

Zum Schlusse sei noch gezeigt, wie die Veränderungen der Niederschlagsmengen auch in den Fünfjahrsmitteln des Wasserstandes zu Tage treten. Wir wiederholen zu diesem Zwecke die S. 93 vorgestellten Abweichungen des Niederschlages von ihrem normalen Betrage und stellen mit ihnen die entsprechenden Abweichungen der fünfjährigen Wasserstandsmittel bei Tilsit und bei Thorn zusammen. Als „Normalmittel“ sind also diejenigen für 1851/90 betrachtet. Die Beschränkung auf die genannten beiden Pegelstellen brauchen wir wohl nicht weiter zu rechtfertigen.

Jahrfünft	1851/55	1856/60	1861/65	1866/70	1871/75	1876/80	1881/85	1886/90	1891/95
Niederschlag (‰) . .	+ 12	— 15	— 10	+ 3	— 4	+ 10	+ 6	+ 1	+ 5
Tilsit (MW) cm . . .	+ 27	— 26	— 10	+ 21	— 18	+ 5	+ 13	— 14	— 9
Thorn (MW) cm . . .	+ 52	— 25	— 54	— 18	— 4	+ 23	+ 21	0	— 8

In allen Fällen, in denen der Niederschlag um wenigstens 6 ‰ von seiner normalen Menge abweicht, findet also bei den Wasserständen eine Abweichung nach derselben Richtung statt. Das nasseste Jahrfünft hatte auch das höchste Mittelwasser, das trockenste ebenso bei Tilsit das niedrigste, während bei Thorn der Kleinstwerth erst durch die Aufeinanderfolge zweier zu trockener Jahrfünfte hervorgerufen wurde. Die Beziehung der Wasserstände zu den Niederschlagsmengen ist also zwar eng, aber auch verwickelt, und wenn schon bei letzteren ein regelmäßiger periodischer Wechsel nicht erkennbar war (S. 93), so würde es um so voreiliger sein, in den langjährigen Schwankungen der Wasserstände schon jetzt bleibende Gesetzmäßigkeiten aufdecken zu wollen. Besonders soll die von uns oben angewendete Zusammenfassung zwanzigjähriger Zeiträume nicht einen Schluß auf die Zukunft bedeuten, sondern nur Thatfachen aus der Vergangenheit feststellen.

III. Hochwasser- und Eisverhältnisse.

1. Allgemeines.

Von ganz besonderer Bedeutung für die Stromanwohner sind die Hochfluthen, die das Stromthal oft in großer Ausdehnung und großer Höhe überschwemmen. Die Bewirthschaftung und Bebauung der meist sehr fruchtbaren Niederungen müssen sich nach ihnen richten, weshalb auch die Lebensweise der Bewohner selbst theilweise von ihnen abhängt. Der Werth des Eigenthums ist wesentlich bedingt durch die mehr oder minder große Sicherheit gegen Ueberschwemmungen. Der Schaden, den der unglückliche Verlauf eines Hochwassers anrichtet, erreicht oft bedeutende Größe; so betrug der durch das Hochwasser von 1888 verursachte Schaden an der preussischen Weichsel nach den amtlichen Feststellungen rd. 11,7 Millionen Mark, wovon allein mehr als zwei Drittel auf die im Regierungsbezirk Danzig liegenden Stromstrecken entfiel. Zum Schutze gegen die Hochfluthen sind in den Thalniederungen, namentlich an den Unterläufen des Memelstromes und der Weichsel umfangreiche Deichanlagen ausgeführt, deren Bau und Unterhaltung große Kosten erfordert.

Vornehmlich treten an allen drei hier in Frage kommenden Strömen die Schmelzwasserfluthen hervor; sie übertreffen die Sommerfluthen nicht allein er-

heftlich an Zahl und zeitlichem Umfange, sondern überragen diese im Allgemeinen auch beträchtlich an Höhe. Nur an der oberen Stromstrecke der Weichsel übersteigen theilweise die Fluthwellen des Sommers die bei der Schneeschmelze entstehenden Anschwellungen in der Höhe, bleiben aber auch hier in Betreff der Dauer gegen sie zurück.

a) Memelstrom.

Das Ueberwiegen der Schmelzwasserfluthen an Zahl, Dauer und Höhe gegenüber den Sommeranschwellungen macht sich ganz besonders am Memelstrome bemerkbar. Während fast in jedem Frühjahr Hochwasserwellen von beträchtlicher Höhe bei und nach dem Eisgange den Stromlauf durchschreiten und lange Zeit hindurch die nicht eingedeichten Flächen überfluthen, kommen im Sommer äußerst selten auch nur solche Anschwellungen vor, die die Uferhöhe erreichen. Die hydrographischen Tabellen 8a bis h im Tabellenbände, welche die korrespondirenden und nicht korrespondirenden Ausuferungen für die wichtigsten Pegel darstellen, geben hierüber ein deutliches Bild. Bemerkt werden möge hierzu, daß wie in den gleichartigen Werken über den Oderstrom und Elbstrom unter korrespondirenden Ausuferungen an zwei Pegeln diejenigen Ausuferungen verstanden sind, die gleichzeitig an beiden Pegeln eintraten, unter nicht korrespondirenden solche, die nur an einem der beiden Pegel auftraten, daß aber eine Beziehung der Wasserstände an den beiden Pegeln dadurch nicht zum Ausdruck gebracht wird. Nach Angabe der Tabellen haben sich nun beispielsweise an den Pegeln Schmalleningken und Tilsit in dem Zeitraum 1871/95 die Ausuferungen auf die einzelnen Monate und Jahreszeiten wie folgt vertheilt:

Pegel	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
Schmalleningken	2	4	5	3	15	15	0	0	0	0	0	1	44	1	45-mal
	4,4	8,9	11,1	6,7	33,3	33,3	0	0	0	0	0	2,2	97,8	2,2	100 %
Tilsit	3	8	10	7	17	18	0	0	0	0	0	1	63	1	64-mal
	4,7	12,5	15,6	10,9	26,6	28,1	0	0	0	0	0	1,6	98,4	1,6	100 %

Die verschieden große Zahl der Ausuferungen an den beiden Pegeln ist offenbar auf die verschiedene Höhe der Ausuferung zurückzuführen. In beiden Fällen überwiegen die im März und April auftretenden Schmelzwasserfluthen alle übrigen Anschwellungen bei Weitem, da sie bei Tilsit 54,7 % und bei Schmalleningken, wo die Ausuferungshöhe etwas höheren Wasserständen entspricht, sogar 66,6 % aller Ausuferungen veranlassen. In den eigentlichen Sommermonaten ist in der hier betrachteten Zeit überhaupt keine Ausuferung eingetreten, und nur im Oktober, der schon den Uebergang zum Winter darstellt, zeigt sich eine solche vereinzelt. Betrachtet man längere Zeiträume, so findet man allerdings auch im Sommer einzelne höhere Anschwellungen; doch überstieg in dem

75-jährigen Zeitraum 1821/95 das Wasser während der Monate Juni bis September die Uferhöhe von 4,4 m a. P. Schmalleningken nur 5-mal, wonach nur auf je 15 Jahre eine Ausuferung kommt. Auch in den übrigen Wintermonaten außer März und April haben die Ausuferungen lange nicht den Umfang wie in diesen beiden Monaten. So traten 1871/95 während der Monate November bis Februar bei Schmalleningken 31,1 % und bei Tilsit 43,7 % aller Ausuferungen ein. Bemerkenswerth ist dabei aber die verhältnißmäßig große Zahl von höheren Wasserständen im Januar, die jedenfalls zumeist wohl auf vorübergehendes Thauwetter und dadurch hervorgerufene Schneeschmelze, zum kleineren Theil aber nur auf Eisverfetzungen beim Eintritt des Eisstandes zurückzuführen sein wird.

In noch höherem Maße als für den Eintritt von Ausuferungswasserständen zeigt sich die Ueberlegenheit der Monate März und April für das Vorkommen von größeren Hochfluthen. Aus der Zusammenstellung auf S. 292 ergeben sich für den Zeitraum 1816/95 in Betreff der Wasserstände, die 6,0 m a. P. Schmalleningken überschritten haben, folgende Prozentzahlen:

November	0 %	Mai	1,9 %
Dezember	1,9 %	Juni	0 %
Januar	5,6 %	Juli	0 %
Februar	0 %	August	0 %
März	35,2 %	September	0 %
April	55,5 %	Oktober	0 %
Winter	98,1 %	Sommer	1,9 %

Es kamen also 90,7 % dieser Hochfluthen allein auf den März und April. Die übrigen Wintermonate treten erheblich zurück; unter ihnen zeigt aber wieder der Januar die größte Zahl der Höchststände. In den eigentlichen Sommermonaten sind Hochfluthen von größerer Höhe überhaupt nicht vorgekommen, während das einzelne Hochwasser im Mai noch als Fortsetzung der Schmelzwasserfluth anzusehen ist.

In Bezug auf die Dauer der Anschwellungen lehren die Tabellen über die Häufigkeit der Wasserstände im Tabellenbände, daß in den Monaten März und April während des Zeitraumes 1871/95 der Wasserstand im Ganzen an 479 Tagen die Höhe von 4,4 m überschritten hat. Zusammengehalten mit den Angaben über die Zahl der größeren Anschwellungen ergibt sich hiernach, daß im Durchschnitt jede Ausuferung rd. 16 Tage andauert hat. Dagegen beträgt für drei Anschwellungen, die in den Jahren 1871/95 während der Monate Juni bis September die Höhe von 3,4 m a. P. Schmalleningken überschritten haben, die Gesamtdauer 22 Tage, also die durchschnittliche Dauer nur 7,3 Tage. Diese geringen Anschwellungen des Sommers traten also bezüglich der Zeit ganz erheblich gegen die größeren Anschwellungen des Frühjahrs zurück.

Will man die Frage untersuchen, ob die Häufigkeit des Eintrittes größerer Anschwellungen zeitlich größeren Schwankungen unterworfen ist, so wird man die Schmelzwasserfluthen von den Sommeranschwellungen trennen müssen, da für beide Arten Wasserstände von ganz verschiedener Höhe maßgebend sind.

Als größere Winterhochfluthen kann man solche ansehen, welche den Wasserstand von 6,0 m a. P. Schmalleningken erreichen, bei dem die Vorländer und Außendeiche mit Ausnahme von einzelnen größeren Erhebungen gänzlich überschwemmt sind. In der nachfolgenden Zusammenstellung ist für den Zeitraum 1816/95 angegeben, in wieviel Jahren der Höchststand des betreffenden Monats den Wasserstand von 6,0 m a. P. Schmalleningken überschritten hat. Dabei ist der 80-jährige Zeitraum in vier Abschnitte von je 20 Jahren zerlegt.

Winter	1816/35	1836/55	1856/75	1876/95	1816/95	Sommer	1816/35	1836/55	1856/75	1876/95	1816/95
November . . .	0	0	0	0	0	Mai	0	1	0	0	1
Dezember . . .	0	0	0	1	1	Juni	0	0	0	0	0
Januar	1	0	1	1	3	Juli	0	0	0	0	0
Februar	0	0	0	0	0	August	0	0	0	0	0
März	3	3	4	9	19	September . .	0	0	0	0	0
April	3	11	7	9	30	Oktober	0	0	0	0	0
Winter	7	14	12	20	53	Sommer	0	1	0	0	1
						Jahr	7	15	12	20	54

Nach der Zusammenstellung kommen für so hohe Wasserstände nur die Monate März und April in Betracht, da die übrigen Monate nur vereinzelte Hochstände zeigen. Im April, der die größte Zahl von Hochfluthen aufweist, findet man ein erhebliches Ansteigen der Zahl von 1816/35 zu 1836/55, dann nach 1856/75 hin ein geringes Abfallen und schließlich nach 1876/95 ein abermaliges, ganz geringes Ansteigen. Im März dagegen nimmt die Zahl der Hochfluthen während des betrachteten Zeitraumes ständig zu. Betrachtet man die Zahlen für März und April zusammen, so erhält man den Eindruck, als ob sich im Laufe des Jahrhunderts ein Theil der Anschwellungen vom April auf den März verschoben hätte. — Die gesammten Hochfluthen des Jahres ergeben in der Häufigkeit ihres Eintrittes während der einzelnen 20-jährigen Zeitabschnitte einen gewissen regelmäßigen Wechsel, da zunächst eine Zunahme, dann eine Abnahme und schließlich wieder eine Zunahme erscheint. In den Jahren 1816/35 und 1856/75 waren nur 19 Hochfluthen gegen 35 in den Jahren 1836/55 und 1876/95. Im Ganzen ergibt sich eine, wenn auch nur geringe Zunahme, da die Jahre 1856/75 gegen 1816/35 und ebenso die Jahre 1876/95 gegen 1836/55 je fünf Hochfluthen mehr zeigen. Diese Zunahme ist aber so unbedeutend, daß sich irgend welche Schlüsse daraus nicht ziehen lassen. In gleicher Weise wie die obige Zusammenstellung weist auch die auf S. 307 befindliche Gegenüberstellung der seit 1850 aufgetretenen größten Schmelzwasserfluthen des Memel-, des Pregelstromes und der Weichsel auf einen Wechsel in der Häufigkeit hin, da für den Memelstrom von den aufgeführten Fluthen nur drei auf den Zeitraum 1856/75, dagegen sieben auf den Zeitraum 1876/95 entfallen.

Bezüglich der Sommeranschwellungen muß man den Pegelstand, von dem ab man rechnen will, recht tief rücken, da Wasserstandserhebungen von einiger

Bedeutung nur äußerst selten vorkommen. Zieht man alle Anschwellungen, die über 3,0 m a. P. Schmalleningken hinaus gehen, in Betracht und rechnet hierbei solche Schwankungen, bei denen das Wasser hinter einander wiederholt über diese Grenzen stieg und wieder sank, als eine einzige Welle, so sind in den Jahren

1836/55 1856/75 1876/95

5 2 6 größere Erhebungen

aufgetreten. Es zeigt sich auch hier eine Abnahme und Wiederzunahme in der Häufigkeit der Sommeranschwellungen, und zwar für die einzelnen 20-jährigen Zeiträume genau in demselben Sinne wie bei den Frühjahrsluthen.

b) Pregelstrom.

Am Pregelstrom besteht zwar ebenfalls hinsichtlich der Sommer- und Schmelzwassersluthen ein erheblicher Unterschied; doch bezieht er sich mehr auf die Häufigkeit des Vorkommens als auf die Größe der Anschwellungen, da der höchste Wasserstand im Frühjahr 6,28 m a. P. Insterburg und 5,10 m a. P. Tapiau (Deime), im Sommer aber 4,60 und 4,89 m an denselben Pegeln betrug. Wenn bei den nachfolgenden Erörterungen lediglich die Beobachtungen an dem Pegel zu Insterburg herangezogen sind, so geschah dies, weil größere Anschwellungen sich fast ausnahmslos über das ganze Pregelgebiet erstrecken und daher die Erscheinungen an einem weiter unterhalb gelegenen Pegel keine nennenswerthe Aenderung des Bildes über das Auftreten der Hochluthen geben.

Nach der Tabelle auf S. 294, welche angiebt, in wieviel Jahren seit 1816 der Höchststand den Wasserstand von 4,0 m a. P. Insterburg innerhalb der einzelnen Monate überschritten hat, erhalten wir folgende Uebersicht über die Häufigkeit des Vorkommens von Hochwasser im Kreislaufe des Jahres.

November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	Winter	Sommer	Jahr
2	6	12	10	30	13	2	0	0	5	0	1	73	8	81-mal
2,5	7,4	14,8	12,3	37,0	16,0	2,5	0	0	6,2	0	1,2	90,1	9,9	100 %

Die beiden Hauptmonate für die Schmelzwassersluthen, März und April, umfassen demnach 53,0 % aller Hochwasser, die übrigen Wintermonate 37,0 % und die eigentlichen Sommermonate nur 6,2 %, die aber allein auf den August entfallen. Abgesehen von März und April, zeigt ebenso wie am Memelstrom auch hier der Januar die größte Zahl der Winterhochwasser, der aber die Zahl der im Februar vorgekommenen Anschwellungen nicht erheblich nachsteht. Die verhältnißmäßig große Häufigkeit von höheren Anschwellungen verdanken Januar und Februar den in dieser Zeit vielfach vorkommenden vorzeitigen Eisgängen.

Was die Dauer anbetrifft, so haben in dem Zeitraume 1871/95 25 Anschwellungen im Winter zusammen an 163 Tagen den Pegelstand von 4,0 m a. P. Insterburg überschritten; jede Anschwellung dauerte also durchschnittlich

6½ Tage, während die einzige in dem genannten Zeitraume vorgekommene größere Sommerfluth an zwei Tagen über 4,0 m a. P. Insterburg blieb.

Stellt man alle während des 80-jährigen Zeitraumes 1816/95 eingetretenen Winterhochwasser, die den bisher in Betracht gezogenen kritischen Wasserstand von 4,0 m a. P. Insterburg*) übersteigen, nach 20-jährigen Zeiträumen zusammen, so erhält man folgende Uebersicht:

Winter	1816/35	1836/55	1856/75	1876/95	1816/95	Sommer	1816/35	1836/55	1856/75	1876/95	1816/95
November . . .	1	0	1	0	2	Mai	1	1	0	0	2
Dezember . . .	1	1	3	1	6	Juni	0	0	0	0	0
Januar	2	4	4	2	12	Juli	0	0	0	0	0
Februar	2	3	1	4	10	August	0	3	1	1	5
März	5	9	8	8	30	September . .	0	0	0	0	0
April	1	5	5	2	13	Oktober	0	0	1	0	1
Winter	12	22	22	17	73	Sommer	1	4	2	1	8
						Jahr	13	26	24	18	81

Hiernach ist wohl eine Aenderung in der Häufigkeit des Auftretens von Hochfluthen vorhanden, doch läßt diese weder für die einzelnen Monate noch für die Halbjahre und das Jahr eine Gesetzmäßigkeit erkennen. Etwas anders stellt sich aber das Verhältniß, wenn man nicht nur einen Pegel berücksichtigt, sondern die größeren Anschwellungen, die das gesammte Pregelgebiet betrafen, zusammenstellt, wie dies in den Uebersichten auf S. 300 und S. 307 geschehen ist. Dann ergibt sich die Zahl der Hochfluthen wie folgt:

	im Winter	im Sommer
für den Zeitraum 1856/75	4	2
für den Zeitraum 1876/95	7	4

Demnach muß man auf eine zeitliche Veränderung der Häufigkeit der Hochwasser schließen, die ungefähr derjenigen am Memelströme und, wie sogleich gezeigt wird, auch der an der Weichsel entspricht.

c) Weichselfstrom.

Beim Weichselfstrom liegen die Verhältnisse insofern wesentlich anders wie bei den nördlichen Strömen, als bei ihm im oberen Gebietsheile die Sommerhochwasser das Uebergewicht besitzen und erst die Einwirkung des Flachlandes sie gegenüber den Schmelzwasserfluthen zurücktreten läßt. Die Tabelle auf S. 480 im Bd. III giebt hierüber näheren Aufschluß. In ihr ist eine gewisse Abstufung der Hochwasser vorgenommen, indem als Hochwasser erster Ordnung alle die

*) Die Höhenlage der Pegel am Pregelstrom in früherer Zeit ist unsicher. Am längsten rückwärts, nämlich bis zum Jahre 1842, ist die Lage des Pegels Insterburg mit Sicherheit bekannt. Vor der im April 1842 erfolgten Verlegung hat dieser Pegel eine um etwa 50 cm höhere Lage gehabt. Es sind daher in der obigen Zusammenstellung für die Zeit vor der Verlegung statt der Wasserstände über 4,0 m diejenigen über 3,5 m aufgeführt.

angesehen sind, die zu der nur von 0,1 % aller Wasserstände erreichten Pegelhöhe empor steigen, während für die Hochwasser von zweiter oder dritter Ordnung diese Prozentzahlen auf 0,5 und 1,0 angenommen sind. Diese Ordnungszahlen (I, II, III) haben also eine wesentlich andere Bedeutung als die sonst in diesem Abschnitt gebrauchten, in arabischen Ziffern geschriebenen Ordnungszahlen, die sich darauf beziehen, wie die verschiedenen Hochwasser ihrer Höhe nach auf einander folgen.

Bei N.-Berun an der Kleinen Weichsel kommen nach jener Tabelle im Sommer etwa doppelt so viele Hochwasser erster oder zweiter Ordnung vor als im Winter; bei Krakau ergibt dagegen die Zusammenfassung dieser zwei Gruppen für beide Halbjahre schon nahezu gleiche Zahlen, während bei Warschau der Winter den Sommer mit einem Mehrbetrag von über 70 % überholt. Bei Kurzebrack würde man als Hochwasser erster Ordnung nach dem obigen Maßstabe etwa diejenigen ansehen müssen, die eine Höhe von 6,8 m a. P. erreicht haben. Derartige Hochfluthen traten hier von 1812 bis zum Ende des Jahrhunderts im Ganzen 14 auf, hiervon eine im Februar, neun im März und zwei im April (wobei ein unwesentliches Uebergreifen auf einen Nachbarmonat außer Acht gelassen ist), im Winter insgesammt also 12. Für den Sommer stehen dieser Zahl dagegen nur zwei Fälle gegenüber, nämlich die Hochwasser im September 1813 und im Juni 1884. Ein ähnliches Bild liefert die im Bd. IV S. 227 gegebene Zusammenstellung der 28 größten Hochwasser, die von 1811 ab an der preussischen Weichsel und der Mogat beobachtet wurden. Auch hierbei ist der Sommer nur mit den genannten zwei Fällen und noch einem dritten Fall (August 1844) betheiligt, während allein der März 15 Fälle auf sich vereinigt, auch der April noch sechs und der Februar die übrigen vier. Dabei nimmt die bedeutendste Sommerhochfluth erst die 14. Stelle ein.

Die Ausführungen über die Wasserstandsbewegung (besonders diejenigen auf S. 270/3) lassen bereits zur Genüge erkennen, welchen Antheil die einzelnen Nebenflüsse an dieser Wandlung der Verhältnisse von der Oberen bis zur Unteren Weichsel besitzen. Wir brauchen deshalb hierauf nicht nochmals zurückzukommen. Dagegen bleibt noch hervorzuheben, wie die Häufigkeit der Hochfluthen im Laufe des Jahrhunderts wechselte. Nach Bd. III S. 478/9 kamen in der ausländischen Stromstrecke

1836/55	1856/75	1876/95
28	9	22 Sommerhochfluthen,
25	18	18 Winterhochfluthen

erster bis dritter Ordnung vor. Die zu große Masse des ersten und des letzten dieser Zeiträume macht sich also in den Zahlen für den Sommer sehr deutlich geltend. Bei Kurzebrack stellt der Wasserstand 5,5 m a. P. annähernd die untere Grenze für die Hochwasser dritter Ordnung dar. Diese wurde hier erreicht oder überschritten

	1816/35	1836/55	1856/75	1876/95
im Winter in	6	11	8	11 Jahren,
im Sommer in	0	2	2	1 Jahren.

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 Ungestüm 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 Grundeistreiben 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 Grundeisschollen 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 Grundeisschollen 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

Umständen beträchtliche Zusammenschiebungen statt, die den Wasserpiegel hoch aufstauen. Bei Bildung einer neuen Eisdecke erlangt diese dann eine außerordentliche Breite, die den Eisauflbruch im Frühjahr ganz erheblich erschwert und zu bedrohlichen Stopfungen führt, wie dies im Jahre 1855 auf der untersten Strecke der Weichsel geschah, wo zahlreiche und verhängnißvolle Deichbrüche die Folge waren.

Zur Erleichterung des Eisganges werden zuweilen während des Winters Eissprengungen mit Pulver ausgeführt, während auf der preußischen Weichsel außerdem regelmäßig die Eisdecke durch Eisbrechdampfer von der Mündung aus soweit stromaufwärts aufgebrochen wird, als es die Umstände gestatten.

Der Aufgang des Eises im Frühjahr erfolgt unter dem Einflusse des steigenden Wassers, indem dabei die Eisdecke zunächst uferlos wird und in einzelne Tafeln von bedeutenden Abmessungen zerbricht, die dann bei dem weiteren Verschieben der Eismassen in mehr oder weniger große Schollen zertrümmert werden. Die Schollen schwimmen dann meist geschlossen stromab. Wo die Eisdecke größeren Widerstand leistet, oder wo sich andere Hindernisse im Strombett finden, schieben sich die Eismassen zusammen und in einander; es entsteht eine Eisstopfung, welche den Wasserabfluß beeinträchtigt und dadurch einen Aufstau des Wassers herbeiführt. Unter dem wachsenden Drucke desselben weicht dann gewöhnlich die Stopfung, zuweilen allerdings erst, nachdem der Aufstau zu ganz beträchtlicher Höhe angewachsen ist. Begünstigt wird die Ausbildung einer Stopfung an solchen Stellen, an denen das Wasser seitlich seinen Weg um diese nehmen kann und daher nicht schnell genug den zum Fortschieben der Eismassen nöthigen Druck entwickelt. Im Allgemeinen verläuft der Eisgang günstiger, wenn er sofort mit etwas höheren Wasserständen beginnt, weil dadurch der Eisauflbruch begünstigt wird und die gebrochenen Eismassen auch leichter über Hindernisse im Strombett hinfort kommen.

Da der Eisauflbruch erfolgt, sobald die Eisdecke uferlos wird, bedarf es zur Einleitung des Eisganges nur eines solchen Ansteigens des Wassers, daß der Zusammenhang zwischen Eisdecke und Ufer aufgehoben wird. Der Eisgang tritt daher schon meist bei stärkerem Ansteigen des Wassers ein, ehe noch die Hauptwassermassen in den Strom gelangt sind. Gewöhnlich folgt daher die eigentliche Fluthwelle des Schmelzwassers dem Eisgange; doch erreicht der Wasserstand beim Eisgange in Folge des Aufstaues vielfach eine größere Höhe, als die nachfolgende eisfreie Fluthwelle. Mitunter wird der Fortschritt des Eisganges durch Bildung zahlreicher Eisversetzungen und Stopfungen indessen so sehr verzögert, daß die eigentliche Fluthwelle den Eisgang einholt, was gewöhnlich eine erhebliche Steigerung der Wasserstände zur Folge hat.

b) Memelstrom.

Auf dem Memelstrome beginnt die Bildung des Grundeises gewöhnlich im November, zuweilen indessen auch erst im Dezember, während sie sich andererseits mitunter auch schon im Oktober einstellt. Nach den Aufzeichnungen an den preußischen Pegeln erfolgte die erste Eisbildung am häufigsten in der Zeit vom 16. bis 21. November. Vielfach führt aber das erste Grundeistreiben nicht zum

Eisstände, sondern es bildet sich erst später bei nochmaligem Eintritt von Eistreiben eine Eisdecke. Doch ist auch diese mitunter nicht von Bestand, sondern gelangt noch während des Winters wieder in Bewegung, wobei sich dann gefährliche Stopfungen bilden können, namentlich wenn während dieser Zeit wieder Frostwetter eintritt, wie beispielsweise im Jahre 1874. Die Eisdecke erlangt gewöhnlich die ansehnliche Stärke von 30 bis 40 cm; zuweilen wächst diese sogar bis 70 cm. Vielfach findet sich unter dem Kerneise auch Schlammeis vor, das mitunter eine mehr als 4 m starke Schicht bildet.

Auf der preußischen Stromstrecke bestand an den verschiedenen Pegeln durchschnittlich im Jahre an 78 bis 100 Tagen eine Eisdecke. Demgegenüber dauerte die Sperrung des Stromes durch Eisstand und Eisbewegungen etwa 125 bis 130 Tage, da der Strom gewöhnlich erst Ende März oder Anfang April vollständig eisfrei wurde. Die Eisbewegungen vor Eintritt des Eisstandes, während des Winters und bei dem Eisabgange dauerten also etwa 30 bis 50 Tage.

Der Eisauflbruch erfolgt, wie auch schon vorhin allgemein angegeben ist, gewöhnlich eher, als die Hauptmassen des von der Schneeschmelze herrührenden Wassers in den Strom gelangen. Es folgt daher meist dem Eisgange eine eisfreie Fluthwelle, die sogenannte Baumluth. Wenn während der Schneeschmelze stärkere Niederschläge stattfinden oder das Abschmelzen des Schnees durch unregelmäßige Erwärmung ungleichmäßig vor sich geht, folgen mitunter auch mehrere Fluthwellen hinter einander. Andererseits kann aber auch in solchen Fällen, in welchen der Fortschritt des Eisganges durch wiederholte Eisversetzungen gehemmt wird, die eisfreie Fluthwelle jenen einholen und kommt dann in den unteren Stromstrecken nicht mehr zur Erscheinung.

Der Eisgang beginnt gewöhnlich am Mittleren Njemen und in der Wilja früher als am Oberen Njemen und an der Syczara; abgesehen von einzelnen Stellen, wo örtliche Eisbewegungen durch besondere Verhältnisse bedingt werden, erfolgt der Eisauflbruch am Oberen Njemen etwa 4 Tage, an der Syczara etwa 3 Tage, in der mittleren Wilja ungefähr ebenfalls 3 Tage, an der unteren Wilja etwa 1 Tag, bei Kowno 1 bis 2 Tage und auf der preußischen Stromstrecke 1 bis 3 Tage später als am Mittleren Njemen.

Auf der russischen Strecke sollen sich bei den Eisgängen öfters zwischen Kowno und Jurburg Eisversetzungen ausbilden, die indessen gewöhnlich nicht größeren Umfang anzunehmen scheinen. Auch auf der anschließenden preußischen Strecke bilden sich vielfach leichtere Eisversetzungen. Bedenklichere Stopfungen entstehen in den Strombiegungen zwischen Ragnit und dem Tilsiter Schloßberge, zumal unterhalb des Rombinus das Wasser bei höherem Aufstau Abzug durch die Plajchkener Niederung nehmen kann. Am bedrohlichsten gestalten sich die Verhältnisse gewöhnlich an der ersten Stromtheilung bei Kallwen. Durch die Enge bei Karzewischken wird bei höheren Wasserständen ein Aufstau erzeugt, welcher weit stromauf reicht; vermehrt wird der Aufstau noch dadurch, daß die Wassermassen, die durch die Plajchkener Niederung ihren Weg nehmen und oberhalb Karzewischken wieder in den Strom gelangen, den Wasserspiegel ebenfalls heben. Durch den Aufstau wird das Gefälle erheblich vermindert, der Abgang des Eises also verzögert. Außerdem findet das Eis in der Krümmung des

Rußstromes unterhalb der Theilung Widerstand. Daher bilden sich gewöhnlich in der obersten Strecke des Rußstromes starke Stopfungen aus, welche sich bis über die Stromtheilung hinaus fortsetzen. Erfolgt hier bei wachsendem Wasserdrucke eine Lösung, so geht das Eis gewöhnlich in die Gilge, die wegen ihrer Unregelmäßigkeiten zur glatten Abführung des Eises schlecht geeignet ist und daher sehr häufig von gefährlichen Stopfungen heimgesucht wird. — Im Rußstrom bildet sich gewöhnlich oberhalb der Insel Raggeningken eine Eisversetzung; da aber, wie gesagt, die Hauptmassen des Eises gewöhnlich ihren Weg durch die Gilge nehmen, so ist diese Stopfung ohne wesentliche Bedeutung.

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß der Eisgang besonders gefährdend in der obersten Strecke des Rußstromes und in der Gilge ist. Zahlreiche Brüche der Deiche des Memeldeltas und der Linkuhnen-Seckenburger Niederung geben Zeugniß von dem unheilbringenden Verlaufe des Eisganges auf diesen Stromstrecken. Ueber den Einfluß des Kurischen Haffes auf den Eisgang werden auf S. 313 noch einige Angaben gemacht.

c) Pregelstrom.

Am Pregelstrom und seinen Zuflüssen beginnt der Grundeisgang gewöhnlich etwas später als auf dem Memelstrome, zumeist im November und Dezember. Der Eisstand tritt im Allgemeinen im Dezember, seltener im November ein. Das Eis erreicht auf der Angerapp, der Alle und dem Pregelstrom eine Stärke bis zu 40 cm, ist aber auf der Inster im Allgemeinen erheblich schwächer. Die niedrigen Wiesen an der Inster und Angerapp sind gewöhnlich bei Eintritt des Frostes durch die herbstlichen Anschwellungen des Flusses mit einer dünnen Wasserschicht bedeckt, welche dann vielfach bis auf die Grasnarbe gefriert, so daß diese theilweise an der Eisdecke haftet und mit derselben vom Hochwasser losgerissen und fortgetragen wird.

Durch vorübergehende Erwärmung erfolgt auf dem Pregelstrom und seinen Zuflüssen vielfach schon im Winter vorzeitiger Eisgang, der aber bei Wiedereintritt von Frost ins Stocken geräth. Dabei entstehen in schärferen Stromkrümmungen, an engen Stellen, vor Brücken und bei sonstigen Abflußhindernissen vielfach Eisversetzungen, welche den Wasserstand während der folgenden Zeit dauernd hoch erhalten.

Der Ausbruch des Eises im Frühjahr erfolgt, bevor der Scheitel der Fluthwelle eintritt; da aber das Wasser meistens sehr schnell wächst, so folgt die höchste Erhebung des Wassers gewöhnlich dem Eisgange unmittelbar; vielfach erreicht sie, ja überholt denselben sogar. Der Abgang des Eises erfolgt im Allgemeinen sehr leicht, häufig bei mittelgroßen, mitunter sogar bei Wasserständen, die nicht einmal ausufern. Auch die etwa vorhandenen Eisversetzungen lösen sich dabei leicht und gehen ab, ohne erheblichen Schaden zu verursachen. Auch sonst sind die Schäden, welche der Eisgang bringt, im Allgemeinen gering; vielmehr sind die Schmelzwasserfluthen meist dadurch sehr nützlich, daß sie ihre fruchtbaren Sinkstoffe auf den überschwemmten Ländereien ablagern.

Der Eisaufgang erfolgt gewöhnlich in der Zeit von Mitte Februar bis Anfang März, und zwar vielfach fast genau zugleich mit dem Eisaufluge im

Njemengebiet, besonders auf der Wilja. In einzelnen Jahren stimmte der Beginn des Eisganges in den beiden Strömen bis auf den Tag überein, was darauf hindeutet, daß im Frühjahr die Witterungsverhältnisse wenigstens im westlichen Theile des Njemengebietes von denjenigen des Pregelgebietes nicht erheblich abweichen.

Die Einwirkung der Haffe auf die Eisgänge wird auf S. 313 kurz geschildert.

d) Weichselstrom.

Wie im Bd. III S. 503/9 näher dargelegt ist, muß eine Statistik über Bildung und Aufbruch des Eises für den Weichselstrom und seine Nebenflüsse im Auslande vor der Hand noch sehr lückenhaft bleiben. Jedoch scheint es, daß der Eisstand in den oberen Stromstrecken durchschnittlich annähernd zu der gleichen Zeit beginnt wie in der preußischen Weichsel, nämlich gegen Weihnachten. Warschau hat in dieser Beziehung vor Krakau, wo erst der 25. Dezember selbst den mittleren Beginn der Eisbedeckung bringt, einen Vorsprung um etwa eine Woche; freilich sind ebenso viele Fälle zu zählen, in denen die Eisdecke bei Krakau früher entstand als bei Warschau wie umgekehrt. Beim Aufbruche des Eises geht dagegen die Obere Weichsel fast immer der Mittleren voran. Die Frist, in welcher der Eisaufbruch sich von Krakau nach Warschau fortpflanzt, kann sehr verschieden sein, beträgt aber in den Fällen, in denen ein innerer Zusammenhang zwischen den Erscheinungen in beiden Stromstrecken überhaupt anzunehmen ist, am häufigsten 5 Tage (vergl. Bd. III S. 506). Im Ganzen pflegt die russische Weichsel 112 bis 114 Tage, die Obere Weichsel aber etwa 108 Tage durch Eis gesperrt zu sein. Für die preußische Weichsel ergiebt sich eine mittlere Frist von 108 bis 111 Tagen. Ueberall tritt schon Wochen lang, bevor das Eis zum Stehen kommt, treibendes Grundeis im Strome auf. Dagegen vergeht überall etwas kürzere Zeit nach dem endgültigen Aufbruch der Eisdecke, bis der Strom vollständig vom Eise befreit ist. Meist geschieht dies also im März, zuweilen jedoch auch schon im Februar, manchmal indessen auch erst im April. Wenn der Eisgang in der Unteren Weichsel bereits beendet ist, pflegt noch das sogenannte „polnische Eis“ abzuschwimmen, das aus den unteren Strecken des Narew und Bug stammt (vergl. Bd. III S. 458).

Die Schmelzwasserfluthen, die den Eisgang hervorrufen, verlaufen in vieler Hinsicht ähnlich wie die oben beschriebenen Sommerhochfluthen, so daß wir uns auf eine kurze Hervorhebung der Abweichungen beschränken können. In der Hauptsache kommen diese darauf hinaus, daß jetzt das Flachland die maßgebende Einwirkung ausübt, das Gebirge aber in den Hintergrund tritt. Manche Flüsse, z. B. die Wisloka und der San, bleiben in ihrer Gebirgstrecke oft nahezu ohne Erregung, während sie in den unteren Strecken um mehrere Meter anschwellen. Der oben schon betonte Umstand, daß gerade die den Beskiden und dem Hügellande angehörigen Gebietstheile den Dunajec so stürmisch in den Verlauf der Sommerhochwasser eingreifen lassen, sichert diesem Flusse auch bei den Schmelzwasserfluthen eine große Bedeutung. Im Ganzen verlaufen diese aber etwas langsamer als die Sommerhochfluthen. Dabei kommt es öfters vor, daß der

erste entscheidende Vorstoß des Frühlings nur bis zu einer gewissen Meereshöhe hinauf geht, während dann eine zweite plötzliche Erwärmung über diese hinaus greift. Auf diese Weise mag die Aufeinanderfolge der so verderblich gewordenen Fluthwellen in den Frühjahr Jahren 1888 und 1889 veranlaßt worden sein, die in Bd. III S. 509/17 und Bd. IV S. 248/54 beschrieben, sowie im Atlas Bl. 44 und 45 bildlich dargestellt ist. In solchen Fällen können sich dann auch die sonst gewöhnlich mehrere Tage später an der Narewmündung eintreffenden Fluthwellen des Narew und Bug (vergl. Bd. III S. 457) mit denen des Hauptstromes vereinigen. Aber auch, wenn dies nicht geschieht, üben die großen, nachhaltig zufließenden Wassermassen dieser bedeutenden Nebenflüsse eine wesentliche Einwirkung auf die Form der Weichselsfluthwelle aus, deren Rücken durch diese kräftige Speisung lang gedehnt und abgeflacht wird.

Diesem Umstande ist es wohl hauptsächlich zuzuschreiben, daß in der Unteren Weichsel die Hauptwelle gewöhnlich nach der Vorwelle, die den Eisaufbruch verursacht und den Eisgang bewirkt hat, bei nahezu oder gänzlich eisfreiem Wasser eintritt (vergl. Bd. IV S. 225/6). Wird aber der Fortschritt des Eisganges durch Versezungen und Stopfungen gehemmt, so holt ihn die Hauptwelle in der preußischen Stromstrecke ein. Das eisfreie Hochwasser folgt dann unmittelbar nach dem Eisgange, oder es fällt auch die höchste Erhebung mit diesem zusammen, so daß hinterher ein stetiges Fallen stattfindet. In der Regel zeigen sich allerdings später noch einige kleinere Erhebungen, die theils von der Vermehrung des Wasserzuflusses in Folge stärkeren Thauwetters oder größerer Niederschläge, theils von dem späteren Eintreffen des Hochwassers aus dem Narew und Bug herrühren, deren Welle zuweilen dem Rücken der Weichselsfluthwelle einen besonderen, meist niedrigeren Scheitel aufsetzt (vergl. Bd. III S. 457). Wenn jedoch das Thauwetter durch Frost unterbrochen wird, und wenn später größere Niederschläge auftreten, so können die nachfolgenden Wellenscheitel ebenso große oder auch noch größere Höhe annehmen als die erste eisfreie Welle.

In der preußischen Stromstrecke ist der Eisaufbruch und der Verlauf des Eisganges durch den planmäßigen Ausbau des Stromes wesentlich erleichtert worden (vergl. Bd. IV S. 240/2). Besonders ungünstig wird der Eisgang durch die Stromtheilung bei Pieckel beeinflusst. Namentlich ist es gefährvoll, wenn er sich in die Nogat wendet, was leicht geschehen kann, da sie bei ihrer Abmündung stärkeres Gefälle hat als die Getheilte Weichsel unterhalb der Stromtheilung, zumal der Wind häufig das treibende Eis nach der Abzweigung hin drängt. Für die Nogat ist ein solcher Eisgang deshalb mit großen Gefahren verknüpft, weil das Gaff zur Zeit des Eisganges sich meist noch in der Winterlage befindet, weil die ungünstige Gestalt des Hochwasserbettes den glatten Verlauf behindert, und weil die Ueberfälle in der Einlage (so nothwendig sie auch unter den jetzigen Verhältnissen sind) auf den Abgang des Eises nachtheilig einwirken. Man bemüht sich daher, den Haupteisgang möglichst von der Nogat abzuhalten. Recht segensreich haben sich in dieser Beziehung neuerdings die in der Weichsel vorgenommenen Eisbrecharbeiten erwiesen, deren nächstes Ziel, die Freilegung der Getheilten Weichsel von der Mündung bis zur Nogatabzweigung bei Pieckel

durch künstlichen Eisausbruch, in den letzten Jahren fast immer erreicht worden ist.

e) Gegenseitige Beziehungen der drei Ströme.

Die nachstehende Zusammenstellung giebt, wie diejenige auf S. 300 für die Sommerfluthen, eine Uebersicht darüber, inwieweit seit dem Jahre 1850 in den drei Gebieten des Memel- und Pregelstromes und der Weichsel die wichtigsten Schmelzwasserfluthen zusammengefallen sind. Die je in der dritten Spalte aufgeführten Ordnungszahlen zeigen für jeden einzelnen Strom die Bedeutung der Fluth an, und zwar für den Memelstrom und die Weichsel in Bezug auf die unteren Stromstrecken, für den Pregelstrom, bei dem die Verhältnisse im ganzen Gebiete sehr gleichartig sind, in Bezug auf den ganzen Flußlauf und auf seine hauptsächlichsten Zuflüsse.

Memelstrom			Pregelstrom			Weichsel		
Jahr	Tag und Monat	Ordnungszahl des Hochwassers	Jahr	Tag und Monat	Ordnungszahl des Hochwassers	Jahr	Tag und Monat	Ordnungszahl des Hochwassers
1853	11. April	7	1850	7. März	8	1850	25. Februar	13
						1854	18. März	8
			1855	5. April	13	1855	28. März	1
1862	3. April	2	1862	31. März	3			
1865	9. April	4						
			1868	21. Januar	10			
			1868	1. März	2			
			1871	10. März	4	1871	3. März	5
1875	11. April	11				1876	29. Februar	11
1877	1. April	6	1877	29. März	5	1877	26. März	7
						1879	20. Februar	6
1880	6. März	10	1880	4. März	9	1880	10. März	12
1883	14. April	9						
1886	2. April	3	1886	31. März	6	1886	7. April	9
1888	2. April	1	1888	30. März	1	1888	25. März	2
1889	14. April	5	1889	6. April	7	1889	29. März	3
1891	19. März	6	1891	16. März	12	1891	15. März	4
			1893	17. März	11			
						1895	31. März	10

Die größte Schmelzwasserfluth der Weichsel vom Jahre 1855, die allerdings erst in der untersten Stromstrecke ihre volle Bedeutung erlangte, ist hiernach nur von einer kleinen Fluth auf dem Memelstrom begleitet gewesen. Dagegen zeigte das Jahr 1888 auf allen drei Strömen Fluthen von bedeutender Größe. Auch das Jahr 1889 brachte für die Weichsel eine große Hochfluth, für den Memel- und Pregelstrom Fluthen mittlerer Größe. Höhere Anschwellungen, wenn auch von wechselnder Wichtigkeit, traten außerdem auf allen drei Strömen zugleich noch in den Jahren 1877, 1880, 1886 und 1891 auf.

Der Memel- und der Pregelstrom allein hatten im Jahre 1862 gemeinsam ein beträchtliches Hochwasser, während der Pregelstrom und die Weichsel außer in dem Jahre 1855, noch in den Jahren 1850 und 1871 zugleich Hochfluthen, allerdings von geringerer Bedeutung aufwiesen. Der Pregelstrom steht demnach zu jedem der beiden anderen Ströme in Beziehung, während diese unter sich außer den allen drei Gebieten gemeinsamen Fluthen gleichzeitig keine größeren Anschwellungen aufweisen.

IV. Aenderungen des Abflußvorganges im Mündungsgebiete.

Der Memelstrom mündet mit allen Mündungsarmen in das Kurische Haff, der Pregelstrom durch die Deime ebenfalls in das Kurische Haff, durch den Unterpregel in das Frische Haff, in das auch die von der Weichsel abgezweigte Nogat einmündet, während ihr Hauptarm unmittelbar in die Ostsee fließt. So stehen also einerseits Memel- und Pregelstrom durch das Kurische Haff und andererseits Pregelstrom und Weichsel durch das Frische Haff mit einander in Beziehung.

Die großen Wasserflächen der Haffe und der Ostsee, die wesentlich anderen Bedingungen unterliegen als die Binnenströme und daher in Bezug auf den Wechsel der Wasserstände und die Eisbedeckung auch wesentlich andere Verhältnisse aufweisen, wirken auf die untersten Stromstrecken in bedeutendem Maße ein und verändern daher hier das Bild des Abflußvorganges wesentlich. Hierbei zeigen jedoch die drei Ströme erhebliche Unterschiede. Während die beiden Hauptarme des Memelstromes in dasselbe Becken einmünden und daher annähernd immer in demselben Sinne beeinflusst werden, münden die beiden Arme des Pregelstromes und der Weichsel je in ein anderes Becken, stehen daher unter verschiedenartiger Einwirkung. Der Trennungspunkt der beiden Mündungsarme der Weichsel liegt zudem so hoch, daß eine Veränderung der Abflußverhältnisse in der untersten Strecke des einen Armes keine Rückwirkung auf die Wasserführung des anderen Armes ausübt; wohl aber können die Eisverhältnisse an der Mündung des einen Armes auf diejenigen des anderen wirken. Beim Pregelstrom liegt dagegen der Trennungspunkt der beiden Arme so niedrig, daß vielfach die Zustände eines Haffes beide Mündungsarme beeinflussen.

Wie schon oben angedeutet, sind es einerseits die Wasserstands- und andererseits die Eisverhältnisse der Ostsee und der beiden Haffe, welche Einwirkungen auf die untersten Strecken der Ströme äußern. Im Nachfolgenden sollen diese beiden Wirkungen gesondert von einander betrachtet werden.

Der Wasserstand in der Ostsee hängt allein von der Luftdruckvertheilung und von der durch diese bedingten Stärke und Richtung des Windes ab. Ist die Luftdruckvertheilung derartig, daß starke westliche und nördliche Winde entstehen, so hebt sich an der hier in Frage stehenden Küste der Wasserstand, während er bei Winden zwischen Süd und Ost im Allgemeinen sinkt. Durch