

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Ergebnisse der Untersuchung der Hochwasserverhältnisse im Deutschen Rheingebiet

Auf Veranlassung der Reichskommission zur Untersuchung der Stromverhältnisse des Rheins und seiner wichtigsten Nebenflüsse und auf Grund der von den Wasserbaubehörden der Rheingebietsstaaten gelieferten Aufzeichnungen

Begründung der Art der Darstellung für den Verlauf der Hochwasserwellen

Honsell, Max

1891

Darstellung von G. Lemoine und A. de Préaudeau

[urn:nbn:de:bsz:31-39052](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-39052)

verbindet die Punkte gleicher Wassermengen durch Linienzüge — Isoplethen — so ergibt sich ein Reliefbild der Fluthwelle (vgl. untenstehende Fig.). Schnitte senkrecht zur XY -Ebene und parallel mit der X -Axe geben für einen bestimmten Ort die Curve der sekundlichen Durchflussmengen; eine solche Schnittcurve parallel zur Y -Axe ist das Längenprofil der Fluthwelle für einen bestimmten Zeitpunkt, ausgedrückt durch die Wassermengen. Die Verbindungslinie der Berührungspunkte $AA' \dots$ von Tangenten $s_a s'_a \dots$ parallel der X -Axe an die Curven gleicher Wassermengen repräsentirt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Hochwassers in Bezug auf das Eintreten der örtlichen grössten Durchflussmenge; die Aufeinanderfolge der Berührungspunkte $BB' \dots$ von Tangenten $t_b t'_b \dots$ gleichlaufend der Y -Axe bezeichnet die Curve der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der grössten Durchflussmengen in Beziehung zur Längsrichtung der Anschwellung.

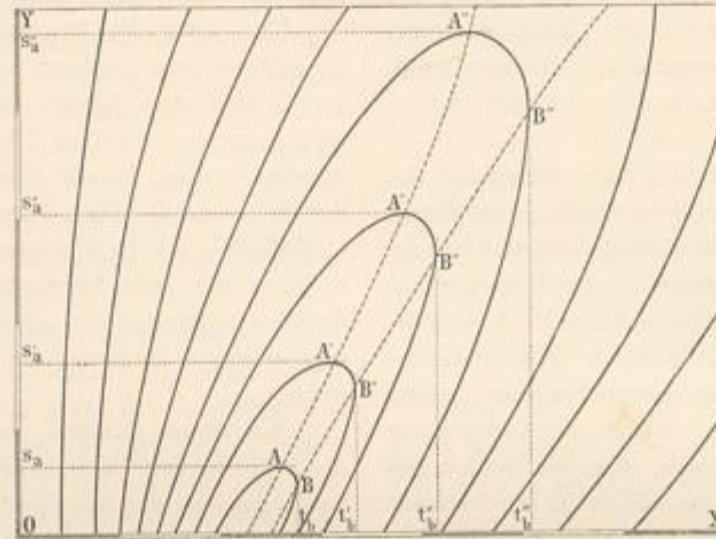
Der Anwendung dieser Methode steht vor Allem im Weg, dass kaum irgendwo an einem grösseren Fluss, und so auch am Rhein nicht, die Durchflussmengen derart sicher und vollständig ermittelt sind, um für jeden Wasserstand, auch nur an den wichtigsten Pegelstellen, die entsprechende sekundliche Wassermenge angeben zu können.

Es hat deshalb Sonne vorgeschlagen*, die hydrograden und auxigraden Coten in der Kleitz'schen Darstellung an die Stelle der Wassermengenwerthe treten zu lassen. Man erhält auf diese Art Curven gleicher hydrograder oder auxigrader Coten, in welche sich, da, wie bekannt, diese Höhenzahlen in Beziehung zu den Wasserstandshöhen, also auch dem Höchststand, stehen, die Linie, welche das zeitliche Fortschreiten des Wellenscheitels angibt, eintragen lässt.

Eine solche Darstellung vereinigt, wenigstens insoweit der Hauptfluss in Betracht kommt, in einem Bild, was durch die hydrograden und die auxigraden Karten Ritter's erst mit Hilfe zahlreicher Blätter zur Anschauung gebracht werden kann: für alle Beobachtungsorte die Zeit des Auftretens der Flutherscheinung, Anfangszustand, Höchststand, Intensität und Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Indes ist die Einwirkung der Zuflüsse, deren Fluthbewegung ohne das Bild zu verwirren nicht gleichzeitig zur Darstellung gebracht werden kann, nicht klar ersichtlich, namentlich dann nicht, wenn man sich nach Ritter darauf beschränkt, die auxigraden oder hydrograden Coten in Gruppen von je 10 zusammenzufassen, die gesammte, während der ganzen Anschwellung beobachtete Wasserspiegelhebung also nur durch 11 Curven darzustellen. Eine durch einen Zubringer im Hauptfluss

* Ueber Hochwasservorausberechnungen. Wochenblatt f. Architekten und Ingenieure. 1884.

bewirkte Welle kann dann recht wohl vollständig in den Zwischenraum zweier benachbarter Curven treffen und demnach überhaupt nicht zur Darstellung kommen. Für die Anwendung auf den Rhein stehen zudem die gleichen Bedenken entgegen, die oben schon gegen die Einführung der hydrograden wie der auxigraden Coten geltend gemacht sind.



Um jedoch auch dieses Verfahren zu kennzeichnen, ist auf den Tafeln II und III die Wasserstandsbewegung des Rheines während der Winteranschwellungen 1882/83 durch Curven gleicher hydrograder und auxigrader Coten zur Darstellung gebracht. Die hydrograden Coten beziehen sich auf denselben Hydrograd, welcher der Kartendarstellung Tafel I zu Grunde gelegt ist, indem hier für die Bestimmung der Grenzwerte die gleichen Erwägungen wie

dort massgebend sind. Den auxigraden Coten, mittels welcher das Hochwasser vom November-Dezember 1882 zur Darstellung gebracht ist, dienen als Vergleichsmaßstab die Anschwellungshöhen des Höchststandes dieser Flutherscheinung, gemessen einmal vom Februar-Niederwasser 1882, dann aber von dem der Anschwellung nur um einige Tage vorausgehenden niedrigen Beharrungsstand aus. Beide Niederstände entsprechen den von Ritter an die Wahl der Grenzwerte für die Bestimmung der Anschwellungshöhen geknüpften Bedingungen. Die Curven liegen in Abständen von 10 zu 10 Procent des betreffenden Vergleichsmaßstabes.

Aus diesen Darstellungen ist ersichtlich, dass weder mittels der Linien gleicher hydrograder noch auxigrader Coten die sekundären Wellenscheitel zur Darstellung kommen, noch auch die zwischen denselben liegenden Tiefstände. Hierzu würde, wie schon hervorgehoben, die Zahl der Curven erheblich vermehrt werden müssen, was wieder mit Rücksicht darauf, dass für die Hochwasser vor 1882 und theilweise für dieses selbst die genaueren — stündlichen — Beobachtungen an den meisten Pegelstationen fehlen, nur unvollkommen durchführbar wäre. Was aber auch für künftige Hochwassererscheinungen im Rheingebiet die Isoplethenmethode nicht zweckdienlich erscheinen lässt, ist allein schon der Umstand, dass die gleichzeitigen Wasserstandsbewegungen der Nebenflüsse in die Darstellung der Fluthwellenbewegung im Hauptstrom nicht einbezogen werden können.

Darstellung von G. Lemoine und A. de Préaudeau. — Während die Darstellungsweise Ritter's mit Hilfe der hydrograden und auxigraden Karten den zeitlichen Fortschritt wie auch die Intensität einer Hochwassererscheinung zur Anschauung bringen will, gibt die von den

französischen Ingenieuren G. Lemoine und A. de Préaudeau in einer Studie über die Winterhochfluthen 1882—1883 im Seinebecken* mitgetheilte Methode zur graphischen Aufzeichnung der Hochwasser zwar nur den zeitlichen Fortschritt — ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit zwischen den Hauptbeobachtungsstationen —, diese indes in sehr übersichtlicher Weise und mit bemerkenswerth einfachen Mitteln an.

Die Darstellung verzeichnet die aufeinanderfolgenden Zeiten der Scheitel der Hochwasserwellen des Hauptflusses sowohl als seiner grösseren Zuflüsse an den bedeutenderen Beobachtungsstationen des Flussgebiets mit Hilfe eines rechtwinkligen Coordinatensystems, in welchem die Abscissen die Zeiten des Höchststandes, die Ordinaten die Lage der Stationen bestimmen.

Die Lage der Beobachtungsstellen ist durch ihre gegenseitige Entfernung in der abgewinkelten Flussstrecke in Kilometer ausgedrückt. Beim Hauptfluss sowohl wie bei den Zuflüssen werden die Entfernungen der Pegelstationen sowie der Zuflussmündungen von der unterhalb der letzten Zuflussmündung gelegenen Beobachtungsstation ermittelt und auf diese als den Anfangspunkt bezogen. Sind für die aufeinanderfolgenden Pegelstationen jeweils die Eintrittszeiten des Höchststandes in ein solches Coordinatennetz eingetragen und der Reihe nach durch einen Linienzug verbunden, so liefert das entstandene Diagramm ein Bild der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Wellenscheitels; sie ist um so grösser, je steiler der Linienzug gegen die Abscissenaxe sich richtet.

Zur Kennzeichnung des Verfahrens ist in der obestehenden Figur der zeitliche Verlauf der Rheinhochfluth vom März 1876 nach der Methode von Lemoine-Préaudeau dargestellt. An ein Schema, in welchem in getrennten Spalten für den Rhein und für seine wichtigeren Nebenflüsse Aare, Neckar, Main, Lahn, Mosel und Lippe die bemerkenswerthesten Pegelstationen und die Mündungs-

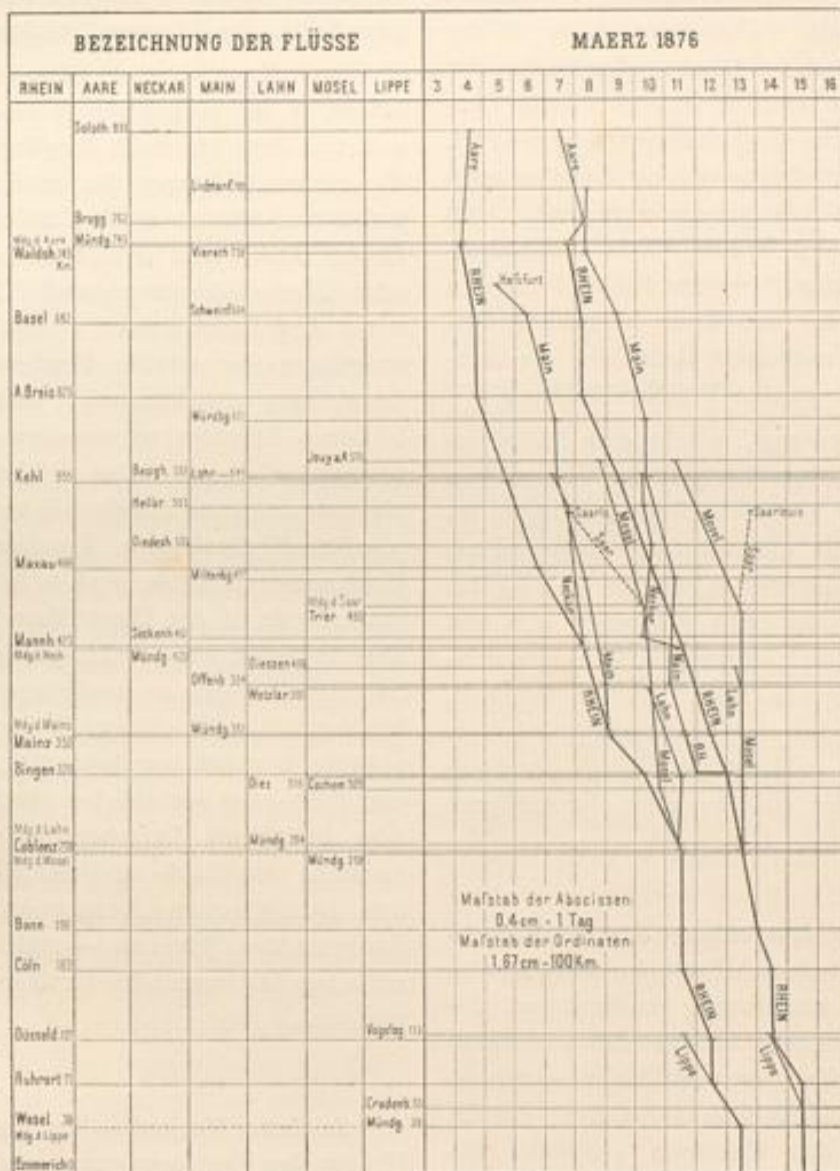
stellen der Nebenflüsse, beziehungsweise auch der Zuflüsse II. Ordnung, sämmtlich mit ihren Entfernungen von der als unterste in Betracht kommenden Pegelstation

Emmerich eingetragen sind, schliesst sich ein Netz, dessen Horizontaltheilung durch die bezeichneten Entfernungen bestimmt ist, während die Vertikaltheilung 14 gleiche Tagesspalten aufweist, da die ganze Flutherscheinung in dem Zeitraum zwischen dem 3. und 16. März zum Abfluss gelangt ist.

Die erste oberrheinische Welle vom 4. März wird durch die Aare erregt, pflanzt sich bis zum 8. nach Mannheim fort, trifft hier mit einer gleichzeitigen Neckarwelle, in Mainz am 9. mit einer Mainwelle, die schon am 7. in Würzburg gipfelte, zusammen, begegnet weiter am 11. März den Wellenscheiteln der Lahn und Mosel und erreicht am 13. die Endstation Emmerich. Inzwischen ist schon am 7. März ein neuer Rheinhochstand bei Waldshut — vermuthlich ebenfalls von der Aare veranlasst —

aufgetreten. Dieser erreicht am nächsten Tage Altbreisach, und pflanzt sich von da mit fast gleichbleibender Geschwindigkeit bis Bingen fort, wo er in der Nacht vom 12. auf 13. März eintrifft. Hochstände des Neckar und Main treffen diesmal zeitlich nicht mit der Rheinwelle zusammen. Der Neckar hat seinen Höchststand schon am 10. in Mannheim erreicht, während die oberrheinische Welle daselbst erst am 11. März eintraf. Der Main veranlasste durch seinen Hochstand vom 11. März — in Würzburg am 10. beobachtet — eine selbstständige Rheinwelle, die mit der oberrheinischen sich in der Nacht vom 12. auf 13. März zusammensetzte. Die vereinigte Rheinwelle trifft am 13. noch mit einem Lahn- und Moselhochstand zusammen und bewegt sich dann mit einer Geschwindigkeit, etwa gleich der in der Gebirgsstrecke Bingen-Coblenz, abwärts bis Emmerich.

Schon diese Darstellung eines einfachen Hochwasserlaufes lässt erkennen, dass man hierdurch nicht allein ein übersichtliches Bild der Fortpflanzungsgeschwindigkeit erhält, wie sie sich aus der Lage der Linienzüge ergibt, welche die Wellenscheitel bedeuten, sondern auch,



* Etude sur les crues de l'hiver 1882—1883 dans le bassin de la Seine. Annal. d. p. e. ch. 1883. 2^e sem.

dass die Darstellungsweise recht wohl geeignet ist, den Zusammenhang der Wasserstandsbewegung des Hauptflusses mit jener seiner Nebenflüsse verfolgen zu können. Ersichtlich wird, wie die in einem Zuflusse ablaufende Hochwasserwelle gleichzeitig, früher oder später als der Scheitel der sich im Hauptflusse bewegenden Fluthwelle an der Zusammenflussstelle eintrifft und also unter Umständen die Hochwassererscheinung im Hauptflusse steigert, auch eine selbstständige Wellenbewegung darin erzeugt oder den Rückgang des Höchststandes verzögert. Fast immer ist aber die Art und Weise dieses Zusammen treffens der einzelnen Fluthwellen entscheidend für den Wasserstand des Hauptflusses und für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Wellenscheitels, damit also ein überaus wichtiges Moment der ganzen Flutherscheinung.

Die vorwiegende Bedeutung, welche eine übersichtliche Feststellung des zeitlichen Verlaufs der Fluthwellen für die Untersuchung der Hochwassererscheinungen im Rheingebiet hat, und die unbeschränkte Anwendbarkeit der vorbeschriebenen Darstellungsweise — mag das Stromsystem nun einfach oder reich gegliedert sein und sehr regelmässige oder vielfach wechselnde Wasserstandsbewegungen zeigen — lassen es zweckdienlich erscheinen, diese Art der Darstellung bei der Feststellung des Verlaufs der Rheinhochwasser zu benützen. Nach der einen und anderen Richtung wird sie hier aber der weiteren Ausbildung bedürfen.

Erfordernisse für die Darstellung der Rheinhochwasser. — Die Hochwassererscheinungen des Rheins setzen sich, je nach der räumlichen Ausbreitung, der Eintrittszeit und Dauer der Niederschläge sowie der physikalischen Gestaltung der überregneten Theile des Stromgebietes aus einer Reihe von Wellen zusammen, die im alpinen Rhein, auch in den einzelnen grösseren Zuflüssen des Hoch- und Mittelgebirges entstehen, die theils zusammentreffen, sich zu grossen Hochwasserwellen vereinigen und eine lange Stromstrecke durchlaufen, theils getrennt ihren Weg nehmen und dann mehr oder minder schnell abflachen und verschwinden.

Jederzeit bietet das reichgegliederte Stromsystem die Bedingungen zu mannigfach zusammengesetzten Erscheinungen: so kann die Fluthwelle eines Zuflusses mit der höchsten Erhebung einer solchen des Rheins zusammentreffen und sie verstärken oder einem nicht selten vorkommenden Wellenthal der Rheinfluth begegnen, um es ganz oder theilweise auszufüllen, oder, wie in den meisten Fällen, früher und auch später als der Scheitel des Rheins die Mündung erreichen und dann für sich Hochstände im Strome erzeugen, unter Umständen aber auch nur ein rascheres Steigen oder langsames Fallen veranlassen als es die Wasserstandsbewegung des Rheins für sich allein bedingte; sie kann endlich vom Rhein aufgenommen werden ohne erhebliche Wirkung auf dessen Wasserstandsbewegung. Um alle diese, den Verlauf eines Hochwassers bestimmenden Erscheinungen darzustellen, muss das graphische Bild die wichtigeren Phasen der Wasser-

standsbewegung der Hauptgerinne des Stromgebietes erkennen lassen, insbesondere: Beginn der Flutherscheinung, Hoch- und Niederstände* während derselben, Beharrungsstände, auffallende Wechsel der Geschwindigkeit im Steigen oder Fallen des Wassers, Rückstauerscheinungen u. A. m.

Der Beginn der Flutherscheinung wird beim Rhein in der Regel durch einen Wasserstand bezeichnet, von dem aus nach vorgängigem Fallen oder länger dauerndem Beharren das erste im ganzen Strom nachweisbare Anlaufen erfolgt, bei den Zuflüssen durch einen diesem Rheinstand zeitlich zunächstliegenden Niederstand oder Niederbeharrungsstand. Die Hochstände während des Hochwasservorganges haben für die Beurtheilung der ganzen Flutherscheinung sämmtlich zur Darstellung zu kommen, und zwar nicht allein die höchsten Erhebungen, sondern auch sekundäre Maxima, und unter diesen selbst solche, die zusammenhanglos, also nur an einer Pegelstelle beobachtet werden konnten. (»Isolirte Hochstände.«) Die Niederstände während des Hochwasserverlaufes sind in gleichem Umfang wie die Hochstände in die Darstellung einzubeziehen, jedenfalls aber insoweit, als sie die einzelnen aufeinanderfolgenden Scheitel trennen; es erscheinen daher sowohl sekundäre Minima, als auch »isolirte Niederstände.« Beharrungsstände kommen nur beim Rhein in Betracht, eintretenden Falls aber sowohl bei Hochständen wie bei Nieder- oder beliebigen Zwischenständen, und ebenso sind die zwischen den Hoch- und den Niederständen vorkommenden sprungweisen Aenderungen im Fallen oder Steigen des Rheins — meist Folge einer wechselnden seitlichen Wasserzufuhr der Nebenflüsse — erkennbar zu machen.

Zeitlicher Verlauf. — Zur Darstellung dieser einzelnen Phasen der Fluthbewegung, und zwar in Bezug auf deren zeitlichen Eintritt und Verlauf benützen wir das Verfahren von Lemoine-Préaudeau, das, wie schon angedeutet, einige Aenderungen und Erweiterungen erfahren muss. Als Ausgangspunkt der Längentheilung, die zur Abscissenaxe des Darstellungsnetzes gewählt sei, wird zur Bestimmung der Lage der Rheinpegel und der Zuflussmündungen der Seeausfluss bei Konstanz (Mitte der Rheinbrücke), zur Ortsbestimmung der Zuflusspegel jeweils die Mündungsstelle des betreffenden Gewässers angenommen. Die Auswahl der zu den Darstellungen beizuziehenden Beobachtungsstellen für das deutsche Stromgebiet erfolgt hierbei nach Massgabe der in der Konferenz zu Biebrich am 30. Mai/1. Juni 1886 getroffenen Vereinbarungen der beteiligten Rheinuferstaaten**, für den Schweizer Oberrhein und die Aare je nach den vorliegenden Aufzeichnungen.

Bei den Darstellungen der Hochfluthen vor dem Jahre 1876 kommen die Schweizer Pegelstationen mangels ausreichender Aufzeichnungen in Wegfall; unter den

* »Hochstand« und »Niederstand« sind hier nur im Sinne von Maximum und Minimum gebraucht.

** Vergl. das Vorwort S. VI.