

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

Die Anschwellungen im Rhein, ihre Fortpflanzung im Strome nach Mass und Zeit unter Einwirkung der Nebenflüsse

Tein, Maximilian von

1897

Feststellung des Höhenunterschiedes der beobachteten und der primären Rheinwelle

[urn:nbn:de:bsz:31-39076](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-39076)

suchung der Umgestaltung der Rheinwelle zwischen Caub und Andernach auf jeden von beiden Bedacht genommen werde.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Zusammenfassungen werden die Untersuchungen über die Umgestaltung der von Waldshut her vorrückenden Rheinwelle somit für die folgenden Stromorte, und zwar unter Benützung der Wasserstandsbeobachtungen an den in Klammern beigezeichneten Stationen durchzuführen sein:

für Maxau (mit Waldshut, Schwaibach, Kogenheim und Rastatt)

- » Speyer (mit Maxau)
- » Frankenthal (mit Speyer und Diedesheim)
- » Mainz (mit Frankenthal und Miltenberg)
- » Caub (mit Mainz und Kreuznach)
- » Andernach (mit Caub, Diez und Cochem)
- » Cöln (mit Andernach und Buisdorf)
- » Orsoy (mit Cöln und Mülheim)
- » Emmerich (mit Orsoy und Dorsten).

Die Feststellung des Höhenunterschiedes der beobachteten und der primären Rheinwelle.

Nachdem am Schlusse des vorausgehenden Abschnittes über die primäre Rheinwelle erläutert worden ist, wie und unter welchen Voraussetzungen für die beiden eine bestimmte Stromstrecke begrenzenden Stationen aus dem bekannten

Wasserstande und seiner Eintrittszeit an der Oberstromstation Eintrittszeit und Höhe des damit gleichwerthigen Wasserstandes an der Unterstromstation abgeleitet werden kann, so erübrigt zur Bestimmung der Erhöhung des Rheinstandes an der zweiten Station durch einen in der Zwischenstrecke mündenden Nebenfluss nur, im gegebenen Falle den Höhenunterschied zwischen jenem abgeleiteten, gleichwerthigen Rheinstande und dem zur nämlichen Zeit an der Unterstromstation thatsächlich beobachteten Wasserstande festzustellen.

Ist beispielsweise für zwei Stationen O und U, welche eine Rheinestrecke mit inzwischen mündendem Nebenflusse abgrenzen sollen, der Verlauf der Wasserstandsbewegung innerhalb einer gewissen Zeitperiode — etwa durch die auf die nämliche Zeit- und Höhentheilung bezogenen Wasserstandskurven $A_0 C_0 B_0$ bzw. $A_U C_U B_U$ der nebenstehenden Figur — gegeben, und sind die Beziehungen

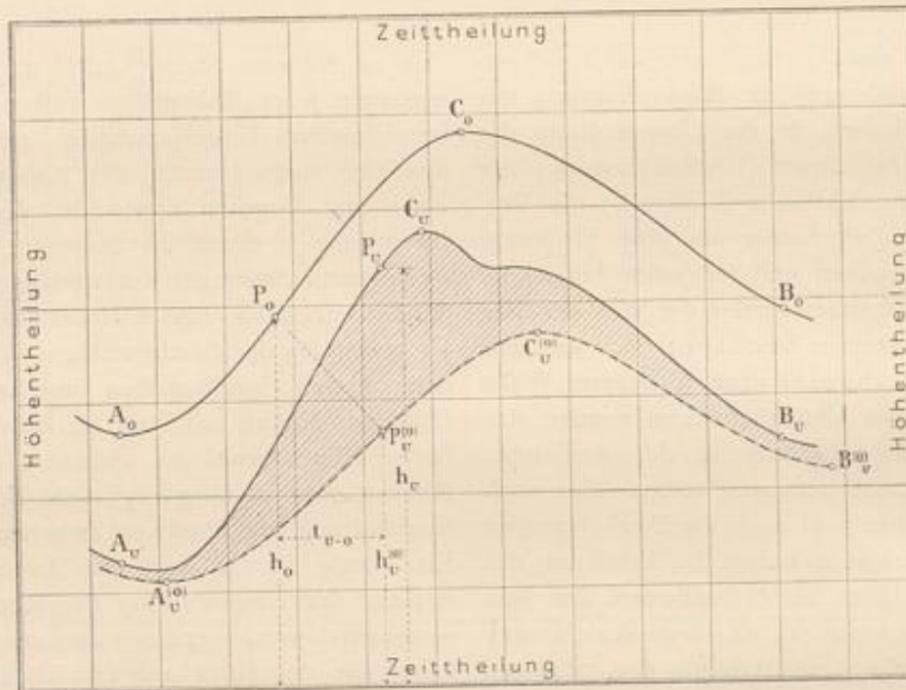
bekannt, welche zwischen den Höhen gleichwerthiger Wasserstände an den beiden Orten sowie zwischen Höhe und Zeitfolge dieser Stände bestehen, so wird zunächst zu dem Verlaufe der Wasserstandskurve $A_0 C_0 B_0$ der Verlauf der dazu gleichwerthigen Wasserstände für die Station U nach dem S. 44 angegebenen Verfahren abgeleitet; derselbe sei — in Bezug auf die den beiden Curven $A_0 C_0 B_0$ und $A_U C_U B_U$ zu Grunde liegende Zeit- und Höhentheilung — durch die Linie $A_U^{(0)} C_U^{(0)} B_U^{(0)}$ dargestellt.

Für irgend einen Zeitpunkt im Verlaufe der Wasserstandsbewegung ist dann die Höhe am oberen Pegel h_0 , die dazu gleichwerthige, um das Zeitintervall t_{v-o} später als h_0 eintretende Höhe am unteren Pegel $h_v^{(0)}$, endlich die zu diesem Zeitpunkt in U thatsächlich beobachtete Höhe $= h_v$. Die Differenz $h_v - h_v^{(0)}$ entspricht hiernach der Vergrößerung der Rheinhöhe an der Unterstromstation durch den Nebenfluss. h_v wird in der Regel grösser als $h_v^{(0)}$ sein und kann nur im äussersten Falle, wenn nämlich die Einwirkung des Nebenflusses verschwindet,

gleich h_v werden; denn der Voraussetzung gemäss soll $h_v^{(0)}$ selbst den kleinsten Wert unter allen Wasserhöhen zu U darstellen, die nach bisheriger Feststellung einer Höhe h_0 in O entsprochen haben, bei der also der Nebenfluss in der Zwischenstrecke seine Minimal-einflusshöhe erreicht hat.

Der Betrag der Erhöhung des Rheins durch einen Nebenfluss in einem bestimmten Zeitpunkt

ist selbstverständlich wesentlich von der Rheinhöhe abhängig und wird unter sonst gleichen Verhältnissen um so geringer ausfallen, je höher der Rhein zur nämlichen Zeit steht. Hierwegen wird auch das Maximum der Erhöhung des Rheins an der Unterstromstation durch den Nebenfluss nicht unter allen Umständen dem Vorübergang des Scheitels der Nebenflusswelle daselbst entsprechen. Jene Nebenflüsse, die, wie Neckar und Mosel, bei gleichzeitiger Ueberregnung des Gesamt-Stromgebietes den Höchststand an der Mündungsstelle früher erreichen als die aus dem oberen Stromgebiete dahin vorrückende Rheinwelle, werden mit ihrem Höchststande dem steigenden Rhein begegnen und das Maximum der durch sie veranlassten Erhöhung wird daher in der Regel vor Ankunft dieses Höchststandes stattfinden; umgekehrt wird durch den Main, dessen Wellenscheitel dem des Rheins meist begegnet oder ihm sogar nachfolgt, das Maximum der Er-



höhung in diesen Fällen gleichzeitig oder später veranlasst, als der Höchststand der Mainwelle in Mainz eintrifft.

Da die ziffermässige Feststellung der Erhöhung der bisher beobachteten grösseren Rheinwellen durch die Nebenflüsse im weiteren Verlaufe der Untersuchungen ohnehin durchzuführen sein wird, so ist dieselbe an dieser Stelle unterblieben.

Die Möglichkeit, den durch einen Nebenfluss bewirkten Zuwachs einer Rheinwelle von dieser abzutrennen, giebt zugleich das Mittel an die Hand, bei zweckentsprechender Wiederholung des Verfahrens der Abtrennung, jede Rheinwelle für irgend einen Stromort in ihre Komponenten, d. s. die Antheile zu zerlegen, welche einerseits die ursprüngliche (primäre) Rheinwelle, andererseits die Nebenflüsse an dem Aufbau der Rheinwelle haben.

Wird durch O und U als Ober- bezw. Unterstromstation eine gewisse Rheinstrecke etwa mit drei Nebenflüssen Z_1 , Z_2 , Z_3 abgegrenzt, sind zwischen den drei Mündungsstellen die beiden Rheinstationen R und S so

eingeschaltet, dass durch Vergleichung des Verlaufes der Wasserstandsbewegung zu R mit dem zu O gleichwerthigen Verlaufe die Erhöhung des Rheinstandes zu R durch das Nebengewässer Z_1 erhalten wird u. s. w., sind überdies die Beziehungen zwischen den Höhen und zwischen Höhen und Zeitfolge der gleichwerthigen Wasserstände O und U , R und U sowie S und

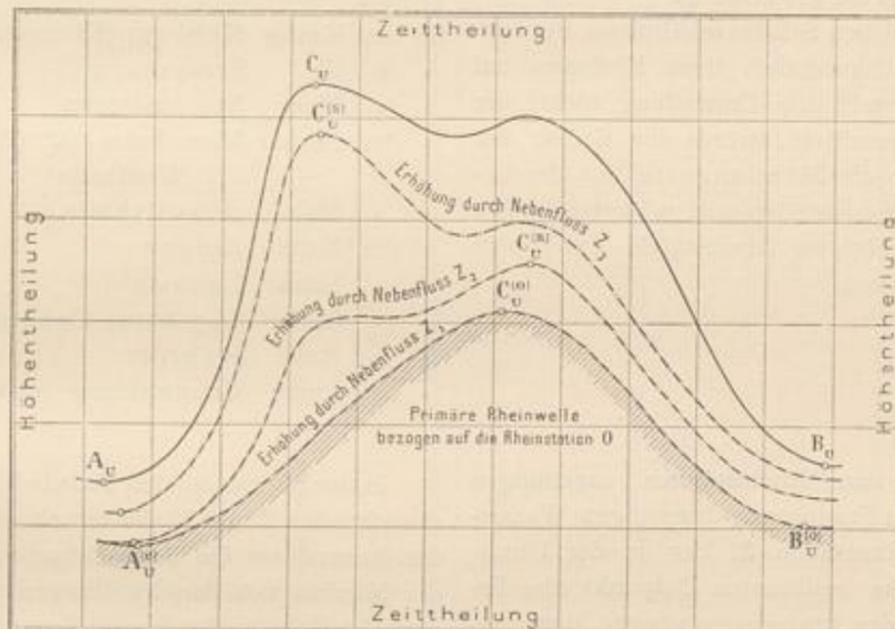
U bekannt, dann lässt sich die Zerlegung wie folgt durchführen: zu dem gegebenen Verlauf der Wasserstandsbewegung zu U , dargestellt durch die Kurve $A_U C_U B_U$ in der nebenstehenden Figur, wird der mit O gleichwerthige Verlauf zu U abgeleitet und als Kurve $A_U^{(O)} C_U^{(O)} B_U^{(O)}$ in das nämliche Darstellungsnetz für Höhen und Zeiten eingetragen. Der Unterschied der zu gleichen Abscissen (Zeiten) gehörigen Ordinaten (Höhen) beider Kurven entspricht sodann der Erhöhung, welche die Rheinwelle zu U durch die Gesamtheit der Nebenflüsse zwischen O und U , also durch Z_1 , Z_2 und Z_3 erfahren hat. In gleicher Art stellt $A_U^{(R)} C_U^{(R)} B_U^{(R)}$ den zum Verlaufe der Rheinwelle in R gleichwerthigen Verlauf in U dar; der Unterschied gleichzeitiger Höhen von $A_U C_U B_U$ und $A_U^{(R)} C_U^{(R)} B_U^{(R)}$ giebt demnach die Erhöhung an, welche die Rheinwelle zu U durch die Nebenflüsse zwischen R und U , also durch Z_2 und Z_3 erlitten hat. Aus dem Unterschiede gleichzeitiger Höhen von $A_U^{(R)} C_U^{(R)} B_U^{(R)}$ und

$A_U^{(O)} C_U^{(O)} B_U^{(O)}$ folgt somit andererseits die Erhöhung der Rheinwelle zu U durch den seitlichen Nebenfluss Z_1 . Ebenso folgt aus der Differenz gleichzeitiger Höhen der Curven $A_U^{(R)} C_U^{(R)} B_U^{(R)}$ und $A_U^{(S)} C_U^{(S)} B_U^{(S)}$ die Erhöhung der Rheinwelle zu U durch Z_2 und schliesslich, aus dem Unterschiede gleichzeitiger Höhen der Kurven $A_U C_U B_U$ und $A_U^{(S)} C_U^{(S)} B_U^{(S)}$ die Erhöhung der Rheinwelle zu U durch Z_3 . Aehnlich kann die Zerlegung statt für U , für jede der Zwischenstationen S oder R durchgeführt werden; es zeigt sich dann, dass beispielsweise die durch den nämlichen Wasserstand des Nebenflusses Z_1 veranlasste Erhöhung der Rheinwelle in R grösser ist, als in S , in S aber grösser als in U , dass also das Mass der Erhöhung der Rheinwelle durch einen bestimmten Nebenflussstand geringer wird, je weiter man sich von der Nebenflussmündung stromabwärts entfernt. Die Erklärung für diese Erscheinung ist in den Aenderungen zu suchen, welche eine Wasserwelle im Fortschreiten durch Verluste an Bewegungsenergie erleidet, und die man in ihrer Gesamtheit als »Verflachung« der Wasserwelle zu bezeichnen

pflegt. Das angegebene Verfahren der Wellenzerlegung kann daher auch dazu verwendet werden, festzustellen, auf welche Erstreckung im Strome die durch einen Nebenfluss herbeigeführte Erhöhung der Rheinwelle als solche überhaupt noch fühlbar wird, also zur Bestimmung des »Wirkungsbereiches« des Nebenflusses, der eine mit wachsender Nebenflusshöhe sich ver-

grössernde, mit zunehmender Rheinhöhe sich vermindernde, im Allgemeinen aber — wenigstens für die kleineren Nebenflüsse des Rheins — begrenzte Stromstrecke umfasst und seine Ergänzung stromaufwärts in dem Rückstau des Nebenflusses findet.

Auf Tafel IV und V sind, um das Ergebniss der Wellenzerlegung in einigen thatsächlich beobachteten Fällen darzustellen, die grösseren, seit 1886 zu Emmerich beobachteten Anschwellungen des Rheins, an welchen die Nebenflüsse wesentlich beteiligt gewesen und zwar jene von 1887 III, 1888 III, 1890 XI, 1891 XII—1892 I in der vorbeschriebenen Art in die auf den Oberrhein bis Maxau, den Neckar, den Main, die Nahe, Lahn und Mosel sowie die Sieg, Ruhr und Lippe treffenden Komponenten zerlegt, wobei als Zwischenstellen Maxau, Frankenthal, Mainz und Andernach in Betracht gekommen und die für die Stationspaare Maxau-Emmerich, Frankenthal-Emmerich, Mainz-Emmerich und Andernach-Emmerich früher



ermittelten Beziehungen zwischen den gleichwerthigen Höhen, sowie die für diese Höhen gefundenen Beträge ihrer Zeitfolge verwendet worden sind. Bei der Zerlegung der Hochwasserwelle von 1890 XI ist überdies als Zwischenstation Cöln aufgenommen, da in jener Zeit insbesondere die Sieg neben der Ruhr und der Lippe ausserordentliche Fluthwellen dem Rhein zuführte und es wissenswerth erscheint, die gewaltige Einwirkung dieses gewöhnlich nicht bedeutenden Nebenflusses auf den hochgehenden Strom getrennt dargestellt zu sehen. Allerdings darf bei der Beurtheilung der Grösse der Einwirkung von Sieg, Ruhr und Lippe auf den Rheinstand zu Emmerich nicht ausser Betracht bleiben, dass im Allgemeinen die Einwirkung eines Nebenflusses auf den Rheinstand an einem bestimmten Stromorte unter sonst gleichen Umständen umso grösser ist, je näher der betreffende Ort an der Nebenflussmündung liegt, so dass in jedem Falle eine verhältnissmässig bedeutendere Erhöhung der Rheinstände zu Emmerich durch die Sieg, Ruhr und Lippe, als durch die von Emmerich entfernter mündenden grösseren Nebenflüsse des Stromes zu erwarten ist.

Ein Bild des wirklichen Stärkeverhältnisses der einzelnen Nebengewässer hinsichtlich ihres Einflusses auf den Rhein liefert demnach die Darstellung nicht; um dieses Verhältniss zu ermitteln, würde die Grösse der Einwirkung jeweils für die Mündungsstellen der betreffenden Nebenflüsse festzustellen sein, während die den Nebenflusständen zugehörigen Rheinstände unter sich gleichwerthig sein müssten.

Feststellung der den Rheinständen zugehörigen Nebenflusstände. — Die Frage nach demjenigen Wasserstande an der Nebenflussstation *Z*, der an der Unterstromstation *U* in einem bestimmten Zeitpunkt eine Erhöhung des Rheinstandes um ein gegebenes Mass veranlasst hat, führt zunächst zur Feststellung der Zeitfolge des Nebenflusstandes d. i. der Dauer, die ein bestimmter Nebenflusstand braucht, um von *Z* nach *U* vorzurücken. Ist dieser Zeitfolgebetrag ermittelt, so lässt sich, indem man ihn jeweils an der Eintrittszeit des Rheinstandes in *U* in Abzug bringt, damit der Zeitpunkt ableiten, an welchem der dem Rheinstande in *U* »zugehörige« Nebenflusstand in *Z* eingetreten sein musste.

Die Feststellung der angegebenen Zeitdauer kann unmittelbar nur so ausgeführt werden, dass man ähnlich wie bei der Zeitbestimmung der Rheinstände verfährt, nämlich die Scheitel von Nebenflusswellen verschiedener Höhe in Bezug auf ihre Fortpflanzungsdauer zwischen der Nebenflussstation und der Unterstromstation untersucht und das Ergebniss der Feststellung sodann verallgemeinert, d. i. auch auf Nebenflusstände im Steigen und Fallen anwendet, für welche die Fortpflanzungsdauer nicht in gleich einfacher Art bestimmt werden kann. Nebenflusswellen flachen aber, insbesondere bei gleichzeitig hohen

Rheinständen, indem sie aus dem kleinen Abflussquerschnitt des Nebenflusses in den meist viel grösseren des Rheins eintreten, in der Regel bedeutend ab und verschwinden als selbständige Scheitelbildungen oft schon in verhältnissmässig geringer Entfernung von der Nebenflussmündung — sie erreichen als solche vielfach nicht einmal die Unterstromstation — und hohe Nebenflusswellen bei niedrigem Rheinstande, die sich allerdings auf eine längere Stromstrecke unterhalb der Nebenflussmündung noch als selbständige Scheitel verfolgen lassen würden, sind eben doch nur selten. Es wird daher nothwendig, bei der Zeitfolgebestimmung die von der Nebenflusswelle durchlaufene Gesamtstrecke durch Einfügung einer passenden Mündungsstation *M* in einen Abschnitt ober- und unterhalb der Nebenflussmündung zu zerlegen, die Zeitfolge innerhalb des Nebenflusses von *Z* bis *M* mit Hilfe der Nebenflusswellen und jene im Rhein von *M* bis *U* nach Massgabe der schon früher ermittelten Fortpflanzungsdauer der Rheinwelle zu bestimmen. Die zu dem Ende, jedoch ausschliesslich für die Zwecke der Zeitfolgebestimmung einzuschaltenden Stationen sind:

- für die Kinzig Kehl [K] (Kinzigstation)
- » » Ill Strassburg
- » » Murg Steinmauern
- » den Neckar Mannheim [N] (Neckarstation an der Werfthalle)
- » » Main Rüsselsheim
- » die Nahe Bingen
- » » Lahn Lahnstein
- » » Mosel Lay bzw. Coblenz
- » » Ruhr Ruhrort
- » » Lippe Crudenburg bzw. Wesel.

In der nachstehenden Tabelle VIII finden sich nun, für die Stationen *Z* und *M* der einzelnen in Betracht kommenden Nebenflüsse die Beobachtungen über die Eintrittszeit der Maxima von Anschwellungen zusammengestellt und nach der Höhe an der Station *Z* geordnet, wobei wegen der meist lebhaften Wasserstandsbewegung der Nebenflüsse, bei welcher geringe Zeitunterschiede oft erhebliche Höhenunterschiede bedingen, möglichst nur die zweistündlichen und genaueren Aufzeichnungen aufzunehmen und selbstverständlich alle Beobachtungen solcher Scheitel ausser Betracht zu lassen waren, während deren Verlauf nachrichtlich Störungen durch Eisversetzungen, durch Deichbrüche u. dergl. eingetreten sind. Die Eintrittszeiten sind für den Anfang, und — wofern ein Beharrungszustand stattgefunden hat — für den Abschluss der Scheitelbildung angegeben. Der Zeitunterschied ist für Beginn und Ende der Scheitelbildung hieraus getrennt abgeleitet und in der letzten Spalte der Tabelle verzeichnet.

Die auf Grund zweistündlicher und genauerer Zeitbeobachtungen gefundenen Zeitunterschiede sind durch kräftige Ziffern hervorgehoben, unter diesen aber die nach Lage der begleitenden Umstände des Wasserabflusses als sicher zu bezeichnenden Ergebnisse durch * ausgezeichnet.