

# **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**

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

Ergebnisse  
der  
Untersuchung der Hochwasserverhältnisse  
im  
Deutschen Rheingebiet.

Erstes und Zweites Heft.

---







1943 B 15/11

Ergebnisse

Untersuchung der Hochwasserhältnisse

043

C 12, 1-2



Cartabellen der Meteorologie und Hydrographie  
des Großherzogtums Baden

5

B. 265

545.  
76-14-

# 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

bearbeitet und herausgegeben

von dem

Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie  
im Grossherzogthum Baden

- I. Heft. Begründung der Art der Darstellung für den Verlauf der Hochwasserwellen.
- II. Heft. Auftreten und Verlauf der Hochwasser von 1824, 1845, 1852, 1876 und 1882—83.



Bibliothek  
Gr. Ministeriums  
des Kultus und Unterrichts.



Berlin.  
Ernst und Sohn.  
1891.

## Vorwort.

**D**ie in Folge des Reichstagsbeschlusses vom 9. Mai 1883 berufene Kommission zur Untersuchung der Rheinstromverhältnisse hatte sich auch mit der Erwägung zu befassen, »ob nicht von Reichswegen regelmässige Meldungen von Hochwasserständen sämtlicher deutschen Ströme an die beteiligten Uferbewohner einzurichten seien.«\* Bei den hierwegen gepflogenen Verhandlungen, deren Ergebniss in dem Schlussbericht der genannten Reichskommission mitgeteilt wird, ward die auch schon in der Reichstagsverhandlung berührte Frage aufgeworfen, ob es möglich und rathsam sei, am Rhein die Hochwasservoraussage (Prognosendienst) einzurichten.

Die Frage war Gegenstand eingehender Erörterung in der zweiten Tagung der Reichskommission zu Berlin 10—14. März 1885.

Einerseits ward darauf hingewiesen, dass die in der neueren Zeit erhöhte Pflege der Meteorologie zu den Wetterprognosen geführt habe, dass insbesondere die Sturmwarnungen der deutschen Seewarte vorzügliche Dienste leisten, dass aber auch ein Hochwasservorausgesagedienst schon seit Jahren an der Seine mit gutem Erfolg bestehe und die dort getroffenen Massnahmen seit 1879 durch ministerielle Anordnung auf alle grösseren Flüsse Frankreichs, mit Ausnahme der Rhone, ausgedehnt seien. Auch in Deutschland lägen schon Anfänge einer Hochwasservorausbestimmung — für einzelne Stationen und Stromstrecken — vor.

Dem gegenüber ward geltend gemacht, dass zwischen den Wetter- und Sturmprognosen und den Hochwasserprognosen eine grundsätzliche Verschiedenheit bestehe und dass ebenso die Verschiedenheit der Stromverhältnisse die Einführung der Hochwasservoraussage am Rhein von vornherein ungleich schwieriger gestalte als an jenen französischen Flüssen.

\* Ziff. 3 des vom Reichstag zum Beschluss erhobenen Antrages des Abg. Dr. Thilenius. (No. 135 der Drucksachen.)

Zwar ist der Verlauf einer Hochwasserwelle auf Grund der vorhandenen Wasserstandsstatistik und den im einzelnen Fall aus dem oberen Stromgebiet eintreffenden Nachrichten unzweifelhaft leichter zu beurtheilen, als die zu erwartende Witterung nach den Witterungsdepeschen; denn die Fortpflanzung einer Fluthwelle im Strombett vollzieht sich unter sehr viel einfacheren Erscheinungen, als die Vorgänge in der Lufthülle. Allein von der Hochwasserprognose wird viel mehr verlangt, als die Wetterprognose und die Sturmwarnung geben. Diese besagen nur, ob und in welchem Sinne eine Aenderung der Witterung, ob Sturm zu erwarten ist und aus welcher Richtung; Niemand verlangt, dass die Aenderungen des Luftdruckes und der Temperatur, die eintretende Bewölkung und die Niederschläge, die Stärke des Sturmes nach Mass voraus verkündet werden. Die Hochwasservoraussage aber soll angeben, um welches Mass der Wasserspiegel des Stromes zu bestimmter Zeit an einer bestimmten Stelle steigen oder fallen wird. Wollte man sich damit begnügen, wenn nur Wachsen oder Fallen des Wassers — auch noch, ob langsam oder rasch — vorausgesagt wird, so wäre das mit ebensolcher Sicherheit möglich, wie die Voraussage des Eintreffens der atlantischen Stürme an den europäischen Küsten. Voraussagen in diesem allgemeinen Sinn geschehen seit her schon am Rhein hier und dort durch die Wasserbaubehörden; sie geben aber kaum mehr, als sich jeder erfahrene Stromanwohner an Hand der überall zur Veröffentlichung kommenden Wasserstandsnachrichten selbst sagen kann.

In Frankreich, an den erwähnten Flüssen, wird aber in der That das Mass der bevorstehenden Bewegungen des Wasserspiegels bestimmt und bekannt gegeben, oder es ist dies doch das Ziel des hydrometrischen Dienstes. Am besten ausgebildet ist dieser Dienst im Seinegebiet; seit einer Reihe von Jahren werden hier Hochwasserprognosen ausgegeben, und es ist erreicht, dass die wirklich eingetretene Wasserhöhe selten mehr, in der Regel

aber weniger als 20 cm von dem 2 bis 3 Tage zuvor angegebenen Mass abweicht, — ein Erfolg, der mit Recht als befriedigend bezeichnet wird. Eine in diesem Mass sichere Vorhersage der Anschwellungshöhen würde auch am Rhein ohne Zweifel als sehr nützlich begrüsst werden. Die Fehlergrenze dürfte aber hier nicht erweitert werden, wenn die Vorhersagen nicht mehr schaden als nützen sollen.

Allein am Rhein sind schon die physischen Verhältnisse wesentlich anders geartet als an der Seine. Das Rheingebiet ist um mehr als das Dreifache grösser als das der Seine; schon bei Mannheim, oberhalb der Neckarmündung, entwässert der Rhein ein viel grösseres Gebiet als die Seine bei Paris; die Flussgebiete von Neckar und Main zusammen kommen dem Seinegebiet schon nahezu gleich. Durchaus verschieden sind aber auch die orographischen, die klimatischen und dem zur Folge die hydrographischen Verhältnisse. Das Seinegebiet ist in seiner horizontalen wie verticalen Gliederung überaus einfach gestaltet: die Quellengebiete erheben sich kaum über 600 m über dem Meere; das ganze Gebiet steht unter dem mässigenden Einfluss des Seeklimas; starke Niederschläge pflegen sich über das ganze Stromgebiet auszubreiten und die Anschwellungen in allen Gewässern ziemlich gleichzeitig aufzutreten. Ganz anders im Rheingebiet mit seinen Gletschern und dem ewigen Schnee des Hochgebirges, den regen- und schneereichen Mittelgebirgen, unterbrochen von selten niederschlagsarmen Landstrichen und mit seinen gewaltigen Föhnerscheinungen des Alpenlandes, mit seinen zahlreichen Seen und dem Wechsel der Stromgestaltung durch die wiederholten Gebirgsdurchbrüche zwischen dem Bodensee und dem grossen nordwestdeutschen Tiefland. Was an der Seine die Regel: die Ausdehnung der Hochwassererscheinungen über das ganze Stromgebiet, ist am Rhein kaum dagewesen. Hier ist es vielmehr nicht selten, dass im oberen Gebiet ein bedeutendes Hochwasser auftritt, das im Mittel- und Unterlauf nur noch als mässige Fluthwelle merkbar wird, während andererseits oftmals der Mittel- und Unterlauf der Schauplatz einer gewaltigen Hochflutherscheinung gewesen sind, an der das Gebiet des Oberlaufes kaum betheilt war. Das Verhalten der grossen Mittelgebirgsflüsse — Neckar, Main, Lahn und Mosel — ist für die Hochflutherscheinungen im Mittel- und Unterlauf des Rheines ausschlaggebend; und dieses Verhalten ist der orographischen und klimatischen Verhältnisse wegen sehr wesentlich verschieden von jenem der Alpengewässer, die den Oberlauf des Stromes vorwiegend speisen.

Was hier von dem Seinegebiet bemerkt ist, gilt in der Hauptsache auch von den übrigen Flüssen Frankreichs; selbst an der Garonne liegen die Bedingungen für die Vorausbestimmung des Hochwasserverlaufes ungleich einfacher als am Rhein. Nur ein Strom Frankreichs zeigt mit dem Rhein einige Aehnlichkeit, die Rhone; aber gerade an diesem Strom ist ein Hochwasservoraussagedienst bis jetzt nicht eingerichtet. Sollte der Grund darin liegen, dass die Quellengebiete einem anderen Staat —

der Schweiz — angehören, so würde dieser Grund auch auf den Rhein zutreffen, der etwa  $\frac{2}{3}$  der Schweiz entwässert.

Noch nach einer anderen Richtung liegen im Hinblick auf die Hochwasservoraussage an der Seine die Dinge wesentlich anders als am Rhein: hier fehlen jene Unterlagen für die Vorausberechnung der Wasserhöhen, wie sie an der Seine durch viele Jahrzehnt lange Arbeit mühsam gewonnen worden sind.

Nachdem schon seit den 1830er Jahren Belgrand das Seinegebiet zum Gegenstand hydrologischer Studien gemacht hatte, ist dort 1854 unter der Leitung dieses hervorragenden Ingenieurs der sogenannte hydrometrische Dienst eingerichtet worden. Die Niederschläge und das Verhalten der Gewässer, hauptsächlich im Zusammenhang mit dem geologischen Bau des Flussgebietes, sind nun in der gründlichsten Weise beobachtet und untersucht worden; aber lange noch hat Belgrand es vermieden, mit den Hochwasservoraussagen in die Oeffentlichkeit zu treten; er theilte sie zunächst nur den Wasserbauingenieuren und einzelnen Interessenten mit, die ihn besonders darum angingen. Erst als durch die Ergebnisse umfassender Arbeiten und Studien und durch Jahre lange Erprobung eine sichere Grundlage gewonnen schien, wagte man es, die Voraussagen öffentlich bekannt zu geben. Aber auch jetzt treffen diese immerhin nur annähernd zu.

Darf nun, Angesichts der sehr viel schwierigeren Verhältnisse des Rheingebietes, überhaupt angezweifelt werden, ob es je gelingen wird, die Hochwasserstände am Rhein mit derselben annähernden Sicherheit voraus zu bestimmen, wie an der Seine, so kann darüber kein Zweifel bestehen, dass gegenwärtig diese Möglichkeit nicht vorliegt. Soll am Rhein jenes Ziel angestrebt werden, so muss hier derselbe Weg eingeschlagen werden, auf dem man an der Seine zu befriedigenden Erfolgen gelangt ist. Auch hier wären zunächst die Erscheinungen in umfassender und sorgsamer Weise zu beobachten und zu studiren; und wenn es immer noch fraglich bleibt, ob hieraus die Grundlagen für sichere Vorausbestimmung der Wasserstände werden gewonnen werden, so darf solcher Zweifel von dem Betreten dieses Weges nicht abhalten, denn die gedachten Untersuchungen lassen jedenfalls eine Förderung der Hydrologie und damit der Lösung der wasserbaulichen und wasserwirtschaftlichen Aufgaben im Rheingebiet erhoffen.

Dies waren die Gesichtspunkte, die bei der Verhandlung in der Reichskommission hervorgetreten sind, deren Ergebniss der vorsitzende Reichskommissar in folgendem Vorschlag zusammengefasst hat:

»Es ist nothwendig, die vorhandenen Aufzeichnungen über die Wasserstände und über den Verlauf der früheren Hochwasser des Rheins zu sammeln, zu prüfen und zu bearbeiten; es ist ferner nothwendig, jedes Hochwasser von dem Quellengebiete an in all' seinen Erscheinungen genau zu untersuchen und das erwachsene Material mit den daraus zu ziehenden Schlüssen durch Vervielfältigung und Veröffentlichung allgemein zugänglich zu machen.

Diese Arbeit wird wesentlich dazu beitragen, die noch sehr lückenhaften Kenntnisse und Erfahrungen über den Verlauf der Hochwasser zu vervollständigen.

Nur von einer Centralstelle aus kann diese Arbeit mit Erfolg in die Hand genommen werden. Da es nicht die Absicht sein wird, hierfür eine eigene Centralstelle neu zu schaffen, so würde es von hohem Werthe sein, wenn die hohe Grossh. badische Regierung geneigt sein sollte, das in Karlsruhe bereits vorhandene Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie zu beauftragen, die erwähnte Arbeit, und zwar für das ganze Gebiet des Rheins im Deutschen Reiche zu übernehmen . . . . .

Der Vorschlag fand einstimmige Billigung in der Kommission, sowie nachmals die Zustimmung der betheiligten hohen Regierungen.

In der folgenden Tagung — zu Konstanz, 21. bis 23. Juni 1885 — kamen die folgenden

### Beschlüsse der Reichskommission

betreffend die

Untersuchung der Hochwassererscheinungen im Rhein zu Stande:

I. Die Grossh. badische Regierung wird auf Grund der mit den mitbetheiligten deutschen Staaten getroffenen Verständigung das Grossh. Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie in Karlsruhe mit der Sammlung und Bearbeitung der auf die Hochwassererscheinungen des Rheins und seiner Nebenflüsse bezüglichen Beobachtungen beauftragen.

II. Den Arbeiten des Centralbureaus wird das anliegende Programm zu Grunde gelegt.

Die Ergebnisse der Arbeiten werden von dem Centralbureau in angemessenen Zeitabschnitten zur Kenntniss des Reichs und der mitbetheiligten Staaten gebracht werden.

III. Die hohen Regierungen der betheiligten deutschen Staaten werden dafür sorgen, dass die von ihnen bezeichneten zuständigen Landesbehörden, insbesondere Wasserbaubehörden, diejenigen Materialien beschaffen und dem Centralbureau übermitteln, welche in dem anliegenden Programm aufgeführt sind oder im Verlaufe der Arbeiten nach zu-voriger Verständigung für erforderlich erachtet werden.

IV. u. V. enthalten Bestimmungen wegen Vertheilung der Kosten, die dem Centralbureau durch die Uebernahme dieser Arbeiten erwachsen, auf die betheiligten Staaten und einen Vorbehalt der Grossh. badischen Regierung wegen etwaiger Kündigung des durch diese Beschlüsse geschaffenen Verhältnisses.

Das Programm ist in der von dem Centralbureau entworfenen Fassung angenommen worden, wie folgt:

### I. Arbeitspensum der Centralstelle.

1. Feststellung des thatsächlichen Verlaufes der Hochwasserwellen im Deutschen Rheingebiet auf Grund der Nachrichten, Beobachtungen und Aufzeichnungen, welche
  - a. von früheren Hochwasservorgängen — bis zur Gegenwart — vorhanden oder zu beschaffen sind,
  - b. fernerhin nach Ablauf jedes Hochwassers der Centralstelle geliefert werden.
2. Vergleichend kritische Bearbeitung dieses statistischen Materials; Veröffentlichung der in zusammenfassender Beschreibung, in tabellarischen und graphischen Darstellungen niederzulegenden Ergebnisse.
3. Hydrologische Untersuchung der einzelnen Hochwasser; insbesondere
  - a. Ermittlung des ursächlichen Zusammenhangs zwischen den ombrometrischen, geologischen, orographischen, hydrographischen, kulturellen und wasserbaulichen Verhältnissen der einzelnen Theile des Stromgebietes und dem Auftreten der Hochwasser im Rhein,
  - b. Untersuchung der Stromverhältnisse des Rheines selbst, soweit sie auf den Verlauf und die Intensität der Hochwasser bedingenden Einfluss haben.
4. Veröffentlichung der Ergebnisse dieser Untersuchungen und der daraus zu ziehenden Schlüsse hinsichtlich der Art der Fortpflanzung der Hochwasserwellen im Rhein, eventuell Aufstellung der Grundlagen für Hochwasservorausagen.

### II. Von den Einzelstaaten zu beschaffende Materialien.

Zu I. Ziffer 1.

- a. Als bald nach Einrichtung der Centralstelle: die über seither stattgehabte Hochwasser von den wichtigeren Pegelstationen vorliegenden Aufzeichnungen;
- b. künftighin jeweils nach Ablauf eines Hochwassers: die möglichst genauen Aufzeichnungen über die Wasserstandsbewegungen der Hochwasserperiode für alle wichtigeren Pegelstationen.

Ueber das dabei einzuhaltende Verfahren, wobei auch die Anwendung selbst registrierender Pegel in's Auge zu fassen wäre, sowie über die Art der Darstellung — tabellarisch und graphisch — würde auf bezügliche Vorschläge der Centralstelle s. Zt. eine Verständigung unter den Wasserbaubehörden der Einzelstaaten zu treffen sein.

Zu I. Ziffer 2.

- a. Eine auf gründlicher Untersuchung beruhende Nachweisung über die Lage der Pegelnullpunkte und die Beschaffenheit der Pegelskalen, insbeson-

dere auch über alle seit Errichtung der Pegelstationen vorgekommenen Veränderungen.

(Vgl. Ziffer 1 lit. e der Anleitung zur Sammlung und Bearbeitung der Materialien für die Untersuchung der Rheinstromverhältnisse — Anlage I zu dem Protokoll No. 1.)

- b. Zusammenstellungen über die gemittelten Monats-, Sommer- und Winter- und Jahreswasserstände, sowie der extremen Wasserstände für jede der in Betracht zu ziehenden Pegelstationen — nach einem s. Zt. von der Centralstelle zu entwerfenden und von den Wasserbaubehörden der Einzelstaaten zu vereinbarenden Programm.
- c. Eine Sammlung von Nachrichten und Feststellungen auf Grund vorhandener Marken über Hochwasserstände aus früherer Zeit, — vor Beginn regelmässiger Pegelbeobachtungen.
- d. Angaben über stattgehabte natürliche und künstliche Veränderungen im Strombett und im Hochfluthprofil, welche auf die Wasserstände an den Pegeln eine erhebliche Wirkung geäussert haben können. Etwa vorhandene Ermittlungen über das Mass solcher Wirkungen wären mitzutheilen.

Zu I. Ziffer 3.

Manches der für die hydrologischen Untersuchungen erforderlichen Materialien wird schon in der hydrographischen Beschreibung — Ziffer I Anlage I zu dem Protokoll No. 1 — enthalten sein, Anderes aus der Behandlung der unter B, I, III und IV des Mannheimer Protokolls verzeichneten Fragen sich ergeben. Zur Erhebung der ombrometrischen Verhältnisse dienen die Veröffentlichungen der meteorologischen Institute, und in dieser, wie auch in anderer Hinsicht wird die Literatur der genannten wissenschaftlichen Gebiete resp. der Landeskunde zum Studium heranzuziehen sein.

Ob und welche weiteren Materialien dann von den Einzelstaaten noch zu liefern sein möchten, wird sich erst beurtheilen lassen, wenn die hydrographische Beschreibung des Rheinstromes und seiner wichtigsten Nebenflüsse vorliegt und wenn die mit der Untersuchung der Hochwassererscheinungen zu betrauende Centralstelle in den speciell hydrologischen Theil dieser Untersuchungen eingetreten sein wird.

Die Einrichtung ist mit dem Jahresbeginn 1886 in's Leben getreten, nachdem die Hilfskräfte des Centralbureaus entsprechend verstärkt worden waren.

In Vollzug der Bestimmung III der Beschlüsse der Reichskommission und I, Ziff. 1 b des Programms sind in einer auf Einladung des Vorstandes des Centralbureaus am 30. Mai/1. Juni zu Biebrich stattgehabten Berathung von Vertretern der leitenden Wasserbaubehörden der deutschen Rheingebietsstaaten Bestimmungen betreffend die Beobachtungen und Aufzeichnungen

über das Auftreten und den Verlauf der Anschwellungen in den grösseren Gewässern des deutschen Rheingebietes\* vereinbart worden und nach erfolgter Genehmigung der genannten Behörden in Kraft getreten.

An einer Anzahl Pegelstellen am Rhein und an den wichtigeren Nebenflüssen werden demnach bei allen erheblicheren Anschwellungen die Wasserstandsbewegungen in besonders sorgsamer und in einheitlicher Weise beobachtet und aufgezeichnet, und zwar sind hierzu bestimmt worden

am Rhein	3	Pegelstellen oberhalb Basel,
16	>	zwischen Basel und Mannheim,
5	>	> Mannheim und Mainz,
4	>	> Mainz und Bingen,
3	>	> Bingen und Coblenz,
4	>	> Coblenz und Cöln,
7	>	> Cöln und Emmerich,

zus. 42 Pegelstellen.

Ferner an den Nebenflüssen, und zwar an der Wutach 1, an der Wiese 2, an der Elz 2, an der Kinzig 1, Schw. 3, an der Ill mit dem Kraftbach und der Breusch 5, an der Rench und an der Murg je 1, am Neckar mit Kocher und Jagst 12, am Main mit Regnitz und Tauber 16, an der Nahe 1, an der Lahn 4, an der Mosel und Saar 7, an der Sieg und an der Ruhr je 1, endlich an der Lippe 2, zusammen 59, im Ganzen also 42 + 59 = 101 Pegelstellen; davon liegen 29 in Preussen, 12 in Bayern, 9 in Württemberg, 26 in Baden, 10 in Hessen und 15 in Elsass-Lothringen.

An diesen Pegeln, bei deren Auswahl hauptsächlich die Lage der Mündungen der Zuflüsse massgebend war, werden während Anschwellungen zu bestimmten Stunden dreimal, viermal und zwölfmal des Tages — je nach dem Mass des Wachsens und der Wasserhöhe — genaue Ablesungen vorgenommen; dabei wird besondere Sorgfalt darauf verwendet, dass, wenn nach den Witterungsverhältnissen eine Anschwellung zu erwarten ist oder schon Nachrichten hierüber aus dem oberen Gebiet vorliegen, der Beginn des Steigens möglichst sicher festgestellt, und dass ferner genau ermittelt wird, um welche Zeit die steigende in die fallende Bewegung übergegangen ist, wie lange der Stillstand gedauert und welches Höchstmass der Wasserstand erreicht hat. Zu diesem Zweck wird an den kleineren Flüssen auch stündlich beobachtet. Die Aufzeichnung der Beobachtungen geschieht in Tabellen und in graphischen Darstellungen nach vereinbartem Muster. Neben den Wasserstandsaufzeichnungen sind noch Angaben zu machen über die Witterungsverhältnisse, insbesondere Richtung und Stärke des Windes und Niederschläge, über Trübung des Wassers, über Beschaffenheit der Oberfläche des Flusses, über treibende Gegenstände, über Eisverhältnisse und dergl. Die auf Grund dieser Bestimmungen seither in beträchtlicher Zahl

\* Veröffentlicht im Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrgang 1886. No. 51 A. S. 507 u. ff.

beim Centralbureau eingelaufenen Wasserstandstabellen und graphischen Darstellungen sind hier einstweilen gesammelt und geordnet worden und für die künftige Bearbeitung aufbewahrt.

Die nächste Aufgabe des Centralbureaus musste darin bestehen, eine Darstellungsweise der Hochwassererscheinungen zu finden, wie sie dem thatsächlichen Material und dem Zweck der beabsichtigten Untersuchungen bestmöglich entspricht. Dies konnte nur an Hand der einschlagenden Literatur geschehen und die Entscheidung nur auf Grund mehrfacher Versuchsarbeiten getroffen werden.

Da dem Centralbureau aber von der Reichskommission 1886 auch die Bearbeitung einer hydrographischen Beschreibung des Rheingebietes übertragen worden ist, haben die Arbeiten zur Untersuchung der Hochwasserverhältnisse inzwischen nur langsamen Fortgang genommen; sie mussten behufs Förderung jener dringenderen Arbeit bald ganz eingestellt und konnten erst nach erfolgter Herausgabe des Werkes »Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse«\* wieder aufgenommen werden. In

\* Berlin, Ernst & Korn 1889.

diesem Werk ist auch Manches schon behandelt, was in dem obenstehenden Arbeitsprogramm — insbesondere unter Ziff. 3 — vorgesehen ist.

Die Beschreibung der gewählten Art der Darstellung und deren Begründung bilden nun den Inhalt des hier vorliegenden I. Heftes. Einige Probeblätter der graphischen Darstellung hatten der Reichskommission vorgelegt und deren Billigung erhalten.

Mit der im II. Heft gegebenen Schilderung und Darstellung der Hochwasser von 1824, 1845, 1852, 1876 und 1882/83 ist zunächst der Bestimmung in I, Ziff. 1a des Arbeitsprogrammes entsprochen. Ausgewählt wurden die bedeutenderen Hochfluthen des gegenwärtigen Jahrhunderts, soweit über deren Verlauf noch die nöthigen Anhaltspunkte aufzufinden waren.

Es liegt in der Absicht, neben den nunmehr zu beginnenden Untersuchungen, die künftigen Hochwassererscheinungen jeweils möglichst bald in gleicher Weise in ihrem Verlauf darzustellen und zur allgemeinen Kenntniss zu bringen.

Karlsruhe, im März 1891.

Honsell.



# Inhalts-Verzeichniss.

## I. Heft.

	Seite		Seite
Einleitung . . . . .	3	Darstellung des zeitlichen Verlaufes . . . . .	8
Darstellung nach Ritter . . . . .	4	Darstellung der Anschwellungshöhen . . . . .	9
Darstellung nach Kleitz und Sonne . . . . .	5	Aeussere Form und Einrichtung . . . . .	11
Darstellung nach Lemoine und de Préaudeau . . . . .	6	Beispiel . . . . .	11
Erfordernisse für die Darstellung der Rheinhochwasser . . . . .	8		

### Hiezu die Tafeln:

- |                                                                                                                     |                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I. Verlauf der Hochfluth des Rheins vom November-Dezember 1882, dargestellt durch hydrograde Karten.                | III. Wasserstandsbewegung des Rheins im November-Dezember 1882, dargestellt durch Curven gleicher auxigrader Coten. |
| II. Wasserstandsbewegung des Rheins im November-Dezember 1882, dargestellt durch Curven gleicher hydrograder Coten. | IV. Art der Darstellung für den Verlauf der Hochwasser im Rheingebiet.                                              |

## II. Heft.

	Seite		Seite
Hochwasser im Oktober-November 1824 . . . . .	3	Hochwasser im Juni 1876 . . . . .	31
Hochwasser im März-April 1845 . . . . .	10	Hochwasser im November-Dezember 1882 . . . . .	36
Hochwasser im September 1852 . . . . .	16	Hochwasser im Dezember 1882—Januar 1883 . . . . .	46
Hochwasser im Februar-März 1876 . . . . .	20	Uebersicht der Wasserstände . . . . .	52—123

### Hiezu die Tafeln:

- |                                                                                        |                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I. Hochwasser des Rheins und seiner wichtigeren Nebenflüsse vom Oktober-November 1824. | V. Hochwasser des Rheins und seiner wichtigeren Nebenflüsse vom Juni 1876.                     |
| II. Hochwasser des Rheins und seiner wichtigeren Nebenflüsse vom März-April 1845.      | VI. Hochwasser des Rheins und seiner wichtigeren Nebenflüsse vom November-Dezember 1882.       |
| III. Hochwasser des Rheins und seiner wichtigeren Nebenflüsse vom September 1852.      | VII. Hochwasser des Rheins und seiner wichtigeren Nebenflüsse vom Dezember 1882 — Januar 1883. |
| IV. Hochwasser des Rheins und seiner wichtigeren Nebenflüsse vom Februar-März 1876.    |                                                                                                |

G. Braub'sche Hofbuchdruckerei. Karlsruhe.

Untersuchung der Hochwasserverhältnisse  
im  
Deutschen Rheingebiet.

---

I. Heft.

---

Begründung der Art der Darstellung  
für den  
Verlauf der Hochwasserwellen

Nach Anleitung des Vorstandes des Grossh. Bad. Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie

<sup>10+4</sup>  
**M. Honsell**

Baudirektor, vorsitzender Rath der Grossh. Bad. Oberdirektion des Wasser- und Strassenbaues  
Professor an der Technischen Hochschule Karlsruhe

bearbeitet von dem wissenschaftlichen Hilfsarbeiter des Centralbureaus

<sup>facsimilirt</sup>  
**M. von Tein**

Königlich Bayerischer Staatsbauassistent.

Mit 4 Tafeln.

---



**Einleitung.** — Bei jeder Untersuchung von Erscheinungen in der Natur — gleichviel ob ein rein wissenschaftlicher oder ein vorwiegend praktischer Zweck verfolgt wird —, muss das erste Bestreben dahin gerichtet sein, das Thatsächliche nicht nur so viel immer möglich vollkommen klar zu legen, sondern auch in einer Weise zur Darstellung zu bringen, welche im Hinblick auf die Ziele der Untersuchung es ermöglicht oder erleichtert, das Wesentliche der Erscheinung rasch und klar zu übersehen. Sehr oft gelingt es, das thatsächliche Material in solcher Bearbeitung zur Untersuchung zu stellen, dass das Gesetzmässige des Vorganges sich daraus schon erkennen oder doch in seinen Hauptzügen vermuthen lässt, und nicht selten ist damit die Aufgabe selbst schon zu einem Theil gelöst.

Die Hochwasser — die Entstehung, das Anwachsen, die Fortpflanzung der Fluthwellen — gehören, zumal im höheren Binnenlande, zu jenen ephemeren Naturerscheinungen, die nur unsichere, bald vergängliche Spuren zurücklassen. Die systematischen Beobachtungen und Aufzeichnungen über die Wasserstandsbewegungen bilden das einzige Mittel, um den thatsächlichen Verlauf sicher festzustellen.

Wie es mit den Wasserstandsaufzeichnungen im deutschen Rheingebiet beschaffen, ist in dem Rhein-Werk\*, Abschnitt VII, dargelegt. Dem dort Mitgetheilten ist eine sorgsame Untersuchung der Pegelverhältnisse und eine kritische Prüfung und Sichtung der Wasserstandsstatistik vorangegangen, so dass für unsere Untersuchungen ein zuverlässiges Material vorliegt, — für die früheren Hochwasservorgänge allerdings nicht in der wünschenswerthen Vollständigkeit —, und es ist Vorsorge getroffen, dass die künftigen Hochwasser überall auf das Sorgsamste beobachtet werden.

Bei der Ausdehnung des Rheinstromgebietes, der reichen Gliederung des Stromsystemes, der Vielgestalt seiner Oberflächenformen und der klimatischen Bedingungen wachsen nun aber die zur Feststellung auch nur einer einzigen Hochwassererscheinung heranzuziehenden Wasserstandsaufzeichnungen zu einem überaus umfang-

\* Abgekürzte Benennung für das oben, Seite VII erwähnte Werk: der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse —, in folgenden Verweisungen mit R.W. bezeichnet.

reichen Material an, das zunächst einer zusammenfassenden Bearbeitung bedarf, um den Vorgang in seinen Hauptzügen überschauen zu können. Die graphische Darstellung ist die hierfür geeignetste Form, geradezu unentbehrlich dann, wenn verschiedene Hochwasser einer vergleichenden Untersuchung unterworfen werden sollen. Aber auch für die einzelnen Bewegungserscheinungen empfiehlt sich das Diagramm-Bild als Grundlage und Ergänzung der beschreibenden Darstellung.

Der graphischen Darstellung ohne weitere Bearbeitung zugänglich sind die drei Elemente der Wasserstandsbewegung: die Lage des Beobachtungsortes, ausgedrückt durch seine Entfernung von einem Anfangspunkt der betreffenden Flussstrecke, der Zeitpunkt der Beobachtung und das Mass der Erhebung des Wasserspiegels über einem Festpunkt. Durch die Darstellung mittels eines Coordinatensystemes in der Ebene können je zwei dieser Elemente gleichzeitig zur Anschauung gebracht werden, woraus sich drei Darstellungsweisen ergeben:

1. nach Zeit und Mass,
2. nach Ort und Zeit,
3. nach Ort und Mass.

Die erste, allgemein gebräuchliche Darstellung giebt die Wasserstandsbewegung an den einzelnen Beobachtungsstellen — sogenannte Pegelkurven —, die zweite den zeitlichen Verlauf einer Wellenbewegung, die dritte gewissermassen das Längenprofil derselben für einen bestimmten Zeitpunkt.

Es liegt nun nahe, vor der Entschliessung darüber, ob die sämtlichen drei Darstellungen, oder welche hiervon für unsere Untersuchungen nothwendig, und wie sie zweckmässig anzuordnen sind, Umschau zu halten, wie man anderwärts bei ähnlichen Untersuchungen verfahren ist.

Durch die deutsche Fachliteratur sind Hochwasseruntersuchungen bisher nur in bescheidener Zahl bekannt geworden, obschon in Deutschland, wie in Oesterreich nicht wenige Hydrotekten mit dem Gegenstand sich befasst haben. Untersuchungen mit dem praktischen Zweck, den Zeitpunkt des Eintreffens einer aus dem oberen Flussgebiet angezeigten Fluthwelle und das Mass ihres Ansteigens an einer bestimmten Stelle vorauszusagen,

sind veröffentlicht von Maass für die Elbe bei Barby\*, von Harlacher und Richter für die Elbe bei Tetschen\*\* und von der Kgl. Preussischen Rheinströmbau-Direktion für den Rhein bei Andernach\*\*\*. Diese verdienstvollen Arbeiten werden, insbesondere die letztgenannte, bei der Untersuchung der Rheinhochwasser zu benützen sein; für die hier in Frage stehende Entscheidung über die zweckmässigste Art einer übersichtlichen Darstellung des thatsächlichen Verlaufes der Hochfluthen liefern sie aber keinen Anhalt, weil es sich bei jenen Untersuchungen für die Elbe um ziemlich einfache Verhältnisse handelte, bei jenen für Andernach aber ebenfalls nur die Aufzeichnungen von einer kleineren Zahl von Pegelstellen zu Grunde gelegt worden sind, so dass das Bedürfniss, die Bewegung der Fluthwellen zunächst bildlich zu verdeutlichen, nicht vorlag.

Das Gleiche gilt von den epochemachenden Studien Belgrand's über das Seinegebiet. Auch dort sind die Verhältnisse des Wasserhaushaltes denen des Rheingebietes gegenüber einfach gestaltet und die Erscheinungen der Fluthwellenbewegung sind aus dem Tabellenmaterial in Verbindung mit den sogenannten Pegelcurven genügend klar zu übersehen. Dies trifft auch auf die anderen Flüsse Frankreichs zu, für welche nach dem Vorgang an der Seine die Grundlagen für Hochwasservoraussagen auf empirischem Wege gesucht worden, theilweise auch gefunden sind.

Mehrere französische Ingenieure haben sich aber besonders damit befasst, einen verwickelten Hochwasservorgang durch graphische Darstellung zur Anschauung zu bringen und Vorschläge veröffentlicht, die eine nähere Betrachtung verdienen.

**Darstellung von Ritter.** — Von dem Ingénieur en chef des ponts et chaussées Charles Ritter rührt die bis jetzt einzige Abhandlung† her, die sich ausschliesslich mit der Darstellung der Wasserstandsbeobachtungen befasst. Ritter sucht diese Aufzeichnungen an den verschiedenen Pegelstationen eines Gewässers zunächst durch Einführung eines einheitlichen Vergleichsmassstabes von den Ungleichheiten zu befreien, welche sich aus der Verschiedenheit der Höhe der Nullpunkte und des Verhältnisses zwischen der Wassermenge und der Beschaffenheit des Flussprofils beziehungsweise der betreffenden Flussstrecke überhaupt ergeben. Als solchen Vergleichsmassstab wählt Ritter entweder den an der Station jemals beobachteten grössten Wasserstandsunterschied — d. i. das Mass zwischen dem bekannt höchsten ( $K$ ) und dem

bekannt niedrigsten ( $\epsilon$ ) Pegelstand — »Hydromodule« ( $\mu$ ), oder den an der betreffenden Station während der darzustellenden Flutherscheinung beobachteten grössten Wasserstandsunterschied, also das Mass zwischen dem im Verlauf des Hochwassers beobachteten Höchststand ( $C_m$ ) und dem Pegelstand bei Beginn der Anschwellung ( $C_o$ ). Je nachdem die eine oder andere Vergleichshöhe ( $\mu$  oder  $C_m - C_o$ ) angenommen wird, kann jeder an einer bestimmten Station zu einer bestimmten Zeit beobachtete Pegelstand — »Cote hydrométrique« ( $C$ ) — ausgedrückt werden entweder durch das Verhältniss von  $C$  zu  $\mu$ , wobei  $C$  vom bekannt niedrigsten Stand ( $\epsilon$ ) aus zu rechnen ist und in Procent von  $\mu$  angegeben wird, oder durch das Verhältniss von  $C$  zu  $C_m - C_o$ , wobei  $C$  von  $C_o$  an zu rechnen und in Procent der Anschwellungshöhe  $C_m - C_o$  auszudrücken ist. Die Verhältnisszahl  $100 \times \frac{C - \epsilon}{\mu}$  nennt Ritter »Cote hydrograde« ( $H_h$ ), die Verhältnisszahl  $100 \times \frac{C - C_o}{C_m - C_o}$  »Cote auxigrade« ( $A_h$ ). Die hydrograden Coten bezeichnen demnach die Höhe und auch die Mächtigkeit, welche eine Anschwellung an einer bestimmten Beobachtungsstelle in einem gegebenen Augenblick erreicht hat sowie ausserdem den höchsten Wasserstand, der im Verlauf dieser Anschwellung daselbst beobachtet wurde; die auxigraden Coten dagegen das Mass, wie weit in einem gegebenen Augenblick eine Flutherscheinung an einer bestimmten Beobachtungsstelle vorgeschritten oder bereits wieder zurückgegangen ist. Die hydrograden oder auch auxigraden Coten gleichzeitig beobachteter Wasserstände werden nun in eine Flusskarte, und zwar in Zahlenform je an die betreffende Pegelstelle eingetragen, sodann gruppenweise, etwa in den Grenzen von 0 bis 10, 10 bis 20 u. s. w., zusammengefasst und in jeder Gruppe wird der Flusslauf mit einer bestimmten Farbe überlegt. Als Trennungsstelle der Gruppenfarben gilt im Allgemeinen die Mitte zwischen benachbarten Pegelstellen, deren Coten zwei verschiedenen Gruppen angehören. Mündet aber auf der Flussstrecke zwischen beiden Stationen ein Seitengewässer von unverkennbarem Einfluss auf die Wasserstands-bewegung des Hauptflusses am stromab, nicht aber gleichzeitig an dem zunächst stromauf gelegenen Pegel, und ist demnach die Annahme berechtigt, dass die Cote der oberen Pegelstation bis zur Mündung des Seitengewässers annähernd unverändert bleibt, so liegt in diesem Falle die Trennungsstelle der Gruppenfarben an der Einmündung des Seitenflusses.

Mittels solcher Karten erhält man eine übersichtliche Darstellung des Zustandes der Fluthbewegung im ganzen Flussgebiet, jedoch in einer Karte immer nur für einen einzigen Zeitpunkt. Um also ein Bild des zeitlichen Fortschreitens der Bewegung zu gewinnen, sind eine Anzahl derartiger Karten herzustellen. In ihrer Gesammtheit stellen die hydrograden Karten die Höhenmasse dar, welche eine Anschwellung an den verschiedenen Pegelstationen eines Flussgebiets jeweils in einem bestimmten Zeitpunkt erreicht hat; die auxigraden Karten lassen hauptsächlich erkennen, wie weit eine Flutherscheinung in einem

\* Ueber die Vorausbestimmung des Wasserstandes der Ströme, insbesondere des Wasserstandes der Elbe bei Barby. — Zeitschrift für Bauwesen. Jahrg. XXXI.

\*\* Mittheilungen über eine einfache Ermittlung der Abflussmengen von Flüssen und über die Vorherbestimmung der Wasserstände. — Allgemeine Bauzeitung. Wien. 1886.

\*\*\* Versuch zur Vorherbestimmung des Wasserstandes am Pegel bei Andernach. Coblenz.

† Exposé d'un mode de notation et de représentation des observations hydrométriques. — Annal. d. p. e. ch. 1880. 1<sup>er</sup> sem.

gegebenen Augenblick vorgeschritten oder wieder zurückgegangen war.

Die hydrograden Karten, da sie für die darzustellenden Hochwasservorgänge denselben Massstab — Hydromodul — voraussetzen, erscheinen für die vergleichende Untersuchung verschiedener Hochfluthen besonders geeignet; nicht so die auxigraden Karten, deren Vergleichshöhen für jede Hochwassererscheinung sich wieder anders gestalten. Die auxigraden Coten bringen dafür das verschiedene Verhalten ein und derselben Hochwasserwelle in den verschiedenen Gewässern beziehungsweise Stromstrecken zur Geltung.

Trotz ihrer unverkennbaren Vorzüge unterliegt die Anwendung der Ritter'schen Methode für die Darstellung der Hochwassererscheinungen im Rheingebiet den erheblichsten Bedenken. Zwar wäre Angesichts der Verschiedenheit der Lage der Pegelnullpunkte und der Profilverhältnisse an den Pegelstellen die Verfolgung der Wasserstandsbewegungen mittels hydrograder oder mittels auxigrader Coten auch hier sehr erwünscht. Allein die Anwendung der hydrograden Coten setzt voraus, dass die beiden Begrenzungen des Hydromoduls, also einerseits die bekannt niedrigsten, andererseits die bekannt höchsten Wasserstände der Beobachtungsstellen in der ganzen Ausdehnung des Stromlaufes und in den Nebenflüssen in die gleichen Zeitabschnitte fallen, und die Darstellung mittels auxigrader Coten, dass eine Hochwassererscheinung sich, wenn auch in verschiedenen Stärken, über den ganzen Stromlauf, sogar auf alle Gewässer des betrachteten Gebietes ausdehne. Diese Voraussetzungen treffen nun aber auf den Rheinstrom und auf seine Nebenflüsse nicht zu. In den verschiedenen Stromstrecken sind hier die niedrigsten Wasserstände in verschiedenen Jahren eingetreten und noch mehr gilt dies von den Höchstständen; und es ist nicht selten, dass bei einer Hochwassererscheinung bald der bald jener grössere Seitenfluss gar nicht betheiligt ist, ja dass ein gewaltiges Hochwasser des Oberrheins im Unterrhein nur als mässige Anschwellung ankommt, oder dass nur im Mittel- und im Unterlauf ein bedeutendes Hochwasser auftritt. (Vergl. Abschnitt VII des Rheinwerkes.) Unter solchen Umständen ist es nicht möglich, einen zur vergleichenden Untersuchung verschiedener Hochfluthen geeigneten Hydromodul an den verschiedenen Beobachtungsstellen zu finden und die Darstellung mit auxigraden Coten würde nur ein Zerrbild der Fluthwelle liefern können.

Was aber den Gebrauch der Ritter'schen Darstellungsweise für den hier vorliegenden Zweck allein schon ausschliesst, ist die grosse Anzahl der Karten, welche erforderlich wären, um eine Hochwassererscheinung zur Darstellung zu bringen. Ein Hochwasser im Rheingebiet erstreckt sich über 10—14 Tage; während dieser Zeit müssen, wegen der Wirkung der zahlreichen Seitenflüsse, mehrmals täglich, ja in der einen oder anderen Flussstrecke sogar stündlich die Wasserstände beobachtet werden, um überall die Höchststände nach Mass und Zeit genau zu verzeichnen. Sollte nun dieses Material durch Ritter'sche Karten wiedergegeben werden, so würde sich die für eine einzige Fluth-

erscheinung erforderliche Kartenzahl auf 100 und mehr ergeben, und zwar je für die hydrograde, wie für die auxigrade Darstellung. Es ist einleuchtend, dass bei solcher Zahl der Einzelbilder nur überaus mühsam das Gesamtbild der Erscheinung gewonnen werden kann. Für ein ausgedehntes Stromgebiet und solch vielgestaltige Verhältnisse, wie sie hier vorliegen, vermag die Ritter'sche Methode die nöthige Uebersicht nicht zu geben.

Um indes die Methode hier doch zur Anschauung zu bringen und zugleich zu zeigen, wie die Herstellung von Ritter'schen Karten, wenn die Bewegung der Fluthwelle nur von Tag zu Tag in einer Karte festgehalten werden wollte, für die Darstellung einer Rheinhochfluth durchaus unzulänglich wäre, sind die hydrograden Karten — Tafel I — für die Hochwassertage vom 24. November bis 1. Dezember 1882 bearbeitet worden. Als Grenzwerte für den Hydromodul sind die an jeder Pegelstation jeweils beobachteten höchsten und niedrigsten Wasserstände benützt.

Aus diesen Karten, welche je für die Mittagsstunde des betreffenden Tages aufgestellt sind, ist — soferne man beispielsweise nur den Rhein zwischen Speyer und Worms und den Neckar unterhalb Heidelberg in Betracht zieht — Folgendes zu ersehen: am 24. und 27. November durchlaufen zwei Hochwasserwellen den unteren Neckar, an welcher beiden Tagen zu Heidelberg sowohl wie zu Mannheim jeweils ein Maximum eintritt. Diese Anschwellungen veranlassen auch zu Worms Hochstände, die in den Karten am 25. und 28. zum Ausdruck kommen, wiewohl der zweite Scheitel schon am 27. November 6 p beobachtet worden ist. Bei fallendem Neckar steigt alsdann ziemlich stetig eine oberrheinische Welle auf, die am 1. Dezember in Speyer und Mannheim die Scheitelhöhe erreichte, und für welche die hydrograde Karte in Worms keinen weiteren Hochstand, sondern nur einen Beharrungsstand erkennen lässt, indes am Vormittag des 1. Dezember in der That eine, wenn auch nicht erhebliche Scheitelbildung am Wormser Pegel beobachtet worden ist. Schon hieraus ist ersichtlich, dass die Karten, wenn sie nur einmalige Tagesbeobachtungen verzeichnen, oft wesentliche Bewegungserscheinungen gar nicht erkennen lassen.

**Darstellungen von Kleitz und von Sonne.** — In seiner Abhandlung, betitelt *Note sur la théorie du mouvement non permanent des liquides et sur son application à la propagation des crues des rivières\** bringt der Inspecteur général des ponts et chaussées Kleitz für die Untersuchung über den Verlauf der Hochwasserwellen die Darstellung mittels Isoplethen in Anwendung, und zwar durch Linien gleicher Wassermengen. Als Abscissen werden die Zeiten, als Ordinaten die Abstände der Pegelstationen aufgetragen und an den Schnittpunkten die sekundlichen Wassermengen eingeschrieben. Denkt man sich die letzteren nach einer Skala normal zur Coordinatenebene, also parallel zur Z-Axe, aufgetragen und

\* Annal. d. p. e. ch. 1877. 2<sup>e</sup> sem.

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.

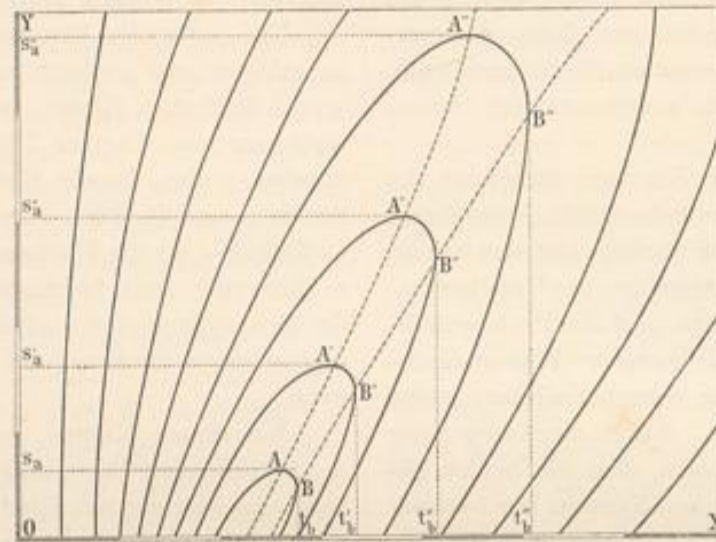
Der Anwendung dieser Methode steht vor Allem im Weg, dass kaum irgendwo an einem grösseren Fluss, und so auch am Rhein nicht, die Durchflussmengen derart sicher und vollständig ermittelt sind, um für jeden Wasserstand, auch nur an den wichtigsten Pegelstellen, die entsprechende sekundliche Wassermenge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

Es hat desshalb 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-Niedrigwasser 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-

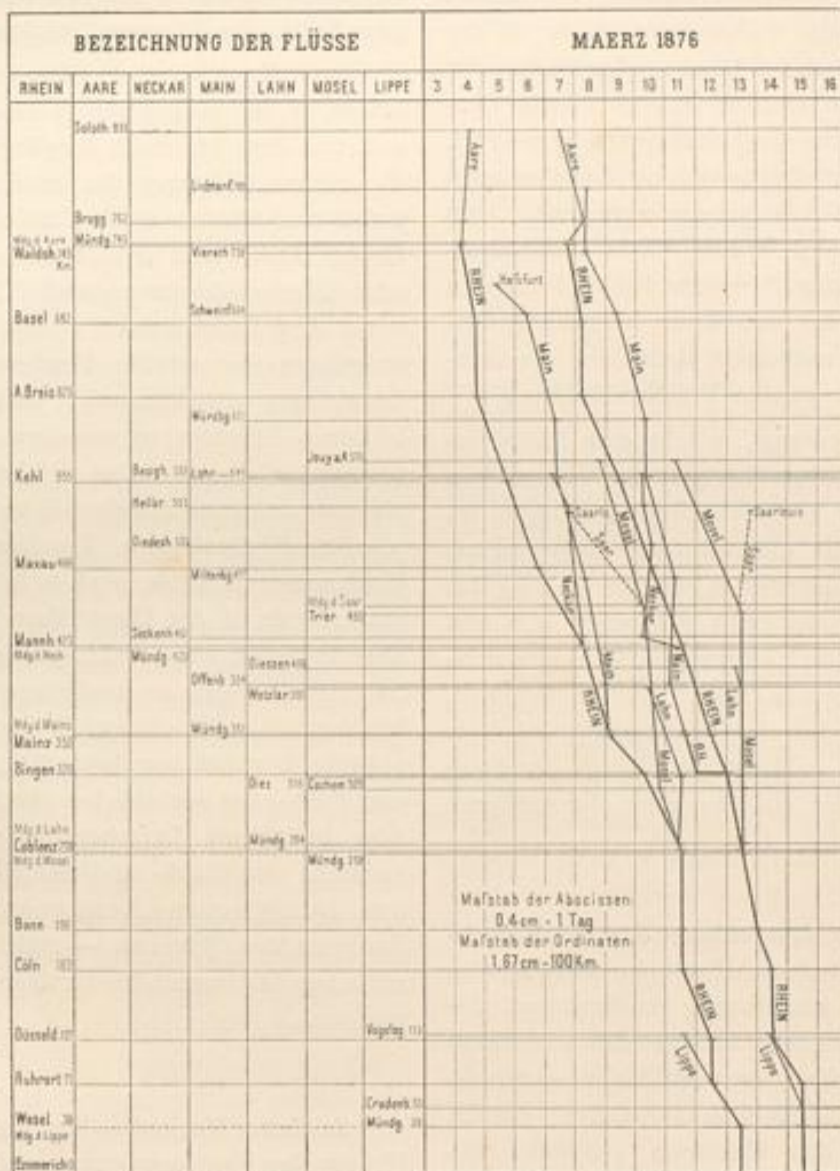
stellen der Nebenflüsse, beziehungsweise auch der Zuflüsse II. Ordnung, sämmtlich mit ihren Entfernungen von der als unterste in Betracht kommenden Pegelstation

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<sup>e</sup> 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.

deutschen Rhein- und Zuflusspegeln ist für jenen Zeitabschnitt mit Rücksicht auf die vorhandenen mehr oder minder genauen Wasserstandsaufzeichnungen in mehreren Fällen Auswahl zu treffen.

Die Mündungsstellen der Zuflüsse zweiter Ordnung finden nur ausnahmsweise und nur in dem Umfange in den Darstellungen Aufnahme, als diese Gewässer jeweils wirksam hervorgetreten sind.

Die Zeittheilung schliesst die ganze Dauer des Hochwassers ein, vom Abschluss des Niederstandes oder besser Niederbeharrungsstandes, von welchem aus das erste Anlaufen erfolgt, bis zum Zeitpunkt des Uebertrittes des Scheitels der Rheinwelle oder — sofern der Hochwasserverlauf sich aus mehreren solcher Wellen zusammensetzt — des letzten bedeutenden Wellenscheitels vom Rhein über die Reichsgrenze bei Emmerich.

In dem hiernach angelegten Coordinatennetz werden nunmehr in gleicher Art, wie Lemoine-Préaudeau bei der Darstellung der aufeinanderfolgenden Eintrittszeiten der Hochstände verfahren, alle vorhin als wesentliche bezeichnete Erscheinungsformen des Hochwasserverlaufes eingetragen, wodurch man für jeden Pegel mehrere Punkte erhält, die zur leichteren Uebersicht mit den zusammengehörigen, d. h. die gleiche Phase der Flutherscheinung darstellenden, der zunächst benachbarten Stationen durch Linienzüge verbunden werden. Diese Zusammengehörigkeit festzustellen bildet einen wichtigen Theil der Darstellung; er ist nicht immer einfach zu lösen. Unschwer fällt es zwar, beispielsweise den zeitlichen Eintritt ausgezeichneter Hochstände durch den ganzen Strom oder grössere Strecken desselben zu verfolgen; dagegen erhellt nicht ohne Weiteres der zeitliche Fortschritt eines niedrigen Wellenscheitels in einer Stromstrecke mit überdies unruhiger Wasserstandsbewegung, wo bedeutende Nebenflüsse einmünden und ausserdem über den Verlauf der Wasserstände nur zeitlich ungenaue Beobachtungen vorliegen oder wo ein mächtiger Zufluss im Strome Stauwirkungen erzeugt, die dessen Wasserstandsbewegungen verwischen oder doch unsicher erkennen lassen.

In einzelnen Fällen wird es überhaupt nicht möglich sein, zu ein und derselben Fluthwelle gehörige Maxima an benachbarten Beobachtungsorten zu finden, indem dieselben entweder nicht so bedeutend sind, um ihren Einfluss auf längere Stromstrecken hin zur Geltung zu bringen, oder das vorhandene Beobachtungsmaterial der Nachbarstationen mit nur täglich einmaligen Aufzeichnungen es nicht zulässt, den Eintritt eines nur wenige Stunden dauernden Hochstandes zu erkennen. Solche Scheitelpunkte werden dann als »Isolirte Hochstände« eingetragen, ihr muthmasslicher Zusammenhang mit der Wasserstandsbewegung an den benachbarten Beobachtungsorten indes jeweils angedeutet. Allgemein gilt, was hier hinsichtlich der Hochstände bemerkt ist, auch von den übrigen Erscheinungen der Wasserstandsbewegung.

Die Darstellung des »zeitlichen Verlaufes« wird daher nach einer solchen Gruppierung der Bewegungserscheinungen des Hochwasservorganges in der Regel aus einer

Reihe von Linienzügen bestehen, von denen jeweils die zeitlich frühesten jene Punkte zu verbinden haben, die den Anfang der Flutherscheinung in den einzelnen Gewässern des Stromsystems bezeichnen, während die folgenden insbesondere den Verlauf der Wellenscheitel und der in-between liegenden Wellenthäler darstellen. Ein solcher Linienzug bestimmt ferner den Augenblick, wo im Rhein das starke Anschwellen seinen Anfang nimmt, ein Zeitpunkt, der meist mit dem Eintritt der grössten Niederschlagsdichte zusammenfällt; ein anderer lässt verfolgen, wann und auf welche Strecke hin die plötzliche Abnahme im Steigen des Stromes, bewirkt durch Deichbrüche, verspürt wurde; wieder einer zeigt, wie schnell und wie weit sich eine in den Rhein ergossene Hochwasserwelle eines Zuflusses fortpflanzt u. s. w. Mit einer Darstellung des Hochwasserverlaufes in dieser erweiterten Form ist die Frage nach Ort und Zeit — wenigstens in soweit die bemerkenswerthen Phasen der Wasserstandsbewegung in Betracht kommen — in erwünschter Vollständigkeit beantwortet.

**Darstellung der Anschwellungshöhen.** — Man könnte versucht sein, eine solche Darstellung zu umgehen, indem das Mass der Anschwellung in der Darstellung des zeitlichen Verlaufes durch Eintragen in Zahlen an der betreffenden Stelle ersichtlich gemacht wird; allein ein solches Verfahren würde nur unvollkommenes Auskunftsmittel bleiben, keineswegs geeignet, eine brauchbare Unterlage für vergleichende Untersuchungen zu liefern. Zu einer graphischen Darstellung der Anschwellungshöhen aber, die — wie dies in mancher Hinsicht zweckmässig erscheint — in Zusammenhang mit dem »zeitlichen Verlauf« steht und dann, wie schon früher angedeutet, die Anwendung einer zweiten Darstellungsebene voraussetzt, führt an der Hand der Figur 1 Tafel IV die folgende Betrachtung: Die Darstellung des zeitlichen Verlaufes — in der perspektivischen Figur auf der Ebene  $MNOP$  durch einen Nieder- und Hochstand  $a', b', c'$ , bzw.  $a'', b'', c''$  zwischen den drei Stationen  $ABC$  verbildlicht — kann als Grundrisszeichnung der Raumlinien  $a, b, c$  und  $a_2, b_2, c_2$  aufgefasst werden, die entstehen, wenn man über den die Pegelstationen bezeichnenden Ordinaten  $a', a'', b', b'', \dots$  die zugehörigen Wasserstandscurven für den gleichen Zeitraum  $t$  des Hochwasserverlaufes errichtet, und die aufeinanderfolgenden Scheitelpunkte durch Gerade verbindet.  $c'$  bildet dann beispielsweise den Fusspunkt des Lothes von  $c_2$  auf die Darstellungsebene und die Länge  $c, c_2$  das Mass der Wasserstandshöhe in  $c'$  unter der Voraussetzung, dass  $c', c_2$  als Basis angesehen werden darf, auf welche sich die Höhen der Pegelcurve  $c, c_2$  beziehen; eine gleiche Unterstellung besteht auch bei den beiden anderen Curven hinsichtlich der Linien  $b', b_2$  und  $a', a_2$ . Wählt man die zweite Darstellungsebene  $OPQR$  nun derart, dass sie parallel sowohl zur Lothrichtung wie zur Längentheilung des »zeitlichen Verlaufes« liegt und demzufolge die Entfernungen der Pegelstationen und die Höhen der zugehörigen Wasserstandscurven sich darauf unverzerrt ab-

bilden, so liefert diese neue Projection eine Darstellung der Anschwellungshöhen an den sämtlichen Pegelstationen und zwar für jede beliebige Phase der Hochwassererscheinung.  $a, b, c$  in Figur 1 geben die Wasserstandshöhen an den drei Pegeln  $A, B$  und  $C$  am Beginn der Flutherscheinung,  $a', b', c'$  zur Zeit der Scheitelbildung. Zur besseren Uebersicht können auch diese Punkte nach Massgabe ihrer Zusammengehörigkeit, wie dies in der Darstellung des zeitlichen Verlaufes geschehen ist, verbunden werden, so dass hier Diagramme entstehen, die den Hochwasserverlauf, wie dort nach Ort und Zeit, so hier nach Ort und Mass darstellen.

Beziehen sich nun auch, wie oben bemerkt, die Höhen ein und derselben Pegelcurve auf eine gemeinsame aber beliebige Basis, so stehen doch die Wasserstandshöhen dieser Diagramme in keiner gegenseitigen Beziehung; der Basis der Pegelcurve für  $B$  kommt eine andere Bedeutung zu als jener für  $A$  oder  $C$ , und die überlegene Höhe des Wellenscheitels in  $B$  in Figur 1 lässt noch keineswegs den Schluss zu, dass die Flutherscheinung an dieser Stelle auch wirklich ihre grösste Intensität erreichte. Soll aber ein Vergleich der Höhen verschiedener Pegelstationen unter sich ermöglicht werden, so müssen die Punkte, von welchen aus die Wasserstandsbewegung an denselben gerechnet wird, im Hinblick auf den betreffenden Hochwasserverlauf die gleiche Bedeutung haben, d. h. es muss zur Bestimmung der Anschwellungshöhen während eines Hochwasservorganges für alle Beobachtungsstationen eine gemeinsame Vergleichshöhe bestehen. Von der richtigen Wahl derselben hängt sehr wesentlich die Deutlichkeit des entstehenden Diagramms ab.

Die Pegelnullpunkte, welche für die Bestimmung einer Vergleichshöhe aus Zweckmässigkeitsgründen etwa in Betracht kommen könnten, sind, da die Einrichtung der Rheinpegel unter sich zur Zeit noch eine verschiedene ist\*, ausgeschlossen. Unzweifelhaft geeignet für ein Vergleichsniveau, weil der geforderten Bedingung mehr oder minder genügend, sind dagegen gleichzeitige, über das ganze Stromgebiet sich ausdehnende Beharrungsstände von längerer Dauer, da während derselben — indem sich Zu- und Abfluss an jeder Beobachtungsstelle annähernd die Waage halten — die Wasserstandshöhen sich gegenseitig entsprechen. Ein derartiger allgemeiner Beharrungszustand pflegt im Rheingebiet erfahrungsgemäss nur bei Niederständen einzutreten, wie solche auf langedauernde niederschlagsarme Perioden folgen, wenn gleichzeitig die alpine Wasserlieferung grössere Einschränkung erfährt. Fast ausnahmslos findet dies in der kalten Jahreszeit statt, etwa in der zweiten Hälfte des Winters, wann die Schneeschmelze in den Alpen noch nicht begonnen, der Stand der Hochgebirgsbäche daher meist auf ein bescheidenes Mass zurückgegangen ist, aber auch die Speisung der Gewässer des Mittelgebirges eine verhältnissmässig geringe wird, da dann die Niederschläge nicht selten längere Zeit hindurch ausbleiben oder in fester

\* Vergl. R. W. I. Th. VII. S. 152.

Form fallen. Und sollte auch in seltenen Fällen der Stand der Gewässer während des Winters durch Schwankungen in Folge von aussergewöhnlichen Witterungsverhältnissen oder von Eisgang gestört sein, dann würde immer noch jener Niederbeharrungsstand am meisten als Vergleichshorizont entsprechen, der zeitlich dem Winterniederstand am nächsten liegt.

Da die durchgreifenden Veränderungen der Gefälls- und Profilverhältnisse, welche insbesondere das Strombett des Oberrheins im Laufe des gegenwärtigen Jahrhunderts erlitten\*, auf den Niederwasserstand des Rheins nicht ohne Einfluss geblieben sind, und die Veränderungen im Längenprofil des Stromes noch bis in die neuere Zeit fortauern, so werden den Höhendarstellungen der einzelnen Hochwasser dieses Jahrhunderts nothwendig verschiedene Vergleichshorizonte zu Grunde zu legen sein, und zwar als Regel der in dem betreffenden Hochwasserjahr im ganzen Stromgebiet annähernd gleichzeitig beobachtete niedrigste Winterbeharrungsstand. Späteren Feststellungen muss es vorbehalten bleiben, die gegenseitigen Beziehungen dieser verschiedenen Horizonte klarzulegen, wenn ein unmittelbarer Vergleich der einzelnen Hochwassererscheinungen unter sich dies erforderlich machen sollte. — Um indes schon jetzt näherungsweise die Höhenentwicklung der verschiedenen Flutherscheinungen vergleichen zu können, wird in den Darstellungen auch der älteren Hochwasser der Niederstand vom Februar 1882 in seiner relativen Lage zur jeweiligen Vergleichshöhe sich eingetragen finden. Dieser Februarstand hat für das gesammte Stromgebiet des Rheins die Bedeutung eines aussergewöhnlichen Niederwassers, würde aber immerhin in früherer Zeit an vielen Pegeln, insbesondere zwischen Basel und Mannheim unter den damals obwaltenden Gefälls- und Profilverhältnissen andere absolute Höhen erreicht haben als zur Zeit seines Eintritts.

Die entwickelte Darstellung der Wasserstandshöhen steht zwar, wie schon aus der Herleitung des Verfahrens hervorgeht, mit jener des zeitlichen Verlaufes in enger Verbindung, das beiden gemeinsame Band bildet die Stationirung des Stromes und seiner Zuflüsse; und doch bleibt es, wenn ein einigermaßen verwickelter Hochwasservorgang vorliegt, noch mit Schwierigkeiten verknüpft, zu irgend einer im »zeitlichen Verlauf« vorgetragenen Erscheinung in der Fluthbewegung das zugehörige »Mass der Anschwellung« in der Höhendarstellung zu finden. Denn die sämtlichen hier vorgetragenen Ordinaten einer Station fallen durch die Projection je in eine Linie zusammen —  $a_1 a'_1$  und  $a_2 a'_2$  (Fig. 1) projiciren sich beide in der Senkrechten  $a''_1 a''_1$  und  $b_1 b'_1$ , sowie  $b_2 b'_2$  in  $b''_1 b''_1$  u. s. f., — sie lassen sich also nur durch das Höhenmass selbst oder durch beigezeichnete Zeichen unterscheiden, und diese Schwierigkeit würde auch nicht wesentlich gehoben, wenn die, gemeinsame Bewegungserscheinungen bezeichnenden Höhenpunkte

\* Vergl. Beiträge zur Hydrographie des Grossherzogthums Baden. 3. Heft S. 21 u. ff., auch R. W. I. Th. S. 65 und S. 233 u. ff.

$a', b', \dots, a'', b'', \dots$  ebenso wie im »zeitlichen Verlaufe« durch Linienzüge verbunden würden.

Vermeidet man nun aber, dass die Pegelcurven sich auf die Ebene der Höhendarstellung  $OPQR$  als Gerade projiciren, indem man sie mit ihren Ebenen geneigt statt senkrecht gegen dieselbe richtet, wodurch dort, wie dies aus Figur 2 hervorgeht, als Projection beispielsweise von  $a_0, a_1, a_2, a_3$  die Curve  $a'_0, a'_1, a'_2, a'_3$  entsteht und jedem der Curvenpunkte in dem projectivischen Bild eine eigene Ordinate entspricht, so kann durch die Darstellungsweise selbst das ersichtlich gemacht werden, was vorher nur mittelst Bezifferung oder sonstiger Bezeichnung sich erklärt hätte. Während die Darstellung des zeitlichen Verlaufes durch das jetzt bedingte schräge Ueberschneiden der Netzlinien sich nicht wesentlich ändert, hat das Gesamtbild der Hochwasserdarstellung durch Aufnahme der Pegelcurven an Vollständigkeit gewonnen und gibt jetzt Aufschluss, nicht nur über den zeitlichen Eintritt und Verlauf der wichtigeren Bewegungerscheinungen eines Hochwassers und die dabei jeweils erreichten Anschwellungshöhen, sondern über den vollständigen Verlauf der Wasserstandsbewegung an den einzelnen Beobachtungsorten, der sich eben nur aus den vollständigen Pegelcurven ersehen lässt.

Ueber äussere Form und Einrichtung der nach den hier entwickelten Gesichtspunkten ausgeführten graphischen Darstellungen ist zu bemerken: Die für Längen, Zeit und Höhen zu Grunde gelegten Massstäbe sind so gewählt, dass die kleinsten in Betracht kommenden Mass-einheiten, nämlich für die Längen Kilometer, für die Zeit Stunden und für Wasserstandshöhen Centimeter noch unterschieden werden können. Zur Kennzeichnung der einzelnen Stadien einer Hochwassererscheinung (der Niederstände, Hochstände u. dergl.) dienen Punkte oder Linien verschiedener Zeichnung, und das Auseinanderhalten der Wasserstandsbewegungen des Rheins von jenen der Zuflüsse wird durch Wahl von zwei Farben bewirkt. Bei der Feststellung des zeitlichen Verlaufes der Hochwasserwellen ist namentlich auf Benützung der besonders genauen Beobachtungen Bedacht genommen; demzufolge ist, da das den Darstellungen zu Grunde liegende Pegelmaterial in dieser Hinsicht ziemlich ungleichwerthig erscheint, manche Beobachtung unberücksichtigt geblieben, wo thunlich aber durch genauere Aufzeichnungen an benachbarten Pegeln ersetzt worden. Die graphische Darstellung gibt die Höhenentwicklung der Flutherscheinung über dem Vergleichshorizont. Um nebenbei auch die wirklichen Pegelhöhen daraus ersehen zu können, werden diese in Zahlen beige-setzt; hierdurch gewinnt man gleichzeitig ein Mittel, die Güte der einzelnen Beobachtungen in der Darstellung selbst zum Ausdruck bringen zu können, indem diese Zahlen, je nachdem sie ein- oder mehrstündlichen oder nur täglich einmaligen Beobachtungen entsprechen, mit verschiedenartigen Ziffern geschrieben werden. Pegelstationen, deren Beobachtungen nur ausnahmsweise in die Darstellung des zeitlichen Verlaufes einbezogen sind,

um hier die minder genauen Aufzeichnungen der sonst regelmässig benützten Stationen zu ersetzen, werden getrennt von diesen letzteren, und zwar am oberen Rand der Darstellung des zeitlichen Verlaufes namhaft gemacht. Als Schrägungswinkel für die Netzlinien des »zeitlichen Verlaufes« ist  $60^\circ$  angenommen. Die Wahl desselben ist von der Rücksicht geleitet, dass diese Darstellung in Folge des spitzen Ueberschneidens der Orts- und Zeittheilung nichts an Deutlichkeit verliere, gleichzeitig aber die Bilder der Pegelcurven in der Darstellung der Anschwellungshöhen eine solche Breitenentwicklung erhalten, um noch jede wesentliche Veränderung in den Wasserstandsschwankungen daraus ersehen zu können.

**Beispiel.** — Um die Art der Darstellung, wie sie sich hiernach, allerdings erst nach und nach auf Grund von Versuchen herausgebildet hat, im Zusammenhang zu zeigen, bringt Figur 3 der Tafel IV einen einfachen, indes alle bemerkenswerthen Erscheinungen umfassenden Hochwasserverlauf, und zwar in der nämlichen äusseren Form, die für die Folge bei der Darstellung der Hochwasser im Rheingebiet in Anwendung kommen soll. Den Schauplatz des Hochwasservorganges bilde eine Stromstrecke, begrenzt durch die Pegelstellen  $A$  und  $G$ , in welcher die beiden Zuflüsse I und II bei  $C$  beziehungsweise  $H$  münden. Von dem ersten der beiden Zuflüsse komme die Strecke zwischen den Beobachtungsorten  $A$  und  $B$ , von letzterem jene zwischen  $B$  und  $G$  in Betracht. Die Dauer der Flutherscheinung umfasse zehn Tage, den Vergleichsmassstab für ihre Höhenentwicklung bilde ein niedriger Winterwasserstand, der durch die mit »Vergleichshöhe« bezeichnete Linie vorgestellt sei, im Uebrigen der Linie  $OP$  der Figuren 1 und 2 entspricht. Die Höhentheilung gibt jeweils die Erhebung des Wasserspiegels über dieser Vergleichshöhe.

Das Anlaufen des Stromes erfolgt in der ganzen in Betracht kommenden Strecke innerhalb der beiden ersten Tage, am frühesten bei  $A$  zur Zeit  $a'$ , dann bei  $B$  und bei  $E$ , hierauf bei  $F$ , etwas später bei  $C$  und  $D$ , zuletzt bei  $G$ . Ehevor aber die Anschwellung zu  $G$  ihren Anfang nimmt, wird schon (am zweiten Tage) im Zufluss I bei  $A$ , aber erst am nächstfolgenden Tage bei  $B$  zur Zeit  $b'$ , ein Steigen beobachtet; ob der Eintritt des Ansteigens an der Mündung  $C$  zur Zeit  $c'$ , wirklich erfolgt, ist mangels einer unmittelbaren Beobachtungsstelle bei  $C$  nicht sicher,  $c'$  wird aus  $b'$ , in der Regel auf Grund der anderweit bekannten mittleren Flussgeschwindigkeit abgeleitet und eingetragen.

Inzwischen hat Zufluss II im Laufe des 2. und 3. Tages, nämlich zur Zeit  $d', e', f', g', h'$ , die ansteigende Bewegung aufgenommen und jetzt beginnt auch das rasche Anschwellen des Stromes, beobachtet in einer Zeitfolge, die durch den Linienzug  $a'$ , bis  $g'$ , bestimmt wird. Die Höhe der Anschwellung des Stromes in diesem Augenblicke der Wasserstandsbewegung wird beispielsweise für  $A$  durch die Erhebung des Punktes  $a''$ , über der Vergleichshöhe — durch  $ha_2$  — ausgedrückt. Entspricht die Ver-

gleichshöhe an der Station  $A$  einem Wasserstand am Pegel  $= a$  (wobei  $a$  als für alle Punkte der Pegelcurve  $A$  gültig, sich nur an einer Stelle, in der Regel an der letzten Vertikalen, angeschrieben findet), so ist damit gleichzeitig die Wasserstandshöhe von  $a'_2$  über Null des Pegels  $A$  durch  $ha'_2 + a$  bestimmt.

In der Frühe des 4. Tages — zur Zeit  $a'_1$  — ist jetzt im Zufluss I bei  $A$  der Hochstand  $a'_1$  eingetreten, der nun  $ha'_1$  über der Vergleichshöhe erreicht. Der Wellenscheitel trifft indes erst im Laufe des folgenden Tages zur Zeit  $b'_1$  in  $B$  ein und erreicht vermuthlich um  $c'_1$  die Mündung. Fast um die gleiche Zeit ( $d'_1$ ) wird, durch diese Zuflusswelle veranlasst, an der zunächst unterhalb der Mündungsstelle gelegenen Pegelstation  $D$  des Stromes ein schwacher Hochstand  $d'_1$  beobachtet; nach kurzem Rückgang beginnt jedoch schon in der Frühe des folgenden Tages ( $d'_2$ ) auf's Neue der Anstieg. Der Zufluss II erreicht durchschnittlich einen Tag später wie I seine Scheitelhöhe; zunächst bei  $E$  zur Zeit  $e'_1$  und etwa 12 Stunden früher als bei  $D$ ; diese Verfrühung wird dem Einflusse des zwischen  $D$  und  $E$  mündenden Seitengewässers zuzuschreiben sein. Erst von  $E$  ab wird der Verlauf des Scheitels ein regelmässiger, die Mündung dürfte von demselben um die Zeit  $h'_1$  erreicht werden. Die Fluthwelle auch dieses Zuflusses ist noch nicht sehr bedeutend; der Wasserstand liegt beispielsweise bei  $G$  um  $hg'_1$  über der Vergleichshöhe — entspricht daher, wenn der Nullpunkt des Pegels zu  $G$  um  $g$  unter dem Vergleichsniveau liegt, einem Pegelstand von  $hg'_1 + g$  — veranlasst durch Rückstau am Strompegel bei  $E$  nur einen kurzdauernden Hochstand ( $e'_2$ ) in der Frühe des 7. Tages, bei  $F$  dagegen einen von  $f'_2$  bis  $f'_4$  währenden Beharrungsstand.

Jetzt hat auch die Anschwellung des Stromes den Höhepunkt erreicht; der Scheitel tritt bei  $A$  in der Zeit  $a'_3$  des 6. Tages ein und erreicht eine Höhe  $ha'_3$  über dem Vergleichsniveau und noch im Laufe des nämlichen Tages zur Zeit  $b'_3$  auch bei  $B$ . Dort war schon Tags zuvor, etwa unter der Wirkung mehrerer Deichbrüche, nicht nur das regelmässige Steigen gestört, sondern vorübergehend sogar ein schwacher Rückgang der Fluthbewegung bewirkt, so dass bei  $b'_3$  ein kurzdauernder Hoch-

stand beobachtet werden konnte; allein schon gegen Abend ( $b'_4$ ) tritt von Neuem ein Ansteigen ein; der nunmehr mit  $b'_5$  erreichte Höhepunkt der Fluthbewegung wird nahezu 24 Stunden behauptet und erst mit  $b'_6$  beginnt die rückläufige Bewegung.

Die weitere Fortpflanzung des Wellenscheitels des Stromes geht bis  $E$  mit grosser Regelmässigkeit von Statten: in  $C$  zeigt sich noch ein kurzer Beharrungsstand  $c'_2, c'_3$ , in  $d$  tritt der Höhepunkt  $d'_2$  am 8. Tage, in  $E$  zur Zeit  $e'_2$  erst im Laufe des 9. ein. An der unterhalb gelegenen Station  $F$  dagegen hatte der Strom in Folge Eintreffens einer neuen, nunmehr bedeutenden Fluthwelle  $d'_4, g'_4$  des II. Zuflusses, der nach kurzem Rückgang bis  $d'_3, g'_3$  wieder angestiegen war, schon Tags zuvor bei  $f'_2$  den Scheitel der Anschwellung erreicht, der am nächsten Tage bei  $g'_2$  in  $G$  beobachtet werden konnte; die am 9. von  $E$  heranrückende Welle  $e'_2$  trifft den Strom bei  $F$  schon im Fallen und geht in der vorausseilenden Welle auf. Auch eine zweite Anschwellung des Zuflusses I, die mit  $a'_4, b'_4$  den Hochstand erreicht und deren Scheitel bei  $c'_1$  im Laufe des 10. Tages den Strom gewinnt, vermag nur dessen Niedergang bis  $d'_2$  nach Massgabe von  $d'_2, d'_6$  der Höhendarstellung etwas zu verlangsamen.

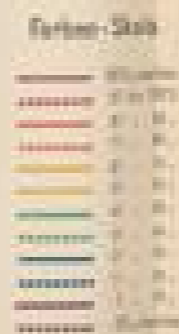
In der gleichen Art, wie dies hier für einen erdachten, einfachen Hochwasserverlauf geschehen ist, lassen sich ohne grosse Schwierigkeiten auch die meist verwickelten Flutherscheinungen im Rheingebiet übersichtlich darstellen, gleichviel, ob die Ablaufdauer derselben wenige Tage oder mehrere Wochen umfasst. Eine Darstellung solcher Art gestattet, den Hochwasservorgang nicht nur in seinen Hauptzügen, also hinsichtlich seiner Dauer, Ausbreitung und Höhenentwicklung im Allgemeinen sofort zu überschauen, in's Einzelne gehend lässt sie jede wesentliche Erscheinung einer Rheinfluth in ihrer Entstehung und Weiterbildung unter der Einwirkung der Wasserzufuhr durch die Zuflüsse des Stromes verfolgen, so dass gesetzmässige Vorgänge, insbesondere hinsichtlich des zeitlichen Fortschrittes der Wellenscheitel und dem Masse ihres Abflachens während der Fortpflanzung, unmittelbar aus der Darstellung ersichtlich werden.



Landesbibliothek  
Karlsruhe

VERLAUF DER HOCHFLUTH DES RHEINS VOM NOVEMBER-DECEMBER 1882.

Dargestellt durch Hydrgrade Karten.



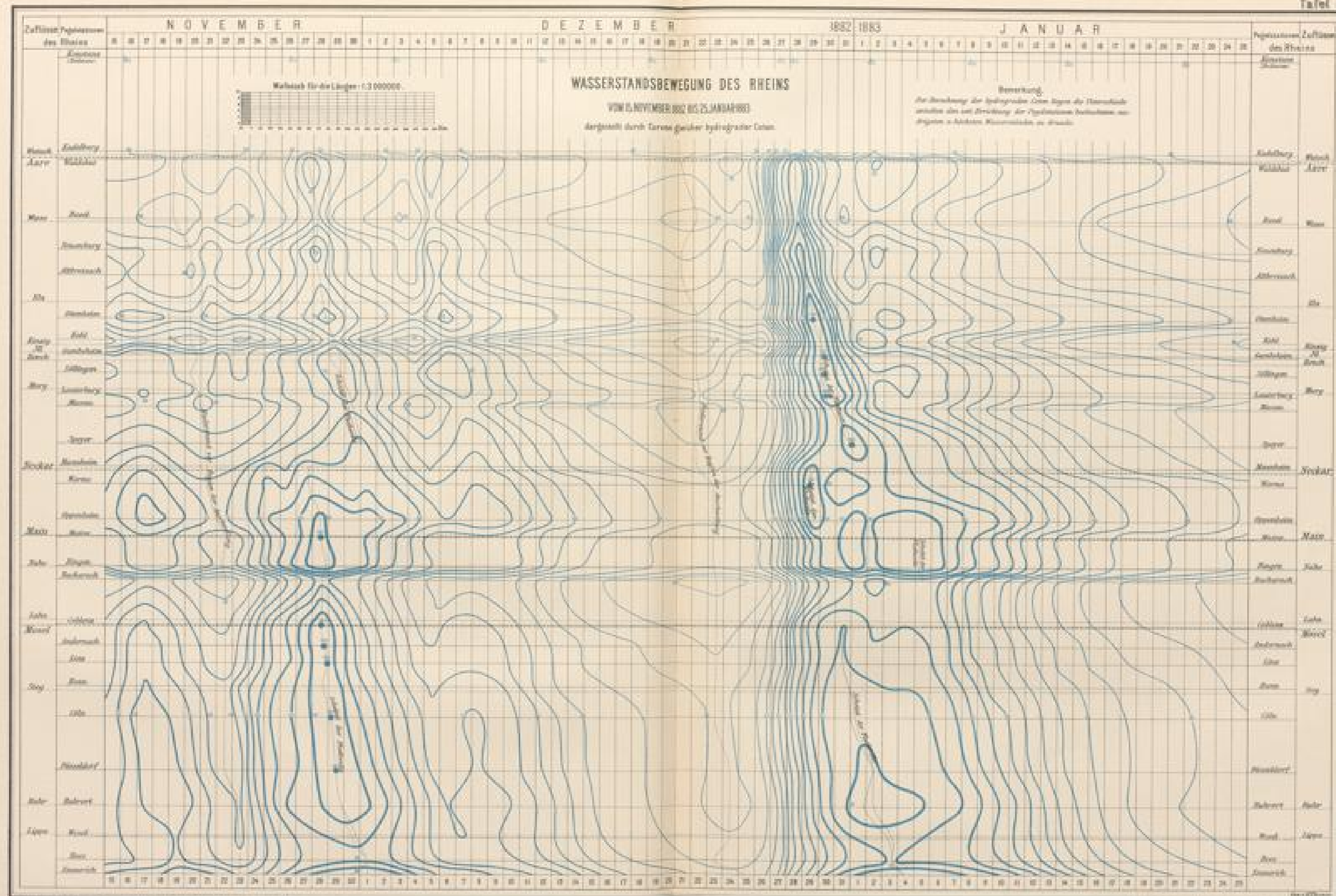
Maßstab 1:400000

Entwurf der Hochwasserstände des Rheines 1882.

Verlagsgesellschaft Druck von Giesecke & Devrient, Leipzig u. Berlin, 2te Aufl. (Hamburg 1883).

Landesbibliothek  
Karlsruhe

Landesbibliothek  
Karlsruhe



Übersetzung der Hochwasserstände des Rheingebiets 1882

Geodät. u. Vermess. Landesverw. des Großherzogth. Baden

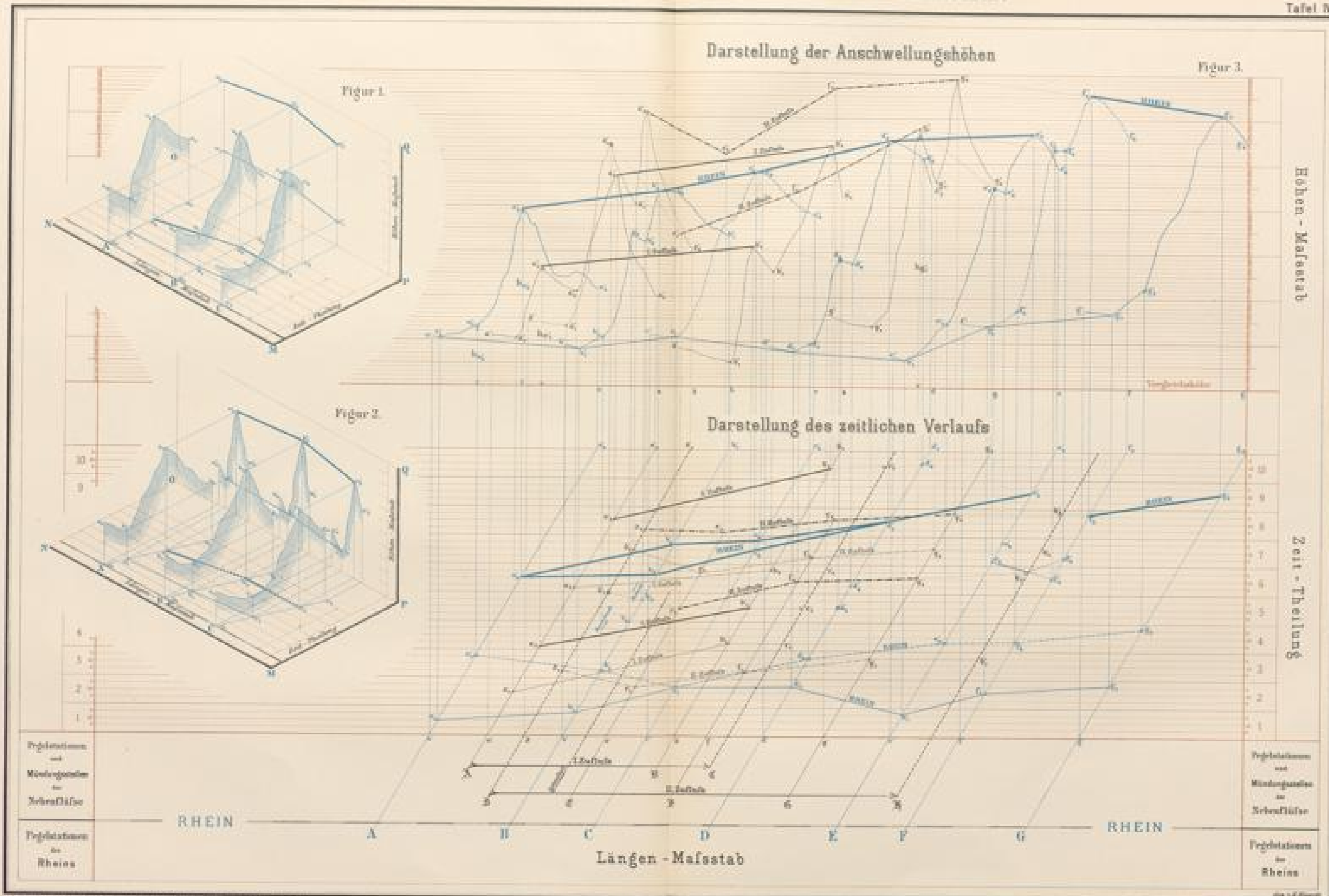
Landesbibliothek  
Karlsruhe

Landesbibliothek  
Karlsruhe



Landesbibliothek  
Karlsruhe

Landesbibliothek  
Karlsruhe



Übersetzung der Hochwasserhältnisse des Rheingebiets 1861.

Geometrisch dargestellt, Leipzig v. Barth, No. 101 (1861)

Landesbibliothek  
Karlsruhe









33 11060 0 031

