

2. Abtheilung. 11. Kapitel.

Der San.

I. Flußlauf und Flußthal.

1. Uebersicht. Grundriß- und Gefällverhältnisse.

Der San ist der längste Nebenfluß der Oberen Weichsel mit dem größten Niederschlagsgebiet, von dem jedoch über die Hälfte dem Flachlande und nur wenig über ein Sechstel dem Gebirgslande angehört, so daß er in Bezug auf die Abflußmenge und den stürmischen Verlauf der Hochfluthen vom Dunajec übertroffen wird. Der nahe beim Użokpasse entspringende Quellfluß durchfließt bis zur Mündung des Wolosatebachs bei Smolnik mit zahlreichen Windungen das Karpathische Waldgebirge in vorwiegend nordwestlicher Richtung. Der Oberlauf bleibt zunächst auf größerer Strecke in einem Längenthale, verläßt es jedoch oberhalb der Solinkamündung (bei Solina) und erreicht mit bedeutenden Krümmungen das Sanoker Kesselthal, wo er am Beginn des Hügellandes oberhalb Dolina die Oslawa aufnimmt. Die einzelnen Strecken sind vorwiegend gegen Westnordwest und Nordnordost gerichtet, so daß der Endpunkt in nordwestlicher Richtung vom Anfangspunkte liegt. Der im Hügellande gelegene Mittellauf verfolgt von der Oslawamündung bis Dynów in der Hauptsache nördliche, von da bis zur Wiarmündung unterhalb Przemyśl östliche Richtung, auf beiden Strecken gleichfalls mit einer großen Zahl scharfer Windungen des Flußthals. Beim Unterlaufe ist das breite Flachlandthal dagegen schlank gestaltet und hält ohne allzu große Abweichungen nordwestliche Richtung ein. Bis Jarosław liegt es am Rande des Hügellandes, von dem der San indessen hier nur unbedeutende Zuflüsse erhält, weil dasselbe nach dem bei Dębno links mündenden Wisłok entwässert. Um so größer ist auf dieser Strecke das rechtsseitige Flachlandgebiet mit den Nebenflüssen Wisznia, Szko und Lubaczówka. Die untere Strecke wird ausschließlich von Flachlandflüssen gespeist, namentlich von dem rechts bei Ulanów mündenden Tanew, dem zweitgrößten Nebenflusse des San. Aus der Tabelle auf S. 406 ergeben sich die Gefäll- und Richtungsverhältnisse der bezeichneten Strecken.

Für die unteren Strecken ist die amtliche, an der Mündung beginnende Kilometrirung zu Grund gelegt worden, wonach der Pegel Pustolwa 294,9 km von der Mündung entfernt ist. Nach den Karten beträgt die Lauflänge etwa

Flußstrecke	Höhenlage	Fallhöhe	Lauflänge	Mittleres Gefälle		Luftlinie	Entwicklung
	+ m	m	km	‰	1 : x	km	‰
Quellfluß (Quelle—Wolosatemündung)	900	365	61,0	5,98	167	26,0	134,6
Oberlauf	535						
	(Wolosatemündung—Solinkamündung)	166	60,0	2,76	362	26,8	124,0
	(Solinkamündung—Oslawamündung)	74	44,0	1,68	595	21,6	103,7
Mittel- lauf	(Oslawamündung—Dynuw)	53	49,0	1,08	925	31,6	55,0
	(Dynuw—Wiarmündung)	48	78,0	0,615	1630	41,8	86,6
	(Wiarmündung—Wislofmündung)	23	64,0	0,359	2780	49,6	29,0
Unterlauf	(Wislofmündung—Mündung)	30	94,0	0,319	3130	78,0	20,5
		139					
Zm Ganzen	—	761	450,0	1,69	591	207,0	117,5

34 km mehr. Der Unterschied erklärt sich durch die zahlreichen Durchstiche, welche in neuester Zeit, namentlich in der oberen Strecke des Unterlaufs, hergestellt worden oder bestimmt geplant und bei der Kilometrierung bereits berücksichtigt sind. Auch schon früher hat die Strecke von Sosnica bis Jarosław eine erhebliche Begradigung erhalten. Ohne die künstlich herbeigeführte Verkürzung würden die Entwicklungszahlen für den Unterlauf, bei welchem sie hauptsächlich von den Krümmungen des Flußlaufs abhängen, bedeutend größer ausfallen, besonders in der Strecke zwischen Wiarm und Wisłok. Beim Mittel- und Oberlaufe, sowie beim Quellflusse hängt die Größe der Entwicklungszahlen vorzugsweise von dem häufigen Richtungswechsel und den scharfen Windungen des Flußthals ab. Diese tragen auch viel dazu bei, daß die Gesamtentwicklung des San sehr groß ist; freilich spielt dabei die Einschaltung der östlich gerichteten Strecke Dynuw—Wiarmündung gleichfalls eine erhebliche Rolle, da in derselben der Flußlauf, ohne sich in der Luftlinie der Mündung zu nähern, ungefähr auf denselben Längengrad zurückkehrt, auf welchem die Quelle liegt.

In den oberen Strecken sind die Krümmungen vielfach scharf, oft fast rechtwinklig. Im Mittel- und Unterlaufe beschreibt dagegen der Fluß meist lange Schleifen mit größeren Krümmungshalbmessern. Nur von Hurko (unterhalb der Wiarmündung) bis Sosnica folgen noch sehr stark gekrümmte Windungen unmittelbar auf einander mit zum Theil sehr kleinen Halbmessern. Beim Ausbaue der unteren Strecke des Mittellaufs gedenkt man solche von mindestens 500 m (in der äußeren Streichlinie gemessen) durchzuführen, bei der oberen Strecke des Unterlaufs 600 und bei der unteren 700 m, was für die Flußachse Halbmessern von 475 bis 655 m entspricht. Am Quellflusse und Oberlaufe des San finden sich nur selten Spaltungen in Folge von Schotterablagerungen, namentlich an den Mündungen einiger Nebenbäche, z. B. der Solinka und Hoczewka. Im

Mittellaufe treten sie etwas zahlreicher auf, besonders in den Thalerweiterungen bei Sanok, Mrzyglud, Jablonica, Sjedliska und in der Strecke Dynuw—Przemysl an mehreren Stellen. Gewöhnlich zeigt der Thalgrund, namentlich von Dynuw abwärts, in den Erweiterungen deutliche Spuren von Verlegungen des Bettes, obgleich die Altbetten gut verlandet sind und offene Schlenken nur ausnahmsweise vorkommen. Wo der Unterlauf bei Gurko aus der östlichen in die nördliche (später nordwestliche) Richtung umbiegt, beginnen die bereits erwähnten Schlangenwindungen, neben denen die Thalsohle mit vielen Ueberresten ehemaliger Flußarme, besonders auch mit großen Schlenken, bedeckt ist.

Von Sosnica bis unterhalb Jaroslau hat früher eine durchgreifende Begradigung stattgefunden, welche neuerdings noch ergänzt worden ist. Die hierbei abgetrennten Altbetten sind jedoch so gut verlandet, daß keine Spaltungen der Strömung bei Hochwasser entstehen, und das Flußbett hat sich im jetzigen Laufe gut ausgebildet. Unterhalb der Lubaczowkamündung ist dagegen das Bett meist übermäßig, manchmal 5- bis 600 m breit und mit Sänden derart angefüllt, daß die Strömung immer wieder neue Bahnen brechen muß und bei kleineren Wasserständen in Rinneu gespalten wird. Bei den Flußschleifen sind noch in neuester Zeit Durchbrüche und Flußverlegungen erfolgt. Spuren früherer Verlegungen lassen sich öfters erkennen. Auch in der letzten Strecke hat man kürzlich mehrere Durchstiche und Flußbauten hergestellt, durch welche den Verwilderungen allmählich ein Ziel gesetzt werden soll.

Das Gefälle des San ist bis zur Solinkamündung recht bedeutend und in der unteren Strecke des Oberlaufs immer noch beträchtlich. Von der Oslawamündung ab vermindert es sich in den Thalerweiterungen erheblich, nimmt aber in den dazwischen liegenden Thalengen wieder zu. Bis Dynuw beträgt die Fallhöhe des San 661 m, auf der wenig längeren Strecke von Dynuw bis zur Mündung nur 100 m. Im unteren Mittellaufe zeigt das mäßige Gefälle einen ähnlichen Wechsel zwischen Verminderung in den Erweiterungen und Vermehrung in den Verengungen des Thales. Im Unterlaufe ist es durchweg klein, aber doch größer als das Gefälle des Hauptstroms. In Nähe der Mündung wird es zuweilen vorübergehend aufgehoben, wenn das Hochwasser der Weichsel in den San zurückstaut. Um diesen Rückstau am Pegel Majdan (Km. 10,6) fühlbar zu machen, müßte die Anschwellung im Hauptstrome etwa 3,5 m höher als diejenige im San sein, was (wenn überhaupt) nur auf ganz kurze Zeitdauer eintreten dürfte. Im Ganzen betrachtet, hat der San trotz seiner bedeutenden Fallhöhe ein kleineres mittleres Gefälle wie alle übrigen Gebirgsflüsse, da er sie an Länge weitaus übertrifft. Der Gedanke, den großen Fluß bis nach Przemysl hinauf schiffbar zu machen, würde in den Gefällverhältnissen kein Hinderniß finden.

2. Querschnitt und Beschaffenheit des Flußbetts.

Das Flußbett besteht in den Gebirgstrecken vielfach aus Sandsteinfelsen und Thonschiefer oder aus dem sandig-lehmigen Verwitterungsboden dieser Gesteinsarten. Im Mittellaufe ist es nur bei den Engstellen zuweilen in Felsen eingeschnitten, wo der Fluß den Fuß der Hügel unmittelbar angeschnitten hat. Noch

bei Przemyśl ragen bei kleineren Wasserständen Felsriffe bis an den Spiegel hervor und werden allmählich durch Sprengung erniedrigt. Gewöhnlich bestehen jedoch die Ufer des Mittellaufs aus einer mächtigen Lehmschicht auf Gerölluntergrund. Bei den Anschwellungen legt sich die Strömung hart in die Gruben der zahlreichen Krümmungen und unterwühlt den Leimboden, von welchem dann beim Fallen des Wassers große Massen abbrechen und in Form von Sinkstoffen weggeführt werden. Die manchmal auf große Länge ausgedehnten Uferbrüche und die Auskolkungen der Sohle sind denn auch die wichtigste Quelle der Geschiebeführung des San, da seine Nebenbäche meist wenig Schotter hinzu bringen. Obgleich im Mittellaufe die Schotterfelder keineswegs fehlen, wie oben erwähnt wurde, sondern an den Stellen mit geringerem Gefälle, d. h. in den Thalerweiterungen, mehrfach beträchtliche Größe besitzen, so ist das Sanbett doch weniger verschottert wie die Betten der meisten übrigen Gebirgsflüsse. Im Allgemeinen hat es daher auch eine gut geschlossene Form von ausreichender Breite, um mittleres Hochwasser ohne wesentliche Ueberschwemmungen zwischen den hohen Ufern abzuführen. In der oberen Strecke des Mittellaufs liegt auf den Geschiebefeldern, die bei gewöhnlichem Wasserstande sichtbar werden, mittelgrober Schotter. In der unteren Strecke findet sich meist feiner Schotter, dem schon bei Krzywca Sand beigemengt ist. Bei Przemyśl bildet der Sand bereits einen wesentlichen Bestandtheil der Schotterfelder; jedoch überwiegt weitaus der Schotter von Faust- bis Haselnußgröße, z. B. an den durch die Gehängebauten bei Ostrum oberhalb Przemyśl erzeugten Ablagerungen.

Im Unterlaufe vermindert sich der Schotter mehr und mehr, während der Sand zunimmt und an geschützten Stellen große Massen von Schlick zur Ablagerung gelangen. Noch bei Sośnica ist der vom Flusse angeschnittene Geschiebelehm zum Theil mit ziemlich grobem Kies bedeckt. Von da bis Radymno bildet das Fischen von Kies, der flußabwärts verfahren und im Flachlande zur Straßenbefestigung verwandt wird, einen besonderen Erwerbszweig. Weiter unterhalb verschwinden bald die letzten Spuren von Schotter auf den Ablagerungen. Die aus den Abbrüchen herstammenden lehmigen und sandigen Sinkstoffe und der wandernde Sand sind dagegen so reichlich vorhanden, daß die Verlandungen bei den Flußbauten außerordentlich rasch vor sich gehen. Meterhohe Ablagerungen von Schlick in Jahresfrist sind an geschützten Stellen des unteren San nichts Ungewöhnliches. Einstweilen liegen die ausgebauten Strecken in großen Abständen, durch verwilderte Flußstrecken getrennt, welche die Strömung immer wieder von Neuem mit Sink- und Wanderstoffen versorgen. So lange der San sich in Nähe des Hügellandes hält, fließt er zwischen sehr hohen, aus Löß auf Gerölluntergrund bestehenden steilen Ufern. Bei Jarosław werden die Ufer niedriger, behalten aber immerhin meist 3 bis 4 m Höhe über dem gewöhnlichen Wasserstand; an Stelle des Lößes tritt eine weniger mächtige Lehmdecke, an Stelle des Gerölles tritt Sand. Auf der letzten Strecke des Unterlaufs herrscht Sandboden vor, dessen geringe Widerstandsfähigkeit vielfach zu übermäßigen Erweiterungen des Bettes auf 4- bis 500 m und darüber Anlaß gegeben hat. Nur wo durch Flußbauten eingegriffen ist, hat der Querschnitt des zwischen den natürlichen Ufern in viel geringerer Breite ausgetieften Schlauches die den am

häufigsten vorkommenden Abflußmengen angemessene Form. In der Regel lagern in einem bedeutend zu breiten Bette große Sandmassen mit so flachen Rinnen, daß bei einigermaßen niedrigen Wasserständen der Flößereibetrieb unterbrochen wird.

Die hydrometrischen Vorarbeiten zur Bestimmung der beim geplanten Ausbaue des San anzuwendenden Querschnitte sind noch nicht beendet. Einstweilen ist die Normalbreite zwischen den Innenkanten der Werke auf 91 m von der Mündung aufwärts bis zur Bukowamündung, 89 m von da bis zur Tanewmündung, 82 m von da bis zur Wislokmündung, 72 m von da bis zur Lubaczowkamündung, 67 m von da bis Jaroslaw, 63 m von da bis zur Wiarmündung, 58 m oberhalb der Wiarmündung angenommen worden. In den oberen Strecken werden voraussichtlich beim weiteren Fortschreiten des Ausbaues diese Normalbreiten noch eine Verminderung erfahren. Der Normalbreite von 91 m in der Mündungsstrecke entspricht die Wasserspiegelbreite 87 m beim Normalwasserstande — 0,17 m a. P. Majdan-zbydniowski. Nach den Mittheilungen über den Abflußvorgang liegt im Zeitraume 1871/95 der gewöhnliche Wasserstand des Sommers genau auf dieser Höhe, 0,27 m unter dem Jahresmittelwasser. Im parabolisch geformten Querschnitt soll hierbei die größte Tiefe rd. 1,9 m und der Flächeninhalt 110 qm betragen, um mit einem Gefälle von 0,34 ‰ die bei jenem Wasserstande abfließende Wassermenge von 89 cbm/sec mit rd. 0,8 m/sec Geschwindigkeit abführen zu können.

Als Normalwasserstand für den Pegel zu Przemyśl gilt — 0,20 m, während das Mittelwasser der Jahresreihe 1871/95 dort — 0,02 m beträgt, das mittlere Niedrigwasser 0,51 m tiefer, das mittlere Hochwasser 3,03 m höher als MW liegt. Diese durchschnittliche Schwankung der Wasserstände (3,54 m) wird weit übertroffen durch die größte Schwankung zwischen dem bekannten Tiefststande vom Oktober 1895 (— 0,98 m) und dem Höchststande vom 10. Juli 1867 (6,95 m) = 7,93 m. Noch größer ist der entsprechende Werth am Pegel Radymno, nämlich 8,21 m. Zwar bedeutend kleiner, aber immer noch recht beträchtlich ist er bei Postolow (5,93 m) und Majdan (5,85 m). Wie wir bei der Betrachtung des Abflußvorganges sehen werden, hat bei Przemyśl innerhalb des Zeitraums 1871/95 eine nachweisbare Senkung des Mittelwassers um 0,4 bis 0,5 m, bei Radymno eine solche um 0,9 m stattgefunden. An der letztgenannten Pegelstelle hat sie seit 1867 sogar etwa 1,2 m betragen und ist zweifellos auf die schon erwähnte Begradigung des San zurückzuführen, bei Przemyśl vermuthlich gleichfalls auf künstliche Eingriffe (z. B. Felsprengungen in der Flußsohle).

Wenn nun auch ein Bruchtheil der großen Schwankungen hierdurch abgewogen werden mag, so bleibt doch immer noch ein sehr großer Betrag von mindestens 7,5 m bei Przemyśl und Radymno. Für die Pegelstelle Jaroslaw, die nahe bei Radymno liegt, wird die größte Schwankung zwar nur auf 5,80 m angegeben, ist aber abgeleitet vom März-Hochwasser 1889, dessen Höchststand bei Postolow, Przemyśl und Majdan durchschnittlich 2,59 m unter dem vom Juli 1867 geblieben ist. Zieht man dies in Rücksicht, so läßt sich annehmen, daß für Jaroslaw die jener größten Hochfluth entsprechende Schwankung jedenfalls weniger als 7,5 m betragen mag. Freilich wird an den Pegelstellen

Przemysl, Radymno und Jaroslaw das Hochwasser derart aufgestaut, daß mehrfach Zerstörungen an den stauenden Brücken entstanden sind. Aus dem Verlaufe des Hochwassers vom 12./13. August 1893 würde die Stauwirkung auf etwa 1 m zu schätzen sein. Der nach diesem Abzug verbleibende Werth nähert sich aber den Beobachtungsergebnissen an den weit entlegenen Pegelstellen Postolum und Majdan, und die bisherigen Beobachtungen an den später errichteten Pegeln bestätigen, daß der San auch auf den Zwischenstrecken allenthalben einen sehr großen Wasserstandswechsel hat. Den Grund hierfür darf man wohl darin suchen, daß sein Hochwasserbett meistens geschlossene Form besitzt und, auch in den völlig verwilderten Strecken, zwischen so hohen Ufern liegt, daß die Niederungen gewöhnlich von Ueberschwemmungen verschont bleiben. Die Abflußmenge der großen Hochfluthen ist nicht sicher bekannt. Nach einer Schätzung soll sie an der Mündung des San bis zu 3700 cbm/sec anwachsen.

3. Form und Bodenzustände des Flußthals.

Das enge Thal des Quellflusses, von ziemlich flach geböschten Bergen bis 200 m Höhe eingesaßt, ist bis nahe zu den Quellen besiedelt; die Kirche des Dörfchens Sianki liegt auf + 797 m. Oberhalb der Wolosatemündung durchfließt der San eine vielgewundene Thalschlucht mit bewaldeten Steilhängen. Das am Odrzt-Gebirgsrücken entlang ziehende Längenthal des Oberlaufs hat zwar gleichfalls nur eine schmale Sohle, ist aber breit geöffnet, da die bis 300 m hohen Berge flache Gehänge besitzen. Oberhalb Rajskie durchschneidet der San jenen Gebirgsrücken in enger Schlucht und tritt nun in das am Zukowrücken entlang ziehende Längenthal, sodann mit scharfen Krümmungen in das Sanoker Thal. Die Sohle wird dabei allmählich breiter und erweitert sich bei Wiszko auf 1 km bis Żaluz, wo sie auf 0,5 km eingeschnürt ist, gleich danach aber in den 9 km langen, 2 km breiten Sanoker Thalkessel übergeht. Die Thalwände erheben sich 1- bis 200 m hoch mit am Fuße flachen und landwirtschaftlich benutzten, oben steileren und bewaldeten Lehnen. Nur beim Sanoker Thal steigt die rechtsseitige, mit Wald bedeckte Thalwand sofort steil auf mehr als 200 m an, wogegen links vom Flusse flachwelliges Gelände liegt.

Unterhalb der Sanoczelmündung tritt der San mit einem 0,4 km breiten Engthal in den bis Dynuw nordwärts und alsdann ostwärts gerichteten Thalzug, der das Hügelland mit ununterbrochen auf einander folgenden Schleifen durchschneidet. Bis Dynuw erheben sich die Thalwände rechts öfters auf 250 m über die Sohle. Links haben sie geringere Höhe, ebenso in der Strecke Dynuw—Przemysl. Gewöhnlich beträgt ihre Höhe 1- bis 200 m; stellenweise sind sie ziemlich steil und bewaldet, meist mäßig geböschet und gut bebaut. Wie schon bei Wiszko und Sanok, erweitert sich die Thalsohle in der Hügellandstrecke mehrfach auf 1,5 bis 2 km Breite, verengt sich dazwischen aber immer wieder derart, daß manchmal die Hügellehnen beiderseits unmittelbar an die Flußufer treten. Der Thalzug besteht daher aus einer Reihe von Kesselthälern (bei Mrzyglud, Mlucz, Jablonica, Sjedliszka, Dynuw, Bachorzer, Dubiecko, Babice, Krzywca, Krasieczyn, Tarnawce und oberhalb Przemysl), welche durch meist kürzere Engthäler mit

einander verbunden sind. Während am Oberlaufe die Ortschaften vielfach im engen Thalgrunde liegen, haben sich am Mittellaufe die Wohnstätten meist auf die Gehänge der Hügel zurückgezogen oder an ihrem Fuße entlang ausgestreckt, wo sie gegen die Ueberschwemmungen und Angriffe des Flusses Schutz fanden. Zahlreiche Spuren zeigen, daß der San sein Bett in den Kesselthälern häufig verändert hat, und solche Veränderungen finden durch die oben erwähnten Uferabbrüche bei jeder größeren Anschwellung von Neuem statt. Der reichliche Gehalt an Sink- und Wanderstoffen landet die verlassenen Theile des Bettes aber sehr rasch wieder hoch auf, und der Thalgrund trägt fast überall fruchtbare Felder und ergiebige Wiesen. An der letzten Thalenge erhebt sich zu beiden Seiten des San in malerischer Lage die Stadt Przemyśl mit ihren Vorstädten, die bis in das Wiarthal reichen.

Hier tritt der San in das Flachland ein und durchfließt dasselbe in einem breiten Alluvialthale, in welches das Hochwasserbett tief eingensagt ist. Bis Jarosław hält sich der durch mannigfache Schlangenwindungen des Flusses und alte Schlenken bezeichnete Thalweg in geringem Abstände von der linken, deutlich ausgeprägten, meist 20 bis 30 m hohen Thalwand am dicht besiedelten Saume des Hügellandes. Dessen östliches Ende bildet hier eine flache Abdachung, in welche der Fluß vielfach Stoßkurven mit abbrüchigen Hochufern eingeschnitten hat. Rechts breitet sich bis zum Wiszniathale leichtwelliges Gelände ohne scharf markirte Thalwand aus, ebenso weiter abwärts zwischen den Thälern des Szko und der Lubaczowka. Bei Hurko, wo der San aus der östlichen Richtung scharf gegen Norden umbiegt, ist seine Thalsole 5 km breit, dehnt sich oberhalb des Wiszniathales auf 9 km aus und verengt sich unterhalb desselben auf wenig über 3 km. Diese schmalste Stelle des unteren Santhales dient bei Radymno zur Ueberleitung der Reichsstraße von Krakau nach Lemberg. Bis Jarosław gewinnt das Thal wieder 6 km Breite und geht alsdann links in die vom Wislof durchflossene Bodensenke über, während rechts das Höhenland 3 bis 4 km vom San entfernt bleibt. Offenbar hat die Einnagung seines Hochwasserbettes in die Thalsole im Laufe der Jahrhunderte immer weitere Fortschritte gemacht, weshalb das Alluvialgelände jetzt vielfach zu hoch liegt, um von den höchsten Anschwellungen noch erreicht werden zu können. Besonders unterhalb der Wislofmündung, wo der Sand im Alluvium vorzuherrschen beginnt, erfolgt daher der Uebergang aus den beiderseitigen Diluvialebenen in das Alluvialthal des San oft so unmerklich, daß schwer zu erkennen ist, ob die Steilufer des scharf eingeschnittenen Hochwasserbettes das eigentliche Höhenland oder eine als Rest der ehemaligen Flußsole anzusehende Vorstufe abgrenzen. Seltener prägt sich in dieser unteren Strecke die alte Thalwand durch schroff ansteigende Gehänge aus, entweder unmittelbar am Flußufer (z. B. beim russischen Städtchen Krzeszow auf der rechten Seite) oder in einigem Abstände vom Flusse, durch Niederungsgelände getrennt (z. B. beim galizischen Städtchen Lezajsk auf der linken Seite).

Die Bodenbeschaffenheit der Thalsole wechselt vom üppigen Schlick bis zum ertraglosen Sande und sumpfigen Torfmoore; die guten Böden überwiegen am oberen, dem Vöhhügellande zunächst gelegenen Theile des Unterlaufs, die ärmeren Böden weiter flussabwärts. Ueber die Anbauverhältnisse enthält die

Gebietsbeschreibung einige Angaben. Dort ist auch auf S. 80 die Trockenlegung der wegen ihrer ungenügenden Entwässerung versumpften, größtentheils dem Alluvialthale angehörigen Ländereien am linken Sanufer in den Bezirken Jaroslau und Lancut erwähnt worden. Zur Ergänzung jener Angabe sei bemerkt, daß die nach dem Gesetze vom 26. April 1893 aus öffentlichen Mitteln begonnenen Entwässerungsanlagen, welche auf eine 31,6 qkm große Fläche ausgedehnt werden sollten, nach Fertigstellung von etwa 70% der geplanten Arbeiten unterbrochen worden sind, da die Bildung einer Genossenschaft für die Uebernahme des Restes der Kosten und für die Instandhaltung einstweilen gescheitert ist. Nach der Mündung hin nimmt das Hochwasserbett des San größere Breite an und verschmilzt allmählich mit denen des Hauptstroms und einiger Flachland-Nebenflüsse (Leng, Trzesniowka u. s. w.) zu einer mächtigen, früher der Wassernoth schutzlos preisgegebenen Niederung, die auf 271 qkm Grundfläche 64 bewohnte Ortschaften umfaßt. Große Schlenken, die nur theilweise verlandet sind, zeugen davon, daß ehemals die Vereinigung des San mit der Weichsel wohl viel weiter südlich stattgefunden hat, etwa gegenüber der Stadt Sandomierz, deren Namen auch hierauf hindeutet; ein jetzt in den Leng mündender, diese Schlenken durchziehender Graben heißt noch heute Alter San (Stary San). Die Eindeichung dieser gut bebauten, dicht bevölkerten fruchtbaren Niederung (vgl. S. 49, 228 u. 279) ist flussaufwärts so weit fortgesetzt, wie das Hochwasserbett genügende Breite besitzt, um die Kosten der Deichanlage wirtschaftlich zu rechtfertigen. Auf der rechten Seite endigt der Sandeich daher am rechten Ufer der Bukowa, während die unterhalb mündende Jodlowka zum Schutze dieser 2,5 bis 3,5 km breiten Niederung beiderseitige Rückstaudeiche erhalten mußte. Auf der linken Seite schließt der Sandeich bei Plawa, 26 km oberhalb der Sanmündung, an das hochwasserfreie Ufer; schon bei Rozwadum besitzt die hier im Deichschutze liegende Niederung 1,5 km, bei Majdan-zbydniowski 6 km Breite.

II. Abflußvorgang.

Die Südostspitze des oberen Sangebietes steigt bis zu Höhen hinauf, in denen die jährliche Niederschlagsmenge, so weit sich aus den spärlichen Beobachtungen Rückflüsse darauf ziehen ließen, über 1000 oder sogar 1100 mm ausmacht. Freilich besitzt der Antheil mit jenem hohen Niederschlagswerthe nur einen äußerst geringen Umfang. Denn außer dem Gebiete der obersten Strecke des Quellflusses selbst kommt zunächst nur der oberste Gebietstheil des Wolojatebachs in Betracht. Aber dieser und alle die weiteren vielen Bäche, die dem Flusse auf seiner linken Seite vom Ramme des Karpathischen Waldgebirges her zufließen, verlassen den Hauptrücken mit so starkem Gefälle, daß auch die Niederschlagshöhe längs ihres Laufes rasch abnimmt. So durchschneidet der Lauf des Wolojatebachs die auf der Niederschlagskarte abgegrenzten schmalen Bänder gleicher Niederschlagshöhe fast rechtwinklig, und auf eine etwa 12 km lange Strecke des Baches kommt hierdurch eine ungefähr 400 mm betragende Er-

mäßigung des jährlichen Niederschlages. Auch das unterste Stück des San-Quellflusses gehört bereits dem Bereiche mit weniger als 700 mm jährlicher Niederschlagshöhe an.

Die Solinka und Oslawa, die beiden bedeutendsten linksseitigen Zuflüsse des Oberlaufes, entstammen mit den Verästelungen ihrer Gewässerneze ebenfalls jener hochgelegenen und dadurch besonders niederschlagsreichen Zone. Dagegen bringt es die ganze Bodengestaltung mit sich, daß dem oberen San von der rechten Seite keine Gewässer zufließen, die gleich bedeutende Niederschlagsmengen abführen. Somit kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die erwähnten und die benachbarten kleineren Gewässer dem Abflußvorgange des San weithin sein Gepräge geben, das sich jedoch durch das Hinzutreten immer größerer Hügel- und Flachlandflächen mehr und mehr verwischt und, wenigstens in einigen Einzelheiten, allmählich umgestaltet.

Zu beiden Seiten des Mittellaufes dehnt sich ein Gebiet aus, in dem der Niederschlag größtentheils unter 700 mm bleibt und die Grenze von 800 mm nur in unwesentlichen Ausnahmefällen überschreitet. Hierunter den bemerkenswertheften bildet das kleine, schon bei der Beschreibung des Wisłok erwähnte Flächenstück, in welchem die Jahresmenge des Niederschlags sogar bis auf 900 mm anzuwachsen scheint. Dem San strömen von dort die Baryczka und andere kleine Bäche zu, die auf den Abflußvorgang nicht wesentlich einwirken können. Größere Bedeutung besitzt der unterhalb Przemyśl von rechts mündende Wiar, der einzige mit einem Pegel versehene Nebenfluß des San, den Wisłok ausgenommen. Für die Pegelstelle Krowniki (bei Przemyśl) liegen seit 1888 Beobachtungen vor, die auf einen stürmischen Abflußvorgang des Wiar schließen lassen; beispielsweise hat im Jahresfünft 1891/95 der niedrigste Wasserstand nur 0,38 m unter, der höchste aber 5,59 m über Mittelwasser (1,81 m a. P.) gelegen. Die theilweise recht bedeutenden Nebenflüsse des unteren San entstammen hauptsächlich dem Flachlande, das weniger als 700 mm Jahresniederschlag hat, und verleihen dem Hauptflusse einigermassen das Gepräge der Flachlandgewässer, was auch bis zu gewissem Grade (vgl. S. 401/4) vom Wisłok gilt, obschon sein Gebiet sich bis zur vollen Höhe des Gebirgskammes hinauf erstreckt.

Zur näheren Darlegung dieser Erscheinungen stehen fünf langjährige Pegelreihen zur Verfügung, und zwar von folgenden Stellen:

Pegelstelle	Km.	Höhenlage des Nullpunkts	Beobachtungen liegen vor seit
Postolum . . .	294,9	+ 311,30 m	Januar 1867
Przemyśl . . .	165,9	+ 195,25 m	Januar 1867
Radymno . . .	134,4	+ 182,09 m	Januar 1867
Jaroslau . . .	119,8	+ 176,78 m	Januar 1873
Majdan . . .	10,6	+ 143,24 m	Januar 1867

Außer diesen Pegelstellen bestehen noch solche, deren Beobachtungen beiläufig verworthen worden sind, bei Olchowce (Km. 280,7; N. = + 284,31 m) seit 1888, Dynów (Km. 235,9; N. = + 236,82 m) seit 1890, Babice (Km.

201,1; N. = P. = + 209,65 m) seit 1888, Lezachuw (Km. 100,9; N. = P. = + 169,12 m) seit 1888, Rzuchuw (Km. 85,4; N. = P. = + 166,86 m) seit 1873, Rudnik (Km. 51,0; N. = P. = + 156,96 m) seit 1878, Nisko (Km. 39,5; N. = P. = + 152,17 m) seit 1871.

Die erste der in obiger Tabelle bezeichneten Pegelstellen liegt etwa 9 km vor dem Ende des Oberlaufes, die zweite ähnlich nahe am Ende des Mittellaufes. Die unweit von einander befindlichen nächsten beiden Pegelstellen, die eigentlich nur eine Art von doppeltem Pegel darstellen (auch denselben Beobachter haben), gehören der ersten Theilstrecke des Unterlaufes an, und Majdan endlich liegt am Ende der zweiten Theilstrecke in geringem Abstände von der Mündung des San. Da der Rückstau aus dem Weichselströme kaum von Einfluß ist, zeigt Majdan-żbndniowski unmittelbar die gesammte Einwirkung, welche der San auf die Weichsel ausübt. Die Vertheilung der Pegelstellen ist also eine recht günstige.

Die auf S. 417 abgedruckte Tabelle giebt einen Ueberblick über die monatlichen Mittelwerthe, deren jährlicher Gang in den Abb. 23 bis 27 bildlich veranschaulicht ist, und die Hauptzahlen der Halbjahre und des Jahres für jene fünf Pegel. Diese Mittelwerthe sind zur Vergleichbarkeit mit den übrigen galizischen Flüssen aus den Beobachtungen der Jahre 1871/95 gebildet, während für die am Schlusse der Tabelle mitgetheilten äußersten Wasserstände sämmtliche Beobachtungen vom Beginne bis zum Oktober 1896 herangezogen wurden. Bei Jaroslaw konnte bloß der Zeitraum 1873/96 zu Grunde gelegt werden. Für die Gleichartigkeit der übrigen Mittelwerthsreihen, welche für die Klarlegung feinerer Unterschiede zwischen verschiedenen Strecken desselben Flusses besonders erwünscht sein mußte, wurde nach Möglichkeit noch dadurch Sorge getragen, daß mittels Herleitung annähernd gleichwerthiger Wasserstände und auf ähnliche Art die wenigen Beobachtungslücken in einigermaßen wahrscheinlicher Weise ergänzt worden sind. Schon bei dieser Gelegenheit sei jedoch darauf hingewiesen, daß eine vollständige Gleichartigkeit sich nicht herstellen läßt, weil eine Störung in der Natur des Flusses selbst begründet ist. Wie folgende Zusammenstellung der 5-jährigen Mittelwerthe darthut, hat bei Postoluw und Jaroslaw die Höhenlage des mittleren Wasserstandes stetig zugenommen, bei Przemyśl und Radymno in noch größerem Maße abgenommen:

MW (m)	1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
Postoluw	0,04	0,11	0,22	0,20	0,38
Przemyśl	0,24	0,03	— 0,04	— 0,10	— 0,22
Radymno	0,05	— 0,20	— 0,44	— 0,78	— 0,86
Jaroslaw	—	0,00	0,03	0,04	0,17
Majdan	0,24	0,21	0,11	— 0,15	0,10

Da die angegebenen Mittelwerthe auch annähernd der Mitte des betreffenden Zeitraumes beizulegen sind, so ergiebt sich also, daß der Wasserspiegel im Verlaufe von 20 Jahren sich bei Postoluw um 0,3 bis 0,4 m, bei Jaroslaw in 15 Jahren um fast 0,2 m gehoben, bei Przemyśl dagegen in 20 Jahren um 0,4 bis 0,5 m und bei Radymno gar um das Doppelte (etwa 0,9 m) gesenkt hat, so daß die durchschnittliche Erniedrigung im Laufe eines Jahres hier etwa

4 $\frac{1}{2}$ cm ausmacht. Die bei Radymno erfolgte Aenderung hängt zweifellos mit den Durchstichen zusammen, die in den sechziger Jahren von Sosnica bis unterhalb Jaroslau hergestellt worden sind und sich im betrachteten Zeitraume erst vollständig ausgebildet haben. Auch bei Przemyśl dürfte die Senkung des Mittelwassers auf einer durch künstliche Eingriffe (Felsprengungen u. s. w.) bedingten Tieferlegung der Sohle beruhen, wogegen die bei Postolum und Jaroslau bemerkbaren Aenderungen vielleicht nur vorübergehende, theils auf der Wasserführung, theils auf der zeitweiligen Ablagerung von wandernden Sanden beruhende Erscheinungen sein mögen. Beachtung verdient, daß das Spiegelgefälle des Mittelwassers zwischen Radymno und Jaroslau sich keineswegs bedeutend vermindert hat, wie man aus der Verminderung der Fallhöhe um 0,83 m binnen 15 Jahren zunächst annehmen könnte. Vielmehr ist, da der jetzt 14,6 km lange Stromlauf früher über 50% länger war, das mittlere Gefälle sogar etwas größer geworden.

In der nunmehr zu erörternden Tabelle der Hauptzahlen für die betrachteten Pegelstellen kommen jene Aenderungen des durchschnittlichen Wasserstandes zum Glück nur in ganz beschränktem Maße zur Geltung. Der gegenseitige Abstand zweier Mittelwerthe ändert sich ja bei einer allgemeinen Veränderung der Sohle und des Wasserspiegels entweder gar nicht oder doch bloß in ganz unerheblicher Weise. Dagegen wird der Betrag der äußersten Wasserstandsschwankungen allerdings ein wesentlich anderer, wenn (wie dies größtentheils auch für die vorliegende Tabelle gilt) Höchst- und Tiefststand durch eine längere Reihe von Jahren von einander getrennt sind.

Wie aus der Tabelle und den Abbildungen ersichtlich ist, vollzieht sich die durchschnittliche Bewegung, welche die Wasserstände im Kreislaufe des Jahres vollführen, in der nachstehend bezeichneten Weise, ähnlich wie die weiter unten betrachtete jahreszeitliche Häufigkeit der äußersten Wasserstände. — Die Linie für das mittlere Hochwasser zeigt durchweg drei Erhebungen, nämlich die erste und bedeutendste im März, eine zweite im Juni und Juli, eine dritte und am wenigsten ausgeprägte endlich im Oktober. Bezüglich der zweiten ist hervorzuheben, daß der Juli ein etwas höheres mittleres Hochwasser zeigt, als der Juni, obgleich letzterem doppelt so viele Jahreshöchststände zufallen. Eine Ausnahme bildet bloß der Pegel zu Radymno, dessen Beobachtungsreihe in Folge einer zweimaligen, nicht ganz aufzuklärenden Verschiebung des Pegelnullpunktes und wegen der bedeutenden Senkung des Wasserspiegels gerade in dieser Beziehung aber nicht als maßgebend zu betrachten ist. — Das Mittelwasser und mittlere Niedrigwasser zeigen dagegen, wenn man von kleineren Unregelmäßigkeiten abieht, auch am San einfache Wellenschwankungen, deren absteigende Bewegung sich vom Frühjahr bis zum Herbst hin erstreckt, während die aufsteigende die übrige Jahreshälfte ausfüllt. Nur bei Postolum zeigen die MW- und MNW-Linie im Juni eine auffallend hohe Lage, erstere auch im Oktober, so daß die Linie für das Mittelwasser 3 Höhepunkte (März, April, Juni und Oktober) besitzt. Der untere Wendepunkt, an welchem die absteigende in die aufsteigende Bewegung übergeht, liegt bei allen Pegelstellen für Mittel- und mittleres Niedrigwasser im September, in welchem Monate übrigens auch das mittlere Hochwasser bei

Abb. 23. Pöstholum (1871/95)

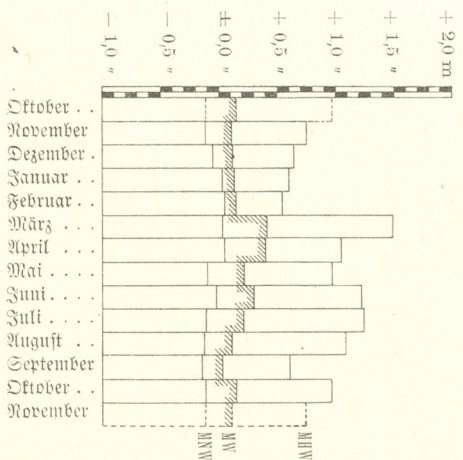


Abb. 24. Pörsenysl (1871/95)

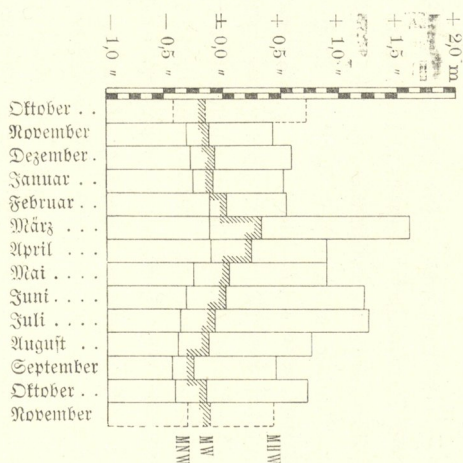


Abb. 25. Radvyno (1871/95)

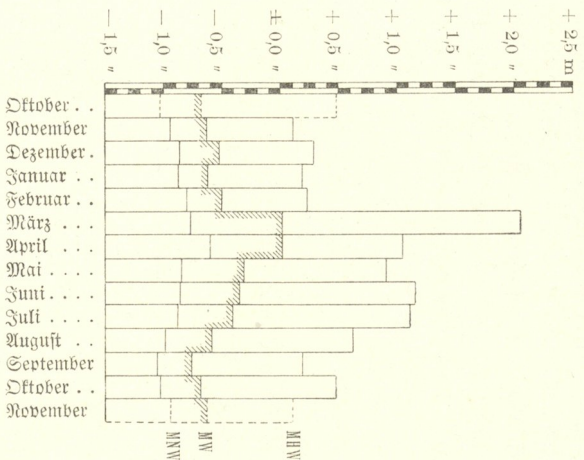


Abb. 26. Sároslan (1873/96)

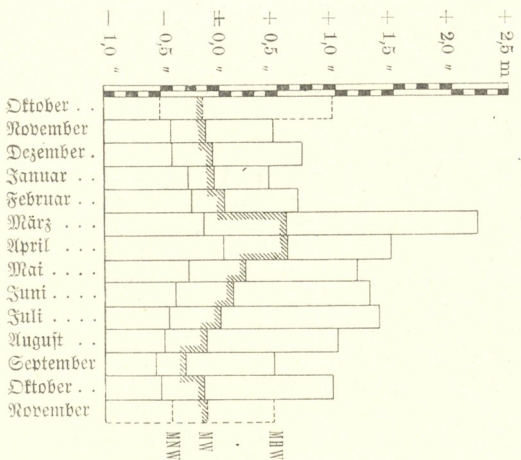
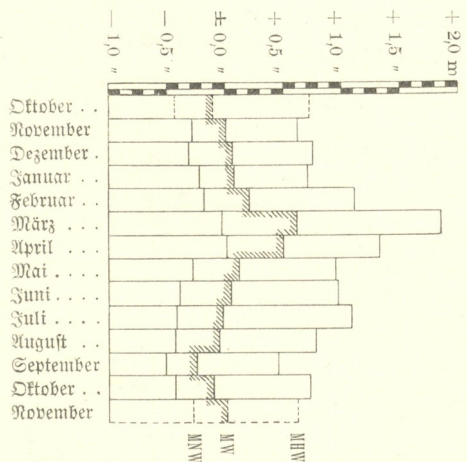


Abb. 27. Rajban (1871/95)



1871/95 (nur Jarosław 1873/96)	Połtowa			Przemysł			Radymno			Jarosław			Majdan		
	MNW	MW	MHW	MNW	MW	MHW	MNW	MW	MHW	MNW	MW	MHW	MNW	MW	MHW
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
November	— 0,12	0,11	0,75	— 0,31	— 0,12	<u>0,43</u>	— 0,94	— 0,63	<u>0,11</u>	— 0,42	— 0,12	0,46	— 0,28	0,01	0,63
Dezember	— 0,06	0,12	0,64	— 0,28	— 0,07	0,59	— 0,86	— 0,52	0,29	— 0,41	— 0,06	0,71	— 0,31	0,07	0,76
Januar	0,03	0,13	0,60	— 0,26	— 0,09	0,52	— 0,87	— 0,62	0,19	— 0,27	— 0,05	<u>0,42</u>	— 0,22	0,08	0,71
Februar	0,05	0,14	<u>0,54</u>	— 0,12	0,03	0,54	— 0,80	— 0,50	0,23	— 0,24	0,04	0,67	— 0,18	0,21	1,11
März	0,03	0,41	1,49	— 0,12	0,33	1,60	— 0,77	0,02	2,06	— 0,14	0,57	2,22	— 0,03	0,62	1,86
April	0,05	0,40	1,05	— 0,11	0,24	0,89	— 0,60	0,02	1,05	0,03	0,58	1,47	0,01	0,50	1,33
Mai	— 0,10	0,22	0,97	— 0,26	0,05	0,89	— 0,85	— 0,31	0,91	— 0,27	0,22	1,18	— 0,28	0,12	0,95
Juni	— 0,02	0,30	1,23	— 0,32	0,02	1,21	— 0,86	— 0,35	1,16	— 0,38	0,11	1,29	— 0,39	0,05	0,97
Juli	— 0,11	0,21	1,25	— 0,37	— 0,07	1,25	— 0,88	— 0,41	1,11	— 0,44	0,00	1,37	— 0,42	— 0,02	1,09
August	— 0,13	0,11	1,09	— 0,39	— 0,13	0,76	— 0,99	— 0,59	0,62	— 0,48	— 0,12	1,01	— 0,43	— 0,05	0,78
September	— <u>0,15</u>	<u>0,03</u>	0,61	— <u>0,44</u>	— <u>0,26</u>	0,45	— <u>1,06</u>	— <u>0,76</u>	0,19	— <u>0,56</u>	— <u>0,30</u>	0,46	— <u>0,51</u>	— <u>0,24</u>	<u>0,46</u>
Oktober	— 0,12	0,15	0,97	— 0,42	— 0,15	0,72	— 1,03	— 0,68	0,48	— 0,51	— 0,14	0,97	— 0,43	— 0,10	0,73
Winter	— 0,16	0,22	1,94	— 0,39	0,05	2,02	— 1,03	— 0,37	2,47	— 0,51	0,16	2,64	— 0,47	0,25	2,36
Sommer	— 0,22	0,17	2,14	— 0,50	— 0,09	2,46	— 1,12	— 0,52	2,54	— 0,61	— 0,04	2,47	— 0,59	— 0,04	2,04
Jahr	— 0,23	0,19	2,48	— 0,53	— 0,02	3,01	— 1,16	— 0,44	3,36	— 0,64	0,06	3,30	— 0,64	0,10	2,63
Beginn bis 1896	— 0,40 Mai 1890 und 1891			— 0,98 5./6. Oktober 1895			— 1,82 12. November 1891			— 0,80 Herbst 1878 und 1880			— 0,95 Herbst 1867 und Sommer 1890		
	5,53 10. Juli 1867			6,95 10. Juli 1867			6,39 13. Juli 1867			5,00 24. März 1889			4,90 12. Juli 1867		

Majdan den kleinsten und an den übrigen Pegeln nahezu den kleinsten Werth besitzt. Der obere Wendepunkt fällt beim Mittelwasser auf den März oder April, beim mittleren Niedrigwasser auf den April. Während an den Pegelstellen der Flachlandstrecke das MNW des April durchschnittlich 22 cm höher als dasjenige des Februars liegt, sind beide an den oberen Pegelstellen kaum verschieden groß. Offenbar rührt dies von der stetig zunehmenden Ergiebigkeit beim Abflusse des Schmelzwassers im Flachlande her, wogegen im Gebirgs- und Hügellande die bei vorzeitigem Thauwetter eingetretenen kleinen Anschwellungen durch Kälterückfälle leichter unterbrochen werden, was zur Folge hat, daß die winterlichen Monate ähnlich hohe Werthe des MNW aufweisen.

Die schon mehrfach ange deutete allmähliche Wandlung in der Eigenart des San kommt am deutlichsten wohl in den Zahlen für das mittlere Hochwasser der beiden Jahreshälften zum Ausdruck. Am Ober- und Mittellaufe (Postolun und Przemyśl) ist dasselbe, wie bei einem Gebirgsflusse zu erwarten, im Sommer am größten. Bei Radymno sinkt der Unterschied beider Werthe, der bei Postolun 0,20, bei Przemyśl 0,44 m beträgt, schon auf einen mehr zufälligen und unerheblichen Betrag. Bei Jaroslaw ist bereits die Umkehr erfolgt, und Majdan zeigt ein Ueberwiegen des winterlichen Hochwassers, dessen Betrag (0,32 m) um so mehr ins Gewicht fällt, als die mittlere Jahreschwankung des Wasserstandes hier erheblich kleiner ist, als an den vorhergehenden Pegelstellen. Ob nun die Stelle, wo das winterliche Hochwasser zu überwiegen beginnt, gerade zwischen Radymno und Jaroslaw zu suchen ist, in welcher Strecke der bedeutende Flachlandfluß Szko in den San mündet (kurz oberhalb Radymno die gleichfalls dem Flachlande angehörige Wisznia), muß dahingestellt bleiben, zumal der bei Jaroslaw verwerthete Zeitraum 1873/96 auch schon für Radymno ein (freilich ganz geringfügiges) Ueberwiegen des winterlichen Hochwassers ergeben würde. Zweifellos aber wird die Eigenart des Flachlandflusses auf der betrachteten, vielleicht noch ein wenig auszudehnenden Strecke entschiedener ausgeprägt.

Die Beträge des Mittelwassers beider Jahreshälften zeigen eine dem entsprechenden gegenseitige Verschiebung. Das Mittelwasser des Sommers ist allerdings schon bei Postolun kleiner als das des Winters; während der Unterschied aber hier erst 0,05 m ausmacht, wächst er an den nächsten drei Pegelstellen auf das Drei- und Vierfache, bei Majdan sogar auf 0,29 m, trotz des im Ganzen dort kleineren Wasserstandswechsels. Auch das mittlere Niedrigwasser liegt im Winter an allen Pegelstellen höher als im Sommer, und zwar am wenigsten bei Postolun, am meisten bei Majdan.

In der folgenden Tabelle ist die Lage dargestellt, die das Mittelwasser innerhalb der mittleren Wasserstandsschwankung einnimmt. Bei Przemyśl liegt das mittlere Hochwasser des Jahres über seinem Mittelwasser 5,9-mal höher, als das Mittelwasser über dem mittleren Niedrigwasser liegt. Bei Postolun und Radymno ist die erstgenannte Spanne (MHW—MW) 5,5- und 5,3-mal so groß wie die letztgenannte (MW—MNW), bei Jaroslaw noch 4,6-mal und bei Majdan nur noch 3,4-mal so groß, nachdem der San im Unterlaufe den Wislof und die großen rechtsseitigen Flachlandflüsse aufgenommen hat. Man beachte auch den in der Tabelle zu Tage tretenden Unterschied zwischen den beiden Halb-

Pegelstelle	Winter			Sommer			Jahr			
	MW—MNW	MHW—MW	MHW—MNW	MW—MNW	MHW—MW	MHW—MNW	MW—MNW	MHW—MW	MHW—MNW	MHW—MNW
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
Postolum . .	0,38	1,72	2,10	0,39	1,97	2,36	0,42	2,29	2,71	5,93
Przemysl . .	0,44	1,97	2,41	0,41	2,55	2,96	0,51	3,03	3,54	7,93
Radymno . .	0,66	2,84	3,50	0,60	3,06	3,66	0,72	3,80	4,52	8,21
Jaroslau . .	0,67	2,48	3,15	0,57	2,51	3,08	0,70	3,24	3,94	5,80
Majdan . .	0,72	2,11	2,83	0,55	2,08	2,63	0,74	2,53	3,27	5,85

jahren. Wie bei den verwandten Flüssen Wisloka und Wislof, liegt das Mittelwasser innerhalb der halbjährigen mittleren Wasserstandsschwankung während des Sommers verhältnißmäßig etwas tiefer, also den Niedrigständen näher als während des Winters, und zwar an allen Pegelstellen außer Postolum. Trotz der mehr und mehr zur Geltung gelangenden Einwirkung des Flachlandes ist also die Wasserführung während des Sommerhalbjahres in gewissem Sinne sprunghafter als während der kalten Jahreshälfte. Dies rührt hauptsächlich davon her, daß die sehr niedrigen Wasserstände im Sommer wesentlich häufiger sind als im Winter. So liegen am Pegel zu Radymno im Winter etwa 9 %, im Sommer 14 % aller Wasserstände unter — 1,20 m, bei Majdan im Winter sogar nur etwa 7 %, im Sommer dagegen fast 30 % unter — 0,40 m. Zu je tieferen Wasserständen man hinabgeht, um so mehr verschärft sich dieser Unterschied, der nicht nur die absolute Höhe des sommerlichen Mittelwassers vermindert, sondern demselben auch in seiner Lage zu den mittleren Wasserstandsgrenzen einen tieferen Platz anweist.

Andererseits sind aber auch die höchsten Wasserstände im Sommer etwas häufiger als im Winter. Bei Radymno wird z. B. die Pegelhöhe 2,8 m im Winter von 0,4 %, im Sommer von 0,8 %, desgleichen bei Majdan die Höhe 2,4 m im Winter von 0,4 %, im Sommer von 0,6 bis 0,7 % aller Wasserstände erreicht. Im Gegensatz zu den Kleinwasserständen handelt es sich hierbei also nur um ganz geringe Zahlen. Wenn jene besonders hohen Wasserstände nicht auf die Minderzahl aller Jahre beschränkt blieben, würde ja auch sonst bei ihrem im Sommer überwiegenden Auftreten das mittlere Hochwasser dieser Jahreshälfte nicht niedriger ausfallen können als das des Winters. Auch in dieser Beziehung ist an eine bereits bei der Wisloka und dem Wislof gemachte Bemerkung zu erinnern. Der Jahreshöchststand tritt nämlich (wenigstens von einer bestimmten Stelle des Flusses ab) zwar häufiger im Winter ein als im Sommer, ist dafür aber, wenn er einmal auf den Sommer trifft, auch um so höher. Beim San muß man hierbei zwischen den Pegelstellen Postolum, Przemysl und Radymno einerseits und Jaroslau nebst Majdan andererseits unterscheiden. Vereint man erstere drei zu einem Mittelwerth, so findet man, daß bei ihnen nur etwa 46 % aller Jahreshöchststände auf den Winter, 54 % dagegen auf den Sommer fallen. Ganz entsprechend ergibt sich das mittlere Hochwasser des Sommers durchschnittlich um 7 % der mittleren Jahreschwankung höher als das des Winters. Die beiden untersten Pegelstellen weisen dagegen 65 % aller Jahreshöchststände im Winter und nur 35 % im Sommer auf; bei ihnen ist daher das mittlere

Hochwasser des Winters höher, und zwar um wiederum 7 % der mittleren Jahreschwankung.

Ermittelt man nun aber getrennt den Durchschnittswerth aller dem Winter oder dem Sommer angehörenden Jahreshöchststände, so zeigt sich an allen Pegelstellen ein Ueberwiegen des sommerlichen Mittelwerthes, das mit Ausnahme von Rodynno den ansehnlichen Betrag von 0,4 bis 0,6 m besitzt. Man erkennt hieraus, daß die gefährlichen Eigenschaften der am höchsten anschwellenden Sommerhochfluthen auch im Unterlaufe des San zur Geltung gelangen, obgleich diese Flußstrecke vollständig dem Flachlande angehört und ihr Abflußvorgang viele entsprechende Merkmale zeigt.

Nachdem wir die in der Vertheilung der Jahreshöchststände auf die Jahreshälften hervortretenden Unterschiede betrachtet haben, sei auf eine Uebereinstimmung aller Beobachtungsreihen hingewiesen (die nachfolgende Tabelle enthält die Durchschnittszahlen für sämtliche 5 Pegel): Bei allen Pegelstellen vereinigt der März eine größere Zahl von Jahreshöchstständen auf sich als jeder andere Monat, und zwar im Mittel 30 %. An zweiter Stelle, nämlich mit 14 %, folgt auch hier wieder der Juni, unverkennbar unter Einwirkung der Sommerregen, die um diese Zeit noch einen von der Schneeschmelze mit Wasser getränkten Boden vorfinden und daher leichter zu höheren Wasserständen Anlaß geben als

Prozentzahlen für 1871/95 (73/96) der	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Höchststände. .	2	5	3	5	30	9	7	14	7	10	<u>2</u>	6	54	46	100
Tiefststände. .	11	5	6	3	2	<u>1</u>	5	6	9	14	22	16	28	72	100

die ziemlich gleich bedeutenden Regenfälle des nächsten Monats. Daß auch die beiden dazwischen liegenden Monate April und Mai in je 12 Jahren je 1-mal den höchsten Wasserstand des Jahres aufweisen, bedarf keiner besonderen Erklärung. Wenn die Anschwellungen des Frühjahr und Frühsommers verhältnißmäßig niedrig geblieben sind, fällt der Jahreshöchststand wohl auch auf den August oder nach stärkeren herbstlichen Niederschlägen auf den Oktober. Am seltensten findet dies in seinen Nachbarmonaten September und November statt.

Außerordentlich regelmäßig gestaltet sich die Häufigkeit des Auftretens der Jahrestiefststände in den einzelnen Monaten. Beginnend mit einem Kleinstwerthe im April, der unter Einwirkung der Schneeschmelze von diesen Tiefstständen fast frei ist, steigt die Zahl derselben genau ein halbes Jahr lang bis zu einem Höchstwerth im September, worauf sie (mit einer unwesentlichen Unterbrechung im Januar) fast ebenso gesetzmäßig wieder bis zum April hin abnimmt. Die diesbezüglichen prozentischen Zahlen zeigen, wenn der April als Ausgangspunkt genommen wird, eine überraschende Regelmäßigkeit der Zu- und Abnahme:

1 5 6 9 14 22 16 11 5 6 3 2.

Ihrer Häufigkeit nach vertheilen sich die Wasserstände innerhalb der beiden Jahreshälften in der Weise, daß der gewöhnliche Wasserstand und der Scheitel-

1871/95		NNW m	MNW m	SW m	GW m	MW m	MHW m	HHW m
Radymno	Winter . .	— 1,82	— 1,03	— 0,54	— 0,51	— 0,37	2,47	5,60
	Sommer . .	— 1,80	— 1,12	— 0,76	— 0,65	— 0,52	2,54	5,29
	Jahr . .	— 1,82	— 1,16	— 0,59	— 0,57	— 0,44	3,36	5,60
Majdan	Winter . .	— 0,82	— 0,47	0,00	0,11	0,25	2,36	3,40
	Sommer . .	— 0,95	— 0,59	— 0,42	— 0,17	— 0,04	2,04	3,96
	Jahr . .	— 0,95	— 0,64	— 0,24	— 0,02	0,10	2,63	3,96

werth (GW und SW) merklich unter dem Mittelwasser liegen. Bei den westlichen Gebirgsflüssen (Sola und Skawa) fällt der gewöhnliche Wasserstand mit dem Mittelwasser beinahe zusammen, und liegt am Dunajec sogar höher. Aber schon an der Wisloka liegt der gewöhnliche Wasserstand um 0,05 m unter dem Mittelwasser, und beim San endlich verschärft dieser Unterschied sich noch weiter, nämlich an den oben betrachteten Pegelstellen auf 0,12 bis 0,14 m. Hiermit stimmt überein, daß die Anzahl der Wasserstände, welche unter dem Jahresmittelwasser bleiben, bei Radymno und Majdan übereinstimmend etwa 58 bis 59% beträgt. Wenn auch beim Weichselstrom, wenigstens von seinem Eintritt ins Flachland ab, ein ähnliches Verhältniß zwischen dem Mittelwasser und dem gewöhnlichen Wasserstande besteht, so ist dies zum Theil wohl dem San zuzuschreiben, zum anderen Theile den linksseitigen und den galizischen Flachlandflüssen. — Der häufigste Wasserstand (SW) liegt bei Radymno wenig tiefer als der gewöhnliche, bei Majdan dagegen bedeutend niedriger. An beiden Pegelstellen sind diese Unterschiede im Sommer weit mehr ausgeprägt als im Winter.

Aus den für Radymno und Majdan angefertigten Zusammenstellungen über die Anzahl der Wasserstände, die unter den stufenweise von 20 zu 20 cm fortschreitenden Pegelhöhen geblieben sind, ergiebt sich Folgendes: An beiden Pegelstellen überwiegen bis zu etwa 2,20 m a. P. die niedrigeren Wasserstände im Sommer. Je kleiner die Pegelhöhe ist, um so ausgeprägter zeigt sich dieses Uebergewicht. Beispielsweise liegen unter — 0,40 m a. P. Radymno (— 0,44 m ist das Jahres-MW) 66,6% der sommerlichen und 58,3% der winterlichen Wasserstände, unter — 1,20 m a. P. (— 1,16 m ist das Jahres-MNW) 14,0% der sommerlichen und nur 8,9% der winterlichen Wasserstände. Das gegenseitige Verhältniß verschärft sich also bedeutend nach unten hin, bei Majdan sogar derart, daß unter — 0,60 m a. P. (— 0,64 m ist das Jahres-MNW) von den Wasserständen des Sommers 10,4%, von denen des Winters aber nur 0,3% herabsinken. Bei Radymno ist bis 0,20 m a. P. der April derjenige Monat, welcher die geringste Anzahl von kleineren Wasserständen besitzt, sodann der März bis etwa 3,20 m a. P., darüber hinaus der Juni. Bei Majdan ist es bis etwa 2,20 m a. P. der März, sodann der Juni; jedoch fallen auch hier in der Stufe unter 0,20 m a. P. vorübergehend noch einige Prozente weniger in den April. Die meisten kleineren Wasserstände kommen bei Majdan im September vor, ebenso bei Radymno für die Pegelhöhen unter dem Nullpunkt, darüber hinaus im Oktober und November.

Der Umstand, daß die Monate März und April gerade für die Stufen, in welchen sich die Wasserstände besonders häufen, die meisten mit höherer Lage des Wasserspiegels besitzen, während der September in diesen Stufen die meisten mit niedrigerer Lage aufweist, trägt zur Erklärung für das Ueberwiegen der kleineren Wasserstände im Sommer, der größeren im Winter bei. In dieser Beziehung bedeutet das winterliche Ueberwiegen zweifellos eine stärkere Wasserführung. Andererseits rührt es aber auch wohl theilweise davon her, daß in den Tagen mit fester Eisdecke die Wasserstände höher aufgezeichnet werden, als der abfließenden Wassermenge entspricht, weshalb im Januar und Februar die niedrigeren Wasserstände eigentlich zahlreicher sein müßten.

Da von den Ergebnissen der neuerdings am San ausgeführten Messungen der Abflußmenge noch nichts bekannt ist, können wir nur kurz die Zahlen angeben, welche auf Grund einiger im September 1885 bei niedrigen Wasserständen vorgenommenen Flügel-Messungen zur Ermittlung der dem Mittelwasser entsprechenden Abflußquerschnitte berechnet worden sind. Danach soll die sekundliche Abflußmenge bei Mittelwasser betragen: für Dolina (Km. 282) unterhalb der Oslawamündung 32 cbm, Trepeza (Km. 271) 35 cbm, Dynuw (Km. 236) 39 cbm, Przemyśl (Km. 166) 40 cbm, Buszówice (Km. 158) unterhalb der Wiarmündung 43 cbm, Sklad-solny (Km. 142) 45 cbm, Munina-mala (Km. 124) oberhalb der Szklomündung 47 cbm. Die zugehörigen sekundlichen Abflußzahlen nehmen von etwa 14 auf 7,7 l/qkm ab. In der Mündungstrecke des San soll die Abflußmenge bei Mittelwasser 129 cbm/sec betragen, was für das 16 870 qkm große Niederschlagsgebiet gleichfalls einer sekundlichen Abflußzahl von rd. 7,7 l/qkm entspricht. Bei dem sehr niedrigen Wasserstande — 0,75 m a. P. Majdan hat die am 25. September 1888 dort ausgeführte Flügel-Messung 27 cbm/sec ergeben, entsprechend der sekundlichen Abflußzahl 1,6 l/qkm. Für das Hochwasser vom 20. Juni 1884 (5,80 m a. P. Przemyśl) wurde die größte Wassermenge, welche durch die Eisenbahnbrücke abgelaufen ist, rechnerisch auf 1766 cbm/sec ermittelt, entsprechend der sekundlichen Abflußzahl 0,48 cbm/qkm für das 3707 qkm große Niederschlagsgebiet des oberen und mittleren San. Wenn man erwägt, daß zu diesem verhältnißmäßig kleinen, aus Gebirge und Hügelland bestehenden Niederschlagsgebiete unterhalb Przemyśl eine (vom Wislofgebiete abgesehen) $3\frac{1}{2}$ -mal so große, vorwiegend dem Flachlande beizuzählende Gebietsfläche kommt, so mag die Schätzung der größten Abflußmenge des San an seiner Mündung auf 3700 cbm/sec (sekundliche Abflußzahl 0,22 cbm/qkm) vielleicht zutreffen. Vom galizischen Landes-Meliorationsbureau ist bei Ermittlung der Deichweiten und Deichhöhen die sekundliche Abflußzahl für das größte Hochwasser auf 0,244 cbm/qkm, die zugehörige Wassermenge also auf rund 4120 cbm angenommen worden.

III. Wasserwirtschaft.

Der San gilt von Wislo bis Jaroslau auf 182 km Länge (nach der Kilometrierung) als flößbar, von Jaroslau ab auf 120 km Länge als schiffbar. Einstweilen hat aber der flößbare Flußlauf noch bedeutend größere Länge, wie

auf S. 406 bereits bemerkt wurde. Unterhalb Jarosław unterliegt der San als schiffbarer Fluß der staatlichen Fürsorge. Aber auch weiter oberhalb sind bereits früher umfangreiche Bauten am Flusse vorgenommen worden und werden allmählich noch weiter ausgedehnt. Im Ganzen soll für den Ausbau der 214 km langen Strecke von Dubiecko (am unteren Mittellaufe) bis zur Mündung bis zum Jahre 1917 eine Summe von 7 Millionen Gulden, also etwa 56 000 Mark für das Kilometer, zur Verwendung gelangen. Als Versuchstrecken zur Ermittlung der zweckmäßigen Abmessungen dienen: im Mittellaufe unterhalb Dubiecko die Strecke Żskan—Bachów, ferner im Unterlaufe die Strecke Jarosław—Szuwsko und die 4 km lange Mündungstrecke.

Am oberen und mittleren San waren früher die Flußbauten hauptsächlich zum Festlegen des Bettes in der Nähe von Brücken und neben den am Ufer entlang geführten Verkehrswegen bestimmt, z. B. an der Transversalbahnbrücke oberhalb der Oslawamündung und an den beiden Brücken bei Przemyśl (für die Reichsstraße und für die Eisenbahnlinie nach Krakau), den einzigen Brückenanlagen am 127 km langen Mittellaufe. Der Unterlauf wird unweit Jarosław von der Eisenbahnlinie nach Sokal gekreuzt und hat außerdem Straßenbrücken bei Radymno, Jarosław, Łezachów und Barzyce oberhalb Nisko. Die geringe Zahl dieser Brücken, deren Durchflußweiten etwa 160 bis 260 m betragen, deutet auf die Schwierigkeit ihrer Anlage und Sicherung hin. Beispielsweise wurde bei der großen Hochfluth vom Juli 1867 ein Pfeiler der Przemyśler Eisenbahnbrücke fortgerissen, bei dem Hochwasser vom Juni 1884 die Jarosławer Straßenbrücke zerstört und die Radymnoer Brücke beschädigt. (Die beiden unterhalb liegenden Brücken sind erst später angelegt worden.) Außer jenen Schutzbauten für Straßen und Brücken sind früher am Mittellaufe vereinzelt auch Bauten zur Sicherung der Ufer von den Anliegern mit Beihilfe aus öffentlichen Mitteln hergestellt worden, namentlich bei Mrzygłód, Ulucz, Jablonica (Durchstich), Żskan (Durchstich), Krzywca, Krasieczyn und oberhalb Przemyśl (Durchstich). Letztere Begradigung wurde 1897 durch die auf S. 254 erwähnte Anlage eines Durchstichs bei Ostrów fortgesetzt.

Am unteren San war die Verwilderung beim jähen Uebergange des Flußlaufs aus dem Hügellande in das Flachland zu weit vorgeschritten, um den Mißständen anders als durch planmäßigen Ausbau abhelfen zu können. Besonders dringlich erschien eine Beschleunigung des Wasserabzugs für die Zwecke der Landeskultur, da von der Wiarmündung bis unterhalb Jarosław, wo die verflachten Flußschleifen eine ununterbrochene Schlangenlinie bildeten, nicht bloß das Thal des Hauptflusses völlig verwässert war, sondern auch für die Thäler seiner Nebenflüsse genügende Vorfluth fehlte. Schon 1781 hatten Aufnahmen für die Begradigung jener Strecke stattgefunden. Jedoch wurde erst 1862 die Ausschachtung der Durchstiche bei Szuwsko unterhalb Jarosław begonnen und in den sechziger Jahren bis Skład-solny fortgesetzt. Daß bei der allmählich erfolgten Erweiterung der ausgeschachteten Gräben eine der Sohlenvertiefung entsprechende Senkung des Wasserspiegels eingetreten ist, haben wir bereits auf S. 409 und 415 erwähnt; bei Radymno mag die Senkung des Mittelwassers etwa 1,2 m betragen. Der Fluß brachte hierbei so bedeutende Massen von Boden in Bewegung, daß

die Verlandung der Altbetten im Allgemeinen schnell vor sich ging, wie denn auch bei den Einschränkungsbauten die von den Parallelwerken und Buhnen dem fließenden Wasser entzogenen Flächen am San äußerst rasch verlanden. Beispielsweise stehen unter der Verwaltung des Oberingenieurs in Przemyśl etwa 500 ha Weidenhäger auf 68 km Flußlänge.

Die in den Jahren 1890/94 bewirkte Anlage eines kleinen, aber sehr schwierigen Durchstichs bei Sosnica bildete den Anfang zur Weiterführung der von Szumsko bis Sklad-solny flußaufwärts hergestellten Begradigung. Außerdem erweist es sich an manchen Stellen als nothwendig, das beim Hochwasser zu weit ausgelaufene Bett der älteren Durchstiche mit Parallelwerken einzuschränken. In der Regel hat sich die Ausbildung des neuen Flußbettes in befriedigender Weise vollzogen. Seine meistens hohen Ufer werden durch gut gepflegte Weidenbestände gegen Abbrüche geschützt. Die Fahrrinne zeigte z. B. im August 1897 bei dem sehr niedrigen, noch unter dem mittleren Niedrigwasser liegenden Wasserstande von — 0,70 m a. P. Przemyśl in den Gruben der Krümmungen 1,5 m und auf den Ueberschlägen 0,7 bis 0,8 m Tiefe.

Unterhalb der begradigten Strecke sind bis Lezachuw mehrfach Einschränkungsbauten ausgeführt. Weiter flußabwärts liegen die zum Schutze gefährdeter Ortschaften oder besonders werthvollen Geländes ausgebauten Stellen in großen Abständen, durch verwilderte Flußstrecken von einander getrennt: bei Biskorowice, bei Staremiasto, unweit Sarzyna, bei Kopci und Rudnik, an der Tanewmündung bei Ulanow, von der Brücke bei Sarzycze bis unterhalb Nisko, oberhalb der Jodlowkamündung unweit Rozwaduw. Zum Theil sind hierbei nachtheilige Krümmungen mit Durchstichen oder durch Festlegung eines vom Flusse selbst bewirkten Durchrisses beseitigt, zum Theil die Ufer durch Vorbau von Parallelwerken und Buhnen auf einer Seite oder beiden Seiten des Flusses gegen die Angriffe der Strömung gesichert worden. Am ungünstigsten liegen die Verhältnisse bei Sarzyna an der 20 km langen österreichisch-russischen Grenzstrecke, wo trotz der internationalen Vereinbarungen (vergl. S. 249) ein durchgreifender Ausbau bisher nicht zu Stande gebracht werden konnte. Einen vollständigen planmäßigen Ausbau hat die oben bereits erwähnte Mündungstrecke erhalten, deren Normalmaße auf S. 409 angegeben sind. Einige Angaben über die Ausführung der genannten Bauten finden sich auf S. 253/261. Außer den von der Einmündung des San in die Weichsel an seinem rechten Ufer flußaufwärts bis Km. 24, an seinem linken Ufer bis Km. 26 hergestellten Deichen (vergl. S. 275/9 und 412) bestehen keine Eindeichungen am Flußlaufe.

Abgesehen von der begradigten Strecke oberhalb Jaroslaw und vereinzelt Stellen weiter unterhalb, befindet sich das Flußbett des San einstweilen noch in so verwildertem Zustande, daß seine Benutzung für die Schifffahrt ausgeschlossen und selbst die Flößerei bei kleinen Wasserständen behindert ist. Bei höherem Wasser fand früher, sogar noch bis in die vierziger Jahre hinein, ein nicht unbedeutlicher Verkehr von kleinen Rähnen mit 25 t Ladung und von größeren Segelschiffen statt, die bis nach Danzig fuhren. Daß dieser Verkehr im vorigen Jahrhundert lebhafter war und in den letzten Jahrzehnten ganz aufgehört hat, dürfte denselben Ursachen zuzuschreiben sein wie das allmähliche Erlöschen der

Schiffahrt auf der Oberen Weichsel (vergl. S. 248). Auch die Flößerei hatte angeblich früher weit größeren Umfang als jetzt. Nach den auf S. 267 mitgetheilten statistischen Angaben sind in den Jahren 1886/90 beim Nebenzollamte Koziarnia jährlich 294 Fahrzeuge (d. h. wohl ausschließlich Traften) mit 42491 t, 1891/95 jährlich 171 Floßholztraften mit 40 547 t Gewicht abgefertigt worden. Größtentheils kommt dieses Floßholz aus dem mittleren und oberen San, der bis zur Solinkamündung aufwärts frei von Stauanlagen ist; zum kleineren Theile geht es bei Przemyśl und Jarosław, den namhaftesten Plätzen für den Holzhandel, von der Eisenbahn auf den Wasserweg über.

