

Das Hochwasser der Donau bei Wien im September 1890 nach einer Photographie von Lechner in Wien.

Die Donau.

Von

Dr. Albrecht Penck,

Professor der Geographie an der Universität Wien.

Vortrag, gehalten den 5. November 1890.

(Mit Demonstrationen.)

Mit zwei Tafeln und zwei Abbildungen im Texte.

Der Fluss, den das Lied als blaue Donau preist, ist ein Kind des Schwarzwaldes. Nicht weit vom mächtigen Rheinstrome, unfern der obersten Verästelungen des Neckarlaufes sammeln zwei kleine Gerinne, die Brigach und Brege, ihre Gewässer; am Ostfuße des tannendunklen Gebirges treffen sich beide und bilden verstärkt um einen mächtigen Quellstrang bei Donaueschingen die Donau. Diese sucht den Weg nach Osten; den schwäbischen Jura, welcher sich wallähnlich vor den östlichen Schwarzwald legt, durchbricht sie in engem, vielgewundenem Laufe, und bald hat sie unweit Mengen das nördliche Vorland der Alpen erreicht, dessen Nordsaum sie von nun an bezeichnet. Zwar schnürt sie manchen Vorsprung des schwäbisch-fränkischen Jura ab, und von Passau an verläuft sie eher im böhmischen Massive als an dessen Rand, aber nie entfernt sie sich weit von jener eigenthümlichen Landschaft am Nordfuße der Alpen, deren ich im vorigen Jahre näher gedachte,¹⁾ und während sie von Norden her nur kleine Zuflüsse erhält, nahen sich ihr von Süden die wasserreichen Ströme der Alpen. Die Iller, der Lech, die Isar, der um die Salzach verstärkte

Inn, die österreichische Traun, die Enns, sowie zahlreiche kleinere Gerinne der österreichischen Kalkalpen werden ihr nach und nach unterthan und drücken ihr selbst den Charakter eines Alpenflusses auf. Schon die Iller hat bei Ulm ihr das dunkle Schwarzwaldwasser lichter getönt, und je mehr sie grüne und blaue Gewässer aus den Alpen erhält, desto mehr rechtfertigt sich ihre Bezeichnung als blaue Donau. Freilich gilt diese nicht für alle Zeiten des Jahres. Denn wenn im Sommer der Schnee des Hochgebirges schmilzt und den Gletschern mächtige Wasseradern entfließen, dann ist das Wasser der Alpenflüsse selbst grau wegen der zahlreichen Schlammtheilchen, die es fortzuschleppen hat; grau und lehmfarben ist dann auch die Donau, und dies ist gerade dann der Fall, wenn sie am höchsten angeschwollen ist. Anders im Herbst. Klar sind dann die Alpenflüsse, blaugrünlich erscheint in Niederösterreich die Donau zwischen ihren rehentragenden Ufern.

Bis nach Wien lassen sich die Alpen als geschlossenes Gebirge verfolgen; der Leopoldsberg bezeichnet hier ihren nordöstlichsten Vorsprung. Bis oberhalb Wien auch, nämlich bis Greifenstein, muss die Donau als die Hauptstammader des nördlichen Alpenvorlandes gelten. Dann tritt sie in anders geartete Landschaften ein. Man wird sich dessen recht gewahr, wenn man auf der Höhe des Leopoldsberges eine Umschau hält. Nach Südwesten hin zieht sich der buchenbedeckte Wienerwald, ein Theil der Alpen,

und darüber sieht man da und dort einen Felsklotz des Kalkgebirges sich erheben. Westwärts erstreckt sich das Tullnerfeld, ein Schlüsselglied des Alpenvorlandes, überragt von den dunklen Höhen des Manhardsberges, welcher den Abfall des böhmischen Massivs darstellt. Nach Osten hingegen erstreckt sich ein weites ebenes Gefilde, vom Walde gemieden und von Feldern bedeckt. Die Donau durchmisst dasselbe. Ihr zur Linken erstreckt sich das weite Marchfeld, zur Rechten das wenig höher gelegene Wiener Becken. Inselgleich erhebt sich aus dieser baumlosen Ebene unweit des Alpenabfalles am Rosaliengebirge das Leithagebirge. Als zweite Insel steigt nördlich davon die Gruppe der Hainburger Berge auf, nur durch den tiefen Einschnitt des Donauthales von den Kleinen Karpathen getrennt, die ihrerseits, wie bekannt, den Weißen Karpathen angegliedert sind. So stellt eine Anzahl isolierter Erhebungen eine Verbindung zwischen Alpen und Karpathen her, und mitten durch diese Höhen zwingt sich die Donau; sie tritt in das Innere des großen alpinen Gebirgssystems. Genau genommen, erfolgt dies schon oberhalb Wien; wenn man den Blick vom Leopoldsberge gegen Norden schweifen lässt, sieht man jenseits der Donau den Bisamberg und weiter oberhalb, bei Stockerau, den Waschberg. Es sind dies von der Donau gleichsam abgeschnürte Theile des Wienerwaldes, welche dessen Fortsetzung nach Norden andeuten. In der That trifft man dann in Mähren östlich der Pollauer Berge und im Marsgebirge auf

Erhebungen, welche eine Brücke zwischen Wienerwald und Beskiden darstellen.

So sieht man denn bei Wien die Donau in den großen Gebirgsbogen des Alpensystems eintreten und eine demselben eingeschaltete Ebene, das Wiener Becken, durchmessen. Man verfolgt sie bis zu ihrem Austritte aus dieser Ebene, die durch das Leithagebirge und die Hainburger Berge hergestellte zweite Verbindung zwischen Alpen und Karpathen durchquerend. Unterhalb dieses Durchbruches erreicht sie abermals eine Ebene, die oberungarische Tiefebene, welche gleich dem Wiener Becken zwischen zwei Verbindungen der Alpen und Karpathen gelagert ist. Gegen Nordwesten vom Leithagebirge und Kleinen Karpathen begrenzt, erstreckt sich südöstlich dieser Ebene die Gebirgsreihe des Bakonyerwaldes, des Vertes-, Pilis- und Neograder Gebirges. Die Donau durchbricht zwischen den beiden letztgenannten Erhebungen auch diese dritte Verbindung von Alpen und Karpathen und betritt von neuem eine Ebene, die große niederungarische, welche auch wohl als pannonisches Tiefland bezeichnet wird. Von Budapest abwärts hat der Strom durch viele hundert Kilometer nur niedrige Ufer, nur vorübergehend erheben sich dieselben unweit der Fruška gora wieder zu größeren Höhen, bis dann bei Moldava sich ein neuer Durchbruch öffnet. Quer zum Flusse lagert sich hier das Banater Gebirge, das durch die transsylvanischen Alpen im Norden mit den Karpathen, im Süden aber durch das Golubinsker

Gebirge mit dem Balkan verbunden ist. In großartigem Thale durchmisst die Donau diese Erhebung, um schließlich bei Turn-Severin den Gebirgsbogen des Alpensystems, in den sie oberhalb Wien eingetreten ist, wieder zu verlassen.

Auf ihrem Wege quer durch das Alpensystem hindurch verliert die Donau mehr und mehr ihren Charakter als Alpenfluss. Zwar erhält sie in der Leitha und Raab, in der Drau und Save noch Zuflüsse aus den Alpen, aber bereits die Save führt ihr eine namhafte Summe von Gewässern der Balkanhalbinsel zu, und in letzterer selbst wurzelt die Morava. Vor allem jedoch nahen sich ihr vom Norden her, aus welcher Richtung sie im Alpenvorlande kaum einen beträchtlicheren Zufluss empfing, sehr bedeutende Gewässer. Gerade dort, wo sie das Wiener Becken verlässt, mündet in sie die March, welche zwischen dem böhmischen Massiv und den Karpathen sich verästelt; in der oberungarischen Ebene nahen sich ihr, aus dem oberungarischen Berglande kommend, Waag, Gran und Eipel; in der niederungarischen Ebene endlich Theiß und Temes, welche ihr gewaltige Wassermassen aus den östlichen Karpathen und aus Siebenbürgen zuführen. Hat auf dem Alpenvorlande die Donau die Farbe und die Wasserstandsverhältnisse eines Alpenstromes angenommen, so dass sie hier im Juni ihren höchsten Wasserstand erreicht, so bleibt schon in Pest der Junihochstand nur wenig hinter dem des Mai zurück, und bei Orsova, kurz bevor sie das Banater Gebirge

verlässt, ist der Junihochstand verschwunden; im Mai schwillt hier der Fluss wieder am höchsten an, daneben aber macht sich ein sehr hoher Wasserstand schon im April geltend, genau so wie beim Verlassen des Schwarzwaldes und im schwäbischen Jura; auch der tiefste Stand fällt wieder in den Herbst anstatt wie bei den Alpenflüssen in den Winter.²⁾ Freilich hat sich schon oberhalb Wien der tiefste Wasserstand im November eingestellt, allein dieser Monat ist darum nicht, wie der October im Banater Durchbruche, der wasserärmste, sondern dies ist und bleibt bis Pest der Januar, in welchem häufige Eisstauungen den Wasserstand merklich heben.

Der Charakter als Ebenenfluss verstärkt sich bei der Donau auf ihrem Laufe vom Eisernen Thore bis zum Meere. Sie befindet sich nun wieder außerhalb des Alpensystems und sammelt die Wasser des Balkans und der transsylvanischen Alpen, sogar streckenweise selbst Flüsse, welche hinter jenen Gebirgen entspringen und dieselben durchbrechen. Dies gilt von der Isker, welche den Balkan quert, vom Schyl und von der Alt, welche in Siebenbürgen wurzeln. Schließlich, kurz bevor sie sich im Delta in drei Arme zertheilt und dabei ihren Namen verliert, empfängt die Donau noch im Sereth und Pruth zwei mächtige Ströme aus den östlichen Karpathen. Ihr Unterlauf gleicht daher dem Oberlaufe. Er erstreckt sich außerhalb des Alpensystems, und zwar in einem Gebirgsvorlande. Asymmetrisch ist hier wie da sein Gebiet entwickelt, während

es aber am Oberlaufe sich hauptsächlich zur Rechten des Stromes erstreckt, ist es am Unterlaufe zu drei Viertel bis vier Fünftel links desselben gelegen.

Wie so häufig Flüsse es thun, schlägt die Donau keineswegs überall den Weg ein, den man nach den allgemeinen Zügen der Bodengestaltung als den natürlichsten bezeichnen möchte. Ihr Durchbruch durch den schwäbischen Jura erscheint unnöthig, da oberhalb desselben eine am Ostfuße des Schwarzwaldes sich entlang ziehende Senke ihr einen bequemen Ausweg direct zum Rhein oder zum Neckar zu bieten scheint. Die mancherlei Durchbrüche, welche ihren Lauf auf dem Alpenvorlande begleiten, erscheinen unnöthig, da sich unweit von ihnen in der Regel breite Einsenkungen erstrecken; neben dem ziemlich engen Durchbruch oberhalb Pressburg befindet sich die weit breitere Lücke zwischen den Hainburger Bergen und dem Leithagebirge, und anstatt des malerischen Durchbruches, dem die Donau zwischen Gran und Pest folgt, um von der oberungarischen Ebene in die niederungarische zu gelangen, bietet sich ihr weiter im Westen die breite Lücke zwischen Bakonyerwald und Alpen, in welcher beide Ebenen mit einander verwachsen. Selbst neben dem schmalen Pfade durch das Eiserne Thor existiert eine bequemer erscheinende Furche, nämlich diejenige, welche das Banater Gebirge von den transsylvanischen Alpen scheidet.

Alle diese Durchbrüche mahnen an Zeiten, in welchen die gegenwärtige Gestaltung des Landes noch

nicht vorhanden war. Der Juradurchbruch wird in jenen Zeiten angelegt worden sein, als sich über den Schwarzwald noch mächtige Juraschichten breiteten, eine seither verschwundene Abdachung herstellend, welche heute die Donau andeutet. Die Durchbrüche längs des Alpenvorlandes werden verständlich, wenn man sich die Schichten des letzteren noch nicht in dem Maße entfernt denkt wie heute, als zwischen Alpen einerseits und Jura und böhmischem Massiv andererseits das Land noch höher lag als gegenwärtig. Die Linie der tiefsten Einsenkung jenes Landes ist durch die Donau festgehalten worden. Indem endlich die Donau die Gebirge durchbricht, welche sich zwischen Alpen und Karpathen, zwischen diese und den Balkan einschalten, deutet sie an, dass ihr Lauf eine uralte Entwässerungsfurche ist, welche die Erhebung jener Gebirge und die Einsenkung des Landes in den dazwischen befindlichen Ebenen überstand.³⁾

Im großen und ganzen folgt der Lauf der Donau einer Reihe von Meeresstraßen und Binnenmeeren, welche sich in der jüngeren Tertiärperiode quer durch Südosteuropa erstreckten. Seine Anlage führt sich daher auf jene Zeiten zurück; als die Meere sich zurückzogen, folgte ihnen die Donau. Der Strom ist daher von sehr hohem Alter. Davon zeugt auch seine Fauna. Die Fische, welche sich in ihm tummeln, haben ihre Verwandten im Kaspisee, und sie nahmen von seinen Gewässern Besitz, als das Schwarze Meer noch nicht

mit dem Mittelmeere verbunden war und einen zweiten Kaspisee darstellte.⁴⁾

Mahnen die zahlreichen Durchbrüche der Donau an längst verschwundene geographische Zustände, so bezeugt ihr Lauf durch die einzelnen Strombecken die nie ruhende und nie rastende Arbeit des Flusses. Sie strömt nicht geradlinig von einem Durchbruche zum andern, sondern stets bogenförmig gekrümmt. Ihr Lauf erscheint an den Durchbrüchen, wie sich E. Suess⁵⁾ ausdrückte, aufgehängt und hängt dazwischen guirlandenförmig herab. Alle diese Bögen des Stromes richten sich nach dessen rechtem Ufer, welche überdies fast ausnahmslos steiler sind als die linken. Dies sieht man unterhalb Wien, unterhalb Pest, unterhalb des Banater Durchbruches, wo man regelmäßig ein sehr flaches, sumpfiges Ufer in Rumänien hat, gegenüber welchem das rechte bulgarische steil aufstrebt. Bis zur Mündung hält diese Regel an. Zur Rechten hat hier die Donau unterhalb Tschernawoda die steil abfallende Dobrudscha, während sich links von ihr das Überschwemmungsgebiet erstreckt. Unverkennbar drängt eine Kraft den Fluss allenthalben nach rechts; es ist dies dieselbe Kraft, welche den Wind auf der nördlichen Halbkugel nach rechts ablenkt, nämlich ein Theil der infolge der Achsendrehung der Erde sich entwickelnden Fliehkraft. Dieselbe bewirkt auch, dass dort, wo der Fluss sich schlängelt, die rechten Prallstellen tiefer als die linken sind.

Außerhalb des alpinen Systems entspringend, nähert sich die Donau demselben, durchbricht dasselbe und tritt wieder aus demselben heraus, ohne sich wesentlich vom Vorlande zu entfernen. So erscheint die Donau als ein Hauptfluss des alpinen Europa und ihr etwa 2900 *km* langer Lauf⁶⁾ wird durch das Alpensystem in drei fast gleich große Abschnitte zerlegt: im oberen und unteren ist sie Vorlandsfluss, im mittleren ein Gebirgsbeckenfluss.

Der elfte Theil des europäischen Festlandes, eine Fläche von 816.947 *km*², also fast so groß wie das Gebiet des Deutschen Reiches und Österreichs (ohne Ungarn), wird durch die Donau entwässert. Dieses Land vertheilt sich aber nicht gleichmäßig auf die drei ziemlich genau gleich großen Abschnitte, welche der Donaulauf erkennen lässt. Der oberen Donau, jener des Alpenvorlandes, fällt nur ein Achtel des ganzen Gebietes zu, und diese Fläche erstreckt sich, wie erwähnt, vorzugsweise auf ihrem rechten Ufer; der mittleren, innerhalb des alpinen Systems fließenden Donau fallen fünf Achtel des Stromgebietes zu. Diese Ländereien sind genau zu gleichen Theilen beiderseits des Stromes gelegen; der unteren Donau endlich ist ein Viertel⁷⁾ des Gebietes tributär, und da dies Areal sich vornehmlich am linken Ufer befindet, so hält der Strom im ganzen genommen die Mitte seiner Sammelfläche ein. Drei Zehntel von Württemberg, fast zwei Drittel von Bayern, 43 $\frac{0}{100}$ von Österreich, beinahe ganz Ungarn, der größere Theil von Bosnien und der

Herzegowina, ganz Serbien, fast ganz Bulgarien, ganz Rumänien mit alleiniger Ausnahme einiger Partien der Dobrudscha fallen in das Bereich der Donau, und außerdem entwässert dieselbe Theile von Baden, Preußen (Hohenzollern), der Schweiz, der Türkei und von Russland. Nur ein Fluss Europas übertrifft mit seinem Gebiete das der Donau, nämlich die Wolga, welche eine sechzehnmal größere Fläche entwässert, dabei aber kaum mehr als ein Viertel länger ist.⁸⁾ Die Fläche, welche der Wasserspiegel der Donau selbst einnimmt, beläuft sich, von allen Armen abgesehen, auf 1709 km^2 ,⁹⁾ das ist mehr als die Fläche von ganz Sachsen-Altenburg.

Die großartige Entwicklung von Gebiet und Länge der Donau ist nicht von einem vollkommen entsprechenden Gefälle begleitet. Von der Bregequelle an fällt der Fluss auf seinem 2900 km langen Laufe nur um 1000 m , von ihrer eigentlichen Geburtsstätte, von Donaueschingen, auf einer nur um 48.5 km kürzeren Strecke, gar nur 678 m herab, und dabei hat er bereits bei seinem Eintritte in das Alpensystem sich auf 161 m , bei seinem Austritte aus demselben auf 36 m herabgesenkt. Dem Gefälle des ganzen Laufes von 0.345 ‰ steht ein solches von 0.93 ‰ der oberen, von 0.112 ‰ der mittleren und gar nur von 0.038 ‰ der unteren Donau gegenüber. Ganz andere Gefällsbeträge aber erhält man dann, wenn man die Nebenflüsse in Betracht zieht. Alle größeren Gewässer, welche der Donau zufließen, wurzeln hoch

im Gebirge. Der 2536 *m* hohe Negoi fällt in das Bereich der unteren Donau, welcher er in der Alt und im Ardschis seine Gewässer zusendet. Die hohe Tatra und der Großglockner liegen im Gebiete der mittleren Donau, und die obere Donau empfängt im Inn die Abflüsse der 4052 *m* hohen Bernina. In diesen Verhältnissen spiegelt sich deutlich der Umstand, dass die Donau ihre Quellen außerhalb des mächtigen Gebirgssystems besitzt, ein Umstand, welcher nicht selten zur Behauptung geführt hat, dass die obere Donau oberhalb Passau mit Unrecht ihren Namen trüge, der Inn sei der eigentliche Hauptquellfluss der Donau.

Diese Frage kann heute, nachdem durch die oberste Baubehörde in Bayern in geradezu musterhafter Weise die Stromverhältnisse der obersten Donau untersucht worden sind, beseitigt werden, denn heute kann man dank diesen Arbeiten ¹⁰⁾ Schritt für Schritt verfolgen, wie die Donau auf dem deutschen Alpenvorlande anwächst. Als nur etwa 30 *m* breiter Wasserfaden wandert die Donau durch den schwäbischen Jura, der ihr nur sehr wenige Zuflüsse sendet, ja streckenweise ihr sogar Wasser entzieht. Zwischen Immendingen und Möhringen stürzt sich ein Theil des Donauwassers in Klüfte des Kalkes, um nach 60 Stunden 11 *km* weiter südwärts als Aachquelle bei Stockach zum Vorschein zu kommen, welche Quelle in der Sekunde 3—4 *m*³ Wasser dem Rheine zuführt. ¹¹⁾ Das ist etwa ein Drittel der Wassermenge der Donau an der Verluststelle. Durch einige Abflüsse des Alpenvorlandes

gekräftigt, ist die Donau 50 *m* breit geworden und hat 65·5 *m*³ in der Secunde Wasser gewonnen, bis sie den ersten Alpenfluss, die 169 *km* lange Iller, aufnimmt. Diese führt ihr 80 *m*³ Wasser in der Secunde zu, also mehr, als sie selbst oberhalb der Mündung enthält, und steigert ihre Breite auf über 70 *m*. Dann nahen sich ihr der Lech mit 120 *m*³ und später die Isar mit 182 *m*³ in der Secunde. So wächst ihre Wassermenge an, bis sie bei Passau oberhalb der Innmündung 730 *m*³ in der Secunde, mehr als zehnmal so viel als oberhalb der Illermündung, beträgt, und mehr als die Hälfte dieser Wassermenge (382 *m*³) dankt sie ihren drei Alpenzufflüssen. Die Breite allerdings ist nicht in gleichem Maße gewachsen, sie beträgt im normalen Zustande nur 175 *m*. Jetzt, nachdem sie die Gewässer von schon einem Sechzehntel des gesammten Donaugebietes, also von einer Fläche von 50.390 *km*² gesammelt und einen Weg von 625 *km* zurückgelegt hat, trifft sie den Inn. Dieser ist zwar kürzer als sie, er hat nur 432 *km* durchlaufen, und er entwässert nur ein Gebiet, halb so groß als bislang der Donau unterthan war; aber dieses liegt in den regenreichen Alpen und trägt eine ausgedehnte Vergletscherung, die im Sommer seine Wasser schwellen macht, und so kommt er nahe Passau mit der Donau zusammen, gleich mächtig wie diese ausschauend, und wer am Zusammenflusse beider Ströme gestanden hat, wird nicht leicht wissen, welchem von beiden er den ersten Rang zuerkennen soll. Im Sommer scheint der

lichte Inn das dunklere Donauwasser zu verdrängen, im Winter waltet das Gegentheil ob; gespannt blickt man auf das Ergebnis der Messung, und diese lehrt, dass der Inn durchschnittlich $44 m^3$ Wasser in der Secunde weniger als die Donau, nämlich nur $686 m^3$, führt. Die Donau ist also der größere Fluss, der Herrscher eines größeren Gebietes und der wasserreichere von beiden; er verdient mit Recht den Namen, den er führt. Der Inn vermehrt allerdings sowohl seine Wassermasse als auch seine Breite sehr bedeutend. Letztere steigt unterhalb Passau auf über $200 m$ und sie hebt sich allmählich bis auf über $300 m$ in der Gegend von Wien. In welcher Weise jedoch dabei die Wassermenge der Donau wächst, lässt sich heute noch nicht sagen, da wir leider über die Abflussverhältnisse österreichischer Flüsse so gut wie gar nichts wissen. Traun und Enns dürften in der Secunde je etwa $100 m^3$ herbeiwälzen, so dass sich bei Wien die Wasserführung der Donau auf $1600 m^3$ in der Secunde gesteigert hat.¹²⁾ Diese Zahl habe ich aus den Pegelständen der Zeit vom 1. November 1879 bis 31. October 1884, also für dieselbe Periode, auf welche sich auch die bayerischen Angaben beziehen, mit Hilfe einer Tabelle berechnet, welche Oberbaurath Fänner entworfen hat, und welche für jeden Pegelstand angiebt, wie viel Wasser in der Secunde abfließt.¹³⁾ Von den erwähnten $1600 m^3$ fließen in der großen Donau 1400 , 200 entfallen auf den Donau canal, überdies aber sind etwa $50 m^3$ zur Entwässerung des Marchfeldes abgeführt worden, so

dass die der Donau bei Wien gebührende Wassermenge $1650 m^3$ in der Secunde ist. Das ist der Abfluss des ganzen Gebietes der oberen Donau, von dem letzteren rinnt also im Jahre eine $510 mm$ hohe Wasserschichte ab. Diese Schichte ist niedriger als die sich für das Gebiet für Inn und Donau bei Passau ergebende ($585 mm$); es ist aber auch der Niederschlag des Donaubegebietes zwischen Passau und Wien merklich geringer als oberhalb der genannten Stadt. Jedenfalls fließt in der Donau bei Wien mehr als die Hälfte des Regens, der über ihrem Einzugsgebiete gefallen ist, im Laufe des Jahres vorbei.

Natürlich ist die bei Wien vorbeifließende Wassermenge nicht von Tag zu Tag dieselbe. Das große Jännerhochwasser des Jahres 1883 wälzte durch die Reichsbrücke in der Secunde $7750 m^3$, nämlich im Donaubette $6100 m^3$, im Überschwemmungsgebiete $1700 m^3$, überdies flossen etwa $750 m^3$ durch den Donaucanal, so dass insgesamt in der Donau mehr als $8600 m^3$ Wasser in der Secunde dahineilten. Andererseits sank in der Zeit vom 1. November 1879 bis 31. October 1884 die Wasserführung auf 590, 1885 sogar einmal auf nur $400 m^3$ in der Secunde, also auf ein Einundzwanzigstel der großen Hochwassermenge von 1883. Der Juni hat entsprechend dem höchsten Pegelstande den größten Wasserreichthum, nämlich 1880 bis 1884 durchschnittlich $2290 m^3$ per Secunde, während in gleicher Zeit wegen des Hochwassers von 1883 nicht wie sonst der Jänner, sondern der April die geringste

durchschnittliche Wasserführung, nämlich nur 1330 m^3 perSecunde aufwies. Wie beim Rhein ist auch bei der Donau das hydrologische Sommerhalbjahr, nämlich die Zeit vom 1. Mai bis 1. October, die wasserreichere Periode. Von den 52 km^3 Wasser, welche 1879—1884 jährlich der Donau bei Wien zukamen, flossen $28\cdot6\text{ km}^3$ (55%) im Sommer- und der Rest von $23\cdot4\text{ km}^3$ im Winterhalbjahre. Wie alle Alpenströme hat die Donau gerade während der drei heißesten Monate Juni, Juli und August die reichste Wasserführung, auf sie kam in diesen drei Monaten durchschnittlich fast ein Drittel der ganzen jährlichen Wasserführung, nämlich $17\cdot1\text{ km}^3$, während die drei Monate Februar, März und April nur $10\cdot9\text{ km}^3$ zum Ergusse brachten. Diese Wasser theilen sich derart, dass bei normalem Wasserstande der Donau canal ein Siebentel des Donauwassers führt. Steigt der Fluss, so gibt er nur ein Neuntel an den Canal ab (bei $1\cdot675\text{ m}$ Pegelstand an der Reichsbrücke), und wird letzterer bei großem Hochwasser (5 m Pegelstand an der Reichsbrücke) durch das Sperrschiff geschlossen, welches den Wasserspiegel um 1 m herabdrückt,¹⁴⁾ so führt er nur ein Zehntel des Donauwassers, ein Viertel desselben fließt dann im Überschwemmungsbette.

Das Donauwasser ist nicht rein, seine trübe Farbe verräth namentlich zu Hochwasserzeiten, dass es voller schwebender schlammiger Bestandtheile ist. Dieselben erheben sich dann bis auf ein Gewicht von $0\cdot34\text{ gr}$ im Liter Wasser, während bei niedrigem Stande,

namentlich im Winter, die Klarheit des Wassers dessen Reinheit anzeigt, dann finden sich nur 0·01 *gr* fester Bestandtheile im Liter. Im Mittel betrug während des durch hohen Wasserstand ausgezeichneten Jahres 1878 die Schlammmenge 0·1 *gr* im Liter; da im genannten Jahre 2058 *m*³ in der Secunde bei Wien vorbeiflossen, so passierten damit in jeder Secunde 206 *kgr* Schlamm. Im Jahre ergibt dies eine Menge von 6·5 Millionen metrischer Tonnen. Diese enorme Quantität in der Donau bewegten Schlammes aber steht noch weit zurück hinter der Summe der gelösten Bestandtheile. Selbst im klarsten Donauwasser sind stets verschiedene mineralische Substanzen in beträchtlicher Menge aufgelöst, welche die Härte des Wassers bedingen, und zwar sind dieselben namentlich im Winter angereichert, dann findet man im Liter Wasser bis 0·27 *gr* gelöster Körper, größtentheils kohlen-sauren Kalk und kohlen-saure Magnesia, während umgekehrt im Sommer, wenn die Schlammbestandtheile sehr zahlreich werden, die gelösten sich auf 0·13 *gr* im Liter mindern. Dies deutet an, dass es im Winter namentlich Quellwässer sind, welche die Donau speisen, während im Sommer dies von den ablaufenden Regenwässern und Schmelzwässern der Gletscher besorgt wird. Steigt die Donau infolge von Regengüssen, so mehren sich die schlammigen Bestandtheile und mindern sich die gelösten, das Wasser wird trüber und weicher; sinkt der Flusspiegel, so wird das Wasser klarer und härter. Im Jahresmittel waren 1878 im Liter Donauwasser 0·17 *gr*

fester Bestandtheile gelöst, jede Secunde passierten damals bei Wien 450 *kgr* solcher Substanzen und im Jahre 11·2 Millionen metrischer Tonnen. 17·7 Millionen metrischer Tonnen fester Bestandtheile transportierte damals die Donau bei Wien und von dieser Last waren 17 Millionen metrischer Tonnen mineralischer Art.¹⁵⁾ Das Jahr 1878 war aber, wie erwähnt, durch besonders hohen Wasserstand ausgezeichnet. Für die Jahre 1879—1884 wird man die Summe der schwebenden Bestandtheile des Donauwassers auf 5·4 Millionen metrischer Tonnen, die gelösten auf 8·9 Millionen Tonnen veranschlagen können, so dass sich im Mittel eine Last von 14·3 Millionen Tonnen im Jahre ergibt. Dieses Gewicht stellt das Volumen von 5·7 Millionen Cubikmeter dar. Auf das Einzugsgebiet der Donau vertheilt, ergibt sich, dass von je einem Quadratkilometer des Donaugebietes oberhalb Wien 56 m^3 Gestein fortgeführt werden, d. h. es wird jährlich eine 0·056 *mm* dicke Schicht Landes abgetragen, denudiert. In 18·000 Jahren wird daher durch die in der Donau schwebenden oder gelösten Bestandtheile die Landoberfläche oberhalb Wien um 1 *m* erniedrigt.

Dieses Quantum bezeichnet aber keineswegs die gesammte Masse des von der oberen Donau transportierten Materiales. Enorme Kies- und Sandmengen werden in Gestalt der Sandbänke am Grunde des Flusses fortgeschoben, ohne dass man dessen sehr gewahr wird. Erst Stromaufnahmen stellen fest, dass diese Bänke wandern, und dass sie jährlich um ein

beträchtliches Stück abwärts rücken, so dass nach einer Anzahl Jahren eine Bank bis zum Orte der nächsten gelangt ist. Dieses Wandern der Kiesbänke ist seitens der Donauregulierungs-Commission mit großer Genauigkeit an der regulierten Donau verfolgt worden; fast alljährlich ist das Bett ausgelotet worden, und es haben sich ziemlich beträchtliche Veränderungen desselben herausgestellt. So war 1877 am rechten Donauufer an der Reichsbrücke eine tiefe Stelle, 1884 hatte sich dahin eine Kiesbank bewegt, welche vorher in der Nähe der Bäder gelegen war. Die Kiesbank, welche jetzt bei Normalwasser links unterhalb der Reichsbrücke trocken daliegt, bezeichnet eine Stelle, die vor 1877 5 *m* Tiefe hatte; diese Tiefe lag 1884 schon 900 *m* weiter abwärts. Und während 1877 sich vor den Landungsplätzen der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft eine Kiesbank erstreckte, fand sich 1884 hier eine tiefe Stelle, die erwähnte Kiesbank ist 1000 *m* weiter abwärts gerückt und befindet sich nun auf den Landeplätzen oberhalb der Stadlauer Brücke am Orte einer früheren Vertiefung. Durchschnittlich sind die Prallstellen und Kiesbänke in den sieben in Rede stehenden Jahren um 700—1000 *m* abwärts gerückt, und zwar ist dies fast ausschließlich in den wasserreichen Jahren 1878—1881 geschehen, während seither, bei niedrigerem Wasserstande, sich nur sehr unbedeutende Ortsveränderungen ergeben haben.

Wie beträchtliche Veränderungen das Flussbett von Jahr zu Jahr erfährt, erhellt übrigens auch aus

folgenden Angaben: Von 1876—1878 wurden aus dem regulierten Donaubette bei Wien $638.800 m^3$ Schotter fortgeschwemmt, während im nächsten Jahre $462.937 m^3$ und 1880 $338.322 m^3$ Schotter zur Ablagerung kamen. Bis 1884 wurden darauf wieder $344.495 m^3$ Gerölle aus dem Bette herausgeräumt. So überblickt man in acht Jahren einen Gerölltransport von $1,784.554 m^3$ in der Donau bei Wien, ohne dass sich dadurch das Bett namhaft veränderte, denn wurden aus demselben $983.295 m^3$ fortgeführt, so wurden $801.259 m^3$ eingeschwemmt. Allein diese Ziffern geben nur eine sehr unvollständige Vorstellung von der Geschiebebewegung am Grunde des Flusses, denn sie stellen immer nur den Unterschied von Geschiebezufuhr und Geschiebeabfuhr dar; die gesammte Bewegung dürfte sich auf $0.6—1.2$ Millionen Cubikmeter im Jahre schätzen lassen, je nachdem niederes oder hohes Wasser herrscht.¹⁶⁾ Darnach dürfte man die Zeit, welche nöthig ist, um das Gebiet der oberen Donau um $1 m$ abzutragen, auf 15.000 bis 16.000 Jahre schätzen.

Der $853.3 km$ messende Lauf der Donau von Donaueschingen bis Greifenstein zeigt eine Reihe von Durchbrüchen, zwischen welchen sich einzelne Strombecken oder Ebenen erstrecken. Die erste dieser Ebenen liegt unweit Mengen in Württemberg, die zweite ist durch die Lage von Ulm und Donauwörth ausgezeichnet, die dritte hat Ingolstadt in ihrer Mitte, die vierte erstreckt sich unterhalb Regensburg; auf die drei bayrischen Donauebeneu folgen drei in Österreich,

nämlich das Becken von Eferding oberhalb Linz, jenes von Ardagger unterhalb Linz und schließlich das Tullnerfeld. In allen diesen Ebenen ist das Gefälle der Donau größer als in den dazwischen befindlichen Durchbrüchen, dafür aber ist entsprechend einem von Dausse¹⁷⁾ aufgestellten hydrologischen Gesetze der Fluss in den Durchbrüchen tiefer. Nur ganz gelegentlich, beim Überschreiten besonders harter Gesteine, zeigen sich Riffe in der Donau, über welchen sich kleine Stromschnellen entwickeln. Hierher gehört vor allem der Strudel mit seinem Wirbel, welcher das Donaubett auf 30 *m* ausgetieft hat. Alle diese Verhältnisse weisen darauf hin, dass der Fluss sich in einem hydrologischen Gleichgewichte befindet. Durchbrüche und Stromebenen halten sich auf dieser Strecke fast die Wage; auf erstere entfallen 396·8 *km* der Flusslänge (47 0/0), auf die Stromebenen 456·5 *km* (53 0/0).

Ganz anders liegen die Verhältnisse an der mittleren Donau. Nur 207 *km* von deren Lauf, also 20 0/0, liegen in Durchbrüchen, der Rest gehört der Ebene an. Keiner der Durchbrüche zeigt mehr ein geringeres Gefälle als die abwärts folgenden Ebenen, ja in dem gewaltigen Durchbruche durch das Banater Gebirge wird das Gefälle nicht nur sechsmal größer als weiter oberhalb, sondern man trifft hier sogar auf echte Stromschnellen. Es ist das Flussgefälle der mittleren Donau kein ausgeglichenes. Dies offenbart sich sehr deutlich in einer raschen Gefällsänderung, welche man

hier mitten in der einen Ebene, nämlich der oberungarischen, begegnet. Von ihrem Eintritte in das Alpensystem bis nahezu an die Mündung der Waag fällt die Donau durchschnittlich 4 dm auf 1 km ; weiter abwärts mindert sich ihr Gefälle plötzlich derart, dass sie auf 1 km nur um 7 cm abwärts gelangt, und selbst diese geringe Gefällsgröße mindert sich allmählich noch auf 0.04 ‰ .¹⁸⁾ Dieses minimale Gefälle ist jedoch noch bedeutender als jenes der Theiß,¹⁹⁾ die sich auf ihrem 1206 km langen Wege durch das pannonische Tiefland nur um 42.8 m herabsenkt, also ein durchschnittliches Gefälle von 0.03 ‰ aufweist, das stellenweise aber 9 mm auf 1 km ausmacht. Auch die Drau und Save haben in Ungarn ein außerordentlich geringes Gefälle.²⁰⁾ Auf den ersten Blick möchte man auf Grund dieser Verhältnisse der Anschauung beipflichten, welche im gesammten ungarischen Tieflande ein altes Seebecken erblickt, das durch die ungarischen Flüsse allmählich eingeebnet ist und in welches die Donau bis Gyönyö oberhalb Komorn einen großen flachen Schuttkegel hineingebaut hat.

Unzweifelhaft ist nun in der That das pannonische Tiefland früher einmal während der jüngeren Tertiärperiode ein Meer und später ein See gewesen, aber erst in jüngster Zeit hat man die Zusammensetzung seines Bodens näher kennen gelernt. Es wurden im Alföld, um artesische Brunnen herzustellen, Bohrlöcher auf große Tiefen herabgebracht, so bei Szentes, so bei Hód-Mező-Vásárhely. Diese nun

aber zeigen, dass die Bildungen des früheren Meeres und des früheren tertiären Binnensees sehr tief unter der Ebene des Alföld gelegen sind. Bis 200 *m* Tiefe herab, bis 120 *m* unter das Meeresniveau, finden sich diluviale Schichten, bestehend aus denselben lehmigen und sandigen Bildungen, die heute noch von der Theiß und ihren Nebenflüssen angeschwemmt werden, mit Kohlenbröckchen und namentlich mit Resten von Landschnecken. ²¹⁾ Hieraus wird klar, dass die Einbnung des pannonischen Beckens den Flüssen allein zu danken ist, dass diese Schicht auf Schicht aufbauten. Diesen mächtigen fluviatilen Sedimenten steht nun die Thatsache gegenüber, dass heute die Donau bei ihrem Durchbruche durch das Banater Gebirge an mehreren Stellen Felsenriffe bloßlegt, die sie noch nicht zu durchschneiden vermochte. Das oberste dieser Riffe, jenes der Schnellen von Stenka, erhebt sich auf 57·5 *m* Meereshöhe. Es liegt also das heutige Donaubett im Banater Gebirge rund 180 *m* höher als die Sohle der alten Flussanschwemmungen im Alföld. Dies Verhältnis weist bestimmt darauf hin, dass, seitdem die Flüsse an der Zuschüttung des pannonischen Beckens arbeiten, die Erdkruste Bewegungen erlitten hat, durch welche große Flächen des Gebietes der mittleren Donau unter das Niveau des Bereiches der Donau im Banater Gebirge und der Wallachei gesenkt worden ist. Es ist das pannonische Becken ein großartiges Senkungsfeld, dessen Einsenkung so rasch erfolgte, dass die Flüsse durch ihre Sedimente gerade noch das

entstehende Loch der Erdoberfläche auszugleichen vermochten, und dessen Einbruch heute höchst wahrscheinlich noch fort dauert. Hierdurch ist der Donau und ihren Nebenflüssen ihr Verhalten im pannonischen Becken auf das bestimmteste vorgeschrieben: sie haben die durch den Einbruch entstehende Einsenkung zu verschütten; ²²⁾ sie können ihr Bett nicht vertiefen, sondern müssen dasselbe verschieben, ihre Hochwasser können sich über ihre niedrigen Ufer meilenweit verbreiten. Der natürliche Zustand der Donau und ihrer größeren Nebenflüsse im pannonischen Becken ist der großartiger Verwilderung.

In der That wird derselbe allenthalben angetroffen. Gleich beim Eintritte in die oberungarische Tiefebene theilt sich die Donau, einen Arm sendet sie zur Waag, einen andern zur Raab, so dass die beiden großen Schüttinseln entstehen. Ein zweitesmal gabelt sich die Donau schon in ihrem Durchbruche zwischen der ober- und niederungarischen Tiefebene, die St. Andräinsel bildend. Eine dritte Gabelung fand unterhalb Pest statt, doch ist nunmehr der eine der beiden Arme, der östliche, durch Schleusen abgesperrt und so die lange Csepelinsel landfest gemacht worden. Eine vierte große Insel ist die von Mohacs; ferner zeigt der Franzenscanal einen ehemaligen Donauarm an, durch welchen die Bácska umflossen wurde. Eine weitere Insel kommt oberhalb Pancsova dadurch zustande, dass die Donau einen Arm, den Dunavac, zur Temes sendet, und bevor sie in das Banater Gebirge

tritt, umschlingt sie die Inseln Ostrovo, Kisiljevo und Moldava. Weit vom Strome entfernt begegnet man ferner allenthalben Uferrändern, und in seiner Nachbarschaft, sowie vor allem an der Theiß und Save trifft man auf halbmondförmig gekrümmte todte Arme. Wievohl die gewöhnliche Breite des Donaubettes in Ungarn sich von 300 *m* auf über 800 *m* im Mittel steigert, so finden die Hochwässer darin nicht Platz, sondern verbreiten sich viele Kilometer weit vom Strome, und in der oberungarischen Ebene könnte die Donau bei Hochfluten stellenweise 73 *km* breit werden. Große Sümpfe, zu Zeiten des Hochwassers als Seen erscheinend, liegen längs aller größeren Flüsse Ungarns. Es wird deren Überschwemmungsgebiet auf 30.000 *km*² geschätzt. ²³⁾

Diese große Fläche, welche fast ein Zehntel der des ungarischen Staates ausmacht, wird nun vom besten Ackerboden gebildet, und begreiflich ist, dass dieselbe zur Nutzung herangezogen wurde. Es sind längs der Donau und ihrer Nebenflüsse bis 1887 948 *km* Deiche gezogen worden und dadurch sind 5969 *km*² Land urbar gemacht worden; an der Theiß ferner hat man durch Errichtung von 3420 *km* Dämme eine Fläche von 16.928 *km*² gesichert. Ein Areal von 21.898 *km*² ist nunmehr durch 4368 *km* lange Deichbauten den Überschwemmungen des Stromes entrissen, ²⁴⁾ das ist eine Fläche von der Größe des Königreiches Sachsen.

Ein solch großer Gewinn fruchtbaren Landes wird natürlich nicht leicht erkaufte. Das gewonnene

Land ist den Flüssen entrissen und muss vor denselben geschützt werden. Diese selbst aber sind in ihrer natürlichen Entwicklung gestört. Ihr Hochwasser, das sich sonst über weite Flächen verbreitete, wird eingeengt, und es ersetzt durch Höhe, was ihm an Verbreitungsgebiet geraubt ist. Mächtig schwellen die Hochwässer namentlich der Theiß an, seitdem der Fluss reguliert worden ist, und von Jahr zu Jahr steigen sie höher. Das gewaltige Hochwasser des Jahres 1830 wurde in Tokaj um 1.62 m , in Szolnok um 1.34 m , in Csongrád um 2.35 m durch das sonst nicht sehr bedeutende des Jahres 1880 übertroffen, und in Szegedin sind seit 1845 die Hochwässer constant höher geworden, in 43 Jahren um 2.07 m .²⁵⁾ Jeder Dambruch wird daher äußerst verhängnisvoll. In frischer Erinnerung ist noch die furchtbare Katastrophe, welche Szegedin 1879 heimsuchte; 1869 überflutete die Theiß 890 km^2 Äcker. Die Überschwemmungsgefahr steigert sich aber nicht bloß, je mehr das Überschwemmungsgebiet durch Deiche eingeengt wird, sondern auch dadurch, dass die Flüsse, welche früher bei Hochwasser ihre Sinkstoffe weit verbreiten konnten, diese nunmehr in ihrem Bette und Überschwemmungsgebiet ablagern. Dadurch erhöhen sie ihren Lauf. Dies ist an der Theiß in der Gegend von Szegedin bereits zu constatieren,²⁵⁾ während weiter oberhalb gleiches noch nicht sichersteht. So wird das ohnehin minimale Gefälle der Theiß noch gemindert, und die Betterhöhung bei Szegedin bedeutet nicht nur eine

Gefährdung der unmittelbar angrenzenden Ufer, sondern auch aller oberhalb gelegenen Orte. Unter solchen Verhältnissen kann nicht Wunder nehmen, wenn seit einem Jahrzehnte die Überschwemmungsgefahr in Ungarn den Gegenstand anhaltender Erörterung bildet, und wenn die mannigfaltigsten Vorschläge zur Rettung Ungarns vor Überschwemmungen gemacht worden sind. ²⁶⁾

Für die Entwicklung der Überschwemmungen in Ungarn kommt nicht bloß die Einengung der natürlichen Inundationsgebiete in Betracht, sondern namentlich auch der große Durchbruch der Donau durch das Banater Gebirge, denn auf diese Öffnung ist die Entwässerung von ganz Ungarn angewiesen, und verschließt man sie, so wird ein gewaltiger See entstehen, der das ganze ungarische Tiefland, das Wiener Becken und die Marchebene überflutet, um in der merkwürdigen Pforte von Weißkirchen, zwischen Karpathen und Sudeten nach Norden hin überzulaufen. Der Durchbruch ist noch nicht ausgeglichen, das Gefälle der Donau ist hier ein äußerst unregelmäßiges, mehrfach stürzt der Fluss über Felsriffe, mehrfach wird sein Bett auf eine äußerst geringe Breite eingengt. Kaum 20 *km* weit in das Banater Gebirge eingedrungen, passiert die Donau ein Felsenriff namens Stenka, über welches bei niederem Wasser nur kleinere Schiffe gelangen können; weitere 17 *km* unterhalb werden die Riffe von Kozla erreicht, denen unmittelbar die von Dojke folgen. Nach weiteren 8 *km* kommen die Riffe

von Izlás, denen sich unmittelbar die von Tachtalia anschließen. Auf der nur 11 *km* messenden Strecke Kozla—Tachtalia senkt sich der Fluss um 4·2 *m*, während er weiter oberhalb, um eine solche Fallhöhe zu erreichen, eine 100 *km* lange Strecke durchlaufen muss. Überdies tritt unterhalb der Tachtaliaschnelle, über welche bei gewöhnlichem Stande die Wässer mit 3·5 *m* Geschwindigkeit dahineilen, der Grebenfels an die Donau und engt deren Bett bei Niederwasser auf 132 *m* Breite ein, während das Hochwasser einen 378 *m* breiten Ausweg findet. Die Tiefe steigert sich hier auf 23 *m*. Diese Aufeinanderfolge von Schnellen und Engen zwischen Kozla und dem Greben nennen die Serben Gornja Klissura, die obere Schlucht. Nunmehr erweitert sich das Bett des Stromes seeartig, bis sich dann 65 *km* vom Eingange des Durchbruches eine neue Schwelle, die des Jutz einstellt, über welche die Donau um 1·8 *m* herabrauscht. Weiter abwärts rücken die Ufer wieder aneinander, um die untere Schlucht, die Dolnja Klissura, zu bilden, die auch kurzweg Kasan, Brantweinkessel, genannt wird. Es ist dies eine 9 *km* lange Enge, in welcher der Fluss auf 151 *m* Breite zusammengesprengt wird. Zwar ersetzt er den Ausfall an Breite durch eine außergewöhnliche Tiefe, welche bei niedrigstem Wasser 53 *m* ausmacht, so dass der Flussgrund hier 9 *m* unter dem Meeresspiegel liegt. Vermöge dieser an Flüssen selten wiederkehrenden Tiefe gewinnt die Donau im Kasan ein Durchflussprofil von circa 4000 *m*², das bei niedrigem Wasserstande dem von

Orsova ($3466 m^2$) entspricht; während aber letzteres bei Hochwasser sich zu verdoppeln vermag, ist das des Kasan vermöge der Steilheit seiner Gehänge bei höchstem Wasser nur um ein Viertel größer als bei niedrigstem. Die Folge davon ist, dass sich bei anschwellendem Wasser im Kasan eine sehr bedeutende Stromgeschwindigkeit entwickelt, aber diese reicht nicht aus, um allen heranströmenden Wassern Durchlass zu ermöglichen; diese werden zurückgestaut, während andererseits sich unterhalb des Kasan, gegen Orsova hin, das Gefälle der Donau vervierfacht. Schließlich beim Verlassen des Banater Gebirges hat der Strom noch das empfindlichste Hindernis der Schifffahrt zu überwinden, nämlich das Eiserne Thor. Es ist dies ein Felsenwehr, das sein Bett durchsetzt; bei hohem Wasser fließt er verhältnismäßig ruhig über dasselbe hinweg, auf $2500 m$ sich um $3.3 m$ senkend; ist aber niedriges Wasser, so tauchen die Kuppen des Riffes aus demselben auf, und es schießt der Strom in einzelnen Furchen mit $4 m$ Geschwindigkeit dahin, auf der ganzen Strecke um $5.2 m$ fallend. Nach Überwindung dieses Riffes hat das Wasser zwei tiefe Kolke, den einen $49 m$, den anderen $51 m$ tief, eingerissen und hier, $955 km$ von seiner Mündung entfernt, sein Bett zweimal unter das Meeresniveau, 14 und $16 m$, tief eingeschnitten.²⁷⁾

Die Felsenriffe im Banater Durchbruche bilden bei Niederwasser, die Einengung des Stromes und die dadurch bewirkte Steigerung der Stromgeschwindigkeit

bei Hochwasser Hindernisse der Schifffahrt, insgesamt aber bezeichnen sie eine Erschwerung des Donauabflusses aus dem pannonischen Becken. Die Enge des Kasan wehrt den Hochwässern den raschen Durchzug. Ganz regelmäßig dauert das Hochwasser oberhalb von ihr länger als unterhalb. Die einzelnen Felsenriffe aber hindern, dass die Flüsse des ungarischen Beckens ihre Betten vertiefen. Dennoch aber bezeichnet die unregelmäßige Gefällsentwicklung des Banater Durchbruches eine ganz außerordentliche Begünstigung Ungarns gegenüber anderen von Überschwemmungsgefahr bedrohten Ländern. Die Donau hat hier an der Grenze ihres mittleren und unteren Laufes ein Gefälle, das mehr als doppelt so groß ist als das der gesamten Strecke, die sie innerhalb des Alpensystems zurücklegt. Der Fall ist denkbar, dass man ihre Schwellen beseitigt und ihr Bett erweitert. Man würde dadurch ein Gefälle von nahezu 20 m gewinnen können, und dies würde genügen, um alle die großen Flüsse Ungarns zu veranlassen, ihre Betten bis 20 m unter ihr heutiges Niveau zu vertiefen. Jede Hochwassergefahr wäre dann beseitigt. Indem wir so mit Stefanović von Vilo vo und Lanfranconi in einer Regulierung des Banater Durchbruches die Möglichkeit erblicken, Ungarn definitiv vor Überschwemmungen zu sichern, wissen wir wohl, dass die Durchführung dieser Möglichkeit ungeheure Opfer erheischen würde, denen allerdings der gesicherte Gewinn einer riesigen, 10.000 km² messenden Fläche guten Bodens

gegenüberstehen würde. Ob aber dieser gute Boden als Ackerland nutzbar gemacht werden könnte, ist die Frage, denn die rings von Gebirgen umwallten ungarischen Ebenen sind von Natur aus trocken und bedürfen dort, wo sie nicht von Flüssen benetzt werden, künstlicher Bewässerung. Eine vorsichtige Beseitigung einzelner Schwellen, namentlich der obersten von Stenka, Kozla und Dojke, wird aber nicht bloß der Schiffahrt große Vortheile bringen, sondern namentlich auch eine nicht allzu große und daher sehr vortheilhafte Vertiefung der großen Ströme Unterungarns zur Folge haben.

Die Trockenheit des Klimas in Ungarn spiegelt sich auch in den Wachsthumverhältnissen der Donau. Diese nimmt zwischen Greifenstein und dem Eisernen Thore bei weitem nicht in dem Maße an Wasser zu wie auf ihrem Pfade durch das Alpenvorland. Allerdings lässt sich dies heute nur schätzungsweise aussprechen, da über die Wasserführung der mittleren Donau keine genaueren Messungen ausgeführt worden sind. Nach den älteren Bestimmungen von Paul Vásárhely²⁸⁾ ergibt sich für den mittleren Wasserstand, den die Donau bei Pest 1851—1874 innehatte (2·22 m), eine Wasserführung von 2080 m³ per Secunde und für den mittleren Wasserstand 1880—1884 (2·59 m) eine solche von 2370 m³ in der Secunde, entsprechend 74·7 km³ im Jahre und einer Wasserschicht von 0·4 über dem gesammten, 182.200 km² messenden²⁹⁾ Einzugsgebiete der Donau oberhalb Pest.

Diese Wassermasse ist relativ reicher an Schlamm als die Donau bei Wien.³⁰⁾ Es ergab sich als Mittel von 676 Bestimmungen ein Schlammgehalt von 0·1435 *gr* im Liter, und es zeigte sich zugleich, dass die Donau auf dem Pester Ufer trüber ist als in der Mitte und hier schlammreicher als auf der Ofner Seite ist. Die entsprechenden Zahlen sind 0·1721 *gr*, 0·1660 *gr* und 0·1299 *gr* im Liter. Da der mittlere Wasserstand, bei welchem die Proben geschöpft wurden (2·12 *m*) niedriger war als im Mittel von 1879—1884, so stellen die gewonnenen Zahlen wohl Minimalwerte dar. Auch die Summe der gelösten Substanzen ist größer als bei Wien; sie erhebt sich auf 0·187 *gr* im Liter, so dass also mit jedem Liter Wasser bei Budapest 0·359 *gr* schwebender oder gelöster Theilchen vorüberfließen. Mineralischer Art sind davon 0·32 *gr*. Das ergibt ein Gewicht von 23·9 Millionen Tonnen im Jahre, entsprechend einem Volumen von 9·6 Millionen Kubikmetern. Auf das Einzugsgebiet vertheilt, gewährt dies eine Gesteinsschicht von 0·052 *mm* Höhe, also etwas weniger wegen der relativ geringeren Wasserführung als bei Wien. Oberhalb Pest wird das Land in mehr als 19.000 Jahren um 1 *m* denudiert, wenn von den unbekanntem, in der Donau verfrachteten Sandmassen abgesehen wird.

March, Waag, Gran, Eipel und Raab führen, wie sich aus der Differenz der Wasserführung bei Wien und Budapest ergibt, der Donau nur etwa 720 *m*³ per Secunde zu, also wenig mehr als der Inn, obwohl ihr Einzugsgebiet dreimal größer (82.000 *km*²) ist. Sie

würden von demselben im Jahre etwa 22.6 km^3 Wasser entfernen, eine 320 mm hohe Schichte, also weit weniger als dies seitens der oberen Donau geschieht. Noch weniger Wasser fließt relativ in der Theiß ab. In den Jahren 1880—1884 ³¹⁾ wälzte diese jährlich nur wenig über 1000 m^3 in der Secunde, also jährlich 31.9 km^3 , etwas weniger, als von Riedel ³²⁾ auf Grund der Niederschlagsverhältnisse ihres Gebietes berechnet wurde, in die Donau. Dies entspricht einer 208 mm dicken, über das ganze 153.711 km^2 messende Einzugsgebiet der Theiß gebreiteten Wasserschichte. Mit Hilfe dieses Wertes könnte man die Wasserführung der ein Gebiet von 10.407 km^2 entwässernden Temes auf 2 km^3 im Jahre veranschlagen. Eine ziemlich große Wassermenge dürfte die Donau durch die Drau erhalten, denn beim Verlassen Österreichs ³³⁾ haben Drau und Mur bereits eine jährliche Wasserführung von 17.5 km^3 , und dazu dürften die 16.200 km^2 Ungarns, welche durch die Drau entwässert werden, mindestens noch 8.5 km^3 gesellen, so dass man im ganzen für den letztgenannten Strom 26 km^3 Wasserführung im Jahre erhalten würde; dies entspräche einer Abflusshöhe von 650 mm , welche Zahl etwa jener der Isar gleichkommt. Dagegen erhält man für das Savegebiet nur eine Abflusshöhe von 360 mm , wenn man deren Wasserführung mit von Zornberg ³⁴⁾ zu 1119 m^3 per Secunde, gleich 35 km^3 im Jahre setzt. Dem entsprechend müsste man die Wässer der Morava auf 14.6 km^3 im Jahre veranschlagen. ³⁵⁾ Durch die großen Flüsse Niederungarns und Serbiens

wird daher die Wassermenge der Donau im Jahresmittel etwa um 109.5 km^3 vermehrt, und zwar entschieden um mehr als ihre eigene Wasserführung beim Betreten des niederungarischen Beckens (74.7 km^3) beträgt. Diese großen Zuflüsse aber nahen sich der Donau erst im unteren Stücke ihres Laufes durch das eben genannte Becken. Von Pest bis zur Draumündung empfängt die Donau keinen einzigen nennenswerten Zufluss. Das ihr zur Linken gelegene Land, die meist sandigen Flächen Kumaniens entbehren der Flüsse gänzlich und geben ihr kein einziges Bächlein; die westwärts gelegenen Striche haben zwar im Kapos einen Abfluss, dessen Maße aber keineswegs seinem 14.477 km^2 messenden Einflussgebiete entsprechen und dessen Wasserführung muthmaßlich sehr gering ist. Dem gegenüber steht nun der Umstand, dass die Donau zwischen Pest und Draumündung bei gewöhnlichem Wasserstande eine Oberfläche von 535 km^2 , bei Hochwasser einen Spiegel von 3020 km^2 der Verdunstung darbietet, welche letztere im ganzen ungarischen Tiefland den Betrag der Niederschläge übertrifft. Ob der Wasserverlust der Donau durch die Verdunstung zwischen Pest und Draumündung durch den Kapos wettgemacht wird, lässt sich vor der Hand aus Mangel an positiven Daten nicht entscheiden, möglich ist aber immerhin, dass die Donau auf den 282 km unterhalb Pest an Wassermenge verliert.

Fassen wir die für die Wasserführung von Theiß, Temes, Drau, Save und Morava angegebenen Schätz-

werte, die sich natürlich nur in weiten Grenzen bewegen, zusammen mit jenem für die Wassermenge der Donau bei Pest, so erhalten wir für die Wassermenge der Donau im Banater Durchbruche etwa 184.2 km^3 im Jahre, secundlich 5840 m^3 . Diese Summe entspricht einer Wasserschichte von 300 mm , die über das Bereich der ganzen mittleren und oberen Donau gebreitet ist. Diese unsere Schätzung bleibt beträchtlich hinter der zurück, welche Lanfranconi ³⁶⁾ mittheilt (8450 m^3 per Secunde) und übertrifft nicht unwesentlich die Zahl, welche McAlpine für die Wasserführung der Donau bei Orsova als Mittel für 33 Jahre angibt (4280 m^3 per Secunde). ³⁷⁾ Allein die Jahre 1880 bis 1884, auf welche sich die sicheren Zahlen unserer Schätzung beziehen, waren sehr regenreiche. Es regnete in dem Jahrfünft 1881—1885 um 10% im Donauegebiete zu viel gegenüber dem 35jährigen Mittel, und daher kann nicht überraschen, dass wir einen höheren Wert als McAlpine erhielten. Andererseits wird aber jenes Jahrfünft in Bezug auf seinen Regenreichthum noch beträchtlich durch das vorhergehende 1875—1880 übertroffen, in welchem es um 16% zu viel regnete. ³⁸⁾ Es ist daher wohl möglich, dass in manchen, besonders regenreichen Jahren wirklich so viel Wasser das Eiserne Thor passiert, wie Lanfranconi angibt. Als sicher kann ferner gelten auf Grund mehrmaliger Messungen, dass bei niedrigstem Stand nur 1580 m^3 Wasser in der Secunde Ungarn verlassen. ³⁹⁾ Die Wassermassen der Flüsse schwanken

eben in sehr weiten Grenzen. Dies ist namentlich an der Mündung der Donau constatirt worden. Dank der internationalen Commission für die Regulierung der Donaumündung wissen wir, wie viel Wasser die Donau durch zehn Jahre ins Meer ergossen hat. Es ist dies die Menge von $5850 m^3$ in der Secunde während der Zeit von 1862—1871.⁴⁰⁾ Das ist wenig mehr, als wir für das Eiserne Thor angaben. Allein in das eben erwähnte Decennium fallen außerordentlich trockene Jahre, wie z. B. 1863 und 1866, in welchen die Donau nur $3500 m^3$ in der Secunde dem Meere zuführte, entsprechend einer Wasserschichte von nur $137 mm$ Höhe über dem gesammten Donaugebiete. Dafür hatte man 1871, einem feuchteren Jahre, $10.840 m^3$ als secundliche Wasserführung der Donau, entsprechend einer Wasserschichte von $418 mm$ Höhe. Es schwankt also die Wassermenge der Donau an der Mündung derart, dass sie in trockenen Jahren dreimal kleiner als in nassen ist. Dabei war aber das Jahr 1871 im Donaugebiete nicht übermäßig feucht. Es steht an Regenreichthum hinter 1878 zurück, und in letzterem Jahre, als die Donau bei Wien über $2000 m^3$ per Secunde Wasser führte, dürfte sie auch nennenswert mehr als $10.000 m^3$ per Secunde Wasser ins Meer geführt haben. In den Jahren 1880 bis 1884 wird ihre Wasserführung an der Mündung hinter jener des Jahres 1870 nicht beträchtlich zurückgestanden sein und jene von 1867 übertroffen haben. Man wird sie auf etwa $8200 m^3$ per Secunde oder

gleich 259 km^3 im Jahre setzen müssen, entsprechend einer Abflusshöhe von 0.3 m .

Solchen erheblichen Schwankungen in der Wasserführung der Donau stehen keineswegs entsprechende des Niederschlages zur Seite. Während im Jahrzehnt 1862—1871 die geringste jährliche Wassermenge der Donau 60% des zehnjährigen Mittels ausmachte und sich die höchste auf 185% desselben Mittels belief, sank in der größeren Hälfte ihres Gebietes in Ungarn der Niederschlag nur auf 75% des zehnjährigen Mittels und erhob sich nur auf 123% des letzteren. Einer Niederschlagszunahme von 23% entsprach eine Zunahme der Wassermenge von 85% , einer Niederschlagsabnahme von 25% eine Minderung der Wasser um 40% . Es spiegeln die Wasserschwankungen der Ströme die des Niederschlages ihrer Gebiete in verstärktem Maße, und so muss es auch sein, denn je mehr es regnet, desto mehr wird auch die Verdunstung gehindert, und die Flüsse werden wasserreicher einerseits infolge reichlicheren Regens, andererseits weil ihnen vom Regenwasser ein größerer Theil zufließt. Es erhellt hieraus, dass der Antheil Regenwasser, welcher in den Flüssen abläuft, mit der Witterung schwankt, und der sogenannte Consumtionsfactor, d. h. die Ziffer, welche angibt, wie viel Procent des Regens als Flusswasser fortströmt, ist eine von Jahr zu Jahr wechselnde Größe. An der Donau dürfte er sich zwischen 20 und 40% bewegen. Überdies zeigt sich, dass die Wassermenge der unteren Donau

keineswegs parallel jener der Donau bei Wien schwankt. Im trockenen Jahre 1866 war die Wassermenge an der Donaumündung nicht dreimal so groß als die der Donau bei Wien, im regenreichen Jahre 1870 war sie gewiss mehr als fünfmal größer, und 1867, das sich durch einen besonders hohen Stand der Donau bei Wien auszeichnete, war an der Mündung ein normales. Es ist eben zu berücksichtigen, dass oberhalb Wiens nur ein Achtel des Einzugsgebietes der Donau gelegen ist, und dass deren Stand vom Gebiete des Mittellaufes viel energischer beeinflusst wird. In der That zeigt die Wassermasse der unteren Donau weit mehr Beziehungen zum Regenfall in Ungarn als zu jenem der Nordalpen. Dabei folgt sie aber nicht genau von Jahr zu Jahr den Schwankungen des Regenfalles in Ungarn, sondern eher dem jeweiligen Jahre und dessen Vorgänger. Auch dies ist natürlich. Nicht nur braucht das Wasser eine geraume, auf ein bis drei Monate sich belaufende Zeit, um die ganze Donau zu durchfließen, sondern es wird theilweise ja auch von Quellen gespeist, die ihm erst nach längerer Zeit längst schon gefallene Regenmassen zuführen.

Innerhalb der einzelnen Jahre schwankt natürlich auch die Wasserführung der Donau an ihrer Mündung. Es ist vorgekommen, dass sie in der Secunde nur $2000 m^3$ dem Meere zuführte, also nur um $400 m^3$ mehr, als das Eiserne Thor im Minimum passierten; andererseits kommen Hochwasser mit $28.300 m^3$ in der Secunde vor. Diese Hochwässer sind vielfach durch

heftige Regengüsse in Rumänien bedingt und sind besonders reich an Schlamm. Sie enthalten im Liter bis über 2 *gr*, während bei Niederwasser gelegentlich nur 0·014 *gr* Schlamm im Liter Wasser angetroffen wurden. Im Jahresdurchschnitte beläuft sich die Schlammmasse auf 0·37 *gr* im Liter, so dass also während der zehn Jahre 1862—1871 secundlich 2164 *kg* Schlamm, jährlich 69 Millionen Tonnen Gesteinspulver dem Meere zugeführt werden. Letzteres Gewicht entspricht einem Volumen von 27·6 Millionen Cubikmeter, d. h. einer Gesteinsschicht entsprechend von 0·0338 *mm* Höhe und von der Ausdehnung des ganzen Donaugebietes. 33 Jahre verstreichen daher, bis das letztere um 1 *mm* erniedrigt wird, und 33.000 Jahre vergehen, bis das Einzugsgebiet der ganzen Donau durch die abspülende Thätigkeit der Gewässer um 1 *m* abgetragen, denudiert wird. Von diesen Zahlen gilt jedoch dasselbe, was oben von den Wasserständen gesagt wurde, sie beziehen sich auf eine relativ trockene Periode; in den feuchten Jahren derselben (1870 und 1871) waren aber die dem Meere zugeführten Schlamm Massen neun- bis dreizehnmal so groß als in den trockensten (1863 und 1865); demgemäß darf man auch für normale Jahre eine relativ bedeutendere Schlammführung erwarten.⁴¹⁾ Neben dieser Schlammführung ist natürlich auch die Last gelöster Substanzen und die transportierten Sandmassen zu berücksichtigen, wenn die Gesamtdenudation des Donaugebietes ermittelt werden soll. Beide Größen sind noch unbekannt; die Sandführung dürfte nur

ziemlich unbedeutend sein, da die Donau an ihrer Mündung nur Schlamm ablagert. Dagegen dürfte die Summe der gelösten Substanzen recht bedeutend sein, ist dieselbe doch bei Wien 1·7mal, bei Pest 1·4mal größer als die der schwebenden. Setzen wir sie nur gleich der letzteren, so ergibt sich für die Denudation des gesammten Donaugebietes um 1 *m* eine Zeit von 16.500 Jahren, welcher Wert wohl einen minimalen darstellt, weil die gelösten Substanzen wie an so vielen Flüssen nahe der Mündung die suspendierten an Menge übertreffen dürften. Jedenfalls ergibt sich für den Fortschritt der Denudation des gesammten Donaugebietes eine nur wenig andere Größe als für jenen im Bereiche der oberen Donau.

Die Donau unterhalb des Eisernen Thores trägt durchaus das Gepähe eines Stromes im Unterlaufe. Häufig trennen sich Arme von ihr los und in ihrem Überschwemmungsgebiete findet sich eine Anzahl von Seen. Der Strom ist tief, hat dort, wo er ungetheilt ist, eine mittlere Breite von 1 *km*,⁴²⁾ ist aber hier und da, z. B. bei Nikopoli und Sischtow, von Sandbänken durchsetzt, über welchen das Niederwasser nur 1·8 bis 2·1 *m* mächtig hinwegfließt.⁴³⁾ Das Gefälle ist ein sehr geringes und äußerst gleichmäßiges. Auf der 631·8 *km* messenden Strecke vom Eisernen Thore bis Tschernawoda fällt die Donau nur um 31·6 *m* herab,⁴⁴⁾ also ebenso um 0·05 ‰ wie oberhalb des Banater Gebirges. Bereits 73·3 *km* oberhalb Tschernawoda, bei Silistria, hat sich der Fluss getheilt und nach links

einen Arm, die Borcea, abgegeben. Bei Hochwasser, das sich hier 7 *m* hoch über das Niederwasser erhebt, ist die Baltainsel zwischen Hauptstrom und dem genannten Arme in ihrer ganzen Breite von 16 *km* und ihrer Länge von fast 130 *km* überschwemmt. Unterhalb Hirsowa, dicht oberhalb der Einmündung der Jalomitza, vereinigt sich die Borcea wieder mit der Donau, aber alsbald gibt diese wieder nach links einen Arm ab, den sie erst nach 70 *km* unweit Braila wieder trifft. Nunmehr bleibt der Strom 94 *km* weit ungetheilt, seine Breite erhebt sich auf über 1220 *m* und sinkt nirgends auf unter 305 *m*, die Tiefe bleibt selbst bei Niederwasser überall mehr denn 6 *m*. Kurz nach einander, oberhalb und unterhalb Galatz, empfängt er den Sereth und Pruth, die ihm jährlich mindestens 150 *km*³ Wasser zuführen dürften; vor die weiter abwärts sich ihm nahenden kleineren Flüsse Bessarabiens hat er aber Barren aufgeworfen und dadurch die Mündungen derselben verstopft, so dass er hier an seinem linken Ufer von einer Anzahl großer Flussseen begleitet wird. So kommt er dem Meere bis auf 100 *km* nahe. Da theilt sich der riesig gewordene Strom an der Gabelung (Tschatal) von Ismailia, die Hauptmasse des Wassers, nämlich 63 0/0, folgt dem nördlichen Arme, dem von Kilia und erreicht nach einer 100 *km* langen Wanderung das Meer. Der südliche Arm, der von Tultscha, gabelt sich bereits nach einem Laufe von 18 *km*, am Tschatal von St. Georg, 30 0/0 des Wassers der ungetheilten Donau richten

sich nach Süden und erreichen nach Durchmessung eines Weges von 102 *km* als St. Georgsarm das Meer, nachdem sie im Donavetz noch ein kleines Geäder dem südwärts gelegenen Bassimsee zugesandt haben. Kaum mehr als 7 % des gesammten Donauwassers richtet sich vom Tschatal von St. Georg direct ostwärts und erreichen nach schon 84 *km* das Meer. Dies ist die Sulina.

Zwei große flache Inseln erstrecken sich zwischen den drei Hauptmündungen der Donau, ein Areal von 2300 *km*² einnehmend. Sie bilden das eigentliche Donaudelta,⁴⁵⁾ dessen Spitze am Tschatal von Ismail nur 3·05 *m* hoch über dem Meere liegt und dessen Saum sich nur kaum 0·5 *m* über die Fluten des Pontus erhebt. Ursprünglich war die Sulina nur 0·6 *m* tief in diese Fläche eingesenkt, jedes Hochwasser verwandelt dieselbe in einen großen See, dessen Spiegel sich verhältnismäßig viel rascher senkt, als der Fluss in seinem Bette bei gewöhnlichem Wasserstande, weil das Hochwasser sich bei Tultscha noch um fast 3 *m* über das Niederwasser erhebt, so dass dieses viel weniger steil zum Meere abfließt als jenes. Allerdings bringen die mächtigen Hochwässer der Donau an ihrer Mündung selbst eine merkliche Anschwellung von 0·3 *m* Höhe des Schwarzen Meeres hervor, wodurch die Steilheit des Hochwassergefülles etwas gemindert wird.

In dem Momente nun, wo sich die durchschnittlich zu $\frac{1}{3060}$ ihres Gewichtes mit Schlamm beladenen Wasser der Donau ins Meer ergießen, fallen ihre

Sinkstoffe nieder, was sich überall bei der Mischung von trübem Süßwasser mit Meerwasser ereignet, und so kommen dann durchschnittlich jährlich hier 27·6 Millionen Cubikmeter Schlamm zur Ablagerung. Dadurch entsteht vor der Donaumündung eine Barre von Schlamm, deren Wachsthum überdies durch die südlich verlaufende Küstenströmung gefördert wird. Diese Barre ist namentlich vor der Kilia mündung entwickelt und reicht hier durchschnittlich bis 1·2 *m* unter das Meeresniveau; da die Kilia diesen Damm nicht durchbrechen kann, muss sie über ihn hinwegfließen, wobei sie sich in acht einzelne Arme auflöst. Durch die von ihr mitgebrachten Sinkstoffe ist in dem Vierteljahrhundert 1830—1856 das Delta um durchschnittlich 1 *km* in das Meer hinausgebaut. Weniger hoch ist die Barre vor der Sulina- und St. Georgsmündung, wo man Meerestiefen von 2·7, beziehungsweise 3·8 *m* findet. Aber es hat sich gezeigt, dass die Tiefen der Barren hier nicht bloß wegen des wechselnden Standes des Meeres, sondern namentlich auch vermöge plötzlicher Anschwemmungen sich oft in kurzer Zeit ändern.

Durch diese Barren ist der große mächtige Strom den Seefahrzeugen lange Zeit verschlossen gewesen, bis durch die Thätigkeit einer europäischen Commission ihm ein genügend tiefer Weg zum Meere künstlich geschaffen wurde. Dieser Weg knüpfte sich naturgemäßer Weise an den Donauarm, vor welchem die kleinste Barre lagert. In dieser Hinsicht kommen Sulina- und St. Georgsmündung wohl gleich in Betracht,

aber als Strom bildet die kürzere Sulina eine bessere, namentlich weniger gewundene Schifffahrtsstraße. Überdies als der wasserärmste Donauarm führt sie dem Meere auch die geringste Schlammmasse zu, so dass das Wachsthum der Barre hier am langsamsten ist. Freilich ist die Sulina von Haus aus seicht und bei Minimal-tiefen von 2·4 *m* für größere Fahrzeuge unpassierbar. Durch eine unter der Leitung des Engländers Hartley ausgeführte sorgfältige Regulierung und Baggerung ist die Sulina schon 1883 auf 6·25 *m* Tiefe gebracht worden und dies nur mit einem Kostenaufwande von 7,500.000 Francs. An der Mündung aber wird ihr Wasser zwischen zwei Dämmen in größere Tiefen geleitet, wo die Sinkstoffe nicht schädlich anwachsen. Seitdem ist der Schiffsverkehr auf der unteren Donau auf mehr als das Doppelte gewachsen.⁴⁶⁾

Neben den großen sich regelmäßig von Monat zu Monat vollziehenden Wasserstandsänderungen der Donau, welche der Ausdruck der mittleren klimatischen Verhältnisse des jeweiligen Einzugsgebietes sind, gibt es nun aber auch andere sich unregelmäßig abspielende Schwankungen ihres Spiegels, welche im allgemeinen als die Folge des wechselnden Ganges der Witterung angesehen werden können. Erst der Unterlauf des Stromes hat sich von diesen Schwankungen größtentheils befreit, die Summe aller Witterungsverhältnisse des ganzen Donauebietes spiegelnd, ändert er seinen Stand nur in sehr allmählicher Weise. Anders der von kräftigen Zuflüssen gespeiste, weit kürzere Oberlauf.

Jeder ausgiebige Regenguss in den Alpen bringt die Donau bei Wien zum Schwellen, ihr Spiegel zeigt hier ungemein vielfache Oscillationen und nichts bezeichnet besser den unruhigen, noch nicht ausgeglichenen Zustand des Flusses als der Umstand, dass er nur höchst selten bei Wien durch zwei Tage dieselbe Höhe besitzt.⁴⁷⁾ Überdies entwickeln sich in der oberen Donau die Hochwässer oft in sehr bedenklicher Weise, indem es nicht selten am gesammten Nordabfalle der Alpen zu Landregen kommt, welche an Ausdehnung und Ergiebigkeit ihres Gleichen suchen. Jeder Monat des Jahres kann daher der Donau bei Wien eine Hochflut bringen, indem er ihre Wässer rasch schwellt. Schwellhochwässer gehören an der oberen Donau um so mehr zur Regel, als ihre bedeutenderen Zuflüsse, nämlich Iller, Lech, Isar und Enns nicht in weiten Seebecken reguliert werden, so wie dies z. B. mit den hauptsächlichsten alpinen Zuflüssen des Rheines, mit der Aare, Reuß, Limmat und dem Hauptflusse selbst geschieht. Welche Ausdehnung derartige Schwellhochwässer nehmen können, zeigte sich erst 1890.⁴⁸⁾

Ende August und anfangs September herrschte im Gebiete der oberen Donau überall sehr schlechtes nasses Wetter. Vom 23. August hat es fast ununterbrochen bis zum 5. September geregnet, und in diesen vierzehn Tagen sind so beträchtliche Wassermengen zur Erde gelangt, dass alle Flüsse zum Schwellen kamen und sich an der Donau ein Sommerhochwasser entwickelte, wie es seit sechzig Jahren nicht beobachtet

wurde. Bedingt waren diese außergewöhnlichen Regenmassen durch die eigenthümliche Luftdruckvertheilung während dieser Zeit. Wie nicht selten, befanden sich gleichzeitig über dem Norden und Süden Europas Gebiete verhältnismäßig niedrigen Luftdruckes, dazwischen erstreckte sich von Westen her eine Zunge hohen Luftdruckes, welche im nördlichen Alpenvorlande endete. Am Saume dieser Zunge vollzog sich auf sehr kurzen Entfernungen der Übergang vom Bereiche hohen Druckes in das geringeren, und auf dieser Übergangszone fanden die Niederschläge statt.

Der fast ununterbrochene Regen zeigt mehrmals eine besondere zeitliche und örtliche Steigerung. Der 25. und 26. August, der 29. und 30. August, der 1. bis 3. September waren die eigentlichen Hauptregentage, an welchen durchschnittlich täglich eine Regenhöhe von 20—30 *mm*, mehrfach sogar von 50—60 *mm* beobachtet wurde. Dagegen zeigt der 27. August nur verhältnismäßig wenig Regen; solcher wurde nur an einem Fünftel der Stationen des Gebietes allenthalben in geringen Mengen gemessen. Gleiches gilt vom 31. August, an welchem etwa ein Drittel der Stationen des Gebietes regenfrei waren, während andere gleichzeitig allerdings ziemlich beträchtliche Niederschläge aufwiesen.

Diese Gruppierung der Niederschläge um gewisse Tage hängt auf das innigste mit den Veränderungen zusammen, welche die Luftdruckvertheilung während der fraglichen Zeit erfahren hat. Am 23. August

erstreckte sich quer durch Europa vom Golfe von Biscaya bis zum Schwarzen Meere ein Gebiet hohen Luftdruckes; am höchsten stand das Barometer nördlich der Alpen, wo es sich bis 766 mm erhob; dagegen stand es über dem nördlichen Scandinavien, sowie über dem östlichen Mittelmeere tief. Man hatte wenig Niederschlag an den Rändern des Bereiches höchsten Luftdruckes. Da vollzog sich in der Nacht zum 24. August eine wichtige Veränderung. Allenthalben sank im mittleren Europa das Barometer, und es rückte das Gebiet niedrigen Luftdruckes in der Richtung gegen Südosten hin vorwärts. Dies geschah jedoch nicht auf der ganzen Linie gleichzeitig, sondern, wie unsere auf Tafel I zusammengestellten Wetterkarten zeigen, östlich und westlich der Alpen rascher als im Bereiche des Alpenvorlandes, es stellte sich bereits in Piemont niedrigerer Luftdruck ein, als nördlich der Alpen herrschte, und es kam daher hier, nordöstlich von Piemont und der Lombardei, also im Bereiche des Bodensees, des Algäu und des bayrischen Hochlandes, zu sehr heftigen Niederschlägen. Unterdessen wanderte das Gebiet niedrigen Luftdruckes, das Minimum, von Piemont in der Po-Ebene abwärts und traf am 25. August beinahe mit jenem Gebiete niedrigen Druckes zusammen, das am 24. August östlich der Alpen gegen Südosten vorgedrungen war. Nördlich von den Ostalpen und über letzteren erstreckte sich eine Zunge höheren Luftdruckes mitten in ein Gebiet niedrigeren Barometerstandes, und diese Zunge war der Schauplatz

jener heftigen Niederschläge, welche am 25. August nunmehr auf dem gesammten bayrischen und österreichischen Alpenvorlande, am Nordabfalle der Kalkalpen und den südlichsten Ausläufern des böhmischen Massivs eine mehr als 40 *mm* hohe Wasserschichte im Tage spendeten und welche das über 900 *m* hoch gelegene Gebirge mit Schnee deckten. Am 26. August ist das Minimum aus der Po-Ebene bis nach Ungarn und Polen gerückt, der Luftdruckunterschied an den Rändern der Zunge höheren Druckes nördlich der Alpen hat sich gemindert, der Regen hat hier im allgemeinen nachgelassen und entwickelt sich nur im Salzburgischen, besonders im Pinzgau in außergewöhnlicher Weise, gleichsam als Nachzügler des Régens vom 25., welcher in dem genannten Thalgebiete nur wenig ergiebig gewesen war.⁴⁹⁾ Am 27. August endlich verschwindet das Luftdruckminimum aus Ungarn und Polen, hoher Barometerstand erstreckt sich über Südeuropa, sowie in einer Zunge über den südlichen Alpen, niedriger hingegen über der Nordsee; helles und klares Wetter herrscht in den Alpen und größtentheils an ihrem Fuße, während der Südwestwind, welcher dem Minimum zuströmt, Frankreich und dem nordwestlichen Deutschland Regen bringt.

Diese Wetterconstellation, welche sonst im allgemeinen für die Alpen und ihr Vorland eine recht günstige ist, erwies sich aber als wenig dauerhaft. Schon am 28. August sank das Barometer in Ungarn

und in den Schweizer Alpen, während es nördlich der Ostalpen noch stieg, so dass eine Luftdruckvertheilung entstand ähnlich der vom 24. August. Es begann nördlich der Ostalpen von neuem zu regnen und als sich am 29. August das Minimum der Schweizer Alpen in die Po-Ebene verlegte und ein Ausläufer des ungarischen sich in die Ostalpen erstreckte, steigerten sich die Niederschläge ganz außerordentlich. Überall in Mitteleuropa regnete es, und zwar am heftigsten nördlich der Alpen in den Gebieten höheren Luftdruckes, welche nordwestlich an beide Minima angrenzten. Der Nordabfall der Alpen zwischen Bodensee und Salzburg, sowie der Hausruck empfingen mehr als 30 *mm* Niederschlag, in den Alpen schneite es. Am 30. August nun vereinigten sich die beiden Minima, und es entstand ein langer Schlauch niedrigen Luftdruckes, der sich gleich jenem vom 26. August von der Po-Ebene bis nach Polen erstreckte, und die Zunge höheren Luftdruckes, welche sich über dem nördlichen Alpenvorlande erstreckte, zurückschob. An den Rändern derselben entwickelten sich überdies örtliche Minima, die Zone raschesten Abfalles des Luftdruckes, das Gebiet des steilsten Gradienten, lag nun auf dem Alpenvorland; hier kam es bei fallendem Barometer zwischen Isar und Inn bis hinauf auf den Bayrischen Wald zu Regengüssen, welche im Tage 30 *mm* lieferten. Zugleich entwickelten sich im Pinzgau, wo es tags zuvor wenig oder gar nicht geregnet hatte, also wieder verspätet, reichliche Niederschläge.

Der Luftdruck war vom 27. bis zum 30. August in den Ostalpen allenthalben gefallen, am 31. begann er hier wieder zu steigen, während er über den Westalpen unverändert blieb, so dass hier das Minimum der Po-Ebene an Umfang gewann; es regnete im allgemeinen, wenn auch in stark vermindertem Maße, fort, die Zone reichlichsten Niederschlages verschob sich in den äußersten Westen des deutschen Alpenvorlandes, an den Rand des Minimums der Po-Ebene, der Osten des österreichischen Alpenvorlandes blieb regenfrei. Das Steigen des Barometers dauerte nördlich der Alpen fort, im Süden des Gebirges aber sank am 1. September von neuem das Quecksilber, so dass sich die Situation vom 30. August in verschärfter Weise wiederholte. In ganz Mitteleuropa begann es zu regnen, am stärksten wieder nördlich der Alpen längs der hier noch fortbestehenden Zunge höheren Druckes, wo einerseits nordöstlich von dem Minimum der Po-Ebene, im Iller- und Lechgebiete, andererseits nordwestlich vom ungarischen Minimum, in Oberösterreich je über 30 *mm* Regen fielen. Am 2. September nun fieng endlich das Minimum aus der Po-Ebene an, sich zurückzuziehen, während jenes in Ungarn an Intensität zunahm; nördlich der bayrischen Alpen schob sich die Zunge höheren Luftdruckes ostwärts, und dadurch wurde der Luftdruckunterschied zwischen Nord- und Südseite der Alpen, sowie zwischen dem oberbayrischen und niederbayrisch-österreichischen Alpenvorlande vergrößert. Wieder knüpfte sich an

die Gebiete steiler Gradienten eine außerordentliche Entwicklung von Niederschlägen, in Oberbayern und in Oberösterreich fielen über 30 *mm*, längs der Isar, wo schon am 30. August ein besonderer Regenfall stattgefunden hatte, verzeichneten die Regenmesser über 60 *mm* Niederschlag. Am 3. September endlich verkleinerte sich das Minimum der Po-Ebene, aber jenes in Ungarn blieb noch bestehen. Die Strecke größten Luftdruckunterschiedes lag nunmehr auf dem nördlichen Alpenvorlande, zwischen München und Wien, und so kam es denn in Oberösterreich, im Gebirge, im Hügel-lande längs der Enns zu sehr kräftigen Regen, während westlich München der Niederschlag geringer wurde und es sich am 4. sogar aufheiterte, wogegen es an diesem Tage in Oberösterreich noch fortregnete. Die Zunge höheren Luftdruckes hatte sich mittlerweile über die Ausläufer der Ostalpen nach Croatien vorgeschoben; das Minimum war nach dem Pontus zurückgewichen, von wo es bis zum 8. September in das nördliche Russland wanderte. Gleichzeitig herrschte über Westeuropa hoher Druck, man hatte daher in den Alpenländern unfreundliches Wetter bei kalten Nordwestwinden; aber es regnete nicht mehr viel.

Überblickt man die Entwicklung der Witterung vom 24. August bis zum 4. September, so erkennt man in dem Auftreten der Minima in Ungarn und in der Po-Ebene bei gleichzeitig steigendem Luftdrucke nördlich der Alpen die Ursache der großen Regengüsse. Dieselben knüpfen sich regelmäßig nicht an den Ort

des Minimums — sowohl in der Po-Ebene als auch in Ungarn hat es während der ganzen Zeit sehr wenig geregnet — sondern an Gebiete relativ hohen Luftdruckes, wo es sowohl beim Steigen des Barometers, wie am 25. bis 27. August und 31. August bis 4. September, als auch beim Sinken desselben, wie nur am 28. bis 30. August, regnete. Immer aber regnete es dort, wo sich die größten Luftdruckdifferenzen, also steilsten Gradienten befanden. Veranschaulicht wird dies durch einen Vergleich der Barometerstände zwischen München und Turin, sowie zwischen München und Wien.⁵⁰⁾ Am 27. August steht das Barometer in München am tiefsten, man hat negative Luftdruckdifferenzen mit Turin und Wien, es herrscht im ganzen Gebiete ziemlich gutes Wetter. Am 31. August sind die Differenzen klein, es regnet nur strichweise. An den übrigen Tagen regnet es von München aus in der Richtung am meisten, wo die größten Luftdruckdifferenzen entgegengetreten. Dieselben liegen vom 29. August bis 1. September zwischen München und Turin, es regnete vornehmlich im Algäu, und dieser Regen, der nur am 30. August etwas nachließ, verursachte anfangs September das große Rheinhochwasser, welches Vorarlberg verheerte. Vom 2. September an liegen die größten Luftdruckdifferenzen zwischen München und Wien, bezüglich Budapest, dem entsprechend regnete es un- ausgesetzt in Oberösterreich sowie im angrenzenden Böhmen, und dadurch wurde das Moldauhochwasser, welches Budweis betraf und am 4. September die

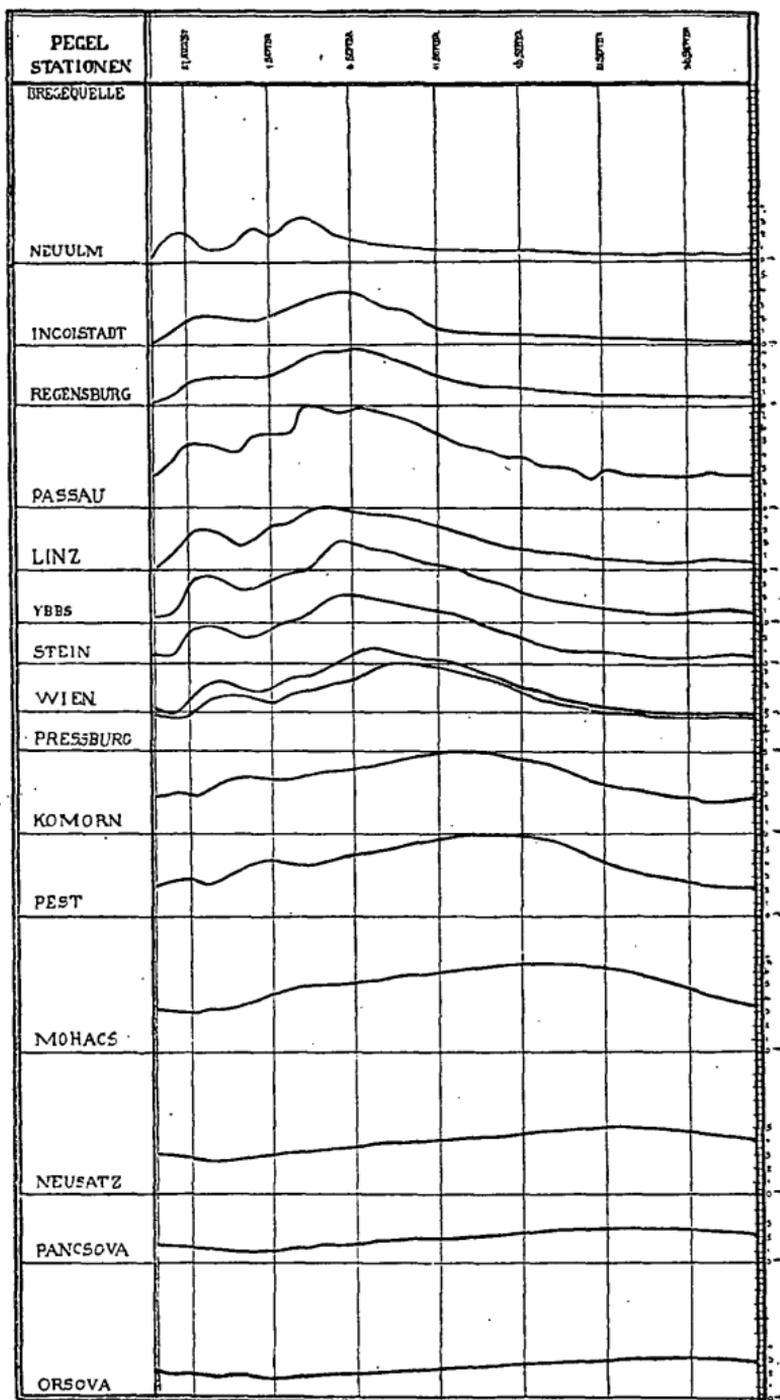


Fig. 1. Fortpflanzung der Hochwasserwelle in der Donau.

Prager Karlsbrücke zerstörte, verursacht. Wenn endlich die Druckdifferenzen von München aus in beiden Richtungen gleich groß sind, so regnet es im ganzen Gebiete. Das ist die Signatur der Regentage vom 25. und 30. August und vom 2. September, und diese allgemeinen, rasch aufeinander folgenden Regentage verursachten das große Donauhochwasser. Sie brachten namentlich die aus den Alpen kommenden Zuflüsse der Donau zum Schwellen, und je einen Tag später zeigten Iller, Isar, Inn und Salzach Hochwasser, das in ein bis zwei Tagen die gesammte Breite des Alpenvorlandes durchlief und allenthalben etwa gleichzeitig die Donau erreichte. Es bezeichnet der 27. August ein allgemeines Anschwellen der Donau oberhalb Wien und für Ulm das Eintreten einer ersten Hochflutwelle⁵¹⁾ (vgl. Fig. 1). Dieselbe traf am 30. August bei Regensburg ein, legte also im Tage etwa 100 *km* zurück, entsprechend einer Geschwindigkeit von kaum 1·2 *m*, so dass sie frühestens am 31. August die Isarmündung erreichte. Hier nun traf sie mit dem durch die Regen des 30. August hervorgerufenen Isarhochwasser zusammen, beide verschiedenartige Flutwellen vereinigten sich an der Isarmündung zu einer einzigen. Der Ablauf dieser Welle war durch die Donauenge von Passau erschwert, und noch ehe sie sich verlaufen hatte, füllten die Regengüsse des 1. September die Flüsse von neuem; es pflanzte sich vom 3. bis 5. September eine neue Wasserwelle von Ulm bis Regensburg fort, welche sich auf die noch

nicht abgelaufene an der Isarmündung legte, so dass sich hier die drei Hochfluten der Alpenflüsse vom 27. und 31. August und vom 3. September zu einer großen Woge vereinigten, welche vom Abend des 5. September bis zum 6. September culminierte, und welche auch bereits am 6. September Passau erreichte. Hier hatte der Inn zuvor schon die Donau zweimal schwellen gemacht, nämlich am 27. August und 3. September, an welchem letzterem Tage er die kombinierten Hochwässer der fast ununterbrochenen Regen vom 29. August bis 2. September aus seinem und der Salzach Gebiet der Donau zuwälzte. Die erste Hochwasserwelle, also jene vom 27. August, war am 28. in Linz und am 29. in Spitz oberhalb Wien⁵²) (Tafel II). Am 30. wurde sie in Pressburg notiert; so dass sie also die 352 *km* lange Strecke der österreichischen Donau in drei Tagen durchlief, täglich also nahe an 120 *km* zurücklegend. Am 31. August hatte sie sich schon bis Budapest fortgepflanzt und am 2. September war sie in Paks; weiter unterhalb wurde sie von dem nachfolgenden Hochwasser überwältigt. Es legte also der Scheitelpunkt der ersten Hochflutwelle auch in Ungarn täglich nahe an 120 *km* zurück, und der ganze 709 *km* betragende Weg von Passau bis Paks wurde von ihr in sechs Tagen durchlaufen, daher beträgt der täglich zurückgelegte Weg 118 *km*, entsprechend einer Geschwindigkeit von 1·37 *m*, das ist etwa die Geschwindigkeit eines mäßigen Fußgängers.

Während vom 25. bis 27. August sich der Wasserstand in Passau um über 2 *m* bis auf 4·7 *m* über Null

erhoben hatte, sank er darauf bis zum 30. nur um $\frac{1}{2} m$, so dass die nun kommenden Hochwässer sich bereits auf einem Sockel noch nicht verlaufenen Hochwassers aufsetzten. Schon am 31. stieg das Wasser über seinen Maximalstand vom 27., und im Laufe des 3. September war es auf $7.52 m$ über Null angeschwollen. (Vgl. Fig. 1.) Zwar sank es darauf am 5. September wieder auf $7.03 m$ herab, aber dann kam am 6. September das schon erwähnte Hochwasser der oberen Donau, und am 6. September war der Wasserstand wieder $7.43 m$ über Null. Diese gewaltige zweigipfelige Wasserwoge, welche alle Hochwässer der Donau oberhalb Passau und die Innhochwässer vom 30. August und 2. September in sich barg, war das zweite, größte Hochwasser der Donau, welches die Überschwemmungen verursachte. Im engen Durchbruche unterhalb Passau wurde ihr Aussehen nun insoferne verändert, als das Passauer Hochwasser vom 6. September allmählich in dem verlaufenden Hochwasser des 3. September aufgieng, und von Linz an zeigt Fig. 1 nur eine einzige zweite Hochflutwelle. Der Scheitel derselben passierte, stündlich $4 km$ zurücklegend, die Hauptstadt Oberösterreichs am 4. September zwischen 7 und 12 Uhr vormittags, also einen Tag später als in Passau. Einen weiteren Tag später, am 5. September zwischen 4 und 11 Uhr nachmittags, war die Flut mit gleicher Geschwindigkeit sich fortpflanzend bei Stein am Ausgange des letzten Durchbruches durch das böhmische Massiv, und nunmehr nahte sie sich Wien.

In Wien war seit Passieren der ersten Hochflutwelle von 2.3 m Höhe die Donau fast um 1 m gefallen und stand am 31. August nur 1.44 m über Null. Da begann sie infolge der Regengüsse in Oberösterreich schon am 1. September wieder zu steigen, und zwar in einer ebenso schnellen wie regelmäßigen Weise. Stündlich schwoll sie durchschnittlich um 2 cm an, am 2. September überschritt sie genau in diesem Maße fortwachsend ihren Hochstand vom 29. August, so dass man auf Sicherung der Stadt besorgt sein musste. Am 3. September, nachmittags $5\frac{1}{2}$ Uhr, hängte man das Sperrschiff bei Nussdorf ein, welches ganz vorzüglich functionierte. Denn während die Donau im offenen Strome rapid weiter wuchs, täglich um 0.5 m steigend, erhob sich das Wasser im Canale täglich nur um 0.2 m . Dies Steigen dauerte bis zum Vormittag des 7. September. Die Donau stand im Strome 4.65 m über Null, im Canale erhob sie sich nur auf 3.3 m , entsprechend einem Stande von 3 m im offenen Strome. Es erhielt also das Schwimmthor das Wasser im Canale 1.6 m unter dem Niveau, das es unter gewöhnlichen Umständen erreicht hätte. Gleichwohl reichte das Wasser schon bis an die Kante seiner Dämme längs des Canales, und ein Steigen um etwa 1 m hätte genügt, um ihm zu ermöglichen, die ganze volkreiche Leopoldstadt, die Rossau, die Weißgärber und den Erdberg, die Wohnstätte also von 150.000 Seelen, zu überfluten. Es unterliegt keinem Zweifel, dass das Schwimmthor, dessen Anlage seinerzeit heftig bekämpft wurde,

Wien vor einer entsetzlichen Überschwemmung bewahrt hat. Hoch durfte allerdings die Donau nicht mehr steigen, sonst wäre sie über die hohen und starken Dämme getreten, welche längs ihres regulierten Bettes zum Schutze der Stadt angelegt sind. Bereits flutete sie über die Landungsplätze unterhalb der Reichsbrücke und setzte Theile des Praters unter Wasser, aber nirgends stiftete sie solche Verheerungen, wie früher minder bedeutende Hochwässer angerichtet haben. Die Regulierung der Donau bei Wien hat sich glänzend bewährt. Aber immerhin legt der Umstand, dass eine noch ärgere Häufung von Regentagen, als sie Ende August und anfangs September 1890 geschah, eintreten und noch größere Hochwässer bedingen könnte, den Wunsch nahe, dass die Dämme längs der regulierten Donau noch etwa um 0·5—1 m erhöht werden möchten. Hätten sich nicht der 27. und 31. August als relativ trockene Tage in die regenreiche Zeit eingeschaltet und dadurch die Hochwässer der Alpenflüsse etwas gegliedert, so wäre die Donau bei Wien muthmaßlich 0·5—1 m höher gestiegen. Unser Titelbild zeigt einen Ausblick auf die ausgetretene Donau von den Gehängen des Kahlengebirges. Rechts sieht man die Abzweigung des Donaucanals, in der Mitte den Strom, welcher das ganze Überschwemmungsgebiet einnimmt und auch links die durch die Regulierung abgeschnittenen Stromstrecken überflutet.

Von Stein nach Wien hat sich der Scheitelpunkt der zweiten großen Hochwasserwoge langsamer fortge-

pflanzt als von Passau gegen Stein; sie legte stündlich nur 2.5 km zurück. Es kommt dies daher, dass die ausgedehnten Auen des Tullnerfeldes große Wassermassen zu ihrer Füllung bedurften; sie speicherten dieselben auf, minderten daher die Überschwemmungsgefahr für weiter abwärts gelegene Orte. Auch unterhalb von Wien war die Fortpflanzung der Woge nicht allzu rasch. Ihr Scheitel gelangte erst am 8. September nach Hainburg und am 9. bis Remete nördlich von Raab, legte also stündlich nur 2 km zurück; noch langsamer war die Bewegung darauf bis Komorn, wo erst am 13. September der höchste Wasserstand notiert wurde, so dass also die Welle von Szap bis hierher nur 0.7 km stündlich zurücklegte. Man wird wohl nicht irren, wenn man in dem ausgedehnten Überschwemmungsgebiete des unteren Theiles der Insel Schütt die Ursache dieser langsamen Fortpflanzung sucht. Dasselbe schluckte gleich dem Tullnerfelde das Hochwasser auf, dadurch dessen Fortschreiten verlangsamend. Rascher, stündlich 2.5 km zurücklegend, bewegte sich sodann das Hochwasser durch den Gran-Waitzener Durchbruch bis Pest, wo es am 15. September anlangte und außergewöhnlich hoch anstieg, aber auch dort dank der Eindeichung der Donau keinen nennenswerten Schaden stiftete. Die 268 km lange Strecke von Pest bis Apatin oberhalb der Draumündung legte der Hochwasserscheitel in drei Tagen zurück (vgl. Tafel II), er pflanzte sich also stündlich 3.75 km fort; zur Theißmündung bis Szlan-kamen brauchte er darauf jedoch fünf Tage, entspre-

chend einer Fortpflanzung von 1.5 km stündlich. Dafür hatte er die 261 km lange Strecke von Szlankamen bis Orsova in nur zwei Tagen zurückgelegt, also 5.5 km in der Stunde durcheilend, und am 25. September verließ er die Grenzen der Monarchie, die zu durchlaufen er nicht weniger als 21 Tage gebraucht hatte. Nimmt man an, dass sich die Hochflut in der unteren Donau gleich rasch fortbewegte wie quer durch Ungarn, so war ihr Scheitel am 9. October am Schwarzen Meere angelangt.

Die Hochflut hat sich also mit ziemlich wechselnder Geschwindigkeit fortgepflanzt. Tafel II zeigt, wie sie sich am raschesten überall in den Durchbrüchen bewegte, hier sind die starken schwarzen Linien am längsten; zwischen Passau und Stein legte die Flut stündlich 4 km , im Eisernen Thore fast 6 km zurück. Langsamer wälzte sie sich in den Stromebenen fort, wo sie streckenweise nicht einmal 1 km in der Stunde durchmaß, Tafel II verräth hier eine treppenförmige Anordnung der schwarzen Linien. Zugleich war in den Ebenen das Hochwasser nicht so bedeutend wie in den Engen. Unterhalb Passau erhob es sich bei Oberzell 5.85 m über den Wasserstand vom 25. August. Für den Durchbruch unterhalb Linz ist seine entsprechende Höhe 5 m , in der Weitung des Tullnerfeldes dagegen nur 3.4 m . Die regulierten Stromstrecken verhalten sich in dieser Hinsicht wie die Engen, bei Wien und Pest war die Höhe der Hochwässer bedeutender als an den oberhalb und unterhalb befindlichen Stationen. Man ersieht hieraus, dass die

Weitungen an der Donau die eigentlichen Hochwasserspeicher sind, in welche sich das Hochwasser ergießt, und in welchen es sich eine Zeitlang aufhält. Die Regulierung solcher Strecken wird daher zur Folge haben, dass an weiter unterhalb gelegenen Orten das Hochwasser schneller und höher eintritt. Das Tullnerfeld mit seiner verwilderten Donau hat für Wien, das Gebiet der Insel Schütt hat für Pest den Wert eines natürlichen Hochwasserreservoirs. Sehr charakteristisch ist der Einfluss der Engen im Banater Durchbruche auf den Abfluss des Hochwassers. Dasselbe zeigt in Kubin, Bazias und Drenkova drei Tage lang denselben hohen Stand, es ist sichtlich durch die Klamm im Kasan am Abflusse gehindert. Gleiches wiederholt sich übrigens hier ganz regelmäßig bei allen Donauhochwässern.

Im großen und ganzen verflacht sich die Hochwasserwelle in dem Maße, als man an der Donau abwärts geht. Vor Eintritt des Hochwassers hatte die Donau allenthalben einen ziemlich tiefen Stand, wie er im allgemeinen erst drei Wochen nach Verlauf des Hochwassers wieder erreicht wurde. Das Niederwasser kann man in Fig. 1 wie ein Wellenthal donauabwärts verfolgen. Oberhalb Spitz (im letzten Durchbruche der oberen Donau gelegen) hatte man allgemein am 25. August einen sehr niedrigen Stand, zwischen Spitz und Doborgaz unterhalb Pressburg herrschte derselbe am 26. August; am 27. wurde er weiter abwärts bis Komorn notiert, sodann unterhalb Komorn bis Duna

Pentele unterhalb Pest am 28. August; am 29. endlich in der Gegend von Paks. Weiter abwärts verschwindet dies Wellenthal, wahrscheinlich infolge der Draumündung, neben einem vier Tage älteren, das am 31. August bei Orsova passierte. Tafel II zeigt, wie sich das erstere Niederwasserwellenthal an der Donau durchschnittlich täglich 184 *km* fortpflanzte, also weit rascher bewegte als die beiden Hochflutwellen; somit vergrößerte sich der Zeitunterschied zwischen dem allenthalben Ende August an der Donau herrschenden Niederwasser und dem Culminieren des Hochwassers. Bei Passau verstrichen zwischen Nieder- und Hochwasser neun Tage, bei Wien zwölf Tage, bei Pest achtzehn Tage, bei Orsova endlich, wo allerdings nur die vier Tage ältere Niederwasserwelle vorhanden war, gar fünfundzwanzig Tage. Damit zugleich minderte sich die Höhe der Welle. Erhob sich an der oberen Donau das Hochwasser 4 bis 5 *m* über das Niederwasser; so stieg es über letzteres im Banater Durchbruche nur 1·37 *m* hoch an. Besser als viele Worte veranschaulicht unsere Darstellung des Wasserstandes einiger Donaustationen in Fig. 1 S. 55 die Verflachung der großen Hochwasserwelle. ⁵³⁾

Aber nicht nur Niederwasser und Hochwasser, sondern selbst die verschiedenen Hochwässer pflanzen sich längs der Donau verschieden rasch fort. Bis nach Paks lassen sich in Fig. 1 die beiden Donauhochwässer von Passau, nämlich die vom 27. August und vom 3. September, getrennt verfolgen. Während aber das erstere schon am 2. September bei Paks beobachtet wurde, trat das

letztere erst am 17. September ein, also fünfzehn Tage später, so dass es von Passau an um acht Tage hinter seinem weit kleineren Vorläufer zurückblieb. Dieser hatte, wie schon erwähnt, eine Geschwindigkeit von 1.37 m , der Scheitel des großen Hochwassers dagegen hatte nur eine solche von 0.6 m , legte also so viel im Tage zurück wie ein Fußgänger, welcher nur 12 Stunden täglich marschierte. Diese Ziffern veranschaulichen sehr deutlich, dass das Vorwärtsschreiten der Hochwasserwellen nicht proportional der mittleren Stromgeschwindigkeit ist, denn diese wächst mit dem Wasserstande. Die große Hochwasserwelle bewegte sich weit langsamer als der Strom selbst. Während bei Wien und Budapest der Hochwasserscheitel eine Geschwindigkeit von 0.7 m besaß, ist die diesem Hochstande entsprechende mittlere Wassergeschwindigkeit im Strome 2.28 , beziehungsweise 1.86 m . Es kann daher die Culmination des Hochwassers nicht von dem direct abfließenden Wasser gebildet worden sein, sondern muss aufgebaut gewesen sein von den wieder ablaufenden Überschwemmungswässern. Dies lehrt von neuem, welche ungeheuer wichtige Rolle die Inundationsflächen an den Strömen spielen; je größer sie sind, desto mehr halten sie die Überschwemmungen zurück. Sie regulieren den Wasserstand des Stromes; während man bei Passau drei Hochwässer kurz nach einander passieren sieht, wälzt sich nur eine langdauernde Hochflut durch das Eiserne Thor. Jede Einengung des Überschwemmungsgebietes beeinflusst den Wasserhaushalt

des Stromes und mindert die Constanz seines Wasserstandes.

Die Langsamkeit im Fortschreiten des Hochwasserscheitels in Ungarn war übrigens eine außergewöhnliche, ⁵⁴⁾ und so kam es denn, dass in Ungarn Ende August noch Niederwasser herrschte, als die Alpenzflüsse bereits stark angeschwollen waren, und dass Budapest einer Überschwemmungsgefahr ausgesetzt war, als das schönste Wetter herrschte, dass endlich Ende September, als über den Alpen sich wolkenloser Himmel wölbte, die Donau im Banater Durchbruche hoch angeschwollen war. Diese Langsamkeit im Vorschreiten der Hochflutwelle aber ermöglichte, allenthalben Vorkehrungen gegen sie zu treffen, ihr Anlangen konnte in Budapest genau vorhergesehen werden, und die Möglichkeit, vor Überschwemmungsgefahr zu warnen, wurde eindringlich dargethan.

Welche Wassermassen in der großen Donauhochflut zu bewältigen waren, lässt sich nur schätzungsweise angeben; die Menge des gefallen Regens, welche von Ort zu Ort sehr wechselte, ist nicht genau bekannt, und außerdem ist das Quantum, das in den Flüssen davongeeilt ist, nicht gemessen, sondern kann lediglich aus Formeln berechnet werden, die nur eine Annäherung an die Wirklichkeit bezeichnen.

Was zunächst die Niederschlagsverhältnisse anbelangt, so ergibt ein eingehendes Studium der meteorologischen Aufzeichnungen etwa Folgendes: ⁵⁵⁾ Am meisten regnete es im Bereiche der großen alpinen

Zuflüsse der Donau, welches genau die Hälfte des ganzen Gebietes umfasst, aber 60 % der Niederschläge genoss. Dieselben waren im Innern der Alpen, in der großen Längsthalfucht von Inn, Salzach und Enns am geringsten, sie waren weit höher in den Kalkalpen, am höchsten aber im Alpenvorlande, welche Regel nur im Illergebiete getrübt erscheint. Dies aber ist die Folge der Combination der Stationen bei der Mittelbildung; der übermäßige Niederschlagsreichtum der Alpen im Iller- und Lechgebiete wird namentlich durch die enormen Regenmassen bedingt, die in Kempten fielen. Kempten kann aber auch zum Alpenvorlande gerechnet werden. Auch im einzelnen zeigt sich, dass die Erhebung des Landes keine Steigerung der Niederschläge bewirkte. Auf den Höhen des Steinernen Meeres, wo der Alpenverein einige Regenstationen ins Leben rief, regnete es weniger als unten im Berchtesgadener Lande und in Salzburg. Die Gipfel der Tegernseer Gegend ferner wurden weniger benetzt als die Orte unten im Thale, auf dem Hallstätter Salzberge regnete es ebensoviel wie in Ebensee und auf dem hohen Peißenberge in Oberbayern nicht mehr als ringsum, z. B. in Landsberg am Lech. Nördlich der Donau fielen in Bayern bei weitem nicht die Regenmassen wie südlich des Stromes; anders verhält es sich in Oberösterreich, dessen Mühlviertel dieselben Regenhöhen wie das Inngebiet empfing, während Niederösterreich als der trockenste Strich des Gebietes erscheint. Mit alleiniger Ausnahme des Naabgebietes waren die letzten

vier Tage des August am wenigsten regenreich; in Ober- und Niederösterreich wurden sogar nur unbedeutende Niederschlagshöhen notiert, diese aber kommen wie fast im gesammten Gebiete größtentheils dem 30. August zu. In den Alpen waren die Tage vom 24. bis 27. August regenreicher als die vom 1. bis 4. September; sonst verhielt es sich umgekehrt, im Alpenvorlande und im Mühlviertel waren die vier ersten Septembertage die eigentlichen Regenbringer, und so kommt es, dass ihnen fast die Hälfte der im Gebiete der oberen Donau gefallen Niederschläge zukommt. Im ganzen sind es 17.932,000.000 m^3 , rund 18 km^3 Wasser gewesen, welche im oberen Donaugebiete aus der Luft ausgeschieden wurden. Nun vermag ein Cubikmeter Luft von der mittleren Temperatur von 11° , welche während der Regenperiode herrschte, ein Quantum entsprechend 10 cm^3 flüssigen Wassers zu bergen, das ist ein Hunderttausendstel seines Volumens. Mindestens 1.8 Millionen km^3 Luft sind es also gewesen, welche die Regenmassen nach dem Alpenvorlande brachten, und die müssten sich ihrer Feuchtigkeit ganz entledigt haben. Es scheidet sich jedoch nie alle Feuchtigkeit aus der Luft aus, letztere wird nirgends vollkommen trocken, und so wird denn auch ein viel größeres Luftquantum als berechnet nöthig gewesen sein, um das Alpenvorland so ausgiebig zu benetzen, wie es geschehen ist.

Die Gesammthöhe des in den zwölf Tagen vom 24. August bis 4. September im Donaugebiete gefallen

Regens macht den sechsten Theil des sonst im Laufe eines ganzen, nicht allzu trockenen Jahres gemessenen Niederschlages im Gebiete aus, ja, in den vier ersten Septembertagen fiel ein Zwölftel der normalen Regenhöhe des Gebietes, die ganze gefallene Regenmenge aber beläuft sich auf ein Drittel des Wassers, das sonst in der Donau bei Wien in einem Jahre vorüberfließt. Kein Wunder daher, wenn sich ein ganz außerordentliches Hochwasser entwickelte. Dasselbe hat bei Wien einen nicht unbedeutenden Theil jener Menge Regenwassers vorbeigeführt. Am 26. August hatte man, wie erwähnt, einen verhältnismäßig niedrigen Wasserstand, darauf passierte am 29. August das erste Hochwasser und am letzten Tage dieses Monats hatte die Donau wieder ein Niederwasser. In den sechs Tagen vom 26. bis 31. August führte sie nicht weniger als $1\cdot529 \text{ km}^3$ Wasser vorbei. Darauf begann sie zu steigen, um am 7. September ihren Hochstand zu erreichen, bis dahin brachte sie $3\cdot300 \text{ km}^3$. In den nächstfolgenden Tagen vom 8. bis 14. September war die Menge der fallenden Hochwässer immer noch $3\cdot638 \text{ km}^3$, so dass also vom 26. August bis 14. September $8\cdot467 \text{ km}^3$ Wasser bei Wien passierten, das ist beinahe die Hälfte der gefallenen Regenquantitäten. Aber damit hatte die Donau noch keineswegs wieder den Tiefstand erreicht, den sie vor Eintritt der Hochflutwelle im August besessen hatte. Derselbe wurde erst am 26. September wieder gewonnen, und bis dahin brachte die Donau noch $2\cdot342 \text{ km}^3$, so dass also die ganze Hochwasserwelle

10·809 km^3 Wasser enthielt, ⁵⁶⁾ das ist 62 % des vom 24. August bis 4. September gefallenen Regens. Nun enthält zwar gewiss die ganze Hochflutwelle noch anderes Wasser als das der Niederschläge, solches von Quellen, sowie solches der allerdings wenig ergiebigen Regen, welche nach dem 4. September folgten, allein andererseits ist gewiss ein Theil des gefallenen Wassers noch bis Ende September in Seen, Mooren etc. aufgespeichert gewesen und erst später zum Abflusse gelangt. Gerechtfertigt erscheint daher die Annahme, dass mehr als die Hälfte der vom 24. August bis 4. September gefallenen Regenwässer schon vor Ende September in der Donau Wien passiert hatte.

Das Septemberhochwasser 1890 war ein ausgezeichnetes Beispiel eines Schwellhochwassers, bedingt durch ein Anschwellen der Donau durch eine außerordentliche Steigerung ihrer Wassermassen. Neben solchen Schwellhochwässern besitzt die Donau auch noch Stauhochwässer, bedingt durch den gehemmten Abfluss ihrer Wässer. Es gehört zur Regel, dass sich die Donau alljährlich mit Eis bedeckt. Nach vierzigjährigem Durchschnitte sieht man am 22. December fast gleichzeitig auf der ganzen oberen Donau die ersten Eisschollen, welche an verschiedenen Stromstrecken sich zu einem Eisstoße zusammenschieben pflegen, der sich übrigens bei Wien nur alle zwei Jahre einmal stellt. Solch ein Stoß verbaut den Strom und lässt für dessen Wasser nur kleine unbedeutende Abflussöffnungen. Es staut sich hinter ihm das Wasser

auf, es entsteht ein Stauhochwasser. Dasselbe zeigt in charakteristischer Weise zwei Gipfel: den einen kurz nachdem sich der Stoß gestellt hat, bevor sich die Wässer die Canäle durch denselben gebahnt haben, den zweiten, wenn der Fluss infolge der Schneeschmelze zu steigen beginnt und den Stoß zerbricht, was gewöhnlich bald geschieht. Es schließt daher das Stauhochwasser gewöhnlich mit einer Hochflut ab, welche zwar rasch verläuft, aber leicht sehr bedeutend anschwillt und durch den Umstand, dass sie Treibeis führt und ausschließlich in den Wintermonaten auftritt, besonders verderblich wird. Solche Stauhochwässer sind immer nur örtliche Erscheinungen und machen sich selten am ganzen Strome fühlbar. Sie bewirken, dass den Wintermonaten, namentlich dem Januar und Februar, ein höherer Wasserstand zukommt, als ihrer Wasserführung entspricht.

Die Donau ist naturgemäßer Weise eine große und wichtige Schifffahrtsstraße. Schon von Ulm an trägt sie Fahrzeuge, von allerdings nur bescheidenen Maßen. Regensburg ist der eigentliche Anfang der regelmäßig betriebenen Donauschifffahrt, der ein Weg von nicht weniger als 2427 *km* zur Verfügung steht. Allerdings ist nicht jede Strecke gleich begünstigt für den Verkehr. Es fehlt nicht an Schifffahrtshindernissen. An der oberen Donau finden sich dieselben namentlich in den Engen. Gefürchtet war hier namentlich der Struden von Grein, wo der Fluss mit namhaftem Gefälle von 6.55 ‰ über ein Riff hinwegströmt und

einen gewaltigen Strudel entwickelt. Sprengungen haben die Gefährlichkeit dieses Hindernisses stark gemindert. Im Mittellaufe stellen sich außer den bereits geschilderten im Banater Durchbruche namentlich auch solche in der oberungarischen Ebene dort ein, wo unweit Gönyö⁵⁷⁾ das sehr sanfte Gefälle der Donau ziemlich unvermittelt auftritt. Hier kommen Kiesbänke zur Entwicklung, welche sich wie Schwellen durch den Strom legen. Der Unterlauf endlich ist bis ans Meer im allgemeinen gut schiffbar; die Erschwernisse an der Mündung sind oben besprochen. Sie sind hinweggeräumt und Gleiches ist mit der Mehrzahl der Hindernisse im Oberlaufe geschehen. Im Mittellaufe wird eben jetzt die Herstellung einer Schiffahrtsstraße durch den Banater Durchbruch begonnen und auch an der Beseitigung der Bänke von Gönyö gearbeitet. So wird denn binnen kurzem der Schifffahrt eine Straße von ein Vierteltausend Kilometer Länge offen stehen.

Allein diese Straße hat einen großen Nachtheil: sie führt nicht direct zum Ocean, sondern lediglich zu einem der entlegensten Binnenmeere. Ihr Oberlauf liegt dem pulsierenden oceanischen Verkehre auf dem Landwege viel näher als durch den Strom. Ebenso ist der Mittellauf der Adria durchwegs näher gelegen als dem Schwarzen Meere. Dazu gesellt sich der Umstand, dass es am Oberlaufe an Erzeugnissen der Massenproduction fehlt, welche einen lohnenden Thalverkehr ins Leben rufen könnten, und dass die reichen

Erträgnisse der Landwirtschaft Ungarns auf der Donau abwärts nur durch große Umwege zu ihren Märkten gelangen können, während die Bergfahrt durch niedrigen Wasserstand gerade dann erschwert wird, wenn die Ernten Ungarns fortzuschaffen wären. Überdies endlich deckt sich alljährlich durch mindestens einen Monat der Strom mit treibendem oder stehendem Eise. Das Eis, das sich durchschnittlich am 22. December auf der oberen Donau einstellt, schwindet durchschnittlich am 10. Februar, so dass mindestens zwei Monate lang die Schifffahrt hier ruhen muss, und ähnlich verhält es sich an den Mündungen, welche durchschnittlich 48 Tage gesperrt sind.⁵⁸⁾

Diese Verhältnisse machen begreiflich, dass die Donau nicht eine so belebte Schifffahrtsstraße wie der Rhein zum Beispiel ist. Gleichwohl hat sich in der Donaudampfschifffahrts-Gesellschaft ein Unternehmen entwickelt, wie es in gleichem Umfang auf keinem der europäischen Ströme wiederkehrt, ein Unternehmen, welchem es durch Jahrzehnte allein oblag, die Hindernisse der mittleren Donau zu bekämpfen, welches vermochte, die Schifffahrt durch die Banater Enge zu betreiben und seine Fahrzeuge über die Bänke von Gönyö zu schaffen, welches selbst auf dem Oberlaufe des Stromes mit seinem steilen Gefälle, seinem wechselnden Stande, seinem Geschiebereichthum und seiner langen Eisbedeckung einen lebhaften Verkehr unterhält und damit einen echten Alpenfluss befährt.⁵⁹⁾ Wie viel mehr ist in jeder Beziehung die Schifffahrt am

Rheine begünstigt. ⁶⁰⁾ Die Wasserführung des Stromes ist durch die Schweizer Alpenseen reguliert und nicht jedes Jahr durch Eisbedeckung gehemmt. Dabei richtet sich der Rhein direct nach dem Weltmeere, und reiche Kohlenlager an seinen Ufern gewähren dem Massentransporte Material und Arbeitskraft. Gleichwohl ist die Strecke des Rheines, welche der Donau bei Wien entspricht, nämlich der Lauf oberhalb Mannheim verwaist. Kein Wunder daher, wenn sich Wien nicht mit den großen Rheinhäfen Mannheim, Mainz und Köln in Bezug auf den Schiffsverkehr messen kann.

Anmerkungen.

Die Donau ist bereits mehrmals der Vorwurf monographischer Behandlung gewesen. Zahlreich sind die Schriften, welche die landschaftlichen Reize ihres Laufes schildern; eine geologische Beschreibung ihres Gebietes entwarf Peters (Die Donau und ihr Gebiet, Leipzig 1876); die wirtschaftlichen Verhältnisse desselben behandelte W. Götz (Das Donaugebiet mit Rücksicht auf seine Wasserstraßen, 1882). In der Hölder'schen Geographischen Jugend- und Volksbibliothek gab Grassauer eine gelungene Beschreibung des Stromes (Die Donau, Wien 1879) heraus. Kürzlich schilderte R. v. Lorenz-Liburnau die Donau unter besonderer Berücksichtigung ihrer Kiesbänke (Die Donau, Wien 1890). Wiewohl ein eigener Donau-Verein in Wien existiert und ein eigenes Organ, der von L. Zels geleitete „Danubius“ seit 1885 derselben gewidmet ist, so sind doch die hydrographischen Verhältnisse des Gesamtstromes bisher noch nicht zusammenhängend geschildert worden. Es mussten daher die in diesem Vortrage mitgetheilten Daten durchwegs aus Originalquellen geschöpft, mehrfach auch neu berechnet werden. Es erscheint angemessen, diese Quellen hier eigens zu erwähnen, und es gebürt der Leitung des Vortrag-Comités des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse aufrichtiger Dank dafür, dass sie gestattet, die folgenden, an den engeren Kreis der Fachleute gerichteten Daten dem vorstehenden in erweiterter Fassung wiedergegebenen Vortrage beizufügen.

1. (S. 1.) Das österreichische Alpenvorland. (Vorträge des Vereines zur Verbreitung naturwissensch. Kenntnisse. Wien 1890. XXX. Jahrgang, Heft XIV.)

2. (S. 2.) Wasserstände der Donau in Metern:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	
Dillingen 1835—1874	0·195	0·422	0·313	0·444	0·376	0·329	
Passau 1851—1885	1·55*	1·65	2·04	2·34	2·68	3·14	
Linz 1822—1875	0·645*	0·816	1·000	1·256	1·500	1·804	
Stein 1829—1873	0·080	0·373	0·478	0·910	1·308	1·485	
Wien 1826—1874	-0·085	0·122	0·180	0·549	0·841	1·017	
Pest 1851—1874	1·75	2·10	2·16	2·66	2·83	2·94	
Alt-Orsova 1840—1875	2·069	2·448	3·112	3·694	3·822	3·417	
	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Dillingen 1851—1885	0·160	0·126	0·008	0·002*	0·031	0·128	0·189
Passau 1851—1885	3·00	2·86	2·29	1·80	1·65	1·62	2·22
Linz 1822—1875	1·651	1·527	1·318	0·830	0·777	0·664	1·145
Stein 1829—1873	1·299	1·131	0·668	0·223	0·067*	0·123	0·681
Wien 1826—1874	0·851	0·725	0·331	-0·073	-0·186*	-0·143	0·343
Pest 1851—1874	2·69	2·60	2·13	1·59	1·52*	1·64	2·22
Alt-Orsova 1840—1875	2·856	2·356	2·047	1·850	2·347*	2·481	2·708

Dillingen, Linz, Stein, Wien, Pest und Alt-Orsova nach G. v. Wex. Zweite Abhandlung über die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen (Zeitschrift des Österr. Ing.- und Arch.-Vereines, Wien 1879, Heft VI—IX). Passau nach einer freundlichst mitgetheilten Zusammenstellung von Swarowsky.

3. (S. 3.) Vergl. meinen Vortrag: Die Bildung der Durchbruchsthäler. Vorträge des Vereines zur Verbreitung naturwissensch. Kenntnisse. Wien 1887/1888. (22. Februar 1888.) In diesem Vortrage hat sich eine Unrichtigkeit in Bezug auf die Darlegungen F. Römers über die Entstehung des Weserdurchbruches bei Vlotho eingeschlichen, was ich bereits im Neuen Jahrbuche für Mineralogie 1890, Band I, S. 165, aufgeheilt habe. Es sei mir erlaubt hier zu bemerken, dass diese Unrichtigkeit den übrigen Inhalt meines Vortrages nicht im mindesten tangiert. Fortgesetzte Studien der sehr reichen Literatur über Durchbruchsthäler haben mich ver-

gewissert, dass schon viel früher als durch F. Römer der Gedanke ausgesprochen worden ist, Flüsse könnten bei Einschneiden ihres Bettes der Bewegung der Erdkruste Schritt halten. Charles Lyell hat dies bereits 1830 dargelegt und namentlich betont, dass die Flüsse ihre Arbeit nicht erst beginnen, wenn das Land gehoben ist, sondern schon während der Erhebung ihre Arbeit anfangen, und dass ihnen dabei die Tendenz innewohnt, ihren Lauf beizubehalten (Principles of Geology, vol. I, 1830, p. 331 ff.). In späteren Auflagen des eben erwähnten Werkes sind die einschlägigen Äußerungen stark gekürzt worden.

4. (S. 11.) E. Suess, Antlitz der Erde. Band I, Seite 438.

5. (S. 11.) E. Suess, Über den Lauf der Donau (Österr. Revue, IV. Band, 1863). Die rechten Prallstellen sind namentlich in der regulierten Donau tiefer als die linken.

6. (S. 12.) Die Länge des Donaulaufes lässt sich heute noch nicht genau angeben. Nach Strelbitsky (Superficie de l'Europe) beträgt dieselbe 2645·6 *km*. von Klöden (Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Berlin 1885, Seite 398) gibt 2745 *km* an. Das Werk: Der Wasserbau in Bayern, zählt (Seite 7) 2863 *km* von der Bregequelle bis zur Mündung.

Aus officiellen Angaben lässt sich Folgendes entnehmen:

Länge von der Bregequelle bis Donaueschingen	48·55	<i>km</i>	
Länge der Donau von Donau- eschingen bis Ulm	214·23	"	
Gesamtlänge der Donau vom Ur- sprung bis Ulm	262·78	<i>km</i>	262·78 <i>km</i>

nach der Ausmessung von Regelmann mitgetheilt in: Das Königreich Württemberg, herausgegeben vom kgl. stat.-top. Bureau, 1882, Band I, Seite 303.

Länge vom Ursprung bis Ulm		262·78 <i>km</i>	
Länge der Donau am linken Ufer in Bayern von der Illermün- dung bis unterhalb Passau .	365·00	<i>km</i>	
ab Entfernung Illermündung—Ulm (Der Wasserbau in Bayern, 1888. Heft I, Seite 7) . . .	2·34	"	
Ulm—Passau	362·66	<i>km</i>	362·66 <i>km</i>
Für Dampfschiffe fahrbare Fluss- länge in Oberösterreich (Donau)	160·524	<i>km</i>	
in Niederösterreich (Donau und Donaucanal)	204·660	"	
ab Donaucanal	14·319	<i>km</i>	
	350·865	<i>km</i>	350·86 <i>km</i>

(Statist. Jahrb. d. österr.-ungar. Monarchie. Band I. 1889). Eine von Swarowsky ausgeführte Neumessung der Strecke Passau — Marchmündung ergab 355·9 *km*, wovon 3·6 *km* auf Bayern entfallen. (Die Eisverhältnisse der Donau. Geograph. Abh. V. 1. Wien 1891. Seite 6.)

Länge der Donau im Deutschen Reiche und Österreich 976·30 *km*.

Für die Länge der Donau in Ungarn finden sich folgende offizielle Angaben:

1. Länge der Donau im Stromstriche von Theben bis unterhalb des Eisernen Thores (Monographien der Donau und Elbe, Wien 1886; Beschreibung der Donau innerhalb der Grenzen Ungarns, herausgegeben vom königl. ungar. Communicationsministerium) 1062·481 *km*
ab Entfernung ungarische Grenze bis unterhalb des Eisernen Thores ca. 6·000 "
Länge der Donau in Ungarn 1056·000 *km*

2. Die Donau durchfließt in Ungarn (Die Wasserbau-Angelegenheiten Ungarns, herausgegeben vom königl. ungar. Ackerbauministerium, 1890, Seite 15) . . . 997·369 *km*
 die Summation der einzelnen Posten ergibt 998·467 *km*.
3. Entfernung der Pegelstation Orsova von Theben (A magyar állam jelentékenyebb folyóiban észlelt vízállások, 1890, II) 973·00 *km*
 Entfernung Alt-Orsova—Ungarische Grenze 3·75 *km*
 Donaulauf in Ungarn 976·75 *km*.

Zur Controle dieser Angaben kann der Kilometerzeiger der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft dienen. Darnach (vergl. Monographien der Donau und Elbe, Seite 21) ist die Entfernung Theben—Verciorova 964·2 *km*.

Letzterer Wert kommt dem vorangehenden sehr nahe. Auch sonst stimmen die Angaben des Kilometerzeigers befriedigend mit den mitgetheilten officiellen. Für die Strecke Regensburg—Marchmündung ergeben sich 503·7 *km* gegen 508·7 *km* der bayrischen und österreichischen Angaben. Ich möchte daher auch die Angabe, dass die Entfernung von der österreichischen Grenze bis Sulina 1923·8 *km* beträgt, für vertrauenswert erachten. Darnach ergibt sich als Länge der Donau von der Bregequelle bis zum Meere 2900·1 *km* während dann, wenn man den Betrag der Donau in Österreich, welchen die Ausmessung von Swarowsky ergab, einsetzt, sich für die Stromlänge ergeben 2900·6 *km*.

7. (S. 12.) Für das Stromgebiet der Donau oberhalb Nussdorf ergibt sich ein Areal von 102.236 *km*² nach der hydrographischen Karte von Bayern und Becker, Die Gewässer in Österreich. Die in beiden Werken mitgetheilten Areale für die einzelnen Flussgebiete weichen übrigens nicht unbeträchtlich von denen Strelbitskys ab. Für das Gebiet der Donau zwischen Passau und Eisernem Thore stehen nur wenige Ziffern zur Verfügung. Nach Pasetti (Notizen über die Donauregulierung im österreichischen Kaiserstaate, Wien 1861, Seite 3)

beläuft sich dasselbe auf 469.003 km^2 ; nach McAlpine (Actenstücke zur Regulierung der Donau, 1880, Seite 45) auf 531.985 km^2 . Nach eigenen Messungen auf der hydrographische Karte zu Chavannes Physikalischem Atlas von Österreich-Ungarn beläuft sich dasselbe auf 572.700 km^2 , wovon 188.200 km^2 auf das Gebiet oberhalb Pest entfallen.

8. (S. 13.) Areal des Donaugebietes nach Strelbitsky. Nach officiellen Quellen entfallen auf das Donaugebiet:

in Württemberg $5846 \text{ km}^2 = 30\%$ der Fläche (Das Königreich Württemberg, Band I, Seite 207);

in Bayern $48.148 \text{ km}^2 = 63.5\%$ der Fläche (Hydrogr. Übersichtskarte von Bayern, München 1881, Seite 13);

in Österreich $128.951 \text{ km}^2 = 43\%$ der Fläche (W. Becker, Die Gewässer in Österreich, Wien 1890).

Wolga nach Strelbitsky $1,458.894.4 \text{ km}^2$ Flussgebiet, 3182.9 km Länge.

9. (S. 13.) Berechnet nach den mittleren Breiten des Hauptstromes.

10. (S. 14.) Die königl. oberste Baubehörde im Staatsministerium des Innern hat folgende hier in Betracht kommende Werke herausgegeben:

Der Wasserbau an den öffentlichen Flüssen im Königreich Bayern, eine hydrographische Beschreibung der Hauptflussgebiete, sowie eine systematische Darstellung der Leistungen im Wasserbauwesen Bayerns nach den verschiedenen Stufen der Entwicklung bis zum gegenwärtigen Stande, München 1888; Hydrographische Übersichtskarte des Königreiches Bayern, München 1881; Ombrometrisch-hydrographische Karte des Königreiches Bayern, München 1885; Orohydrographische Übersichtskarte des Königreiches Bayern, München 1888.

Nach diesen Werken kann Bayern als das in hydrographischer Beziehung bestdurchforschte Land Mitteleuropas gelten.

11. (S. 14.) A. Knop, Über die hydrographischen Beziehungen zwischen der Donau und der Aachquelle im Badischen Oberlande (Neues Jahrbuch für Mineralogie und Geologie, 1878, Seite 350). Die Wassermenge der Donau ist nach dem Einflussgebiete geschätzt.

12. (S. 16.) Während die Abflussverhältnisse der Donau in Bayern und der Elbe in Böhmen auf das genaueste untersucht worden sind, während die Pegelstände der Flüsse Böhmens durch Harlacher, jene der Flüsse Galiziens neuerlich durch Karlinski und jene der Theiß und Donau von Péch publiciert werden, ist man hinsichtlich der Wasserführung der Flüsse in den innerösterreichischen Ländern lediglich auf beiläufige Erwähnungen angewiesen, wiewohl von den einzelnen Bauämtern mancherlei schätzbare Arbeiten ausgeführt worden sind. Allein die Ergebnisse derselben schlummern in den Acten. Oft schon ist daher der Wunsch nach einer hydrologischen Centralstelle in Wien laut geworden, welche leicht aus der Donauregulierungs-Commission herauswachsen könnte, aber nichts deutet an, dass in nächster Zeit diesem Wunsche willfahrt werde.

13. (S. 17.) Vergl. „Danubius“, 1887, Seite 336: Diese Tabelle beruht auf Messungen, welche Harlacher in der Donau vorgenommen hat (Harlacher, Die Messungen der Elbe und Donau, Leipzig 1881, Seite 31—44), und ist nach der Formel von Ganguillet-Kutter entworfen. Natürlich liefert sie daher nur angenäherte Werte für die Wasserführung, zumal wenn berücksichtigt wird, dass sich das Durchflussprofil vermöge des Wanderns der Kiesbänke stetig ändert. Allein, nachdem sonst fast gar keine Anhaltspunkte für die Wasserführung der Donau bei Wien vorhanden sind — die wenigen älteren und unzuverlässlichen Messungen erwähnt v. Wex: Über die Donauregulierung bei Wien (Zeitschrift des Österr. Ing.- und Arch.-Vereines, Wien 1876, Heft V, Seite 84) — scheint mir eine, wenn auch nur approximative Berechnung derselben nicht unnöthig zu sein. Die Wasserführung des Donaucanales

wurde nach den Daten von Harlacher direct bestimmt, unter Anwendung von dessen Verfahren für die Ermittlung der Geschwindigkeit für verschiedene Wasserstände.

14. (S. 18.) Vergl. Function des Schwimmthores im Wiener Donaucanale während des Hochwassers im Jahre 1883 (Zeitschrift d. Österr. Ing.- u. Arch.-Vereines, Wien 1883, Seite 109).

15. (S. 20.) Vergl. Wolfbauer, Die chemische Zusammensetzung des Wassers der Donau vor Wien im Jahre 1878 (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., II. Abth., Band LXXXVII, 1883). Die einzelnen Zahlen sind direct aus den von Wolfbauer mitgetheilten Analysen berechnet. Die Werte, welche letzterer für die Gesamtführung der Donau an festen Substanzen angibt (40,000.000 *kg* täglich), sind etwas zu klein ausgefallen.

16. (S. 22.) Über das am Boden der Flüsse bewegte Geschiebe hat man bislang nur sehr geringe Kenntnis, die zahlreichen Untersuchungen des regulierten Donaubettes, welche durch die Donauregulierungs-Commission seit 1875 vorgenommen worden sind, ermöglichen aber wenigstens für die Donau eine wenn auch bescheidene Vorstellung davon zu gewinnen. Es wurde mir seitens des Herrn Oberbau-rathes Fänner in liebenswürdigster Weise ein Einblick in die einschlägigen Aufnahmen gestattet. Dieselben bestehen in mehr als 100 Querprofilen durch den regulierten Strom, welche von 1875—1884 7mal neu ausgelothet worden sind, und aus darnach construierten Schichtenkarten des Donaubettes für die einzelnen Jahre. Aus diesen Schichtenkarten habe ich die oben mitgetheilten Daten über das Wandern der Schotterbänke entnommen, das besonders deutlich zwischen der Reichs- und Stadlauerbrücke zu verfolgen ist. Oberhalb der letzteren sind dabei zwei Prallstellen verschwunden. Aus den Veränderungen der Flächen, welche die einzelnen Profile von Jahr zu Jahr erleiden, hat man, dem Vorgange von Wex folgend (Über die Fortschritte der Ausbildung des neuen regulierten Donaustrombettes bei Wien, Zeitschrift des

Österr. Ing.- und Arch.-Vereines, 1880, III. Heft), nach Eliminierung des ausgebaggerten Materials die Umlagerungen, welche im Donabette durch die Geschiebebewegung stattgefunden haben, ziffermäßig bestimmt. Einige einschlägige Angaben habe ich oben bereits mitgetheilt, folgende Tabelle, einem Gutachten von Herrn Oberbaurath F ä n n e r entnommen, gibt einen Überblick über die Ergebnisse dieser Berechnungen:

Volumenänderung der regulierten Donau bei Wien

(+ Erweiterung, — Verschüttung des Bettes in m^3)

	Oberhalb der Reichsbrücke (4741 m)	Zwischen Reichs- und Stadlauer- brücke (3983 m)	Unterhalb der Stadlauer- brücke (5595 m)	Zusammen
1876—1878	+ 208.036	+ 5.205	+ 425.559	+ 638.800
1878—1879	— 125.037	— 328.961	— 8.939	— 462.937
1879—1880	— 52.826	+ 67.029	— 352.525	— 338.322
1880—1881	+ 130.370	— 47.818	+ 57.443	+ 139.995
1881—1884	— 210.957	+ 115.791	+ 299.666	+ 204.500
1876—1884	— 50.414	— 188.754	+ 421.204	+ 182.036
1879—1884	— 133.413	+ 135.002	+ 4.584	+ 6.173

Man sieht, dass das Jahrfünft 1879/84, auf welches die Mehrzahl unserer Daten bezogen ist, auf das Bett der gesammten regulierten Donau ziemlich wirkungslos gewesen ist, obwohl im oberen Drittel desselben 133.413 m^3 abgelagert und ebensoviel dem mittleren Abschnitte entnommen worden sind. Da nun das letzte Drittel kaum erweitert worden ist, so muss das dem mittleren Stücke entnommene Material von 135.002 m^3 mindestens um 5.6 km abwärts gerollt sein. Sehr bemerkenswert ist, dass 1879—1884 das obere und mittlere Drittel der regulierten Strecke sich entgegengesetzt verhalten, während das eine vertieft wird, wird das andere erhöht. Man sieht deutlich, wie die Schottermassen abwärts wandern. Man würde über diesen Vorgang noch genauere Vorstellungen erhalten können, wenn man die große Zahl der ausgelotheten

Profile zu Gruppen vereinigt, welche je Erhöhung oder Vertiefung erfahren haben.

Über die Menge des bewegten Schotters und die Länge des von demselben zurückgelegten Weges gibt obige Tabelle mehrere Anhaltspunkte. Die 638.000 m^3 Schotter, um welche 1876/78 das Donaubett erweitert wurde, haben durchschnittlich mindestens dessen halbe Länge (7610 m) durchmessen und haben insgesamt den Ausgang der regulierten Donau passiert, darnach ergibt sich hier eine Schotterbewegung von 319.400 m^3 und ein zurückgelegter Weg von 3580 m in einem Jahre hohen Wasserstandes. 1878/79 wurden bei sehr niedrigem Wasserstande in die regulierte Donau 462.937 m^3 Schotter hineingespült, welche also das Profil am Eingange der regulierten Strecke passiert haben. Da dieselben vornehmlich oberhalb der Stadlauerbrücke zur Ablagerung gelangt sind, so haben sie durchschnittlich mindestens den halben Weg dahin zurückgelegt, nämlich 4360 m im Jahre. Diese Schottermasse wanderte im nächsten Jahre weiter und gelangte wenigstens theilweise in das untere Drittel der regulierten Donau wo unterhalb der Stadlauerbrücke 352.525 m^3 Schotter zur Ablagerung kamen. Hatten wir angenommen, dass durchschnittlich im Jahre 1878/79 die Schotter den halben Weg vom oberen Ende der regulierten Strecke bis zur Stadlauerbrücke zurückgelegt hatten, also im Mittel bis 4360 m weit vom Eingange geschleppt worden waren, so findet sich 1879/80 die Mitte der Schotterablagerung halbwegs der Stadlauerbrücke und dem Ausgange der regulierten Strecke, also 11.520 m von deren Eingang. Der zurückgelegte Weg beläuft sich daher auf 7160 m . So erhalten wir für den Schottertransport im Jahre einen zurückgelegten Weg von mindestens 3580 m bis 4360 m , in einem Falle von 7160 m im Mittel, und Quantitäten von 319.400 m^3 bis 462.937 m^3 . Diese Mengen aber stellen Minima des transportierten Materiales dar, nämlich jeweilig nur den Unterschied zwischen dem herbeigeführten und weggeschafften Schotter.

In jedem einzelnen Profile des Stromes finden gleichzeitig Ablagerungen und Fortführungen statt. 1877 zeigte das Profil 1620 *m* unterhalb der Reichsbrücke seine größte Tiefe am linken Ufer, es hatte die Gestalt ABCD (Fig. 2), 1884 war die größte Tiefe am rechten Ufer und am linken eine Bank, die Gestalt war ACED. 1877/84 haben also folgende Veränderungen gespielt: Es ist die linke Seite zugeschüttet worden um ABC und die rechte um CED vertieft worden. Die Materialien, welche die Zuschüttung von ABC bewirkten, haben das unmittelbar oberhalb gelegene Profil passiert, die weggeführten Massen CED das nächste unterhalb folgende durchmessen.

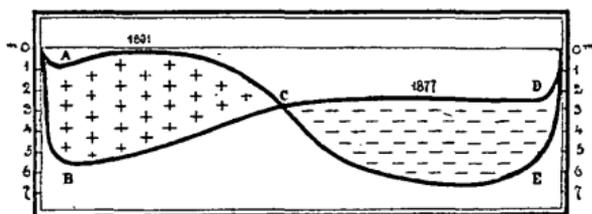


Fig. 2. Veränderungen im Donaubeete bei Wien.

Die Summe des bewegten Materiales ist also $ABC + CED$. Der Unterschied beider Profile ist aber $ABCD - ACED = (ACD + ABC) - (ACD + CED)$, ist aber gleich $ABC - CED$, und auf diese Größe beziehen sich die oben gemachten Angaben über den Geschiebetransport, der daher in Wirklichkeit viel größer sein muss.

Um nun eine Vorstellung von dem Umfange desselben zu erhalten, untersuchte ich die Veränderungen, welche 14 Profile in je 190 *m* Abstand unterhalb der Reichsbrücke von 1877—1884 erfahren haben, d. h. ich bestimmte deren Erhöhung und Vertiefung gesondert. Es stellte sich heraus, dass dieselben 1877/81 bei relativ hohem Wasserstande im Mittel um 0·77 *m* vertieft und um 0·92 *m* erhöht worden sind, während 1881/82 bei niedrigerem Wasserstande sich als entsprechende Mittel 0·41 *m* für die Vertiefung und 0·24 *m*

für die Erhöhung ergaben. Es wanderte 1877/81 eine 1·68 *m*, 1881/84 eine 0·65 *m* mächtige Schotterschichte am Boden, deren Querschnitt sich daher auf 477, beziehungsweise 185 *m*² berechnet. Gewöhnlich nimmt man nun an, dass der Geschiebetransport derart erfolgt, dass die Gerölle an einer Prallstelle losgerissen und bis zur nächsten Bank transportiert werden. Dies würde unterhalb der Reichsbrücke einen Transport von 1500 *m* Länge bedeuten, und es würde sich 1877/81 nur eine Verfrachtung von jährlich 178.900 *m*³, 1881/84 von bloß 93.000 *m*³ Schotter ergeben. Dies ist entschieden viel zu wenig, da doch schon der Überschuss der Geschiebezufuhr sich auf 462.937 *m*³ im Jahre belaufen hat. Es ist eben der Weg, den die Geschiebe zurücklegen, länger als von einer Prallstelle zur nächsten Schotterbank, es wandern die Geschiebe, wie sich oben ergeben, im Minimum 4·3 *km* jährlich, im Mittel in einem Falle 7·2 *km*, das ist 5mal weiter, als von uns angenommen, und wir müssten daraufhin den Geschiebetransport 1877/81 auf 894.500 *m*³, 1881/84 auf 465.000 *m*³ jährlich veranschlagen.

Aber selbst diese Ziffern dürften noch hinter der Wirklichkeit sehr zurückstehen, da sie als Werte für den Gesamttransport der Geschiebe nur wenig kleiner sind als die oben mitgetheilten Zahlen für die Differenz von Geschiebezufuhr und Geschiebeabfuhr. Diese Differenz machte 1881/84 in den untersuchten 14 Profilen ein Viertel des Gesamttransportes aus. Nun wurden in diesen drei Jahren unterhalb der Reichsbrücke 504.166 *m*³ Schotter aus der regulierten Donau herausgeführt. Diese Ziffer stellt nur ein Viertel der gesamten Geschiebebewegung dar, die darnach sich auf 672.000 *m*³ jährlich beläuft. Nimmt man ferner an, dass auch 1876/78 die Geschiebeausfuhr aus der Donau ein Viertel des Gesamttransportes ausmacht, so ergibt sich für denselben die Größe von 1,277.600 *m*³ jährlich. Nun aber ist keineswegs gesagt, dass die Differenz von Zufuhr und Abfuhr immer ein Viertel der gesamten bewegten Geschiebemasse aus-

make. Für dieselbe ergibt sich wenigstens für 1877/81 aus unseren 14 Profilen auch ein anderer Wert; denn während 9 Profile durchschnittlich um ein Viertel der bewegten Schicht vertieft wurden, wurden fünf um ein Achtel derselben erhöht.

Weitere Untersuchungen der zahlreichen Profile der regulierten Donau werden jedenfalls noch zur Aufstellung dieser und anderer Fragen führen. Hier muss genügen, gezeigt zu haben, dass in Jahren relativ niedrigen Wasserstandes die Geschiebeführung der Donau etwa Zweidrittel-millionen m^3 beträgt und sich auf über eine Million m^3 in Jahren hohen Wasserstandes beläuft, und geringer ist als die Führung von Schlamm und gelösten Substanzen. Flussabwärts muss sich übrigens dies Verhältnis verschieben, da die Geschiebe bei ihrer Bewegung sich abreiben, daher kleiner werden und die Schlammmenge steigern. Streng genommen entspricht daher eine Vertiefung des Schotterbettes nicht bloß einer Schotterwegfuhr, sondern auch einer Verfrachtung von Schlamm, und man wird nicht erwarten dürfen, dass die Geröllmenge, die an einer Stelle weggenommen ist, an einer anderen unvermindert wieder zur Ablagerung kommt.

17. (S. 23.) Études relatives aux inondations et à l'engorgement des rivières. (Mém. prés. par divers savants à l'académie des sciences, t. XX, Paris 1872, p. 287, 311.)

18. (S. 24.) Vergl. über das Gefälle der Donau in Ungarn: Lanfranconi, Les voies de communication par eau de l'Europe centrale, Vienne 1881, p. 28; Rettung Ungarns vor Überschwemmungen, Wien 1882, Seite 51; vergl. ferner: Monographien der Donau und der Elbe; Wien 1886, Seite 150.

19. (S. 24.) Lanfranconi, Die Rettung Ungarn vor Überschwemmungen, Wien 1882, Seite 34.

20. (S. 24.) Die Regulierung des Saveflusses, Agram 1876; Lanfranconi, Les voies de communication par eau de l'Europe centrale, Vienne 1881, p. 29.

21. (S. 25.) Halaváts, Der artesische Brunnen von Szentes (Mittheil. a. d. Jahrb. d. königl. ungar. geolog. Reichsanstalt, Band VIII, Heft 6, 1888); Die zwei artesischen Brunnen von Hód-Mező-Vásárhely (ebenda, Band VIII, Heft 8, 1889).

22. (S. 25.) Nimmt man an, dass das ganze Überschwemmungsgebiet der Theiß, eine rund 20.000 km^2 messende Fläche, im Durchschnitte eine Mächtigkeit von 200 m posttertiärer Schichten aufweist, so würde deren Volumen auf 4000 km^3 zu veranschlagen sein. Auf die übrigen 133.000 m^2 des Theißgebietes vertheilt, würden dieselben eine 30 m mächtige Schicht ausmachen, welche, falls die Abtragung dieses Gebietes ebenso rasch erfolgt wie die des Donaugebietes oberhalb Wien, in 480.000 Jahren entfernt werden könnten.

23. (S. 27.) Lanfranconi, Die Rettung Ungarns vor Überschwemmungen, Wien 1882.

24. (S. 27.) Ausweis über die unter Aufsicht des königl. ungarischen Communicationsministeriums stehenden Deich- und Wasserregulierungs-Genossenschaften, 1887. Ausgestellt auf der land- und forstwirtschaftlichen Ausstellung, Wien 1890.

25. (S. 28.) Hieronymi, Die Theißregulierung, Budapest 1888.

26. (S. 29.) Stefanović von Vilovo, Die Entsumpfung der Niederungen der Theiß und des Banats (Mittheil. d. k. k. geogr. Gesellschaft, 1874, Seite 193, 272); Über die Ursachen der Katastrophe von Szegedin (ebenda, 1879, Seite 193, 245). Lanfranconi, Die Rettung Ungarns vor Überschwemmungen, Wien 1882; Stefanović von Vilovo, Ungarns Stromregulierungen, Wien 1883; Joh. Hunfalvy, Die Flussregulierungen in Ungarn (Österr.-ungar. Revue, 1886, Heft V, Seite 26); Hieronymi, Die Theißregulierung, 1888.

27. (S. 31.) Der Banater Durchbruch ist schon 1834 von Paul Vásárhely nach eigenen Aufnahmen eingehend

beschrieben worden, und alle späteren Schilderungen, sowie Stromregulierungsentwürfe basieren auf dieser Vermessung. Publiciert wurde Vászárhelys Bericht vom Donauverein in: Actenstücke zur Regulierung der Stromschnellen der Donau zwischen Moldova und Turn-Severin, Wien 1880. Dem Kasan widmete Stefanović von Vilovo das Büchlein: Die Felsenengen des Kasan und die Donau- und Theißregulierungen, Wien 1879. Der Donauverein discutierte 1886 über das Eiserne Thor (Protokolle des Donauvereines, Wien 1880) und bereiste den Banater Durchbruch, worüber A. Makowsky in einem eigenen Aufsätze: Die Donau einst und jetzt (Mähr. Gewerbeblatt, 1879, Seite 261 und 286) berichtete.

28. (S. 33.) Mitgetheilt von Lanfranchi in: Les voies de communication par eau de l'Europe centrale, Vienne 1881, p. 31.

29. (S. 33.) Nach eigener Messung.

30. (S. 34.) Ballo, Chemische Untersuchung des Wassers des Donaustromes bei Budapest (Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, XI, 1878, Seite 441).

31. (S. 35.) Berechnet aus den mittleren Jahreswasserständen der Theiß (Péch, A magyar állam jellentékenyebb folyóiban észlelt vízállások, 1888, I) und den auf der land- und forstwirtschaftlichen Ausstellung, Wien 1890, ausgestellten Wasserconsumtionscurven. Hiernach können unmöglich die bereits von Riedel angezweifelten Schätzungen Herrichs richtig sein, nach welchen die Theiß secundlich $3970 m^3$ in die Donau wälzt, vergl. Riedel, Über die Theißregulierung (Zeitschrift des Österr. Ing.- und Arch.-Vereines, 1880, Seite 7, 27). Näheres über die Stromverhältnisse der Theiß enthält: Péch, Vizrajzi osztályának évkönyvei, I, II, III.

32. (S. 35.) Über die Niederschlagsverhältnisse im Flussgebiete der Theiß (Wochenschrift des Österr. Ing.- und Arch.-Vereines, Wien 1879, Seite 107; Zeitschrift der Österr. Gesellschaft für Meteorologie, 1879, Seite 329).

33. (S. 35.) F. v. Hochenburger, Über Geschiebebewegung und Eintiefung fließender Gewässer, Leipzig 1886, Seite 161.

34. (S. 35.) Mitgetheilt in: Die Regulierung des Saveflusses, Agram 1876, Seite 2—15.

35. (S. 35.) Das Werk von Alexis, Morava (Glasnik srpskog učenog društva II, XI, Beograd 1879) enthält zwar Pegelstandsangaben und rohe Geschwindigkeitsmessungen der Morava, aber keine Consumtionsberechnung und auch nicht Materialien dazu. Nach freundlicher Mittheilung von Herrn Cvijić.

36. (S. 37.) Lanfranchi, Les voies de communication par eau de l'Europe centrale, Vienne 1881, p. 31; Die Rettung Ungarns vor Überschwemmungen, Wien 1882, Seite 36.

37. (S. 37.) Actenstücke zur Regulierung, 1880, Seite 58.

38. (S. 37.) Vergl. Brückner, Klimaschwankungen seit 1700 (Geogr. Abh., IV, 2, Wien 1890, Seite 167).

39. (S. 38.) Paul Vásárhely, Actenstücke, Seite 18; vergl. auch Seite 74.

40. (S. 38.) Hartley, On the Changes that have recently taken place along the Sea-Coast of the Delta of the Danube and on the Consolidation of the Provisional Works at the Sulina Mouth (Minutes of the Proceedings of the Institution of Civil Engineers, vol. XXVI, 1872/73). Mémoire sur l'achèvement des travaux d'amélioration des embouchures du Danube, Leipzig 1883.

41. (S. 41.) Zur Illustrierung dieser Verhältnisse diene folgende Tabelle. Dieselbe ist nach den Originalangaben Hartleys neu berechnet worden, so namentlich die Schlammführung aus den von Hartley mitgetheilten Relativzahlen. Die Methode, nach welcher die Wassermenge der Donau von Hartley ermittelt ist, ist nicht auseinandergesetzt, und man muss daher die Ziffern nehmen, so wie sie mitgetheilt werden. Die Regenverhältnisse in Ungarn sind nach Hann,

Untersuchungen über die Regenverhältnisse von Österreich-Ungarn, II (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien 1880, II. Abth., Seite 65) berechnet, die Zahl 94% bezieht sich auf Brückners Periode.

Wasserführung der Donau an ihrer Mündung:						Regen in Ungarn des
im Jahre	Wasser- schichte	des Mittels	Mill. t Schlamm	1862/71	Mittels 1862/71	
1862	4.700 sec. m ³ = 148·3 km ³ = 182 mm =	8·0%	33·9	9·1%		
1863	3.500 " " = 111·7 " = 137 " =	6·0 "	17·5	7·5 "		
1864	5.660 " " = 178·7 " = 219 " =	9·7 "	94·0	10·8 "		
1865	5.660 " " = 178·7 " = 219 " =	9·7 "	61·3	7·9 "		
1866	3.500 " " = 111·7 " = 137 " =	6·0 "	12·8	8·9 "		
1867	5.660 " " = 178·7 " = 219 " =	9·7 "	53·1	12·3 "		
1868	5.660 " " = 178·7 " = 219 " =	9·7 "	53·1	9·7 "		
1869	4.100 " " = 129·6 " = 159 " =	7·0 "	53·3	10·1 "		
1870	9.200 " " = 290·4 " = 355 " =	15·7 "	152·7	12·0 "		
1871	10.840 " " = 342·2 " = 418 " =	18·5 "	157·9	11·7 "		
						der lang- jährigen Periode
1862/71 Mittel	5·848 " " = 184·87 " = 226·4 " =	100·0 "	68·96	94·0%		

Wasserstand der Donau:

im Jahre	1862	in Tultscha	1·4 m,	in Wien	— m
"	1863	"	0·9	"	—
"	1864	"	1·8	"	—
"	1865	"	1·8	"	—
"	1866	"	0·9	"	0·152
"	1867	"	1·8	"	0·628
"	1868	"	1·8	"	0·243
"	1869	"	1·2	"	0·150
"	1870	"	2·9	"	0·232
"	1871	"	2·9	"	0·262

42. (S. 42.) Nach Ausmessungen auf der Karte von Mitteleuropa des k. k. militärgeogr. Institutes 1 : 300.000, Wien.

43. (S. 42.) Hartley, Les voies navigables de l'Europe, Paris o. J. (1886), p. 84.

44. (S. 42.) Ebenda, p. 81.

45. (S. 44.) Das Donaudelta ist von Hartley wiederholt geschildert worden: Description of the Delta of the Danube and of the Works, recently executed, at the Sulina Mouth. (Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers, vol. XXI, 1861/62, p. 277); übersetzt in: Mémoire sur les travaux d'amélioration exécutés aux embouchures du Danube, Galatz 1887, p. 30; Les voies navigables de l'Europe, Paris, p. 84. Ich stelle aus diesen Beschreibungen folgende Tabelle zusammen:

	Länge	Breite		Wasserführung in % der un- getheilt. Donau	Kleinste Tiefe im Stromstrich	
		Max.	Min.		Hoch- wasser	Nieder- wasser
Von Isaktscha n. d. Tschatal v. Ismail	20 km	1220 m	305 m	100%	9·7 m	6·1 m
Vom Tschatal v. Ismail zur Kiliamündung	100 "	760 "	305 "	63 "	6·7 "	4·9 "
Vom Tschatal v. Ismail nach dem von St. Georg	18 "	610 "	250 "	37 "	8·2 "	5·2 "
Vom Tschatal von St. Georg nach der Sulinamündung. .	84 "	250 "	110 "	30 "	4·9 "	2·4 "
Vom Tschatal von St. Georg nach der St. Georgsmündung	102 "	550 "	250 "	7 "	7·3 "	4·6 "

46. (S. 46.) Hartley, Les voies navigables de l'Europe, p. 96.

47. (S. 47.) Nach freundlicher Mittheilung von Herrn Oberbaurath Fänner in Wien, welcher hierüber ausführliche Zusammenstellungen gemacht hat.

48. (S. 47.) Es wäre mir nicht möglich gewesen, über das Donauhochwasser vom September 1890 jetzt schon Mittheilung zu machen, wenn mir nicht die Verwertung von noch unveröffentlichten Originalaufzeichnungen ermöglicht worden wäre. Ich danke der königl. bayrischen meteorolo-

logischen Centralstation in München die Angaben über den Regenfall in Bayern vom 24. August bis 30. September; die entsprechenden österreichischen Daten entnahm ich den mir freundlichst eröffneten Beobachtungsjournalen der k. k. meteorologischen Centralanstalt in Wien. Die Daten über den Wasserstand der bayrischen Donau erhielt ich durch Herrn Oberbaudirector v. Siebert in München, jene der ungarischen Donau von Herrn Josef Péch, dem Leiter der hydrographischen Abtheilung im königl. ungarischen Ackerbauministerium zu Budapest, die Pegelbeobachtungen von der österreichischen Donau excerpierte ich aus den Wasserstandsregistern der Donauregulierungs-Commission in Wien, in die mir Herr Oberbaurath Fänner einen Einblick ermöglichte. Es sei mir gestattet, den genannten Herren und Behörden hierdurch den Ausdruck meines verbindlichsten Dankes zu wiederholen.

49. (S. 50.) Derartige verspätete Regengüsse traten nach Hann auch bei dem großen Regenfälle vom 11. bis 15. August 1880 ein, welcher Regenfall große Ähnlichkeit mit dem unserer Periode hatte. Vergl. Hann, Die Vertheilung des Regenfalles über Österreich in der Periode vom 11. bis 15. August 1880 und deren Beziehung zur Vertheilung des Luftdruckes (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., II. Abth., Bd. LXXXII, 1880, S. 1041—1048).

50. (S. 54.) Dieser Vergleich erhellt aus unserer nach den täglichen Wetterkarten von Österreich und Bayern construirten Tafel I, S. 49, und beruht auf folgender Tabelle:

Luftdruck in *mm* im Jahre 1890

	am 24./VIII.	25./VIII.	26./VIII.	27./VIII.	28./VIII.	29./VIII.
in München . . .	759·3	755·6	758·8	760·1	762·5	761·9
in Wien	756·7	752·6	751·3	760·9	760·8	760·9
in Turin	757·4	—	754·9	762·1	761·0	757·9
München—Wien .	2·6	3·0	7·5	—0·8	1·7	1·0
München—Turin .	1·9	—	3·9	—2·0	1·5	4·0
Regen über 30 <i>mm</i> .	A.	A.OB.OÖ.	S.	—	—	A.OB.H.

A. = Algäu, OB. = Oberbayern, OÖ. = Oberösterreich, S. = Salzburg, H. = Hausruck.

	30./VIII.	31./VIII.	1./IX.	2./IX.	3./IX.	4./IX.
in München	760·7	763·1	763·4	767·4	769·3	770·3
in Wien	755·5	763·0	760·3	760·0	762·5	764·4
in Turin	755·4	760·4	758·4	761·7	764·1	763·6
München—Wien . .	5·2	0·1	3·1	7·4	6·8	5·9
München—Turin . .	5·3	2·7	5·0	5·7	5·2	6·7
Regen über 30 mm .	OB.S.	A.	A.OÖ.	A.OB.OÖ.	OÖ.	OÖ.

Die Luftdruckdifferenzen München—Budapest waren am 3./IX. 9·3 *m*, am 4./IX. 9·0 *m*.

51. (S. 56.) Fig. 1 S. 55 stellt die Wasserstandsverhältnisse einiger Orte an der Donau vom 25. August bis 30. September 1890 dar. Der Abstand der einzelnen Stationen entspricht ihrer Entfernung und zwar bezeichnen die Theilstriche am rechten Rande je eine Entfernung von 10 *km*. Überdies dienen sie als Maß für den Wasserstand an den einzelnen Orten, und es stellt ein Theilstrich dann eine Wasserhöhe von 0,5 *m* über der Nulllinie dar.

52. (S. 57.) Tafel II veranschaulicht die Schnelligkeit des Fortschreitens der Hoch- und Niederwasserwellen; die Pegelstationen sind der Quere nach entsprechend ihren Entfernungen angeordnet, in der Höhe sind die Tage vom 25. August bis 30. September verzeichnet. Jede dicke schwarze oder schraffierte Linie gibt an, wo und an welchem Tage die Hoch- oder Niederwasserwelle kulminiert hat. Diese Linien stellen daher zugleich auch den vom Hoch- und Niederwasser täglich zurückgelegten Weg dar.

53. (S. 64.) Illustriert wird die Hochwasserwelle durch folgende Maße:

August-Niederwasser und September-Hochwasser:

	Passau	Wien	Budapest	Neusatz	Orsova
Zeitunterschied in Tagen	9	12	18	24	25
Höhenunterschied in Metern	4·87	4·71	3·60	2·41	1·37

54. (S. 66.) Nach freundlicher Mittheilung von Herrn Josef Péch. Vergl. über das Fortschreiten der Donauhochwässer auch Stefanović v. Vilovo, Vergleichende Pegelstandstafeln über das Steigen und Fallen der Donau („Danubius“ 1888, S. 400, 408).

55. (S. 66.) Die mitgetheilten Zahlenwerte sind aus der folgenden Tabelle hergeleitet. Die Anzahl der zur Berechnung herbeigezogenen Stationen ist in () mitgetheilt.

I. Niederschlag im Gebiete der alpinen Zuflüsse der Donau.

Fluss- gebiet	Längsthal- flucht zw. Central- u. Kalkalpen		Nördl. Kalkalp. u. Ge- birgsfuß	Alpen- vorland	Mittel	Regen- quantum in km^3	Datum
Iller und Lech 6500 km^2		(2) 100·3	(5) 73·2	(7) 87	0·566	24.—27./VIII.	
		82·6	59·9	71	0·461	28.—31./VIII.	
		132·9	97·4	115	0·747	1.— 4./IX.	
		315·8	230·5	273	1·774	24./VIII.—4./IX.	
Isar 9000 km^2		(3) 79·0	(4) 57·6	(7) 68	0·615	24.—27./VIII.	
		52·3	36·9	45	0·401	28.—31./VIII.	
		81·3	125·5	103	0·931	1.— 4./IX.	
		212·6	220·0	216	1·947	24./VIII.—4./IX.	
Inn 19.200 km^2	(4) 58·3	(5) 70·7	(2) 57·0	(11) 62	1·190	24.—27./VIII.	
	58·0	60·1	45·9	55	1·056	28.—31./VIII.	
	24·0	77·5	107·8	70	1·344	1.— 4./IX.	
	140·3	208·3	210·7	187	3·590	24./VIII.—4./IX.	
Salzach 6900 km^2	(4) 86·0	(8) 79·1	(3) 60·2	(15) 75	0·517	24.—27./VIII.	
	52·2	44·8	39·0	45	0·311	28.—31./VIII.	
	46·0	64·1	105·3	72	0·497	1.— 4./VIII.	
	184·2	188·0	204·5	192	1·325	24./VIII.—4./IX.	
Enns und Traun 10.300 km^2	(5) 45·1	(6) 75·9	(3) 62·7	61	0·628	24.—27./VIII.	
	12·2	34·7	10·1	19	0·196	28.—31./VIII.	
	55·0	87·7	136·1	93	0·958	1.— 4./IX.	
	112·3	198·3	208·9	173	1·782	24./VIII.—4./IX.	

II. Niederschlag im außeralpinen Flussgebiete der Donau:

Datum	Gebiet längs und nördlich der Donau im Deutsch. Reiche 27.000 km ²				
	Naab 5500 km ²	Regen 2900 km ²	Ober- österreich 4500 km ²	Nieder- österreich 10.300 km ²	
H ö h e in Millimeter					
24.—27./VIII.	(6) 42	(3) 30	(2) 43	(7) 54	(4) 41
28.—31./VIII.	38	40	30	11	7
1.—4./IX.	84	71	63	132	52
<u>24./VIII.—4./IX.</u>	<u>164</u>	<u>141</u>	<u>136</u>	<u>197</u>	<u>100</u>
M e n g e in Cubikkilometer					
24.—27./VIII.	1·134	0·165	0·125	0·243	0·422
28.—31./VIII.	1·026	0·220	0·087	0·049	0·072
1.—4./IX.	2·268	0·390	0·183	0·594	0·536
<u>24./VIII.—4./IX.</u>	<u>4·428</u>	<u>0·775</u>	<u>0·395</u>	<u>0·886</u>	<u>1·030</u>

III. Niederschlagsmenge im Gesamtbereiche der oberen Donau in Cubikkilometer:

Datum	Oberhalb Passau 50.900 km ²	Inn und Salzach 26.100 km ²	Unterhalb Passau 25.100 km ²
24.—27./VIII.	2·605	1·707	1·293
28.—31./VIII.	2·195	1·367	0·317
1.—4./IX.	4·519	1·841	2·088
<u>24./VIII.—4./IX.</u>	<u>9·319</u>	<u>4·915</u>	<u>3·698</u>
	Alpenflüsse 51.900 km ²	Außeralpine Zuflüsse 50.200 km ²	Zusammen (oberes Donaugebiet 102.100 km ²)
24.—27./VIII.	3·516	2·089	5·605
28.—31./VIII.	2·425	1·454	3·879
1.—4./IX.	4·477	3·971	8·448
<u>24./VIII.—4./IX.</u>	<u>10·418</u>	<u>7·514</u>	<u>17·932</u>

56. (S. 70.) Folgende Tabelle gibt den Wasserstand und die Wasserführung der Donau während der Hochwasserwelle vom September 1890 wieder. Die Wassermenge ist mit Hilfe der Fänner'schen Tabellen unter Berücksichtigung des Donaucanales berechnet.

26./VIII.	— 0·13 m	1600 sec. m ³	0·138 km ³ täglich
27. "	+ 0·90 "	2400 " "	0·207 " "
28. "	+ 2·08 "	3600 " "	0·311 " "
29. "	+ 2·30 "	3900 " "	0·337 " "
30. "	+ 1·84 "	3300 " "	0·285 " "
31. "	+ 1·44 "	2900 " "	0·251 " "
1./IX.	+ 1·84 "	3300 " "	0·285 " "
2. "	+ 2·34 "	3900 " "	0·337 " "
3. "	+ 2·67 "	4400 " "	0·380 " "
4. "	+ 3·12 "	4900 " "	0·423 " "
5. "	+ 3·80 "	6200 " "	0·536 " "
6. "	+ 4·36 "	7400 " "	0·639 " "
7. "	+ 4·65 "	8100 " "	0·700 " "
8. "	+ 4·43 "	7600 " "	0·657 " "
9. "	+ 4·18 "	7000 " "	0·605 " "
10. "	+ 3·94 "	6500 " "	0·562 " "
11. "	+ 3·73 "	6000 " "	0·518 " "
12. "	+ 3·52 "	5600 " "	0·484 " "
13. "	+ 3·18 "	4900 " "	0·423 " "
14. "	+ 2·79 "	4500 " "	0·389 " "
15. "	+ 2·39 "	3900 " "	0·337 " "
16. "	+ 1·82 "	3300 " "	0·285 " "
17. "	+ 1·42 "	2900 " "	0·251 " "
18. "	+ 1·07 "	2500 " "	0·216 " "
19. "	+ 0·82 "	2300 " "	0·199 " "
20. "	+ 0·62 "	2100 " "	0·181 " "
21. "	+ 0·46 "	2000 " "	0·173 " "
22. "	+ 0·30 "	1800 " "	0·155 " "
23. "	+ 0·06 "	1700 " "	0·147 " "
24. "	— 0·02 "	1600 " "	0·138 " "
25. "	— 0·08 "	1500 " "	0·130 " "
26. "	— 0·12 "	1500 " "	0·130 " "

Summa 10'809 km³ täglich

57. (S. 72.) H. R. Lorenz, Die Schiffahrtshindernisse auf der Donau zwischen Pressburg und Gönyö in Ungarn (Österr. Revue 1864, V. Bd., S. 31.)

58. (S. 73.) Eine erschöpfende Darstellung der Eisverhältnisse der Donau gibt Swarowsky, Die Eisverhältnisse der Donau, Wien 1891 (Geogr. Abh., Bd. V., Heft 1).

59. (S. 73.) Stand der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, (Statist. Handbuch d. österr.-ung. Monarchie 1888, S. 101):

Jährlich	Dampfer	Pferdekräfte	Eiserne Schleppschiffe	Beförderte Reisende	Verschifftete Waren in Tonnen
1877/81	189	17.021	702	1,550.758	1,374.476
1882/86	188	16.990	735	1,799.359	1,655.628

60. (S. 74.) Ein Gefälle von 0·4‰ wie es bei Wien herrscht, wird am Rheine erst bei Lauterburg, 76 km oberhalb Mannheim angetroffen, und hier ist sein Bett — wie das der Donau bei Wien voller Geröllbänke, — nur 1·50 m tief ausgezeichnet durch viele Hochwässer. Aber erst von Mannheim an ist der Strom eine europäische Wasserstraße. Vergl. (Honsell), Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse, Berlin 1889, S. 64, 96, 179, 243.

Ich gebe zum Schlusse eine Tabelle über die hydrologischen Verhältnisse der Donau. Die in derselben mitgetheilten Daten sind aus folgenden Werken entnommen:

Strecke: Bregequelle—Illermündung. Das Königreich Württemberg 1882, Bd. I, S. 276—304.

Strecke: Illermündung—Passau. Der Wasserbau an den öffentlichen Flüssen in Bayern. München 1888, S. 7—41, S. 342—345; Hydrographische Übersichtskarte des Königreichs Bayern. München 1881. — Die bei Neuburg angegebene Wassermenge ist die bei Ingolstadt gemessene. Bei Passau ist die Wasserführung oberhalb und unterhalb der Innmündung angegeben.

Strecke: Passau—Sib. Die Angaben über die Flusslänge in Österreich nach Swarowsky, die Eisverhältnisse der Donau, Wien 1891; in Ungarn nach Lanfranconi, Die Rettung Ungarns vor Überschwemmungen, S. 49. Beide

Autoren berufen sich augenscheinlich auf Pasetti's große Schifffahrtskarte der Donau innerhalb der Grenzen des österreichischen Kaiserstaates, herausgegeben von dem k. k. Staatsministerium, Wien 1861, 1:28.800, aus welcher offenbar auch die Angaben über die Breite, Geschwindigkeit und Tiefe bei Lanfranconi und in den „Monographien der Donau und Elbe“ herrühren, welche in die Tabelle aufgenommen sind. Letztere verwertet übrigens auch für die Tiefe directe Angaben Pasetti's und solche von P. Vársárhely für den Banater Durchbruch. Die Angaben für die Höhen des Stromes nach Swarowsky und Lanfranconi a. a. O.

Die Daten über die Wasserführung sind oben ausgewiesen und beziehen sich mit Ausnahme der Angaben über die Mindestwassermengen auf die fünf hydrologischen Jahre 1879/84. Die Areale des Stromgebietes sind auch schon oben begründet worden.

Strecke: Sib—Sulina. Höhen und Tiefen nach Hartley, *Les voies navigables de l'Europe*, Entfernungen nach Monographien der Donau und Elbe, S. 19. Die Breite nach eigenen Messungen. Die Wasserführung an der Mündung nach den oben mitgetheilten Erörterungen. Das Areal des Stromgebietes nach Strelbitsky, *La Superficie de l'Europe*.

Die Höhe der Illermündung ergibt sich nach württembergischen Daten zu 464·3 *m*, nach bayrischen zu 467·5 *m*. Ebenso ergeben sich für die Höhe der Marchmündung nach österreichischen Angaben und jenen von Lanfranconi (welch letztere ziemlich genau mit den von Péch (*A magyar állam jelentékenyebb folyóiban észlelt vízállások II*) mitgetheilten stimmen, zwei verschiedene Werte nämlich 130·7 *m* beziehungsweise 134·7 *m*. Es stimmt daher in der Tabelle die Summe der Fallhöhen nicht mit der Gesamtfallhöhe der Donau von der Quelle bis zur Mündung.

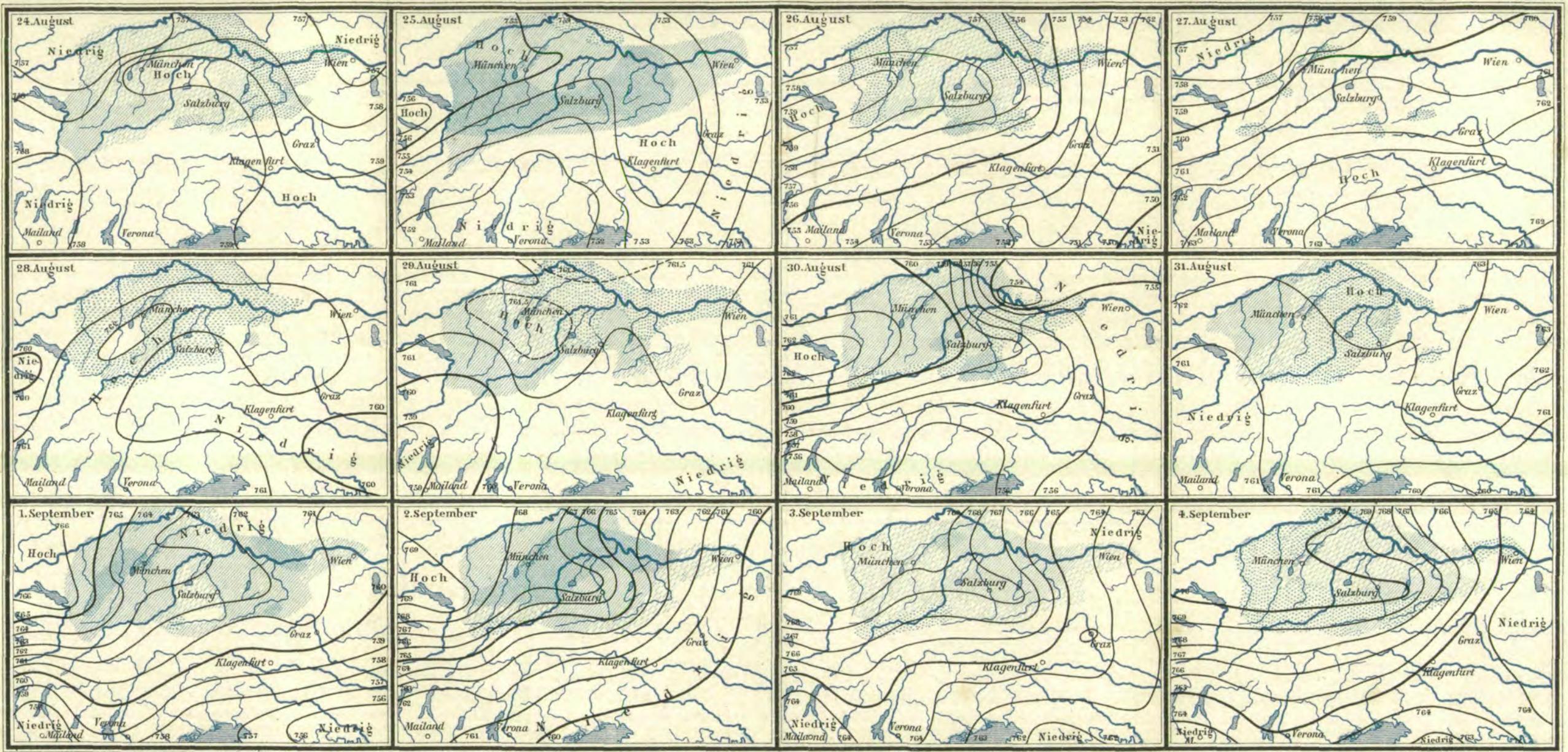
Die Durchbruchsthalstrecken sind eingeklammert {.

Tabelle über die hydrologischen

	Höhen- lage in m	zwischen zwei benach-			
		Fluss- länge in km	Gefälle		Mittlere Breite in m
			in m	in ‰	
Bregequelle	1000·2	—	—	—	—
{Donaueschingen	677·7	48·5	322·5	6·70	—
{Ablachmündung bei					
Mengen	548·9	121·0	128·8	1·06	28
{Zwiefaltendorf	513·4	28·3	35·5	1·29	38
{Munderkingen	500·1	17·5	13·3	0·76	40
{Illermündung	463·4	45·1	36·7	0·78	48
{Stebbberg	383·6	101·8	84·8	0·83	76
{Neuburg	377·0	8·9	6·6	0·73	95
{Neustadt	346·5	45·2	30·6	0·67	102
{Niederwinzer	—	50·3	17·8	0·35	116
{Pleinting	—	115·6	24·5	0·21	146
{Passau	288·3	39·5	16·0	0·40	175
{Aschach	263·1	66·0	25·1	0·38	240
{Ottensheim	—	16·5	10·0	0·60	254
{Linz	250·8	9·6	2·3	0·23	200
{Ardagger	—	51·0	27·8	0·54	—
{Krems	—	84·0	36·8	0·44	270
Greifenstein	161·2	53·0	20·0	0·37	360
Obere Donau	—	901·8	839·0	0·93	151
{Greifenstein	—	—	—	—	—
{Nussdorf	154·4	16·0	6·8	0·42	320
{Marchmündung	134·8	59·8	23·4	0·39	340
{Pressburg	130·4	11·0	4·4	0·40	298
Waagmündung	104·7	116·0	25·7	0·24	378
{Gran	101·6	48·0	3·1	0·065	576
{Pest	96·3	71·0	5·3	0·075	562
Draumündung	78·6	232·0	17·7	0·063	497
Theißmündung	69·0	167·0	9·6	0·057	687
{Alt-Moldava	62·1	164·0	6·9	0·042	855
{Sib	36·8	109·0	25·3	0·232	832
Mittlere Donau	—	1043·8	117·6	0·112	600
Tschernawoda	4·42	631·8	32·38	0·051	1000
Braila	1·07	129·0	3·35	0·027	800
Mündung	—	194·2	1·07	0·005	—
Untere Donau	—	955·0	36·80	0·038	—
Gesamte Donau	—	2900·6	1000·2	0·345	—

Verhältnisse der Donau

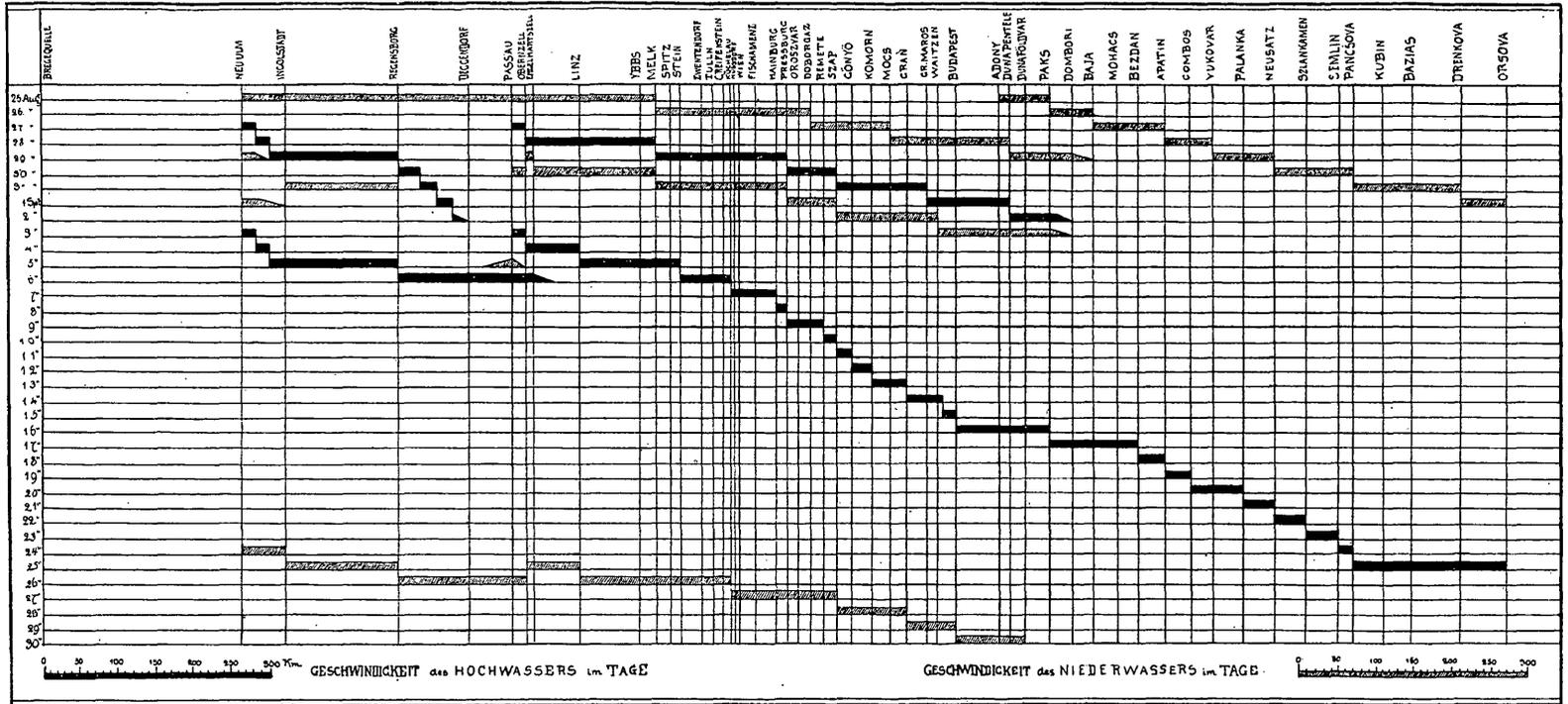
barten Punkten		Wassermenge per Secunde in m ³			Einzugs- gebiet
Tiefe in m in Klammer mittlere Tiefe)	Geschwin- digkeit in m	1879—84	Mini- mum	Maxi- mum	
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	65·5	24·6	753	5.278·2 km ²
0·4—4·0 (1·6)	—	328·4	120·1	1.825	19.854·7 "
0·5—3·6 (2·0)	—	339·9	125·0	2.100	22.993·9 "
0·7—4·8	—	—	—	—	—
1·0—1·2	—	431·5	172·6	2.589	32.417·9 "
1·0—6·0	—	680·2	258·8	2.600	—
1·1—8·8	—	730·1	277·7	3.687	50.389·7 "
1·9—8·2	—	1.416·4	420·7	4.830	76.434·9 "
1·3—9·5	—	—	—	—	—
1·6—7·9	1·3—1·7	—	—	—	—
1·3—11·4	1·7—2·0	—	—	—	—
1·3—30·3	1·3—2·1	—	—	—	—
1·4—10·0	1·2—2·1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
1·3—6·9	1·2—2·0	1.650·0	400·0	8.600	102.236·0 km ²
2·1—8·2	1·2—2·0	—	—	—	—
0·95—4·25 (2·78)	1·5—1·6	—	—	—	132.165·0 "
0·2—7·8 (3·73)	0·9—1·6	—	—	—	—
3·6—8·8 (5·55)	0·8	—	—	—	—
1·9—5·15 (5·15)	0·8	2.370·0	545·0	—	184.200·0 "
0·9—13·9 (6·21)	0·8	—	—	—	—
2·2—15·9 (6·67)	0·5—0·8	—	—	—	—
2·2—18·0 (6·78)	0·5—0·7	—	—	—	—
0·3—53·3 (8·92)	0·9—3·5	ca 5.840·0	1.580·0	—	572.700·0 "
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
1·8 (Min.)	—	—	—	—	—
1·4 (Min.)	—	—	—	—	—
—	—	8.200·0	2.000·0	28.300	816.947·0 km ²
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—



Isobaren gez. v.R. Leonhard

Isobaren von 1-1 mm. 0-10 mm. 10-20 mm. 20-40 mm. über 40 mm. Niederschläg täglich Im Bereiche der bayrischen und österreichischen Donau oberhalb Wien

Lith. u. Druck von Ed. Hölzel in Wien



Tafel der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Hoch- und Niederwasserstandes in der Donau zwischen Neu-Ulm und Orsova vom 25. August bis 30. September 1890.