampf in vollem Gange; unterhalb des Spitzkrugs bereitet er sich erst langsam vor. Die Spülung der beim raschen Umschlagen des Windes mit großer Geschwindigkeit abfließenden, vorher zurückgestauten Wassermassen wirkt dort so kräftig, daß die unteren Strecken der beiden Parallelarme, des Alten und Neuen Pregel 4 bis 5 m, in Königsberg 6 bis 7 m Wassertiefe besitzen. Das schlanke Bett des Unterpregel unterhalb des Kneiphofs in Königsberg, dessen kleinste Krümmungshalbmesser 425 bis 450 m betragen, ist 84 bis 180 m breit und von Natur in der Stromrinne 5,5 bis 12 m tief.

Dagegen hat der mit Buhnen auf 22,6 bis 32,0 m Normalbreite eingeschränkte Oberpregel bei Mittelwasser kaum 1,5 bis 2 m, die auf 50,0 m Normalbreite eingeschränkte Strecke Wehlau—Tapiou, sowie die stellenweise auf 47,0 bis 56,5 m eingeschränkte Strecke Tapiou—Spitzkrug noch nicht überall 2,1 m, die stellenweise auf 47 bis 50 m eingeschränkte Deime meistens 2,1 m Tiefe. Da das mittlere Niedrigwasser im Oberpregel durchschnittlich 1 m, im Unterpregel und der Deime durchschnittlich 0,7 m unter Mittelwasser liegt, weist der Unterpregel im Allgemeinen ausreichende Tiefen auf, während die Schifffahrt im Oberpregel bei Kleinwasser wegen der geringen Wassermenge Schwierigkeiten findet. Die Menge des wandernden Sandes, der die Stromrinne hier öfters zu sehr verflacht, nimmt nach unten hin ziemlich rasch ab, da bei Hochwasser große Massen auf die Uferreehen und in fein vertheiltem Zustand, gemengt mit thonigen Sinkstoffen, in die Niederungen geschwemmt werden. Die letzten Strecken des Unterpregel und die Deime führen nur ganz feine, im Wasser schwebende Sinkstoffe von sandiger, thoniger und humoser Beschaffenheit.

Entsprechend der auf S. 205 erwähnten Beschaffenheit der Thalsole, bestehen die Ufer des Pregelstroms an den oberen Strecken aus sandigem und thonigem Alluvium, an den letzten Strecken meistens aus Moorboden, der durch die Ueberschwemmungen mit Sand und Thon gemengt und befestigt ist, an der Deime fast überall aus weichem Moorboden. Die ganze Deimeniederung wird zu Wiesen benutzt, die wenig über Mittelwasser liegen. Bis unterhalb Gr. Böppeln hat sie eine ziemlich gleichmäßige Breite von rd. 1 km und ist von deutlich ausgeprägten Thalwänden begrenzt. Unterhalb werden diese auf beiden Seiten niedrig und verlieren sich in das seitliche Flachland. Da die Thalniederungen bei sehr großem Hochwasser nahezu vollständig überschwemmt werden, läßt sich ihre mittlere Breite annähernd bestimmen durch die Beziehungen zwischen dem Flächeninhalt des natürlichen Ueberschwemmungsgebiets (vergl. Tabellenband S. 125) und der entsprechenden Thallänge (vergl. Bd. II S. 456). Danach berechnet sich die mittlere Breite des Deimethals (streng genommen des natürlichen Ueberschwemmungsgebietes an der Deime) auf $61,0 : 33,8 = 1,80$ km, diejenige des Pregelstromthales von der Instermündung bis zum Frischen Haff auf $190,8 : 94,7 = 2,01$ km.

Im Einzelnen betrachtet, hat das Thal des Pregelstroms bis zur Muxinmündung 1,63 km durchschnittliche Breite, von da bis zur Deime-Abzweigung 1,4 km, zwischen Tapiou und Linkehnen 1 bis 1,5 km, sodann bis zu 5 km bei Ottenhagen—Löwenhagen, bei Arnau und Königsberg wieder 1,2 km und gegen die Mündung hin 3 bis 4 km. Nur an der Strecke unterhalb Königsberg ist die Niederung theilweise gegen Haffrücktau eingedeicht, oberhalb Königsberg bis Kapfeim aufwärts theilweise durch niedrige Verwallungen gegen sommerliche Ueberschwemmungen einigermaßen geschützt. Meistens bilden, auch noch unterhalb Königsberg, scharf abgesetzte und mehrfach steil geböschte Thalwände eine unverkennbare Abgrenzung. Nur wo größere Ueberreste der vorzeitlichen Thalsole vorhanden sind, die eine mit Sanden, Gränden und gröberen Geschieben bedeckte Zwischenstufe bilden, wird die Begrenzung stellenweise verwischt.

IV. Der Weichselstrom.

1. Die Kleine Weichsel.

(Betr. Gewässernetz vergl. Bd. III S. 5, 15, betr. Flußgerinne vergl. S. 175, 329.)

Die als Hauptquelle des Stromlaufes anzusehende Quelle der Schwarzen Weichsel liegt am südwestlichen Hange der Barania (Westbeskiden) in einem Sumpfe auf etwa + 1125 m Meereshöhe. Bis zur Vereinigung mit dem zweiten, am Westhange der Barania und Magurka auf + 900/1100 m entspringenden Quellsbache, der Weißen Weichsel, überwindet der Hauptquellbach auf 9,9 km Länge 602 m Fallhöhe, also über die Hälfte des gesammten Stromgefälles, mit 60,8‰ mittlerem Gefälle. Das aus dem Zusammenrinnen beider Quellsbäche hervorgegangene Flößchen, die Kleine Weichsel, fließt bis zum Südrande der Polnisch-schlesischen Platte, den es bei Schwarzwasser an der deutsch-österreichischen Reichsgrenze erreicht, annähernd gegen Norden durch ein dem Olsathale benachbartes Querthal der Beskiden. Die von den beiderseitigen Gebirgsketten mit 50 bis 100‰ mittlerem Gefälle herab stürzenden Wildbäche haben große Schottermassen in das Flußbett gebracht, die von Ustron bis Drahomischl ein 27 km langes, durchschnittlich 200 m breites Ablagerungsgebiet bilden, dessen Rauminhalt auf 25 bis 30 Millionen cbm geschätzt wird.

Bei Drahomischl beginnt der tief in das Gelände eingeschnittene Abflußkanal des großen Wildbaches, als den man die Kleine Weichsel betrachten muß. Während bis dahin das Gefälle in den einzelnen, zusammen 38,2 km langen Theilstrecken von 11,3 auf 6,77 und 3,07‰ abgenommen hatte, ermäßigt es sich im letzten, nur 7,2 km langen Theile des nordwärts gerichteten Flußlaufes auf 1,60‰. Mit diesem kleineren Gefälle durchläuft das von Geschieben größtentheils befreite Wasser ein tief eingeschnittenes Bett, das kleinere Hochfluthen ohne Ausuferung abzuführen vermag; bei großem Hochwasser wird dagegen das flache Seitengelände weithin überschwemmt, soweit nicht die Verwallungen Schutz gewähren. Da zweifellos die Schutthalde des Ablagerungsgebietes im Vorrücken begriffen ist, läßt sich annehmen, daß die Weichsel oberhalb Drahomischl bis Ustron hin ehemals ein ähnlich tief eingeschnittenes Bett besessen haben mag, das von den Schottermassen allmählich verschüttet wurde. Die in vielen Jahrtausenden hier angehäuften Geschiebe bilden hauptsächlich die Quelle der Gefahr eines weiteren Vorschiebens des Ablagerungsgebietes, weil auf der Schutthalde durch Einnagung des Bettes die leicht beweglichen Schottermassen in viel größerem Umfange zum Wandern gebracht werden, als im Großiongebiete der Wildbäche neue Geschiebe entstehen.

Bei Schwarzwasser tritt die Kleine Weichsel in die am Südrande der Polnisch-schlesischen Platte mit östlicher und nordöstlicher Hauptrichtung entlang ziehende Rinne. Das Gefälle des Geländes ist gering, das des Flusses aber noch weit geringer, da er ein überall geschlossenes Bett mit zahlreichen scharfen Krümmungen in den Thalgrund eingenagt hat. Von 0,381‰ in der 32,8 km langen Strecke oberhalb der Bialamündung vermindert sich das mittlere Gefälle auf 0,259‰ in der 51,0 km langen Strecke zwischen den Mündungen der Biala und Przemsza. Die in der Gebirgstrecke (auf 55,3 km) 54,5‰ betragende

Entwicklung wird in der Flachlandstrecke weitaus überboten, da (auf 83,8 km) der Flußlauf 128,0‰ Entwicklung hat, und zwar 87,0‰ Laufentwicklung in Folge der fast ununterbrochen an einander gereihten Flußschleifen.

Bei gewöhnlichem Wasserstande ist der Wasserspiegel meistens nicht breiter als 18 bis 30 m und liegt 3 bis 6 m, in der letzten Strecke etwas weniger tief unter den Oberkanten der steil geböschten Ufer. Häufig sind diese so dicht bewachsen, daß der Abflußquerschnitt des Hochwassers eingeschränkt wird, zumal die Deiche vielfach zu nahe am Flußbette stehen. Die aufstauende Wirkung der Krümmungen und des zu engen Hochwasserbettes macht sich in der ganzen Flachlandstrecke, namentlich oberhalb der Pszczinkamündung, geltend und verstärkt das Hochwassergefälle. Die mittlere Wasserstandsschwankung, die bei N.-Berun (oberhalb der Przemszamündung) rd. 3,1 m beträgt, steigert sich weiter oberhalb bis zu 4,8 m bei Drahomischl, wogegen sie im breit ausgedehnten Fluthbett bei Skottschau für 1881/90 auf nur 1,17 m festgestellt worden ist. Die entsprechenden größten Schwankungen haben betragen bei N.-Berun rd. 4,5 m, bei Drahomischl rd. 7,0 m und bei Skottschau bloß 2,54 m.

Als wichtigste Erscheinung bei der Gestaltung des Gewässernekzes ist zu bezeichnen, daß die Kleine Weichsel auf dem 66,9 km langen Wege von Schwarzwasser bis zur Pszczinkamündung von links keinen einzigen nennenswerthen Zufluß empfängt, während von rechts dicht hinter einander die vom Gebirge gespeisten Bäche Ilłowniża und Biala münden. An der Pszczinkamündung unterhalb Wohlau hat der südliche (Beskiden-) Abschnitt der Gebietsfläche mit 969 qkm schon nahezu seine volle Größe erlangt; der nördliche Abschnitt (Antheil der Polnisch-schlesischen Platte) umfaßt aber erst 76 qkm. In der letzten 16,9 km langen Strecke vermehrt sich der Flächeninhalt des südlichen Abschnittes nur um 59, der des nördlichen dagegen durch den Eintritt der Pszczinka, Gostine und Przemsza um 2807 qkm. Oberhalb Wohlau hängt die Kleine Weichsel lediglich von der Speisung aus dem Beskidenantheile ihres Niederschlagsgebietes ab, ist also ein im Flachlande fließender Gebirgsfluß mit sehr stürmischem Abflußvorgang. Bis unterhalb der Przemszamündung gestaltet sich ihre Eigenart wesentlich zu Gunsten einer gleichmäßigeren Wasserführung um, wiewohl die aus dem preussischen Oberschlesien kommenden Bäche Pszczinka und Gostine im Frühjahr und zuweilen auch im Sommer hohen Anschwellungen ausgesetzt sind.

Obgleich die Przemsza stärkeres Gefälle (2,06‰ auf 84,0 km) besitzt als jene beiden oberschlesischen Bäche (Pszczinka = 0,889‰, Gostine = 0,914‰), führt sie doch wegen der größtentheils durchlässigen Beschaffenheit ihres Gebietes und der die Ausbreitung des Hochwassers erleichternden Thalform ihre Abflußmengen in häuslicher Weise ab; die mittlere Wasserstandsschwankung bei Kl.-Chelm beträgt für den langen Zeitraum 1834/96 nur 1,06 m, die größte Schwankung nur 1,89 m. Das 2095 qkm große Gebiet der Przemsza umfaßt nahezu 54‰ des ganzen Flächeninhalts des Gebietes der Kleinen Weichsel, und zwar den weitaus größten Theil der zum Flach- und Hügellande gerechneten Gebietsfläche. Neben den ausgedehnten Brüchern und Mooren in den Thälern der Schwarzen Przemsza, Weißen Przemsza und Brinniża ist die Seen-

fläche des Gebietes der Kleinen Weichsel verschwindend gering (etwa 5 qkm = 0,12% des ganzen Gebietsinhaltes). Eine mindestens viermal so große Fläche besteht aus Fischteichen, die nicht dauernd bespannt gehalten, sondern in regelmäßigem Wechsel zur Ackerwirthschaft benutzt werden.

Der schroffe Gegensatz des 15,8‰ betragenden Gefälles der Gebirgstrecke zu dem 0,307‰ großen Gefälle der Flachlandstrecke, deren Mittelwasserspiegel an der Przemszamündung (+ 226,8 m) um nahezu 900 m niedriger als die Hauptquelle der Weichsel liegt, trägt vorwiegend zu den Nothständen bei, die öfters eintreten, wenn nach starken Regengüssen aus den Beskiden schnell große Wassermassen zusammen eilen und in der gefällarmen Strecke keine ausreichende Vorfluth finden. Noch gefällreicher als die Gebirgstrecke der Kleinen Weichsel sind besonders die Gebirgszuflüsse der Ilowniza und die Biala (19,1‰). Die häufig vorkommenden kleineren Hochfluthen fließen im bordvoll gefüllten Bette der Kleinen Weichsel ohne Ausuferungen ab; sie haben dessen Schlangenumwindungen zum Ausgleich ihrer lebendigen Kraft hervorgerufen und verschärfen sie fortwährend durch neue Abbrüche. Große Hochfluthen werden an ihrer freien Ausdehnung behindert: auf der linken (preussischen) Seite durch höheres Gelände oder größtentheils feste Deiche, auf der rechten (österreichischen Seite) durch vielfach mangelhafte Verwallungen, die den auf diesem Ufer meist umfangreichen Niederungen freilich keinen sicheren Schutz gewähren. Daß von der Gostinezmündung abwärts solche Eindeichungen nicht mehr vorhanden sind und die Kleine Weichsel weniger tief als weiter oberhalb eingeschnitten ist, trägt zur Verminderung der Wasserstandsschwankungen bei M.-Berun wesentlich bei.

2. Die Obere Weichsel.

(Betr. Gewässernez vergl. Bd. III S. 36, 92, betr. Flußgerinne vergl. S. 209, 340, 351, 361, 370, 387, 397, 405.)

An der 78,5 km langen Strecke von der Przemszamündung bis Krakau, die wir als Oberlauf der Oberen Weichsel bezeichnen, bildet das Stromthal eine Einsenkung zwischen dem Borkarpathischen Hügellande und der Polnischen Platte, die nach Krakau hin bald ebenfalls in hügeliges Gelände übergeht. Der Strom hat 0,366‰, also stärkeres Gefälle als in der Flachlandstrecke der Kleinen Weichsel. Da das Thal nur in der letzten Theilstrecke (Skawinkamündung—Krakau) von der west-östlichen Hauptrichtung wesentlich abweicht, wird die 51,5% betragende Entwicklung hauptsächlich durch die Krümmungen bedingt, die der Strom in seiner meistens einige Kilometer breiten Alluvialniederung beschreibt. Schon von den Mündungen der Pszezinka und Gostine ab sind die Windungen des Stromlaufes nicht mehr so scharf und kurz wie weiter oberhalb, sondern holen in größeren Bögen aus. Im Oberlaufe der Oberen Weichsel hat man die schärfsten und größten Krümmungen, die schädliche Uferangriffe und Seitenströmungen des Hochwassers verursachen, neuerdings mit Durchstichen begradigt oder plant eine solche Begradigung, die z. B. im mittleren Theile auf 40 km Länge eine Verkürzung um 9,4 km oder 19% des früheren Maßes herbeiführen soll.

Während in den ersten Theilstrecken unterhalb der Przemszamündung die rechtsseitige Thalwand des Löß-Hügellandes sich um nur 10 bis 20 m über die Alluvialniederung erhebt und links vom Strome eine flache, mit Diluvialsand bedeckte Ebene langsam gegen die weit zurück liegenden Muschelfalkhügel ansteigt, sendet östlich vom Chechlobache das linksseitige Krakauer Hügelland seine Ausläufer mehrfach bis hart an den Strom, und unterhalb der Skawinkamündung beginnt ein enges, malerisch schönes Durchbruchthal, in dem die Weichsel zwischen 70 bis 150 m hohen Jurakalkfelsen dahin fließt. Am linken Ufer tritt der Jurakalk zum letzten Male jenseits des Rudawathales unmittelbar neben dem Strome im 20 m hohen Felsen des Wawel zu Tag, auf dem sich das Krakauer Königsschloß und die prächtige Krönungskirche der polnischen Könige erhebt, am rechten Ufer zum letzten Male bei Podgurze, der Brückentopfvorstadt von Krakau. Von den Juragesteinen bei Podgurze ist der Wawel 1,5, von den stromaufwärts liegenden rechtsseitigen Steinbrüchen bei Zakrzówek 1,8, von dem linksseitigen Jurahügelrücken bei Białany 1,4 km entfernt; diese Maße bestimmen die Breite der Alluvialniederung oberhalb und in Krakau. Die Stadt selbst liegt auf sandig-lehmigem Diluvium, das zwischen den Alluvialthälern der Rudawa und Białucha nach den flachen Lößhügeln im Norden und Nordosten zieht, die den 6 bis 7 km im Durchmesser großen Krakauer Kessel begrenzen.

Wie die Lagerung des Miozän darthut, ist der Durchbruch des Stromes durch den Jura nicht als ein Werk der Weichsel aufzufassen; vielmehr war die Trennung der Juraplatte in einzelne Stücke schon vollzogen, als die tertiären Gewässer sich in die Zwischenräume zwischen den einzelnen Erhebungen hinein drängten. Aber die Erosion ist inzwischen wieder so weit vorgeschritten daß das Bett in älterem Gesteine liegt und sich langsam tiefer in dasselbe einnagt. Denkt man sich das Thal an dem landschaftlich reizvollen Engpasse bei Tyniec mit einer 30 m hohen Sperrmauer abgeschlossen, so würde die Weichsel stromaufwärts bis oberhalb der Przemszamündung einen breiten See bilden, in dessen westliches Ende nahezu konzentrisch die Przemsza, Gostine, Pszczynka, Kleine Weichsel und Sola sich ergießen; auch die vorwiegend nordwestlich gerichtete Skawa weist nach jenem Endpunkte hin. Die Grörterung, ob ein solcher See ehemals vorhanden war, fällt aus dem Rahmen unserer Betrachtung. Jedenfalls bilden aber die genannten Gewässer zusammen mit den kleineren Wasserläufen, die sich oberhalb Tyniec ergießen, eine besondere Hauptgruppe des ganzen Gewässernezes. Durch die ungünstigen Vorfluthverhältnisse in der Flachlandstrecke der Kleinen Weichsel und durch die Einwirkung der linksseitigen Nebenflüsse hat das stürmische Verhalten des Abflußvorganges der oberen Kleinen Weichsel eine bedeutende Abschwächung erfahren. Die übrigen Nebenflüsse dieser Hauptgruppe stellen jedoch nahezu den anfänglichen Zustand abermals her.

Sola, Skawa und Skawinka fügen dem Gebiete der Kleinen Weichsel eine fast ebenso große Fläche hinzu, die vorzugsweise aus Gebirgsland und aus Hügelland mit starker Bodenneigung besteht. An der südlichen Hauptwasserseide erhebt sich das Gebirge meist über + 1000, in der Babiagura bis + 1725 m, während das nur 50/70 km entfernte Weichselthal an den Mündungen der Sola und Skawa auf + 224/227 m liegt, entsprechend einer durchschnittlichen Ab-

dachung von 20 ‰. Die ziemlich gestreckt verlaufenden Gebirgsflüsse haben gleichfalls sehr großes mittleres Gefälle, die Sola auf 94,3 km Lauflänge 5,61 ‰, die Skawa auf 98,4 km Lauflänge 5,71 ‰. Ihre Täler liegen gegen Norden und Nordwesten, also gegen die vorherrschenden Regenwinde, ebenso offen wie die westlichen Nachbarthäler der Biala und Kleinen Weichsel, sowie der Olsa und Ostrawika, die als schlimmste Hochwasserflüsse des Oberquellgebietes bekannt sind. Auch die Nebenbäche im Gebirgs- und Hügellande vereinigen sich meistens mit der Sola und Skawa derart, daß ihre Hochfluthwellen zusammen treffen. Alles drängt also darauf hin, den Abfluß der Niederschläge zu erleichtern und die Ausbildung großer Hochfluthen zu begünstigen, die glücklicherweise die Weichsel schon erreichen, bevor die in der Flachlandstrecke verzögerte und abgeschwächte Fluthwelle aus der Kleinen Weichsel an den Mündungen der Sola und Skawa eintrifft. Dagegen scheint die aus hohem Hügellande gespeiste, gleichfalls nordwärts gerichtete Skawinka die Einwirkung dieser beiden Gebirgsflüsse zu verstärken.

Auf der linken Seite empfängt der Oberlauf zunächst nur kleine Bäche aus dem Krakauer Hügellande, das durch die Chrzanow—Krakauer Senke vom höheren Gelände der Polnischen Platte abgetrennt wird. Von diesem stammt die Rudawa, deren Oberlauf mit starkem Gefälle durch eine tief eingerissene Thalschlucht fließt, wogegen der bei Krakau mündende Unterlauf jene breite Thalsenke verfolgt; ihr durchschnittliches Gefälle beträgt auf 41 km Lauflänge 6,85 ‰. Da auch die bei Krakau von rechts mündende Wilga aus hügeligem Gelände kommt, so herrschen in dem für die Wasserstände des Krakauer Pegels maßgebenden, 7978 qkm großen Niederschlagsgebiete die Bodenformen, die einen raschen Abfluß des Tagewassers begünstigen, in höherem Maße vor als beim Pegel zu N.-Berun (Zabrze), und mehr als dort hat die Weichsel bei Krakau wiederum die Eigenschaften eines Gebirgsflusses angenommen.

Im Mittellaufe von Krakau bis zur Dunajecmündung fließt die Weichsel zunächst bis zur Reichsgrenze bei Njepolomice gegen Osten in geringer Entfernung vom östlich weiter ziehenden Rande des Borkarpathischen Hügellandes, wendet sich dann gegen Ostnordost an den Südrand der Polnischen Platte und folgt diesem mit vorwiegend nordöstlicher Richtung, während sich rechts die an Breite allmählich zunehmende galizische Weichselebene ausdehnt. Auf 81,9 km Lauflänge hat der Strom hier 0,320 ‰ mittleres Gefälle. Seine Entwicklung beträgt 41,5 ‰, würde aber etwas größer sein, wenn er nicht in der österreichischen Strecke um 7,7 km und in der österreichisch-russischen Strecke um einen geringeren Betrag mit Durchstichen begradigt wäre. Vor der Begradigung hatte der Stromlauf bis Njepolomice noch ein ähnliches Gepräge wie im breiten Thalgrunde oberhalb der Skawinkamündung; die widerstandsfähige Beschaffenheit des Oberbodens und die geringe Widerstandsfähigkeit des Untergrundes verursachten sein tieferes Einnagen und gleichzeitig hiermit die Ausbildung von zahlreichen Schleifen, um die durch Tiefenzunahme gesteigerte Geschwindigkeit durch Längenvermehrung wieder auszugleichen. An der österreichisch-russischen Grenzstrecke vermindert sich das Bestreben zur Herstellung von Schlangenwindungen allmählich, da die bisher vorwiegend aus thonigem Schlick bestehenden Ufer wegen des größeren Sand-

gehaltes minder widerstandsfähig sind; das Bett dehnt sich daher in die Breite aus und ist im Allgemeinen schlanker geformt, aber übermäßig flach und mit Sänden durchsetzt, die bei niedrigen Wasserständen einen gespaltenen Lauf verursachen.

Bis Njepolomice wird die 5 bis 6 km breite Alluvialniederung der Weichsel im Süden vom 40 m hohen sandigen Abhange des mit Löß bedeckten Vorcarpathischen Hügellandes begrenzt, im Norden von einer etwa 20 m hohen, gleichfalls mit Löß bedeckten Vorstufe der Polnischen Platte. Auf der linken (russischen) Seite nimmt die Alluvialniederung unterhalb Njepolomice rasch an Breite ab, da der Strom schon vor der Rudnikmündung den mäßig hohen Steilabfall der Polnischen Platte erreicht, der bis zur Dunajecmündung nur an wenigen Stellen, besonders an den Mündungen der linksseitigen Nebenflüsse, für kleine Niederungsflächen Raum gewährt. Einen weit größeren Umfang besitzen dagegen die zusammenhängenden, 2 bis 10 km breiten Niederungen auf der rechten (galizischen) Seite, die zumeist ohne scharfe Begrenzung in das Diluvialgelände der Weichselebene und die Alluvialthäler der rechtsseitigen Nebenflüsse übergehen.

Von Krakau bis oberhalb der Dunajecmündung vergrößert sich die Gebietsfläche um 4835 qkm, wovon etwa $\frac{4}{7}$ an der rechten Seite hinzu kommen. Diese Gebietszunahme findet indessen keineswegs gleichmäßig statt; vielmehr wächst der Flächeninhalt des Niederschlagsgebiets auf der 56,2 km langen Strecke bis zur Rabamündung nur um $\frac{1}{4}$ jenes Betrages, da hier bloß kleinere Seitengewässer münden, namentlich die gefällreichen Bäche der Polnischen Platte. Auf der 25,7 km langen Strecke zwischen den Mündungen der Raba und des Dunajec ergießen sich dagegen dicht hinter einander, unter spitzem Winkel zur Richtung des Hauptstromes, von rechts die aus dem Gebirge stammende Raba und die im Hügellande wurzelnde Uszowica, deren Gebiet aber größtentheils dem Flachlande angehört, ferner von links die Szreniawa und Nidzica aus dem hügeligen Gelände der Polnischen Platte.

Das Quellgebiet der Raba schließt sich unmittelbar an das der Skawa, wogegen ihre Mündungen um rd. 113 km von einander abstehen; hieraus geht ohne Weiteres hervor, daß das Hochwasser der Raba in der Weichsel früher eintreffen muß, als die von der Skawa hinzu gebrachten Wassermassen die Rabamündung erreichen. Das Bergland, von dem die wichtigsten Seitengewässer der oberen Raba kommen, die Gruppe der Gorczberge mit der + 1311 m hohen Kuppe des Njedzwjodz, überragt auf 19 km Länge in west-östlicher Richtung die + 1000 m-Linie. Im Gebirge verfolgt der Fluß mit starken Windungen vorwiegend nördliche, den herrschenden Regenwinden entgegen gesetzte Richtung; im Hügel- und Flachlande ist er nordöstlich gerichtet. Auf 141,7 km Lauflänge beträgt das mittlere Gefälle der Raba 4,27 ‰, ist also trotz des langen Mittel- und Unterlaufes recht bedeutend und wohl geeignet den Abfluß des rasch anwachsenden Hochwassers zu beschleunigen. Auch die Uszowica mit 3,46 ‰ mittlerem Gefälle auf 65 km Lauflänge belästigt die Anlieger ihrer Flachlandstrecke zuweilen durch Ueberschwemmungen. Die 80 km lange Szreniawa hat 2,80 ‰, die 66 km lange Nidzica 1,76 ‰ Durchschnittsgefälle. Da beide-

Flüsse durch ziemlich tief eingeschnittene und enge Thäler mit geringer Entwicklung fließen, dürfte ihr Zufluß verhältnißmäßig rasch in die Weichsel gelangen.

Vom Dunajec, dessen Gebietsfläche 6958 qkm beträgt, wird das bisherige Niederschlagsgebiet der Weichsel (12 813 qkm) um mehr als die Hälfte vergrößert. Das mittlere Gefälle des 243,0 km langen Flußlaufs beträgt 5,47 ‰, und zwar kommen auf die 71,0 km lange Zentralkarpathenstrecke 14,2 ‰, auf die 27,8 km lange Verbindungstrecke 3,09 ‰ und auf die 144,2 km lange Beskidenstrecke 1,64 ‰. In letztere münden außer dem gleichfalls aus den Zentralkarpathen kommenden Poprad zahlreiche gefällreiche Bäche, z. B. der Kamjenickibach, dessen Quellgebiet in den Gorczbergen neben dem wichtigsten Ursprungsgebiete der Raba-Fluthwelle liegt, besonders aber die ein 989 qkm großes Niederschlagsgebiet entwässernde Biala mit 4,43 ‰ mittlerem Gefälle auf 115,0 km Lauflänge. Form und Beschaffenheit ihrer Gebietsfläche sind in hervorragendem Maße dazu angethan, das rasche Entstehen der Hochwasserwelle zu begünstigen und ihren schnellen Verlauf in dem gegen die Regenwinde gerichteten Flußthale zu befördern. Auch von den übrigen Seitengewässern der Beskidenstrecke, deren Sammelgebiet durch einen aus Norden heran nahenden Strichregen früher getroffen wird als die Zentralkarpathen, gelangt das Hochwasser rasch in den unteren Dunajec, dessen Fluthwelle dann vom Nachschube der oberen Strecke verstärkt und verlängert wird. Andererseits bewirkt die Verzögerung der Schneeschmelze im Hochgebirge eine reichliche Speisung des Flusses während der ersten Sommermonate, zu welcher Zeit die Wasserläufe des Mittelgebirges bereits zu versiegen beginnen. Der Dunajec nimmt daher sowohl für die Speisung der Weichsel im Sommeranfang, als auch für den Verlauf der Hochfluthen (namentlich im Sommer) eine maßgebende Stellung ein. Die von ihm ausgehende, von der Raba unterstützte Hochwassererscheinung kann in Bezug auf Höhe und Fortpflanzungszeit zwar wesentlich durch das Verhalten der unterhalb mündenden großen Gebirgsflüsse beeinflusst werden; für das Hochwasser ist aber der Dunajec doch der eigentliche Quellfluß des Weichselstromes.

Der in sanfter Schwingung nordöstlich gerichtete Unterlauf der Oberen Weichsel von der Dunajec- bis zur Sammündung weist ein sehr gleichmäßig vertheiltes Gefälle von 0,274 ‰ auf 119,2 km Lauflänge auf. Der Lauf ist, von einigen schärferen Krümmungen abgesehen, im Allgemeinen glatt gestreckt, und die ganze Entwicklung beträgt nur 23,1 ‰. Noch stärker als in den letzten Theilstrecken des Mittellaufes tritt die Neigung zur übermäßigen Ausbreitung des Bettes und Spaltung der Stromrinne hervor, da die Ufer zumeist ziemlich niedrig und wenig widerstandsfähig sind. Hochufer berührt die Weichsel auf der linken Seite nur am Anfange gegenüber der Dunajecmündung, sodann oberhalb der Wschodniämündung und am Ende bei Sandomjersz, ferner auf der rechten Seite an der Babulowkamündung. Fast überall liegen zu beiden Seiten des Stromes breite Alluvialniederungen, deren Begrenzung auf der linken (russischen) Seite der scharf markirte Abfall des Südostvorlandes des Sandomjerszgebirges bildet, auf der rechten (galizischen) Seite das, an der Tarnobrzeger Bodenschwelle gleichfalls eine steile Thalwand bildende Diluvialgelände der Weichselebene.

Auf der 66,4 km langen Strecke bis zur Wislokamündung erfolgt der bedeutende Gebietszuwachs (von 19 771 auf 26 340 qkm) vorzugsweise auf der linken Seite, wo die Nida und die Wschodnia nebst der Czarnawoda einmünden, während von den rechtsseitigen Flachlandgewässern bloß der Neue Bren zu erwähnen ist. Die aus dem flachen westlichen Vorlande des Sandomjergewirges kommende Nida hat auf 141,0 km Lauflänge nur 0,936‰ mittleres Gefälle; weit gefällreicher ist die Czarna-Nida, deren Ursprung an der Hauptkette des Berglandes liegt. Da in den Einsenkungen, welche die Bergketten dort von einander trennen, das Gelände vielfach bruchige Beschaffenheit besitzt und das Nidathal meist breit ist, wird der Abfluß des Hochwassers der Nida verzögert. Schneller findet er in der Wschodnia und Czarnawoda statt, deren obere und mittlere Strecken mit ziemlich starkem Gefälle in tief eingesenkten Engthälern das südöstliche Vorland des Sandomjergewirges durchfließen, ebenso die unterhalb der Wisloka mündenden großen Bäche Koprzywianka und Goryczanka. Das mittlere Gefälle beträgt bei der 58 km langen Wschodnia 2,16‰, bei der 72 km langen Czarnawoda 2,25‰ und bei der 62 km langen Koprzywianka 2,66‰. Die zu derselben Gewässergruppe gehörige Opatowka, deren Gefälle auf 55 km Lauflänge 2,04‰ beträgt, ergießt sich 5 km unterhalb der Sammündung in die Weichsel durch eine kleine Niederung, die an den Pfefferbergen bei Sandomjertz beginnt und am Hochufer bei Zawichost endigt.

Das 4090 qkm große Niederschlagsgebiet der Wisloka gehört hauptsächlich dem Borkarpathischen Hügellande an; von ihrem 166,4 km langen Laufe liegt fast ein Drittel im Flachlande, und ihr mittleres Gefälle beträgt nur 2,53‰, also nicht mehr wie bei den vom Sandomjergewirge kommenden Seitengewässern. Aber das Wislofathal gewährt den vom Nordwinde herbei getriebenen Regenwolken einen so bequemen Zugang, daß die benachbarten Anhöhen reichliche Niederschläge empfangen, die in kurzen gefällreichen Nebenbächen rasch zur gemeinsamen Sammelrinne abfließen, ähnlich wie bei der benachbarten Biala des Dunajergebietetes. Bei den vorwiegend die westlichen Gebirgsflüsse erregenden sommerlichen Hochflutherscheinungen vollzieht sich der Verlauf des Hochwassers in der Wisloka zwar etwas weniger stürmisch als dort; jedoch kommt die Fluthwelle bedeutend früher an der Mündung an, als die Wassermassen aus dem westlichen Stromgebiete hier eintreffen. In noch höherem Maße ist dies der Fall, wenn die Witterungslage im östlichen Theile des Gebirgs- und Hügellandes stärkere Niederschläge verursacht, zuweilen auch bei der Schneeschmelze, die im minder hohen Hügellande des Wislofagebiets schneller um sich greift als im höheren Gebirge. Die Fluthwelle der Wisloka erreicht die Weichsel daher annähernd gleichzeitig mit der schnell voreilenden Fluthwelle des Dunajec, je nach den Umständen etwas früher oder später, fast immer aber so, daß sie sich gegenseitig verstärken.

Zwischen den Mündungen der Wisloka und des San beträgt auf 52,8 km Lauflänge der Gebietszuwachs 996 qkm zur Linken und 1849 qkm zur Rechten des Hauptstromes. Die bis zu 33 275 qkm angewachsene Gebietsfläche wird durch den Hinzutritt des San dann plötzlich um 16 870 qkm vergrößert. Unter den rechtsseitigen Flachlandgewässern ist weitaus am bedeutendsten der Leng,

dessen Einmündung zusammen mit anderen Wasserläufen unterhalb der Tarnobrzeger Bodenschwelle in dem ausgedehnten Dreieck zwischen Weichsel und San erfolgt, das früher bei großen Hochfluthen einen mächtigen See bildete und erst neuerdings durch starke Deiche sicheren Schutz erhalten hat.

Die Größe des Sangebietes, von dem freilich über die Hälfte dem Flachlande und kaum ein Sechstel dem Gebirgslande angehört, macht einen so hohen Prozentatz der bisherigen Gebietsfläche aus, daß der Grad der Erregung, in dem sich der San befindet, stets recht merklich auf die Höhe und Dauer der vom Dunajec in den Hauptstrom gebrachten Fluthwelle einwirkt. Bei den sommerlichen Hochfluthen trägt der San meistens nur dazu bei, dieser Welle eine Dehnung und größere Nachhaltigkeit zu geben. Bei kleineren Wasserständen übertrifft er den Dunajec an Abflußmenge. Wenn er trotzdem keine umgestaltende Wirkung auf das Verhalten der Weichsel ausübt, so liegt dies hauptsächlich daran, daß bei ihrer Vereinigung beide Gewässer bezüglich des Abflußvorganges einander ziemlich gleichen. Im Ganzen hat der San auf 450,0 km Lauflänge 1,69‰ mittleres Gefälle; noch im Gebirgslande wird dieser Durchschnittsbetrag erreicht, wogegen im Hügellande das Gefälle bis auf 0,615, im Flachlande bis zur Wislokmündung auf 0,359 und in der 94,0 km langen letzten Theilstrecke auf 0,319‰ abnimmt. Nachdem er bereits in das Flachland gelangt ist und über 70‰ seines ganzen Weges zurückgelegt hat, umfaßt die Gebietsfläche des San erst 4706 qkm. Bis zur Wislokmündung findet der Zuwachs um 3817 qkm besonders durch die rechtsseitigen Flachlandflüsse Wisznia, Szko und Lubaczowka statt. Nach dem Hinzutritt des Wislof, der das linksseitige Hügelland entwässert und im Gebirgslande wurzelt, mit 3544 qkm Niederschlagsgebiet erhält der San von beiden Seiten nur noch Zuflüsse aus dem Flachlande, dessen 4803 qkm große Fläche auch hier überwiegend auf der rechten Seite liegt. Als letzter der großen rechtsseitigen Nebenflüsse, die vom Lemberg—Lubliner Hügellande stammen, mündet der Tanew in den San. Bei gewöhnlichen Verhältnissen und bei den Schmelzwassersfluthen beherrschen diese Flachlandgewässer den Abflußvorgang im Unterlaufe des San. Jedoch üben die Zuflüsse aus dem Gebirgs- und Hügellande bei sommerlichen Hochwassererscheinungen nicht selten die Vorherrschaft aus, zumal die Fluthwellen aus dem oberen San und Wislof dann zusammen treffen und sich gegenseitig verstärken.

Für die ganze 279,6 km lange Obere Weichsel berechnet sich das Gefälle von der Przemszamündung (+ 226,8 m) bis zur Sanmündung (+ 139,2 m) durchschnittlich auf 0,313‰ (1 : 3190). Die mittleren Wasserstandsschwankungen im Zeitraume 1871/95 haben bei Krakau 3,70 m, bei Jagodniki 3,68 m, bei Szcucin 4,36 m, bei Dzikuw 3,92 m betragen, die größten Wasserstandsschwankungen bei Krakau 6,25 m, bei Jagodniki 5,17 m, bei Szcucin 5,93 m, bei Dzikuw 5,39 m. Für die längere Jahresreihe seit 1813 vermehrt sich die der größten Schwankung entsprechende Zahl bei Krakau zwar auf 6,83 m, kann jedoch nicht als zutreffend gelten, weil an dieser Pegelstelle eine bleibende Senkung der Sohle stattgefunden hat. Man wird aber wohl an allen Stellen der Oberen Weichsel auf größte Schwankungen von 5,5 bis 6,0 m rechnen müssen; nur bei der einzigen natürlichen Stromenge am Wawel oberhalb der Krakauer Pegel-

stelle, wo das von sehr hohen Ufern eingefasste felsige Bett nur 80 m Breite besitzt, mag die größte Schwankung noch 1 bis 1,5 m mehr betragen können.

In der Regel hat das natürliche Bett eine übermäßig große Breite, welche die durch Einschränkungswerke zu erzielende oder im österreichischen Stromlaufe theilweise bereits erzielte Normalbreite um das Doppelte bis Dreifache, ja in den am meisten verwilderten Strecken noch in höherem Maße übertrifft. Als Normalbreite in Höhe der Werkskronen, d. h. 0,6 m über dem Normalwasserstande (der etwa 0,3 m unter Mittelwasser liegt), gelten für den Oberlauf 43 bis 80 m, für den Mittellauf 82 bis 107 m, für den Unterlauf 151 bis 192 m, um eine Mindeftiefe von 1,08 bis 1,20 m in den oberen, bis zu 1,50 m in den letzten Strecken herbeizuführen, während gegenwärtig die 0,5 m tief gehenden Fahrzeuge bei solchem Wasserstande nur oberhalb Nepolomice verkehren können. Die Spiegelbreite des bordvollen Hochwassers soll im Mittellaufe auf 120 bis 173 m, im Unterlaufe auf 226 bis 286 m gebracht werden. Die vortheilhafteste Deichweite (Abstand der Deichkronen) ist für den Mittellauf auf 340 bis 510 m, für den Unterlauf auf 620 bis 810 m, die entsprechende Deichhöhe über Normalwasser für den Mittellauf auf 6,0 bis 6,5 m, für den Unterlauf auf 6,6 bis 6,7 m über Normalwasser berechnet worden, wogegen früher die geringsten Deichentfernungen für die Grenzstrecke auf 379 m von Nepolomice bis zur Dunajecmündung, auf 569 m von da bis zur Wislokamündung und auf 664 m von da bis zur Sanmündung angenommen waren. Mit Deichen geschützt sind die österreichischen Niederungen unterhalb Krafau fast in ganzer Länge, wenn auch die Dämme noch nicht überall hoch und stark genug sind. Die russischen Niederungen haben hauptsächlich am Unterlaufe, wo sie größere Ausdehnung besitzen, Deiche erhalten, die freilich einstweilen noch in mangelhaftem Zustand sind und keinen sicheren Schutz verbürgen.

Zum Schlusse dieses Abschnittes sei noch mit einem Worte der stehenden Gewässer gedacht, deren Flächeninhalt im Gebiete der Oberen Weichsel nur etwa 10 qkm, also bloß 0,02% der ganzen Gebietsfläche beträgt. Größeren Umfang besitzen die abwechselnd zur Fischzucht und zum Ackerbau benutzten Teiche, besonders an der Sola und Skawa. Noch viel ausgedehnter sind aber die Torfmoore und Sumpfflächen, namentlich im Flachlande östlich des San, wo auch die größten Seen liegen, in der galizischen Weichselebene und in den Mulden des Sandomjerzgebirges. In den Beskiden und im Karpathischen Waldgebirge sind die oft vorkommenden beckenartigen Thalerweiterungen und Kesselthäler, die ehemals wohl mit Seen erfüllt waren, durch die großen Schuttmassen der leicht verwitterbaren Gesteine längst aufgelandet. Nur das Hochgebirge entbehrt nicht vollständig des Reizes blinkender Seen; freilich haben die „Meeraugen“ der Hohen Tatra sämmtlich nur geringe Größe (vergl. S. 113).

3. Die Mittlere Weichsel.

(Betr. Gewässerneß vergl. Bd. III S. 104, 118, betr. Flußgerinne vergl. S. 280, 426, 430.)

Von der Sanmündung bis Nowo-Aleksandrija durchbricht die Weichsel mit vorwiegend nördlicher Richtung die vorquartären Gesteine, die den Kern des

Südpolnischen Landrücken bilden. Vielfach treten die Ablagerungen der Kreideformation an ihren Thalwänden zu Tage und bilden zuletzt von Janowjec und Kasimierz bis Nowo-Aleksandrija ein malerisch hübsches Engthal, dessen Sohle etwa 1 bis 1,5 km Breite zwischen 50 bis 80 m hohen Steilhängen besitzt. Weiter oberhalb kann man die durchschnittliche Breite der Thalsohle bis Solec auf 3 km annehmen; von da bis zum Engthale dehnt sich, besonders zur Rechten des Stromes, eine Niederung auf 14 km größte Breite aus. Die Thalwände sind hier theilweise sanfter geböschet und weniger hoch, aber überall scharf markirt. In grellem Gegensatze zu der schluchtartigen Thalform jenes Engthales, das bei der Nordgrenze des Lubliner Hügellandes unterhalb Nowo-Aleksandrija endigt, dehnt sich das Thal an der Weprzmündung auf etwa 15 km Breite aus.

Bis hierher nimmt auf 112,3 km Lauflänge das Niederschlagsgebiet der Weichsel nur um 7726 qkm zu. Von rechts ergießen sich einige kleinere Wasserläufe, die im Lubliner Hügellande entspringen. Von links bringt die Kamjenna aus dem Sandomjerzgebirge den stärksten Zufluß, sodann die aus dem höheren Theile des Radomer Flachlandes stammende Nza. Die Kamjenna, deren mittleres Gefälle auf 127 km Lauflänge 1,18‰ beträgt, hat einen ziemlich stürmischen Abflußvorgang und führt ihr Hochwasser in der Regel wohl schneller ab, als die Hauptstromwelle an ihrer Mündung eintrifft, ebenso die 82 km lange Nza mit 1,46‰ mittlerem Gefälle. Das Gleiche darf man von der im nördlichen Vorlande des Sandomjerzgebirges wurzelnden Radomka annehmen, die ihre wichtigsten Seitengewässer aus dem starkwelligen Theile des Flachlandes von Radom empfängt und mit 2,01‰ mittlerem Gefälle auf 89 km Lauflänge in kürzester Linie gegen Nordosten zur Weichsel eilt; obgleich ihre Quelle nur 5 km von dem Ursprunge der Kamjenna entfernt ist, erreicht sie 111 km unterhalb der Mündung dieses Flusses den Hauptstrom.

Der Weprz bewirkt die Vorfluth für den größten Theil des Lubliner Hügellandes; jedoch gehört zu seinem 10 762 qkm großen Niederschlagsgebiete auch ein beträchtliches Stück des Flachlandes von Sjedlee, namentlich das sumpfige Seengebiet, das von der Tysmjenica entwässert wird.*) Der Quellbach und der Unterlauf des Weprz von der Tysmjenicamündung ab sind westlich gerichtet, die zwischenliegenden langen Strecken des Ober- und Mittellaufs gegen Norden und Nordwesten. In diesen Strecken empfängt der Weprz zahlreiche Nebenbäche mit tief eingeschnittenen Thälchen, die ihm das Tagewasser rasch zuführen und in den Niederungen des vielgewundenen Flusses bald Ueberschwennungen hervorrufen. Auf 285 km Lauflänge beträgt das mittlere Gefälle 0,558‰, im Unterlaufe sogar nur 0,258‰, so daß die durch Ausuferungen in ihrem Abflusse verzögerten Hochwassermassen den Hauptstrom schwerlich früher er-

*) Die kleinen Seen, die als Restglieder ehemals weit umfangreicherer, nunmehr vertorfte Wasserbecken aufzufassen sind, waren früher wohl abflußlos, haben jetzt aber größtentheils Vorfluth nach der Tysmjenica, Pivonia oder den Seitengewässern des Bug. Gegenwärtig beträgt der Flächeninhalt aller Seen des Gebietes der Mittleren Weichsel nur etwa 19 qkm, d. h. 0,05% der Gebietsfläche. Dieser Prozentsatz würde mindestens fünfzigmal so groß sein, wenn man die vielfach halbflüssigen Moore und Sümpfe zu den stehenden Gewässern rechnen wollte.

reichen werden, als die der Kamjenna und Ilza an der Wjeprzmündung eintreffen.

Auch das von der Pilica abgeführte Hochwasser, das von der Polnischen Platte, der Petrikauer Hochfläche und namentlich vom nördlichen Vorlande des Sandomjerzgebirges ziemlich schnell in die gemeinsame Sammelrinne gelangt, findet in dem nordwärts gerichteten Ober- und Mittellaufe ausreichende Vorfluth, wird aber im ostwärts gerichteten breiten Thale des Unterlaufs durch Ausuferungen so lange zurückgehalten, daß seine Hauptmasse an der Pilicamündung mit der aus dem 65,6 km oberhalb mündenden Wjeprz sich vereinigen dürfte. Der ganze Flußlauf hat auf 304 km Länge 1,07‰ mittleres Gefälle, der Unterlauf von Tomaszow abwärts aber nur 0,441‰. Durch das 9268 qkm große Flußgebiet der Pilica wächst das Weichselstromgebiet an ihrer Mündung auf 81 555 qkm an und wird von da bis zu der 88,6 km stromabwärts gelegenen Narewmündung bloß noch um 3957 qkm durch kleinere Zuflüsse vergrößert; namentlich ergießt sich hier von rechts der Swiderbach und von links die Jeziora (Wilanowka) oberhalb Warschau.

Die vereinigten Wassermassen dieser Nebenflüsse der Mittleren Weichsel sind groß genug, um am Warschauer Pegel ein Hochwasser erkennen zu lassen, das noch in vollem Gange ist, wenn die Hauptstromwelle aus der Oberen Weichsel heran kommt und das weitere Ansteigen bis zum Höchststande bewirkt. Obgleich die Größtmengen der russisch-polnischen Flüsse vorüber sein werden, wenn der Wellenscheitel des die Führung behaltenden Dunajechochwassers bei Warschau eintrifft, so tragen ihre Abflußmengen offenbar doch oft beträchtlich zur Steigerung des Höchststandes bei, da das Strombett und vielleicht auch ein Theil des Ueberschwemmungsgebietes von ihnen angefüllt werden und nicht rasch genug wieder leer laufen können. Die Form der Fluthwelle wird ausschließlich von den Hochwassermassen der Oberen Weichsel bedingt, besonders bei sommerlichen Hochfluthen, zu deren Fluthhöhe die Nebenflüsse der Mittleren Weichsel verhältnißmäßig wenig beisteuern. Dagegen wirken diese Wasserläufe wesentlich auf die schnelle Entwicklung des vorderen Hanges der Hauptstromwelle und auf die Beschleunigung ihrer Fortpflanzung ein; sie gleichen in dieser Beziehung die Verzögerung vollständig aus, die anderenfalls durch die seitliche Ausbreitung des Hochwassers im breiten Ueberschwemmungsgebiete entstehen würde.

Wie bereits erwähnt, hat das Stromthal der Weichsel an der Wjeprzmündung 15 km Breite und behält bis oberhalb der Swiderbachmündung eine Breitenausdehnung von mindestens 9 bis meistens 12 km. In seinem vorwiegend gegen Nordwesten gerichteten Zuge wird es auf der linken Seite bis zur Pilicamündung von der niedrigen Nordostspitze des Radomer Flachlandes begrenzt, sodann bis unterhalb Warschau vom 20 bis 30 m hohen Steilabfalle des Flachlandes von Skjernewice. Auf der rechten Seite bildet das Flachland von Siedlce an den oberen Strecken eine scharf ausgeprägte Thalwand mit über 30 m Höhe, die sich nordostwärts allmählich abdacht und abflacht, bis jenseits der Swidermündung die deutliche Begrenzung verschwunden ist. Weichsel- und Narewthal gehen zuletzt derart in einander über, daß die Niederung im Osten der Warschauer Vorstadt Praga (am rechten Weichselufer) nicht nach dem nahe gelegenen Haupt-

ströme, sondern nach dem um mehr als 20 km entfernten Narew entwässert. Zwischen beiden Strömen dehnt sich eine sandig-sumpfige, von Dünen durchzogene Ebene aus. Während an den nordwärts gerichteten Strecken des Weichselthales nur eine einzige größere Eindeichung in der breiten Niederung zu beiden Seiten des Chodelbaches (rechts) liegt, sind die Niederungen an den nordwestwärts gerichteten Strecken größtentheils eingedeicht, freilich nur in unvollkommener Weise. Oberhalb Warschau dehnt sich am Ende der linksseitigen, bis Wilanow geführten Eindeichung und des rechtsseitigen hochwasserfreien Geländes eine breite, den Ueberschwemmungen ausgesetzte Niederung aus, die stromabwärts durch die nur 4- bis 500 m weite Deich- und Stromenge bei Warschau und Praga abgeschlossen wird.

Das durchschnittliche Gefälle der im Ganzen 266,5 km langen Mittleren Weichsel beträgt 0,269‰ (1 : 3720), also fast ebenso viel wie beim Unterlaufe der Oberen Weichsel. Wesentliche Unterschiede zwischen den im Durchbruchthale und den im Flachlandsthale liegenden Strecken treten nicht hervor; das geringste Gefälle findet sich in der Theilstrecke oberhalb der Warschauer Stromenge (0,165‰), das größte Gefälle in der unterhalb gelegenen letzten Theilstrecke (0,334‰). Die 30,3% betragende Gesamtentwicklung rührt größtentheils von dem Wechsel der Hauptrichtung her, da alle Theilstrecken geringere Entwicklungszahlen zeigen. Im großen Ganzen weist aber sowohl das Stromthal, als auch das Strombett eine ziemlich schlanke Grundrißform auf mit Krümmungen, die selten unter 1000 m betragen. Sehr scharfe und zahlreiche Krümmungen beschreibt dagegen die Fahrrinne, die zwischen den Sänden und Inseln des übermäßig breiten Bettes von Ufer zu Ufer umher irrt.

Selbst wo bei gewöhnlichem Wasserstande keine Spaltungen bestehen, hat der Wasserspiegel oft über 6- bis 700 m, an Stellen mit großen Mittelsänden und Inseln sehr häufig über 1 km Breite. Die Tiefe ist dabei auf den Ueberschlägen so gering, daß die 0,5 m tief gehenden Dampfer bei niedrigen Sommerwasserständen ihre regelmäßigen Fahrten unterbrechen müssen. Durch die auf der kurzen österreichisch-russischen Grenzstrecke unterhalb der Sanmündung begonnenen Einschränkungswerke gedenkt man das Strombett auf 231 m Breite und 1,6 m Tiefe beim Normalwasserstande zu bringen. Für die in Russisch-Polen gelegenen Strecken gelten einstweilen als Normalbreiten beim Mittelwasserstande für Zawichost—Wjeprzmündung 320 m, für Wjeprz—Pilicamündung 330 m, für Pilica—Narewmündung 340 m. Indessen hat der bei Warschau ausgeführte planmäßige Ausbau einer längeren Strecke bereits dargethan, daß diese Abmessungen zu groß gewählt sind. Als vortheilhafteste Deichweite ist für die Grenzstrecke Sanmündung—Zawichost das wohl überreichliche Maß von 940 m und als vortheilhafteste Deichhöhe 6,8 m über Normalwasser angenommen, während für die russischen Strecken bis zur Wjeprzmündung 775 m, von da bis zur Pilicamündung 850 m und von da bis zur Narewmündung 895 m als genügend angesehen werden. Bei Bestimmung der Höhenlage der Deichkrone ist zu beachten, daß die größten Wasserstandsschwankungen in einer längeren Jahresreihe nach den Pegelbeobachtungen bei Zawichost und Warschau 6,4 bis 6,9 m betragen, die mittleren Schwankungen etwa 3,7 bis 4,0 m.

4. Bug und Narew.

(Betr. Gewässernez vergl. Bd. III S. 128, 135, 147, Bd. IV S. 122, betr. Flußgerinne vergl. Bd. III S. 434, 445, Bd. IV S. 463.)

Die Gestaltung des Gewässernezes im Oberen und Mittleren Weichselgebiete wirkt bei Hochfluthen unverkennbar darauf hin, daß ein schnelles Einströmen der Abflußmassen aus den einzelnen Theilgebieten in den Hauptstrom stattfindet. Das Voreilen der Fluthwellen aus den unterhalb mündenden Nebenflüssen bringt es mit sich, daß oft ein einziger Tag genügt, um das Auftreten des Höchststandes sprungweise von Krakau bis zur Sanmündung, zuweilen sogar bis Warschau vordringen zu lassen. Der einzige große Nebenfluß, der seine Fluthwelle erst nach dem Vorübergange des Scheitels der Hauptstromwelle zur Mündung bringt, der San, ist im Unterlaufe mehr Flachland- als Gebirgsfluß. Wir kommen nun zu jenem großen Nebenstrom, dessen Niederschlagsgebiet fast ausschließlich dem Flachlande angehört und jene Verzögerung seiner Fluthwelle daher noch in stärkerem Maße zeigt, zum Narew nebst Bug. Beide Wasserläufe zeigen die Eigenschaften der Flachlandflüsse in solchem Maße, daß bei ihnen eigentliche Sommerhochfluthen überhaupt nicht vorkommen. Bei ihren Schmelzwasserfluthen wird aber jenes zögernde Verhalten noch durch die östliche Lage verschärft, die auf eine Verspätung der Schneeschmelze und des Eisauflbruches hinwirkt.

Zum 85 512 qkm großen Weichselgebiete bringen Narew und Bug eine 73 470 qkm umfassende Gebietsfläche hinzu, und zwar der von Südosten kommende Bug 38 379, der von Nordosten kommende Narew bis zur Vereinigungsstelle bei Serock 28 361, wozu dann nach der Vereinigung noch 6730 qkm treten, namentlich durch den Hinzutritt der Wkra (Soldau). Die Lauflänge des Bug beträgt 766,0 km, die des Narew bis Serock 423,6 und weiter unterhalb 36,5 km. Während die Bugquelle bei Krühw am Nordrande der Podolischen Platte auf + 311 m liegt, hat die Quelle des Narew im Dzikjesumpfe am Bialowjezer Urwalde nur + 158 m Höhenlage. Bis Serock (+ 72 m) hat der Bug 0,312 ‰, der Narew 0,203 ‰ und unterhalb der Vereinigungsstelle 0,123 ‰ mittleres Gefälle. Betreffs der Wassermenge scheinen beide Flüsse ziemlich gleichwerthig zu sein, obgleich der Narew ein kleineres Gebiet entwässert. Der Bug stellt die Verbindung mit dem Dnjepr, der Narew diejenige mit dem Njemen her. Die Art des Zusammenfließens, die so oft für die Benennung des vereinigten Flußlaufes maßgebend ist, bringt keine Entscheidung, da die gemeinsame Strecke angeblich von den Bewohnern des rechten Ufers Narew, von denen des linken dagegen Bug genannt wird. In den meisten amtlichen Veröffentlichungen und Karten heißt sie aber Narew, und wir folgen diesem Gebrauche. Von der Quelle bis zur Einmündung in die Weichsel bei Nowo-Georgijewsk hat der Narew 460,1 km Lauflänge und 0,197 ‰ (1 : 5080) mittleres Gefälle.

Die Quelle des Bug steht von seiner Mündung um $2\frac{2}{3}$ Breitengrade und nahezu 4 Längengrade ab. Vom Bug-Styr-Becken, dem sein Oberlauf angehört, bis zum Becken von Brest-Litowsk, wo der Unterlauf beginnt, verfolgt der Fluß

vorwiegend nördliche, sodann vorwiegend westliche Richtung, ähnlich wie die Weichsel in Russisch-Polen und wie der Wjeprz, der zwischen beiden Gewässern seinen Ursprung und sein Ende findet. Auch darin sind diese drei Wasserläufe einander ähnlich, daß zwischen der nördlich und der entschieden westlich gerichteten Strecke noch eine nordwestlich gerichtete Zwischenstrecke eingeschaltet ist. Beim Wjeprz fließt die untere Strecke durch ein breites Thal, das als Fortsetzung der auf S. 5/6 erwähnten Rinne zwischen Tysmjenica und Krzna aufzufassen ist und in das breite Flachlandsthal der Mittleren Weichsel übergeht. In derselben Weise kann man das breite westlich gerichtete Bugthal vom Städtchen Nur ab als Fortsetzung der Thalrinne des Nurzec ansehen, die mit dem Quellgebiete des Narew in Verbindung steht, und vom Broczyskothale ab als Fortsetzung der Senke, die im Osten des Czermong-bur zum Bjebrzabruche zieht, andererseits als Verlängerung des Warschau—Berliner Hauptthales. Der oberhalb gelegene, nordwestlich gerichtete Theil des unteren Bugthales scheint dagegen ein jüngeres Durchbruchthal in einer vorgezeichneten Schmelzwasserfurche zu sein, und das zu beiden Seiten von ihm den Brest-Litowsker Thalkessel begrenzende Höhenland wäre dann früher der natürliche Abschluß des Dnjeprgebietes gewesen, wie es der natürliche Abschluß des Polesje auch jetzt noch ist.

Abgesehen vom Tysmjenicagebiete, das gegen die Gebiete der zum Bug fließenden Wasserläufe nicht deutlich geschieden ist, hat das Flußgebiet des Wjeprz überall eine leicht feststellbare Wasserscheide und schränkt die linksseitige Fläche des Buggebietes auf die mäßige Breite von 21 bis höchstens 68 km ein. Noch schmaler ist, mit Ausnahme des Muchawjecgebietes, die rechtsseitige Gebietsfläche, die nach Osten gegen das Prypetgebiet nirgends scharf begrenzt ist, ebenso wenig bei dem bis zu 80 km Breite in das Polesje vorspringenden Muchawjecgebiete. Schon im Bereiche der vorquartären Gebilde durchfließen der Bug und sein zum Prypet rinnender Geschwisterfluß Styr dasselbe Ursprungsbecken. Innerhalb des Polesje entspringen aber die Wasserläufe des Prypetgebietes theilweise in denselben Sümpfen, aus denen andererseits kleine Bäche nach dem Bug rinne. Der Quellsumpf des Prypet selbst liegt unmittelbar neben dem Rande des Bugthales, nur 5 km vom Flußlaufe entfernt.

Bei Krystynopol, wo dem oberen Bug strahlenförmig die Rata, Solokija und kleinere Seitengewässer zuschließen, beträgt der Flächeninhalt des Buggebietes 5877 qkm, die Lauflänge des Bug von der Hauptquelle bis dahin 136 km, das mittlere Gefälle 0,875 ‰. Auf der durch das Sokaler Hügelland führenden 126 km langen Strecke bis zur Lugaamündung, deren mittleres Gefälle 0,135 ‰ beträgt, vergrößert sich das Gebiet um etwa 4300 qkm, hauptsächlich durch die Luga selbst, deren Lauf (ähnlich wie beim Wjeprz) nördlich gerichtet ist und zuletzt nach Westen umbiegt, sowie durch die oberhalb mündende Huczwa, die aus ihrer nördlichen Richtung zuletzt nach Osten umbiegt; ihr Gewässernez bietet ein Spiegelbild von dem der Luga. Zwischen den Mündungen der Luga und des Muchawjec erfolgt dagegen auf 228 km Länge des mit 0,210 ‰ fallenden Flußlaufs aus den oben genannten Gründen nur ein geringer Gebietszuwachs von 5998 qkm durch die Wlodawka und andere Wasserläufe des sumpfig-sandigen Seitengeländes.

Im Becken von Brest-Litowsk nimmt nunmehr zwischen den um 21 km entfernten Mündungen des Muchawjec und der Lesna das Niederschlagsgebiet plötzlich um 11 669 qkm zu, da von Osten der Muchawjec (133 km; 0,248 ‰) mit seinem weit verzweigten Gewässerneze aus dem Polesje, von Westen die Krzna (111 km; 0,369 ‰) aus dem Siedlcer Flachlande und von Norden die am Bialowjecer Urwalde entspringende Lesna (122 km; 0,336 ‰) nach gemeinsamem Mittelpunkte zusammen fließen. Am bedeutendsten ist der Muchawjec, der schiffbar gemacht ist, um den Floßholzverkehr des Bug-Dnjepr-Kanals nach dem Bug zu führen. — Der von Süden in das Brester Becken eingetretene Bug verläßt es gegen Nordwesten und legt bis zur Lwjecmündung (von der Muchawjecmündung ab gerechnet) 237 km mit 0,190 ‰ mittlerem Gefälle zurück. Die hauptsächlich auf der rechten Seite stattfindende Zunahme der Gebietsfläche (unterhalb der Lesnamündung) um 7055 qkm rührt zumeist vom Nurzec (98 km; 0,724 ‰) und Broczysko her, wogegen im Durchbruchthale oberhalb kein nennenswerther Wasserlauf mündet. In der letzten 39 km langen Strecke mit 0,256 ‰ mittlerem Gefälle ist der 3480 qkm große Gebietszuwachs fast ganz dem vom Siedlcer Flachlande kommenden Lwjec (120 km; 0,650 ‰) zu verdanken. Die zuletzt genannten Nebenflüsse haben verhältnißmäßig starkes Gefälle, wie denn auch das Gefälle des Bug von der Nurzecmündung ab beträchtlich zunimmt, da sich das Hochwasserbett allmählich tiefer in die Sohle des Diluvialthals einschneidet.

Die Gesamtentwicklung des Bug (84,6 ‰) beruht zwar größtentheils auf dem Wechsel der Hauptrichtung im Brest-Litowsker Thalbecken, mehr aber doch noch auf den zahlreichen Krümmungen des Flußlaufes. Die Breite des Bettes vermehrt sich von 15 bis 30 m im Oberlaufe auf 80 bis 100 m in der letzten Strecke des Mittellaufes und auf 150 bis 200 m im Unterlaufe; an den zahlreichen verschlachten Stellen wächst sie auf das Doppelte an. Innerhalb des Bug-Styr-Beckens und im Polesje sind die Ufer meist niedrig, bei dem Laufe durch das Sokaler Hügelland und im Durchbruchthale gewöhnlich hoch. Die größten Schwankungen der Wasserstände sind für die flachufrigen Strecken auf 3 bis 3,5 m, für die hochufrigen Strecken auf 5 bis 6 m anzunehmen, die mittleren Schwankungen für erstere auf 2 bis 2,5 m, für letztere auf 3,5 bis 4 m. Am weitesten können sich die Ueberschwemmungen überall dort ausdehnen, wo der Flußlauf in zahlreiche Seitenarme verästelt ist, z. B. oberhalb der Rata-mündung, sowie im Mittellaufe zwischen Opalin und Wlodawa, oder wo das ganze Flußthal eine niedrige Sumpffläche bildet, wie vielfach im Mittellaufe. Am deutlichsten ausgeprägt ist das Flußthal im Sokaler Hügellande und im Durchbruchthale, wo sich an den Thalengen bei Mjelnik die Thalwände bis zu 80 m über die nur 1,3 km breite Sohle erheben. In den letzten Strecken besitzt das Thal die Form des sogenannten Doppelpfils; es bildet eine engere Rinne in der hochwasserfreien Sohle des breiten Diluvialthals.

Die strahlenförmige Vereinigung der Wasserläufe im Quellgebiete, die nicht nur bei Krystynopol stattfindet, sondern auch schon weiter oberhalb bei Busk, wo der Peltew mündet, bewirkt dort einen ziemlich lebhaften Abfluvvorgang, namentlich ein frühzeitiges Zusammenströmen des Schmelzwassers, be-

günstigt durch die südliche Lage, sowie nach starken Regengüssen sommerliche Anschwellungen. In dem auf lange Strecken sehr breiten Ueberschwemmungsgebiete des Mittellaufs wird aber die aus dem oberen Bug kommende Welle derart verzögert und abgeflacht, daß sie im Unterlaufe nicht mehr zur Erscheinung kommt, sondern vollständig aufgeht in die von den Zuflüssen des Beckens von Brest-Litowsk erzeugte Fluthwelle. Die Seitengewässer des Unterlaufs werden zweifellos ihre Größtmengen bereits in den Hauptfluß gebracht und sein Bett ziemlich hoch angefüllt haben, wenn die Fluthwelle aus dem Muchawjec und seinen Nachbarflüssen herab kommt. Sie erhält daher eine flache Form, besonders einen lang gezogenen Rücken, weil sie aus dem Polesje und den übrigen Sumpfgebieten nachhaltig gespeist wird.

Man rechnet im ganzen Polesje 37 % des Flächeninhalts auf versumpftes Gelände, halbflüssige Moore und stehende Gewässer. Dieser Prozentsatz mag auch für den zum Buggebiete gehörigen Theil des Polesje zutreffen, in dem die großen Seen östlich von Wlodawa liegen, deren Abflüsse den Dnjepr-Bug-Kanal und Muchawjec speisen. Im Ganzen beträgt jedoch der Flächeninhalt aller Seen des Buggebietes nur etwa 55 qkm, d. h. 0,14 % der Gebietsfläche. Weit umfangreicher sind die vertorften Flächen zu beiden Seiten des mittleren Bug, am Muchawjec, an der oberen Lesna und im Bug-Styr-Becken.

Der 60,1 km lange Quellfluß des Narew kommt mit 26,8 m Fallhöhe aus dem Bialowjezer Urwalde. Sein mittleres Gefälle (0,446 ‰) wäre groß genug, um ausreichende Vorfluth für das versumpfte Seitengelände zu gewähren, ebenso wie das der Narewka, des zweiten (linksseitigen) Quellflusses. Jedoch sind ihre Betten durch Einschwemmen von Sand derart verflacht, mit Wasserpflanzen verwachsen und in Nebenläufe zersplittert, daß keiner dieser Arme eine größere Wassermenge abzuführen vermag, und daß bei jeder Anschwellung der niedrige Thalgrund auf große Breite überschwenmt wird. Ähnliches gilt auch von dem Oberlaufe, der bis zur Mündung der Bjebrza auf 142 km Lauflänge 0,213 ‰ mittleres Gefälle besitzt, sowie von den unteren Strecken seiner Seitengewässer, besonders des aus dem östlichen Theile des Bialystoker Flachlandes stammenden Suprasl.

An der Mündung der Bjebrza ist das Niederschlagsgebiet des Narew (7113 qkm) fast ebenso groß wie das dieses wichtigsten Nebenflusses (7149 qkm). Die Bjebrza entspringt an der Nordwestspitze des Wolkowysker Hügellandes und erreicht nach kurzem gefällreichen Laufe gegen Norden ein 15 bis 30 m tief in das Höhenland eingeschnittenes Bruchthal bei Jaginty, dessen Abwässerung gegen Osten durch die Popilia und Lososna zum Njemen erfolgt, gegen Westen durch die Nurka und Bjebrza zum Narew. Dieses von Alters her die Grenze zwischen Litauen und Polen bildende Bruchthal geht gegen Westen in das bei Lipsk beginnende südwestlich gerichtete Bjebrzabruch über, das den Thalweg der Augustower Senke einnimmt. Der erste bedeutende Zufluß von rechts ist die Netta, deren Wasser in der trockenen Jahreszeit größtentheils zur Speisung des mit Benutzung ihres Bettes angelegten Augustowskikanales benutzt wird. Sie kommt aus dem Neckossee, in den von Osten her dieser Kanal einmündet, von Nordwesten her die Rospada, deren Quellen in Preußen neben dem

Gzerner See des Goldapgebietes liegen. Ihre Seenfurche bezeichnet die Grenze zwischen dem Suwalkier Hügellande und dem (von Osten gerechnet) zweiten Unterabschnitte des Preußischen Landrückens, der durch den Lenk (Lyckfluß) und dessen Nebenbach Jezgrnia (Malkiehufluß) nach der Bjebrza entwässert wird. Nimmt man das von den Seesker Bergen kommende Schwalgfluß als Quellbach des Lyckflusses an, so beträgt seine Lauflänge 127,1 km und sein mittleres Gefälle 0,590 ‰. Ein dritter in Preußen entspringender Zufluß der Bjebrza ist die Wissa am östlichen Rande des Stawiskier Hügellandes. Gegenüber diesen rechtsseitigen Gewässern sind die linksseitigen, vom Bialystoker Flachlande kommenden Bäche von geringer Bedeutung. Die Bjebrza selbst hat auf 135,9 km Länge 0,419 ‰ mittleres Gefälle; unterhalb der Nettamündung ermäßigt sich dieses aber auf 0,129 ‰ in dem 10 bis 20 km breiten Bruche, das bei der Schneeschmelze weithin überflutet wird.

Von der Bjebrzamündung bis zur Einmündung in die Weichsel beträgt der Zuwachs des Narewgebietes, wenn man das Buggebiet abrechnet, 20 829 qkm. Hiervon entfallen nur 4224 qkm auf die kleinen linksseitigen Nebenbäche, die aus dem Bialystoker Flachlande und unterhalb der Bugmündung von der nordwestlichen Abdachung des Flachlandes von Sjedlce kommen. Etwa $\frac{4}{5}$ des ganzen Gebietszuwachses (16 605 qkm) gehören dem Preußischen Landrücken und seinem südlichen Vorlande an.

Am westlichen Rande des Stawiskier Hügellandes entlang fließt die Pisa (der Pissek), der Abfluß des Rosch- und Spirdingsees; er wird aus dem Böhener und Stawiskier Hügellande einerseits, aus dem Sensburger Hügellande andererseits gespeist. Aus letzterem stammt das als sein Oberlauf angenommene Kruttinnafuß, dessen Hauptquelle in dem zum Rheinsweiner See entwässernden Grodzisker Bruche liegt; auf 180,0 km Lauflänge beträgt das mittlere Gefälle des Pissek 0,339 ‰. Durch die breite, mit Torfmooren durchzogene Thallandebene, die sich zwischen dem Stawiskier und Mlawaker Hügellande ausdehnt, fließen gegen Südosten die Szkwa (das Rosogfluß), die Rozoga (Rosoga) und der Omulew (Omulef), von denen nur der letztgenannte Fluß einen namhaften Theil des Sensburger Hügellandes entwässert. Vom Omulefsee bis zur Mündung beträgt die Lauflänge des Omulef 109,3 km, sein mittleres Gefälle 0,403 ‰. Den östlichen Rand des Mlawaker Hügellandes verfolgt die Orzye (Orzec), deren Ursprung im Njemjesumpfe unweit der russischen Kreisstadt Mlawa liegt. Sie beschreibt einen großen Bogen um die nordöstliche Spitze des Hügellandes und bildet dabei die Reichsgrenze zwischen Preußen und Rußland; auf 136 km Lauflänge hat sie 0,463 ‰ mittleres Gefälle. Schließlich fließt im Westen des Mlawaker Hügellandes gegen Südosten die im Neidenburger Höhenlande als Neide entspringende, sodann Soldau und Dzialdowka genannte Wkra, die den westlichen Theil des rechtsseitigen Narewgebietes entwässert. Ihr 227,9 km langer Lauf zeigt ein mittleres Gefälle von 0,474 ‰.

Je weiter gegen Westen diese Nebenflüsse liegen, um so größer ist ihr mittleres Gefälle, offenbar weil das Narewthal dorthin größere Längenneigung als der Preußische Landrücken besitzt. In den Gebieten der Rospada und Netta, des Lyckflusses, des Pissek und des Omulef wird der Abfluß mehr oder

weniger durch die starke Versickerung im durchlässigen Gelände und durch die zahlreichen Seen verzögert, außerdem fast überall durch die Ausbreitung des Hochwassers in den weiten Ueberschwemmungsflächen des ebenen Vorlandes. Verhältnißmäßig am wenigsten geschieht dies bei der Wkra, deren Unterlauf stärkeres Gefälle und ein enges Thal hat; ihr Hochwasser kann die von Warschau herab kommende Fluthwelle verstärken. Die übrigen Nebenflüsse des Narew bilden dagegen, meistens mehrere Tage später, eine eigene Fluthwelle aus, die in der untersten Narewstrecke mit der aus dem Buggebiete stammenden Welle gewöhnlich so zusammen trifft, daß sie sich gegenseitig vergrößern. Im Ganzen umfassen die Seen des Narewgebietes (ohne Buggebiet) etwa 581 qkm, d. h. 1,66 % der Gebietsfläche. Die Brücher und Torfmoore bedecken eine mindestens fünfmal so große Fläche, so daß annähernd 10 % des Gebietes auf Zurückhaltung des Tagewassers hinwirken. Besonders trägt der Pißek dazu bei, der Fluthwelle des Narew eine flache Form zu geben, weil die großen Seen im preußischen Masuren einen Ausgleich ausüben. Im Bd. IV S. 477/9 wird nachgewiesen, daß die sommerlichen Niederschläge im Seengebiete des Pißek größtentheils sogar viele Monate lang aufgespeichert werden, soweit sie nicht durch Verdunstung und den Pflanzenwuchs verloren gehen.

An der Mündung der Bjebrza erreicht der Narew die mit hohen Thalwänden oder Sanddünen eingefasste breite Senke, deren ursprüngliche Fortsetzung östlich vom Czerwonj-bur nach dem unteren Bugthale zieht. Zwischen dem Czerwonj-bur und dem Stawiskier Hügellande durchfließt der Narew ein wohl schon zur Diluvialzeit entstandenes Engthal, beschreibt also bis zur Pißekmündung einen scharfen Bogen um die Südspitze des Stawiskier Hügellandes. Sodann läuft das Narewthal mit mehrfachen Krümmungen in vorwiegend südwestlicher Richtung weiter, bis es sich mit dem westlich gerichteten Bugthale vereinigt. Am südlichen Wendepunkte jenes Bogens geht das an Breite allmählich abnehmende Bjebrza-Narew-Bruch in das Lomzaer Engthal über, dessen 1,3 bis 2 km breite Sohle beiderseits von 50 m hohen lehmigen Thalwänden besäumt wird. Unterhalb Lomza nimmt die Breite der Thalsohle wieder auf 4 bis 6 km zu; die linksseitige Thalwand ist niedriger und minder scharf ausgeprägt, während rechts die gegen das Narewthal weit geöffneten Torfmoorniederungen der masurischen Nebenflüsse mit den sie trennenden sandigen Bodenschwellen abwechseln. Jenseits der Omulefniederung verwandeln sich diese Sandhöhen in einen zusammenhängenden Höhenrand, dessen Ruppen 20 bis 25 m über der Thalsohle liegen, die an der Mündung des rechtsseitigen Ruzbaches auf 1,7 km verengt ist. Von hier ab wird die geschlossene Linie der 30 bis 50 m hohen rechtsseitigen Thalwand nur noch durch die tief in den Geschiebelehm eingeschnittenen Engthäler der Nebenflüsse unterbrochen. Die linksseitige Thalwand ist niedriger und meist flach gebösch. In die gewöhnlich 5 bis 6 km, stellenweise aber bis zu 15 km breite sandige Sohle des Diluvialthals ist eine den Ueberschwemmungen ausgesetzte, 1 bis 2 km breite Alluvialniederung etwas tiefer eingeschnitten.

Von der Bjebrza bis zur Omulefmündung hat der Mittellauf des Narew auf 114,1 km Länge 0,079 ‰, von da bis zur Einmündung in die Weichsel sein Unterlauf auf 143,9 km Länge 0,170 ‰ mittleres Gefälle. Am stärksten

ist das Gefälle hier zwischen den Mündungen des Omulef und der Orzyc (0,191 ‰), fast ebenso groß wie das Durchschnittsgefälle des ganzen, 460,1 km langen Flußlaufes (0,197 ‰). Am schwächsten ist das Gefälle in dem das Stawiskier Hügelland umziehenden Bogen zwischen den Mündungen der Bjebrza und des Pißef (0,047 ‰), in welcher Strecke die Entwicklung ihren größten Werth (105,8 ‰) erreicht. Die Gesamtentwicklung des Narew (93,5 ‰) wird hauptsächlich durch die mehrfachen Aenderungen der Hauptrichtung auf diesen großen Betrag gebracht. Einen wesentlichen Antheil daran haben jedoch auch die zahlreichen Krümmungen des Flußlaufes, der überall dort kurze Schleifen bildet, wo sein Bett nicht in Nebenarme verästelt ist. Nur in den unteren Strecken, die stärkeres Gefälle und reichlichere Wassermengen besitzen, zeigt der Narew einen schlankeren Lauf mit flacheren Krümmungen.

Die Breite des Bettes schwankt in weiten Grenzen und ist meistens viel größer, als für die Räumung der Stromrinne erwünscht wäre. An den einheitlich ausgebildeten Stellen hat der Wasserspiegel oft 160 bis 170, in den unteren Strecken bis 250 m Breite. Von der Bugmündung ab beträgt die Breite zwischen den Bruchsefern selten unter 200 m, an den durch hohe Mittellände und Inseln erweiterten Stellen 5- bis 600 m. Während bis zur Pißefmündung die Tiefe des von sumpfigen, äußerst flachen Ufern eingefassten Bettes hauptsächlich durch den üppigen Wuchs der Wasserpflanzen vermindert wird, leidet das Bett weiter unterhalb namentlich durch Versandung, da der Pißef und die übrigen Flüsse Masurens große Massen von Sand aus der Thalsohle einschwemmen, die durch Abbrüche der sandigen Ufer noch vermehrt werden. Die mittlere Schwankung der Wasserstände nimmt von 2,7 m bei Goniondz (Bjebrza) auf 3,5 m bei Piontnica (in der Thalsohle gegenüber Lomza) und auf 4,0 m bei Bęgrze (unterhalb der Bugmündung) zu. Die größte Wasserstandsschwankung beträgt bei Goniondz 3,4 m, bei Piontnica 4,4 m und bei Bęgrze 5,6 m.

5. Die Untere Weichsel.

(Betr. Gewässernez vergl. Bd. III S. 164, Bd. IV S. 6, 8, 12, 20, 28, 46, 61, 73, 81, 90, 97, 109, betr. Flußgerinne vergl. Bd. III S. 291, Bd. IV S. 163, 336, 372, 407, 420, 430, 442, 449.)

In den unteren Strecken des Narew und Bug kommt deutlich zur Erscheinung, daß die jetzigen Flußthäler tiefer eingesnagte Rinnen in den breiteren Diluvialthälern sind, deren Sohle als sandiges hochwasserfreies Seitengelände die Vorstufen der eigentlichen Thalsohle bildet. Wo der Narew, wie z. B. auf der letzten Strecke an der rechten Seite fast überall, unmittelbar die diluviale Thalsohle berührt, steht diese als Hochufer des jetzigen Flußlaufes unverändert an derselben Stelle, an der vor Jahrtausenden die Uferwand des großen Stromes gestanden hat, der seine Wassermassen von Litauen bis zur Nordsee wälzte. Nur ist diese Steilwand inzwischen um so viel höher geworden, als sich das Thal der Jetztzeit in den vorzeitlichen Thalgrund eingesnagt hat. In gleicher Weise erkennen wir auf der ganzen 123,6 km langen Strecke der Unteren Weichsel

von der Narewmündung bis Wloclawek eine scharfe Grenze des vorzeitlichen Strombettes auf der rechten Seite, nämlich den hohen Steilabfall des südlichen Vorlandes des Preussischen Landrückens, der an vielen Stellen auch jetzt noch als Hochufer unmittelbar vom Wasserspiegel des Weichselstromes empor steigt, an anderen durch zumeist schmale Niederungen von ihm getrennt wird. Weiter unterhalb und auf der linken Seite fast durchweg erfolgt die Begrenzung des jetzigen Stromthales durch Thalwände, die in den vorzeitlichen Thalgrund bei der tieferen Erosion des engeren jetzigen Thales neu eingeschnitten sind.

Ähnliches gilt auch von dem Durchbruchthale der Weichsel, das an der Brahemiündung vom westwärts ziehenden Thorn—Eberswalder Hauptthale in nördlicher Richtung abzweigt. Auch hier bespült die Weichsel, bald rechts, bald links, mehrfach die Hochufer eines älteren Thales, stellenweise aber die Ueberreste der früheren Sohle. Einen wesentlichen Unterschied zeigt jedoch die preussische Strecke der Unteren Weichsel gegen die russische dadurch, daß in der Regel ausgedehnte Alluvialniederungen vor den Thalwänden liegen. Je mehr wir uns der Mündung nähern, um so mehr zeigt sich, daß die aufbauende Arbeit des Stromes schon seit langer Zeit das Uebergewicht über die erodirende Thätigkeit gewonnen hat, zumal die Menschenhand ihr zu Hülfe gekommen ist. In schroffem Gegensatze steht daher das Bild der breiten fruchtbaren Niederungen am preussischen Stromlaufe zu der Erscheinung des Thales an der russischen Unteren Weichsel, dessen stromaufwärts geschrittene Erosion sich bis in die letzten Strecken der Mittleren Weichsel, wie bis in die Thäler des Narew und Bug bemerkbar macht. Gewöhnlich bildet hier, von den Steilhängen des Höhenlandes abgesehen, das für die jetzigen Ueberschwemmungen zu hoch liegende jungdiluviale oder altalluviale Gelände einen stufenförmigen Uebergang zum diluvialen Höhenland. In dem engeren Thale aber ist die im Werden begriffene Auslandung noch weiter zurück als am preussischen Stromlaufe; das stetigem Wechsel unterworfenene Strombett nimmt große Flächen ein, die weiter unterhalb in extragreiche Niederungen umgewandelt sind.

Nach der Vereinigung des Narew und Bug mit der Weichsel hat das Stromgebiet die stattliche Größe von 158 982 qkm erlangt, ist also fast ebenso groß wie das Rheingebiet an der Abzweigung der Waal (160 023 qkm) und beträchtlich größer als das Elbegebiet an der Tidegrenze bei Geesthacht (134 986 qkm) oder gar als das Odergebiet an der Einnündung in das Stettiner Haff (118 611 qkm). Die Weichsel führt nunmehr so bedeutende Wassermassen ab, daß die weiter unterhalb hinzu kommenden Nebenflüsse keine bestimmenden Einwirkungen mehr auf das Verhalten des Stromes auszuüben vermögen, obgleich der Gebietszuwachs bis zur Mündung noch 34 272 qkm beträgt, hiervon 21 801 qkm auf der linken und 12 471 qkm auf der rechten Seite. An der neuen Weichselmündung bei Schiemenhorst führt also der Strom den Abfluß von 193 254 qkm in die Ostsee, soweit ihn nicht die Nogat in das Frische Haff ableitet. Mit Einrechnung von 1672 qkm, die bei Neufahrwasser in die Danziger Bucht, und von 3584 qkm, die unmittelbar oder durch die Nogat in das Frische Haff entwässern, beläuft sich der gesammte Flächeninhalt des Weichselstromgebietes auf 198 510 qkm.

Der beträchtliche Gebietszuwachs auf der linken Seite entfällt zum größeren Theile auf die beiden Flüsse, die in den beiden diluvialen Hauptthälern der Weichsel von Westen her zufließen: auf die das Warschau—Berliner Hauptthal benutzende Vżura (7625 qkm) und auf die Brahe, deren Mündungstrecke das Thorn—Eberswalder Hauptthal benutzt (4654 qkm). Die Vżura entspringt am Nordende der Petrikauer Hochfläche und biegt bei Lenczyca in eine tief eingeschnittene Wiesenniederung von 2 bis 3 km Breite ein, die den Thalweg des Warschau—Berliner Hauptthales bezeichnet. Ihr vorwiegend gegen Osten gerichteter, zuletzt viertelkreisförmig nach Norden umbiegender Mittel- und Unterlauf sammelt zahlreiche Nebenbäche vom rechtsseitigen Skjernewicer und einige vom linksseitigen Kujawischen Flachland. Das durchschnittlich 1,14 ‰ auf 156,2 km Lauflänge betragende Gefälle ist im Oberlaufe ziemlich stark (3,04 ‰), im Mittel- und Unterlaufe dagegen schwach (0,296 ‰ auf 108,1 km). Der Rest des zum Weichselstromgebiete gehörigen Kujawischen Flachlandes (4397 qkm) findet seine Abwässerung vornehmlich durch die unterhalb Plock mündende Südliche Skrwa, die bei Wloclawek mündende Zgłowionczka und den Grenzbach Tenczyzna. Auf der rechten Seite wird das von der Narew bis zur Dremenzmündung rd. 3500 qkm umfassende Theilgebiet, das westliche Ende des Vorlandes des Preussischen Landrückens durch eine Anzahl von Bächen entwässert, die in tiefen Thalschluchten nach der Weichsel fließen; zu erwähnen ist nur die Nördliche Skrwa, die gegenüber dem gleichnamigen linksseitigen Nebenbache unterhalb Plock mündet.

Die Brahe durchfließt bloß auf wenige Kilometer das Thorn—Eberswalder Hauptthal, in das ihr vorherrschend südlich gerichteter Lauf unweit Bromberg rechtwinklig einbiegt; dort mündet in sie die jenes Hauptthal durchziehende Wasserstraße, der Bromberger Kanal. Von ihrem Ursprunge im Schmolowsee bis Brahemünde hat die Brahe auf 232,7 km Länge 0,650 ‰ Gefälle, das im Mittellaufe beim Durchfließen einer Reihe von Seen auf 0,346 ‰ abgeschwächt, in dem tief eingeschnittenen Unterlaufe aber wieder auf 0,704 ‰ verstärkt wird. Sowohl das Brahegebiet, als auch der 4952 qkm große Rest des in den Weichselstrom entwässernden linksseitigen Gebietes und die 1672 qkm große Fläche, deren Abfluß sich bei Neufahrwasser in die Ostsee ergießt, also die ganze Nordwestecke des Stromgebietes gehört zum Pommerischen Landrücken und den angrenzenden Niederungen. Die vom Kamme des Landrückens gegen Süden und Osten abfließenden Nebenflüsse haben um so kürzeren Lauf und um so stärkeres Gefälle, je weiter stromabwärts sie münden, da die nordostwärts ziehende Kammlinie dem nordwärts gerichteten Strome sich allmählich nähert, und da das Hügelland im Nordosten am höchsten ist. Die Brahe besitzt daher die größte Länge und das geringste Gefälle, die bei Krampitz in die Mottlau mündende Radaune (deren Wasser gewöhnlich durch den Radaunefanal nach Danzig abgeleitet wird) die geringste Länge (86,0 km) und das größte Gefälle (1,85 ‰). Zwischen diesen beiden Flüssen liegen das bei Schwetz in die Weichsel fließende Schwarzwasser mit 185,9 km Länge und 0,725 ‰ mittlerem Gefälle, sowie die bei Mewe mündende Ferse mit 145,0 km Länge und 1,22 ‰ mittlerem Gefälle.

Auf der rechten Seite der Unteren Weichsel ist die Drewenz (5515 qkm) der bedeutendste Nebenfluß. Alle unterhalb ihrer Mündung zum Hauptstrom e Entwässernden Flächen haben zusammen nur 3456 qkm Inhalt. Wenig größer (3584 qkm) ist der Flächeninhalt des Gebietstheiles, dessen Abfluß durch die Nogat, den Elbingfluß oder die Vorfluthgewässer des Marienburger Deichverbandes in das Frische Haff erfolgt. Dieses Stück des Stromgebietes umfaßt den größten Theil des westlichen Unterabschnittes des Preussischen Landrückens nebst den zugehörigen Niederungen und dem angrenzenden Theile der Trunzer Berge. Die Drewenz entspringt im Hockerlande, wo sie einen großen Bogen um das Löbauer Hügelland beschreibt, und fließt alsdann mit südwestlicher Richtung in die Weichsel. Der Wendepunkt jenes Bogens befindet sich im Drewenzsee, dessen schiffbare Rinne einen Theil der Wasserstraße bildet, welche die zum Drewenzgebiete gehörigen Oberländischen Seen unter einander und mit dem Elbingfluße verbindet, des Oberländischen Kanals. Gegen Norden liegt die Wasserscheide in nur 13 km Abstand vom Drausensee, dessen Abfluß der Elbingfluß ist, und der fast 100 m hohe Abstieg des Kanales hat mit geneigten Ebenen bewirkt werden müssen. Das Gefälle der Drewenz beträgt auf 245,3 km Länge 0,525 ‰, und zwar im Quellbache 2,48 ‰, dagegen in dem am Drewenzsee beginnenden, 204,3 km langen Flußlaufe nur 0,285 ‰. Stärkeres Gefälle hat die im Westen des großen Geſerichſees entspringende, bei und unterhalb Graudenz mit zwei Mündungsarmen (Trinke und Oſſa) in die Weichsel mündende Oſſa, nämlich 0,847 ‰ auf 105,1 km Länge. In geringem Abſtande von ihrer Quelle, gleichfalls nahe bei jenem größten Waſſerbecken der Oberländischen Seen, liegt auch die des Liebefluſſes, der mit 1,25 ‰ Gefälle auf 68,9 km Länge unweit Marienwerder die Weichselniederung erreicht. In der Niederung bilden die Alte Nogat, Todte Nogat und der Uſznitzer Vorfluthkanal auf 37,4 km Länge mit 0,251 ‰ Gefälle die Fortſetzung des Liebefluſſes bis zur Einnündung in die Nogat bei Kittelsfähre.

Außer der Bzura und der Brahe-Mündungsſtrecke verfolgen auch die Drewenz und die Oſſa (von der Lutrinemündung ab) Diluvialthäler, in denen die jetzigen engeren Flußthäler eingenagt ſind. Die übrigen Waſſerläufe haben ihre Thäler zur Ueberwindung des großen Höhenunterschiedes zwischen den ſach geneigten Abdachungen der beiden Landrückens und dem tief eingegschnittenen Thale des Hauptſtromes auf mehr oder weniger große Länge gleichfalls tief einſchneiden müſſen und bilden dabei eingesenkte Mäanderwindungen mit ſchluchtartigem Querschnitt. In den oberen Strecken fließen ſie durch Mulden, die entweder noch mit Seen angefüllt oder bei dem tieferen Einſchneiden der Flußrinnen trocken gelegt ſind, halten aber ſelten lange in einer Mulde aus, ſondern ſpringen mit kurzen Eroſionsthälchen von der einen zur anderen über. Die namentlich auf den Abdachungen des Preussischen und Pommerſchen Landrückens zahlreichen Seen, wozu noch einige Seen auf der Kujawiſchen Hochfläche kommen, haben zusammen etwa 622 qkm Flächeninhalt, d. h. 1,57 ‰ der Gebietsfläche. Auch hier iſt die Zahl und der Umfang der Torfmoore, die ehemals ſiehende Gewäſſer geweſen ſind, noch erheblich größer.

Am Beginne der preußischen Weichselstrecke wird das Anschwellen der Hochfluthen vermuthlich eingeleitet durch den Zufluß aus den kleinen Seitengewässern der russischen Weichsel und der unteren Drewenz, sehr bald aber vermehrt durch die Zuflüsse aus der oberen Drewenz, der Skrwa und der Bzura. Ununterbrochen setzt sich das Ansteigen fort, weil gleich darauf das Hochwasser der Mittleren Weichsel folgt, bis dann die den Scheitel der Hauptstromwelle schnell weiter führenden großen Wassermassen der Oberen Weichsel eintreffen. Den flachen Rücken der Welle speisen bei Frühjahrshochfluthen sehr kräftig und nachhaltig der Narew und Bug. Nicht in gleichem Maße wie beim Memelstrome, aber doch in höherem Grade als bei der Oder und Elbe, unterstützen sich die aus den einzelnen Theilen des großen Niederschlagsgebietes zusammen rinnenden Abflußmengen, um in dem unteren Stromlaufe sehr bedeutende Hochwassererscheinungen von großer Höhe und langer Dauer hervorzurufen. Besonders ist dies der Fall nach der Schneeschmelze, wenn alle Seitengewässer in Mitleidenschaft gezogen werden. Dabei steigert sich die sekundliche Größtmenge des Abflusses zuweilen bis auf 10 000 cbm, mehr als dreimal so viel, wie die Oder aus ihrem freilich beträchtlich kleineren Stromgebiete abführt. Aber auch schon bei mittleren Wasserständen hat die Untere Weichsel die große sekundliche Abflußmenge 1120 cbm, bei mittlerem Niedrigwasser immer noch 450 cbm.

Sowohl die mittleren als die größten Wasserstandsschwankungen sind unterhalb der Narewmündung bedeutender als oberhalb. Nach den langjährigen Beobachtungen (1818/97) betragen die mittleren Schwankungen bei Thorn rd. 4,5 m, bei Kurzebrack, Dirschau und Marienburg rd. 4,8 bis 4,9 m. Die größten Schwankungen werden durch die Einschränkung des von Deichen eingefassten Hochwasserbettes und die schwierigen Eisverhältnisse in hohem Maße beeinflusst. Innerhalb desselben Zeitraumes haben sie bei Thorn rd. 8,7 m, bei Kurzebrack rd. 9,7 m, bei Dirschau rd. 8,9 m und bei Marienburg sogar rd. 10,6 m erreicht. Da die Wasserstandsunterschiede in der Ostsee und im Frischen Haffe in weit geringeren Grenzen schwanken, vollzieht sich in den letzten Strecken der Getheilten Weichsel und der Nogat ein Ausgleich, der aber nicht so weit zurück greift als beim Memelstrome oder gar bei der Oder. Je nachdem der Weichselstrom große, mittlere oder kleine Wassermengen führt, macht sich die Einwirkung der Ostsee in der Getheilten Weichsel mehr oder weniger weit, aber höchstens bis unterhalb Dirschau, diejenige des Haffes in der Nogat höchstens bis über Marienburg hinaus geltend.

Bei kleinen Wassermengen der Nogat können die von stürmischen nördlichen Winden nach dem südwestlichen Theile des Frischen Haffes getriebenen Wassermassen einen bis über Wolfsdorf hinaus fühlbaren Rückstau verursachen und in der letzten Strecke das Gefälle nahezu aufheben, wirken aber lange nicht in ähnlichem Grade auf die Gefällverhältnisse ein, wie dies von den westlichen und südwestlichen Winden beim Unterpregel geschieht. Eine noch bescheidenere Rolle spielt der Rückstau aus der Ostsee in Bezug auf die Gefällverhältnisse der Getheilten Weichsel. Durchschnittlich nimmt bei geringer Wasserführung das Gefälle in den Mündungsarmen von oben nach unten ab, bei großer Wasserführung

dagegen zu, weil sich der Ausgleich dann plötzlich auf kurzen Strecken vollzieht. Bei Mittelwasser hat die Nogat von ihrer Abzweigung bis zum Beginne des Einlagegebiets $0,164\text{‰}$, von da bis zur Mündung $0,093\text{‰}$ Gefälle, die Getheilte Weichsel von der Nogatabzweigung bis Gemliß $0,181\text{‰}$, von da bis zur Mündung $0,118\text{‰}$. In der preußischen Weichsel oberhalb der Stromtheilung beträgt das mittlere Gefälle bei allen Wasserständen ziemlich übereinstimmend $0,170$ bis $0,180\text{‰}$, in der russischen Strecke etwa $0,180\text{‰}$. Im großen Durchschnitt besitzt die Untere Weichsel von der Narewmündung bis zur Einmündung in die Ostsee bei Schiwenhorst auf $382,5$ km Länge ($160,5$ km in Rußland, $222,0$ km in Preußen) $0,176\text{‰}$ mittleres Gefälle.

Die Entwicklung der russischen Strecke ist gering, da der Stromlauf sich nirgends weit von der westnordwestlich gerichteten Luftlinie entfernt und eine sehr schlanke Grundrißform aufweist; sie beträgt im Ganzen nur $14,5\%$, in den einzelnen Theilstrecken erheblich weniger. Die preußische Weichsel hat sowohl in mehreren Theilstrecken eine stärkere Entwicklung, namentlich aber im Ganzen ($39,5\%$), weil das Stromthal und mit ihm der Stromlauf aus der zunächst noch westnordwestlichen Hauptrichtung unterhalb der Brahémündung fast rechtwinklig umbiegt und bald eine fast nördliche Hauptrichtung einschlägt. Dennoch ist die Grundrißform des Stromlaufs gleichfalls im Allgemeinen schlank, besonders im Gegensatz zu jener der Nogat, die in Folge mehrfacher scharfer Biegungen $31,2\%$ Entwicklung besitzt, obgleich sie nirgends weit von der annähernd nordnordöstlich gerichteten Luftlinie abweicht. Offenbar kommt hierbei zum Ausdruck, daß vor dem Beginne der Deichanlagen, durch welche das Bett der Nogat in enge Grenzen gebannt wurde, dieser Mündungsarm verhältnißmäßig unbedeutend war und erst späterhin sich zu einem Hauptarme entwickelte.

In den seit der Aufsandung des Mündungsbeckens verstrichenen Jahrtausenden mag abwechselnd bald der eine, bald der andere Mündungsarm die Vorherrschaft besessen haben. Spuren ehemaliger Arme, die jetzt völlig verlandet sind oder als Vorfluthen der Binnenentwässerung der eingedeichten Niederungen dienen, lassen sich noch deutlich erkennen. Am Anfange der geschichtlichen Zeit war, wie oben bemerkt, die Nogat ohne Bedeutung und stand vielleicht überhaupt nicht in Verbindung mit der Weichsel. Auch die Danziger Weichsel vom sogenannten Danziger Haupt, wo jetzt der neue Durchstich nach Schiwenhorst seinen Anfang nimmt, bis Weichselmünde hat erst im 14. Jahrhundert größere Bedeutung erlangt. Der Hauptmündungsarm war damals die Elbinger Weichsel, die vom Danziger Haupt nach Osten in das Frische Haff führt, gegenwärtig aber abgedämmt ist und nur durch eine Schiffschleuse mit dem Hauptstrome in Verbindung steht. Ebenso werden seit dem Baue jenes Durchstiches die Todtgelegte Weichsel, die bei Neufähr mündete, und seit dem 1840 erfolgten Dünen durchbruch bei Neufähr die an Danzig vorbei führende Todte Weichsel nicht mehr vom Wasser des Hauptstromes durchflossen. An Stelle der westlich gerichteten Danziger Weichsel, deren langer Lauf dem glatten Abflusse des Hochwassers und Eisganges viele Hindernisse bot, ist der in Fortsetzung des Hauptarmes der Getheilten Weichsel hergestellte Durchstich getreten, dessen Bau die Entwicklungs- und Gefällverhältnisse des unteren Strom-

laufes wesentlich verbessert hat.*) Die Schleusen bei Plehnendorf (jetzt stets offen) und Einlage setzen die todten Strecken in schiffbare Verbindung mit dem Hauptstrome, aus dessen Mündungstrecke andererseits durch die kürzlich wieder schiffbar gemachte Elbinger Weichsel und den Weichsel-Haff-Kanal Wasserstraßen nach dem Frischen Haffe führen.

Um die zur Abführung der großen Hochfluthen und Eisgänge wenig geeignete Nogat, die sich mit der Zeit zum wasserreichsten Mündungsarme entwickelt hatte, zu entlasten, ist ihre Abzweigung zu Anfang der fünfziger Jahre wesentlich umgestaltet und in ein künstlich angelegtes Bett, den Weichsel-Nogat-Kanal, verlegt worden. Dringliche Wünsche der Niederungsbewohner gehen dahin, sie vollständig abzusperren und nur durch eine Schleuse mit dem Hauptstrome zu verbinden, wie sie in ihrem Mündungsgebiete durch den Krafsohlkanal mit dem Elbingflusse verbunden wurde, dessen Mündungstrecke ehemals ein Theil des Nogatbettes gewesen ist. Hiermit wäre das seit Jahrhunderten langsam angebahnte Ziel erreicht, den Weichselstrom einheitlich auf kürzestem Wege in die Ostsee zu führen, die übrigen Mündungsarme aber nur noch als Wasserstraßen und für die Vorfluth der eingedeichten Niederungen zu benutzen.

Gegenwärtig bilden die mit hochwasserfreien Stromdeichen gegen Weichsel und Nogat, mit schwächeren Staudämmen und durch die Dünenkette gegen den Rückstau aus der Ostsee und dem Frischen Haffe geschützten Niederungen drei große Gruppen: links vom Hauptstrome die Danziger Niederung, zwischen der Getheilten Weichsel und der Nogat die Marienburger Niederung, rechts von der Nogat die Elbinger Niederung. Die Darstellung ihrer Entwässerungsverhältnisse und die Erwähnung der kleineren Polder müssen wir der Einzelbeschreibung im Bd. IV, 2. Abth. 1. Kap. überlassen, ebenso die Darstellung der Eindeichungen am ungetheilten Stromlaufe. Bevor wir uns nunmehr der übersichtlichen Beschreibung des Stromthals und Stromlaufs der Unteren Weichsel zuwenden, sei nur bemerkt, daß an der preußischen Strecke des Stromes das natürliche Ueberschwemmungsgebiet größtentheils durch Deichanlagen der Willkür

*) Das gegenseitige Verhältniß der Lauflänge von Getheilter Weichsel und Nogat ist hierdurch umgekehrt worden, d. h. die Nogat jetzt länger als die Getheilte Weichsel, während sie früher, namentlich aber vor dem Dünendurchbruch bei Neufähr, kürzer war. Geringere Einwirkungen haben auch die Verlegung der Nogatabzweigung und die Vorschiebung der Mündungen durch Neulandbildung auf das Längenverhältniß ausgeübt, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

Zeitpunkt	Getheilte Weichsel	Nogat	Die Nogat ist
1840 vor dem Dünendurchbruch bei Neufähr . .	77,6 km	61,9 km	15,7 km kürzer
1840 nach dem Dünendurchbruch bei Neufähr . .	63,8 km	61,9 km	1,9 km kürzer
1853 vor Verlegung der Nogatabzweigung . .	64,3 km	62,4 km	1,9 km kürzer
1853 nach Verlegung der Nogatabzweigung . .	59,8 km	59,2 km	0,6 km kürzer
1895 vor Eröffnung des Weichseldurchstichs . .	61,1 km	60,2 km	0,9 km kürzer
1895 nach Eröffnung des Weichseldurchstichs . .	48,7 km	60,2 km	11,5 km länger

des Hochwassers entzogen und in sicheren Schutz gebracht ist, wogegen an der russischen Strecke nur wenige und zumeist recht unvollkommene Eindeichungen vorhanden sind. Außer der von einem hochwasserfreien Straßendamme nebst anschließenden Flügeldeich gegen Durchströmung geschützten linksseitigen Niederung gegenüber der Narewmündung, sowie einigen kurzen Deichstücken auf der linken Seite von da bis zur Bzuramündung, hat nur die große linksseitige Niederung weiter unterhalb von Suchodol bis Wymysle-njemjeckje einen Schutzdeich. Die übrigen russischen Niederungen sind nicht eingedeicht. An der preußischen Weichsel beträgt nach S. 125 des Tabellenbandes die Größe des natürlichen Ueberschwemmungsgebietes 2469,7 qkm, wovon 2081,2 qkm im Deichschutze liegen und 388,5 qkm, also nur 15,7% der ganzen Niederungsfläche, dem Hochwasser ausgesetzt bleiben.

Wie bereits auf S. 232 erwähnt, ist die auffallendste Eigenthümlichkeit des Stromthales an der russischen Unteren Weichsel die hohe Lage und schroffe Form der rechtsseitigen Thalwand an der 123,6 km langen Strecke Narewmündung—Wloclawek, wo die Weichsel wie ein Festungsgraben am Rande des Steilabsturzes der Hochfläche entlang fließt. Vor der mindestens 25 m, vielfach aber 50 bis 70 m hoch ansteigenden Wand, die unter dem diluvialen Lehm und Thon häufig die thonigen Ablagerungen der Tertiärformation aufgeschlossen zeigt, liegen an einzelnen Stellen kleine Streifen niedrigen Landes, jedoch bloß von Wyszogrud bis Plock eine eigentliche, theilweise hochwasserfreie Niederung mit namhafter Ausdehnung. Unterhalb Wloclawek biegt die rechtsseitige Hochfläche vom Strome ab, der alsdann bei Njeszawa auf kurzer Strecke den minder hohen Rand der linksseitigen (Kujawischen) Hochfläche berührt, hierauf aber bis zum Durchbruchthale bei Fordon in ziemlich tief eingeschnittenem Thale sich zwischen den als Vorstufen des Höhenlandes wirkenden Ueberresten der Sohle des diluvialen Thorn—Eberswalder Hauptthales hindurch windet. In ähnlicher Weise bilden auch oberhalb Njeszawa die Reste der alten Thalsohle die linksseitige Begrenzung des jetzigen Stromthales, dessen Breite von 1,3 bis 7,5 km schwankt und durchschnittlich etwa 3,5 km beträgt. Große Flächen des Thalgrundes sind durch ihre Höhenlage gegen die häufiger vorkommenden Hochwasser und theilweise sogar gegen die höchsten Fluthen geschützt. Manche Flächen liegen allerdings so tief, daß sie bei Anschwellungen von 1,5 bis 2 m bereits überschwemmt werden durch Einsenkungen in den um das gleiche Maß höher gelegenen Uferreihen.

Am frühesten füllt sich natürlich beim Anwachsen des Wassers das übermäßig breite, gewöhnlich größtentheils trockene Strombett, das einen ansehnlichen Theil des Thalgrundes in Anspruch nimmt. Seine Breite wechselt von 600 bis 1200 m, dehnt sich aber an manchen Stellen auf 1,8 bis 2 km aus, wo größere Inseln im Strome liegen. Bloß unmittelbar unterhalb der Narewmündung und bei Njeszawa vermindert sich die Breite des Bettes auf etwa 400 m. Auf den Ueberschlägen der in scharf gekrümmten Schlangenlinien das sandige Bett durchziehenden, häufig ihre Lage ändernden Stromrinne beträgt die Tiefe bei Mittelwasser kaum 0,5 m. Von der Narewmündung bis Plock ist der Strom mit ziemlich hohen, stellenweise bewaldeten und besiedelten Inseln besäet. Unterhalb Plock nehmen statt ihrer umfangreiche Sände den Hauptraum zwischen den

Bruchufern ein, so daß bei starkem Winde der Strom mit einer dichten Wolke treibenden Sandes bedeckt wird. Mit den hier und da in Angriff genommenen Strombauten ist die Herstellung einer Normalbreite von 365 m bei Mittelwasser in Aussicht genommen. Als normaler Abstand der Deiche gilt das Maß von 1065 m; jedoch sind auf der rechten Seite einstweilen überhaupt keine Deiche vorhanden, meistens auch nicht auf der linken Seite, da die Niederungen größtentheils geringen Umfang oder zu wenig werthvollen Boden haben.

Die erste Strecke des preussischen Weichselthales bis zur Brahembündung gehört noch zu demselben natürlichen Abschnitte wie das russische Weichselthal unterhalb der Narewmbündung. Das 1 bis 4 km, durchschnittlich 2,8 km breite Alluvialthal, dessen Höhenlage über Mittelwasser 1,5 bis 7,0 m beträgt, wird auf beiden Seiten von sandigen Vorstufen besäumt, die mehrfach Steilufer des Stromes bilden und große Breite besitzen; nur von Birglau bis Hohenhausen fällt die rechtsseitige Hochfläche mit jähem Absturze zur Thorner Niederung ab.

Die zweite Strecke bis zur Mogatabzweigung zeigt im Gegensatze zu der vorigen nur an wenigen Stellen eine obere Thalstufe: zunächst links bei Jordon und rechts bei Schadon—Scharnese, sodann links bei Terespol oberhalb Schwetz, durch die Kl.-Schwezer Niederung vom Strome getrennt, namentlich aber auf der linken Seite hinter der Schwetz—Neuenburger Niederung an der Montau, welche die inselförmig aus der Vorstufe aufragende Anhöhe von Karolina—D.-Gruppe umfließt, sowie auf der rechten Seite der Graudenz Thalgrund, der durch die Wasserläufe der Bruchniederung oberhalb, durch die Ossa unterhalb Graudenz nach dem Hauptstrome entwässert, von ihm aber getrennt wird durch die inselförmigen Erhebungen ober- und unterhalb dieser Stadt. Außerdem durchziehen Ueberreste einer älteren Thalsole mehrfach als hochwasserfreie Sandrücken die Alluvialniederungen oder lagern als schmale Streifen vor dem Steilabfalle der beiderseitigen Hochflächen.

Der größte Theil der Thalsole liegt im natürlichen Ueberschwemmungsgebiet, dessen durchschnittliche Breite auf der 115 km langen Thalstrecke von der Brahembündung bis zur Mogatabzweigung 5,5 km beträgt; mit Einrechnung jener diluvialen Thalreste ist die Breite der Sohle größer, gewöhnlich 5 bis 7 km. Am geringsten ist sie beim Beginne des Durchbruchthales (1,5 km), am größten bei der weit einbuchtenden Niederung oberhalb Kulm (Unislaw—Grabowo 8 km), wogegen zwischen den um 19 km von einander abstehenden Thalwänden unweit Graudenz das Alluvialthal durch jene oben erwähnten Diluvialinseln auf 3,5 bis 5 km Breite eingeengt wird. Die Thalwände erheben sich im Allgemeinen um 50 bis 70 m über die Sohle der Niederungen, deren Höhenlage gewöhnlich geringer ist als die der 1,5 bis 3,5 m hohen Uferreehen. An der linken Seite bildet die Thalwand das Hochufer des Stromes bei Bösendorf—Koselitz, unterhalb Schwetz, von Neuenburg bis Fiedlitz und bei Mewe, an der rechten Seite nur bei Schadon und an den Bingsbergen. Außerdem nähert sich aber rechts die Thalwand dem Strome bis auf geringen Abstand bei Kulm und am Weißenberge unweit der Mogatabzweigung; die inselartigen Erhebungen ober- und unterhalb Graudenz haben gleichfalls Steilhänge gegen das Strombett. Da der Strom sonach abwechselnd dem linken und rechten Höhenlande sich nähert, dehnen

sich die Niederungen bald rechts, bald links von ihm aus, auf den Uebergangsstrecken zu beiden Seiten.

Im Mündungsbecken erweitert sich die Thalsole zu einer am Ende der Falkenauer Niederung etwa 6, in der Linie Dirschau—Marienburg etwa 16 und zuletzt etwa 50 km breiten Ebene, deren Höhenlage im südlichen Theile bis zu 9 m über dem Meerespiegel, an der Elbinger Weichsel bis zu 1,2 m und rechts von der Nogat bis zu 1,8 m unter dem Meerespiegel beträgt. Große Flächen der Mündungswerder bedürfen daher einer Entwässerung mit Schöpfwerken. Auf der linken Seite begleitet die Thalwand von der Falkenauer Niederung bis Dirschau den Lauf der Getheilten Weichsel und tritt dann mit flachem Bogen gegen Danzig hin zurück. Auf der rechten Seite verläßt die Thalwand unterhalb Marienburg die Nogat und umschließt jene große Seitenbucht des Mündungsbeckens, deren Vorfluth vom Elbingflusse bewirkt wird. Die Höhe der beiden Thalwände erhebt sich vielfach auf 50 bis 70 m, sinkt jedoch an anderen Stellen auf 20 m, oder sie sind so flach abgeböschet, daß keine deutliche Begrenzung zu erkennen ist.

Da fast alle Niederungen eingedeicht sind, hat das Hochwasserbett der preussischen Weichsel und ihrer beiden Mündungsarme gewöhnlich nur geringe Breite, die am ungetheilten Stromlaufe durchschnittlich 1,5 bis 1,6 km, an der Getheilten Weichsel etwa 1,3 km, an der Nogat aber auf langen Strecken weniger als 0,5 km beträgt. Als passendste Breiten für das Hochwasserbett gelten am ungetheilten Stromlaufe 1125 m, an der Getheilten Weichsel 750 m (oder mit Rücksicht auf die geplante Absperrung der Nogat 900 m), an der Nogat 375 m. Jedoch sind an letzterem Mündungsarme Deichengen mit weniger als 200 m Breite, z. B. von 170 m bei Marienburg und von 110 m bei Zeier vorhanden; oberhalb der Engstelle bei Zeier kann freilich ein Theil des Hochwassers und Eisganges in die links vom Strome gelegene, Einlage genannte Niederung durch die im Winter geöffneten Ueberfälle abströmen. Die Deichengen an der Ungetheilten und Getheilten Weichsel gehen nicht unter 700 bis 750 m Breite herab. Am Weichseldurchstiche nimmt die zunächst 900 m betragende Entfernung der Deiche nach der Mündung hin auf 750 m ab, weil zuletzt die Hochwassermassen ihren Abfluß mehr und mehr durch das hier auf 400 m verbreiterte Mittelwasserbett nehmen.

Abgesehen von der Mündungstrecke hat das Bett der Getheilten Weichsel durch den planmäßigen Ausbau 250 m, das der Nogat 125 m, das des ungetheilten Stromlaufes bis aufwärts zur Drewenzmündung 375 m und oberhalb der Drewenzmündung 300 m Breite bei Mittelwasser erhalten. Die natürliche Breite war gewöhnlich bedeutend größer, zumal vielfach Inseln (Kämpen) und Sandfelder den Strom in zwei oder mehrere Arme spalteten, ähnlich wie dies an der russischen Strecke auch jetzt noch der Fall ist. Durch den planmäßigen Ausbau wurde eine Tiefe von 1,67 m bei dem etwas über dem mittleren Niedrigwasser liegenden Wasserstande 0,50 m a. P. Kurzabrack erstrebt. Jedoch ist das Ziel auf den Ueberschlägen der Stromrinne noch nicht überall erreicht, da in den letzten Jahren an den schlechtesten Stellen zuweilen vorübergehend bei jenem Wasserstande nur 1,0 bis 1,1 m Tiefe vorhanden war. Beim gewöhn-

lichen Wasserstände des Sommerhalbjahrs (1,31 m a. P. Kurzebrack) ist überall auf mindestens 1,8 bis 1,9 m Tiefe zu rechnen.

Mit dem begonnenen Ausbau von Zwischenwerken, die außer besserem Schutze der Buhnen und Verlandungen auch eine kräftige Spülung bewirken sollen, hofft man bei kleinen Wasserständen günstigere Tiefen herbeiführen zu können. Da offenbar hierfür die Breite des Bettes zu groß ist, wird aber voraussichtlich das Ziel vollständig nur durch einen planmäßigen Ausbau des Niedrigwasserbettes zu erreichen sein. Für die Uferanlieger äußern die bisherigen Strombauten ihre Vortheile bereits in hohem Maße, da die ehemals dem Abbruche meist schutzlos preisgegebenen Stromufer jetzt sicher festgelegt, ja größtentheils erst frisch geschaffen sind, wo früher nur einzelne Rämpen mit stets veränderlicher Lage bestanden. Noch größeren Nutzen haben die Strombauten sämtlichen Niederungsbewohnern gebracht durch die Verminderung der Gefahren des Hochwassers und Eisganges, wie bei Betrachtung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse dargethan wird. Eine Beseitigung der noch bestehenden Unregelmäßigkeiten im Hochwasserbett würde nicht nur in dieser Beziehung nützlich wirken, sondern auch den Ausbau des Niedrigwasserbettes bedeutend erleichtern.

Anhang: Vergleich der Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse. Sinfstoffbewegung.

Zum Schlusse des Kapitels fassen wir nochmals die bei den Beschreibungen der drei östlichen Ströme gemachten Angaben über die Gefäll- und Entwicklungsverhältnisse in der folgenden Tabelle zusammen. Als Mündung des Memelstromes ist dabei die Altmahmündung, als Quelle des Pregelstromes der Pammersee angenommen. Diese beiden Ströme werden schon durch ihr geringes Durchschnittsgefälle als Flachlandflüsse gekennzeichnet. Man sieht aus dem Gefälle der Hauptabschnitte, daß der Memelstrom vollständig im Flachlande verläuft, wogegen beim Pregelstrom ein scharfer Gegensatz zwischen dem Gefälle der vom Hügellande kommenden Angerapp und dem unteren Stromlaufe besteht. Das über 1 ‰ große Durchschnittsgefälle des Weichselstromes deutet auf seinen Ursprung im Gebirge hin; aber fast $\frac{4}{5}$ der ganzen Fallhöhe kommen auf die kleine Weichsel, so daß die übrigen Stromabschnitte ihrem Gefälle nach völlig dem Flachlande angehören. Das mittlere Gefälle der Oberen Weichsel stimmt mit dem des Flachlandflusses Bug überein. Dasjenige des Flachlandflusses Narew liegt zwischen den Gefällzahlen der beiden durch seine Mündung getrennten Abschnitte des Hauptstromes. Beachtenswerth erscheint auch, daß die Untere Weichsel beträchtlich größeres Gefälle besitzt als der Untere Memelstrom oder gar als der Pregelstrom von Insterburg abwärts.

Erinnert man sich gleichzeitig daran, daß die wichtigsten Nebenflüsse der Oberen Weichsel sämtlich dem Gebirge entstammen, und daß das Niederschlagsgebiet des Weichselstroms 63,9 % des Gesamtgebietes der drei östlichen Ströme umfaßt, so liegt auf der Hand, daß der Weichselstrom der kräftigste Arbeiter bei der Fortbewegung von Sinf- und Wanderstoffen aus den oberen Gebietsheilen nach den unteren sein muß. Die in den Einzelbeschreibungen enthaltenen Angaben

Strom	Flußstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie km	Entwicklung %
		+ m	m	km	‰	1 : x		
Memelstrom	Oberer Njemen	177,0	79,0	352,0	0,224	4 460	216,0	63,0
"	Mittlerer Njemen	98,0	76,5	318,0	0,241	4 160	147,0	116,3
"	Unterer Memelstrom { in Rußland in Preußen	21,5	11,7	97,0	0,121	8 290	86,0	12,8
		9,8	9,6	111,2	0,086	11 580	90,0	23,6
		0,2						
Pregelstrom	Angerapp	146,0	136,7	224,0	0,610	1 640	81,5	174,8
"	Ober- und Unterepregel	9,33 0,04	9,29	126,7	0,073	13 640	93,0	36,2
Weichselstrom	Kleine Weichsel	1125,0	898,2	139,1	6,457	155	52,0	167,5
"	Obere Weichsel	226,8	87,6	279,6	0,313	3 190	200,0	39,8
"	Mittlere Weichsel	139,2	71,7	266,5	0,269	3 720	204,6	30,3
"	Untere Weichsel { in Rußland in Preußen	67,5	28,9	160,5	0,180	5 550	140,2	14,5
		38,6	38,6	222,0	0,174	5 750	159,1	39,5
		0,0						
Narew	Bug	311,0 72,0	239,0	766,0	0,312	3 210	415,0	84,6
"	Narew	158,0 67,5	90,5	460,1	0,197	5 080	237,8	93,5
Memelstrom im Ganzen		177,0 0,2	176,8	878,2	0,201	4 970	437,0	101,0
Pregelstrom im Ganzen		146,0 0,04	146,0	350,7	0,416	2 400	134,0	161,7
Weichselstrom im Ganzen		1125,0 0,0	1125,0	1067,7	1,054	949	525,0	103,4

über die Beschaffenheit des Strombettes und die Geschiebeführung reichen leider nicht aus, ein genaues Bild hierüber gewinnen zu können.

Wir sehen, daß die groben Geschiebe des Quellflusses in der Gebirgstrecke zurück bleiben, da schon die Flachlandstrecke der Kleinen Weichsel nur noch feineren Schotter, Sand und Schlick abführt. Von den aus dem Gebirge stammenden Nebenflüssen bringen bloß die Sola und Skawa Schotter hinzu, während die übrigen, auf mehr oder weniger große Länge dem Flachlande angehörigen Gebirgsflüsse hauptsächlich Sand an den Hauptstrom abgeben. Aus den linksseitigen

Nebenflüssen empfängt die Obere Weichsel vorzugsweise thonigen Schlick. Außer Sand und Schlick liefern die Uferabbrüche und die Seitengewässer der Mittleren Weichsel theilweise wohl auch Kies in das Strombett, da unterhalb der Sandmündung das Korn der Wanderstoffe gröber als oberhalb zu werden beginnt; vermuthlich geschieht dies auf der Strecke des Stromthales, welche in die Ablagerungen der Kreideformation eingeschnitten ist. In jedem Frühjahr fahren die Warschauer Sandhändler stromaufwärts auf die Suche nach Riesbänken, die zuweilen sogar bei Warschau selbst auftreten. Aus dem Narew und Bug scheint die Untere Weichsel keine erhebliche Zufuhr von sandigen Wanderstoffen und noch weniger von thonigen Sinkstoffen zu erhalten. Dagegen bilden die abbruchigen Ufer und die Einschwemmungen der Seitengewässer auf der russischen Strecke eine reiche Quelle von Sand- und Schlickmassen, die größtentheils bis zu den Mündungen der Getheilten Weichsel und Nogat wandern müssen, seitdem die meisten Niederungsflächen an der preußischen Strecke der Ueberschwemmung durch ihre Deiche entzogen sind.

Wenn die Hochfluthwelle anzuwachsen beginnt, gerathen die Sandmassen der Sohle in so starke Bewegung, daß beim Schöpfwerke der Warschauer Wasserversorgung nur die an den ruhigsten Stellen liegenden Sauger in Thätigkeit gesetzt werden dürfen, um die 0,94 m im Durchmesser großen Saugerohre nicht mit Sand zu verstopfen. In Nähe der Stromsohle ist dann das Wasser mit Sand bis zu $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ seines Rauminhalts beladen. Sogar an jenen ruhigsten Stellen enthält es nach den Beobachtungen bei der Warschauer Filteranlage (vergl. Bd. III S. 316/17) manchmal 0,08 bis 0,12 % seines Gewichtes an sandigen und thonigen Sinkstoffen. Demgegenüber beträgt der kleinste Sinkstoffgehalt, der 1895/97 dort beobachtet worden ist, nur 1,5 Gramm in 1 cbm Wasser. Aus den täglichen Beobachtungen bei der Filteranlage ergibt sich der durchschnittliche Sinkstoffgehalt zu 172 Gramm in 1 cbm (0,0172 % des Gewichtes), wovon 64 Gramm aus Sand bestehen, also wenig über $\frac{1}{3}$. Obgleich die von der Oberen Weichsel abgeführten thonigen Sinkstoffe größtentheils auf den ausgedehnten Niederungen an der Mittleren Weichsel abgelagert sein mögen, führt dennoch der Strom bei Warschau beträchtliche Massen von Schlick und feinem, im Wasser schwebenden Sand vorüber.

An der russischen Strecke der Unteren Weichsel wird der Sinkstoffgehalt vermuthlich noch vergrößert, vielleicht um ebenso viel, als seine Verminderung an der preußischen Strecke durch Auslandung der Außendeiche und Bühnenfelder beträgt. Man kann daher annehmen, daß die aus der Getheilten Weichsel und Nogat abfließenden Wassermassen durchschnittlich etwa 0,0172 % = $\frac{1}{5800}$ Gewichtstheile Sinkstoffe enthalten. Wieviel hiervon in die Ostsee und in die entferntesten Stellen des Frischen Haffs vertrieben wird, und wieviel hiervon das Neuland an den Mündungen bildet, läßt sich schwer beurtheilen. Seit dem 14. Jahrhundert hat sich nachweislich die Haffküste an den Mündungen der Nogat und Elbinger Weichsel bedeutend vorgeschoben, an der Nogat um etwa 9 km (vergl. Bd. IV S. 189).

Einen freilich unsicheren Anhalt zur Beantwortung jener Frage bietet die Größe der Bodenmassen, die der Strom seit dem Durchbruche bei Neufähr

vor der neuen Mündung der Danziger Weichsel abgelagert hat. Nach den von Gierau („Dünendurchbruch der Weichsel bei Neufähr im Jahre 1840“, Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. 1892 S. 38) angestellten Ermittlungen beträgt die Anlandung im halben Jahrhundert 1840/89 rund 109 Millionen cbm, also bei 1,5 spezifischem Gewicht etwa 100 Kilogramm in der Sekunde. Da schätzungsweise die mittlere sekundliche Abflußmenge der Danziger Weichsel auf 750 cbm anzunehmen ist, wären ungefähr $0,0133\% = 1/7500$ Gewichtstheile der abgelaufenen Wassermasse als Sinkstoffe an der Mündung abgelagert worden (d. h. über $\frac{3}{4}$ der ganzen Sinkstoffmasse, die der Strom wahrscheinlich nach der Ostsee gebracht hat), falls die Anlandung ausschließlich von dieser Quelle herrührte. Indessen besteht wohl ein großer Theil aus dem von der See, von der durchbrochenen Düne und von der Erosion des untersten Weichselstrombettes herkommenden Bodenmassen. Demnach ist anzunehmen, daß mindestens die Hälfte der vom Strome zur Mündung getragenen Sinkstoffe, wahrscheinlich aber ein noch größerer Prozentsatz, in die Ostsee vertrieben und höchstens die Hälfte, wahrscheinlich aber bedeutend weniger, abgelagert wird.

