

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

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

4. Häufigkeit der Wasserstände.

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

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

Vertheilung der Jahreshöchststände.

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

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

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

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

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

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

Vertheilung der Jahrestieffststände.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

III. Wasserrwirthschaft.

1. Strombauten.

a) Strombauten in der Mittleren und Unteren Weichsel.

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

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