

2. Abtheilung. 3. Kapitel.

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

I. Stromlauf und Stromthal.

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

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

1. Uebersicht.

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

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

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

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

2. Grundrißform. 3. Gefällverhältnisse.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4. Querschnittsverhältnisse. 5. Beschaffenheit des Strombetts.

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

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

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

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

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

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

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

6. Form des Stromthals.

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

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

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

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

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

7. Bodenzustände des Stromthals.

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

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

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

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

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

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

1. Uebersicht.

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

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