

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305512

x  
1463



Lehrer in Buchhändler-Gelegenheit:

- 1, Bindemann. Einfluss der Regulierung der Arbeit  
auf den Arbeitsvergnügen des Mannes in. Leipzig.
- 2, Schulte. Fortschritt in der Anwendung von Maschinen  
zur Erzeugung der Baumwolle.
- 3, Engels. Stoffindustrie.
- 4, Köhler. Geschichte der Baumwollindustrie und Baumwolle.
- 5, Thiele. Einfluss der Stoffindustrie auf die Volkswirtschaft  
in England in der Revolutionszeit. Braunschweig.
- 6, Just. Stoffindustrie in England für die Arbeiter der  
Baumwollindustrie in. Leipzig.
- 7, Körte. Fühlens. Fortschritt der Baumwollindustrie,  
insbes. in England.
- 8, Schulte, H. W. Die in der letzten Zeit der Industrie  
für Erfindungen in. Erfindungen und in den  
letzten Jahren der Industrie
- 9, Franz. Bewegung der Gewerbeindustrie in  
Erfindungen der Industrie.

F. No. 23708.

F. 2.

11.





VIII. INTERNATIONALER SCHIFFFAHRTS-CONGRESS

PARIS — 1900

---

I. FRAGE

---

**EINFLUSS DER REGULIRUNGSARBEITEN**

AUF DEN

ABFLUSSVORGANG DER STRÖME UND FLÜSSE

---

**BERICHT**

VON

**H. BINDEMANN**

Königl. Wasserbau-Inspector, Charlottenburg

---

PARIS

IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE

9, RUE DE FLEURUS, 9

---

1900



III - 307055



~~III 17684~~

Akc. Nr. ~~3076~~/51  
DSK-10-157/2018

# EINFLUSS DER REGULIRUNGSARBEITEN

AUF DEN

ABFLUSSVORGANG DER STRÖME UND FLÜSSE

---

BERICHT

VON

**H. BINDEMANN**

Königl. Wasserbau-Inspector, Charlottenburg.

Als durch die grossen Hochfluthen, welche im Laufe der achtziger und im Anfange der neunziger Jahre die Gebiete der norddeutschen Ströme heimsuchten, überall in den Thälern dieser Ströme und Flüsse ausgedehnte Ueberschwemmungen hervorgerufen wurden und dabei ganz beträchtliche Werthe verloren gingen, erhoben sich von vielen Seiten Stimmen gegen die bisherige Art der Flussregulirung. Man wies darauf hin, dass bei den meisten Strömen und Flüssen der Ausbau hauptsächlich Ende der siebziger und in den achtziger Jahren erfolgt sei, dass aber andererseits von der zweiten Hälfte der siebziger Jahre ab die Wasserstände in steter Hebung begriffen seien derart, dass nicht allein die mittleren Wasserstände mehr und mehr anstiegen, sondern auch die Hochfluthen an Zahl und Höhe ständig zunähmen. Man zog daraus den besonders Laien einleuchtenden Schluss, dass, weil eben die Hebung der Wasserstände dem Ausbau der Ströme zeitlich unmittelbar folgte und mit dem weitem Fortschritte derselben an Höhe wuchs, auch die bis dahin befolgte Art der Flussregulirungen die Ursache der Wasserhebung im Allgemeinen und der schadenbringenden Erhöhung der Hochfluthen im Besondern sei.

Von anderer Seite wurde aber darauf aufmerksam gemacht, dass auch schon früher, so namentlich in den vierziger und in der ersten Hälfte der fünfziger Jahre, in einer Zeit also, in welcher der Ausbau der Flüsse und Ströme sich meist noch erst in seiner ersten Entwicklung befand, eine allgemeine Hebung der Wasserstände, besonders auch der Hochfluthen zu

beobachtet gewesen sei, der dann aber in den nächsten Jahrzehnten trotz der weitem Ausdehnung der Flussregulirung ein starkes Absinken der Wasserstände gefolgt sei. Das zeitweilige Heben und Sinken wäre hiernach unabhängig von dem Ausbau der Ströme und Flüsse und würde lediglich auf meteorologische Erscheinungen zurückzuführen sein.

In der That weisen nun auch die Regenbeobachtungen darauf hin, dass die Grösse der Niederschläge zeitlichen Schwankungen derart unterliegen, dass auf trockene Zeiten von längerer Dauer, solche mit reichlicheren Regenmengen folgen. Indessen reichen die meteorologischen Beobachtungen nur dazu aus, diese Erscheinung in allgemeinen Umrissen kenntlich zu machen, nicht aber auch dazu dieselben im Einzelnen zu verfolgen; viel weniger noch genügen sie dazu, die Beziehungen zwischen Niederschlagsmengen und Wasserstandshöhen in einem Flussgebiete genau festzustellen. Es bliebe demnach immer noch unentschieden, ob nicht neben den reichlicheren Niederschlägen des letzten Vierteljahrhunderts auch der weitgehende Ausbau der Flüsse und Ströme einen erheblichen Antheil an der Hebung der Wasserstände gehabt hat.

Wenn nun im Nachstehenden auf die Frage näher eingegangen wird, in wie weit der Abflussvorgang namentlich in Bezug auf die Höhe der Wasserstände von der Flussregulirung beeinflusst wird, so kann es sich dabei nicht um eine abschliessende, allgemein gültige Lösung dieser Frage handeln, sondern nur um einige Beiträge, die eine Klärung der Sachlage fördern.

Durch den Einbau von Regulirungswerken wird der bis dahin in einem breiten, unregelmässigen Profile abfliessende Strom oder Fluss auf ein Bett von geringerer, aber regelmässiger Breite eingeschränkt. Da hierbei ein Theil der Querschnittsfläche des bisherigen Stromschlauches durch die Regulirungswerke gesperrt, der ganze Stromquerschnitt also verkleinert wird, muss bei dem Bau der Regulirungswerke zunächst eine Hebung des Wasserspiegels eintreten.

Andrerseits aber entsteht in dem schmaleren, aber tieferen neuen Stromschlauche eben wegen der grösseren Tiefe auch eine grössere Wassergeschwindigkeit als vorher, die ihrerseits wieder auf eine Vertiefung der Sohle und damit auf eine Senkung des Wasserspiegels hinwirkt. Letzterer wird sich daher dem früheren Stande wieder nähern, und zwar um so mehr, als in Folge der grösseren Geschwindigkeit des Wassers nunmehr zur Abführung einer gleich grossen Wassermenge der Querschnitt nicht so gross zu sein braucht als vor der Regulirung; es ist also nicht erforderlich, dass die durch die Regulirungswerke abgesperrten Theile der Querschnittsfläche voll durch die Austiefung des Stromes oder Flusses ersetzt werden.

Ausserdem entsteht dadurch, dass an Stelle des vor der Regulirung meist vielfach stark gekrümmten und theilweise auch verästelten Bettes ein in schlanken Biegungen verlaufender Stromschlauch tritt, eine meist nicht unbeträchtliche Verkürzung der Strombahn und somit eine Verstär-

kung des Gefälles, die ihrerseits wieder auf eine Vermehrung der Geschwindigkeit des Wassers hinwirkt. Es ist daher auf eine weitere Senkung des Wasserspiegels zu rechnen, welche eine weitere Verminderung des ursprünglichen Wasserstauens herbeiführt.

Es lässt sich aus diesen allgemeinen Betrachtungen schon schliessen, dass ein Aufstau des Wassers nur vorübergehend während der Bauausführung eintritt, dass im Allgemeinen später aber eine nennenswerthe dauernde Aufhöhung des Wasserspiegels nicht verbleibt. Allerdings bedarf diese Angabe insofern einer Einschränkung, als durch den Ausbau an einzelnen Punkten Hebungen bewirkt werden, denen aber an andern Punkten Senkungen gegenüberstehen. In einem unregulirten Wasserlaufe ergeben sich aus der unregelmässigen Breite des Bettes und aus den vielfachen scharfen Krümmungen des Laufes auch vielfache Abweichungen des Gefälles einzelner kürzerer Strecken von dem Durchschnittsgefälle, indem Strecken mit stärkerem Gefälle und solche mit schwächerem Gefälle mit einander abwechseln. Durch die Regulirungen werden nun, wie das durch vielfache Beobachtungen festgestellt ist, diese Unregelmässigkeiten ausgeglichen, sodass sich die Gefälle in den einzelnen Strecken dem Durchschnittsgefälle mehr nähern. Bei einem solchen Ausgleich müssen aber, wenn auch durch die Regulirung ein Aufstau des Wassers im Allgemeinen nicht herbeigeführt wird, in einzelnen Strecken Hebungen, in andern dagegen Senkungen erfolgen. Da es sich aber meist um nicht erhebliche Aenderungen des Gefälles auf kurzen Strecken handelt, so werden sich die örtlich eng begrenzten Hebungen und Senkungen in den meisten Fällen nur auf die Grösse einiger Centimeter beschränken.

Abgesehen von den eben erwähnten Senkungen des Wasserspiegels, welche in Folge des Gefällsausgleiches auftreten, sind sonst im Allgemeinen Absenkungen des Wassers nicht zu erwarten, da der Vertiefung der Flusssohle und der Vermehrung der Wassergeschwindigkeit in dem ausgebauten Stromschlauche die Aufhöhung des Wasserspiegels durch Verkleinerung des Querschnittes gegenübersteht. Ausgenommen sind indessen solche Strecken, in welchen neben dem Ausbau auch durch Durchstiche erhebliche Begradigungen und Verkürzungen des Wasserlaufes herbeigeführt sind. In solchen Durchstichen und in den oberhalb gelegenen Strecken wird durch die in Folge der Verstärkung des Gefälles vermehrte Wassergeschwindigkeit eine Vertiefung des Bettes erzeugt, mit der unmittelbar ein Sinken des Wasserspiegels verbunden ist.

Aus diesen rein theoretischen Betrachtungen heraus würde man von vorn herein darauf schliessen können, dass abgesehen von örtlichen geringen Hebungen und Senkungen in Folge des Ausgleiches des Gefälles und abgesehen von Senkungen in Folge von Durchstichen eine Aenderung in der Höhe der Wasserstände durch den Ausbau allein nicht herbeigeführt wird. Indessen können solche allgemeine Erwägungen, bei denen man nichtalle in Betracht kommenden Einflüsse genau genug in Rechnung zu stellen

vermag, auch zu falschen Schlüssen führen; man ist daher genöthigt dieselben an der Hand von thatsächlichen Beobachtungen auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Am einfachsten würde sich eine solche Prüfung vollziehen lassen, wenn sie auf Grund der Wasserstandsbeobachtungen geschehen könnte. Im Eingange wurde aber schon hervorgehoben, dass es misslich ist, etwaige Schwankungen in der Höhe des Wasserstandes, die sich aus den Pegelbeobachtungen ableiten lassen, auf Veränderungen, die durch den Ausbau des Wasserlaufes herbeigeführt worden sind, zurückzuführen. Es wurde vielmehr schon darauf hingewiesen, dass solche Schwankungen durch gleichartige Veränderungen der atmosphärischen Niederschläge erzeugt sein können, dass es aber einmal nicht möglich sei, die zeitliche Aenderung in der Grösse der Niederschläge genau zu verfolgen, und dass auch andererseits die Beziehungen zwischen den Niederschlagsmengen und der Höhe der Wasserstände in den einzelnen Stromgebieten schwer zu ermitteln sei. Dazu kommt noch, dass die Wasserstandshöhe zeitweise auch durch andere in ihrer Wirkung schwer zu schätzenden Vorgänge, wie beispielsweise die Eisbedeckung der Wasserläufe, beeinflusst wird, während ausserdem auch die Werthe, die aus den Wasserstandsbeobachtungen abgeleitet werden können nicht wirklich auch den Gesamtinhalt der Beobachtungen wiedergeben. So kann beispielsweise ein gleich grosses Mittelwasser entstehen für zwei Zeiträume, in denen die Abflussverhältnisse ganz verschieden gewesen sind. Die Angaben über die höchsten und niedrigsten Wasserstände, über die mittleren Hoch- und Niedrigwasser greifen nur einzelne Erscheinungen aus den Beobachtungen heraus, lassen also keinen Schluss auf die Gesamtheit derselben zu. Den besten Ueberblick hierüber gewähren noch die für bestimmte Zeiträume angestellten Ermittlungen über die Häufigkeit des Eintrittes des Wasserstandes innerhalb kleinerer Spannen des ganzen Wasserstandswechsels. Diese sind aber, sobald es sich um einen Vergleich einzelner Zeitabschnitte eines längern Zeitraumes handelt, sehr schwer zu handhaben, da dabei stets längere Zahlenreihen einander gegenüber zu stellen sind.

Der Vergleich der Wasserstände an zwei Pegeln, von denen der eine innerhalb der Regulirungsstrecke eines Flusses, der andere aber ausserhalb derselben liegt, die sonst aber unter denselben Bedingungen stehen, würde wohl einigen Aufschluss über den Einfluss der Strombauten geben; indessen werden sich sehr selten zwei solche Pegel finden lassen, da der Ausbau sich gewöhnlich gleichzeitig auf eine lange derartige unter gleichartigen Bedingungen stehende Flussstrecke auszudehnen pflegt.

Das einzige wirklich zuverlässige Mittel zur Beurtheilung des Einflusses, den die Flussregulirungen auf eine Veränderung der Wasserstandshöhe ausüben bieten gute Wassermengenmessungen, die in Verbindung mit genauen Wasserstandsbeobachtungen angestellt sind, und zwar sowohl vor, wie nach der Ausführung der Regulirungsbauten. Durch diese erst erhält man Aufschlüsse darüber, ob bei gleichen Wasserständen die Abflussmengen, oder

bei gleichen Abflussmengen die Wasserstandshöhen durch die Regulirung beeinflusst sind.

Für die Stromstrecke der Elbe innerhalb des Regierungsbezirkes Merseburg liegen derartige Messungen vor, die in Verbindung mit den Wasserstandsbeobachtungen an den Pegeln zu Mühlberg, Torgau und Wittenberg ausgeführt sind. Die ältesten derselben stammen aus den Jahren 1820 bis 1822, die neuesten aus der Zeit nach 1885, während der Ausbau des Stromes mit Buhnen innerhalb dieser Strecke zwar schon in der ersten Hälfte des Jahrhunderts stellenweise begonnen wurde, aber doch erst in dem letzten Viertel desselben zur vollen Ausführung gelangte. Es würden daher diese Wassermengenmessungen ein gutes Mittel zur Beurtheilung des Einflusses der Regulirungsbauten bieten, wenn die ältern Messungen nicht theilweise in grösserer Entfernung von den Pegeln, an denen die Ablesungen erfolgten, ausgeführt worden wären. Da nicht vorauszusetzen ist, dass die Messungen im Allgemeinen bei Beharrungswasserständen vorgenommen sind, so entsprechen die Pegelablesungen nicht genau den ermittelten Wassermengen; nur für kleinere Wasserstände, bei denen seltener grössere Schwankungen eintreten, wird man eine Uebereinstimmung zwischen den Wasserständen und Wassermengen annehmen können.

Ein Vergleich der ältern Messungen und der neuern für kleinere Wasserstände ergibt nun, dass beispielsweise bei Mühlberg in dem Zeitraum 1820 bis 1822 bei einem Wasserstande von 1,06 Meter a. P. 108,5 Cubikmeter Wasser abflossen, während am 20. September 1885 bei 1,05 Meter a. P. 134 Cubikmeter ermittelt wurden. Bei Torgau war die Wassermenge 1820 bis 1822 bei 0,89 Meter a. P. 115,2 Cubikmeter, dagegen am 26. Mai 1886 bei demselben Wasserstande 173,9 Cubikmeter. Auch bei Wittenberg ergibt sich für annähernd gleich hohe Wasserstände in der ältern Zeit eine kleinere Wassermenge als in der neueren Zeit. Umgekehrt lässt sich sagen, dass bei gleich grossen Wassermengen in dem Zeitraume 1820 bis 1822 die Wasserstände an den Pegeln zu Mühlberg, Torgau und Wittenberg gegenüber denjenigen in dem Zeitraume nach 1885 um etwa 20,25 und 15 Centimeter grösser waren. Allerdings gilt dies nur für die kleinsten Wasserstände, bei denen noch Wassermengen in beiden Zeiträumen ermittelt sind. Bei höheren Wasserständen würden sich die Verhältnisse nach den Messungen zwar anders stellen; doch wurde eben schon hervorgehoben, dass für solche die Beziehungen zwischen den Wassermengen und Wasserständen nicht mehr zuverlässig sind.

Man würde aus den angeführten Beobachtungen schliessen können, dass durch den Ausbau des Stromes eine, wenn auch nicht erhebliche Senkung des Wasserspiegels bei kleineren Wasserständen eingetreten sei. Indessen ist darauf aufmerksam zu machen, dass die Wasserstände an den Pegeln zu Mühlberg und Torgau durch Durchstiche, die in der Nähe der Pegel in der Zwischenzeit ausgeführt worden sind, eine Absenkung erfahren haben. Die Verminderung der Wasserstandshöhe wäre demnach hier überhaupt nicht

oder wenigstens nicht allein dem Ausbau des Stromes mit Regulirungsbauten zuzuschreiben. Dies würde man demnach nur bezüglich der geringen Aenderung der Wasserstände am Pegel Wittenberg thun können; ausgeschlossen ist es aber nicht, dass auch diese auf andere Ursachen, wie beispielsweise auf wandernde Sände zurückzuführen ist.

Die Messungen an der Elbe geben hiernach nur in Betreff kleinerer Wasserstände einen ungefähren Anhalt für die Beurtheilung der Frage, welchen Einfluss die Flussregulirungen auf die Hebung oder Senkung der Wasserstände haben. Doch bleibt es auch für diese unentschieden, ob der Ausbau des Stromes überhaupt keine Aenderung oder eine geringfügige Senkung des Wasserspiegels veranlasst hat.

Am Memelstrome sind theils vor und nach dem Hauptausbau des Stromes, theils auch während der Bauausführungen selbst an verschiedenen Punkten Wassermengenummessungen angestellt worden. Zwar begann an diesem Strome der planmässige Ausbau des Mittelwasserbettes bereits im Jahre 1840, während die ersten zuverlässigen Messungen aus dem Jahre 1872 stammen; doch handelte es sich bei dem ersten Ausbau zumeist nur um die Anlage von Strombauwerken in denjenigen Strecken, die eine Vertiefung des Strombettes am dringendsten bedurften; ausserdem waren auch die für den ersten Ausbau zunächst gewählten Breiten erheblich zu gross. Erst vom Jahre 1874 ab erfolgte die Regulirung des Stromes in der endgültig festgesetzten Breite und in seiner ganzen Länge. Im Jahre 1892 war diese Arbeit im Wesentlichen vollendet. Die ausgeführten Messungen wird man daher zweckmässig in drei Gruppen trennen, von denen die erste die Messungen vor 1875, die zweite die Messungen in dem Zeitraume von 1875 bis 1892 und die dritte die Messungen nach 1892 umfasst.

Aus dem Vergleich der beiden ersten Gruppen einerseits und der beiden letzten andererseits ergibt sich, dass die Wasserstände in dem Zeitraume 1875 bis 1892 im Allgemeinen viel weniger stetig und vielfach auch grösser waren, als diejenigen in der Zeit vor 1875 und nach 1892. Es steht dies vollkommen in Einklang mit den früher gemachten Ausführungen, nach denen während der Bauausführungen sich vorübergehend Hebungen des Wasserspiegels einstellen müssen.

Zur Beurtheilung der Abflussverhältnisse vor Beginn des eigentlichen Ausbaues und nach Beendigung desselben eignen sich besonders die auf der Strecke zwischen der Einmündung der Szesuppe und der Stromtheilung bei Kallwen ausgeführten Messungen, die durchgehends auf die Wasserstände am Pegel zu Tilsit bezogen sind. Der Vergleich der vor 1875 und nach 1892 ausgeführten Messungen ergibt nun, dass die gleichen Wassermengen entsprechende Wasserstandshöhen etwa bis 2,00 Meter a. P. Tilsit abwärts (ungefähr 0,5 Meter unter Mittelwasser) fast genau zusammenfallen, dass dann aber die Wasserstände des letztern Zeitraumes allmählich kleiner als die des ersteren werden, so dass der Unterschied in den Wasserständen bei 1,00 Meter a. P. (Höhe des mittleren Niedrigwassers) etwa 0,25 Meter beträgt.

Man müsste hiernach auf eine durch den Ausbau hervorgerufene Senkung des Wasserspiegels bei kleineren Wasserständen schliessen. Indessen liegen aus dem Zeitraume vor 1875 grade für diejenigen Wasserstandshöhen, für welche sich die grössern Unterschiede ergeben, nur wenige, in zwei auf einander folgenden Jahren ausgeführte Messungen vor. Es können daher diese auch örtlich nahe bei einander angestellten Messungen leicht durch vorübergehende Zufälligkeiten beeinflusst sein; so würde beispielsweise ein in den beiden Messungsjahren vorübergewandelter Sand bei den verhältnissmässig kleinen Wasserständen eine nicht unbeträchtliche Hebung des Wasserspiegels bewirkt haben können.

Es ist daher auch in Bezug auf den Memelstrom nicht ganz sicher zu entscheiden, ob durch den Ausbau des Stromes eine kleine Senkung der Niedrigwasserstände eingetreten ist, oder ob die Verhältnisse gänzlich unverändert geblieben sind.

Sehr werthvollen Aufschluss über den Einfluss, den theils natürlich eingetretene, theils durch Menschenhand bewirkte weitgehende Aenderungen des Stromlaufes auf die Aenderung der Wasserstandshöhen gehabt haben, geben die an der Weichsel und ihren beiden Mündungsarmen ausgeführten Wassermengenummessungen.

Bekanntlich theilt sich dieser Strom etwa 15 Kilometer unterhalb der Stadt Mewe in zwei Arme, von denen der östliche, die Nogat, dem Frischen Haffe, der westliche Arm, die getheilte Weichsel, aber unmittelbar der Ostsee zufliesst. Dieser letztere mündete im Anfange des Jahrhunderts bei Neufährwasser in die See; in Folge einer starken Eisstopfung trat aber im Jahre 1840 ein Durchbruch des Stromes durch die Düne bei Neufähr ein, so dass von diesem Zeitpunkte ab der Strom nunmehr seine Wassermassen hier in die See ergoss; dabei ergab sich eine Verkürzung des Stromlaufes von 15,8 Kilometer. Mit Rücksicht auf die Verminderung der hier besonders grossen Gefahren bei Eisgang ist in neuester Zeit eine weitere Verkürzung desselben auf künstlichem Wege dadurch herbeigeführt worden, dass der Strom im Jahre 1895 durch einen zwischen Siedlersfähre und Schiewenhorst durch Baggerung hergestellten Durchstich dem Meere zugeführt wird; die hierbei erzielte Verkürzung des Laufes beträgt 12,4 Kilometer. Ein anderer wesentlicher Eingriff in die bestehenden Verhältnisse war bereits um die Mitte des Jahrhunderts durch Verlegung und Umgestaltung der Stromtheilung geschehen<sup>1</sup>. Die Erbauung fester Brücken bei Dirschau und Marienburg gab hier die Veranlassung eine andere Regelung der Wasservertheilung zwischen der Nogat und der getheilten Weichsel vorzunehmen. Zu diesem Zwecke verschloss man im Jahre 1855 die bisherige Abmündung der Nogat bei Montauerspitze und führte diesem Stromarme das Wasser durch einen um

1. Eine Darstellung der Aenderungen an der Abzweigung der Nogat ist in den Karten beilagen zu dem Werke: Keller; Memel-, Pregel-, Weichselstrom; Berlin 1900, enthalten, das mit ähnlichen Werken über die Oder und Elbe vom Bureau des preussischen Wasserausschusses in der diesjährigen Weltausstellung ausgelegt ist.

mehr als 4 Kilometer stromab bei Pieckel angelegten, seitlich und in der Sohle festbegrenzten Kanal, den Weichsel-Nogat-Kanal, zu. Dadurch wurde die Wasservertheilung derartig umgestaltet, dass die Nogat, die bis dahin mehr als die Hälfte der gesammten Wassermassen abgeführt hatte, nunmehr noch nicht ein Drittel der Wassermassen erhielt. Die Stromstrecke zwischen Montauerspitze und Pieckel, die bis dahin in der getheilten Weichsel lag, gehörte nunmehr zum ungetheilten Strome; dabei wuchsen in dieser Strecke die Wassermengen durchschnittlich auf etwa das Dreifache, während der getheilten Weichsel unterhalb Pieckel etwa das Doppelte der bisherigen Wassermassen zugeführt wurden.

Es mag schliesslich noch erwähnt werden, dass zugleich mit der Umgestaltung der Verhältnisse an der Stromtheilung zwar eine Anzahl von Strombauwerken zur Ausführung kam, dass aber der eigentliche durchgreifende Ausbau der hier in Frage kommenden Stromstrecken in der Hauptsache erst während des Zeitraumes 1885 bis 1892 erfolgte.

Mit Rücksicht auf die Bedeutung, welche die Verhältnisse an der Stromtheilung von jeher hatten, sind hier auch zahlreiche Wassermengenmessungen ausgeführt worden, die bis in die dreissiger Jahre zurückreichen. Sie lassen sich in zwei Gruppen sondern, von denen die eine die ältern Messungen bis in die siebziger Jahre hinein, die andere die neusten Messungen seit 1895 umfasst. Alle Messungen sind sorgfältig durchgeführt, wenn auch die neuern mit bessern Instrumenten; zum Vergleich der beiden Gruppen untereinander ist es aber mit Rücksicht auf die Art der Ermittlung der ältern Messungsergebnisse erforderlich, diese um 5 % zu verkleinern, was bei den nachfolgenden Untersuchungen auch geschehen ist.

Diese Messungen sind meist auf die Wasserstände an den Pegeln zu Montauerspitze, Dirschau und Marienburg bezogen. Da aber die Verhältnisse der Nogat bei Marienburg noch durch mancherlei Einflüsse bestimmt werden, deren Darlegung hier zu weit führen würde, so sind die auf den Pegel zu Marienburg bezogenen Messungen in der Nogat von den nachfolgenden Betrachtungen ausgeschlossen. Für die beiden andern Pegel aber sind die Messungsergebnisse zur bessern Klarstellung der nicht einfachen Verhältnisse in den beiden beigegebenen Abbildungen durch Wassermengenlinien dargestellt, und zwar für diejenigen Zeitpunkte, welche die wichtigeren Abschnitte in der Entwicklung der Stromarme abgrenzen.

Was zunächst den Pegel zu Montauerspitze betrifft, so befand er sich vor der Veränderung der Stromtheilung an der Getheilten Weichsel, wurde aber durch die Verlegung der Nogatabmündung ein Pegel des ungetheilten Stromes. Um nun hier aber für die Beurtheilung der eingetretenen Veränderungen stets den gleichen Maassstab anwenden zu können, sind nicht die jeweilig unmittelbar an demselben vorbeiflossenen Wassermassen, also in der ersten Zeit diejenigen der Getheilten Weichsel und später diejenigen des ungetheilten Stromes, sondern stets nur die letztern in Betracht gezogen worden.

Aus den Wassermengelinien für diesen Pegel giebt sich zunächst der Einfluss des Dünendurchbruches vom Jahre 1840 und der dadurch hervorgerufenen Vertiefung der oberhalb gelegenen Stromstrecke in sofern zu erkennen, als in der Wassermengelinie des Jahres 1846 (Linie II) für gleiche Wassermengen die Wasserstände erheblich niedriger als in der Linie für das Jahr 1840 (Linie I) sind. Die Wirkungen des Durchbruches scheinen um das Jahr 1846 beendet zu sein, da in den nächsten Jahren die Verhältnisse ungeändert entsprechend der Linie II bleiben. Gegen Ende der vierziger und bei Beginn der fünfziger Jahre entsteht aber wieder eine allmähliche Hebung des Wasserspiegels, die darauf zurückzuführen ist, dass die vorbereitenden Arbeiten für den endgültigen Abschluss der bisherigen Nogatabmündung bereits begonnen wurden. Um nämlich die Getheilte Weichsel für die grössern Wassermassen, die sie später erhalten sollte, aufnahmefähiger zu machen, erhöhte man die Sohle des obern Nogatlaufes durch Durchlagen von Sinkstücken und wies dadurch allmählich immer grössere Wassermassen der Getheilten Weichsel, also auch der Stromstrecke, in welcher der Pegel zu Montauerspitze lag, zu. Die Hebung des Wasserspiegels war indessen nicht sehr erheblich, namentlich bei höhern Wasserständen, was darauf hinweist, dass der Stromschlauch sich in dem Maasse, in dem ihm grössere Wassermengen zugewiesen wurden, auch allmählich räumte. Die grösste Hebung erreichte der Wasserspiegel in den Jahren 1852 bis 1855 entsprechend der durch Linie III dargestellten Verhältnisse.

Nach dem im Jahre 1855 bewirkten vollständigen Schluss des ehemaligen obern Nogatlaufes, durch welchen der in Frage stehenden Stromstrecke nunmehr die gesammten Wassermengen des ungetheilten Stromes zugewiesen wurden, erfolgte keine wesentliche Aenderung mehr; der Stromschlauch war hier also zur Aufnahme der, wie bereits angegeben, etwa das Dreifache der ehemaligen Mengen betragenden jetzigen Wassermassen schon gut vorbereitet gewesen. Auch im nächsten Jahre (1854) zeigten sich nur geringe Aenderungen; dann erfolgte aber im Jahre 1855 ein plötzliches Sinken der Wasserstände, wie es durch Linie IV dargestellt wird. Dieses Sinken war dadurch hervorgerufen worden, dass im Frühjahr 1855 bei dem Eisgange mehrere Deichbrüche von beträchtlichem Umfange nach der weitausgedehnten, zwischen der Getheilten Weichsel und der Nogat gelegenen Marienburger Niederung entstanden, durch welche sich die Hauptwassermasse des Stromes mit grosser Heftigkeit in die eben genannte Niederung ergoss. Hierdurch wurde oberhalb eine sehr heftige Strömung verursacht, welche das Flussbett bis auf bedeutende Tiefe aushöhlte.

Die grosse Tiefe erhielt sich aber in der Folge nicht, sondern verschwand grössentheils schon in den nächsten Jahren, so dass sich noch im Laufe der fünfziger Jahre die durch die Linie V dargestellten Verhältnisse ausbildeten, die unverändert bis in die siebziger Jahre, also bis zum Ende der ältern Messungsreihen, bestehen blieben.

Auch während der folgenden Zeit scheinen keine wesentlichen Aen-

derungen vorgekommen zu sein, denn die Linie VI, welche den neuern Messungen nach 1895 entspricht, zeigt fast genau den Verlauf der Linie V. In der Zwischenzeit, nämlich in den Jahren 1885 bis 1892, ist aber, wie oben mitgetheilt wurde, der Hauptausbau der hier in Frage kommenden Stromstrecke erfolgt; demnach hat die Regulirung hier keinen erkennbaren Einfluss auf die Höhe der Wasserstände ausgeübt.

Ein Vergleich der Linien V und VI mit der Linie II ergibt ferner, dass auch die Zuweisung der ganz beträchtlichen Wassermengen bei der Umgestaltung der Verhältnisse an der Nogatabzweigung keine bleibende Aenderung in den Wasserstandshöhen hervorgerufen hat. Wohl aber ist durch die Verkürzung des Stromlaufes in Folge des Dünendurchbruches vom Jahre 1840 eine dauernde Absenkung des Wasserspiegels um etwa 0,50 bis 0,60 Meter erfolgt. Die weitere Verkürzung, die durch die Eröffnung der neuen Mündung im Jahre 1895 herbeigeführt worden ist, hat bis zum Jahre 1897, bis zu dem die hier verwertheten Messungen reichen, noch keine erheblichen Einwirkungen gezeigt.

Auch für den Pegel zu Dirschau ist es mit Rücksicht darauf, dass in Folge der Bauten an der Nogatabzweigung die Wassermengen der Getheilten Weichsel sich geändert haben, zweckmässig, die Wasserstände nicht mit den unmittelbar an dem Pegel vorbeigeflossenen Wassermassen der Getheilten Weichsel, sondern mit denjenigen des ungetheilten Stromes zu vergleichen. Man erhält dann unmittelbar ein Bild darüber, wie sich die Wasserstände hier bei gleicher Wasserführung des ungetheilten Stromes während der vorgekommenen Veränderungen verhalten haben.

Zunächst ergibt sich dann aus dem Vergleich der Wassermengenlinien I und II, welche die Verhältnisse in den Jahren 1840 und 1845 bis 1846 darstellen, dass ebenso wie bei Montauerspitze durch den bereits mehrfach erwähnten Dünendurchbruch eine ganz beträchtliche Absenkung der Wasserstände eingetreten ist. Nur scheint hier der Gleichgewichtszustand bereits etwas früher, nämlich schon im Jahre 1845, eingetreten zu sein.

Vom Ende der vierziger Jahre ab wurden, wie bereits bemerkt, in Folge der Arbeiten an der Nogatabzweigung der Getheilten Weichsel grössere Wassermassen wie bisher zugewiesen. Doch scheint sich das Bett des Stromes bei Dirschau mit der Vermehrung der Wassermengen erheblich geräumt zu haben, da, wie die Wassermengenlinie für 1855 zeigt, nur eine geringe Hebung erfolgte. Der völlige Abschluß des obern Nogatlaufes und die Eröffnung des Weichsel-Nogat-Kanales brachte daher auch keine nennenswerthe Aenderung der Wasserstände; dagegen hob sich im Jahre 1855 der Wasserspiegel ganz plötzlich um eine beträchtliche Höhe, wie dies die Wassermengenlinie IV zeigt.

Diese Erhebung bei Dirschau ist ebenso wie die Senkung des Wasserstandes bei Montauerspitze eine Folge der bereits erwähnten Deichbrüche, welche im Frühjahr dieses Jahres und zwar unterhalb der Stromtheilung, aber oberhalb Dirschau eintraten. Während nämlich oberhalb der Deich-

brüche eine starke Vertiefung des Strombettes erfolgte, legten sich im Stromschlauche unterhalb derselben, wo sich die Wassergeschwindigkeit beträchtlich verminderte, grosse Sandmassen nieder, die durch die scharfe Strömung von oben herabgetragen waren. Im Laufe des Sommers 1855 gelangten dieselben auch weiter stromab; und so finden wir demnach auch im Sommer eine starke Hebung des Wasserspiegels, während die erste Wassermessung im Frühjahr noch keine wesentliche Veränderung anzeigt.

In den nächsten Jahrzehnten war die Abwässerung des Stromes nicht bedeutend; daher gelangten die unterhalb der Bruchstelle abgelagerten Sandmassen nur sehr langsam stromab. Die Wasserstände blieben demnach noch bis in die siebziger Jahre hoch, wie dies Linie V zeigt. In neuerer Zeit ist indessen nach den durch Linie VI dargestellten Messungen eine erhebliche Senkung eingetreten, und zwar geht diese soweit, dass nunmehr die Wasserstände fast genau dieselbe Höhe haben wie in den Jahren 1845 bis 1846, also in der Zeit, als die Wirkung des Dünendurchbruches von 1840 schon voll eingetreten war, die Bauten an der Abzweigung der Nogat aber noch nicht begonnen hatten.

Es ergibt sich also auch hier, dass die Zuweisung der grössern Wassermengen bei der Verlegung der Stromtheilung ohne irgend einen nennenswerthen dauernden Einfluss gewesen ist, trotzdem die Deichbrüche im Jahre 1855 eine beträchtliche Verschlechterung des Strombettes herbeigeführt hatten. Auch der in der Zwischenzeit vollständig durchgeführte Ausbau des Stromes mit Regulierungswerken hat auf die Herstellung der ehemaligen Beziehungen zwischen den Wasserständen am Pegel zu Dirschau und den vom ungetheilten Strome abgeführten Wassermengen keinen Einfluss gehabt. Wohl aber zeigt der Dünendurchbruch vom Jahre 1840 eine beträchtliche Einwirkung, da durch ihn bei Dirschau eine Senkung des Wasserstandes von etwa 0,80 bis 1,00 Meter, die also diejenige bei Montauerspitze noch erheblich übertrifft, erzeugt worden ist.

Fasst man die bisher aus dem Vergleiche der vor und nach dem Ausbau der Ströme angestellten Beobachtungen über Wassermengen und Wasserstände gewonnenen Ergebnisse zusammen, so findet man, dass die Untersuchungen bezüglich der Elbe bei Mühlberg, Torgau und Wittenberg, sowie bezüglich des Memelstromes bei Tilsit durchaus nicht auf eine Hebung des Wasserstandes durch die Flussregulirung hinweisen, dass aber eine geringe Senkung nicht ganz ausgeschlossen ist. Die Vergleiche für die Weichsel ergeben aber ganz augenscheinlich, dass hier durch die Erbauung der Regulierungswerke keinerlei Veränderungen herbeigeführt worden sind. Die Untersuchungen zeigen für diesen Strom sogar, dass eine dauernde ganz beträchtliche Vermehrung der Wassermassen (auf das Doppelte bis Dreifache) nur ganz vorübergehend von Einwirkung auf die Höhe des Wasserstandes gewesen ist. Da nun eine so beträchtliche Vermehrung der Wassermengen von sehr viel grösserem Einflusse als die Verringerung der Breite des Stromes bei der Regulirung sein muss, so kann man hieraus wohl den Schluss ziehen,

dass selbst eine weitgehende Einschränkung bei dem Ausbau des Stromes ohne nachtheilige Folgen in Bezug auf Hebung der Wasserstände sein würde.

Die bisherigen Ausführungen bezogen sich in Betreff der Elbe und des Memelstromes nur auf kleinere und mittlere Wasserstände, in Betreff der Weichsel aber auch, wie die beiden Abbildungen zeigen, auch auf höhere Wasserstände, theilweise sogar auf solche, die die Ausuferungshöhe erheblich überschritten. Indessen erstrecken sie sich auch bei der Weichsel nicht auf grössere Hochwasser, wie sie namentlich bei Eisgängen einzutreten pflegen. Man könnte nun allerdings schliessen, dass, wenn sich keine schädlichen Stauwirkungen bei denjenigen Wasserständen zeigen, welche die Strombauwerke nur in geringerer Höhe übersteigen, solche bei noch höheren Wasserständen um so weniger bemerkbar sein müssten. Indessen darf man wohl nicht ohne Weiteres aus derartigen vereinzelt beobachteten allgemeingültigen Schlüssen ziehen, wenn sie auch die aus theoretischen Betrachtungen gewonnene Anschauung unterstützen, dass der Ausbau eines Stromes eher eine Senkung als eine Hebung des Hochwassers bewirkt.

Die gegentheilige Behauptung, dass durch die Regulirungsbauten die Hochfluthen erhöht worden seien, stützt sich, wie am Anfang dieser Besprechungen angegeben ist, besonders darauf, dass die Hochfluthen nach dem Ausbau der Flüsse und Ströme, also namentlich in den achtziger und im Anfang der neunziger Jahre an Höhe und Zahl zugenommen hätten. Dagegen ist aber auch bereits angeführt worden, dass eine ähnliche Steigerung der Hochwassergefahren auch schon in den vierziger und im Anfang der fünfziger Jahre, als Regulirungsbauten noch fast garnicht ausgeführt waren, stattgefunden hat, und ferner, dass der Zunahme der Hochfluthen in beiden Fällen auch eine Vermehrung der Niederschläge gegenübersteht. Freilich würde dabei immer noch nicht ausgeschlossen sein, dass neben den reichlicheren Niederschlägen auch die Regulirungsbauten an der Erhöhung der Hochfluthen mitgewirkt haben. Zieht man aber in Betracht, dass besonders an der Weichsel die Hochwasser an Zahl und Höhe in dem letzten Viertel des Jahrhunderts zugenommen haben, während nach den obenstehenden Ausführungen eine Aufhöhung des Wassers durch die Strombauten selbst bei solchen Wasserständen, die beträchtlich über die Ausuferungshöhe hinausgingen, nicht bemerkbar ist, so wird man das Auftreten grösserer Hochwasser hier lediglich auf die Vermehrung der Niederschläge zurückführen müssen, und dies um so mehr, als auch die unregulirten Strecken der Weichsel ausserhalb Preussens hinsichtlich des Auftretens der Hochfluthen dieselben Erscheinungen zeigen, wie die regulirte Strecken auf preussischem Gebiete; die Zahl der Hochfluthen ist nämlich auch dort ganz ebenso wie hier und wie an vielen andern ausgebauten Strömen in dem Zeitraume von Mitte der fünfziger bis Mitte der siebziger Jahre ganz beträchtlich kleiner als in dem vorhergehenden und in dem nachfolgenden Zeitraume (Vgl. Keller; Memel-, Pregel-, Weichselstrom; Berlin 1899. Bd. III, Seite 478 und 479).

Eine ausserordentlich segensreiche, überall klar hervortretende Wirkung hat die Regulirung der Ströme und Flüsse auf den Verlauf der mit Eisgang verbundenen Hochfluthen gezeigt.

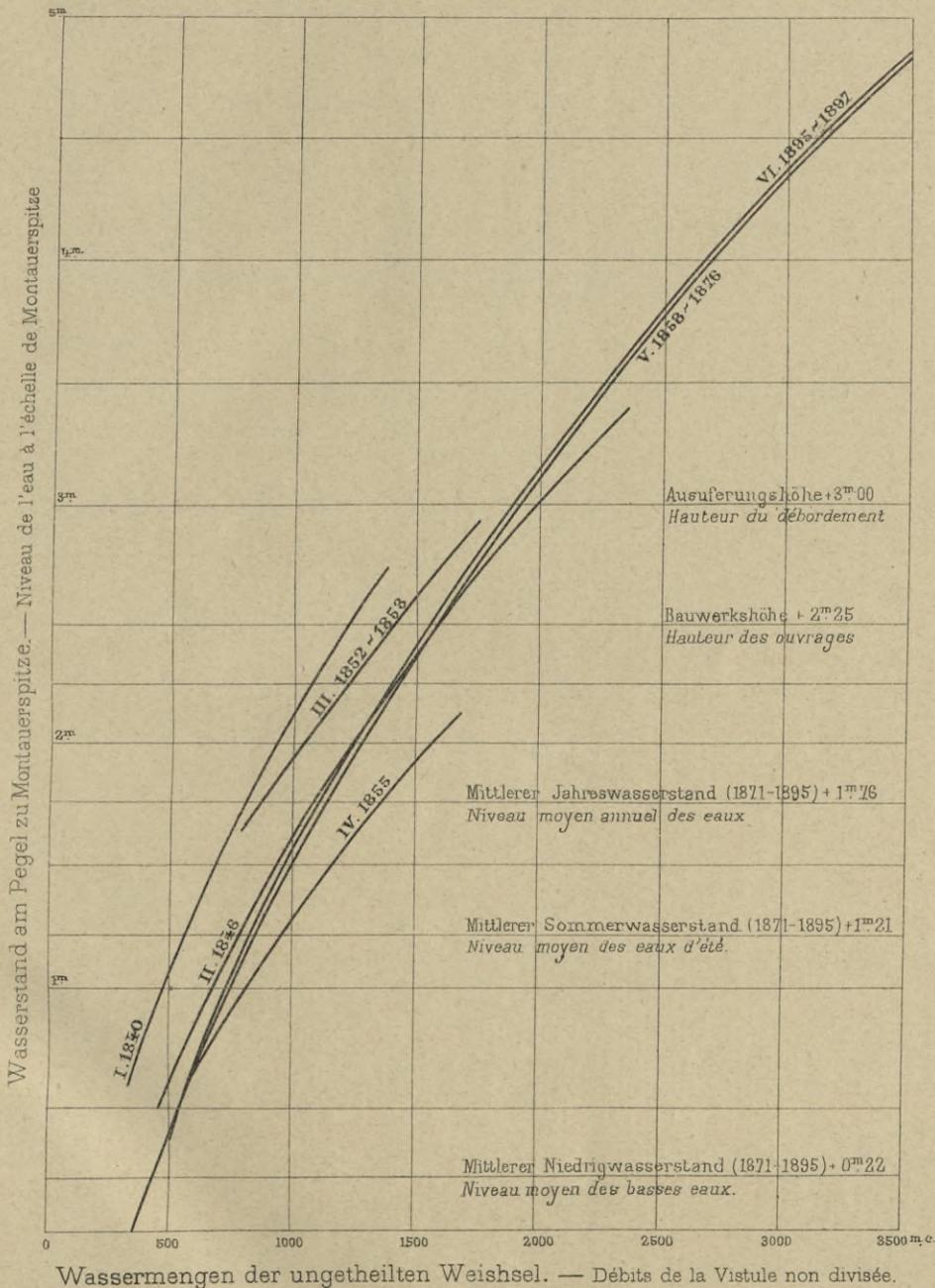
Zunächst wirkt der Ausbau eines Stromes oder Flusses schon in sofern sehr günstig auf die Eisverhältnisse ein, als durch denselben die Breite des Wasserspiegels, von der namentlich die Menge des sich bildenden Eises abhängt, erheblich eingeschränkt und daher die Masse des Eises beträchtlich vermindert wird. Sodann erleichtert die Vertiefung der Stromrinne die neuerdings in immer grösserem Umfange zur Ausführung kommenden Eisbrecharbeiten, weil sie einerseits die gebrochenen Eismassen leichter abführt und andererseits auch die Verwendung möglichst tief gehender, also um so wirksamerer Eisbrechdampfer ermöglicht. Schliesslich vollzieht sich auch der Eisaufruch und Eisabgang im Frühjahr in dem ausgebauten, regelmässigen und tiefen Stromschlauche viel glatter, als in dem früher übermässig breiten, aber seichten Bette, das sich oftmals auch noch vielfach theilte. Auf den Untiefen setzten sich vor dem Ausbau leicht die Eisschollen fest und schoben sich zusammen, wodurch zunächst kleinere Eisversetzungen entstanden. Da aber das Wasser überall seitwärts auszuweichen vermochte, so konnte sich der zur Fortbewegung der Versetzung nöthige Druck zunächst nicht ausbilden und daher wuchsen die Eisstauungen dann vielfach zu überaus starken Eisstopfungen an, die nur einem sehr hohen Wasserdrucke wichen. Dergleichen gefahrbringende Eisstopfungen entstehen nach dem Ausbau des Stromes viel schwerer, weil sich einmal in dem tiefern Schlauche nicht so leicht die Eisschollen festsetzen können und weil andererseits auch die Nebenarme abgeschlossen sind, sodass das Wasser bis zu einer gewissen Höhe im eigentlichen Stromschlauche zusammengehalten wird und deshalb um so kräftiger auf die Beseitigung etwa dennoch entstehender Eisversetzungen hinwirkt.

Freilich würde es in Bezug hierauf noch vortheilhafter sein, wenn die Werke, welche die Seitenarme absperren, höher, als sie jetzt sind, geführt werden könnten, weil sich dann im Stromschlauche um so leichter ein wirksamer Wasserdruck zur Beseitigung etwa eingetretener schwererer Eisversetzungen bilden könnte. Immerhin wirkt aber, wie eben ausgeführt ist, auch der jetzige Ausbau des Stromes sehr günstig auf den Verlauf der Eisgänge ein, wie dies besonders deutlich ein Vergleich der Vorgänge auf der russischen nicht ausgebauten und auf der preussischen ausgebauten Strecke der Weichsel zeigt. Auf der russischen Strecke entstehen fast alle Jahre starke Eisstopfungen, welche ausgedehnte Ueberschwemmungen hervorrufen, während auf preussischem Gebiete so schwere Stopfungen verhältnissmässig selten sind, abgesehen von der Nogat, bei der aber Verhältnisse mitsprechen, deren Erörterung ausserhalb des Rahmens des hier behandelten Gegenstandes fällt.



BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEN WASSERMENGEN DER UNGETHEILTEN WEICHEL  
UND DEN WASSERSTANDEN AM PEGEL ZU MONTAUERSPITZE

Relations entre les débits de la Vistule non divisée et les niveaux de l'eau à l'échelle de Montauerspitze

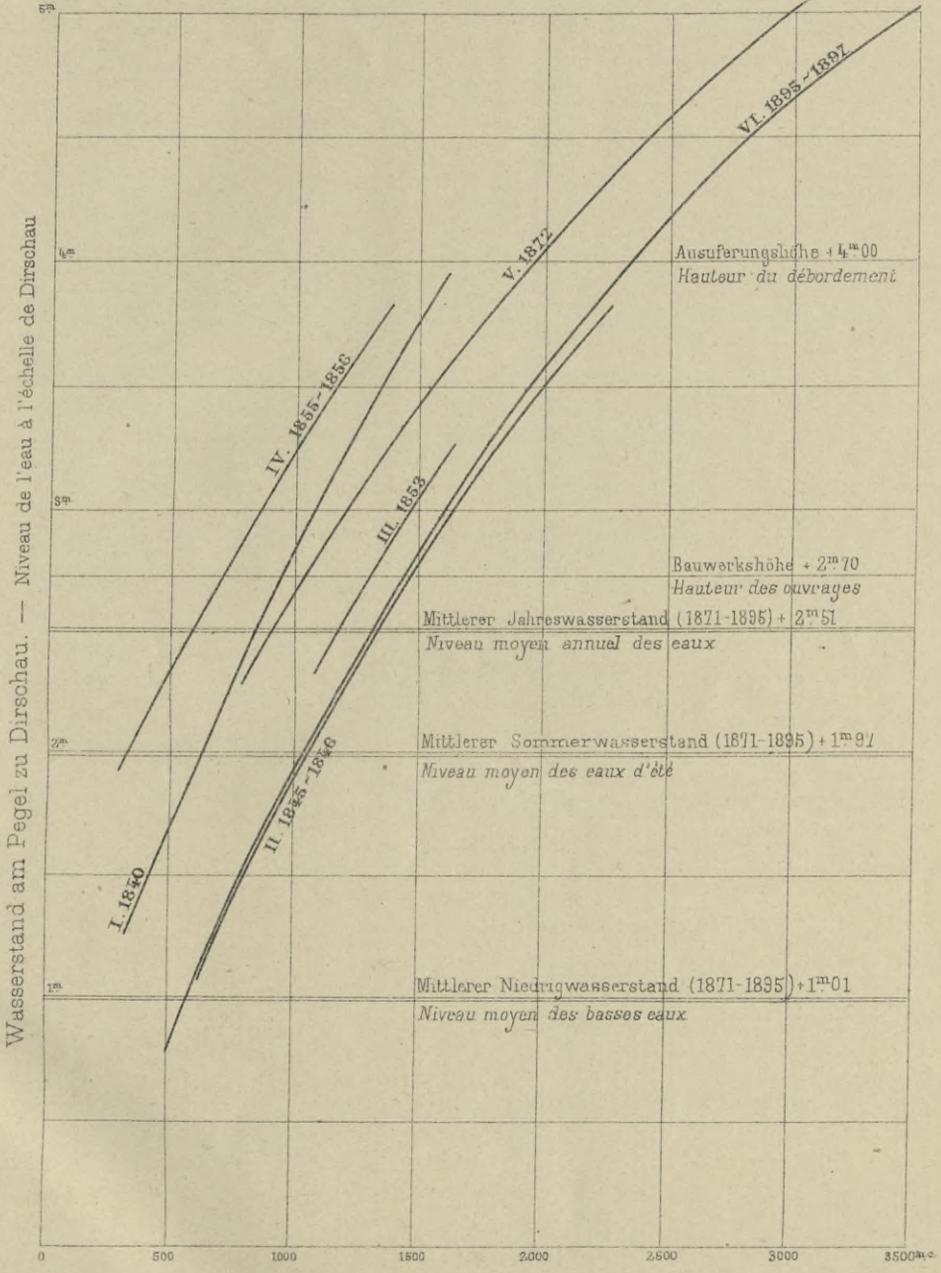


L.C.



BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEN WASSERMENGEN DER UNGETHEILTEN WEICHSEL  
UND DEN WASSERSTANDEN AM PEGEL ZU DIRSCHAU

Relations entre les débits de la Vistule non divisée et les niveaux de l'eau à l'échelle de Dirschau





---

42355. — IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE

9, rue de Fleurus, à Paris.

---

S. 67







WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

~~III 17684~~  
L. inw.

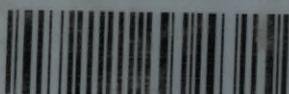
U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307055

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000305512

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307057

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000316025

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307081

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307060

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000316024

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000316026

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307056

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000316023

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307058

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000316022

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307059

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000316021

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307061

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000316020

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307080

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000316019