

Wieder weisen also die Zeiträume 1816/35 und 1856/75 wesentlich geringere Zahlen auf, wenn man die Jahreshälfte betrachtet, der die meisten Hochwasser angehören. Auf Grund der Thatsache, daß die wechselnde Häufigkeit der Hochfluthen während dieser vier je zwanzigjährigen Zeiträume nur dadurch zu Tage tritt, daß man für die ausländische Stromstrecke auf das Sommerhalbjahr, für die preußische Strecke aber auf die Frühjahrsfluthen zurückgreift, könnte man vermuthen, daß hierbei vielleicht nur ein Zufall walte. Dies ist jedoch ausgeschlossen, wie sich aus der folgenden, auf die untrügliche Häufigkeit der Wasserstände begründeten Zusammenstellung zeigt. Der etwa 0,70 m über Ausuferungshöhe gelegene Wasserstand 4,00 m a. P. Kurzebrack ist durchschnittlich im Jahre überschritten worden

	1816/35	1836/55	1856/75	1876/95
im Winter an	34	42	32	46 Tagen,
im Sommer an	5	16	4	15 Tagen,
im Jahr an	39	58	36	61 Tagen.

Die Zeiträume 1836/55 und 1876/95 weisen also im Sommer 3- bis 4-mal so viel von diesen hohen Wasserständen auf wie die anderen 40 Jahre. Also auch die Sommerhochfluthen sind in den genannten beiden Zeiträumen in vermehrter Zahl aufgetreten; das Ueberwiegen zeigt sich sogar in noch stärkerem Maße wie bei den Winterhochfluthen.

2. Sommerhochfluthen.

a) Memel- und Pregelstrom.

Am Memelstrom kommen eigentliche Sommerhochfluthen fast gar nicht vor, da in dem 75-jährigen Zeitraume 1821/95 im Ganzen nur 5 Ausuferungen während des Sommers bei Schmalleningken eingetreten sind und ihre größte Anschwellung nur eine Höhe von 5,10 m a. P. Schmalleningken (0,7 m über Ausuferungshöhe) erreicht hat.

Auch am Pregelstrom sind Sommerhochfluthen sehr selten; sie erstrecken sich aber fast immer über das ganze Gebiet. Die Hauptwassermassen kommen dabei aus der Angerapp und der Alle, während die Inster viel weniger betheiligt ist. Die Niederungen im Thale der letzteren leiden daher auch zumeist unter dem Rückstau, der aus der Angerapp herrührt. Der Fortschritt der Fluthwelle scheint sehr langsam vor sich zu gehen, da sie, soweit sich dies aus den vorliegenden Beobachtungen beurtheilen läßt, für das Durchschreiten der etwa 72 km langen Strecke zwischen Insterburg und Tapiau durchschnittlich etwa 42 Stunden Zeit gebraucht; daraus ergiebt sich eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von nur 1,7 km in der Stunde, die ganz beträchtlich hinter derjenigen der Weichselhochwasser zurückbleibt.

Kleinere Anschwellungen treten während des Sommers häufiger ein und haben oftmals lange Dauer. In nassen Sommern folgen sie gewöhnlich auch mehrmals hinter einander, sind daher für die niedrigen Ländereien außerordentlich nachtheilig. In den eigentlichen Sommermonaten fallen sie hauptsächlich auf

den August, außerhalb derselben auf den Oktober. Die Oktoberanschwellungen treten indessen meist so spät ein, daß sie keinen erheblichen Schaden mehr anrichten.

b) Weichselstrom.

Viel mannigfaltiger ist dagegen das Bild, das die Sommerhochfluthen des Weichselstromes darbieten. Ihr Verlauf in der preußischen Stromstrecke ist allerdings weniger bemerkenswerth; denn hier handelt es sich meist nur noch darum, ob die Hauptfluthwelle durch die Niederungen um einen mehr oder minder großen Bruchtheil der in ihr gesammelten Wassermasse entlastet wird, wonach sich sowohl ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit wie ihre Höhe richtet.

Ihren Ursprung nehmen diese sommerlichen Fluthwellen ausschließlich im Gebirgslande. Die Nachbarströme Elbe, Oder und Weichsel werden bekanntlich oft zu gleicher Zeit von einem Sommerhochwasser heimgesucht — wenn nicht alle drei, so doch gewöhnlich wenigstens zwei dieser Nachbarströme. Man hat auch, nachdem Hellmann zuerst darauf hingewiesen hatte, immer wieder bestätigt gefunden, daß vor dem Eintritt eines solchen Hochwassers ein Gebiet tiefen Luftdruckes im Vorlande des für die Speisung des betreffenden Stromes besonders maßgebenden Gebirgszuges weilte. Allein noch immer fehlt es fast gänzlich an Anhaltspunkten dafür, welche Nebenbedingungen bei einer solchen Wetterlage erfüllt sein müssen, damit es zu so starken Regenfällen im Gebirge kommt, daß die Wasserläufe nicht im Stande sind, das ab rinnende Wasser bordvoll abzuführen.

Ueber den durchschnittlichen Verlauf eines solchen Sommerhochwassers geben die Einzelbeschreibungen im Bd. III S. 483/503 so ausführlich Aufschluß, daß hier nur das Allerwichtigste davon hervorgehoben zu werden braucht. Wir wollen bei dieser Gelegenheit nochmals darauf hinweisen, daß für die bedeutendsten Hochfluthen beider Jahreshälften auf Bl. 41/46 des Atlas die Formen der Fluthwellen bildlich dargestellt sind. Jedoch mußte davon abgesehen werden, die Entfernungen der Pegelstellen von einander zu berücksichtigen, was sonst geschieht, um auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen ersehen zu können. Für die Obere Weichsel, um die es sich bei dieser Darstellung besonders handelt, kann man nämlich von einer solchen kaum sprechen, weil die einzelnen größeren Nebenflüsse immer wieder neue Fluthwellen im Strome erzeugen. Ein Versuch, diese auch ihrer Geschwindigkeit nach bis zu dem Orte ihres Ursprungs zurück zu verfolgen, hätte scheitern müssen, da von den meisten Pegelstellen immer nur eine einzige Beobachtung für jeden Tag vorliegt, was nicht ausreicht, weil die sommerlichen Hochwassererscheinungen in den Gebirgsflüssen so stürmisch verlaufen, daß oft in wenigen Stunden eine völlige Veränderung der Verhältnisse stattfindet. Eine selbstthätige Aufzeichnung der Wasserstände würde deshalb selbstverständlich wesentlich andere Fluthkurven ergeben haben, bei denen der schlanke Verlauf der Linien durch viele Spitzen und Sprünge unterbrochen sein würde. Doch hoffen wir mit unserer Führung der Linien wenigstens dem allgemeinen Verlauf der Erscheinungen einigermaßen gerecht geworden zu sein.

Wie beim benachbarten Oderstrome, so ist auch bei der Weichsel das engere Quellgebiet für die Hochfluthen von untergeordneter Bedeutung. In der Gebirgs-

strecke der Kleinen Weichsel setzen die sommerlichen Fluthwellen zwar mit außerordentlichem Ungeßüm ein, und an Punkten mit besonders engem Querschnitt (Drahomisch) schnellst der Wasserspiegel plötzlich bis zu 7 m empor. Die Flachlandstrecke des Flusses wirkt dann aber durch die Ermäßigung des Gefälles, vielfache Windungen und unregelmäßige Form des Hochwasserbettes derart hemmend und ausgleichend ein, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit sich hier auf den geringen Betrag von stündlich rd. 2 km ermäßigt (vergl. Bd. III S. 487).

Lange bevor der Fluthscheitel bis zur Mündung der Przemsza gelangt ist, haben die Sola und die Skawa ihre Fluthwellen in den Strom gebracht, die den ganzen Flußlauf vom Quellgebiete bis zur Mündung in der Regel während eines einzigen Tages durchziehen. Während die Fluthwelle der Sola die der Skawa im Strome gewöhnlich noch ziemlich einzuholen scheint, gewinnt die Welle der weit unterhalb mündenden Raba einen bedeutenden Vorsprung, beherrscht jedoch nur für die kurze Strecke bis zur Mündung des Dunajec den Anstieg des Wassers im Hauptstrome.

Ungefähr zu derselben Zeit, in der die Hochwasserscheitel dieser westlichen Flüsse den Hauptstrom erreichen, empfängt dieser auch aus dem Gebiete des Dunajec eine Fluthwelle, jedoch von mächtigerer Art als die vorgenannten. In Bd. III S. 483/503 ist gezeigt, daß die ersten Hochwassermassen des Dunajec aus der Biala herrühren, während das Wasser aus den oberen Strecken erst etwas später nachfolgt. Zunächst findet dieser Nachschub naturgemäß nur aus der Beskiden-Hauptstrecke statt, und zwar so schnell, daß mit dem Vorübergange der Bialawelle die Einwirkung des Dunajec auf die Weichsel nicht nachläßt. Wahrscheinlich ist gerade dieser Umstand die Ursache dafür, daß der Dunajec nicht ebenso die Führung des Hochwassers an die Wisłoka abgibt, wie es bis zu ihm hin der Fall ist. Freilich füllt bei entsprechender Witterungslage auch die Wisłoka das Strombett durch ihr Hochwasser sehr rasch an; der Fluthscheitel scheint aber doch gewöhnlich von der aus der Biala gekommenen ersten Fluthwelle des Dunajec weiter getragen zu werden. Sicher ist, daß der San ihn nicht vorweg nimmt. Das Hochwasser dieses Flusses vermag vielmehr die Hauptwelle des Stromes (in der namentlich das erste Hochwasser des Dunajec und das der Wisłoka vereinigt sind) höchstens zu erreichen; in vielen Fällen trifft es aber erst merklich später ein, doch niemals so spät, daß im Strome noch eine deutlich getrennte zweite Hochwasserwelle entstände. Diese ganze Erscheinung pflegt sich in 2 bis 3, höchstens 4 Tagen abzuspielen, so daß der Strom seine höchste Anschwellung an der Sanmündung schon ungefähr um dieselbe Zeit oder gar früher besitzt als bei Krafau. Für diese Strecke des Stromes verbietet sich demnach eine Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit.

Bis nach Warschau schreitet der Wellenscheitel dann in etwa 2 bis 3 Tagen fort. Bei dem ausgedehnten Ueberschwemmungsgebiete der Mittleren Weichsel würde diese Frist für die 232 km betragende Zwischenstrecke wohl kaum genügen, wenn nicht eine starke Wasserzuführung aus den Flüssen des polnischen Hügel- und Flachlandes dabei mitwirkte. Ähnlich wie von den galizischen Gebirgsflüssen, wenn auch in weit geringerem Maße, wird das Bett des Hauptstromes von den russisch-polnischen Nebenflüssen bereits gefüllt, bevor der von oben

kommende Wellenscheitel an ihren Mündungen eintrifft. Dessen Fortschreiten wird hierdurch erheblich beschleunigt und besitzt meistens über 3 bis fast 5 km stündliche Geschwindigkeit. Besonders klar geht die bezeichnete Einwirkung der Seitengewässer daraus hervor, daß die erste Hebung des Wasserspiegels bei Warschau gewöhnlich schon zu einer Zeit beginnt, zu der die Erregung unmöglich schon von der Oberen Weichsel ausgehen kann. Eine so merkliche Speisung der sommerlichen Fluthwellen aus dem Flachlande ist bekanntlich eine seltene Erscheinung. Die Wetterlage, die für diese Hochwasser bedingend ist, giebt aber einen gewissen Fingerzeig, weshalb diese Erscheinung gerade beim Weichselstrom wahrzunehmen ist. Die Tiefdruckgebiete, die wir oben erwähnten, bewegen sich nämlich in der Regel von den Sudeten oder den Beskiden aus nach der östlichen Ostsee hin, falls sich nicht von vornherein schon längs dieser Richtung eine große Luftdruckfurche herausbildet. In beiden Fällen kommt aber das Gebiet der Mittleren Weichsel unter die Herrschaft des tiefen Luftdruckes und empfängt dann auch die hiermit verbundenen starken Regengüsse.

Unterhalb Warschau erfahren die sommerlichen Fluthwellen zunächst durch Rückstau in die Mündungsstrecke des Narew, der keine größeren Anschwellungen während des Sommers bringt, eine Abschwächung, die je nach ihrer Höhe mehr oder weniger groß ausfallen dürfte (vergl. Bd. III S. 457). Eine namhafte Verzögerung scheint jedoch hierbei nicht einzutreten, da nach den Beobachtungen der Jahre 1877/80 die Fluthwellen bei Plock stets ähnliche Form wie bei Warschau besitzen. Ihr Scheitel braucht gewöhnlich von Warschau bis Plock 1 bis 2 Tage und bis Thorn auf rd. 212 km Lauflänge 2 bis 3 Tage, dringt also mit etwa 3 bis 4 $\frac{1}{2}$ km stündlicher Geschwindigkeit vor. Noch größer ist die Geschwindigkeit in der von Thorn bis Dirschau rd. 174 km langen preußischen Stromstrecke; am 26./27. Juni 1884 hat sie z. B. 5,4 km in der Stunde betragen (vergl. Bd. IV S. 229). Offenbar beruht die Beschleunigung des Fortschreitens in der preußischen Strecke der Unteren Weichsel darauf, daß das natürliche Ueberschwemmungsgebiet durch die Deiche größtentheils den Ausuferungen entzogen ist. Auch in der russischen Strecke der Unteren Weichsel hat das Ueberschwemmungsgebiet viel geringere Ausdehnung als an der Mittleren Weichsel. Daß trotzdem die Fortschrittsgeschwindigkeit etwas kleiner als oberhalb Warschau ist, kann als weiterer Beweis für die Einwirkung des Voreilens der Nebenflußwellen gelten, da nach der ganzen Gliederung des Gewässernezes die Nebenflüsse der Mittleren Weichsel hierbei viel kräftiger als die der Unteren Weichsel wirken müssen. Die Wasseraufnahme der freien Niederungen und der im Rückstaubereiche liegenden Nebenflußthäler verursacht daher an der Unteren Weichsel eine stetig zunehmende Ermäßigung der Höhe des Fluthwellenscheitels (vergl. Bd. IV S. 201).

c) Gegenseitige Beziehungen der drei Ströme.

Zur Klarstellung der Frage, in wie weit größere Sommerfluthen gleichzeitig an zwei oder an allen drei hier betrachteten Strömen eingetreten sind, ist in der nachfolgenden Uebersicht eine Zusammenstellung der wichtigeren seit Anfang der vierziger Jahre vorgekommenen Anschwellungen, die von sommerlichen

Niedererschlägen herrühren, gegeben. Für den Memelstrom und die Weichsel bezieht sich die Zusammenstellung auf die Größe der Fluthwellen in den untersten Stromstrecken, während bei dem Pregelstrom, an dem die Hochwasserverhältnisse in dem Haupttheile des Gebietes ziemlich gleichmäßig sind, auch möglichst das ganze Gebiet in Betracht gezogen ist. Hier sind deshalb die Erscheinungen an drei der wichtigsten Pegel, nämlich diejenigen bei Insterburg, Schallen (Alle) und Tapiau (Deime), zusammengefaßt; und zwar wurden alle Anschwellungen aufgeführt, bei denen das Mittel der Höchststände an den drei Pegeln mehr als 2,5 m betrug. — Neben dem Jahr des Hochwassers ist in der Zusammenstellung in der zweiten Spalte Tag und Monat des Eintrittes angegeben und in der dritten Spalte durch die Ordnungszahl ungefähr die Bedeutung der Fluthwellen eines jeden Gebietes gekennzeichnet, derart, daß 1 die bedeutendste Fluth darstellt.

Memelstrom			Pregelstrom			Weichsel		
Jahr	Tag und Monat	Ordnungs- zahl des Hochwassers	Jahr	Tag und Monat	Ordnungs- zahl des Hochwassers	Jahr	Tag und Monat	Ordnungs- zahl des Hochwassers
1844	21. August	1	1844	1. August	1	1843	19. August	17
			1846	12. August	7	1844	1. August	2
			1847	8. September	8			
1851	22. Juli	3	1853	8. Juli	9	1853	12. Juli	16
			1853	5. September	4			
						1854	30. Juli	15
1864	19. September	6						
1867	6. August	2	1867	4. August	2	1867	19. Juli	3
						1871	8. Juli	11
			1872	17. September	11	1872	29. August	10
						1874	27. Mai	4
			1876	12. September	10			
						1877	28. Mai	7
						1879	6. August	12
						1882	5. September	13
			1883	3. August	3			
1885	24. August	5				1884	27. Juni	1
						1885	17. Juli	14
						1887	27. Juni	8
			1888	6. August	5			
1891	29. August	4						
			1892	23. Juli	6			
						1893	14. Juni	6
						1893	21. August	9
1894	22. Juni	7				1894	25. Juni	5

Dem größten Weichselhochwasser von 1884 entspricht hiernach keine Anschwellung in den beiden anderen Gebieten. Dagegen stimmen die nächstgrößeren

Hochwasser von 1844 und 1867 mit den größten Sommerfluthen des Memel- und Pregelstromes überein. Pregel- und Memelstrom haben sonst keine sommerlichen Anschwellungen gemeinsam; wohl zeigen sich aber solche zugleich auf dem Memelstrom und der Weichsel einerseits und auf dem Pregelstrom und der Weichsel andererseits. Für die Gebiete des Memelstromes und der Weichsel kann man indessen nur die mittelgroßen Anschwellungen vom Jahre 1894 als gleichzeitige ansehen, während diejenigen von 1885 auf verschiedene Monate fallen. Die in den Jahren 1853 und 1872 auf dem Pregelstrom und der Weichsel vorgekommenen Anschwellungen sind, soweit sie zeitlich zusammenfallen, von geringer Bedeutung, treten sonst aber in verschiedenen Monaten auf.

3. Eisverhältnisse und Schmelzwasserfluthen.

a) Bildung und Aufbruch der Eisdecke.

Der Abflußvorgang des Pregelstromes, mehr aber noch derjenige des Memelstromes und der Weichsel wird in hohem Maße durch die Eisverhältnisse beeinflusst, weil die Eisdecke hier in Folge des starken Frostes im Winter eine erhebliche Stärke erreicht und daher im Frühjahr bei Eintritt der Schmelzfluthen nur schwer aufbricht. Deshalb wird nicht nur während des ganzen Winters der Wasserpiegel durch das Eis verhältnißmäßig hoch angestaut, sondern es findet besonders bei dem Eisaufluche und bei dem Eisgange meist ein außerordentlich hoher Aufstau des Wassers statt, der vielfach zu verderblichen Ueberschwemmungen führt.

Wie in den meisten fließenden Gewässern wird die Bildung der Eisdecke durch das Grundeisreiben eingeleitet. Nachdem sich die Lufttemperatur längere Zeit hindurch unter dem Gefrierpunkt gehalten hat, tritt zunächst Treiben von Grundeis ein, das sich bei anhaltendem Froste mehr und mehr verdichtet und schließlich an seichten Stellen, oder dort, wo die Geschwindigkeit des Wassers gering ist, festsetzt. Dann beginnt der Eisstand, der sich je nach der Masse des Grundeises schneller oder langsamer stromauf fortpflanzt. Die Zwischenräume zwischen den Grundeisshollen frieren zu, so daß eine vollständig geschlossene Eisdecke entsteht, welche sich durch die Einwirkung des Frostes im Winter mehr und mehr verstärkt. Vielfach setzen sich bei Eintritt des Eisstandes die Grundeisshollen nicht nur an einander, sondern schieben sich auch unter und durch einander, so daß zuweilen nicht unbeträchtliche Eisversetzungen entstehen, die oberhalb den Wasserstand während des Winters dauernd hoch halten. Vermehrt wird dieser Aufstau des Wassers noch dadurch, daß sich zumeist bei einer Eisversetzung starke Schlamm- und Maassen einfinden, welche die Zwischenräume zwischen den Schollen schließen und sich auch unter der Eisdecke festsetzen, so daß dann ein nicht unerheblicher Theil des Stromquerschnittes vom Eise gesperrt ist.

Vielfach bleibt die Eisdecke, die sich bei dem ersten anhaltenden Froste gebildet hat, nicht bestehen, sondern geht bei Wiedereintritt milderer Wetters wieder ganz oder zum Theil ab. Solche vorzeitigen Eisgänge kommen namentlich am Pregelstrom häufiger vor, wo sie sich zuweilen in einem Winter mehrfach wiederholen. Gelangt hierbei nicht die ganze Eisdecke zum Abgange, so finden unter