

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND

DER

SCHIFFFAHRTS-KONGRESSE

# XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

I. Abteilung : Binnenschiffahrt  
3. Mitteilung

GEWÄSSERKUNDE, HOCHWASSER-

UND

EISSCHMELZE-MELDEDIENST

## GENERALBERICHT

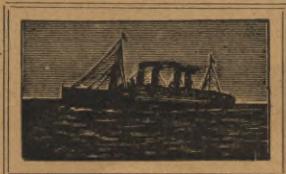
VON

**W. KLEIBER**

Ingénieur des Voies de Communication

NAVIGARE

NECESSE



BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)

169, rue de Flandre, 169



II-354167

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000316768

002-0-10/2013

# GEWÄSSERKUNDE, HOCHWASSER- UND EISSCHMELZE- MELDEDIENST

---

Vier Berichte behandeln das Programm der dritten Mitteilung der Binnenschiffahrtsabteilung.

In seinem Bericht über den gegenwärtigen Stand des Pegelbeobachtungs- und Hochwassermeldedienstes in Frankreich gib Herr E. Maillet im Anfang eine Tabelle der Verteilung der Dienst sowie der Pegel- und Niederschlagsstellen in den einzelnen Flussgebieten. Für die Verwaltungseinrichtung wird auf gedruckte Instructionen hingewiesen. Der grösste Teil des Berichtes ist dem technischen Verfahren in der Hochwasseranzeige gewidmet.

Von fünf vom Verfasser angeführten Verfahren werden in Frankreich drei angewendet: 1. die *Methode der Auschwelungen*; 2. die *Methode der Ordinaten*, und 3. die *Vergleichsmethode*. Nach der *ersten* Methode ermittelt man die Abhängigkeit der Wasserstandszunahme an einem talwärts gelegenen Pegel von den Wasserstandszunahmen an den bergwärts gelegenen Pegeln auf dem Hauptflusse und in den Nebenflüssen.

Im allgemeinen sind die angewandten Formeln lineare Functionen der Wasserstandszunahmen denen ein Glied beigegeben wird, das von der Jahreszeit oder der Höhe am unteren Pegel abhängig ist. An Stelle der Formeln werden auch graphische Darstellungen verwendet.

Nach der *Methode der Wasserstandsordinaten* wird die Pegelhöhe des talwärts gelegenen Ortes aus den Höhen an den bergwärts gelegenen Pegeln des Hauptflusses und der Nebenflüsse berechnet. Für die graphische Darstellung der Abhängigkeit der Höhe des unteren Pegels von den Höhen an zwei oberen Pegeln wird die Höhe am einem der oberen Pegel als Abscisse genommen, die Höhe am unteren Pegel als Ordinate aufgetragen. Neben den erhaltenen Punkt schreibt man die dazu gehörende Höhe  $h_c$  des dritten Pegels und zieht die Curven  $h_c = \text{const.}$  Nach der *Vergleichsmethode* sucht man ein früheres Hochwasser aus, das dem fraglichen entspricht.

Verfasser bespricht ferner die Ermittelung der *Dauer der Fortpflanzung* des Scheiteils der Hochwasserwelle vom oberen Pegel zum unteren. Auf den kanalirten Flüssen ist diese Dauer um so grösser je näher der Wasserstand am unteren Pegel dem bordvollen Wasserstande liegt. Bei zwei und mehr Variabeln sucht man womöglich diejenigen Auschwellungen aus, die nur an einer der Beobachtungsstellen bemerkbar sind. Für die Formeln der Wasserstandszunahmen sind die Methoden ähnlich.

Für die *zweite Annäherung* werden mehrere Methoden erster Annäherung angewendet, ihre Ergebnisse verglichen, und die gefundenen Ordinaten, je nachdem die bergwärts regelmässig gemachten Meldungen ausfielen, je nach der Jahreszeit oder dem Wetter verbessert. Zahlreiche Studien, besonders für kleinere Flüsse, sind in Frankreich gemacht worden, um die Auschwellungen aus den stromauf gefallenen Regenhöhen zu berechnen, wobei jedoch die Abschätzung der mitbedingenden Factoren schwierig ist. Herr E. Maillet schliesst seinen interessanten Bericht mit einer Zusammenstellung der neueren wichtigsten hydrographischen Arbeiten in Frankreich.

---

In der Mitteilung über den hydrometrischen Dienst zur Voraussage der Hoch- und Niedrigwasserstände beschreibt Herr Carlo Valentini die für die italienischen Flüsse angewandten Verfahren und erzielten Ergebnisse. Neben den nach dem Vorgehen von Belgrand construirten Formeln werden besonders die graphischen Methoden von Allard, Mazoyer und Breuillé hervorgehoben. Nach Breuillé werden die vom Beginne der Flut am oberen Pegel beobachteten Wasserstände als Abscissen, die ihnen entsprechenden, am unteren Pegel beobachteten, als Ordinaten aufgetragen. Dabei wird die Dauer der Fortpflanzung der Welle vom oberen Pegel zum unteren in Rücksicht genommen. Jede Hochwasserwelle wird somit durch eine Kurve dargestellt. Da nun Breuillé fand, dass die Kurven beinahe immer einen gewissen Parallelismus zu einander bewahren, so konnte er eine mittlere Kurve ziehen, die für jede künftige Hochwasserwelle die entsprechende, am unteren Pegel erwartete Kurve zu bestimmen erlaubt. Für die beiden Pegel Becca und Pontelagoscuro am Po sind solche Kurven in der dem Bericht beigegebenen Tafel I dargestellt.

Für den Etsch, den Tiber und besonders für den Po gibt Herr Valentini Regeln, die zur Berechnung der am unteren Pegel

erwarteten Höchstwasserstände nach den an den oberen Pegeln beobachteten dienen.

Der algebraische Ausdruck für den Höchstwasserstand des Po am Pegel zu Pontelagoscuro lautet :

$$P = -0,50 + 0,155 (7,5 B + A + O - 31,10)$$

In dieser Formel bedeutet B den Höchstwasserstand bei Becca (327 km oberhalb Pontelagoscuro), A den bei Lecco an der Adda und O den Höchstwasserstand bei Sarnio am Oglio. Von anderen Zuflüssen wird nur noch der Panaro berücksichtigt, wenn er am Pegel zu Navicello die Höhe von 4 m über O überschreitet. Der Höchstwasserstand in Pontelagoscuro stellt sich 72 Stunden nach demjenigen in Becca ein. Die Formel liefert recht befriedigende Resultate.

In der letzteren Zeit sind an vielen Orten im Flussnetze des oberen Po, sowie auf dessen rechten Zuflüssen neue Pegel errichtet worden. Wenn die an diesen Pegeln verzeichneten Beobachtungen in die Rechnungen miteinbezogen werden, hofft Herr Valentini, dass die Voraussagen noch genauer ausfallen werden. Auch der Zeitpunkt des Eintreffens der Voraussage wird von drei auf vier bis fünf Tage verschoben werden können.

Ausser der Ankündigung der Hochwässer ist für die Schiffahrt die Vorausbestimmung der Zeit des Eintritts der Niedrigwasserstände sehr nützlich. Die Aufsuchung der direkten Beziehung zwischen den Niederschlagsmengen und den Wasserständen erwies sich zu schwierig um einen derartigen Versuch durchzuführen.

Die Schiffahrt will wissen, ob und wann der fallende Wasserstand jene Höhe erreichen wird, unter welcher die Schiffe erleichtert werden müssen. Auf dem Po beträgt bei voller Ladung der Tiefgang der Schiffe 2 m. Unterhalb der Einmündung des Panaro erhält sich die entsprechende Tiefe der Fahrrinne so lange der Wasserstand am Pegel zu Pontelagoscuro nicht unter —5 m sinkt, auf der Strecke zwischen dem Oglio und dem Panaro nur bis —4,50 m, zwischen dem Taro und Oglio bis —4 m und oberhalb der Einmündung des Taro bis zum Ticino, so lange der Wasserstand am Pegel zu Pontelagoscuro nicht unter —3,60 m herabgeht. Auf S. 10 und 11 der Mitteilung sind 20 Niedrigwasserstände angeführt die in den Jahren 1854-1906 verzeichnet worden sind. Neben ihrer Höhe am Pegel wird die Zahl der Tage angegeben, während der der Wasserstand sich von —2,50 m herab bis zu den oben angegebenen Höhen sowie zum jeweiligen Niedrigwasserstände senkte. Aus der

Tabelle ist somit direkt die mittlere Zahl der Tage zu entnehmen, nach deren Ablauf, von dem Eintritt des Wasserstandes — 2,50 m zu Pontelagoscuro ab gerechnet, auf jeder der genannten Strecken die Schiffe zu erleichtern sind.

Eine andere Tabelle gibt neben den für jeden Monat der Jahre 1857-1906 niedrigsten Wasserständen die Zahl der Fälle an, in denen der Wasserstand sich unter die oben genannten Höhen senkte. Die Zahlen lassen auf die verschiedenen Grade der Schiffbarkeit der einzelnen Strecken des Po schliessen.

Aus ihnen erhellt die von der italienischen Regierung eingesehene Notwendigkeit für die oberen Strecken des Flusses eine grössere Tiefe mit Baggerungen zu erzielen. Nach den am Po selbst ausgeführten Versuchen, hofft man die erstrebte Tiefe von der Mündung bis zum Ticino mit Baggerungen allein zu erreichen. Nur in wenigen Ausnahmefällen werden unbedeutende Correctionsarbeiten in Aussicht genommen.

---

Der dritte Bericht, der die Abhängigkeit der Wasserstände des Bielosero von den atmosphärischen Niederschlägen in seinem Zuflussgebiet behandelt, gehört Herrn Lewandowsky.

Nach einer kurzen Darstellung der hydrographischen und hydrologischen Verhältnisse des über 1 100 Quadratkilometer grossen Sees, dessen Zuflussgebiet gegen 13 140 Quadratkilometer einnimmt, weist der Herr Verfasser auf die Bedeutung hin, die der See seit 1896 für seinen Ausfluss, die für die Schiffahrt sehr wichtige Scheksna, als Wasserreservoir erlangt hat. Unterhalb der Ausmündung der letzteren, an der Furth beim Orte Krochino wurde in jenem Jahre ein steinernes Stauwehr von 104,25 m Weite mit eisernen Jochen nach dem System Poirée mit Nadelverschluss erbaut. Ueber dem Rücken des Wehres wird ein Stau von 2,25 m zugelassen. Vor der Erbauung des Wehres gingen die Schwankungen des Wasserstandes im See selten über 3,20 m hinaus; bei sehr niedrigen Wasserständen und südlichen Winden kam es vor, dass der Abfluss nach der Scheksna unterbrochen wurde. Nach Erbauung des Wehres erhöhten sich im allgemeinen die Frühjahrswasserstände und beträgt nun die Wasserzunahme bis beinahe 2 m, während vordem sie 1,50 m nicht übertraf. Bei geöffnetem Wehr wird die Abströmung nicht behindert und wie vordem durch die natürliche feste Schwelle (den „Brod“) regulirt.

Zu den im der Mitteilung angeführten Berechnungen diente das Beobachtungsmaterial der am See errichteten Pegel und die Aufzeichnungen der meteorologischen Stationen im Zuflussgebiete des Sees und seiner Umgegend. In der Tabelle I sind für jedes Jahr der Periode 1882-1895 die wichtigsten hydrologischen Data angegeben. Besonders hervorzuheben sind die Niederschlagshöhen, die Abflussmengen durch die Scheksna, der jährliche Umschlag der Wassermenge im See, sowie der nach diesen Data berechnete Abflusscoefficient, der zwischen 0,250 im wasserärmsten bis 0,797 im wasserreichstem Jahre schwankt und im Mittel 0,537 beträgt.

Praktisch wichtiger ist die Beziehung zwischen Niederschlag und Zufluss für das Frühjahr zu ermitteln, um den Betrag der Zunahme des Wassers im See infolge der Schneeschmelze vorauszusehen und rechtzeitig für den Wasserauslass über das Wehr bei Krochino Anordnung zu treffen.

Im Zuflussgebiet des Sees sammelt sich das Wasser der atmosphärischen Niederschläge im festem Zustand an vom November (oder Oktober) bis zum April (diesen Monat manchmal auch inbegriffen). Mit der Schmelze dieses Vorrats im April und Mai steigt das Wasser im See und erreicht seinen höchsten Stand etwa Mitte Mai. Die Steigungshöhe hängt nicht nur von den im Zuflussgebiet im festen Zustande abgelagerten Niederschlagsmengen, sondern auch von den Umständen, die die ersten als Schnee gefallenen Niederschläge begleiteten, und den Bedingungen die während der Frühjahrsschmelze andauerten.

Um die im See bevorstehende Wassersteigung schon Mitte März (alt. St.) zu berechnen, wird der bereits bekannten winterlichen Niederschlagshöhe die mittlere Höhe der Aprilniederschläge 27,7 m beigegeben. Indem Herr Lewandowsky den Ausfluss aus dem See während der Steigungsperiode in Rechnung zieht, erhält er für die in Betracht gezogenen Niederschläge den Abflusskoeffizienten  $\mu = 0,7776$ . Die bevorstehende Steigungshöhe des Wasserspiegels im See wird durch den einfachen Ausdruck  $h^1 = 9,10 (K - 0,13)$  gegeben, wo  $K$  die Niederschlagshöhe für die winterlichen 6-7 Monate ist. Der Gang der Rechnung, sowie die erhaltenen Resultate und deren Abweichungen von den beobachteten Werten, sind ausführlich in Tabelle II behandelt.

Seit 1896 das Wehr erbaut wurde und die Abflussmengen aus dem See im Interesse der Schiffahrt regulirt werden, bedarf die aufgestellte Formel einiger Berichtigungen um die nun im Seeregime erfolgenden künstlichen Störungen in Betracht zu ziehen. Der Herr Verfasser

berechnet die Höhe  $y$  der Wasserzunahme im See infolge des teilweisen Verschlusses des Wehres und die Höhe  $x$  um welche  $y$  in der Zeit seit dem oeffnen des Wehres bis zum Ende der Zunahmperiode niedergeht. Somit bezeichnet  $y-x$  die Höhe der im See künstlich augesammelten Schicht. Im Bericht sind Formeln zur Berechnung von  $y$  und  $y-x$  aufgestellt und ausführlich begründet. Mit dem für die Jahre 1896-1904 erhaltenen mittleren Werte  $\mu = 0,813$  werden nun die erwarteten Steigungshöhen des Frühjahrs-hochwassers berechnet. Die in die Rechnung einbezogenen Grössen sind in der Tabelle III gegeben, die auch die Resultate der Rechnungen enthält sowie deren Abweichungen von den beobachteten Höhen. Die Abweichungen erreichen nicht 17 % des Wertes der gesuchten Grösse. Herr Lewandowsky schliesst seine Mitteilung mit dem Wunsche, dass der Kongress sich für eine zweckdienliche Verteilung des meteorologischen Stationen ausspreche, damit die Meteorologie mit der Hydrologie in engere Beziehung gebracht werde.

“ Die Gewässerkunde und Hochwasser- und Eisgangs-Meldedienst in Deutschland mit Ausschluss von Bayern ” von Herrn Regierungs- und Baurat Bindemann bildet den ersten Teil der Mitteilung, dessen zweiter Teil “ Die Gewässerkunde und Hochwassermeldedienst im Königreich Bayern ”, Herrn Oberbaurat Hensel zum Verfasser hat.

In der zweiten Hälfte des XIX. Jahrhunderts wurden in einzelnen Staaten Deutschlands Stellen geschaffen, die eine einheitliche Bearbeitung des an Pegelbeobachtungen, Wassermengenmessungen, Gefällaufnamen u. s. w. aufgesammelten Materials durchführten. Zuerst entstand in Baden das “ Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie ”. Seine Tätigkeit erstreckt sich nicht allein auf das badische Gebiet, da auf dasselbe Bureau auch die Untersuchungen über die Hochwasserverhältnisse des Rheins übertragen worden sind. Zentralstellen für die Bearbeitung der hydrographischen Data bestehen auch in Elsass-Lothringen, Hessen und Württemberg.

In Preussen wurde 1892 bei der Wasserbauabteilung im Ministerium der öffentlichen Arbeiten ein besonderes “ Bureau für die Hauptnivelllements und Wasserstandsbeobachtungen ” eingerichtet, dem unter anderem die Ueberwachung des Pegelwesens der allgemeinen Bauverwaltung übertragen wurde. Die Pegelbeobachtungen

selbst, sowie die Ausführung der hydrometrischen Arbeiten werden auch jetzt noch meist von den Beamten der Allgemeinen Bauverwaltung, die den betreffenden Provinzialbehörden zugeteilt sind, ausgeführt. Für die nicht öffentlichen Gewässer werden die hydrometrischen Arbeiten durch die Meliorationsbauämter ausgeführt und vom Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten geleitet.

Infolge der Hochfluten in den siebziger und achtziger Jahren wurde 1892 für das gesamte preussische Gebiet mit Ausnahme des Rheinstromgebiets ein „Ausschuss zur Untersuchung der Wasserverhältnisse in den der Ueberschwemungsgefahr besonders ausgesetzten Flussgebieten“ errichtet, der auch kurzweg Wasserausschuss genannt wurde. Es erfolgten zusammenhängende Darstellungen der hydrographischen, wasserwirtschaftlichen und wasserrechtlichen Verhältnisse der einzelnen Stromgebiete, was für den Rheinstrom vom badischen Zentralbureau schon 1889 getan wurde (Elbstrom, Oderstrom 1896, Memel-, Pregel- und Weichselstrom 1899, Weser und Ems 1901).

Mit der Beantwortung der zwei ihm vorgelegten, die Hochwassergefahr betreffenden Fragen, war die dem Wasserausschuss gestellte Aufgabe erfüllt. Zur Weiterführung seiner Arbeiten wurde 1902 „die Preussische Landesanstalt für die Gewässerkunde“ geschaffen, die im „Jahrbuche für die Gewässerkunde Norddeutschlands“ die Ergebnisse ihrer Untersuchungen veröffentlicht.

Der Nachrichtendienst kam in umfangreicherem Masse in Anwendung seit der Einführung der elektrischen Telegraphie. Das Telefon findet auch umfangreiche Anwendung und besitzt z. B. die Weichselstrombauverwaltung längs der Weichsel und ihrer Arme ein Netz von Fernsprechstellen. Für die Weichsel, Oder, Elbe, Weser, den Rhein und die Donau sind die Vereinbarungen über die zu erstattenden Meldungen in Hochwasser-Meldeordnungen und Anweisungen für den Meldedienst niedergelegt. Bei den Meldungen über die Eisverhältnisse werden besonders die Angaben über Eisbewegung, Eisaufrutsch, Eisstopfungen und über die dabei eintretenden Wasserstandshöhen gemacht. Bei Hochwasser an der Oder, Elbe und Weser wird von den Zentraldienststellen eine Voraussage täglich veröffentlicht.

Für Bayern wurde 1898 in München das hydrotechnische Bureau gegründet um für die Fragen der Wasserwirtschaft die nötigen theoretischen und praktischen Grundlagen zu schaffen.

Die Anfänge eines Hochwasserdienstes für den Main finden sich schon im Jahre 1864, für die Douan erst 1896. Ein förmlicher

Hochwasserdienst für das bayerische Douangebiet wurde im Jahre 1902, für das Maingebiet 1903 eingeführt. Der Nachrichtendienst stützt sich auf die Messungen der Pegel- und Regenstationen. Die Meldungen laufen zunächst bei Hauptmeldestellen zusammen, welche womöglich eine Wasserstandsvorhersage formulieren und diese weiter leiten.

W. KLEIBER.