

ebenfalls Ende August austrat. Der bekannteste Kalenderheilige dieser Zeit ist Bartholomäus (am 24.); doch weiß der Volksmund, so weit etwas darüber bekannt geworden ist, nichts von besonderen Bartholomäi-Hochfluthen. Dagegen ist in dem die Weichsel behandelnden Artikel des geographischen Lexikons für die polnischen Lande davon die Rede, daß die Ueberschwemmungen, welche im Juni und Juli eintreten, als Johannis- und Jacobi-Hochwasser bezeichnet würden. Auch von Dominikfluthen spricht das Volk. Jedoch macht sich eine Häufung der Hochwasser weder um den 24. Juni, noch etwa um den 25. Juli oder den 5. August bemerkbar, ebenso wie sie auch für das letzte Drittel des letzteren Monats nicht bestehen bleibt, wenn man die Betrachtung auf die Fluthwellen geringerer Ordnung ausdehnt. Jene Bezeichnungen sind also wohl so zu verstehen, daß sich an die angegebenen Namen nur ganz ungefähr zutreffende Zeitvorstellungen knüpfen, aus denen Rückschlüsse kaum zu ziehen sind.

Die Beobachtungsreihen, aus denen die Tabelle auf S. 480 abgeleitet ist, umfassen in dem Zeitraum 1831/96 fast genau zwei Drittel eines Jahrhunderts. Bei N.-Berun fehlen freilich die ersten Jahre; da diese aber bei Krafau, wie bei Warschau hochwasserfrei waren, so darf man für die folgende Betrachtung das Gleiche auch betreffs N.-Berun voraussetzen. Wenn man die gleichartigen Zahlen für die drei Pegelstellen addirt, so findet man hiernach dieselbe Zahl von Hochwassern, wie sie sich ergeben würde, wenn die Häufigkeit der letzteren an jeder der drei Stellen die gleiche wäre und von irgend einer derselben eine zweihundertjährige Beobachtungsreihe vorläge. Nimmt man von jenen Zahlen dann noch die Hälfte, so erhält man also die durchschnittliche Anzahl der Hochfluthen in 100 Jahren. Allerdings beziehen sich diese Durchschnittszahlen nicht auf einen bestimmten, wirklichen Punkt des Stromes, sondern gewissermaßen auf eine ideale Strecke desselben, deren Hochwassererscheinungen einen Mittelwerth aus den diesbezüglichen Verhältnissen der Kleinen, Oberen und Mittleren Weichsel darstellen. In 100 Jahren treten, so verstanden, an einem oberhalb der deutschen Reichsgrenze gelegenen Punkte des Weichselstromes hiernach durchschnittlich etwa 110 Hochfluthen auf, und zwar im Sommer nahezu ebenso viel wie im Winter. Nahezu ein Fünftel aller gehört dem März an, dem der August mit 17 Hochwassern in 100 Jahren am nächsten kommt. Ein deutlicher Mindestwerth zeigt sich zwischen diesen Höchstzahlen nicht; wohl aber bringt, wie schon in früheren Kapiteln erwähnt, der Herbst und Vorwinter einen solchen.

## II. Sommerhochfluthen.

Den sichersten Weg zu einer Einsicht in die Eigenthümlichkeiten, welche den Verlauf der Hochfluthen beider Jahreshälften kennzeichnen, eröffnet zweifellos die eingehendere Betrachtung besonders lehrreicher Einzelfälle. Unter diesen dürfen im vorliegenden Kapitel aber wohl diejenigen die Aufmerksamkeit in erster Linie in Anspruch nehmen, die in allen hier betrachteten Strecken des Stromes als Hochwasser erster Ordnung aufgetreten sind. Nach dem Verzeichniß auf S. 477 gilt dies für das Sommerhalbjahr nur von den Hochfluthen im August



1839, im Juli 1845 und im Juni 1884. Die Beschreibung möge mit letzterer beginnen, da sie die einzige ist, für welche auch die Wasserstände der wichtigsten Nebenflüsse bekannt sind. In den Kartenbeilagen dieses Werkes ist eine bildliche Darstellung der Anschwellung der verschiedenen Gewässer gegeben.

### 1. Hochfluth vom Juni 1884.

Auch auf das Gebiet des Oberstromes erstreckte sich dieses Hochwasser, und zwar brachte es, wie aus dem Tabellenbände des Oderwerks hervorgeht, den Strom bis zum Bober hin zum Ausufern. Das Gebiet des letzteren wurde dagegen, ebenso wie schon das der Glazer Neisse, von den Regenfällen nicht mehr in bemerkenswertherem Maße betroffen, wie denn auch in den Zusammenstellungen des Oderwerks (Bd. III S. 467 und S. 615) für Glazer Neisse und Bober ein größeres Hochwasser vom Juni 1884 nicht aufgeführt ist.

Die Regenmengen waren gewaltig. Nachdem schon der Mai mit Nässe nicht sparsam gewesen war, ohne daß sich jedoch in den Flüssen schon ungewöhnliche Wasserstände entwickelt hätten, regnete es im Juni nach den Sprawozdanie komisji fizyjograficznej (Kraſau 1885) in folgender Stärke:

| Ort                  | Höhenlage<br>+ m | Gebiet          | Regenmengen (mm) |             |             |      |      |         |
|----------------------|------------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|------|------|---------|
|                      |                  |                 | 1.—17.           | 18.         | 19.         | 20.  | 21.  | 22.—25. |
| Bielitz . . . .      | 344              | Kleine Weichsel | 89,5             | 35,4        | <u>71,8</u> | 51,5 | —    | 17,4    |
| Saybusch . . . .     | 345              | Sola            | 129,7            | 50,6        | <u>82,5</u> | 31,5 | —    | 15,8    |
| Wadowice . . . .     | 268              | Skawa           | 72,0             | <u>16,4</u> | <u>12,0</u> | 13,8 | 3,4  | 20,1    |
| Kraſau . . . .       | 220              | Obere Weichsel  | 42,6             | <u>31,3</u> | 27,9        | 16,8 | 26,7 | 12,5    |
| Wjeliczka . . . .    | 257              |                 | 43,8             | <u>67,6</u> | 31,3        | 28,5 | 3,1  | 6,8     |
| Jodłownik . . . .    | 326              | Raba            | 44,7             | <u>45,9</u> | <u>81,7</u> | 46,0 | 20,9 | 26,5    |
| Bochnia . . . .      | 213              |                 | 46,7             | 75,2        | <u>76,2</u> | 22,2 | 44,3 | 26,6    |
| Poronin . . . .      | 742              | Dunajec         | 90,7             | 52,7        | <u>77,3</u> | 43,3 | 10,5 | 23,1    |
| Szczawnica . . . .   | 481              |                 | 49,0             | 13,1        | <u>55,9</u> | 31,2 | 10,4 | 35,8    |
| Krynica . . . .      | 575              |                 | 65,6             | 17,2        | <u>54,5</u> | 52,8 | 33,2 | 25,9    |
| M. Sandec . . . .    | 298              |                 | 59,9             | 11,4        | <u>58,8</u> | 45,5 | 51,0 | 36,9    |
| Tarnow . . . .       | 210              | Obere Weichsel  | 76,3             | 13,5        | <u>28,4</u> | 10,8 | 0,9  | 19,4    |
| Uście-jesuitckie . . | 179              |                 | 54,2             | <u>70,0</u> | <u>11,5</u> | 17,1 | 17,4 | 17,5    |
| Kolaczyce . . . .    | 235              | Wisłoka         | 50,3             | <u>67,4</u> | 65,2        | 26,5 | 7,0  | 17,8    |
| Pilzno . . . .       | 234              |                 | 15,9             | <u>59,0</u> | 48,1        | 20,5 | 2,5  | 13,2    |
| Dobrzeczuw . . . .   | 243              | Wisłok          | 36,5             | <u>30,9</u> | <u>64,2</u> | 34,5 | 34,1 | 13,8    |
| Staramjes . . . .    | 297              |                 | 65,9             | 40,2        | <u>80,0</u> | 18,0 | 35,7 | 12,5    |
| Nieszczuw . . . .    | 212              |                 | 50,5             | 30,8        | <u>70,0</u> | 14,7 | 20,6 | 12,9    |
| Smolnik . . . .      | 525              | San             | 92,6             | 16,5        | <u>37,4</u> | 17,4 | 19,8 | 17,1    |
| Jarosław . . . .     | 204              |                 | 32,8             | <u>55,0</u> | <u>30,0</u> | 7,0  | 10,0 | 9,1     |

Die Zeitangaben sind dabei wahrscheinlich so zu verstehen, daß die einzelnen Mengen in der Hauptsache auch immer an demjenigen Tage fielen, zu dem sie verzeichnet sind. Volle Sicherheit läßt sich leider betreffs dieses wichtigen Punktes nicht gewinnen. Manche Anzeichen deuten sogar darauf, daß nicht an sämtlichen Beobachtungsstellen gleichmäßig verfahren ist; meist scheint jedoch zu einer



Nachmittags- oder Abendstunde gemessen und die Menge, wie erwähnt, dem Tage der Messung zugeschrieben worden zu sein. Für Krakau z. B. sind in den Wetterberichten der Deutschen Seewarte die Regenhöhen von einem Morgen zum andern mitgetheilt, und die Reihe dieser ganz anderen Zahlen, die sich auch auf einen anderen Beobachtungspunkt beziehen, überschneidet sich mit den in unserer Tabelle enthaltenen in einer solchen Weise, daß nur unsere obige Annahme eine Erklärung dafür bietet. Durch Vergleichung mit anderen Quellenwerken, die außer den Monatssummen des Regens indessen nur die höchste 24-stündige Menge desselben enthalten und deshalb in der Tabelle nicht berücksichtigt sind, ließ sich ferner mit ziemlicher Sicherheit feststellen, daß die Zahlen für Bielitz und wohl auch die für Saybusch immer von einem Morgen zum nächsten gerechnet und in den oben genannten Sprawozdanje dem Tage der Messung zugeschrieben sind. Zur Erzielung besserer Uebereinstimmung haben wir sie in unserer Tabelle deshalb um einen Tag zurückversetzt, so daß also z. B. die Zahlen für den 19. bei diesen Beobachtungsstellen wahrscheinlich den Regenfall von der Frühe des 19. bis zur Frühe des 20. anzeigen. Die fraglichen Zahlen stimmen nunmehr auch gut mit der Angabe auf S. 39 des Tabellenbandes, wonach die höchste bei Weichsel beobachtete Tagesmenge im Betrage von 140 mm ebenfalls dem 19. Juni 1884 zugeschrieben ist. An anderer Stelle wird diese Menge unter demselben Datum auf 116 mm angegeben; doch bezieht sich letztere Zahl auf eine andere Beobachtungsstelle. Auch im rechtsseitigen Quellgebiete der Oder (Ostrawitz und Olša) brachte, in der zuletzt erläuterten Weise verstanden, der 19. den stärksten Regen, und zwar im Betrage von rund 60 bis 100 mm.

Die Regenfälle traten wieder im Gefolge derselben Luftdruckvertheilung auf, die schon so oft für die Nachbarströme Elbe, Oder und Weichsel, wie auch für die Donau verderblich wurde und darin besteht, daß der Druck im Westen höher, im Osten geringer ist und das gefährdete Gebirgsland der Uebergangszone zwischen beiden Witterungsbereichen angehört. Schon am 12. legte sich ein Gebiet hohen Druckes von den britischen Inseln und dem Kanal aus über Centraleuropa, das in seiner Wechselwirkung mit dem niedrigeren Drucke im Osten etwa vom 15. ab andauernd eine feuchte nordwestliche Luftströmung über Deutschland und dem nördlichen Oesterreich unterhielt. Die Druckunterschiede hatten sich indessen zuletzt derartig ausgeglichen, daß die Wetterkarte für den Morgen des 18. Juni so geringfügige Unterschiede des Druckes zeigt, wie sie selbst im Sommer zu den Seltenheiten gehören. Gehen wir z. B. ungefähr auf dem Breitenkreise der Stadt Krakau von Westen nach Osten, so finden wir folgende Beträge des Luftdruckes: Scilly 767,1 mm; Wiesbaden 763,1 mm; Prag 760,3 mm; Krakau 756,8 mm; Lemberg 752,7 mm; Kijew 750,4 mm. Die Linien gleichen Druckes verlaufen dabei in dem ganzen Gebiet, das hier in Frage kommt, in nord-südlicher Richtung, so daß immer neue Luftmassen vom nördlichen Meere herbeigezogen werden, die (den geringen Druckunterschieden gemäß) mit geringer Geschwindigkeit über das Festland hinwegstreichen und hier immer neue Regenfälle verursachen. Eine plötzliche, wenn auch durchaus nicht sonderlich erhebliche Verstärkung der Luftdruckunterschiede scheint es gewesen zu sein, die nun das Unwetter in voller Stärke losbrechen ließ. Denn am Morgen des



folgenden Tages hat einerseits das westliche Hochdruckgebiet einen zungenförmigen Vorstoß nach Böhmen hinein ausgeführt, der z. B. den Luftdruck bei Prag um 2,9 mm vermehrt hat; andererseits ist im Osten der Luftdruck gesunken, bei Krafau z. B. um 1,7 mm. Demgemäß hat auch der Wind allenthalben aufgefrischt; bei Breslau z. B. weht er mit der Stärke 6 (der 12-theiligen Skala) aus Nordwest, während der Westnordwest vom Morgen zuvor nur die Stärke 3 zeigte. Mit der sich mehrenden Zufuhr wasserdampfreicher Luft muß sich in solchem Falle aber auch der Niederschlag mehren. Denn die Luftmassen, die über das Flachland Schlesiens und die Schlesisch-polnische Platte hinweg dem Kamme der Beskiden und der Karpathen zuströmen, werden mit der Annäherung an das hohe Gebirge zu einem immer beträchtlicheren Aufstieg, also auch zu einer immer beträchtlicheren Ausdehnung und Abkühlung gezwungen, die schon das Vorland des Gebirges, besonders aber letzteres selbst mit einem guten Theil des von der See herbeigetragenen Wassers überschüttet. So verzeichnet der Bericht der Seewarte denn auch bei Krafau für die Zeit vom Morgen des 18. zum Morgen des 19. eine Regenhöhe von 44 mm, während dieselbe in den 24 Stunden zuvor nur 3 mm betragen hatte. Das Gebirge wurde, wie aus den obigen Darlegungen hervorgeht, von dieser Einwirkung der lebhafteren Luftströmung erst etwas später erreicht. Ein Band größten Niederschlages drang also vom Weichselthale aus gen Süden zum Kamme des Gebirges hin vor, wobei sich auch einige zeitliche Verschiedenheit in der Anfüllung der westlichen und der östlichen Flüsse geltend macht, und zwar hatten letztere, namentlich die Wisloka, den Hauptregenfall wohl etwas früher. Doch allzu bedeutend kann der Unterschied nicht gewesen sein; und hierin liegt das Eigenartige dieses Falles, daß alle galizischen Gebirgsflüsse in eine ziemlich gleichzeitige und zwar verhältnißmäßig auch gleich starke Erregung geriethen, so daß die auf der Gliederung des Gewässernetzes beruhenden Verschiedenheiten ihrer Einwirkungsweise auf den Verlauf der Fluthwellen ziemlich ungetrübt zum Ausdruck kommen.

Während des stärksten Regenfalles hatte sich in Westrußland ein geschlossenes Tiefdruckgebiet ausgebildet, das langsam in nordwestlicher Richtung, also zur Ostsee hinabzog und auch im Gebiete der russisch-polnischen Nebenflüsse des Stromes reichliche Niederschläge veranlaßte. Am 24. lag dieses Tief schon über Skandinavien, und zwei Tage später war es im äußersten Norden westlich von der Halbinsel verschwunden. Je weiter es sich entfernte, um so mehr ließ im Großen und Ganzen auch der Niederschlag nach.

Dem Hochwasser ging also, ganz wie erst neuerdings wieder bei den großen Ueberschwemmungen im Sommer 1897, schon eine recht regenreiche Zeit voran. Doch blieben die galizischen Flüsse bis zum 16. Juni noch ohne merkliche Erregung. Inzwischen aber mußte aller überhaupt zur Wasseraufnahme fähige Boden vollauf durchtränkt worden sein, und so konnte der nun plötzlich in ungewöhnlicher Stärke losbrechende und in dieser mehrere Tage anhaltende Regen in allen Flüssen große Wassermassen zusammenführen. An der kleinen Weichsel, die aber für die Hochwasserführung des Weichselstromes nur in seltenen Ausnahmefällen unmittelbar den Ausschlag giebt, machte sich der Anstieg des Wasserspiegels bei der Pegelstelle Drahomischl, wo sich in Folge der Enge



des Querschnittes jede Schwankung der Wasserführung besonders scharf ausprägt, sogar schon vom 14. ab bemerkbar. Der Wellenscheitel scheint am Abend des 20. Juni, also an dem Tage nach dem stärksten Regenschall eingetreten und über die am 20. und 21. beobachtete Pegelhöhe von 6,43 m noch um etwa 0,9 m hinausgegangen zu sein. Um die 87 km lange Strecke von Drahomischl bis N.-Berun zu durchschreiten, brauchte der Wellenscheitel anscheinend etwa  $1\frac{2}{3}$  Tage. Die hieraus folgende geringe Geschwindigkeit (2,2 km stündlich) hat bereits auf S. 190 ihre Erklärung darin gefunden, daß durch die vielen Krümmungen und die recht unregelmäßige Gestaltung des Hochwasserbettes die ursprünglich so ungestümen Hochwasser der Kleinen Weichsel viel von ihrer Wucht verlieren.

Die Fluthwellen der Sola und Skawa gelangten denn auch bereits zu einer Zeit (am 20.) in den Strom, um die der Wasserspiegel sich bei Drahomischl erst seinem Höchststande näherte und bei N.-Berun das Wasser erst um etwa 1 m gestiegen war. Bei Oświęcim, Wadowice und Zator trat damals der höchste Wasserstand ein, der seit 1867 überhaupt beobachtet ist, und Kobjernice fehlt unter diesen Pegelstellen wohl nur deshalb, weil hier das Wasser zur Beobachtungsstunde am 20. schon wieder merklich im Fallen war. Nach der Form der Wasserstandslinien zu schließen, durchlief der Scheitel der Solawelle die 25 km lange, ziemlich gefällarme Strecke von Kobjernice nach Oświęcim in etwa acht Stunden, und in ganz entsprechendem Verhältniß scheint der Scheitel der Skawawelle für die Zurücklegung der 20 km betragenden Strecke von Wadowice nach Zator ungefähr sechs Stunden gebraucht zu haben. In den Weichselstrom scheinen beide Wellenscheitel ziemlich gleichzeitig gelangt zu sein. Wie gewöhnlich, sind beide Wellen in der Wasserstandslinie für die Pegelstelle Krakau nicht mehr von einander zu trennen, was seinen Grund wohl in dem allseitigen Zusammenströmen des Wassers und der allmählichen Ausfüllung des Ueberschwemmungsgebietes hat. Der Wellenscheitel trat bei Krakau, nachdem der lebhaftere Anstieg des Wassers hier etwa drei Tage gedauert hatte, ungefähr um die gleiche Zeit ein, wie bei N.-Berun. Die Kleine Weichsel kann ihn also nicht erzeugt haben. Andererseits verzögerte er sich doch zu lange, als daß man ihn noch als eine unmittelbare Fortbildung der Sola- und Skawa-Wellen betrachten könnte, da es unwahrscheinlich ist, daß der Wellenscheitel für die nur rund 80 km lange Strecke Oświęcim—Krakau und die noch um 20 km kürzere Strecke Zator—Krakau zwei volle Tage gebraucht haben sollte. Die Przemsza kommt hierbei kaum in Betracht, da der Anstieg des Wassers sich in ihr ziemlich träge vollzog. Vielleicht trat die größte Wasseransammlung bei Krakau also zu einem Zeitpunkte ein, als Sola und Skawa schon in ihrer Einwirkung nachließen, diese Verminderung aber durch das erste Wasser aus der Kleinen Weichsel zunächst noch wett gemacht wurde. Die Rückseite der Wellen ist, wie fast bei allen Hochfluthen, in Folge der allmählichen Entleerung des Ueberschwemmungsgeländes und des Nachlaufens des Wassers aus den langsamer entwässernden Gebieten viel flacher geformt als ihr vorderer Hang.

Die nächsten Pegelstellen des Stromes, an denen damals Beobachtungen angestellt wurden, sind Jagodniki, oberhalb der Dunajecmündung, und Uścieżewickie unterhalb derselben. Bei der erstgenannten Stelle begann der Anstieg



schon am 17., unterhalb des Dunajec sogar schon am 16. Juni, hier wie dort früher als bei Krakau. Der so frühzeitige Beginn der Hebung unterhalb des Dunajec ist sicher der Einwirkung dieses Flusses zuzuschreiben, denn auch an der Pegelstelle Zabno, die nur 17,6 km von seiner Mündung in die Weichsel entfernt ist, kam das Wasser schon am 16. ins Steigen. Dagegen macht es die Form der Wasserstandslinien ziemlich wahrscheinlich, daß die erste Hebung des Wasserspiegels bei Zagodniki nicht durch einen Rückstau aus dem doch erst allmählich in Erregung gekommenen Dunajec, sondern durch das Eintreffen der Fluthwelle der Raba bedingt wurde, von der leider damalige Pegelbeobachtungen nicht vorliegen.

Aus der Vergleichung der Beobachtungen bei den Pegelstellen Zglobice und Zabno, zwischen denen die Biala mündet, folgt, daß dieser Gebirgsfluß seine Fluthwelle früher in den Dunajec gebracht haben muß, als dessen eigene Hauptfluthwelle bis zur Bialamündung vordrang. Denn bei Zabno trat der Wellenscheitel, nachdem der Anstieg hier im Ganzen über 5 m und noch allein am letzten Tage etwa 4,5 m betragen hatte, mindestens  $\frac{1}{2}$  Tag früher ein, als an der 21,3 km weiter oberhalb gelegenen Pegelstelle Zglobice. Bei Zabno ist in Folge dessen am 21., also  $1\frac{1}{2}$  Tage nach dem Vorübergange des Hauptscheitels, noch ein Nebenscheitel (allerdings nur in Form einer besonders stark nach außen springenden Krümmung der Wasserstandslinie) angedeutet, der wohl als Fortwirkung der eigentlichen Dunajecwelle zu betrachten ist. Der Wellenscheitel würde dann allerdings für die kurze Strecke von Zglobice nach Zabno ungefähr einen Tag (vom 20. zum 21.) gebraucht haben. Doch ist hieran wohl kein Anstoß zu nehmen; denn einen Punkt, wo zwei Gewässer zusammentreffen, kann ein Wellenscheitel, soweit von dem Wasserverlust durch Ueberfluthung der dem Hochwasser ausgesetzten Niederungen abgesehen werden darf, erst in dem Augenblick überschreiten, in welchem die Abflußmenge des einen Gewässers schon oder nur noch in demselben Maße wächst, wie die des anderen abnimmt; zunächst dürfte aber die Verminderung des Wassers der Biala nicht ganz so stark gewesen sein wie die Vermehrung aus dem Dunajec selbst. Wie die Abbildung im Atlas erweist, waren die Fluthwellen schon bei N.-Sandec und bei Zglobice außerordentlich gedehnt. Bei N.-Sandec fiel das Wasser, das vom 18. zum 19. um 1,90 m gestiegen war und dann noch etwas höher emporging, vom 20. zum 21. nur um 0,5 und vom 21. zum 23. um 0,80 m. Bei Zglobice hatte der Anstieg in zwei Tagen 2,90 m betragen, während die darauf folgende Senkung in der gleichen Frist nur 1,40 m ausmachte. Zu den Gründen für diese starke Dehnung der Wellen zählt neben der Ausbreitung des Wassers im N.-Sandecer Thalkessel und der Fortdauer des Regens am 20. Juni und den nächsten Tagen vor Allem wohl das spätere Eintreffen des Wassers aus der ersten Hauptstrecke des Flusses, die, wie die Regenhöhen von Boronin, Szczawnica und Krynica erweisen, im Verein mit dem Poprad auch ihrerseits beträchtliche Wassermengen abzuführen hatte. Leider ist aus einer Vergleichung der Wasserstände nicht mit einiger Sicherheit zu ersehen, eine wie lange Zeit für den Wellenscheitel erforderlich war, um die 67 km lange Strecke von N.-Sandec bis Zglobice zu durchlaufen; aller Wahrscheinlichkeit nach waren es aber nicht weniger



als 12 und nicht mehr als 24 Stunden, und das Mittel hieraus ergibt ja auch eine mit den sonstigen Erfahrungen gut vereinbare Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 3,7 km in der Stunde.

Es wurde schon erwähnt, daß im Weichselstrom der Anstieg des Wassers unterhalb des Dunajec durch letzteren eingeleitet wurde. Auch der Wellenscheitel scheint unmittelbar aus diesem gekommen, also eine Fortwirkung der Fluthwelle gewesen zu sein, welche die Biala im Dunajec erzeugt hatte. Dieser verdankt also einen Theil der Bedeutung, die er für den Verlauf der Hochfluthen im Strome besitzt, diesem Nebenflusse, dessen Wichtigkeit bereits auf S. 39 und 55/56 hervorgehoben ist.

Wir sind hiermit an dem wichtigsten Punkte dieser Beschreibung angelangt. Es erweist sich also, daß, wenn alle Beskiden- und Karpathenflüsse gleichzeitig und gleich stark in Erregung gerathen, der Verlauf, den das Hochwasser im Strome nimmt, vom Dunajec ab durchaus unter der beherrschenden Einwirkung des letzteren steht. Das Hochwasser, das sich durch die westlicheren Nebenflüsse im Strome bildet, kommt erst dann zur Dunajecmündung, wenn dessen Haupterregung bereits vorüber ist. Doch ist hierbei zu bedenken, daß aus dem Dunajec nicht ein einmaliger, auf kurze Zeit zusammengedrängter Wassererschub auf den Weichselstrom stößt, sondern die reiche Gliederung des Gewässernekzes jenes Flusses es mit sich bringt, daß das Andrängen der den verschiedenen Theilgebieten entstammenden Wassermassen Tage lang anhält. So wird es erklärlich, daß auch im vorliegenden Falle der Wasserspiegel des Stromes nach dem Vorübergange des aus dem Dunajec gekommenen Wellenscheitels nur ganz langsam fiel, bis dann die Vereinigung mit dem Hochwasser, das inzwischen aus der oberen Weichselstrecke dazukam, einen nachmaligen kleinen Anstieg des Wasserspiegels bewirkte.

Sein höchstes Wasser scheint der Weichselstrom bei Szezucin ziemlich genau in der Mitte des Zeitraums zwischen den Beobachtungen am 20. und 21. Juni gehabt zu haben, und zwar ging dasselbe über den am 21. beobachteten Wasserstand (4,80 m) wohl noch um mehrere Dezimeter hinaus. Als Frist, in welcher der Wellenscheitel von Zabno aus zunächst bis zur Mündung des Dunajec (17,6 km) und dann bis Szezucin (33,7 km) gelangte, würde sich hiernach etwa 1 Tag ergeben, und wenn dies etwas viel erscheinen könnte, so ist zu berücksichtigen, daß der Scheitel bei der 1884 noch unzureichenden Bedeichung der ausgedehnten Ueberschwemmungsgebiete an der untersten Dunajecstrecke und im benachbarten Weichselthale durch umfangreiche Ausuferungen etwas zurückgehalten wurde.

So hatte also die Stromstrecke zwischen Dunajec und Wisloka die größten Wassermengen schon zu einer Zeit zu bewältigen, um die der Wasserspiegel bei Krakau sich erst ungefähr in mittlerer Höhe zwischen dem vorangegangenen Kleinstwasser und dem Höchststande befand, der erst in reichlich 1½ Tagen folgte.

Eine merkliche Formänderung gerade in der Nähe des Wellenscheitels erfuhr das Hochwasser durch die Wisloka. Das Wasser wuchs in dieser außerordentlich rasch an, bei Labuzje, wie die Abbildung zeigt, vom 17. zum 18. um 1,30 m, vom 18. zum 19. um 4,75 m, womit der Wellenscheitel wohl ziemlich



erreicht war. Dieser trat somit etwa einen Tag früher ein, als ihn beispielsweise die Sola und Skawa in ihrer untersten Strecke hatten. Diese zeitliche Verschiebung war offenbar in den Regenverhältnissen begründet. Man darf zwar nicht ohne Weiteres auf Grund der Regenmessungen zu Kolaczyce und Pilzno (S. 484) folgern, daß das gesammte Wislofagebiet die Hauptregenmenge schon am 18. oder vom 18. zum 19. empfing; denn jene Orte gehören der Vorstufe des Gebirges an und hier erlangte der Regen seine größte Stärke überhaupt etwas früher als in der Nähe des Kammes. Diese Niederschlagstabelle läßt aber doch kaum einen Zweifel darüber, daß es auch in den höher gelegenen Theilen des Gebietes am 18. schon recht stark, jedenfalls wohl viel stärker regnete als in den Westbeskiden.

Bei Dzikuw dürfte das Wasser des Stromes schwerlich, wie die einmalig täglichen Beobachtungen zunächst besagen, nach einem lebhafteren Anstieg vom 20. zum 21. plötzlich nur noch um 0,5 m und vom 21. zum 22. dann gar nicht mehr gestiegen sein, sondern mit etwas größerer Wahrscheinlichkeit ist wohl anzunehmen, daß ein Wellenscheitel zwischen den Beobachtungen vom 20. und 21. vorüberging und diesem ein zweiter vor der nächsten Pegelablesung folgte. Der erste würde dann aus der Wisloka gekommen sein und den rund 100 km betragenden Abstand zwischen Labuzje und Dzikuw in etwa  $1\frac{1}{2}$  Tagen durchlaufen haben, während in der zweiten Erhebung der Scheitel der Fluthwelle zu erblicken sein würde, der aus dem Dunajec in den Strom gelangt war. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit würde auch für diesen einen recht wahrscheinlichen Werth annehmen, da auf die 61 km lange Strecke von Szczucin bis Dzikuw eine Fortpflanzungszeit von etwa einem Tage kommen würde. Jedenfalls läßt sich fast mit Gewißheit behaupten, daß die Wisloka-Welle in diesem Falle dem vom Dunajec gebrachten Hochwasser voranging.

Die Erregung des San und des Wislof begann etwa gleichzeitig mit derjenigen der Wisloka (am 17.). Bei Postoluw war der Wellenscheitel etwa in zwei Tagen, bei Przemyśl aber in dreien erreicht. Da beide Pegelstellen um 129 km auseinander liegen, so ergiebt sich für die Strecke von Postoluw nach Przemyśl hieraus eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von rund 5 km in der Stunde und dieses rasche Fortschreiten ist wohl dadurch zu erklären, daß das Flußbett auch durch die in die Zwischenstrecke mündenden Seitengewässer angefüllt wurde, außerdem das Gefälle des Flusses dort ziemlich stark ist, das Ueberschwemmungsgebiet aber geringe Ausdehnung besitzt. Bei Radymno und bei Jarosław riß das Hochwasser die Pegel fort, bei Radymno glücklicher Weise erst, nachdem das Wasser schon wieder drei Tage lang gefallen war, bei Jarosław dagegen ungefähr zur Zeit des Höchststandes. Die Wellenform weicht bei Radymno von derjenigen bei Przemyśl namentlich darin ab, daß der Wellenrücken eine starke Abflachung mit Andeutung einer Aufeinanderfolge mehrerer Fluthwellen zeigt, was ganz zu der Gliederung des Gewässernetzes stimmt, da in die kurze Zwischenstrecke der Wiar und die Wisznia münden. Die erwähnte Dehnung der Welle war eine so erhebliche, daß der Wasserpiegel, der sich in den letzten zwei Tagen (18./20.) noch um 4 m gehoben hatte, in den zwei Tagen darauf nur um 1 m fiel. Eine ganz ähnliche Form besaß die Fluth-



welle des Wisłok, dessen Wasserspiegel an der Pegelstelle Rzeszów in den letzten zwei Tagen (17./19.) sogar um 4,5 m in die Höhe ging, in der gleich langen Frist darauf aber nur um 0,5 m fiel. Bei diesem langsamen Ablauf der beiderseitigen Hochwassermengen konnte eine Vereinigung derselben in der untersten Strecke des San um so weniger ausbleiben, als auch noch diejenige Pegelstelle (Rzeszów) den Höchststand zuerst hatte, von welcher bis zum Vereinigungspunkte beider Gewässer eine um rd. 30 km längere Wegstrecke zurückzulegen ist. Naturgemäß ist aber nicht gerade ein genaues Zusammentreffen der eigentlichen Höchstmengen anzunehmen. Dagegen würde schon die Erscheinung sprechen, daß an den Pegelstellen der untersten Strecke des San nicht mehr die Rück-, sondern die Vorderseite der Wellenkuppe die flachere Wölbung besitzt. Wahrscheinlich kam diese Aenderung der Wellenform dadurch zu Stande, daß die Welle des San durch die des Wisłok ein wenig überholt wurde. Außerdem ist zu bemerken, daß bei Rudnik, also unterhalb der Wisłokmündung, schon zwischen den Beobachtungen am 19. und 20. eine kleine Fluthwelle vorüberging, die nicht durch die Hauptanschwellung des Wisłok hervorgerufen worden sein kann, da diese so früh noch nicht zur Geltung kommen konnte. Möglicherweise rührte jene vorausseilende kleine Welle aus den Hügellandbächen (Mlecza u. s. w.) her, die sich in die unterste Strecke des Wisłok ergießen.

Die starke Abflachung auch der Vorderseite der Welle ergibt beim San die eigenthümliche Erscheinung, daß er in Folge des frühzeitigen Regens im Flach- und Hügelland und des schnellen Wasserabflusses aus dem Hügellande in seiner untersten Strecke ebenso zeitig zu steigen begann wie die Sola und Skawa in der Nähe ihrer Mündungen, obschon die Länge der Gewässer eine so verschiedene ist. Während in jenen kleinen Flüssen aber der Wellenscheitel der ersten Erregung fast auf dem Fuße folgte, verstrichen in der untersten Strecke des San bis dahin 5 Tage (17./22.). Für den Verlauf des Hochwassers im Weichselstrom blieb er, ein so umfangreiches Gebiet sein Gewässernez auch bedeckt, hierdurch insofern von untergeordneterer Bedeutung, als er ziemlich wenig auf die höchste Höhe desselben, wohl aber auf die Gesamtmenge des Abflusses einwirkte. Und hiermit sind wir zu dem zweitwichtigsten Punkte in der Schilderung dieses Hochwassers gekommen.

Der Anstieg des Wassers begann bei Warschau etwa 4 Tage später, als in der Weichsel oberhalb des San, vollzog sich aber so lebhaft, daß der Wellenscheitel nur etwa 3 Tage später eintrat, als bei Dzików der Anstieg in der Hauptsache beendet war. Sollte die Fluthwelle hier thatsächlich nur den einen Wellengipfel am 22. besessen haben, so würde der Höchststand bei Warschau auf diesen in der noch kürzeren Frist von etwa  $1\frac{1}{2}$  Tagen gefolgt sein. Die Zwischenstrecke mißt 256,7 km, so daß selbst eine dreitägige Zwischenzeit noch immer eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 3,6 km in der Stunde ergibt. Der San bleibt hierbei ganz außer Betracht, da zwischen der höchsten Anschwellung seiner untersten Strecke und derjenigen bei Warschau gar nur eine knapp eintägige Frist liegt. Man hat aber auch wohl nicht anzunehmen, daß der Zeitpunkt des Wellenscheitels bei Warschau hauptsächlich durch das Hochwasser der Oberen Weichsel bestimmt wurde. Denn da der San noch im Steigen war, so dürfte der



Scheitel der Weichselwelle an seiner Mündung einigen Aufenthalt gefunden haben, was seine Geschwindigkeit in der russischen Strecke noch vergrößern würde. So bestätigt sich also die bereits auf S. 105/6 und S. 118 geäußerte und theilweise schon dort begründete Vermuthung, daß die Hochfluthen bei Warschau durch das Wasser aus den russisch-polnischen Flüssen eingeleitet werden, und daß auf diese Weise die auffallend rasche Fortbewegung des immer wieder von anderen, aus geringeren Entfernungen anlangenden Wassermassen gebildeten Fluthscheitels verursacht wird. Bei Warschau hat dieser fördernde seitliche Zufluß aber seinen Höhepunkt überschritten; der Narew dürfte, da der Bug viel langsamer vom Hochwasser durchlaufen wird, im Gegentheil vielfach sogar hemmend auf den Fortschritt der Welle wirken. So ermäßigt sich die Fortpflanzungsgeschwindigkeit zwischen Warschau und Thorn denn auch auf nicht ganz 3 km in der Stunde (212 km in 3 Tagen), während der erste Anstieg sich allerdings um etwa die Hälfte dieses Betrages schneller fortpflanzte (in 2 Tagen). Abgesehen von der hierdurch bedingten Dehnung des vorderen Hanges der Fluthwelle ähnelt die Wellenlinie für die Pegelstelle Thorn derjenigen für Warschau außerordentlich. Vor Allem ist hervorzuheben, daß an beiden Orten, nachdem der Wasserspiegel zunächst in 2 bis 3 Tagen um  $1\frac{3}{4}$  m gesunken war, der weitere Abstieg sehr langsam vor sich ging. Es folgte also nunmehr das Wasser aus dem Oberlaufe der Oberen Weichsel, dem San und den sonstigen Nebenflüssen nach, die auf den Wellenscheitel nicht unmittelbar einwirkten.

Wie das Hochwasser auf preußischem Gebiet auftrat, wird in Bd. IV, 2. Abth. 1. Kap. kurz erörtert.

## 2. Hochfluthen vom August 1839, Juli 1845 und Juni 1847.

Wenden wir uns den beiden anderen Sommerhochwassern zu, die nach der Tabelle auf S. 477 sowohl in der Kleinen, als auch in der Oberen und Mittleren Weichsel von erster Ordnung waren, so bietet dasjenige vom August 1839 ein von dem soeben beschriebenen Falle grundverschiedenes Bild. Beobachtungen liegen über dasselbe nur von M.-Berun, Krakau, Warschau und für die preußische Strecke des Stromes vor, die in der bildlichen Darstellung (vergl. Kartenbeilagen) durch die Pegelstelle Thorn vertreten ist. Merkwürdig ist dieses Hochwasser schon dadurch, daß in einer Zeit von nicht ganz einem Monat drei Anschwellungen des Stromes stattfanden, unter denen die letzte allerdings, wenn man sie mit dem ihr unmittelbar vorangehenden Wellenthale vergleicht, ziemlich bedeutungslos war, während die mittlere das eigentliche Hochwasser erster Ordnung bildete. Seine hauptsächlichste Abweichung von dem soeben behandelten Fall aber besteht in der Fortpflanzungsweise der Wellen auf der Strecke von Krakau nach Warschau. Während im Juni 1847 zwischen den Höchstständen bei Krakau und Warschau nur etwa ein Tag verstrich und der bei Warschau beobachtete Wellenscheitel seinen Ursprung also keinesfalls in der Fluthwelle der Oberen Weichsel haben konnte, wäre es bei den jetzt betrachteten Anschwellungen scheinbar möglich, daß die Fluthwellen in der Form, wie sie bei Krakau vorübergingen, die Führung der Wellenscheitel durch den ganzen Strom hindurch festhielten. Denn sowohl



bei der ersten, wie bei der zweiten Anschwellung folgte der Wellenscheitel bei Warschau demjenigen bei Krakau erst in etwa  $4\frac{1}{2}$  Tagen nach, bei der dritten sogar wohl erst in etwa 5 Tagen. Um die Zwischenstrecke gleichmäßig schnell zu durchlaufen, hätten die ersten beiden Wellen eine Geschwindigkeit von 4,0 km in der Stunde besitzen müssen, während sich für den dritten Scheitel sogar nur 3,6 km ergeben. Diese Werthe könnten aber um so annehmbarer erscheinen, als sich ähnlich hohe Zahlen auch für die Strecke Warschau—Thorn ergeben.

Allerdings erweist letzterer Vergleich sich als unzulässig, wenn man erwägt, daß auf der Strecke unterhalb der Narewmmündung das Ueberschwemmungsgebiet viel kleiner ist als oberhalb Warschau, die Fortpflanzung der Wellen also unter sonst gleichen Umständen auf der Unteren Weichsel viel schneller vor sich gehen müßte. Es ist aber ohnedies fast mit Gewißheit zu behaupten, daß auch in dem jetzt betrachteten Falle nicht eine Fluthwelle in gewissermaßen geschlossener Form die ganze Stromstrecke von Krakau ab zurücklegte. Hierfür bieten nicht nur fast alle Hochwasser der neueren Jahre einen Beweis, für die auch die Wasserstände der Nebenflüsse bekannt sind, sondern auch aus dem Verlaufe des dritten Sommerhochwassers, das im ausländischen Strome durchweg von erster Ordnung war und dem soeben besprochenen nach einer nur sechsjährigen Pause — im Juli 1845 — folgte, geht dies hervor. Die Frist, die in diesem Falle zwischen dem Höchststande bei Krakau und dem bei Warschau verstrich, betrug allem Anscheine nach knappe vier Tage, also allerdings etwas weniger als 1839. Dieser geringe Unterschied fällt aber kaum ins Gewicht, wenn man sich auf Grund der Abbildung in den Kartenbeilagen vergegenwärtigt, daß allein die Zurücklegung der Strecke von Zawichost bis Warschau reichlich drei Tage erforderte (rd. 3 km stündlich). Bei der Aehnlichkeit aller Verhältnisse wird dies auch 1839 der Fall gewesen sein; zur Fortpflanzung des Höchststandes von Krakau bis Zawichost, die sich 1845 in nicht ganz Tagesfrist vollzog, würden dann aber nur  $1\frac{1}{2}$  Tage übrig bleiben, und dies ist zu wenig, als daß die Annahme einer einheitlichen Fluthwelle aufrecht erhalten werden könnte, da die Stromstrecke von Krakau bis zum Eintritt des Stromes in Rußland fast ebenso lang ist wie die russische Weichsel bis Warschau hin. Die Hochfluthen würden sich auch schwerlich auf der russischen Strecke als solche von erster Ordnung behauptet haben, wenn nicht allermindestens noch der Dunajec, wahrscheinlich aber auch die Gruppe der östlicheren Flüsse, wesentlich zu ihrer Ausbildung beigetragen hätte, und Alles weist darauf hin, daß das von der Kaba, dem Dunajec und der Wisloka gebrachte Wasser auch in diesen Fällen die Führung des Fluthscheitels an sich riß. Auch auf der russischen Strecke erleichterte wohl eine kräftige seitliche Wasserzufuhr das Fortschreiten der Welle; denn sonst würde im Juli 1845 der Wellenfuß für die Zurücklegung der Strecke Zawichost—Warschau schwerlich nur zwei Tage nöthig gehabt haben und der Anstieg bei Warschau wieder so steil gewesen sein. Bei der großen Anschwellung gegen Ende August 1839 legte der Wellenfuß in derselben kurzen Zeit von nur zwei Tagen sogar scheinbar die Strecke von Krakau bis Warschau zurück, ein Beweis, daß der Anstieg in der ganzen Oberen Weichsel wohl ziemlich zu einunddemselben Zeitpunkte einsetzte und die Welle dann



in ähnlicher Weise weiter fortschritt wie im Juli 1845. Erwähnt sei noch, daß der am 21. Juli 1845 bei Krafau beobachtete Höchststand aus der Kleinen Weichsel gekommen und von N.-Berun bis dorthin (83,7 km) in  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Tagen hinabgelangt zu sein scheint. Der Vorübergang der Wellen der Sola und Skawa macht sich dagegen schon am 18. deutlich geltend, und es ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß auch der erwähnte, mehrere Tage danach beobachtete Höchststand durch eine erneute Erregung dieser Flüsse herbeigeführt wurde, wofür allerdings eine Andeutung nicht vorliegt.

Sofern diese Darlegungen auch in den Punkten zutreffen, in denen man auf Vermuthungen angewiesen ist, so stimmen die bisher behandelten Fälle bei allen sonstigen Abweichungen darin überein, daß alle galizischen Gebirgsflüsse sich wohl ziemlich gleichmäßig in Erregung befanden. Auffallender Weise bietet nun unter den auf S. 477 verzeichneten Hochwassern sogar dasjenige vom Juni 1847 kein Beispiel dafür dar, daß die Hochfluth vorwiegend durch die Gruppe der westlichen Flüsse erzeugt wurde, obschon eine solche Vermuthung sich um so eher aufdrängen muß, als dieses Hochwasser das einzige ist, das einerseits bei N.-Berun und bei Krafau von erster Ordnung war, während es andererseits bei Warschau so schwach auftrat, daß es hier nicht einmal zu denjenigen dritter zählt. Allein die Thatfachen lassen keinen Zweifel: Am Pegel zu N.-Berun stieg das Wasser drei Tage lang sehr kräftig, nämlich von 0,39 m am 11. auf 4,55 m am 14. Der Wellenscheitel ging wohl zwischen dem 14. und 15. vorüber, da an letzterem wieder ein Wasserstand von 4,55 m gefunden wurde. Bei Krafau war es ganz ähnlich. Der Anstieg begann auch hier nach einem vorher ebenfalls sehr gleichmäßigen Wasserstande am 11., und am 15. und 16. wurde ein um 4,43 m höherer Wasserstand wahrgenommen. Bei Zawichost stieg das Wasser dagegen schon seit dem 5., allerdings viel langsamer, und der Höchststand trat am 17. oder vielleicht gar schon am 16. ein. Vom Fuße der dort vorübergegangenen Welle läßt sich also mit Sicherheit, von ihrem Scheitel aber wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit behaupten, daß sie nicht aus der ersten Strecke der Oberen Weichsel kamen. Immerhin werden die östlichen Beskidensflüsse von der Hochwassererscheinung nicht ganz in dem Maße ergriffen gewesen sein wie die westlichen.

### 3. Hochfluth vom Juni 1894.

Ähnlich war es bei der Hochfluth vom Juni 1894, der einzigen, die in der Tabelle auf S. 477 noch für N.-Berun und Krafau als solche von erster Ordnung verzeichnet ist. Auch im Gebiet der Oberen Oder trat dieses Hochwasser recht lebhaft auf, worüber sich im Zentralblatt der Bauverwaltung (1894) eine auch als Sonderdruck herausgegebene Schilderung findet. Bezüglich der Witterungslage, welcher die Hochwassererscheinungen entsprangen, sei auf die genannte Darstellung verwiesen. Wie dort erwähnt, traf das Unwetter die Westbeskiden ganz besonders stark. Ganz wie im Juni 1884 handelte es sich wieder um ungewöhnliche Zunahme der Niederschlagsstärke inmitten einer überhaupt recht regenreichen Zeit. Orte mit weniger als 25 Niederschlagstagen im Juni sind namentlich in



dem westlicheren Gebietsheile nur als Ausnahmen zu finden, die zum Theil nicht einmal glaubwürdig erscheinen. Die größte Stärke des Regens fällt fast durchweg auf die Mitte des Monats, und namentlich das Gebiet der Kleinen Weichsel weist in dieser Hinsicht schwerwiegende Zahlen auf. So fielen z. B. in Weichsel-Gzarny (in 510 m Meereshöhe) während vier Tagen vom 15. bis zum 18. Juni 417,0 mm, in Weichsel selbst (77 m tiefere Lage) vom 13. bis zum 17. Juni 287,4 mm, und die Monatssummen des Niederschlages betrugen an diesen Punkten 645 und 473 mm. Als größte Tagesmenge giebt Weichsel-Gzarny 147,4 mm (am 17.), Weichsel 102,7 mm (am 16.) an. (Die Zeitpunkte der Messung und Aufzeichnung sind wahrscheinlich nicht ganz die gleichen.) Weiter östlich ermäßigen sich diese Höchstmengen ziemlich schnell, während dies nicht auch von dem Gesamtregenfall gilt. So betrug die Monatssumme desselben im Gebiet der Sola bei Gjecina 414, bei Saybusch 317, bei Kobjernice 264 mm; als Tageshöchstmengen sind dagegen nur noch 76,4 mm (am 15. bei Saybusch) verzeichnet. Ähnlich geht es weiter nach Osten fort. So hatte z. B. im Gebiete der Skawa der Ort Zawoje 317 mm Gesamtregenfall während des Monats, hiervon aber 58,3 mm am 16. und 70,1 mm an den beiden vorhergehenden Tagen zusammen, entsprechend im Gebiete der Raba der Ort Kasina-wjelka insgesammt 292 mm, hiervon 131,1 mm vom 14. zum 16., im Gebiete des Dunajec Zakopane 317 mm im Monat und hiervon 143,4 mm am 16. und 17., ferner Orlo, das zum Poprad entwässert, 223 mm im Monat und 110,5 mm vom 15. bis zum 17., endlich das zum Theilgebiet der Biala gehörige Tarnow 169 mm und hiervon 48 mm am 15. In den Gebieten der östlicheren Flüsse kamen dagegen Tagesmengen von mehr als 40 mm nur ganz vereinzelt vor. Seine größte Stärke hatte der Regen hier größtentheils am 16. oder 15., zum Theil auch noch früher.

In Folge der sich immer wieder erneuernden Regenfälle folgten auch in den westlichen Flüssen trotz der einfacheren Gliederung ihres Gewässeretzes mehrere Fluthwellen auf einander. Bei Drahomischl z. B., wo die Kleine Weichsel starken Anstau erleidet, hob der Wasserspiegel sich vom 14. zum 17. insgesammt um 6 m, fiel dann in zwei Tagen um 5 m und stieg hierauf rasch nochmals um mehr als 3 m empor. In der Flachlandstrecke des Flusses glichen sich die Fluthwellen jedoch in Folge der Verlangsamung des Abflusses nahezu gegen einander aus, so daß bei N.-Berun der zweite Wellenscheitel sehr gegen den ersten zurücktritt, der dem Höchststande in Drahomischl in ungefähr zwei Tagen folgte, die Zwischenstrecke also mit der geringen Geschwindigkeit von weniger als 2 km stündlich durchschritt.

Inzwischen war in die Obere Weichsel längst wieder eine Hochwasserwelle aus der Sola eingetreten, und zwar durchlief der Wellenscheitel die Strecke von der Sola zur Skawamündung zwischen den Ablejungen vom 17. und 18. Juni. Die Welle der Skawa dürfte derjenigen der Sola wieder ein wenig vorausgegangen sein, da beide Flüsse ihr Hochwasser gleichzeitig brachten. Doch kann der zeitliche Unterschied in ihrer Einwirkung auf den Strom nicht bedeutend gewesen sein, da in der auf Grund der einmalig täglichen Beobachtungen entworfenen Wasserstandslinie die Wellen nicht getrennt zum Ausdruck gelangen. Bei Krakau folgte die höchste Erhebung des Wasserspiegels etwa  $1\frac{1}{2}$  Tage



später als in den Mündungstrecken der angegebenen Flüsse. Ungefähr zu derselben Zeit wie bei letzteren war aber auch das Hochwasser der Raba schon bis zur Mündung des Flusses hinabgeeilt, und so gewann die von der Raba gebrachte Fluthwelle einen derartigen Vorsprung, daß das Wasser des Stromes zunächst wieder um mehrere Dezimeter fiel und erst etwa zwei bis drei Tage nach Vorübergang jenes ersten Wellenscheitels der Höchststand des Stromes eintrat. Um die 57 km lange Strecke von Krakau bis Popendzyna zu durchmessen, hatte der Scheitel annähernd zwei Tage gebraucht, und diese auffallende Langsamkeit der Bewegung ist hauptsächlich wohl auf die durch mangelhafte Bedeichung bedingte Ausbreitung des Wassers zurückzuführen.

War bisher schon die Führung des Hochwassers immer an den neu hinzutretenden größeren Nebenfluß übergegangen, so war dies beim Dunajec in noch viel ausgeprägterer Weise der Fall. Wie eine Vergleichung der Wasserstandslinien für die Pegelstellen Jagodniki und Karsty lehrt, trat unterhalb der Dunajecmündung der Höchststand um etwa  $2\frac{1}{2}$  Tage früher ein, als in der Stromstrecke oberhalb. Allerdings war um die Zeit, als der Dunajec seine größte Wirkung auf den Strom ausübte, auch dieser von seinem Höchststande nur noch um etwa 0,7 m entfernt, da die verschiedenen in den Hauptstrom eingetretenen Nebenflußwellen sich schon vor der Dunajecmündung soweit mit einander vereinigt hatten, daß der Wasserspiegel etwa sechs Tage lang über 3,0 m a. P. Jagodniki blieb. Diese flache Form des Wellenscheitels bewirkte, daß die soeben betrachtete Fluthwelle des Stromes unterhalb der Mündung des Dunajec, obgleich dieser Fluß sehr rasch wieder gefallen war, einen scharf ausgeprägten zweiten Fluthscheitel nicht erzeugen konnte, sondern daß nur kleine Ungleichmäßigkeiten in dem langsamen Absinken des Wassers noch auf dessen verschiedene Ursprungsgebiete deuten.

Auffallend ist das oben erwähnte rasche Absinken des Wassers im Dunajec, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die Fluthwellen aus seinem Gewässerneze wegen dessen ausgedehnter Gliederung unmöglich zu gleicher Zeit an der Mündung des Flusses eingetroffen sein können. Eine nähere Betrachtung zeigt, daß zunächst schon das Hochwasser der ersten Hauptstrecke des Flusses demjenigen des Poprad voranging; denn der Dunajec erreichte bei Gólkowice bereits am 16. seinen höchsten Stand, der Poprad den seinigen bei N.-Sandec hingegen erst am folgenden Tage. Aber schon bei N.-Sandec ist von dieser zeitlichen Verschiebung, wenigstens in den einmalig täglichen Beobachtungen, nichts zu bemerken, da zwischen dem 16. und 17. hier eine drei bis vier Tage dauernde Absenkung des Wasserspiegels begann und erst dann eine Unterbrechung derselben erfolgte, in der aber unmöglich noch das erwähnte Hochwasser des Poprad fortwirken konnte. Die 67,1 km lange Strecke von N.-Sandec bis Bgłobice durchschritt der Wellenscheitel in einer Frist von einem halben bis dreiviertel Tagen. Trotz dieser beträchtlichen Geschwindigkeit holte er aber die Fluthwelle der Biala schwerlich noch in ihrem Scheitelpunkt ein. Denn der Höchststand des Dunajec wurde bei Bgłobice erst am 17. beobachtet, derjenige der Biala aber an der Pegelstelle Koźmice, die vom Vereinigungspunkte beider Gewässer nur wenige Kilometer weiter absteht, schon am 16. Juni; und die ganze Form der Wasserstandslinien macht es nicht wahrscheinlich, daß der genauere Zeitunter-



schied zwischen den Höchstständen etwa weniger als einen halben Tag ausmachte. Andererseits dürfte er auch nicht viel größer gewesen sein; denn auch in der untersten Strecke des Flusses zeigen die täglich abgelesenen Pegelstände in den Tagen, um die es sich hier handelt, nur ein einfaches Ansteigen und Wiederabsinken des Wassers.

Der Dunajec blieb gleichfalls für den vorderen Gang der Fluthwelle des Stromes noch nicht ausschlaggebend; denn ungefähr zu derselben Zeit, als sein höchstes Wasser die Mündung des Flusses erreichte (am 17.), war dies auch bei der 66 km weiter unterhalb mündenden Wisloka der Fall, die von ihrer zugleich durch die Ropa und Jasiolka gespeisten, allerdings recht mäßigen Fluthwelle ebenfalls in der kurzen Frist eines Tages durchheilt worden war. So kam es, daß der Strom auch bei Dzikow sein höchstes Wasser annähernd gleichzeitig führte wie bei Krakau (am 18.). Die Wassermassen, die später anlangten, trugen dann namentlich dazu bei, den Wasserspiegel lange Zeit in hoher Lage zu erhalten.

Ungefähr zu derselben Zeit, zu der sich unmittelbar oberhalb der Sanmündung das meiste Wasser anfang, gelangte im Juni 1894 auch die Hochwasserwelle des San in den Strom. In dem San scheinen sich, ähnlich wie es beim Weichselstrom in größerem Maße der Fall war, gleichfalls immer wieder neue Fluthwellen vor die auf längerem Wege anlangenden geschoben zu haben. Denn es dauerte nur etwa drei Tage, ehe der Wellenscheitel von Postolow bis in die unterste Flußstrecke gelangte; bei dem zuletzt sehr schwachen Gefälle des Flusses würde es aber höchst unwahrscheinlich sein, daß ein und dieselbe Fluthwelle diese Flußstrecke, die eine Ausdehnung von beinahe 300 km besitzt, in so kurzer Zeit, also mit einer scheinbaren Durchschnittsgeschwindigkeit von mehr als 4 km in der Stunde durchlief. Doch ist dem gegenüber mit ziemlicher Sicherheit festzustellen, daß der Wislok, dieser bedeutendste Nebenfluß des San, sein größtes Wasser mit dem des Hauptflusses vereinigte, was vom 17. zum 18. Juni geschah.

In den Weichselstrom gelangte der Scheitel der so gebildeten Fluthwelle diesmal allem Anscheine nach ein wenig früher, sicherlich aber nicht später, als dessen eigener Höchststand von der Wislokamündung herabkam; denn die Wasserstandslinien hinterlassen den Eindruck, daß die Pegelstellen Dombrowa-wrzaswska und Chwalowice, von denen jene 5 km ober-, diese 5 km unterhalb der Sanmündung liegt, den Höchststand ungefähr zu derselben Zeit hatten. Letzteres war am 19. Juni der Fall. Die eigenartige Gliederung des Gewässerneckes brachte es also mit sich, daß ein einziger Tag genügte, um den höchsten Wasserstand sprunghaft von Krakau bis zur Mündung des San vordringen zu lassen.

In der Mittleren Weichsel stellte sich, wie schon erwähnt wurde, nur ein Hochwasser zweiter Ordnung ein, obgleich diese Stromstrecke gleichzeitig die Fluthwelle der Oberen Weichsel und die des San empfing. In beiden war das Hochwasser nicht so bedeutend, daß dieses Zusammentreffen die Niederungen hätte gefährden können. In Folge der geringeren Regenstärke in den Ostbeskiden und den Karpathen war namentlich die Wasserführung der noch nicht einmal bis zur Höhe des mittleren Jahreshochwassers hinauf angeschwollenen Wisloka so mäßig, daß der Wasserspiegel im Unterlaufe der Oberen Weichsel nur gerade noch die erwähnte Durchschnittshöhe (MHW) erreichte. Im San ging er über diese zwar



hinaus, blieb dabei aber doch z. B. bei Majdan noch immer um 0,9 m unter der Scheitelhöhe vom Juni 1884 und gar um 1,9 m unter dem Höchststande vom Juli 1867. Die in Rußland mündenden Nebenflüsse dürften wieder nur in untergeordneter Weise auf den Strom eingewirkt, aber doch dessen Bett wenigstens soweit mit Wasser angefüllt haben, daß die aus der Oberen Weichsel und dem San eintreffende Fluthwelle den Weg für ein rasches Vordringen bereitet fand. Letzteres scheint bis zur preußischen Grenze hin mit ziemlich gleichmäßiger Geschwindigkeit erfolgt zu sein. Obgleich nämlich für Chwalowice leider nicht auch, wie für Warschau und Thorn, mehrmalige Pegelablesungen am Tage vorliegen, geht aus der bildlichen Darstellung der Wasserstände doch mit einiger Wahrscheinlichkeit hervor, daß der Wellenscheitel den Weg von Chwalowice nach Warschau in  $2\frac{1}{2}$  Tagen oder etwas kürzerer Zeit zurücklegte, was eine Geschwindigkeit von 3,8 km in der Stunde oder etwas darüber ergibt. Für die Strecke Warschau — Thorn findet man aber fast denselben Betrag, nämlich 3,9 km in der Stunde, da der Höchststand in Warschau am Abend des 21. (etwa um 9 Uhr), in Thorn in der Frühe des 24. (etwa um 3 Uhr) beobachtet wurde und auf diese Zwischenzeit von 54 Stunden eine Wegstrecke von 212 km kommt. Hervorzuheben ist noch, daß die Fluthwelle durch ein rascheres Absinken des Wassers in der untersten Stromstrecke wieder etwas spitzer wurde, als sie es längs der Oberen Weichsel gewesen war. So lag der Wasserspiegel z. B. bei Dzików am sechsten Tage nach dem Höchststande noch nicht um 1,5 m niedriger, wogegen bei Warschau und Thorn in dieser Zeit bereits eine Senkung um 2 m erfolgt war. Möglicher Weise erhielt die Welle diese spitzere Form durch die Wasserzufuhr aus dem russisch-polnischen Flachlande.

Die bisher genauer behandelten Fälle (Juni 1884 und Juni 1894) hatten das mit einander gemeinsam, daß die Hochwassererscheinungen sich auf alle galizischen Gebirgsflüsse erstreckten und jeder derselben auf den Verlauf der Fluthwelle im Strome, mehr oder minder merklich miteinwirkte. Allerdings traf der stärkste Regen im Juni 1894 das Gebiet der Westbeskiden, und die westlichen Flüsse geriethen mit Einschluß des Dunajec demzufolge in eine verhältnißmäßig heftigere Erregung, als die östlichen. Nächst dem Dunajec, dessen Ausnahmestellung schon auf S. 231 hervorgehoben ist, waren es trotzdem aber die östlichen Flüsse, welche für die Ausbildung und Fortpflanzung des Fluthscheitels bestimmend wurden und nach dieser wichtigen Richtung hin der Erscheinung ihr Gepräge gaben. Einige Hauptgründe hierfür liegen zu Tage: Schon das Gebiet der östlichen Flüsse ist zu bedeutend, als daß auch bei etwas schwächerem Regenfalle ihr Hochwasser ebenso in demjenigen des Dunajec gewissermaßen aufgehen könnte, wie dies mit dem der westlichen Flüsse geschieht. Außerdem münden sie unterhalb des Dunajec, wodurch sie diesem in der Einwirkung auf den Strom öfters zuvorkommen, was namentlich von der schlank verlaufenden Wisloka gilt.

#### 4. Hochfluth vom Juli 1867.

Gerathen die östlichen Flüsse gar in wesentlich stärkere Erregung als die westlichen, so geben sie in Folge der in ihnen bewegten größeren Wassermassen



für die Anschwellungen des Hauptstromes um so mehr den Ausschlag. Ein solcher Fall lag im Juli 1867 vor, in welchem vor Allem über das Sangebiet ein gewaltiges, bisher nicht wieder an Höhe erreichtes Hochwasser hereinbrach. In der Oberen Weichsel bietet die Erscheinung nichts besonders Bemerkenswerthes. Krakau hatte unter der Einwirkung der Sola und Skawa ein Hochwasser dritter Ordnung, dessen Fluthsichel bereits am 10., nur einen Tag nach dem Beginn der Anschwellung eintrat, während der Wasserspiegel der Kleinen Weichsel bei N.-Berun noch drei bis vier Tage lang langsam weiter stieg, ohne jedoch die Hochwassergrenze überhaupt zu erreichen. Schon der Dunajec schwoll dagegen recht bedeutend an, bei N.-Sandec etwa um 3,2 m, bei Zglobice wohl etwa um 5, bei Zabno um mindestens wieder 3,2 m. Für die beiden ersten Pegelstellen ist seitdem ein ebenso hoher Wasserstand nicht wieder verzeichnet worden (vergl. S. 380); vielmehr lautet die entsprechende Angabe für das Hochwasser vom Juni 1884, das an beiden Stellen das nächstgrößte war, bei N.-Sandec um 0,2 m, bei Zglobice sogar um 1,2 m niedriger, und letztere Zahl würde sich wohl noch erhöhen, wenn die wirklichen Fluthsichel bekannt wären. Bei der Pegelstelle Zabno fällt dagegen der Hochfluth von 1884 ein Mehrbetrag um rd. 1 m zu; doch ist, da hier auch andere Sommerhochwasser der neueren Zeit (Juni 1893 und Juni 1894) ähnlich hoch sind, die Angabe für 1867 wohl mit den späteren nicht ganz vergleichbar. Zwischen dem Höchststand in N.-Sandec und dem in Zglobice verstrich im Juli 1867 reichlich ein Tag, was für die nur 67 km lange Zwischenstrecke ziemlich viel ist. Zweifellos hatte die unterhalb der Bialamündung gelegene Pegelstelle Zabno den Höchststand wieder erheblich früher als Zglobice, so daß also auch diesmal das Hochwasser der Biala dem des Hauptflusses vorangegangen sein muß. Doch besteht andererseits auch darin eine Aehnlichkeit mit den oben untersuchten Fällen, daß die einmalig täglichen Beobachtungen nicht hinreichen, um an der Wasserstandslinie für Zabno allein den Vorübergang mehrerer Fluthwellen ersichtlich zu machen. Die Welle der Wisloka, die bei Labuzje eine Höhe von etwa 5 m hatte und damit eine Wasserstandshöhe (5,06 m a. P.) ergab, die nur durch die Hochfluth von 1884 überholt wurde, dürfte mit der des Dunajec ziemlich zusammen eingetroffen sein. Unter der Einwirkung dieser Flüsse bildete sich im Strome eine Fluthwelle heraus, die an der Pegelstelle Dzifow eine Höhe von etwa 3 m (3,56 m a. P.) besaß und ihren Scheitel hier ungefähr einen Tag später vorüberführte, als Krakau den Höchststand gehabt hatte. Das Hochwasser, das von dort her nachfolgte, konnte also wieder nur noch dazu beitragen, den Rücken der Welle zu dehnen. Der Wasserspiegel behauptete denn auch, nachdem er erst um etwa 1 m gesunken war, mehrere Tage hindurch fast dieselbe Höhe.

Unter der mächtigen Einwirkung des San wurde dieses Sommerhochwasser für die russische Stromstrecke das dritthöchste der auf S. 477 verzeichneten. An der Pegelstelle Postolun der Gebirgstrecke des Flusses wuchs das Wasser zwischen den Pegelablesungen am 8. und 9. um 4,66 m, und der nicht näher bekannte Wellensichel, der wohl erst etwas später vorüberzog, dürfte mindestens die Pegelhöhe von 6 m erreicht, das Mittelwasser also um 5,8 m, das mittlere Hochwasser des Jahres aber um 3,5 m überragt haben, also noch immer um mehr, als die mittlere



Jahresschwankung ausmacht. Bei der nächsten, damals beobachteten Pegelstelle Przemyśl ging der Wellenscheitel nur um den Bruchtheil eines Tages später vorüber. Da die Zwischenstrecke aber 129 km beträgt, so haben die vielen in dieselbe mündenden Seitengewässer wohl beträchtlich bei dieser schnellen Abwärtsführung der Fluthwelle mitgewirkt. Von einer Aufeinanderfolge mehrerer Wellen ist jedoch in den einmalig täglichen Beobachtungen wieder nichts zu bemerken. Das Wasser stieg vielmehr vom 9. zum 10. des Monats jähe um 6,69 m oder 188 % der mittleren Jahresschwankung, wodurch ein Wasserstand von fast 7 m über Mittelwasser erreicht wurde, ohne daß es ausgeschlossen ist, daß der wirkliche Höchststand noch einige Dezimeter höher war. Hiervon abgesehen, fiel das Wasser vom 10. zum 11. um rund 0,6 m und an den beiden nächsten Tagen insgesammt noch um 4,1 m. In völliger Abweichung hiervon befinden sich die von der Pegelstelle Radymno berichteten Pegelhöhen. Obgleich dieselbe nämlich nur 31 km weiter flußabwärts liegt als Przemyśl, soll der Wellenscheitel bei ihr erst am 13. Juni, also drei Tage später eingetroffen sein als dort, während er bei Majdan schon wieder am 12. eintraf, also zu einer Zeit, wo er sehr wohl von Przemyśl (155 km in zwei Tagen) und von Rzeszów aus dem Wisłok (152 km in zwei Tagen) bis in die Mündungstrecke hinab gelangt sein konnte; denn dazu gehörte nur eine Geschwindigkeit von wenig mehr als 3 km in der Stunde. Der Wisłok hatte, wie schon hiermit angedeutet ist, seinen Höchststand nämlich ebenso wie der San bei Przemyśl am 10., und zwar war auch jener von einer Höhe (8,64 m nach der jetzigen Pegeltheilung oder 6,39 m über Mittelwasser), wie sie seitdem nie wieder erreicht worden ist. Der letzte 24-stündige Zuwachs hatte etwa 5,7 m betragen; dann sank der Wasserspiegel langsam zurück, und zwar auch hier, ohne daß die immer durch den Zeitraum eines Tages von einander getrennten Beobachtungen auf ein Nachströmen erneuter Fluthwellen schließen ließen. Wisłok und San haben ihr Hochwasser also allem Anschein nach wieder mit einander vereinigt. Von der auffallenden Verspätung des Wellenscheitels bei Radymno muß man hierbei allerdings gänzlich absehen. Sie wäre wohl nur dadurch zu erklären, daß die Hauptmasse des Wassers sich zeitweilig ein ganz anderes Strombett suchte und erst allmählich wieder den alten Lauf aufnahm.

Da bei Majdan der Höchststand des San erst einen Tag später eintrat als der Höchststand der Weichsel bei Dzików (24 km oberhalb der Sanmündung), so ist es ziemlich ausgeschlossen, daß der Höchststand des Stromes unterhalb der Einmündung jenes Flusses sich früher herausbildete als oberhalb. Das Steigen wie das Sinken des Wassers begann bei Warschau ungefähr drei Tage später als bei Dzików, und dies bedingt eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von  $3\frac{1}{2}$  km in der Stunde, die sich den oben für die gleiche Strecke angegebenen Werthen gut anschließt und auch zu einer stetigen Fortpflanzung der Fluthwelle gut paßt. Eine wie gewaltige Wassermasse in der Rückseite derselben vereinigt war, geht daraus hervor, daß das Wasser bei Warschau erst in ungefähr zehn Tagen auf seinen Stand vor der Anschwellung zurücksank, welche im Ganzen etwa 4,3 bis 4,4 m in drei Tagen betrug. Um bis Thorn vorzudringen, brauchte die Wasserwelle noch  $2\frac{1}{2}$  bis drei Tage.



### 5. Andere Sommerhochfluthen. Schlußbemerkung.

Man könnte auf Grund der Tabelle auf S. 477 vermuthen, daß die Hochfluth vom Mai 1874 mit der soeben behandelten einige Aehnlichkeit habe, da auch sie in der Oberen Weichsel nur die dritte Hochwasserstufe erreichte und erst in der russischen Stromstrecke als Hochwasser erster Ordnung auftrat. In der That war wiederum die östliche Gruppe der galizischen Nebenflüsse vorwiegend an der Erzeugung dieses Hochwassers theilhaftig. Aber die Wasserstände waren von vorn herein wohl vom Abschmelzen des Schnees her noch ungleich höher als im Juli 1867, und so genügten ziemlich mäßige und träge Anschwellungen, um im Strome ein schließlich recht bedeutendes Hochwasser entstehen zu lassen. Von Dzikow bis Warschau drang dasselbe wieder in ungefähr drei Tagen vor; dagegen trat bei Dzikow der Höchststand schon einen Tag früher ein als bei Krakau, während es 1867 umgekehrt war.

Ihrer Höhe wegen sind noch besonders die Hochfluthen vom August 1813 und vom Juli 1844 erwähnenswerth, deren Verlauf auf preussischem Gebiete in Bd. IV, Abth. 2, Kap. 1 behandelt ist. Das Hochwasser vom August 1813 trat auch im Oberstromgebiet mit einer solchen Heftigkeit auf, daß es stellenweise wie in der Oberen Weichsel alle übrigen Hochfluthen des Jahrhunderts überragte. Bei N.-Berun ist seine Höhe nicht genau festgestellt worden; doch soll die Anschwellung im September 1833, die seitdem die höchste geblieben ist, noch um 2 bis 3 Zoll höher gegangen sein. Schon bei Krakau erhob sich der Wasserspiegel dagegen beträchtlich über alle übrigen seitdem bekannt gewordenen Wasserstände, denn seine Scheitelhöhe betrug nach einer Angabe  $15\frac{1}{2}$  Wiener Fuß oder 4,90 m, nach einer anderen noch 2 Zoll oder 5 cm mehr über dem unseren Tabellen zu Grunde liegenden Nullpunkt, woraus man auf eine Abflußmenge von 2140 cbm/sec geschlossen hat (S. 247). Der Tag des Eintritts des Wellenscheitels war nicht genau zu ermitteln. Für das Pegelwesen der russischen Weichsel wurde dieses Hochwasser insofern maßgebend, als man sich in der Höhe, bis zu der man die Pegeltheilung durchführte, nach ihm richtete. Eine schon auf S. 271 erwähnte Angabe Kolberg's, wonach die Hochfluth bei Zawichost um 21 Fuß 8 Zoll 10 Linien neupolnischen Maßes, d. h. 6,26 m über Pegelnull ging, erscheint unsicher, da sie sich vermuthlich nicht auf den der Beobachtungsreihe 1841/59 (vergl. S. 302) zu Grund gelegten Nullpunkt bezieht. Bei Warschau erlangte der Wasserspiegel eine Höhe von 6 m über dem späteren Pegelnullpunkt. Der Wellenscheitel wurde hier am 30. August beobachtet, bei Kulm und bei Graudenz am 2. September.

Die Hochfluth vom Juli 1844 erhob sich bei Warschau um mehr als einen halben Meter höher und steht damit innerhalb des Jahrhunderts unerreicht da, während bei Krakau schon die Hochfluth des folgenden Jahres über sie hinausging. Wahrscheinlich wurde sie also durch die unterhalb Krakau mündenden galizischen Flüsse in besonders hohem Maße gespeist. Im Einzelnen bietet sie, so weit die wenigen vorliegenden Beobachtungsreihen erkennen lassen, nichts Eigenartiges. Bei Krakau traten zwei Wellenscheitel ein, der erste, offenbar unter Einwirkung der westlichen Flüsse, einen bis zwei Tage vor, der zweite



ebenso viel nach dem Vorübergang des Wellenscheitels der Kleinen Weichsel bei N.-Berun. Ziemlich gleichzeitig mit letzterem erschien der Wellenscheitel auch schon bei Zamichost, ungefähr zwei Tage später bei Warschau und nach Verlauf zweier weiterer Tage bei Thorn.

Schon die bisher besprochenen Beispiele thun wohl zur Genüge dar, daß sich durch die wechselnde Stärke der Erregung der einzelnen Flüsse, wie durch die Verfrühungen und Verspätungen, die sich dabei geltend machen können, eine schier verwirrende Fülle von Möglichkeiten bietet, in der aber das Voraneilen der Hochwasserwelle des Dunajec regelmäßig das Entscheidende bleibt und auch den Schlüssel zum Verständniß der ganzen Erscheinung liefert.

Die von der Kleinen Weichsel, der Sola und Skawa im Verein mit kleineren Nebengewässern ausgehende Einwirkung kann den Wasserstand bei Krakau mehrere Tage hindurch in fast gleich hoher Lage erhalten, so daß es reiner Zufall ist, wann sich hierbei der höchste Wasserstand ausbildet. So ereignete es sich z. B. im Mai 1877 (bei einem Hochwasser, das bei N.-Berun von erster, bei Krakau und Warschau von zweiter Ordnung war), daß der Höchststand bei Krakau erst an demselben Tage eintrat, an dem er andererseits nicht etwa bloß bis zur Sammündung, sondern sogar bis Warschau vordrang. Der Grund hierfür beruht darin, daß in Folge mehrfacher Fluthwellen der Sola und Skawa und einer sehr trägen Anschwellung der Kleinen Weichsel, die nur wegen des von vorn herein schon sehr reichen Wasservorrathes ein Hochwasser erster Ordnung ergab, der Wasserspiegel etwa zwölf Tage lang eine höhere Lage besaß als zuvor und hernach, wobei sich zwei Fluthscheitel herausbildeten, unter denen der zweite den ersten zufällig überragte. Für den weiteren Verlauf des Hochwassers war jener zweite Scheitel aber ganz belanglos, da der Dunajec und die Wisloka ihr Hochwasser wie gewöhnlich schon lange vor dem Eintreffen des ersten Fluthscheitels in den Strom gebracht hatten.

Als Gegenstück sei eine Anschwellung vom August 1882 erwähnt, deren Scheitel bei Skotschau und Drahomischl am 9., bei N.-Berun am 11., bei Krakau am 10., bei Jagodniki wieder am 11., bei Usze-jesnickje am 12., bei Dzikuw am 13., bei Warschau am 16. und bei Thorn merkwürdiger Weise schon 1 oder höchstens  $1\frac{1}{2}$  Tage darauf beobachtet wurde, wobei die Form der Welle hier wesentlich spitzer war. Damals ging die Welle des Dunajec trotz seiner nicht unbeträchtlichen Anschwellung der durch die Sola, Skawa und Raba erzeugten Welle nicht voran, und es wurde Dzikuw erst drei und Warschau demgemäß sechs Tage später vom Fluthscheitel erreicht als Krakau. Seine Erklärung findet dieser Ausnahmefall also darin, daß die Sola und Skawa verhältnißmäßig früher in Erregung geriethen als der Dunajec.

Die Betrachtung der Sommerhochfluthen des Weichselstroms zeigt, von dieser Ausnahme abgesehen, daß für das Hochwasser der Dunajec als eigentlicher Quellfluß des Hauptstromes anzusehen ist. Die von ihm ausgehende Hochwassererscheinung kann in Bezug auf Höhe und Fortpflanzungszeit wesentlich durch das Verhalten der unterhalb mündenden großen Gebirgsflüsse beeinflusst werden, in weit geringerem Maße durch die Nebenflüsse der Mittleren Weichsel, während die ober-



halb Krakau sich ergießenden Flüsse in der Regel nur auf die Nachhaltigkeit der Hochwasserführung einwirken. Vom Verhalten der Weichsel bei Krakau lassen sich also keine Rückschlüsse auf den Verlauf der Fluthwelle in der Mittleren und Unteren Weichsel ziehen. Eine möglichst lange vorgreifende Hochwasser-Voraus-sage würde daher beim Dunajec einsetzen und das gleichzeitige Verhalten der Wisloka und des San berücksichtigen müssen.

### III. Schmelzwasserfluthen und Eisverhältnisse.

#### 1. Eisverhältnisse.

Die Schmelzwasserfluthen hängen mit den Eisverhältnissen so nahe zusammen, daß es zweckmäßig ist, zunächst letzteren eine Betrachtung zu widmen. Ueber den physikalischen Vorgang der Eisbildung entnehmen wir dem geographischen Wörterbuch für Polen in freiem Auszuge folgende Bemerkungen.

Das Zufrieren der Weichsel bringt viele beachtenswerthe Erscheinungen mit sich. Manchmal freilich bildet sich überhaupt keine feste Eisdecke, z. B. in den Jahren 1791, 1796, 1843, 1852, 1881, 1884 und 1885. Durchschnittlich jedoch bedeckt sich der Strom in der zweiten Hälfte des Dezember mit Eis und befreit sich davon Anfangs März. Das Zufrieren erfolgt in der Weise, daß sich an geschützten Stellen viele Eisnadeln ansammeln, bis es schließlich den Anschein hat, als ob nicht Wasser, sondern eine Teigmasse sich fortbewege. Man pflegt dann zu sagen, es rinne Eiswasser. Außerdem bildet sich auch auf dem Grunde des Flusses Eis (sogenanntes Grundeis). Die Bildung der Eisnadeln, welche das Eiswasser anfüllen, geht am lebhaftesten nach Sonnenuntergang vor sich. Auf der Sohle des Strombettes entsteht eine weiche, schwammige, moosähnliche Eismasse, deren Dicke mehrere Dezimeter erreicht. Solches Grundeis läßt sich leicht mit einem Ruder zerschneiden, löst sich oft auch selbst vom Boden und gelangt in Stücken an die Oberfläche des Wassers. Wenn dann der Wasserspiegel mit einer dünnen Eisschicht überzogen wird, sammelt sich das vom Grunde aufsteigende Eis unter dieser Eisschicht an, wonach das weitere Gefrieren regelrecht vor sich geht, indem das Spiegeleis unter der Einwirkung des Frostes an Dicke zunimmt. Das ursprünglich unregelmäßig unter der Eisdecke gelagerte Grundeis wird mit der Zeit „ausgeleckt“, d. h. es wird durch die Strömung, die dort stärker ist als auf dem Grunde, zertheilt, friert aber nur an einzelnen Stellen an die Eisdecke an. Man kann beim Ausstechen des Eises beobachten, daß bei vielen Eisstücken die obere Seite rein und durchsichtig, die untere dagegen weißlich, porös, durch Schlammbeimengungen schmutzig und aus Kry stallen zusammengesetzt ist, die sich mit der Zeit vom Flußgrunde emporgehoben haben. Der Vorgang kann sich indessen auch derart abspielen, daß die Grundeisshollen an der Wasseroberfläche zusammen frieren, bevor dort eine Spiegeleisdecke entstanden ist. Eine derartige, bei starkem Froste durch Zusammenpressen und Festfrieren der treibenden Grundeisshollen entstandene Eisdecke ist auf der oberen Seite uneben, rauh und weißlich, auf der unteren Seite dagegen dicht und klar.