

Oesterreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein.

II. BERICHT

des

HYDROTECHNISCHEN COMITÉ'S

über die

Wasserabnahme

in den

Quellen, Flüssen und Strömen in den Culturstaaten.

Mit zwei Zeichnungs-Blättern.

(Separat-Abdruck aus der Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, III. Heft, 1881.)

WIEN 1881.

IM SELBSTVERLAGE DES VEREINES.

Druck von R. Spies & Co.

Genesis der Frage.

Im Jahrgange 1873 unserer Zeitschrift veröffentlichte Herr Hofrath Ritter v. Wex einen Artikel, in welchem in ausführlicher Weise auseinandergesetzt wurde, dass seine langjährigen Beobachtungen und ein Complex zusammengehöriger Erscheinungen, besonders aber der Vergleich von aufgezeichneten Wasserständen, ihm den Beweis lieferten für die continuirliche Abnahme der Wassermengen, welche aus den Quellen entspringen und zusammen mit den Tagwässern in den Flüssen und Strömen abfließen, und dass diese stetig andauernde Abnahme der Abflussmengen die Existenz der künftigen, uns nachfolgenden Generationen in Frage zu stellen geeignet sei.

Die Ursache dieser Wasserabnahme hält der Verfasser nicht für ein Resultat bewusstlos wirkender Naturkräfte, sondern sucht sie vielmehr in der selbstsüchtigen oder unüberlegten Ausbeutung der Bodenproducte und findet sie besonders in der unsystematischen Ausrodung der Wälder und in anderweitigen Meliorationen des Grund und Bodens der Neuzeit.

Die Beweisführung für diesen, angeblich in den Culturländern eingetretenen, Uebelstand stützt er hauptsächlich auf die von Dr. Heinrich Berghaus in den Jahren 1837 und 1838 erschienenen Abhandlungen über: „Die Umriss der Hydrographie“ und: „Hydro-Historische Uebersichten der deutschen Ströme“, aus welchen er eine Reihe von angeführten Pegelbeobachtungen für seine Zwecke, in

graphischer Darstellung vorführt, und zwar jene vom Pegel: bei Emerich a. R. während einer 66jähr. Periode zwischen den Jahren 1770 u. 1835

jene von Cöln a. R. während einer 54jähr. Periode zwischen den Jahren 1782 u. 1835

ferner jene von Magdeburg a. d. Elbe während einer 108jähr. Periode zwischen den Jahren 1728 u. 1835

und endlich die von Küsterin a. d. Oder während einer 58jähr. Periode zwischen den Jahren 1778 u. 1835.

Diesen Pegelständen fügte er noch ferner hinzu jene von Kurzebrack a. d. Weichsel während einer 63jähr. Periode zwischen den Jahren 1809 u. 1871

und jene von Wien während einer 46jähr. Periode zwischen den Jahren 1826 u. 1871.

Aus diesen Pegelbeobachtungen schliesst der Autor:

1. Dass die Hochwässer im Laufe der Zeit nicht nur zahlreicher aufgetreten, sondern auch in ihren absoluten Höhen gewachsen sind.
2. Dass auch die Niederwässer in den gleichen Zeiträumen häufiger eingetreten und stets an Wassertiefe abgenommen haben.

Im weiteren Verfolg des Vergleiches berechnet er aus den täglichen Pegelständen die arithmetisch mittleren Jahreswasserstände, theilt hierauf den Zeitraum der Beobachtungs-Perioden in kleinere aufeinander folgende Zeitperioden und berechnet aus den gefundenen Jahresmitteln die arithmetisch mittleren Wasserstände für jede einzelne kleinere Zeitperiode und findet daraus:

3. Dass die mittleren Perioden-Wasserstände ebenso wie die Niederwasserstände im steten Fallen begriffen sind.

Diese Ergebnisse einer algebraischen Manipulation, deren rechnungsmässige Genauigkeit von dem Comité bestätigt wurde, haben in dem Verfasser die Ueberzeugung hervorgerufen, dass mit der Abnahme der arithmetischen

Mittel der Perioden-Wasserstände auch die Abflussmengen in den genannten Flüssen und somit auch in den Culturländern abgenommen haben müssen, wenn auch, wie der Autor hervorhebt, hervorragende Hydrotekten, welche vor ihm den Gegenstand in der gleichen Weise behandelten, zu keiner derartigen Schlussfolgerung gelangen konnten*), und folgert daraus, dass: obzwar diese Wasserabnahme die gänzliche Austrocknung der genannten Flüsse nicht zur Folge haben dürfte, es doch keinem Zweifel unterworfen sei, dass durch die stets zunehmende Senkung der kleinsten und mittleren Wasserstände, die Schifffahrt sehr erschwert werde, und sie könnte möglicher Weise in 100 bis 200 Jahren gänzlich aufhören.

Um nun einem solchen, der ganzen Civilisation Gefahr drohenden Zustande vorzubeugen, bemüht sich der Autor, die Ursache dieses wahrgenommenen Uebels zu ergründen und glaubt sie, auf Grund von Deductionen aus der einschlägigen Literatur, in der systemlosen Abholzung der Berglehnen, in der Ausrodung der Wälder und in der künstlichen Austrocknung der Landseen und Sümpfe, sowie in der Bewässerung der Felder und Wiesen gefunden zu haben, und stellt schliesslich, nachdem er Ursache und Wirkung in Zusammenhang gebracht zu haben glaubt, bestimmt formulirte Anträge zum Zwecke der Hintanhaltung der hieraus erwachsenden Folgen.

Das Comité, welches der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein damals (am 1. April 1873) mit der Aufgabe betraute, diese von Hofrath von Wex aufgestellten Hypothesen und Theorien zu prüfen, hat in seinem von dem

*) Wasserbau-Inspector Maass hat nämlich die Pegelstände des Magdeburger Pegels, einer 143 Jahre langen Periode in Betracht gezogen und der Geheime Oberbaurath Hagen benützte für die gleiche Untersuchung die 44jährigen Beobachtungen am Düsseldorfer und jene am Pegel bei Minden a. d. Weser. (G. Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst 2. Th. I. Bd. S. 19.)

Vereine (am 17. April 1875) genehmigten Berichte, die Meinung dahin ausgesprochen: dass aus der Zusammenstellung von Pegelständen, gleichviel in welcher Weise sie gruppirt sein mögen, auf die Abflussmengen nicht geschlossen werden kann; dass man aber aus der werthvollen Arbeit des Verfassers, wenn sie den Anforderungen der Wissenschaft gemäss vervollständigt werden würde, auf eine Wasserabnahme besonders dann wird schliessen können, wenn die hiefür maassgebenden Factoren, in die Rechnung eingeführt, eine solche Schlussfolgerung zulassen werden. Da aber zur Zeit diese ausschlaggebenden Factoren fehlten, so konnte ein positives Urtheil schon darum nicht abgegeben werden, weil, abgesehen von den Lehrsätzen der Hydraulik, auch die Naturwissenschaft, trotz der praktischen Resultate ihrer umfangreichen Untersuchungen, noch keine festen Anhaltspunkte für eine solche Theorie bietet.

Das Comité ist aber, durch den Vergleich der vorgelegenen Pegelbeobachtungen zu der Ansicht gelangt, dass das Regime der betreffenden Flüsse zum Nachtheile der Navigation stets und mit jedem Jahre sich verschlechtere, und da es die von dem Autor gegen die Wasserabnahme gerichteten Maassnahmen als viel geeigneter zur Verbesserung des Regimes erkannte, so hat dasselbe die erwähnten Anträge des Herrn Hofrathes, als diesem Zwecke entsprechend, unterstützt und deren Befürwortung durch den Verein empfohlen.

Das hydrotechnische Comité kann heute, bei der neuerlichen Besprechung des Gegenstandes mit Befriedigung dem Vereine bekanntgeben, dass viele Fachmänner und sonstige wissenschaftliche Körperschaften, welche seitdem Gelegenheit hatten mit der Theorie des Autors sich zu beschäftigen, den Schlussfolgerungen Ihres Comité's beipflichteten und sich denselben angeschlossen haben; und dass selbst Hofrath v. Wex, welcher unzweifelhaft das Bestreben hat, diesem Gegenstande seine ganze Aufmerksamkeit zu schenken, die An-

schauungen des Comités nicht bestreitet, sondern in seiner neueren Abhandlung (Zeitschrift des österr. Ingenieur- u. Archt.-Vereins 1879) bemüht gewesen ist, jene Daten herbeizuschaffen, die das Comité zur wissenschaftlichen Beweisführung für die Richtigkeit der aufgestellten Theorie als nothwendig erachtete, und da er dieselben nun für erbracht hielt, so ersuchte er in einer Zuschrift an unseren Verwaltungsrath dd. Wien 30. September 1879 um eine neuere Begutachtung des Gegenstandes.

Der Verwaltungsrath hat in Folge dessen auf Grund unserer Statuten das früher bestandene hydrotechnische Comité neuerdings mit dieser Aufgabe betraut. Dieses Comité besteht, nachdem dasselbe die Lücken, welche durch Todesfall und Domicilwechsel in der ursprünglichen Zahl seiner Mitglieder herbeigeführt wurden, durch Cooptirung ergänzte, in seiner heutigen Zusammensetzung aus den Herren:

Franz Berger, Ober-Ingenieur.

A. Beyer, k. k. Ober-Baurath und Professor.

J. Deutsch, Ingenieur.

Carl Mihatsch, Ober-Ingenieur.

Arthur Oelwein, Inspector.

Josef Riedel, Ingenieur.

Ferdinand Semrad, k. k. Ober-Baurath.

Heinrich Wolf, k. k. Bergrath.

Die Constituirung dieses Comités erfolgte durch die Neuwahl des Herrn Ingenieur Deutsch zum Obmanne und Berichterstatter und durch die Wahl des Herrn Ober-Ingenieur Berger zum Schriftführer.

Neuere Abhandlung.

In der dem Comité zur Begutachtung unterbreiteten zweiten Abhandlung über die Wasserabnahme in den Quellen und Flüssen, ist Hofrath von Wex bestrebt, auf Grund der von ihm neuerdings vorgebrachten und in gleicher Weise, wie in der ersten Abhandlung, behandelten Pegel-

stände, die gegentheiligen Anschauungen der Fachgenossen zu widerlegen.

Er bestreitet die von seinen Gegnern ausgesprochene Ansicht: dass die jetzt öfter vorkommenden Nieder-Wasserstände eher eine Folge der in der Neuzeit ausgeführten und auf Verkürzung des Stromlaufes abzielenden Stromregulirungen sei.

Er widerspricht der Ansicht: dass man aus der Abnahme der arithmetisch mittleren Wasserstände nicht auf eine absolute Abnahme der abgeflossenen Wassermengen schliessen kann, und bezweifelt, dass die quantitativ grösseren Abflussmengen der jetzt höher anschwellenden und jährlich an Zahl zunehmenden Hochwässer ausreichen können, um den verminderten Abfluss bei den stets kleiner werdenden Niederwasserständen auszugleichen.

Auch die Erosion des fliessenden Wassers habe keinen Einfluss auf die Senkung des Wasserspiegels ausgeübt; und da selbst an Profilen wie bei Basel am Rhein und Orsova an der Donau, wo der Strom nach seiner Ansicht, in einem unveränderten Felsbette fliesst, somit ein constantes Profil, wie es das hydrotechnische Comité zur Beurtheilung der Frage für nothwendig hielt, darstellt, nichtsdestoweniger die gleichen Erscheinungen zu Tage treten, wie bei allen anderen weniger günstigen Pegelstationen, so müsse folgerichtig aus der Abnahme der Pegelstände mit Bestimmtheit auf die Abnahme der Abflussmengen geschlossen werden können.

Schliesslich behauptet Hofrath v. Wex, dass seine Methode: aus der periodischen Abnahme der Pegelstände auf eine Wasserabnahme zu schliessen, zu viel sicheren Resultaten führe, als wenn, wie es die Ansicht des Comité's gewesen ist, continuirliche Wassermessungen vorgenommen würden.

Im weiteren Verlaufe seiner Abhandlung berechnet Hofrath v. Wex aus der Abnahme der Pegelstände die

Menge der Wasserquantitäten, welche im Rheine und in der Donau heute nicht mehr zum Abflusse gelangen, er überträgt dieselben in Regenhöhen des Stromgebietes der beiden Flüsse und glaubt, weil diese mit der Abnahme der Regenhöhe in den Beobachtungsstationen Bodenbach (an der böhmisch-sächsischen Grenze) und Genf übereinstimmt, ziffermässig die Richtigkeit seiner Theorie nachgewiesen zu haben und gibt der Hoffnung Ausdruck, dass diese eclatanten Beweise ausreichen werden, um auch Andere zu überzeugen.

Anschauungen des Comité's.

Indem das Comité den tiefen Ernst, mit welchem Hofrath v. Wex den Gegenstand verfolgt, anerkennt, hält es gegenüber seinen Auseinandersetzungen zur Beleuchtung der in dem früheren Comité-Berichte ausgesprochenen Meinung für geboten, vorerst jene technisch-wissenschaftlichen Grundsätze, nach welchen die vorliegende Frage beurtheilt werden muss, in mehr detaillirter Form, als es früher geschah, aufzustellen, um dadurch jene Präcision zu schaffen, ohne welche eine logische Schlussfolgerung nicht möglich ist.

Diesbezüglich muss das Comité vor Allem seine Meinung dahin aussprechen, dass Wasserstände, die von Pegeln abgelesen werden, mit den Wassertiefen, welche für die Bestimmung von Abflussmengen maassgebend sind, nicht verwechselt werden dürfen. Der Pegel kann, vermöge der Art und Weise wie er im Flussbette angebracht ist, bloß die Fluctuationen des Wasserspiegels anzeigen, die Ursache dieser Fluctuation aber, ob sie in dem vermehrten oder verminderten Wasserabflusse, oder bloß in der Veränderung des Flussbettes liegt, kann aus einer Pegelung besonders an Geschiebe führenden Flüssen nicht entnommen werden. Eine Pegelung bezeichnet daher immer nur den Wasserstand des Flusses, nicht aber dessen Wassertiefe.

Den besten Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht, wenn überhaupt ein Beweis dafür erbracht werden müsste,

liefert der Autor selbst in seiner ersten Abhandlung über diesen Gegenstand (Zeitschrift des österr. Ing.- und Archt.-Verein 1873, S. 68) worin er anführt: „dass im Jahre 1854 bei einem, längere Zeit andauernden gleichmässigem Wasserstande die Nullpunkte aller österreichischen Donauegel auf den Nullpunkt des Wiener Pegels reducirt wurden; dass aber schon nach kurzer Zeit die Pegel derart mit Schotterbänken verlegt waren, dass bereits im Jahre 1871 an den verschiedenen so reducirten Pegeln Differenzen von 10 bis zu 133^{cm} gegenüber dem Nullpunkte des Wiener Pegels constatirt wurden“, woraus sich von selbst versteht, dass die Ablesungen dieser Pegel im gleichen Maasse gegenüber den früheren sich veränderten. Wenn also im Jahre 1854 diese verschiedenen Pegel möglicher Weise die örtlichen maassgebenden Wassertiefen repräsentirten, so war dieses 17 Jahre später gewiss nicht mehr der Fall, und jede Verwechslung der Pegellesung mit Wassertiefen musste nothgedrungen jenen Fehler zur Folge haben, welcher durch die bezeichnete Differenz ausgedrückt werden kann.

Das Comité war daher berechtigt in seinem früheren Berichte (Zeitschrift des österr. Ing.- und Archt.-Vereins 1875, Seite 159) Pegellesungen nicht als maassgebend für die Beurtheilung des vorliegenden Gegenstandes anzuerkennen; dasselbe war jedoch schon damals bemüht, für die weitere Behandlung der Frage eine festere Basis zu finden, und glaubte der ihm gestellten Aufgabe am besten dadurch gerecht zu werden, dass es von der Voraussetzung ausging, dass, wenn auch im Allgemeinen Pegellesungen mit Wassertiefen nicht verwechselt werden dürfen, es nichts destoweniger in speciellen Fällen zulässig sei, die einzelnen der angeführten Pegellesungen, unter Vorbehalt, als die factischen, an der betreffenden Flussstelle vorkommenden Wassertiefen anzunehmen.

Unter dieser, allerdings gewagten Voraussetzung hätte man es nicht mehr mit einer blos für die Schifffahrt brauchbaren

Ziffer, wie es eine Pegelung im besten Falle ist, sondern mit einem für die Bestimmung der Abflussmengen höchst wichtigen Factor zu thun, welcher besonders dann zu seiner vollen Geltung gelangen würde, wenn zu gleicher Zeit mit dem Wasserstande auch der Beharrungszustand, d. h. ein unverändertes Gefälle des Wasserspiegels und ein constantes Flussprofil constatirt worden wäre. Allein auch unter dieser Voraussetzung könnte die Theorie des Autors nicht aus dem arithmetischen Mittel der Wassertiefen, und zwar aus dem Grunde nicht erwiesen werden, weil die Abflussmengen, abgesehen von anderen weit maassgebenderen Factoren, nicht den Wassertiefen, sondern einer Potenz derselben proportional sind, daher von einem arithmetischen Mittel der ersten Potenzen schon von vorneherein nicht die Rede sein kann. In Bezug auf die Abflussmengen hat auch die Untertheilung der Wassertiefe nicht, wie bei anderen Scalen den gleichen, sondern einen ganz verschiedenen Werth, und schon der Umstand, dass bekanntlich selbst bei der gleichen Wassertiefe verschiedene Wassermengen ihren Abfluss finden können, weist darauf hin, dass ein allgemeines, für alle Fälle gleich richtiges Verhältniss zwischen der Wassertiefe und der Abflussmenge ohne Rücksicht auf andere Factoren nicht bestimmbar ist, und dass es für specielle Fälle blos durch eine actuelle Messung, bei welcher der Einfluss dieser vorher festgestellt wurde, geschehen kann.

Thatsächlich gibt es andere und viel maassgebendere Factoren als die Wassertiefe, welche, bei der Bestimmung der Abflussmenge in die Rechnung eingeführt, zu ganz anderen Resultaten als jenen führen, zu welchen man bei Anwendung des arithmetischen Mittels der Pegelungen gelangt.

Volle Klarheit über die Differenz in den Anschauungen, welche diesbezüglich zwischen den Ansichten des Comités und jenen des Autors bestehen, erhältman, wenn man den Gegenstand einer analytischen Untersuchung unterzieht, aus deren Resultat, mit dem principiellen Unterschiede, auch die

$dJ = 0$ sein, es wird demnach in diesem Falle die Abflussmenge proportional der Wassertiefe sein. Da aber bei Flüssen in ihrem natürlichen Zustande weder ein rechteckiger Querschnitt noch ein Parallelismus des Wasserspiegels mit der Sohle vorausgesetzt werden kann, so kann in jenen Flüssen, deren Pegelstände der Autor für seine Beweisführung verwendet, die Abflussmenge selbst dann nicht proportional den Pegelstellungen angenommen werden, wenn diese letzteren auch als Wassertiefen betrachtet und in den $3/2$ Potenzen*) in die Rechnung eingeführt werden würden.

Die Abflussmenge ist, wie aus dieser theoretischen Entwicklung hervorgeht, das Product aus drei Factors, die in ihrem numerischen Werthe sehr weit auseinander gehen und noch dazu in verschiedenen Potenzen auftreten, es ist daher mit vollster Berechtigung früher bemerkt worden, dass für den allgemeinen Fall eine bestimmte Relation zwischen den einzelnen Factors und der Abflussmenge nicht aufgestellt werden kann, und dass für specielle Fälle der Einfluss eines jeden Factors nur dann sich bestimmen lässt, wenn eine vollständig durchgeführte hydrographische Aufnahme der Flussstrecke der Untersuchung vorausgegangen ist. Durch eine solche Aufnahme müssen zuerst die numerischen Werthe der Factors festgestellt werden, woraus dann mittelst der Geschwindigkeits - Curve die Abflussmenge eines gegebenen Wasserstandes durch Rechnung gefunden werden kann.

Dieser bekannte Vorgang ist es, welcher das Comité bestimmte, schon in seinem früheren Berichte (Zeitschrift d. österr. Ing.- u. Archit.-Vereines 1875, Seite 159) seine Ansicht dahin abzugeben:

„Wenn die Bewegung des Wassers in einem Strome „eine derartige ist, dass durch ihre Einwirkung keine Ver-

*) Bei Anwendung einer complicirteren Formel für die Beweisführung wird auch die Wassertiefe t in einer complicirteren Potenz erscheinen.

„änderung, weder im Gefälle, noch in dem Querprofile
 „hervorgerufen wird, kann wohl aus der Tiefe des Wassers
 „auf die Abflussmengen in einem bestimmten Zeitraume
 „geschlossen werden, vorausgesetzt jedoch, dass die Ge-
 „schwindigkeit des Wassers bei der betreffenden Tiefe be-
 „kannt ist. Sind aber im Laufe der Zeit durch die Wirkung
 „des fließenden Wassers, oder in anderer Weise Verände-
 „rungen im Profile oder Gefälle des Flusses herbeigeführt
 „worden, so verlieren die Wassertiefen, sowie die Pegel-
 „stände ihren Werth als Maassstab für die Abflussmengen
 „und dieselben können nur durch eine actuelle Messung
 „bei gleichzeitiger Rücksichtnahme auf den Beharrungs-
 „zustand bestimmt werden.“

Ihr Comité hält auch heute noch an dieser Ansicht fest, muss aber die darin ausgesprochenen Grundsätze nochmals und schärfer betonen, damit sie nicht, wie es früher geschehen ist, eine unrichtige Auslegung erfahren.

Der Autor weist nämlich im Gegensatze zu dieser Ansicht des Comité's auf die schwierige und zeitraubende Arbeit hin, welche eine directe Geschwindigkeitsmessung in Anspruch nimmt und behauptet, dass die bei einer solchen Messung unvermeidlichen Fehler leicht das Resultat derselben in seiner Genauigkeit weit mehr beeinflussen könnten, als wenn man nach seiner Methode aus dem arithmetischen Mittel der Wasserstände auf die Abflussmenge einen Schluss ziehen würde und glaubt die Richtigkeit dieser Anschauung mit Hinweis auf das felsige Rheinprofil bei Basel und auf das Profil der Donau bei Orsova, welche als sogenannte Normalprofile angesehen werden, durch den Umstand beweisen zu können, dass die Pegelungen an diesen Profilen die gleiche Erscheinung der Abnahme der arithmetischen Mittel zeigen, wie bei allen andern weniger günstigen Flussstellen, daher der Unveränderlichkeit des Profils weniger Gewicht zukömmt, als das Comité bei der Beurtheilung der Frage ihr beilegt.

Dieser Schlussfolgerung gegenüber muss vorerst die

Behauptung des Autors, als wären die Profile bei Basel und Orsova solche, wie sie vom Comité als Vorbedingung für die richtige Beurtheilung der Frage bezeichnet wurden, als eine irrite hingestellt werden. Denn, obwohl das Strombett in beiden Profilen ein felsiges genannt werden kann, so unterliegen sie dennoch jenen Veränderungen, welche das im Flussbette thalwärts wandernde Geschiebe in denselben herbeizuführen im Stande ist. Diese Geschiebe treten bei Basel, gerade an jener vom Autor erwähnten Stelle derart massenhaft auf, dass sogar eine Verankerung der Schiffe, welche bei der Rheinstrom-Messung in Verwendung waren, oft sehr erschwert wurde. Die einzelnen Kiesel dieser Geschiebmassen hatten nach der Angabe Grebenau's einen Durchmesser, welcher zwischen 0·15 und 0·30 Meter variirte, und das Gewicht derselben betrug zwischen 5 und 26 Zollpfund. (Rheinstrom-Messung bei Basel von H. Grebenau 1873, S. 10.)

Nicht günstiger stellen sich die Verhältnisse des Donauprofiles bei Orsova, obgleich auch dort das Flussbett angeblich ein felsiges ist. In der betreffenden Strecke zwischen „Uj-Palanka“ und dem „Eisernen Thore“ münden nämlich nicht weniger als sechzehn Bäche und Flüsse in die Donau*), welche durch den vielen Schotter, den sie der Donau zuführen, der Navigation erschwerende Hindernisse in den Weg legen und selbst der vom Autor angeführte Orsovaer Pegel wird durch den unmittelbar oberhalb einmündenden Teschelnicza-Bach ebenso störend beeinflusst, wie durch den unterhalb dem Pegel einmündenden Czerna-Fluss und die dort befindliche, in letzterer Zeit sehr oft genannte Insel Ada-Kaleh, welche muthmasslich nichts anderes, als eine aus diesem Flusse herrührende Schotterbank ist, die

*) Diese sind folgende: Karas und Nera Fluss, Ljuborasdje, Gornya Réka, Dolnya Réka, Berzászka Réka, Sztarios Réka, Doboki Réka, Povalina Réka, Szirinya, Jucz, Porecska Réka, Punikova, Mrakonya, Teschelnicza und Czerna-Fluss.

durch die Gewalt der Donau später vom Ufer losgetrennt wurde. (Bericht des Ingenieurs Paul Vászárhelyi vom Jahre 1834. Verlag des Donau-Vereines, Wien, 1880.)

Es ist begreiflich dass solche Profile nicht als constante Profile betrachtet werden können, und darum auch nichts mit jenen vom Comité, als unveränderlich vorausgesetzten gemein haben. Abgesehen von der hier angeführten Correctur, welche die genannten Profile in keinem besseren Zustande wie alle andern Stromprofile an den betreffenden Pegelstationen erscheinen lässt, übersieht der Autor den überaus wichtigen Umstand, dass bei den von ihm angeführten Pegelstellungen auf den Beharrungszustand keine Rücksicht genommen werden konnte, und dass schon aus diesem Grunde allein auf die Grösse der Abflussmenge nicht geschlossen werden kann, weil durch diese Vernachlässigung es zweifelhaft bleibt, ob selbst die für den Pegelstand substituirte Wassertiefe als constant betrachtet werden darf.

Wohl könnte man bei einer weniger strengwissenschaftlichen Behandlung der Frage annehmen, dass wenn die jährliche Abflussmenge im Durchschnitte täglich, bei jenem vom Autor berechneten mittleren Jahreswasserstande abgeflossen wäre, bei jedem Pegel die gleiche Tiefe vorhanden gewesen sei, aber auch in einem solchen Falle wäre man der Lösung der Frage nicht näher gerückt, weil hiemit blos ein constantes Profil, nicht aber auch der Beharrungszustand, bei welchem das unveränderliche Gefälle des Wasserspiegels maassgebend ist, vorausgesetzt werden kann. Da aber ohne Kenntniss des Gefälles die Abflussmenge überhaupt nicht bestimmt werden kann, so wird es wohl als gerechtfertigt erscheinen, wenn das Comité bei seiner früheren Anschauung beharrt, selbst dann, wenn Fälle genannt werden, in denen der Fluss seinen Weg durch eine Felsenkluft nimmt.

Im Grossen und Ganzen genommen kann der Unterschied in der Auffassung dadurch bezeichnet werden, dass Hofrath v. Wex die Abflussmenge blos als eine Function

der Wassertiefe ohne Rücksicht auf andere maassgebendere Factoren hinstellt, während das Comité sie als Product dieser Factoren angesehen wissen will. Die Auffassung des Comité's steht in vollem Einklange mit den Erfahrungen, welche in einer fast 400jährigen Literatur niedergelegt sind und welche bisher keinen nennenswerthen Widerspruch gefunden haben.

Schon seit dem Erwachen der Wissenschaft, nach einem von Bigotterie und Brutalität erfüllten Jahrtausend, haben hervorragende Männer der Wissenschaft*) sich bemüht, das Gesetz zu finden, nach welchem die Abflussmengen in einem offenen Gerinne sich bewegen. Kurz nachdem Galilei die Theorie des freien Falles aufstellte, gelang es Toricelli im Jahre 1644 durch sorgfältig angestellte Versuche nachzuweisen, dass bei der Bewegung des Wassers die gleichen Gesetze wie beim freien Falle obwalten, und dass die Acceleration der Bewegung nur von dem Gefälle abhängt und dass nicht, wie Castelli (1628) vor ihm behauptete, die Geschwindigkeiten den Wassertiefen proportional seien. Das

*) Unter Hinweglassung solcher, grösstentheils unbekannter Hydrotekten, welche die bewunderungswürdigen Wasserbauten der Aegypter, Assyrer und jene von Indien und China, sowie die von Griechenland und des alten Roms ausgeführt haben, können in dieser Reihe genannt werden: Leonardi de Vinci (1497), Galilei (1592), Castelli (1628), Toricelli (1644), Cebes (1650), Mariotte (1684), Guglielmini (1697), Manfredi (1704), Zandrini (1720), Brahm (1756), Pitot (1771), Lecchi (1776), Frisi (1777), Michelotti (1777), Kimenes (1786), Lorgna (1796), Colomb (1800), Girard (1803), Prony (1804), Brünings (1805), Woltmann (1812), Chezy (1813), Eytelwein (1814), Dubuat (1816), Funk (1820), Poncellet (1828), Belanger (1828), Gerster (1832), Defontain (1833), Hagen (1837), Rancourt (1841), J. W. Lahmeyer (1845), Baumgarten (1847), d'Aubuisson (1840), Dupnit (1848), Weisbach (1855), Darcy (1857), Bazin (1865), Redtenbach (1860), Humphreys und Abbot (1861), Grebenau (1867), Gaukler (1867), Ganguillet und Kutter (1869), Borneman (1869), Boussinesqu (1877), Graeve (1879) und Andere. (Siehe Rühlmann's Hydromechanik 1880. Geschichtliche Notizen Seite 335 und 397.)

Toricelli'sche Gesetz ist bis auf dem heutigen Tage von allen Fachmännern festgehalten und nur insoferne modificirt worden, als mit dem Fortschritte der Wissenschaft und aus den vielfach vorgenommenen Messungen die Wahrnehmung gemacht wurde, dass die thatsächlich vorgefundenen Geschwindigkeiten stets kleiner als die nach diesem Gesetze berechneten sich herausstellten. Diese Differenz konnte offenbar bloß von der Reibung herrühren, welche das Wasser an dem benetzten Umfang des Gerinnes erfährt und welche von Toricelli nicht berücksichtigt wurde.

Nach vieler fruchtloser Arbeit ist es endlich Prony gelungen, diesem Umstande dadurch Rechnung zu tragen, indem er der Gleichung für die Bestimmung der Geschwindigkeit des Wassers einen Coëfficienten beifügte, der aus den damals bekannt gewesenen Geschwindigkeits-Messungen abgeleitet wurde. Zehn Jahre später hat Eytelwein diesen Coëfficienten noch genauer bestimmt und seitdem wurde die Prony'sche Formel mit dem sogenannten Eytelweinschen Coëfficienten von allen Hydrotekten, mit nur wenig Ausnahmen, bei der theoretischen Bestimmung der Abflussmengen angewendet, bis die neueren Arbeiten von Humphreys und Abbot und jene von Darcy und Bazin bekannt wurden und neues Licht verbreiteten. Aber auch die Formeln der letztgenannten Hydrotekten haben bereits durch Ganguillet und Kutter, in der Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines vom Jahre 1869 eine tief eingreifende Transformation erfahren, und wenn es auch trotz diesen und anderen für den gleichen Zweck ausgeführten Untersuchungen bisher noch nicht gelungen ist, den directen Einfluss der Widerstände auf die Geschwindigkeit des Wassers ziffermässig durch eine allgemeine Formel bestimmen zu können, so ist man nichtsdestoweniger zur Ansicht gelangt, dass eine genügende Anzahl von Coëfficienten bereits gefunden worden ist, um damit für alle praktischen Zwecke auszureichen.

Es ist hier nicht der Ort, über die charakteristischen Unterschiede oder über die grössere oder geringere Verlässlichkeit der genannten Formeln sich auszulassen; dieser Theil des Gegenstandes ist, wie bereits erwähnt, schon im Jahre 1869 und später im Jahre 1875 in einem Artikel über die „Regulirung der Moldau“ in unserer Zeitschrift ausführlich behandelt worden, es muss aber bei der Behandlung der vorliegenden Frage hervorgehoben werden, dass bei allen, während der letzten 250 Jahren gemachten Messungen stets eine Variation der Geschwindigkeit in ein und demselben Querprofile, sowohl in horizontalem als verticalem Sinne gefunden wurde. Im horizontalem Sinne vergrössert sich nämlich die Geschwindigkeit von den Flussufern bis gegen den Stromstrich allwo sie am grössten auftritt, während im verticalen Sinne sie vom Wasserspiegel abwärts bis zu einer gewissen Tiefe wächst (welche Tiefe aber je nach dem Charakter des Flusses variirt) um von da ab bis zur Flusssohle auf ihr Minimum zu fallen.*) Werden diese verticalen Geschwindigkeiten in graphischer Weise auf ein Ordinaten-System bezogen, so hat sich in den weitaus grösseren Fällen gezeigt, dass die Umschlingungslinie aller aufgetragenen Geschwindigkeiten eine Curve darstellt, welche nach dem Gesetze der Parabel, deren Axe in der Tiefe der grössten Geschwindigkeit zu liegen kömmt, construirt werden kann. Dieses Ergebniss ist derart übereinstimmend gefunden worden, dass allgemein angenommen werden konnte: dass die Geschwindigkeits-Curve der Abflussmenge eine Parabel ist. Wird nun die Fläche dieser Parabel durch die an der Messungsstelle vorgefundene Wassertiefe dividirt, so erhält man die mittlere Geschwindigkeit und deren Tiefenlage an der betreffenden Stelle des Flusses, aus welcher die Abflussmenge berechnet werden kann.

*) Bei kleinen Flüssen mit starkem Gefälle ist oft auch die grösste Geschwindigkeit in der Ebene des Wasserspiegels gefunden worden.

Vergleicht man nun die Methode des Autors, wonach man mit grösserer Sicherheit aus dem arithmetischen Mittel der Wasserstände auf die Abflussmenge schliessen könne, als dieses durch eine durchgeführte Geschwindigkeits-Messung geschieht, mit den hier in kurzen Umrissen gegebenen Erfahrungs-Resultaten der Hydraulik, so charakterisirt sich die Differenz des Vorgehens dadurch, dass der Autor das Auftreten der mittleren Geschwindigkeit in jener Tiefe voraussetzt, in welcher auch die mittlere Wassertiefe sich befindet, eine Voraussetzung, die aber nur dann eintreten kann, wenn die Geschwindigkeits-Curve überhaupt keine Curve, sondern eine gerade Linie, und zwar eine solche wäre, die parallel mit dem Querprofile der Messungsstelle gezogen wird, oder mit anderen Worten: die Geschwindigkeit der Wasserfäden müsste in den verschiedenen Tiefen constant dieselbe bleiben, ein Umstand, dessen Gegentheil nicht blos aus allen Messungen hervorgegangen ist, sondern auch auf theoretischem Wege leicht bewiesen werden kann, ja der Autor selbst würde auf das Irrthümliche seiner Anschauung gekommen sein, wenn er sich bemüht hätte, das numerische Verhältniss zwischen der Wassertiefe und der Abflussmenge zu finden. Denn, wenn wir auch, um die Argumente zum Schlusse zu bringen, annehmen wollen, dass alle von dem Autor angeführten Pegelungen auch Wassertiefen bedeuten und bei einem Beharrungszustande abgelesen wurden, und dass ferner eine Veränderung im Flussprofile, trotz der überaus langen Beobachtungs-Periode nicht eingetreten sei, so könnte man, trotz diesen Voraussetzungen, doch wohl nur im Allgemeinen behaupten, dass bei einem höheren Wasserstande mehr Wasser, als bei einem niedrigen abgeflossen sei, sobald aber die einem gegebenen Wasserstande entsprechende Wassermenge gefunden werden wollte, so müsste es sich herausstellen, dass die Untertheilungen der Wassertiefe ganz ungleiche Abflussmengen repräsentiren und dass es ganz gut möglich sei, wie das Comité schon früher andeutete, dass der ver-

mehrte Abfluss der Hochwässer den verminderten der Niederwässer auszugleichen im Stande sei, daher aus der Abnahme der mittleren Jahreswasserstände durchaus nicht auf eine Abnahme der jährlichen Abflussmengen geschlossen werden kann.

Aber auch abgesehen von einer wissenschaftlichen Beweisführung, weisen schon die hydrographischen sowohl wie die hydrologischen Verhältnisse, wie sie vom Autor selbst geschildert werden, darauf hin, dass eine Abnahme der Wasserstände und die der Abflussmenge nicht synonym sind und dass im Gegentheil die mittleren Jahres-Wasserstände abnehmen können, selbst wenn die jährliche Abflussmenge als constant angenommen wird.

Bei der Beweisführung für die Richtigkeit dieser Behauptung, und besonders mit Rücksicht auf die minimale Grösse der vom Autor berechneten Abnahme der Jahres-Wasserstände, könnte man immerhin, wie andere Hydrotekten es gethan haben, auch auf die Erosion des Wassers hinweisen; das Comité glaubt indess, dass es diesbezüglich überhaupt nicht nothwendig sei, ein Naturgesetz heranziehen zu müssen, und ist der Meinung, dass die Beweisführung auf dem vom Autor bevorzugten algébraischen Wege viel concreter durchgeführt werden kann, besonders wenn dabei auf den Eingang erwähnten Umstand Rücksicht genommen wird, dass nämlich die Untertheilungen des Pegels in Bezug auf die Abflussmengen nicht den gleichen Werth repräsentiren.

Setzt man zur Vereinfachung der Beweisführung wegen ein im theoretischen Sinne vollständiges Profil voraus, und denkt sich die als constant angenommene jährliche Abflussmenge darin zum regelmässigen Durchfluss gebracht, so werden die täglichen Wassermengen, sowie die ihnen entsprechenden Wassertiefen, jede für sich, gleich gross und respective auch ihrem arithmetischen Jahres-Mittel gleich sein. Treten aber im Laufe des Jahres ein oder mehrere

Hochwässer ein, so absorbiren sie eine ungleich grössere, als die durchschnittliche Wassermenge und wirken dadurch vermindernd auf die Abflussmengen der restlichen Tage im Jahre, und folglich auch im gleichen Sinne auf die täglichen Wasserstände, welche verhältnissmässig immer kleiner werden, je öfter die Hochwässer während desselben Jahres aufgetreten sind. In Folge dessen erhält man für den Fall, als die Hochwässer sowohl in ihrer Zahl als in ihrer Höhe immer grösser werden, mit jedem folgendem Jahre eine, numerisch genommen, verhältnissmässig grössere Anzahl von Niederwasserständen, gegenüber einer kleinen Zahl von Hochwasserständen, deren arithmetische Mittel offenbar numerisch stets kleiner werden müssen, es liegt somit nichts Ueberraschendes in der Verminderung des mittleren Jahres-Wasserstandes, so lange als die Hochwässer, wie der Autor erwähnt, stets an Zahl und Grösse in den sich folgenden Jahren zugenommen haben. Da aber diese Erscheinung selbst bei einer von uns als constant vorausgesetzten Jahres-Abflussmenge ebensogut auftritt als bei einer veränderlichen, so kann die Schlussfolgerung: — dass eine Wasserabnahme in den Flüssen eingetreten ist, weil die mittleren Jahres-Wasserstände abgenommen haben, — nicht als folgerichtig bezeichnet und umsoweniger gerechtfertigt werden, als die vom Autor angeführten Flüsse kaum einen Anspruch auf ein, nach unserer Voraussetzung, vollständiges Profil erheben können, daher auch überhaupt keine Schlussfolgerungen zulassen.

Wie sehr berechtigt diese Anschauung ist, kann aus der graphischen Darstellung, wie sie auf Tafel 1, Figur 1 vorliegt, entnommen werden. Bei derselben hat es das Comité aus naheliegenden Gründen, für zweckmässig erachtet, die von dem Autor angeführte 46jährige Beobachtungs-Periode (von 1826 bis inclusive 1871) am Wiener Pegel als Grundlage zu verwenden. *) Bekanntlich hat derselbe aus den

*) Das hydrotechnische Comité hält es für seine collegiale Pflicht, bei dieser Gelegenheit dem Vereinsmitgliede Herrn diplomirten Inge-

täglichen Wasserständen, also aus den ersten Potenzen derselben, die Jahresmittel gefunden, diese der Reihenfolge nach in zwei Gruppen getheilt und aus jeder dieser Gruppen das Perioden-Mittel gesucht, und gefunden, dass der mittlere Wasserstand der zweiten Gruppe um 0.232^m kleiner sei, als der mittlere Wasserstand der ersten Periode und aus diesem Umstande den Schluss gezogen, dass auch die Abflussmengen im entsprechenden Verhältnisse abgenommen haben.

Wie jedoch früher gezeigt wurde, ist selbst bei der günstigsten Voraussetzung, die Abflussmenge nicht der ersten, sondern der $\frac{3}{2}$ Potenz der Wassertiefe proportional, es musste daher, um einen anschaulichen und treffenden Vergleich machen zu können, die ganze Procedur, welcher die Pegelungen vom Autor unterworfen wurden, mit den $\frac{3}{2}$ Potenzen durchgeführt werden.

Aus dem Vergleiche ergab sich der früher schon erwähnte numerische Fehler in jedem Jahresmittel, welcher sich naturgemäss auch auf das Perioden-Mittel erstreckt, so zwar, dass die Verminderung des Mittels der zweiten gegen über der ersten Periode, mehr als das Doppelte von dem beträgt, was der Autor gefunden hat.

Wäre nun diese Abnahme der mittleren Perioden-Wasserstände, welche sich, obgleich in verschiedener Grösse in beiden Manipulationen zeigt, die Folge eines Naturgesetzes, oder eines sonstigen Einflusses, der ausserhalb dem Strombette selbst zu suchen ist, so müsste sie eine kontinuierliche sein, und bei kleineren Gruppen eben so gut zu Tage treten, als sie bei der vom Autor in Betracht gezogenen

nieur Franz Kapaun seinen Dank dafür auszusprechen, dass er, obgleich nicht Mitglied des Comités, diesem mit aufopferndem Fleisse zur Seite stand, und es ermöglichte, diese so zeitraubende und die Geduld auf die Probe stellende Arbeit in ihrer Totalität dem Vereine vorlegen zu können. Die zahlreichen graphischen Darstellungen, sowie die betreffenden Berechnungen liegen in dem Archive des Vereines zur Einsicht auf.

23jährigen Gruppe sich kennzeichnet. — Dieses ist jedoch nicht der Fall, denn schon die Mittel von 5jährigen Perioden zeigen ein abwechselndes und ganz unregelmässiges Steigen und Fallen, aus welchem eine Folgerung nicht gezogen werden kann.

Noch auffallender wird diese Erscheinung, wenn man die Beobachtungsfehler in der Weise zu eliminiren trachtet, wie Dr. Hann es bei den meteorologischen Beobachtungen zur Beseitigung der localen Einflüsse für zweckmässig erachtet, indem die Jahres-Mittel in Procenten des Mittels der ganzen Beobachtungs-Periode ausgedrückt werden und dann die 5jährigen Mittel dieser procentualen Wasserstände mit den procentualen 5jährigen Mittel der Regenhöhen vergleicht, wie sie auf Tafel 1, Figur 2, graphisch dargestellt sind **).

Ein derartiger Vergleich erscheint umso zulässiger, weil einerseits das Regengebiet der Donau bis Wien genügend gross ist, um gegenüber dem allgemeinen Beobachtungsergebnisse die localen Einflüsse der einzelnen Beobachtungsstationen verschwinden zu machen, und weil, wenn andererseits durch die Bedürfnisse der Cultur eine Wasserabnahme auch wirklich verursacht worden wäre, deren Existenz am besten, wenn auch nicht durch den gleichmässigen Unterschied zwischen Regenhöhe und Abflusstiefe, so doch durch die, in gleichem Sinne erfolgte Veränderung dieser Grössen dargethan werden könnte, d. h. es müsste, da der von der Cultur und dem Pflanzenleben unverbrauchte Theil der Regenmenge als Abflussmenge in dem Flusse erscheint, diese in nassen Jahren in einer grösseren und in trockenen in einer kleineren Tiefe abfliessen, was jedoch aus der graphischen Darstellung nicht constatirt werden kann.

**.) Für diesen Vergleich standen dem Comité blos die Regenhöhen der 23jährigen Beobachtungs-Periode zwischen 1849 und 1873 als verlässlich zu Gebote.

Im Gegentheile, es wechseln in derselben die Wasserstände ohne Rücksicht auf die Regenmenge und es finden sich Fälle darin verzeichnet, in welchen der Wasserstand fällt, trotzdem die Regenhöhe desselben Jahren gewachsen ist und umgekehrt. Diese Gesetzlosigkeit zeigt sich auch bei dem 5jährigen Mittel, obgleich man bei demselben voraussetzen berechtigt ist, dass die Wirkung des einen Jahres auf das darauffolgende im Laufe der fünf Jahre sich ausgeglichen hat.

Noch auffallender erscheint diese Gesetzlosigkeit oder eigentlich der Mangel eines bestimmt ausgedrückten Verhältnisses zwischen der Regenhöhe, der Wassertiefe und der Zahl der jährlichen Hochwasserstände, wenn man anstatt der hydrologischen und hydrographischen Verhältnisse der Jahres-Perioden, jene der einzelnen Jahre miteinander vergleicht.

Um jedoch diesen Vergleich sachgemäss durchführen zu können, ist es vorerst nothwendig, sich über den Begriff Hochwasser oder Hochwasserstand klar zu werden. Der Autor stellt nämlich, so sehr es auch befremden mag, keine Norm fest für die Bezeichnung eines Wasserstandes, wir wissen nicht, bei welchem Pegelstand ein Hochwasser anfängt oder bei welchem ein Niederwasser beginnt, er spricht von Hoch- und Niederwasser ohne Rücksicht auf den dazu gehörigen Pegelstand und bezeichnet die zufällig höchsten Wasserstände des Jahres als Hochwasser, ebenso wie er die niedrigsten als Niederwasser hinstellt. Unter solchen Umständen ist es leicht möglich, Wasserstände, die bloß relativ hohe oder niedrige sind, mit solchen, die wirkliche Hoch- und Niederwasserstände sind, zu verwechseln, und dadurch bei dem Vergleich derselben zu Resultaten zu gelangen, welche von vornherein eine logische Schlussfolgerung als unzulässig erscheinen lassen.

Um daher derartige Irrthümer zu vermeiden, hat das Comité für den vorliegenden Zweck es als ausreichend

erachtet, das arithmetische Mittel aus allen Wasserständen der ganzen 46jährigen Periode als Vergleichsebene zu betrachten und jene Wasserstände, welche darüber hinausfallen, als Hochwasserstände, und die darunter fallen als Niederwasserstände zu bezeichnen.

Auf Grund dieses Vorgehens ist die Tabelle 3 zusammengestellt und kann daraus nicht bloß die Anzahl der jährlichen, sondern auch der monatlichen Hochwasserstände nebst dem mittleren Wasserstand eines jeden Jahres entnommen werden. Ebenso findet sich darin angegeben die procentuale Regenhöhe eines jeden Jahres soweit dieselbe dem Comité als verlässlich angegeben wurde, sowie der procentuale Antheil eines jeden Monats an der jährlichen Regenhöhe. *)

Aus dieser Zusammenstellung erhält man:

Aus dem Vergleiche dieser tabellarischen Zusammenstellung ergibt sich, dass gegenüber dem Mittel der ganzen Periode, die erste Periode eine auffallend hohe Zahl von Hochwasserständen aufweist, während in der zweiten Periode, entgegen der Behauptung des Autors, die Zahl der Hochwässer durchwegs im Abnehmen begriffen ist; ein Umstand, welcher dadurch von Wichtigkeit ist, weil durch das gleichzeitige Fallen der mittleren Wassertiefe die Aufmerksamkeit darauf gelenkt wird, dass bei unregulirten Flüssen, wenn man ihre Charakteristik bloß nach den Pegelungen beurtheilt, es nicht zulässig erscheint, bloß aus der Zahl oder der Zunahme der Hochwässer auf eine Abnahme des mittleren Wasserstandes Schlüsse zu ziehen. Ferner erkennt man aus dem Vergleich beider Perioden, dass die Zahl der Hochwasserstände in der productiven Jahreszeit, also zu einer Zeit, in welcher die Vegetation zu ihrem Lebensprocesse das meiste Wasser bean-

*) Der besseren Uebersichtlichkeit wegen hat das Comité die Bezeichnung der Wasserstände nicht vom 0-Punkt des Pegels eingeführt, sondern den niedrigsten Wasserstand der ganzen 46jährigen Periode als Ausgangspunkt gewählt.

spricht, constanter bleibt als in jenen Monaten, wo das Pflanzenleben entweder noch nicht angefangen, oder schon aufgehört hat, es muss daher auch die Behauptung, dass die Cultur des Grund und Bodens zur Wasserabnahme beigetragen hat, als unwahrscheinlich hingestellt werden.

Wie unsicher aber und wie wenig verlässlich Schlussfolgerungen überhaupt sind, die auf eine Zusammenstellung von Pegellessungen basirt werden, lässt sich aus diesen Tabellen besonders dann erkennen, wenn man anstatt Perioden, einzelne Jahre in Vergleich mit einander stellt, und zwar solche, die nahe aufeinander folgen und zwischen welchen eine rapide Zunahme von solchen Einflüssen, die der Autor als die Ursachen der Wasserabnahme hingestellt hat, nicht vorausgesetzt werden kann, und bei deren Vergleich auch die hydrologischen Erscheinungen des Jahres mit in Betracht gezogen werden können.

Aus diesen aus der Tabelle entnommenen Beispielen lässt sich sogleich erkennen, dass die Regenhöhe, obgleich sie naturgemäss den grössten Einfluss auf die im Flusse sich bewegende Wassermenge ausübt, keinen correspondirenden Einfluss weder auf die mittlere Wassertiefe noch auf die Zahl der jährlichen Hochwasserstände ausübt. Die gleichen Regenhöhen erzeugen ungleiche Abflusstiefen sowie auch eine ungleiche Zahl von Hochwasserständen und es kommt nicht selten vor, dass selbst wasserarme Jahre eine grössere Zahl von Hochwasserständen aufweisen, als sogenannte nasse Jahre.

Ebensowenig, wie die Regenhöhe, ist die mittlere Wassertiefe noch auch die Zahl der Hochwasserstände geeignet, ein klares Bild von der Abhängigkeit dieser Factoren untereinander zu geben, es sind im Gegentheile die Resultate der Vergleiche derart verschieden und stehen einander diametral gegenüber, dass eine Schlussfolgerung daraus unmöglich wird und so lange unmöglich bleiben wird, bis nicht jene unbekanntten Factoren an's Licht gezogen werden, welche

ihren störenden Einfluss auf diese endlose Zahlenreihe von Pegelungen ausüben und sie für wissenschaftliche Zwecke werthlos machen.

Vergleich

der hydrologischen und hydrographischen Erscheinungen einzelner auf einander folgender Jahre.

Im Jahre	Regen-Höhe	Jährl. mittlere Wassertiefe	Zahl der Hochwasserst.
1853	94	2.322	164
1855	94	2.463	223
I. Differenz	0	— 0.141	— 59
1858	95	2.091	128
1860	95	2.322	208
II. Differenz	0	— 0.231	— 80
1864	108	2.180	166
1866	108	1.770	79
III. Differenz	0	0.410	87
1866	108	1.770	79
1870	108	2.156	135
IV. Differenz	0	— 0.386	— 56
1862	107	2.077	138
1869	103	2.074	122
V. Differenz	4	0.003	16
1857	72	1.751	73
1865	76	1.504	70
VI. Differenz	— 4	0.247	— 3

Diese Factoren herauszufinden und ihren Einfluss ziffermässig festzustellen, ist heute eine Sache der Unmöglichkeit, weil sie, abgesehen von dem verhältnissmässig geringen Einfluss, welchen die ungleiche Vertheilung der jährlichen Regen-

mengen ausübt, hauptsächlich in der Veränderlichkeit des Stromprofles Geschiebe führender Flüsse liegt und worüber weder Aufschreibungen noch Messungen in den Archiven aufzufinden sind. Wie die Sache heute liegt, kann mit Bestimmtheit behauptet werden, dass in unregulirten Flüssen weder aus der Wassertiefe noch auch aus der Regenhöhe auf die Abflussmenge geschlossen werden kann; es bleibt daher für deren Bestimmung kein anderer Weg als der übrig, die Messung vorzunehmen, wie das hydrotechnische Comité es bereits in seinem ersten Berichte als einzig richtige Methode hingestellt hat.

Mit dem Gesagten glaubt das Comité die technische Seite seiner Aufgabe genügend beleuchtet zu haben, um erkennen zu lassen, dass die Methode: aus den arithmetischen Mitteln der Pegelungen auf eine Veränderung der Abflussmengen in unregulirten Flüssen zu schliessen, keine wissenschaftliche Begründung finden kann und so lange diese entbehren wird, bis andere und überzeugendere Beweismittel in's Feld geführt werden, als vom Autor hierfür zu Gebote gestellt worden sind.

Das Comité ist indessen der Ansicht, dass, wenn auch eine Wasserabnahme in den Flüssen und Strömen auf technisch-wissenschaftlichem Wege nicht erwiesen werden kann, es immerhin doch möglich ist, dass diese Erscheinung nichtdestoweniger eingetreten sein mag und ihre Existenz auf naturwissenschaftlichem Wege vielleicht erwiesen werden könnte, wenn die hiefür gebotenen Anhaltspunkte genügende Beweiskraft enthalten. Das Comité hielt es daher in der Erfüllung seiner Pflicht für nothwendig, den Gegenstand, wie in seinem früheren Berichte, auch heute von der naturwissenschaftlichen Seite zu besprechen und verweist für näheren Aufschluss auf den „Anhang“ zu diesem Berichte, in welchem diese Seite der Frage in ausführlichem Detail behandelt wurde.

An dieser Stelle sei blos im Allgemeinen erwähnt, dass eine Erklärung für die ungleiche Vertheilung der Wassermenge und die damit im Zusammenhang stehende Eisbildung auf der Oberfläche der Erde schon im Jahre 1869 von dem deutschen Gelehrten Heinrich Schmick in seiner „Theorie der säcularen Schwankungen der Seespiegel“ vom kosmischen Standpunkte aus gegeben wurde, die bei der Beurtheilung der vorliegenden Frage schon darum die vollste Berücksichtigung verdient, weil, wenn dargethan werden könnte, dass durch kosmische Vorgänge eine Wasserabnahme herbeigeführt wird, jede andere Beweisführung von selbst wegfällt. Schmick erklärt diese Erscheinung der ungleichen Vertheilung der Wassermengen auf der Erdoberfläche aus dem gleichzeitigen Einflusse von Sonne und Mond auf die Meeresfläche, wodurch eine abwechselnde Differenz der Meeres-Wasserstände entsteht.*)

Diese in ganz ungezwungener Weise und aus astronomischen Lehrsätzen abgeleitete Theorie gibt wohl in Bezug auf die Vorgänge bei der Verschiebung der Wassermenge von der nördlichen auf die südliche Halbkugel möglicher Weise eine richtige Erklärung, aber für die Wasserabnahme in den Quellen und Flüssen reicht sie insoferne nicht aus, als mit der Versetzung der Wassermengen von Nord nach Süd noch nicht nachgewiesen ist, dass auch der natürliche Kreislauf des Wassers, insoweit er bei dem Culturfortschritte der nördlichen Hemisphäre in Betracht gezogen werden muss, durch diese ungleiche Wasservertheilung gestört wurde. Denn, wenn auch die allgemeine Fluthwelle der Weltmeere eine südliche Richtung verfolgt und von dort nicht wieder mit der gleichen Wassermasse zurückkehrt, so bleibt immerhin noch genügend Wasser in den nördlichen Meeren für Verdunstungszwecke zurück, wengleich der Seespiegel, durch die geschilderten kosmischen Vorgänge, sich gesenkt

*) Vortrag des Professor Alex. Makowsky in der General-Versammlung des Naturforschenden Vereines in Brünn, 21. Dec. 1874

hat und bis zur Rückkehr der restlichen Wassermassen gesenkt bleiben und noch weiter sinken wird *). Ist nun noch die Temperatur, wie es thatsächlich nachgewiesen wurde, im grossen Durchschnitte während des menschlichen Zeitalters, unverändert dieselbe geblieben, so sind die Bedingungen für die entsprechend vorsichgehende Verdunstung gegeben, und sie muss nach physikalischen Grundsätzen heute wie je früher vor sich gehen und die daraus resultirenden Regenmengen müssen in gleichem Maasse dieselben geblieben sein, wie auch thatsächlich die Akademie der Wissenschaften in Wien, in ihrem Berichte vom 23. April 1874, sich gegen die Vermuthung einer Abnahme der atmosphärischen Niederschläge ausspricht, weil „die meteorologischen „Beobachtungen in den europäischen Küstenländern eine „solche Behauptung ausschliessen und diejenigen des Continentes einer solchen Annahme nicht günstig seien.“

Unter solchen Umständen kann eine Wasserabnahme in den Quellen und Flüssen der Culturstaaten in keinem Zusammenhang mit kosmischen Vorgängen gebracht werden, und nur, wenn sie überhaupt eingetreten ist, durch culturgeschichtliche Ereignisse verursacht worden sein, welche der Mensch selbst, gezwungen für seinen Lebensunterhalt zu sorgen, derart herbeiführte, dass durch seine Einwirkung die Production der Erdoberfläche heute eine andere, oder eine mehr Wasser verbrauchende geworden ist.

Wäre diese Annahme begründet und wollte man dem Uebelstande einer vermeintlichen Wasserabnahme vorbeugen, so hätte man folgerichtig blos zu dem Urzustande zurückzukehren, und sich heute schon jene Entbehrungen aufzuerlegen, welche, selbst nach der Ansicht des Autors, uns erst in der Ferne erwarten; ob aber die Menschheit in ihrem

*) Eine Senkung des Meeresspiegels ist längs der Küsten von Norwegen, Schweden, Finnland und an allen Orten der Nord- und Ostsee, sowie am Mittelländischen Meere und dem Caspischen See durch streng wissenschaftliche Beobachtungen und Messungen constatirt worden.

gerechtfertigten Stolze darauf, dass es nur ihrer geistigen Befähigung gelungen ist, sich von dem Naturzustande auf die heutige Höhe der Civilisation zu schwingen, ob diese Menschen zu einem solchen Rückschritte ihre Zustimmung geben werden, ist mehr als zweifelhaft.

Glücklicher Weise geht aus den neueren, mit grossem Fleisse durchgeführten Versuchen und Messungen von Risler in der Schweiz der beruhigende Umstand hervor, dass weder wir noch unsere Nachkommen vor eine solche traurige Alternative gestellt sein werden. Aus Risler's Versuchen geht nämlich hervor, dass bei gleichem Neigungswinkel der Bodenfläche die Verdunstung auf den mit verschiedenen Pflanzenarten bebauten Feldflächen in fallender Progression abnimmt, je nachdem dieselbe mit Wiesen, Getreide oder Wald bestellt ist oder ganz brach liegt.

Nach der Ansicht des Comités übt indess die Neigung der Oberfläche des Bodens und seine grössere oder geringere Durchlässigkeit einen weitaus grösseren Einfluss auf die Abflussverhältnisse der Regenmenge, weil sie fast ausschliesslich für die Absorptionsfähigkeit des Bodens maassgebend sind; diese topographischen und geologischen Eigenschaften sind örtlicher Natur und entziehen sich deshalb ebenso einer allgemeinen Betrachtung wie die Veränderungen welche die Risler'schen Messungen höchst wahrscheinlich in den verschiedenen Entwicklungs-Perioden erleiden müssen.

Die Unverlässlichkeit der genannten Untersuchungen für allgemeine Zwecke, und um unseren Betrachtungen einen allgemeinen Werth, durch Eliminirung der erwähnten störenden Einflüsse, zu verleihen, hat das Comité bestimmt, das Verhältniss zwischen der gefallenen Regenmenge im Donauthale bei Wien und den Abflusstiefen zu finden wie sie sich am Wiener Pegel während der letzten 45 Jahre kennzeichneten, aber auch daraus war kein positiv verlässlicher Schluss zu ziehen, obgleich im Grossen und Ganzen die Niederschlags-Curve mit jener der Wasserstände nur

wenig differirte, denn gerade diese Differenzen zeigen, wie aus der graphischen Darstellung Figur 3 und 4, Tafel 2, ersichtlich ist, dass, wenn die Jahreszeit beider Vorgänge im Auge behalten wird, ein Vergleich beider Curven schon durch den Einfluss der Temperatur des Frühjahres auf die im Winter gefallenen Schneemassen gestört wird, und umsoweniger zu einem verlässlichen Resultate führen kann, weil auch die Abflussmengen der normalen Sommerszeit weit weniger von den Regenmengen des Sommers als von der Schneeschmelze der Hochalpen abhängen, und man in Folge dessen gar nicht behaupten kann, dass in der Donau hohe Wasserstände bloß auf regenreiche Tage folgen, ebenso wenig wie niedrige Wasserstände bloß die Folge von Trockenheit sind.

Diese Erscheinung tritt überall in jenen Flüssen zu Tage, die wie der Rhein und die Donau von den Alpen gespeist werden, es bleibt daher selbst unter den günstigsten Umständen eine gewagte Schlussfolgerung wollte man aus dem Verlauf der Curve der Regenmengen auf die Abflussmenge in diesen Flüssen, oder umgekehrt aus der Configuration der Abflusscurve auf die während derselben Periode gefallene Regenmenge schliessen. Aus diesem Grunde muss auch das Vorgehen des Autors (Zeitschrift d. österr. Ing.- & Archt.-Vereines 1879 Seite 138) bei welchem er, die von ihm berechneten Abnahmen der Wasserstände (in der Donau und am Rhein) in Regenhöhen verwandelt, um daraus auf eine Abnahme der Regenmenge zu schliessen, als ein unsachgemässes selbst dann bezeichnet werden, wenn man die Voraussetzungen, die er seiner Berechnung unterlegt, der nothwendigen Correctur unterziehen würde.

Noch weniger zulässig erscheint die Anwendung, welche der Autor von seinen ohnehin fraglichen Rechnungsergebnissen macht, indem er sie, ohne jede Rücksicht auf geographische Lage oder der örtlichen Topographie, den in Genf und Bodenbach (am Erzgebirge) durch Messung constatirten Abnahmen der Regenhöhen gegenüber stellt und aus dem Vergleich

zu der Ansicht gelangt, dass: weil diese in ganz verschiedenen Abdachungen der Erdoberfläche constatirten Regenabnahmen mit jener von ihm für das Donau- und Rheingebiet berechneten numerisch so ziemlich zusammentreffen, so müsste aus dieser so „auffallenden Uebereinstimmung“ ein günstiges Urtheil über die von ihm aufgestellte Theorie abgeleitet werden.

Nach der Darstellung, welche das Comité von der Zusammengehörigkeit und den gegenseitigen Beziehungen zwischen der Regen- und Abflusscurve gegeben hat, muss von vornherein dieser Uebereinstimmung, so sehr sie auch auf den ersten Blick auffallen mag, jede Beweiskraft schon darum abgesprochen werden, weil, wenn auch davon abgesehen wird, dass der Autor, durch eine unverlässliche Angabe irre geführt, der Beobachtungsstation Bodenbach eine Abnahme der Regenhöhe zuschreibt, während die authentischen Berichte *) das Gegentheil nachweisen, die meteorolo-

*) „Untersuchungen über die Regenverhältnisse von Oesterreich-Ungarn von Professor Dr. Julius Hann“, vorgelegt in den Sitzungen der österreichischen Akademie der Wissenschaften am 16. October 1879 und am 8. Jänner 1880.

In dieser für die meteorologische Wissenschaft höchst werthvollen Schrift, äussert sich der Verfasser (Seite 23 vom 8. Jänner 1880) dahin: „dass sich mit Ausnahme von der Station Brünn und Bodenbach, kaum eine längere Reihe von Regenmessungen findet, welche ganz homogen genannt werden könnte, also zu strengen Vergleichen über die Regensmengen verschiedener Zeitabschnitte benützbare wäre,“ die genannten Stationen seien indess die einzigen, wo die Messungsergebnisse bemerkenswerth constant geblieben sind. Aus den dort (8. Jänner 1880) angeführten Tabellen V und VI für die Beobachtungsstation Bodenbach während der gleichen Beobachtungsdauer von 45 Jahren (von 1829 angefangen bis inclusive 1873) aus welcher Hofrath v. Wex eine vermeintliche Abnahme der Regenhöhe von jährlich 1.45^{mm} berechnete, ergibt sich nicht allein keine derartige Verminderung, sondern im Gegentheil im ganzen Durchschnitte eine um 10% d. h. eine um 6.29^{mm} grössere Regenhöhe als die mittlere Regenhöhe der ganzen Zeitperiode beträgt. Eine Abnahme der Regenhöhe in dieser Station wird sich nur dann ergeben, wenn nach der, übrigens von Dr. Hann nicht bestätigten,

logischen Vorgänge in bloß einer einzigen Beobachtungsstation von nur wenigen Meilen Beobachtungsfläche mit den Abflussverhältnissen eines Stromgebietes wie das der Donau, mit einer Ausdehnung von mehr als 600.000 Quadratkilometer, überhaupt nicht verglichen werden können, ohne sich der Gefahr auszusetzen, dass die unterlaufenen Beobachtungsfehler beider Manipulationen sich im Verhältnisse der Flächen vergrößern und in Folge dessen fehlerhafte Resultate zu Tage fördern können.

Will man aber schliesslich nichtsdestoweniger die Voraussetzungen und Schlussfolgerungen des Autors ohne jeden Widerspruch als ausreichend für die Beurtheilung der behandelten Frage gelten lassen, so entstände nach seiner Berechnung aus der Abnahme der Wasserstände ein Wasserverlust im Rhein bei Basel von bloß 0.16% und in der Donau bei Orsova ein solcher von 0.07% der bei dem niedrigsten Wasserstande abfließenden Wassermengen beider Flüsse*); demnach ein Verlust, der nicht bloß weit innerhalb der von der schweizerischen hydrometrischen Commission als zulässig erachteten Fehlergrenze (10 bis 20%) liegt, sondern selbst mit den besten Präcisions-Instrumenten

Angabe des Autors die Regenhöhe des auch in allen anderen Stationen als wasserreichsten bezeichneten Jahre 1850, wegen unvollständiger Beobachtung, ausser Rechnung gestellt wird. In diesem Falle beträgt die jährliche Abnahme der Regenhöhe nicht 1.45mm, sondern 2.57mm.

Für weitere Information über den wahrscheinlichen Werth der Regenmessungen und deren Verwendung für wissenschaftliche Zwecke, verweist das Comité auf diese mit voller Sachkenntniß und in strengfachmännischer Weise durchgeführten Untersuchungen.

*) Nach Messungen von Grebenau bei Basel ergeben sich bei einem Wasserstande von + 5 Fuss des dortigen Pegels Durchflussmengen von 830^{kbm} per Secunde und der von Wex berechnete Verlust beträgt 1.3253^{kbm} per Secunde. Nach der internationalen Commission vom Jahre 1874 beträgt die Minimal-Durchflussmenge bei Orsova circa 1700^{kbm} per Secunde und der von Wex berechnete Verlust beträgt 1.224^{kbm} per Secunde.

nicht wahrgenommen werden kann, und auch gegenüber den enormen Quantitäten der Abflussmengen dieser beiden Flüsse keine wie immer geartete Beachtung verdient.

Schlussfolgerungen des Comité's.

Mit den in diesem Berichte niederlegten Anschauungen und den darin enthaltenen Beweisgründen sind dem österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine die Mittel an die Hand gegeben, um den besprochenen Gegenstand in seiner ganzen Ausdehnung beurtheilen zu können und er wird bei reiflicher Ueberlegung des Gesagten ebenso wie das hydrotechnische Comité zu dem Schlusse gelangen:

1. Dass die Pegelungen an Geschiebe führenden Flüssen keinen Maassstab für die Abflussmengen in denselben abgeben können.
 2. Dass selbst in dem Falle, als die Pegelungen die factisch vorhandenen Wassertiefen ausdrücken sollten, die Abflussmenge nur in künstlichen Canälen nicht aber in Geschiebe führenden Flüssen aus der Wassertiefe bestimmt werden kann, ohne dass vorher Geschwindigkeitsmessungen vorgenommen worden sind.
 3. Dass eine Wasserabnahme in den Culturstaaten, sich ebensowenig aus den bekannten kosmischen Vorgängen, wie aus den vorliegenden meteorologischen und aus dem beigebrachten hydrographischen Beweismitteln ableiten lässt, und endlich
 4. Dass selbst für den Fall, als die Beweisführung des Autors unanfechtbar wäre, diese bloß eine Wasserabnahme von so minimalem Quantum nachweist, dass der Verlust gegenüber den auf der Oberfläche der Erde bewegten Wassermengen als verschwindend klein und ohne jeden nachtheiligen Einfluss angesehen werden kann.
-

Antrag des Comité's.

Das Comité beantragt sohin:

„Der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein wolle den vorstehenden Bericht zur Kenntniss nehmen.“

Wien, am 7. April 1881.

Franz Berger,
Schriftführer.

J. Deutsch,
Obmann und Berichterstatter.

Anhang.

Das Hydrotechnische Comité äusserte in dem Berichte vom 17. April 1875 seine Ansicht dahin: wenn auch aus der constatirten Abnahme des durchschnittlichen Pegelstandes allein nicht mit mathematischer Genauigkeit auf eine Abnahme der Abflussmengen in unseren Flüssen geschlossen werden kann, es doch immerhin möglich wäre, eine Wasserabnahme aus dem etwaigen Einfluss der Boden-Cultur auf die meteorologischen Erscheinungen abzuleiten.

Das Comité war deshalb bemüht, jene Wechselwirkung zu finden, welche nothwendiger Weise zwischen dem durch die Civilisation bedingten Mehrverbrauch an Wasser, und der aus der Abnahme der Pegelstände gefolgerten Abnahme der unverbrauchten Abflussmengen, eingetreten sein müsste, falls überhaupt ein merklicher Mehrverbrauch und in Folge dessen eine Wasserabnahme in den Flüssen stattgefunden haben sollte.

Nachdem aber eine derartige Gegenseitigkeit nicht nachgewiesen werden konnte, so müsste die Ursache der angeblichen Wasserabnahme nur in einer Verminderung der Niederschläge oder in einer durch die Boden- und Forst-Cultur hervorgerufenen Verschiebung der einschlägigen physikalischen Erscheinungen gesucht werden, wodurch vielleicht eine veränderte Vertheilung der Niederschläge herbeigeführt wurde.

Das Comité hat auch auf diesen weitem Gebiete der Untersuchung keinen Anhaltspunkt für eine wissenschaftlich begründete Schlussfolgerung gefunden und ist, wie alle anderen wissenschaftlichen Körperschaften, welche den gleichen Gegenstand ihren Untersuchungen unterworfen haben, zu der Ansicht gelangt, dass alle bisher bekannt gewordenen Beobachtungen, theils wegen ihrer Unzuverlässigkeit, theils wegen der Kürze der Beobachtungsreihen keinen positiven Schluss zulassen. Das Comité will indess, der Vollständigkeit wegen neuerdings auf die Beziehungen der meteorologischen Erscheinungen zu den

Flussverhältnissen eingehen und will in Folgendem diese Relation, soweit sie im Donaubecken zutage tritt, klar legen; wobei jener Gedankengang verfolgt werden soll, welchen das Comité-Mitglied Herr Ing. Riedel in seinem Specialberichte — dem die nachfolgenden Ausführungen zu Grunde liegen — eingehalten hat.

Dieser Anhang wird demnach zerfallen in:

I. Die Niederschlags- und Abflussverhältnisse im Donaubecken oberhalb Wien.

II. Den Einfluss der Gletscher auf die Wasserstände der Flüsse und endlich

III. Den Einfluss der Bodencultur auf die Wasserabflussmengen der Flüsse und Ströme.

I. Die Niederschlags- und Abflussverhältnisse im Donaubecken oberhalb Wien.

Ist schon für kleine Terrainabschnitte die vergleichende Gegenüberstellung meteorologischer Beobachtungsergebnisse und hydrographischer Messungsoperatte eine schwierige, so ist sie auf weitverzweigte Stromgebiete ausgedehnt, besonders complicirt. Während man in dem einen Falle innerhalb gewisser Grenzen wenigstens annähernd zutreffende Resultate erhält, welche den Zusammenhang der Wasserstandshöhen mit der Intensität der Niederschläge darthun, machen bei grösseren Flussgebieten die vielfach compensirend wirkenden Localeinflüsse sehr oft jede zuverlässige Schlussfolgerung schon darum illusorisch, weil die Vertrauenswürdigkeit der auf theoretischem Wege berechneten Niederschlagsmengen nicht blos von dem bei Ermittlung der Regen- und Schneemengen angewendeten Messungsverfahren allein abhängt, sondern vielmehr von der richtigen Vertheilung der Stationen des Beobachtungsnetzes. Rücksichtlich des Donaugebietes treten aber diese Complicationen in noch potencirterem Masse hervor; denn ausserdem, dass die geographische Lage und die orographische Beschaffenheit dieses Strombeckens eine Reihe extremer Erscheinungen nach sich ziehen, gesellen sich hiezu die kosmischen und mehr noch die tellurischen Einfüsse, welche besonders häufig in der Quellenregion in Action treten, deren Nachweisung aber das ausgedehnteste Beobachtungsnetz erfordern würden.*) Auf einer wie unsicheren Basis aber die ziffermässige Parallelstellung der Relation

*) Europa liegt nämlich theilweise im Gebiete der südwestlichen Luftströmungen, in der Region des siegreichen Kampfes des rücklaufenden und herabkommenden Nordost-Passats mit den Nordpolar-Strömen; die Alpen bilden daher einen Condensator im grossartigen Maassstabe. Diese gewaltige Mauer zwingt die Wasserdämpfe zur Condensation in Form von mächtigen Regengüssen oder zur Aufspeicherung ausgedehnter Eis- und Schneelager, welche die Alpenströme reichlich speisen.

zwischen Abflussmengen und Niederschlagshöhen ruht, geht aus einer grossen Zahl erhobener Thatsachen hervor. So hat die mit allen wissenschaftlichen Hilfsmitteln ausgestattete hydrometrische Commission der schweizer. Naturforscher seinerzeit bei mehreren Flussgebieten mit ziemlichem Erfolg das Princip der theoretischen Berechnung mit gleichzeitiger Pegelbeobachtung angewendet, jedoch erklärt: dass die Differenz zwischen den theoretischen und praktischen Resultaten ebensogut in den erhobenen Strommessungs-Ergebnissen wie in den benützten Niederschlagshöhen liegen könne, und dass der Unterschied auch durch den Mangel an genügenden meteorologischen Daten sowie durch die ungleiche Auffassung bezüglich der wirklichen Grenzen des verglichenen Wasserstandstadiums erklärlich sei.

Es können nämlich die theoretisch berechneten Abflussmengen mit Berücksichtigung ihrer Extreme erst dann als richtig oder unrichtig aufgefasst werden, wenn die mit ihnen verglichenen wirklichen Beobachtungen einen solchen Zeitraum hindurch fortgesetzt wurden, dass man annehmen kann, alle möglichen Wasserstände seien während dieser Periode wirklich eingetreten. Da aber bei Geschiebe führenden Flüssen einerseits wegen der Veränderlichkeit des Querprofils andererseits in Folge der Wehr- und Strombauten so viele Störungen eintreten, dass die Ermittlung des absoluten Mittelwasserstandes oft schwierig oder unmöglich wird, somit die Vergleichen entwerthen, so hat die Commission allgemein die Uebereinstimmung der Resultate der beiden in ihren Hilfsquellen und Verfahrungsweisen so ganz verschiedenen Berechnungsmethoden bis auf Differenzen von 10—20% als vollkommen befriedigend erkannt.

Auch das aus dem Donaugebiete vorliegende Datenmaterial trägt grosse Mängel an sich. Erstens sind bisher zu wenig Beobachtungsstationen in Activität gewesen, und zweitens reichen die Beobachtungsreihen nicht weit genug zurück, um daraus, besonders bei der mannigfaltigen Gestaltung des Reliefs und der grossen Unterschiede der meteorologischen Einflüsse, eine für die Beurtheilung der vorliegenden Frage nothwendige Regenkarte construiren zu können, so dass ein Vergleich der vorhandenen Beobachtungen den Uebelstand nach sich ziehen würde, welcher entstehen muss, wenn bei etwaiger Gruppierung verlässliche und zweifelhafte Gruppen gegenüberständen.

Um jedoch trotz dieser Sachlage das Möglichste zur Klarstellung der Wechselbeziehung zwischen Niederschlags- und Abflussmengen beizutragen, hat das Comité auf Grund des vorhandenen Datenmaterials versucht, diese Gegenüberstellung für die Donau oberhalb Wien für die Zeit vom Jahre 1849 bis 1873 durchzuführen und auf Tafel 2, Fig. 3, 4 und 5 graphisch darzustellen, woraus entnommen werden kann:

1. Die Regenmengen sind in den letzten 25 Jahren in constanter Zunahme begriffen, die Curve der jährlichen Regenmengen und die der Wex'schen Wasserstände verfolgt in der Periode von 1849—1873 generell den gleichen Gang. Mit wenigen Ausnahmen charakterisiren nasse Jahre hohe, und trockene tiefe Wasserstände.
2. Die Niederwasser-Curve von Wex verläuft, wie jene der trockenen Jahre, jedoch mit der beachtenswerthen Eigenthümlichkeit, dass sie nach einer Reihe von Jahren noch immer sinkt, während die Regenmengen bereits zuzunehmen beginnen. So führten beispielsweise die regenarmen Jahre 1852—1857 den niedrigen Wasserstand des Jahres 1858 herbei, obwohl die Regenmenge in diesem Jahre bereits zugenommen hatte. Der Erklärungsgrund für diese Erscheinung dürfte wohl in der grossen Erschöpfung der unterirdischen Quellenbecken zu suchen sein. Die nach längerer Dürre auftretenden Regen werden von oberen Erdschichten begierig absorbiert und tragen wenig oder gar nichts zur Speisung der ober- und unterirdischen Wasserläufe bei. Das weitere Fallen des Niederwassers erscheint demnach als Nachwirkung längerer regenarmer Perioden. Im Jahre 1865 fällt der tiefste Wasserstand und Regenmangel zusammen.
3. Trotz dieser annähernden Uebereinstimmung der Regen mit den Abflusscurven ergeben die zu 5jährigen Gruppen vereinigten Mittelwasserstände dennoch keine Analogie mit der beobachteten Regenergiebigkeit. Die Pegelstände-Ablesungen der Mittelwasserstände nämlich zeigen bei zunehmenden Regenmengen eine beachtenswerthe Abnahme.

Diese Erscheinung kann wieder nur durch die jahreszeitliche Vertheilung der Niederschläge erklärt werden. Fielen die Regenmengen während der Sommermonate, in welchen die Vegetation ihren Lebensprocess durchgemacht, so übten sie auf den Wasserstand der Flüsse keinen merklichen Einfluss. In dieser Jahreszeit werden nämlich die Flüsse hauptsächlich von Quellen gespeist, deren Reichhaltigkeit jedoch hauptsächlich von der während des Winters gefallenen Niederschlagsmenge abhängt. Uebrigens zeigt auch diese Erscheinung Ausnahmen. Fällt nämlich in der kalten Jahreszeit mehr Regen als der Boden, des Frostes wegen, aufnehmen kann, so fliesst der Ueberschuss ab und ist für die Quellen verloren, während die Regen der warmen Jahreszeit, wie schon früher bemerkt, zur Speisung der unterirdischen Quellenreservoirs gar nichts oder nur wenig beitragen. Sie durchfeuchten meist nur den Boden, aus dem das Wasser theils durch die Wurzeln der Pflanzen aufgesogen und

theils durch Verdunstung in die Atmosphäre zurückgelangt. Es können daher auch regenreiche Jahre je nach der jahreszeitlichen Vertheilung der Niederschläge, oder je nach dem veränderten Zustande, in welchem die Erdoberfläche zur Regenszeit sich befindet, niedrige Wasserstände aufweisen, wenigstens können auf schneereiche Winter niedrige Pegelstände folgen.

Da die Bodenarten verschiedene Durchlässigkeit haben und das Regenwasser an manchen Stellen oft sehr rasch in die natürlichen unterirdischen Abflussspalten gelangt, die Quellen demnach anschwellen macht, so darf man die Hochwässer nicht immer als das ausschliessliche Resultat des an der Oberfläche abfliessenden Wassers betrachten. — Sehr häufig entstehen Sommerhochwässer bloß aus localen Ursachen, während die Hochwässer des Frühjahres ihr Entstehen dem, als Schnee angesammelten, Niederschlag des Winters verdanken.

Diesbezüglich liefert die kritische Untersuchung der von Hofrath v. Wex während einer Reihe von Jahren für die einzelnen Monate berechneten Mittelwerthe der Wasserstände bei Wien (Fig. 3) und die vom Director der meteorol. Centralanstalt Dr. J. Hann für dieses Gebiet berechneten durchschnittlichen Regenmengen (Fig. 4), nicht nur interessante Aufschlüsse über den inneren Zusammenhang der Daten, sondern lässt auch die durch den Abfluss der Alpen-gewässer beeinflusste Natur der Donau erkennen. Die Bewegung dieser beiden Curven erfolgt in einer Weise, welche darthut, dass die verticalen Bewegungen des Wasserspiegels bei Wien durch Zu- und Abnahme der Schnee- und Eismassen des Hochgebirges bedingt sind. Die niedrigsten Wasserstände fallen in die Wintermonate, in denen der Abfluss aus dem Hochgebirge sein Minimum erreicht und die atmosphärischen Niederschläge ausser Rechnung kommen. Diese spielen jedoch bereits im April eine Rolle, indem sich hierzu die aus dem Hügellande und den Vorbergen her-rührenden Schneeabgänge gesellen. Die Wasserstands-Curve steigt in dem Maasse stetig an, als die Schneeschmelze in höhere Gebirgsregionen vorschreitet, und erreicht ihre Culmination im Juni, oder eigentlich an der Grenze der Monate Juni und Juli. Bleibt auch noch im August auf ziemlicher Höhe, von wo sie sich rasch nach abwärts senkt, um dann auf den beharrenden Winterwasserständen zu bleiben. Die Regen-curve erreicht indess erst im Juli und August den höchsten Stand und fällt von dort successive, bis sie im Februar den tiefsten Stand erreicht.

Die Curve der täglichen Wasserstände der Donau zeigt im Einklange mit diesen Vorgängen im Laufe des Jahres zwei grosse Cul-minationspunkte, die bei Wien durch fast regelmässig eintretende Hochwasser gekennzeichnet werden, welche nur in den Temperatur-

verhältnissen, nicht aber in den gleichzeitigen Regenmengen des Donaubeckens ihren Ursprung haben; ein Umstand, der jeden Vergleich der genannten Curven illusorisch macht und jede daraus gezogene Folgerung als unzulässig erscheinen lässt.

Interessant ist andererseits der Vergleich der Fluthwellen verschiedener Alpenströme, deren Curven in der Richtung nach stromabwärts wieder von ganz anderen Einflüssen als der Schneeschmelze beeinflusst werden. So z. B. verflacht sich die Fluthwelle der Donau nicht wie jene des Rheines (die in einer gewissen Distanz stromabwärts gänzlich verschwindet), sondern ihre Cluminationpunkte wiederholen sich nach Maassgabe der Zuflüsse, welche die Donau auf ihrem langen Wege aus den verschiedenen Compassrichtungen aufzunehmen hat. Hierbei spielen die hydrologischen Verhältnisse der tributären Nebenflüsse eine bedeutende Rolle, welche noch ausserdem durch die geologische Beschaffenheit des Donaubettes selbst beträchtlich erhöht wird.

Diese Ursachen bewirken z. B., dass bei Orsova die Wasserstände im Monate Februar und März wohl höher als im Juli und August ansteigen, dass aber das jährliche Maximum des Wasserstandes nicht — wie in dem oberen Stromlaufe — im Februar und März, sondern in die Monate April und Mai fällt. Hiedurch erhält die Wassercurve der Donau, auch ohne Rücksicht auf meteorologische Vorgänge, eine ganz andere Form als die des Rheines, wenn auch die Regenmengen in beiden Gebieten die gleichen gewesen sein mögen. Es wäre demnach ebenso gewagt, aus dem Verlauf der Fluthwellencurve eine Uebereinstimmung mit der Regencurve deduciren oder gar auf eine Zu- oder Abnahme der Abflussmengen schliessen zu wollen, ohne vorher die örtlichen Einflüsse in's Auge gefasst zu haben.

Diese ganz allgemein gehaltene Darstellung lässt schon auf den ersten Blick die Schwierigkeiten erkennen, die überwunden werden müssten, um die Wechselwirkung der Niederschläge auf das richtige Maass zurückzuführen. Wenn es auch ausser Zweifel steht, dass man mit einem Aufwand von ausserordentlichen Leistungen ein wenigstens annähernd richtiges Resultat erzielen kann, so muss nichts destoweniger eingestanden werden, dass bis heute weder Beobachtungen noch Messungen vorliegen, aus denen ein befriedigender Schluss gezogen werden könnte.

II. Einfluss der Gletscher auf die Wasserstände der Flüsse.

Da in der Wex'schen Abhandlung des Einflusses der Gletscher auf die Abnahme der Wassermengen in den Flüssen erwähnt wird, so durfte das hydrotechnische Comité diesen wichtigen Factor nicht übergehen. Es hat darum auch diesem Gegenstande seine besondere Auf-

merksamkeit zugewendet, und wenn auch aus den gewonnenen Resultaten kein positiver Schluss gezogen werden kann, so reichen sie immerhin aus, um etwas mehr Klarheit in die Discussion zu bringen und den Einfluss der Gletscher gleichfalls auf das richtige Maass zurückzuführen.

Die in Verfolgung dieses Zweckes angestellten Studien haben vor Allem zu der beklagenswerthen Thatsache geführt, dass wir in unserer Heimat rücksichtlich der Kenntnisse des Gletscherwesens ebenso im Argen liegen wie in der Kenntniss der Flussverhältnisse überhaupt und haben erkennen lassen, dass die Kraft Einzelner unmöglich ausreichen könne, diese beträchtliche Lücke im Bereiche unserer Alpenkunde und der Hydrographie des Landes auszufüllen.

Obzwar es weder dem Naturforscher noch dem Hydrotekten unbekannt ist, dass die Gletscher zu jenen Naturproducten gehören, die nichts weniger als endgiltig erkannt sind — sowie überhaupt, das Gesetz der Eisbildung aus dem Firn der Hochregion und die Geschwindigkeit der unablässigen, langsamen Bewegung des Eises von oben nach unten, eine noch ziemlich offene naturwissenschaftliche Frage bildet — so muss es doch überraschen, dass gerade bezüglich der in den heimatlichen Bergen bestehenden Gletscher die wenigsten Beobachtungen und gar keine wissenschaftlichen Messungen vorgenommen wurden.

Es kann darum nicht genug anerkannt werden, wenn französische und englische Naturforscher im Interesse der Wissenschaft die Eisfelder der Schweizer Hochalpen zu Studienobjecten wählten, dieselben jahrelang, sogar zur Winterszeit, mit eigener Lebensgefahr beobachteten, blos um Erfahrungen zu sammeln. Durch diesen Forschungseifer wurden wir — obwohl direct an diesen Vorgängen betheilig — erst auf unsere bisherige Vernachlässigung des Gegenstandes aufmerksam gemacht. Wenn wir auch zugeben, dass, wegen der ausserordentlichen Vielseitigkeit des Gletscher-Phänomens, eine erspriessliche Förderung dieser Kenntnisse nur von wirklichen, mit den physikalischen Gesetzen vollkommen vertrauten und mit reichlichen Hilfsmitteln ausgestatteten Forschern zu erwarten steht, so gibt es doch eine Menge äusserer Erscheinungen in der Natur der Gletscher, die auch von dem weniger günstig situirten Beobachter hätten zusammengetragen und gleichsam als Prämissen für wichtige Schlussfolgerungen verwendet, indirect zur Erweiterung der Kenntnisse innerer, verborgen wirkender Kräfte hätten dienen können.

Es war darum auch ein viel versprechendes Beginnen als die schweizerische naturforschende Gesellschaft in Gemeinschaft mit dem Schweizer Alpenclub im Jahre 1869 eine eigene *Gletschercommission* zusammensetzte, welche ihre Thätigkeit der Anlage eines schweizerischen

Gletscherbuches und der Publication einer Instruction für Gletscherreisende widmete. Ausserdem wurden Specialuntersuchungen namhafte Unterstützungen zugewendet. Die Gletschercommission überzeugte sich indess bald, dass ein genaues Studium der Gletscher-Erscheinungen wesentlich bedingt sei von zuverlässigen geodätischen Messungen. Sie beschloss darum, den Rhonegletscher als Beobachtungsobject zu empfehlen und von diesem eine genaue topographische Aufnahme machen zu lassen. Das topographische Bureau erbot sich, diese Arbeiten zu besorgen und der Alpenclub votirte den Credit für die Auslagen. Die Ausführung dieser Aufgabe wurde Herrn Ingenieur Gosset übertragen, der sich im Sommer 1874 mit dem nöthigen Personale an Ort und Stelle begab. Nach drei Jahren war — nach dem Ausspruche des Professor Hagenbach in den Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft — ein Werk geschaffen, das an Gründlichkeit und Grossartigkeit der Ausführung wohl Alles hinter sich liess, was bis dahin auf diesem Gebiete der Topographie geleistet worden war. In, mittelst Messtisch, Nivellirinstrument und dem Distanzmesser im Maassstab von 1:5000 angefertigten Plänen erscheinen Schichtencurven von 5 zu 5 Meter und alle Objecte, welche das Gletscherbild charakterisiren. Ausser dieser topographischen Aufnahme, welche noch durch Photographien ergänzt wurde, geschah auch die für die Wissenschaft besonders wichtige, physikalische Aufnahme. Die Beobachtungsmethode des Herrn Gosset gibt nicht nur genaue numerische Werthe für die Oberflächengeschwindigkeit und Gestaltsveränderung im Grossen und Ganzen, sondern sie gestattet auch sichere Schlüsse auf einzelne Erscheinungen, die für die Erklärung der Gletschervorgänge von Wichtigkeit sind.*)

Die allgemeine Gletscherstatistik ist heute noch so arm an verlässlichen Daten, dass man nicht einmal die territoriale Ausdehnung der Eisfelder des europäischen Festlandes kennt. Die geographische Literatur beruft sich noch immer auf die Angaben der Gebrüder Schlagintweit (1846). Nach deren Berechnungen sollen in der Centalkette der Alpen — allwo die Verhältnisse für die Entwicklung der Gletscher besonders günstig sind — 1100 Gletscher bestehen, welche eine mit Schnee und Eis bedeckte Fläche von circa 52 □ Meilen einnehmen. Die Eis- und Schneefläche der Ostalpen in Tirol und Salz-

*) Auch schon vorher hat die Gletscher-Literatur durch die Mitwirkung anerkannter Naturforscher eine ausgiebige Bereicherung erfahren und ragen darin besonders hervor: Charpentier (1841), Agassiz (1840—47), Desor (1844), Forbes (1845 und 1853), Mousson (1854), Dolfuss-Ausset (1863—70), Ramsay (1860), Tyndall (1860) und Andere.

burg beträgt beiläufig 30 □ Meilen (1730 □ Km.), wovon auf die Oetzthaler Alpen allein 10·5 □ Meilen (860 □ Km.) entfallen, die aus mehr als 300 grösseren und kleineren Gletschern bestehen, unter denen sich der Vernagtferner durch seine berüchtigt gewordenen Oscillationen besonders auszeichnet. Die Zillerthaler-Ferner, etwa 100 an der Zahl, umfassen eine Gesamtfläche von 3·8 □ Meilen. Die 14 Meilen lange Kette der Hochtauern, die wegen ihrer Massenentwicklung gleichfalls der Gletscherbildung sehr günstig ist, beherbergt 27¹/₂ Gletscherfelder, die sich auf einem Gebiete von 8–8·5 □ Meilen ausbreiten.

Auf Grund dieser, wenn auch nur annähernd festgestellten Ausdehnung der Gletscherflächen liesse sich der Einfluss der Gletscher auf die angebliche Abnahme der Abflussmengen in unseren Flüssen wohl im Allgemeinen darthun, wenn vorerst erwiesen wäre, ob die Gletscherflächen in unseren Alpen in letzterer Zeit überhaupt zu- oder abgenommen haben.

Die Aussagen der Lokalkundigen, sowie die anderwärts vorgenommenen Messungen haben allerdings ergeben, dass viele Gletscher in den letzten 20 Jahren eine rückschreitende Bewegung der unteren Stirnfläche zeigen, allein diese Periode erscheint als zu kurz, um daraus den bestimmten Schluss auf das constante Kleinerwerden der Gletscherfelder zu ziehen. Dieser Periode kann ebensowohl eine solche vorausgegangen sein, in welcher die entgegengesetzte Erscheinung auftrat, ebenso wie kein Grund zum Zweifel vorliegt, dass die Gletscherzungen nach einer Reihe von Jahren nicht wieder in Folge vermehrten Winterschnees weiter nach abwärts rücken könnten.

Graphisch liesse sich eine solche Veränderung wohl aus den Katastral- und Generalstabskarten erweisen, wenn nicht die ersteren sich bloß auf die Darstellung der Steuerobjecte erstrecken würden — wozu die Gletscher bekanntlich nicht gezählt werden — und die letzteren gerade den besten Beweis dafür liefern, dass zwischen den älteren und neueren Aufnahmen sehr grelle Differenzen existiren und demnach keinerlei berechnete Schlussfolgerung zulassen. So erscheinen auf der älteren Aufnahme des Monte Camin colossale Eis- und Schneefelder, während die neuere nur zwei kleine Eisfelder von kaum $\frac{1}{20}$ der ursprünglichen Ausdehnung darstellt. Aehnliche Resultate ergeben die topographischen Aufnahmen am Terglou und an vielen anderen Orten, welche für die Abnahme der Gletscher sprechen würden, wenn nicht in den älteren Aufnahmen zuweilen ganze Thäler, die in der neueren ausgedrückt sind, fehlen würden. Diese Umstände lassen es gerathen erscheinen, an die Sorgfalt, mit welcher diese Karten vor 100 Jahren angefertigt wurden, keinen allzu strengen Massstab anzulegen. Jeden-

falls wird man auf die Benützung dieses Materials verzichten müssen.*)

Die Ursachen, welche das Zurückweichen der Gletscher hervorrufen, dürften ebenfalls in dem Zusammentreffen mehrerer Factoren zu suchen sein, und zwar einerseits in der tiefen Lage der Eismassen, dem verringerten Nachschub vom Hauptgletscherfeld, und andererseits in der relativ hohen Temperatur der nächsten Umgebung im Hochsommer. In letzterer Beziehung trägt zweifelsohne die Entwaldung der Hochgebirge viel zur Erhöhung der Temperatur der in den Thälern eingeschlossenen Luft bei, in Folge dessen die Vegetation mit erstaunlicher Raschheit besonders an den südlichen Abhängen der Alpen von dem Terrain Besitz ergreift, das die Gletscherzungen vorher eingenommen haben. Nicht nur Flechten, Moose und Gräser gedeihen sehr bald, sondern auch Lärchen und Fichten erfreuen sich stellenweise des kräftigsten Daseins auf den zurückgebliebenen Moränen und geben durch die Zahl ihrer Jahresringe wenigstens einen indirecten Anhaltspunkt zur Ermittlung der seinerzeitigen Ausdehnung der Eisfelder. Aus dieser Thatsache könnte auch auf eine absolute Abnahme der Gletscherflächen geschlossen werden.

Es wurde auch vielfach die Meinung geäußert, dass die Entwicklung grösserer Wärmemengen nicht localer Natur sei, also auch nicht durch die Wald-Abstockung herbeigeführt werden kann, sondern dass diese Erscheinung dem ganzen peninsularen Theil Europa's eigen ist — allein durch die wissenschaftlichen Beobachtungen ist diese Annahme nicht bestätigt worden. Die Temperaturmittel haben im Allgemeinen keine solche Aenderung erfahren, wohl aber sind die Temperatur-Extreme grösser geworden, d. h. wir haben in Europa allmählig eine Art Steppenklima erhalten, welches nur aus localen Einflüssen entstanden sein konnte.

Was immer auch die Grundursache des Zurückweichens der

*) Der k. k. Forstcommissär S u d a hat vor Kurzem (Zeitschr. d. deutsch. u. österr. Alpenvereins. Jahrg. 1879) eine Abhandlung über die Gletscher der Adamello-Gruppe veröffentlicht, aus welcher gleichfalls die Thatsache des Eisrückganges, auf fünfzigjährige Erfahrungen gestützt, hervorgeht. — Das auffallendste Rückweichen erfuhr der Rhonegletscher. Dieser hat sich seit dem Jahre 1818 um 880 M. zurückgezogen. Dieses Zurückweichen begann jedoch besonders auffallend erst seit dem Jahre 1855, welches für die meisten Gletscher der Alpen die Epoche des weitesten Hinaufrückens in unserem Jahrhundert war. In den „Archives des sciences phys. et nat.“ vom Jahre 1877 ist darüber Folgendes zu lesen: „Es wäre vielleicht unklug, jetzt discutiren zu wollen, welches die Ursachen seien, die das anhaltende und lang dauernde Zurückweichen des Rhonegletscher, wie das fast aller Gletscher der Alpen, veranlasst hat. Wir glauben, dass es besser ist, jetzt blos diese rückgängige Bewegung zu constatiren, durch genaue Messungen zu bestimmen und wenn möglich durch Karten klarzustellen, die Untersuchung der Ursache, welche diese Modification in der jetzigen Ausdehnung der Gletscher hervorgerufen hat, aber auf spätere Zeit zu verschieben.“

Gletscherflächen sein mag, so scheint ihr Zurückweichen an sich selbst kein Beweis zu sein für die Abnahme der von den Gletschern abfließenden Wassermengen. Es müsste, wenn der früher durch Jahrtausende angesammelte Schnee jetzt durch höhere Temperaturen zur Schmelze gelangen würde, eher das Entgegengesetzte eintreten. Folgerichtig könnte aus der Zunahme, nicht aber aus der Abnahme der Gletscherflächen auf eine Abnahme der Abflussmengen in den Flüssen geschlossen werden, weil in dem ersteren Falle ein Theil der meteorologischen Niederschläge, in kristallinischer Form in den höheren Regionen zurückgehalten, nicht zum Abfluss gelangen würde; wobei jedoch stets die Jahressumme der Niederschlags- und Abflussmengen in Betracht gezogen erscheint.

Ein Zurückweichen der Gletscherflächen beweist, dass der meteorologische Process des Schneeschmelzens derzeit in höheren Schichten als früher vor sich geht. Die von dem Schweizer hydrom. Comité angestellten Berechnungen haben indess auch jenen Antheil ziffermässig nachgewiesen, den das Gletscherwasser an den Hochwässern hat und ist man zu dem Resultat gelangt, dass dieser

im Rheingebiet	3·7 0/0
„ Aargebiet	5·0 0/0
„ Reussgebiet	5·6 0/0
„ Limmatgebiet	2·6 0/0
und „ Tessingebiet	1·0 0/0

des ganzen Flusswassers ausmacht. Im Rhonethal, dessen Gletscherareale nicht weniger als 130/0 der ganzen Regengebiete Fläche dieses Flusses umfasst, erreicht der Antheil der Gletscherschmelze an den Hochwässern kaum 170/0.

Nach anderen Beobachtungen soll ein warmer Sommertag auf die Eisfläche derart abthauend wirken, dass das gelieferte Schmelzwasser der Intensität eines Regens von 20 mm Höhe gleichkommt. Auch hat man berechnet, dass sämtliche Gletscher der Alpen an einem warmen Sommertage 130,000.000^{k^{bm}} Wasser liefern und den Flüssen zuführen. Die Erdwärme wirkt bekanntlich auf das Abschmelzen des Eises ununterbrochen sowohl im Sommer als im Winter.

Gegenüber eines solchen minimalen Einflusses der Schmelzwässer der Gletscher auf die Hochwässer der Alpenflüsse können die von Wex angeführten Beobachtungen Plantamour's in Genf umsoweniger eine Berücksichtigung verdienen, als sie bloß aus einer 11jährigen Beobachtungsreihe hervorgingen, die im Vergleiche zur vorhergegangenen Periode von 53 Jahren bloß eine Abnahme des Niederschlages von jährlich 0·22^{mm} nachweisen; wobei bemerkt sein soll, dass wir es daselbst

meist mit Schneefällen zu thun haben, deren Messungen noch weniger correct als die des Regenfalles durchgeführt werden können.

Wie dem auch sei, ob die Gletscher in ihrer Ausdehnung in neuerer Zeit abgenommen haben, oder, ob der Einfluss der Schmelzwässer auf die Hochwässer der Alpenflüsse ein grösserer als der angeführte sei, so lässt sich aus den Veränderungen, welche die Gletscher zu erleiden hatten, auf keine an dem Pegel bemerkbare Veränderung in der Alimentirung der Flüsse schliessen. Zumal einerseits ein selbst beträchtlich grösserer Percentsatz der Hochwässer an einem solchen primitiven Maassstabe nicht erkennbar wird und andererseits eine Abnahme der Gletscherflächen, wie schon erwähnt, eher eine Zu- als eine Abnahme der Abflussmenge in den Flüssen nach sich ziehen würde.

III. Einfluss der Bodencultur des Niederschlagsgebietes auf die Wasserabflussmengen der Flüsse und Ströme.

Die dänische Commission hat über die vom Herrn Hofrath R. v. Wex aufgestellten Thesen in einem vom 7. October 1875 datirten Berichte ihre Ansicht dahin ausgesprochen: „dass die Abstockung der „Wälder eine bedeutende Verminderung der in den Flüssen und insbesondere in den Quellen abfliessenden Gewässer zur Folge habe, dass „die fortschreitende Feldcultur sowie die künstliche Bewässerung der „bepflanzten Flächen eine weitere Wasserabnahme in den Flüssen und „Quellen veranlassen“.

In Frankreich wurde gleichfalls eine Verringerung der Wassermengen im Sommer beobachtet und das Verschwinden einer grossen Menge Quellen constatirt. Die diesfälligen Untersuchungen fallen besonders deshalb ins Gewicht, weil daraus der missliche Umstand abgeleitet werden müsste, dass die fortschreitende Feldcultur (welcher, als der natürlichen Folge der steten Vermehrung der Bevölkerung, nicht leicht Einhalt geboten werden kann) durch ihren eigenen Fortschritt eine Grenzlinie erreichen wird, über welche hinaus sie wegen Mangel an Wasser nicht wird getrieben werden können; und noch lange vorher einen Zustand in unseren Flüssen geschaffen haben wird, wo weder eine Schifffahrt bestehen, noch von einer Ausnützung des Wassers für industrielle Zwecke wird gesprochen werden können.

Wenn nun auch dieser Zeitpunkt erst in weiter Ferne zu liegen scheint, so ist es nichtsdestoweniger erwünscht, an dieser Stelle die bekannt gewordenen Beobachtungen den hier aufgestellten Behauptungen gegenüber zu stellen und aus dem logischen Zusammenhang der Ursachen und Wirkungen das Maass von Wahrscheinlichkeit bestimmen zu können welche zu einer solchen Schlussfolgerung berechtigen würde.

Die Pflanzenwelt kann in Bezug auf die Verminderung des Flusswassers nur insoferne einen Einfluss üben, indem entweder die Vegetation selbst einen Theil der Regenmenge verbraucht, oder indem sie vermöge des eingetretenen Wechsels in der Art und Beschaffenheit der Gewächse heute mehr als früher den Niederschlag der atmosphärischen Wirkung aussetzt und auf diese Weise eine grössere Verdunstung herbeiführt, als früher durch Gewächse anderer Art herbeigeführt wurde. In beiden dieser Fälle wird weniger von dem Niederschlage in das Flussbett gelangen und die Abflussmengen hätten, wie behauptet wird, durch den Einfluss der Feldcultur abgenommen.

Was nun den Einfluss der Pflanzen auf die Verdunstung betrifft, so haben ältere Messungen ergeben, dass im Jahres-Durchschnitt zwei Drittel des, auf von Vegetation entblösten Boden, gefallenen Niederschlages verdunstet und blos ein Drittel desselben in die Erde versickert. In der warmen Jahreszeit angestellte Beobachtungen haben für bepflanzte Flächen eine grössere Verdunstung ergeben. Der relativ grössere Einfluss der verschiedenen Pflanzenarten auf die Verdunstung wurde besonders in neuerer Zeit durch die Versuche von Risler, soweit dieselben von ihm durchgeführt werden konnten, festgestellt.

Sehr interessant und wichtig sind seine diesbezüglich in der Schweiz angestellten Vergleiche der Feuchtigkeitsverhältnisse verschieden bebauter Bodenarten. Er fand durch directe Messungen, dass die geringste Verdunstung auf unbebautem, brachliegendem und kahlem Lande stattfindet, dass dem Walde, ferner dem mit Getreide bebauten Boden und endlich den Wiesen der Reihe nach grössere Verdunstungen zukommen. Die un bebauten Grundstücke geben daher unter sonst gleichen Verhältnissen den grössten Unterschied zwischen der Menge der gefallenen Niederschläge und der Verdunstung, sie sind es daher, welche an unsere Flüsse die grösste Wasserquantität abgeben. Die Verdunstung ist auf bebauten Feldern dreimal so gross gefunden worden, als die im Walde, trotzdem der durch das Laub geschützte Waldboden stets trockener als der von den Feldfrüchten entblöste Ackerboden gefunden wurde; der atmosphärische Einfluss im Walde deshalb ein relativ grösserer gewesen sein musste. Es haben somit die Getreidefelder im Vergleich zu den Wäldern die Eigenschaft, die Wassermenge der Flüsse in grösserem Maasse zu vermindern, u. zw. in einem um so höheren Grade, je intensiver die Cultur betrieben wird.

Ausserordentlich gross ist der Wasserconsum der natürlichen Wiesen, insbesondere dann, wenn die Bewässerung als Ersatz für die ungenügenden Frühjahrs- und Herbstregen in Anspruch genommen wird. Das meiste Wasser aber verbrauchen zu ihrem Lebensprocesse die künstlichen Wiesen, die sich nicht blos mit den ihnen oberirdisch zu-

geführten Quantitäten begnügen, sondern durch die tiefgehenden Wurzeln ihrer Gräser auch die Wasservorräthe der kalten Jahreszeit erschöpfen.

Fasst man die Ergebnisse dieser Beobachtungen zusammen, so müsste man, um den Wasserreichtum unserer Ströme nicht zu schmälern, sämtliche Culturen beseitigen, und Brachfelder herstellen, aber niemals weder der natürlichen — noch der Kunstwiese das Wort reden, was im Interesse der zum Lebensunterhalt der Menschen unentbehrlichen Viehzucht kaum in unseren Absichten gelegen sein kann. Hochwichtig erscheint es im Gegentheil, nicht nur für den Ertrag der Bodencultur als auch für die mehr geregelte Alimentirung unserer Flüsse, dass die Brachfelder vermindert, und dass sie je nach der Beschaffenheit und Neigung des Bodens entweder in Felder, Wälder, Wiesen, eventuell in Hutweiden umgestaltet werden.

Was speciell die Bewaldung von Brachen und besonders die der Berglehnen betrifft, so bietet ein solches Vorgehen unbestreitbar das rationellste Mittel, die fortschreitenden Abschwemmungen des Bodens hintanzuhalten. Die Wälder sind das sicherste und zugleich das ökonomischste Mittel der Befestigung des Erdreiches an solchen Abhängen, an welchen der Rasen sich nicht dauernd zu halten vermag. Ausserdem wächst die volkswirtschaftliche Bedeutung der Wälder in dem Maasse, als der Preis der Mineral-Brennstoffe steigt und die industrielle Verwerthung des Holzes eine grössere wird. Würde sich die Wirkung des Waldes auch noch darauf erstrecken, eine Ausgleichung in der jahreszeitlichen Wassermenge der Bäche in der Weise herbeizuführen, dass dieselbe in den Wintermonaten, wo sie sowohl für die Vegetation als auch für die Schifffahrt in unseren Breitegraden nutzlos ist, vermindert und in den Sommermonaten, wo sie im Interesse der Cultur, der Industrie und des Handels in werthvoller Weise ausgenützt werden kann, vermehrt werden würde, so wäre dies, selbst für den Fall, als die totale jährliche Regenmenge erheblich kleiner als heute wäre, für die Flusswasserstände und die Landwirthschaft ein unberechenbarer Gewinn. Es haben aber vergleichende Abflussmessungen, welche in Frankreich an bewaldeten und unbewaldeten Flussbecken angestellt wurden, das Resultat ergeben, dass der Wechsel der Wasserstände in den Flussgerinnen ohne Unterschied der Culturen im Mai und October stattfinden und dass sowohl in bewaldeten als in unbewaldeten Flussgebieten jener Theil der Niederschläge, welcher die Flüsse alimentirt, ebenso wie bei der Cultur unterworfenen Bodenflächen im Sommer unbedeutend, im Winter aber beträchtlich ist. Ganz dieselben Resultate ergaben die Messungen der unterirdisch abfliessenden Wassermengen, woraus, wie oben schon erwähnt wurde, geschlossen werden kann, dass

die Sommerregen keinen Einfluss auf die in den Quellen und Thalwegen abfliessenden Wassermengen ausüben.

Schon Dove stellte den Einfluss des Waldes bezüglich der Menge der jährlichen Niederschläge in Abrede und war der Meinung, dass das aus der Atmosphäre herabfallende Wasser im Grossen durch die unsymmetrische Vertheilung des Festen und Flüssigen auf beiden Erdf lächen bedingt werde, gab aber zu, dass der Wald sehr wesentlich auf die Zeit einwirkt, in welcher die Niederschläge fallen. Er glaubt nämlich: je mehr wir die natürlichen Unterschiede des Bodens durch gleichförmige Bebauung verwischen, desto seltener werden locale Niederschläge etc.

Um die Reihe der in der vorliegenden Frage abgegebenen Aeusserungen zu schliessen, sei noch eines Ausspruches gedacht, den der hervorragende französ. Gelehrte H. Marié Davy im „Annuaire météorologique (1873)“ gemacht hat, der folgendermaassen lautet: „Die Verhältnisse eines Wasserlaufes und die Veränderungen seiner Wassermenge vom Winter zum Sommer hängen weit mehr von der Neigung der Hänge seines Beckens, von der Natur des Untergrundes, der Beschaffenheit der übereinander gelagerten, geologischen Schichten als von der Bedeckung der Oberfläche durch Pflanzen ab. Die Pflanzendecke vermag zwar das an der Oberfläche stattfindende Abfliessen oder das Durchsickern im Innern durch einige Tage zu verzögern und die hohen Wasserstände zu vermindern, allein sie vermag weder die Neigung des Bodens, noch die Natur der darunter liegenden Schichten zu ändern; und woraus immer diese Pflanzendecke bestehen möge, so vermehrt dieselbe immer jenen Antheil des Niederschlages, welcher der Atmosphäre unmittelbar theils durch Verdunstung, theils durch die Transpiration der Pflanzen zurückgegeben wird. Sie vermindert daher im Sommer den Wasservorrath des Bodens und die ersten Herbstregen müssen denselben früher wieder ersetzen, bevor sie der Wassermenge der Quellen und Flüsse zu gute kommen können. Es gibt ferner ein Gesetz, das sich in der wissenschaftlichen Landwirthschaft immer mehr bestätigt und welches darin besteht, dass die Producte, die aus irgend einem Boden gezogen werden, in einem bestimmten Verhältnisse zu der von ihnen in Anspruch genommenen Wassermenge stehen. Je mehr man die Production des Bodens steigert, desto mehr wird man die Wassermenge der fliessenden Gewässer im Sommer vermindern ohne diese Menge im Winter oder Frühjahr erheblich zu ändern.“

Tabelle 1.

Zusammenstellung der Jahresmittel aus den ersten und $\frac{3}{2}$ Potenzen von Pegel plus Constante. **)

Periode von 1826—1848			Periode von 1849—1871			Anmerkung
Jahr	Peg. + C.	(P. + C.) ^{3/2}	Jahr	Peg. + C.	(P. + C.) ^{3/2}	
1826	2.420	3.833	1849	2.456	3.944	<p>*) Der in diesem Jahre durch Eisversetzung entstandene Hochwasserstand ist im Jahresmittel nicht enthalten. Als Wasserstand des betreffenden Tages wurde das arithmetische Mittel aus den Wasserständen des vorhergehenden und folgenden Tags annäherungsweise angenommen</p> <p>**) Die Vergleichsebene der täglichen Wasserstände wurde durch den tiefsten Wasserstand der ganzen Beobachtungsperiode gelegt, welcher mit 1.922m (6' 1") unter dem Nullpunkte des Pegels verzeichnet ist. Die Constante, die allen andern Pegelstellungen zugezählt werden musste, beträgt also 1.922m. Das Periodenmittel von 2.192m über der Vergleichsebene entspricht 0', 10.5" über dem Pegel (Wex: 0', 10.6").</p>
1827	2.998	5.271	1850	2.714	4.569	
1828	2.919	5.112	1851	2.697	4.600	
1829	2.946	5.130	1852	2.375	3.930	
1830*	2.837	4.851	1853	2.322	3.778	
1831	2.680	4.491	1854	2.299	3.571	
1832	2.004	2.896	1855	2.463	4.047	
1833	2.519	4.115	1856	2.108	3.187	
1834	2.281	3.555	1857	1.751	2.419	
1835	2.274	3.454	1858	2.091	3.065	
1836	2.427	3.882	1859	2.183	3.355	
1837*	2.327	3.689	1860	2.322	3.688	
1838*	2.408	3.832	1861*	2.127	3.296	
1839	2.297	3.639	1862	2.077	3.159	
1840	2.317	3.644	1863	1.860	2.642	
1841	2.402	3.845	1864	2.180	3.388	
1842	1.768	2.460	1865	1.504	2.216	
1843	2.422	3.926	1866	1.770	2.553	
1844	2.231	3.492	1867	2.551	4.198	
1845	2.164	3.426	1868	2.166	3.335	
1846	2.409	3.835	1869	2.074	3.047	
1847*	2.580	4.283	1870	2.156	3.250	
1848	2.133	3.213	1871	2.169	3.428	
Period. Mittel	2.424	3.908	Period. Mittel	2.192	3.420	

Differenz der ersten Potenzen der Mittel = 0.232 Meter.

" " $\frac{3}{2}$ " " " = 0.488 "

Tabelle 2.

Zusammenstellung der Regenvertheilung und der Jahresmittel von Pegel plus Constante vom Jahre 1849 bis 1871 und vom Jahre 1849 bis 1873; ausgedrückt in Procenten des Mittels der ganzen Beobachtungsreihe.

Jahr	Regenhöhe in % des Mittels der ganzen Beobachtungsreihe ausgedrückt	Mittelwerth für 5 Jahre	$\frac{3}{2}$ Potenz v. Pegel plus Constante in % des Mittels der ganzen Beobachtungsreihe ausgedrückt	Mittelwerth für 5 Jahre	Erste Potenzen v. Pegel plus Constante ausgedrückt in % des Mittels der Beobachtungsreihe	Mittelwerth für 5 Jahre
1849	98		115·3		112·0	
1850	110		133·6		123·8	
1851	113		134·5		123·0	
1852	78		114·9		108·3	
1853	94	98·6	110·5	121·8	106·0	114·6
1854	91		104·4		104·9	
1855	94		118·3		112·4	
1856	92		93·2		96·2	
1857	72		70·7		79·7	
1858	95	88·8	89·6	95·2	95·4	97·7
1859	102		98·1		99·5	
1860	95		107·8		105·9	
1861	89		96·4		97·0	
1862	107		92·4		94·8	
1863	96	98	77·2	94·4	84·9	96·4
1864	108		99·1		100·0	
1865	76		64·8		68·6	
1866	103		74·7		80·7	
1867	120		122·8		116·4	
1868	92	100·8	97·5	91·8	98·8	92·9
1869	103		89·1		94·6	
1870	108		95·0		98·4	
1871	95	100·6	100·2	94·8	99·0	97·3
1872	98					
1873	99					

Tabelle 3.

Anzahl der Hoch- und Niederwasserstände
in der Donau bei Wien (Pegel an der Taborbrücke) während der Beobachtungs-Periode 1826 bis 1872.
(Als Hochwasserstände werden solche angesehen, welche über, und als Niederwasserstände solche, welche unter dem arithmetisch
mittleren Wasserstände der ganzen Periode liegen.)
Mittlerer Perioden-Wasserstand = 2·308^m

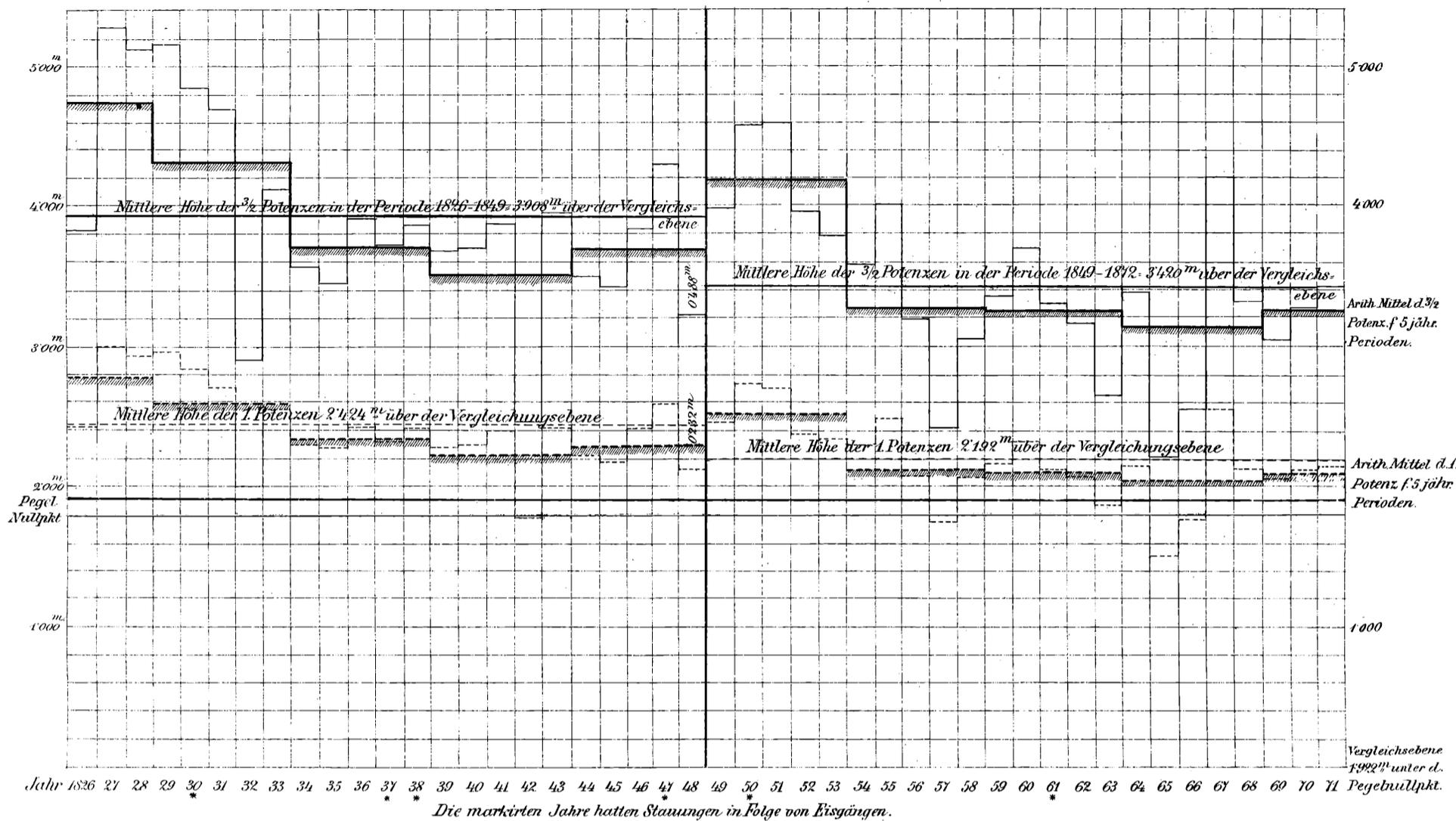
Im Jahre	Zahl der Beobachtungen	Anzahl der		Zahl der Hochwasserstände im Monate												Jahres-Mittel-Wasserstände	Regen-Höhe	Bemerkungen
		Hoch-	Nied.-	Jänner	Feber	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septemb.	October	Novemb.	Decemb.			
		Wasserstände																
1826	365	178	187	6	28	3	4	29	30	31	31	2	2	3	9	2·420		<p>*) Die Beobachtungen der restlichen Tage fehlen.</p> <p>Der mittlere Perioden-Wasserstand der ersten Periode beträgt 2·424 und der, der zweiten Periode beträgt 2·192.</p> <p>Die Jahres-Regenhöhe ist das Mittel aus den Beobachtungen aller Stationen im Donauthale bis Wien und ist in Procenten der Regenhöhe der ganzen Periode ausgedrückt. Die Regenhöhe der ersten Periode ist für den Vergleich mangelhaft. Kremsmünster ist während derselben die einzige Station gewesen, die bis 1829 zurück Aufschreibungen aufzuweisen hat. Wien beobachtete erst vom Jahre 1845. Vergleiche lassen sich überhaupt erst vom Jahre 1858 anfangen anstellen.</p> <p>Der monatliche Antheil der Regenhöhen, am Fusse der Tabelle verzeichnet, ist in Procenten der Jahreshöhe gegeben.</p>
27	"	291	74	13	10	31	30	31	30	31	31	29	1	23	31	2·998		
28	366	313	53	31	25	31	30	31	30	31	31	30	31	2	10	2·918		
29	365	317	48	8	28	20	30	30	30	31	31	30	31	30	18	2·946		
1830	357*)	285	72	31	26	25	30	31	30	31	31	30	17	3	0	2·837		
31	365	262	103	0	9	29	30	31	30	31	31	30	7	10	24	2·680		
32	366	102	264	10	0	0	0	0	15	27	31	8	0	5	6	2·004		
33	365	232	133	0	12	0	21	31	25	31	31	30	15	9	27	2·519		
34	"	166	199	31	13	1	9	31	27	31	18	1	4	0	0	2·281		
35	"	164	201	1	0	4	26	31	30	26	8	16	15	7	0	2·274		
36	366	219	147	25	16	25	30	17	30	25	13	5	0	2	31	2·427		
37	365	162	203	0	0	0	0	29	30	31	26	20	0	16	10	2·327		
38	"	202	163	21	14	31	18	31	30	24	17	12	0	4	0	2·408		
39	"	179	186	7	11	11	19	30	30	31	21	16	0	0	3	2·297		
1840	366	202	164	16	10	0	0	5	30	31	31	24	12	28	15	2·317		
41	365	201	164	31	28	31	6	10	19	28	14	24	7	0	3	2·402		
42	362*)	61	301	0	0	14	13	15	10	5	4	0	0	0	0	1·768		
43	364*)	177	187	12	11	1	6	25	30	31	31	2	24	0	4	2·422		
44	366	196	170	0	0	18	30	30	30	31	31	15	7	4	0	2·231		
45	365	178	187	0	0	6	30	31	30	31	31	3	14	0	2	2·164		
46	"	218	147	28	23	21	30	26	30	29	19	12	0	0	0	2·409		
47	"	244	121	14	24	4	30	31	30	31	25	30	18	7	0	2·580		
48	366	112	254	4	14	7	7	4	16	29	27	2	2	0	0	2·133		
Mittel der I. Periode		202·7	162·1	12·6	13·1	13·6	18·7	24·3	27·0	28·6	24·5	16·1	9·0	6·6	8·4			
1849	365	187	178	25	8	5	29	31	30	16	25	8	1	0	9	2·456	98	
1850	"	265	100	3	28	18	24	31	30	31	30	4	28	30	8	2·714	110	
51	"	249	116	7	0	11	30	31	30	31	31	30	24	13	11	2·697	113	
52	366	214	152	12	23	0	18	26	30	28	31	25	15	6	0	2·375	78	
53	365	164	201	0	0	0	27	31	30	31	31	14	0	0	0	2·322	94	
54	"	193	112	3	13	9	26	26	30	31	31	3	0	0	23	2·299	91	
55	"	223	142	11	8	24	30	31	30	31	31	22	0	0	5	2·463	94	
56	366	135	231	7	14	0	0	2	29	31	22	15	1	5	9	2·108	92	
57	365	73	292	0	0	5	11	17	26	9	5	0	0	0	0	1·751	72	
58	"	128	237	0	0	10	21	9	25	14	31	18	0	5	0	2·091	95	
59	"	176	189	0	0	20	29	31	30	16	18	22	0	6	4	2·183	102	
1860	366	208	158	12	0	3	24	28	30	31	28	30	22	0	0	2·322	95	
61	365	142	223	28	7	13	9	20	30	25	4	6	0	0	0	2·127	89	
62	"	138	227	5	15	0	7	28	30	25	21	7	0	0	0	2·077	107	
63	"	95	270	0	0	0	4	31	30	15	11	2	2	0	0	1·860	96	
64	366	166	200	5	10	1	7	30	27	31	29	25	1	0	0	2·180	108	
65	365	70	295	10	1	2	23	4	4	1	21	4	0	0	0	1·504	76	
66	"	79	286	0	0	0	4	6	6	19	29	5	0	0	10	1·770	108	
67	"	207	158	7	28	21	30	31	30	31	3	6	12	0	8	2·551	120	
68	366	143	223	0	7	17	23	31	30	18	10	0	0	0	7	2·166	92	
69	365	122	243	9	8	0	16	22	3	15	20	0	0	11	18	2·074	103	
1870	"	135	230	0	16	8	13	22	14	2	19	19	1	13	8	2·156	108	
71	"	158	207	11	22	5	8	31	30	31	20	0	0	0	0	2·169	95	
Mittel der II. Periode		159·6	205·7	6·7	9·0	7·5	18·0	23·9	25·4	22·3	21·8	11·3	4·7	3·9	5·2			
Mittel der ganzen Periode		181·2	183·9	9·7	11·1	10·6	18·3	24·1	26·2	25·5	23·1	13·7	6·8	5·3	6·8	2·308		
Regenhöhen in Percent. der Jahreshöhen				5·0	4·9	6·9	7·6	9·7	11·7	13·1	13·1	8·6	6·3	6·6	6·5			

Tabelle 4.

Arithmetisches Mittel	Anzahl der		Zahl der Hochwasserstände im Monate												Mittlere Wassertiefe	
	Hoch-	Nieder-	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.		
		Wasserstände														
der ganzen 46jährigen Periode	181,2	183,9	9,7	11,1	10,6	18,3	24,1	26,2	25,5	23,1	13,7	6,8	5,3	6,3	2,308	
In Procenten des arithmetischen Mittels der ganzen 46jährigen Periode ausgedrückt für die:																
I. Periode (1826 bis 1849) . .	112		130	118	128	100	100	103	112	106	117	132	122	123	105	
II. Periode (1849 bis 1872) . .	88		69	81	71	98	99	97	87	94	82	69	73	76	94	

GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER 1. UND 3/2 POTENZEN der Jahresmittel der Pegelstände in der Periode von 1826 bis 1872.

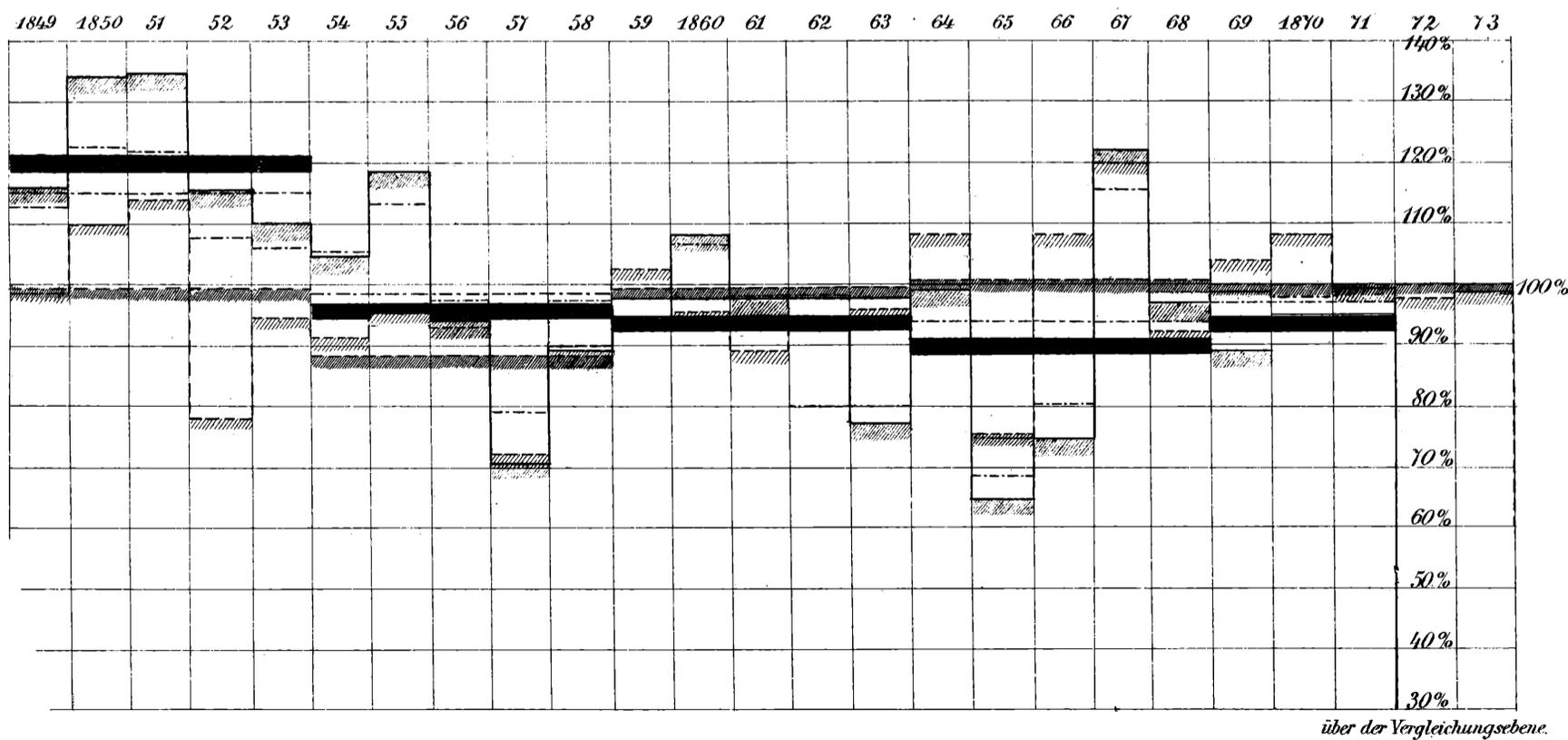
Fig. 1.



GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER REGENHÖHEN

sowie der 1. und 3/2 Potenzen der Pegelstände plus Constante (1922) und der 5 jährigen Mittel für die Zeit von 1849 bis 1872 ausgedrückt in Prozenten der Periodenmittel.

Fig. 2.



Die ersten Potenzen der Pegelstände und ihre Mittel sind durch strichpunktirte Linien

Die 3/2 Potenzen der Pegelstände und ihre Mittel sind durch blauen Ton

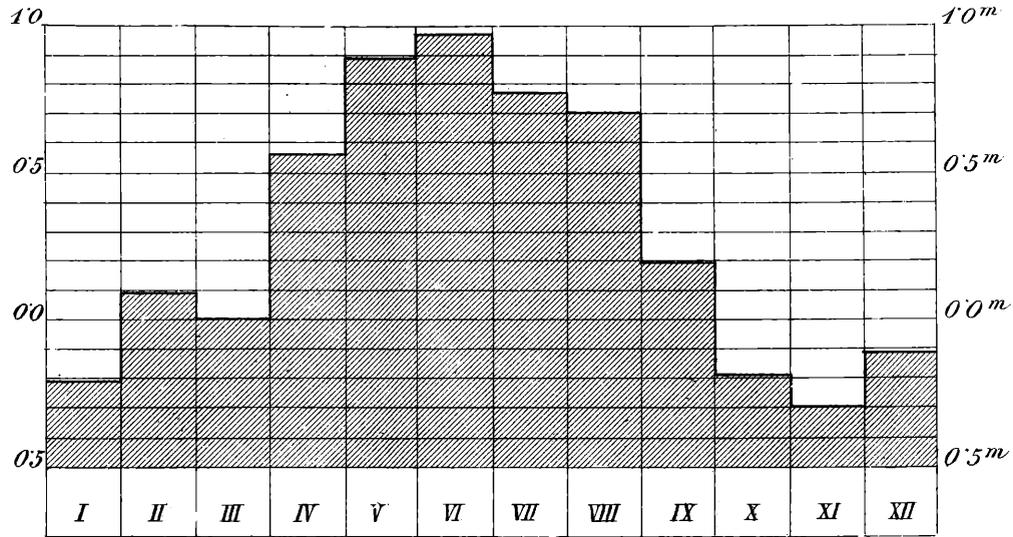
Die Regenhöhen und ihre Mittel sind durch Schraffurung markirt.

Die Regensummen der einzelnen Jahre sind in Procenten des Mittels der ganzen Regenbeobachtungsperiode

d. i. von 1849-1878 ausgedrückt.

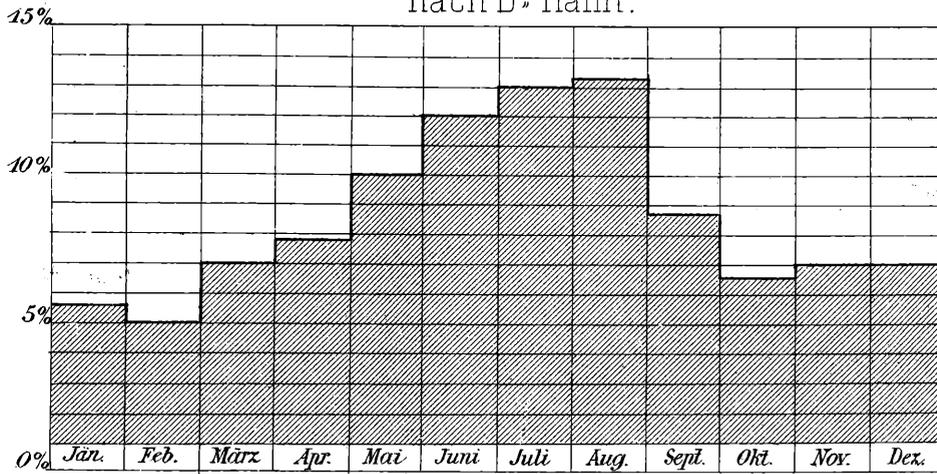
Mittelwerte berechnet aus den Monatswasserständen für die Periode 1849-1872 nach Wex.

Fig. 3



Jährliche Regenvertheilung in Prozenten aus der Periode 1849-1878.
nach D^r Hann.

Fig. 4



HOCH-NIEDER-U. MITTELWASSERSTÄNDE DER DONAU BEI WIEN
nebst der Regenvertheilung auf dem nördlichen Abhange der Alpen, in der gleichen Periode von 1849 bis 1878.

Fig. 5.

