

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 eingenaagt 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 Gewässernezes 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 ober-schlesischen 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 haushalterischer 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 Pszczinka 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 Königschloß 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 Bziany 1,4 km entfernt; diese Maße bestimmen die Breite der Alluvialniederung oberhalb und in Krakau. Die Stadt selbst liegt auf sandig-lehmigem Diluvium, das zwischen den Alluvialthälern der Rudawa und Bialucha nach den flachen Lößhügeln 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 Thäler 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 Ostrawka, 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 Nepolomice 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 Nepolomice 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 Vorkarpathischen 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 größtenteils 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 Dunajergebietes. 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 Szczucin 4,36 m, bei Dzikuw 3,92 m betragen, die größten Wasserstandsschwankungen bei Krakau 6,25 m, bei Jagodniki 5,17 m, bei Szczucin 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-Alexsandrija 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 Wejprzmündung 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 Wejprz 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 Wejprz von der Tysmjenicamündung ab sind westlich gerichtet, die zwischenliegenden langen Strecken des Ober- und Mittellaufs gegen Norden und Nordwesten. In diesen Strecken empfängt der Wejprz 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 Sanden 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. Gewässernetz 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 Gewässernetzes 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 Czerwonog-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 verhältnismäßig 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 Uberschwemmungen überall dort ausdehnen, wo der Flußlauf in zahlreiche Seitenarme verästelt ist, z. B. oberhalb der Ratamündung, 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 Abfluvorgang, 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 Orzye (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 Bruchusern 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. Gewässernetz 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 Brahmemündung 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 Tonczyna. 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 Rittelsfähre.

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 Memelströme, 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 Memelströme 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 Brahamündung 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 Dünendurchbruch 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

Bruchusfern 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 Brahémündung gehört noch zu demselben natürlichen Abschnitte wie das russische Weichselthal unterhalb der Narewmündung. 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 Brahémündung 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 abgebösch, 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 Almathmündung, 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