

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

4426

NAU

STRÖMUNGEN UND ABLAGERUNGEN.

VON

DR. JOS. R. RITTER v. LORENZ-LIBURNAU,

K. K. MINISTERIALRATH.

J. No. 18066.

MIT 49 ABBILDUNGEN IM TEXTE.



WIEN.

DRUCK UND VERLAG VON CARL GEROLD'S SOHN.

1890.

2594

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000294564

DIE DONAU

IHRE

STRÖMUNGEN UND ABLAGERUNGEN.



VON

DR. JOS. R. RITTER v. LORENZ-LIBURNAU,

K. K. MINISTERIALRATH.

J. R. 1866.

MIT 49 ABBILDUNGEN IM TEXTE.



WIEN.

DRUCK UND VERLAG VON CARL GEROLD'S SOHN.

1890.



II 4426

Akc. Nr. 9276/50

Gewidmet

dem Andenken meines in fremder Erde ruhenden Sohnes

Hermann,

k. u. k. Linienschiffs - Fähnrichs,

dem dieses Werk in seinem Berufe hätte nützen sollen.

Am Allerseelentage 1890.

Der Verfasser.

Vorwort.

Auf dem Wege meiner Studien und Beobachtungen im Gebiete der Physik der Erde, in denen ich seit frühen Jahren meinen inneren Beruf erblickte und die später auch zu meinem dienstlichen Berufe als Referent des fachlichen Unterrichts- und Versuchswesens für Land- und Forstwirthschaft in Beziehung kamen, war naturgemäss auch die Beschäftigung mit den Wirkungen des Wassers gelegen. Hieraus resultirte seit mehr als dreissig Jahren eine Reihe von Arbeiten und Publicationen, welche unten verzeichnet sind und in fachlichen Kreisen nicht unbekannt sein dürften*). Aus diesen meinen Werken, besonders aus den drei zuletzt angeführten, ist mit Zustimmung der Herren Verleger Manches auch in die gegenwärtige Publication übergegangen.

Was insbesondere meine Flusstudien anbelangt, so möchte ich der sonst leicht auftauchenden Meinung vorbeugen, als ob dieselben hauptsächlich theoretischer

*) „Orographisch-hydrographische Untersuchung über die Versumpfung in den Oberlaufthälern der Salzach, Enns und Mur.“ Mit 3 Karten. (In den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, 1857.)

„Die Schiffahrtshindernisse zwischen Pressburg und Gönyö.“ Mit 1 Karte. („Oesterr. Revue“, 1864, V. Heft.)

„Wald, Klima und Wasser.“ (München 1878, bei Oldenbourg.)

Die Abschnitte über die Wirkungen des Wassers in dem Werke: „Die Geologie von Grund und Boden“. (Wien 1883, jetzt bei Parey in Berlin.)

„Beurtheilung des Fahrwassers in unregelmässigen Flüssen.“ (In Neumayer's „Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen“. Berlin 1888, bei Oppenheim.)

Natur wären, weil ja mein Beruf nie weder die Schifffahrt noch die Hydrotechnik war. Dem entgegen führe ich nur an, dass mein diesbezügliches Wissen gerade umgekehrt auf dem Wege der eigenen Anschauung während zahlreicher Fahrten und Beobachtungen zunächst auf der Donau, dann aber auch an vielen ihrer oberen Zuflüsse, sowie an der Elbe, dem Rhein, Poprad u. a. mit vielen Opfern und Bemühungen gewonnen wurde, die wohl nicht deshalb geringgeschätzt werden sollten, weil sie nicht officiell waren.

Hiernach wird es wohl kaum verwunderlich erscheinen, dass ich mit Vergnügen einer Einladung Sr. Excellenz des Herrn Marine-Commandanten, Freiherrn von Sterneek folgte, im Vereine mit dem damaligen Herrn k. u. k. Linienschiffs-Lieutenant, jetzt Corvetten-Capitän, Constantin Pott einen kurzen Leitfaden zur Beurtheilung der auf einem Flusse, und speciell auf der Donau, massgebenden, die Navigation beeinflussenden Momente für die Herren Officiere der auf der Donau stationirten Monitors zu verfassen. Diese Arbeit wurde zwar schon 1887 beendigt, aber nicht zum Drucke, sondern zur Deponirung beim k. u. k. Marine-Détachement in Budapest bestimmt; mir wurde freigestellt, meinen Antheil an der combinirten Arbeit beliebig zu veröffentlichen.

Dieses geschieht nun mit dem vorliegenden Büchlein, nachdem ich den Inhalt seither noch durch Einschaltungen, insbesondere über das Pegelwesen, über Gegenströmungen und über die untere Donau, erweitert, dagegen durch Weglassung der mehr elementaren Lehrsätze, welche früher nur mit Rücksicht auf die Einführung junger, mit dem Wesen von Flüssen nicht vertrauter See-Officiere aufgenommen waren, gekürzt hatte.

Der gegenwärtige Zweck dieser Publication ist nun kein anderer, als zur richtigen Beurtheilung der die

Schiffahrt und insbesondere das Fahrwasser berührenden Erscheinungen und Veränderungen im Flusse mit steter Rücksicht auf die Donau beizutragen.

Ich habe mir zwar oft gesagt, dass hiezu viele jener Männer, von denen ich mannigfache Belehrung, speciell in Bezug auf Einzelheiten im Fahrwasser der Donau, im Laufe von fast dreissig Jahren erhielt, also insbesondere Organe der Ersten k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, mehr als ich zu einer solchen Arbeit berufen wären; da sich aber keiner dieser Herren hiezu entschliessen wollte, hielt ich es nicht für vor-dringlich, meinerseits damit hervorzutreten. Dies geschieht jedoch nicht, ohne dass ich vorher noch einerseits manche Daten neuerdings festgestellt, andererseits die Meinung mehrerer Herren vom Fache über den Inhalt und dessen Anordnung mir erbeten und erhalten hatte.

In der ersten Beziehung bin ich der genannten Dampfschiffahrts - Gesellschaft und insbesondere den Herren Central-Inspector Ritter v. Etienne, Inspector Bozich, Inspector Engländer, Capitän Janitschek, Inspector Lenz, Capitän Loidl, Hafen-Capitän Poscher, Capitän v. Suppan zu besonderem Danke verpflichtet. In der zweiten Hinsicht unterstützten mich mit ihrem Rathe die Herren Betriebs-Director Marchetti, Central-Inspector Ritter v. Málnay, Ingenieur Zels und schliesslich Herr Oberinspector und Professor Oelwein, auf dessen Rath ich insbesondere die oberwähnte Reduction des Inhaltes vornahm. Endlich sei noch erwähnt, warum ich einigen mir zugekommenen gefälligen Anregungen in Bezug auf den Inhalt nicht Folge geben zu sollen glaubte.

Es wurde mir vom genannten Herrn Zels nahegelegt, über die ganze Donau und ihre Zuflüsse ein schematisches „Graphicon“ zu verfassen nach Gesichts-

punkten, über welche sich bereits in dem von ihm herausgegebenen Fachblatte „Danubius“ eine Discussion mit Professor Schlichting (Berlin) entsponnen hat. Diese an sich gewiss beachtenswerthe Idee wollte ich aber meinerseits für jetzt nicht realisiren, weil hiezu noch verschiedene Kategorien neuer Erhebungen erforderlich wären, durch welche das Erscheinen des schon so lange vorbereiteten Werkes bedeutend verzögert worden wäre.

Von derselben Seite wurde auch der Wunsch ausgesprochen, dass die verschiedenen typischen Anzeichen, nach welchen an der Oberfläche des Flusses bis zu einem gewissen Grade die Wassergeschwindigkeit, die Tiefe, die Grundbeschaffenheit, das Vorhandensein verschiedener untergetauchter Hindernisse u. s. w. beurtheilt werden kann, durch Abbildungen verdeutlicht werden sollten. Hierauf glaubte ich aus dem Grunde nicht eingehen zu sollen, weil — wie ich es auch in dem betreffenden Abschnitte angedeutet habe — solche Anzeichen je nach dem Aussehen des Himmels, nach der Tageszeit, der Luftbewegung u. s. w. so sehr wechseln, dass sich eine Unzahl solcher Abbildungen ergeben würde und dabei dennoch kein sicheres Resultat zu erzielen sein dürfte; dann auch, weil competente Photographen mich versichert haben, dass gute Aufnahmen in dieser Richtung überhaupt nicht durchführbar wären.

Andere Zeiten oder andere Männer mögen diese Ideen realisiren — ich meinerseits gebe eben, was ich mir erworben habe, für solche, die etwas davon brauchen können.

Wien, im November 1890.

Der Verfasser.

Einleitung.

Ein Fluss kann selbstverständlich von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet werden: als Kraftquelle oder Motor, als Spender von Wasser für Culturen, als natürlicher Abzugsweg für Sumpfwässer, als Wasserstrasse, aber auch als eine Gefahr für das angrenzende Thalgebiet durch Ueberschwemmungen, Einrisse u. s. w.

Aller dieser Gesichtspunkte haben sich bereits verschiedene Wissenszweige, wie Hydraulik, Hydrotechnik, Meliorationswesen bemächtigt. Wir aber betrachten hier den Fluss nur als eine Wasserstrasse und es interessirt uns dabei hauptsächlich nur das Fahrwasser mit seinen verschiedenartig auftretenden Veränderungen. Wie beschränkt auch dieser Zweck ist, kann er doch nicht erreicht werden, ohne auf die Natur der Flüsse überhaupt zurückzugreifen, welche allein uns die gesuchten Einzelheiten im Zusammenhange verstehen lehrt.

Beim Fahrwasser eines Flusses kommen in Betracht; (a) die Tiefe, (b) die Breite, (c) die Geschwindigkeit der Strömung, (d) die Richtung dieser letzteren.

All' dieses hängt zunächst einerseits von der wechselnden Menge des vorhandenen Wassers, andererseits von der gleichfalls veränderlichen Gestalt des Bettes ab, und verändert wird die Richtung durch den Abtrag (Erosion, Abrasion) der Ufer, sowie durch die Ablagerung von Sinkstoffen. Diese verschiedenen bestimmenden Elemente wirken aber nicht jedes für sich abgesondert, sondern beeinflussen fortwährend eines das andere; denn das Wasser bringt viele Veränderungen an den Böschungen und an der Sohle des Bettes hervor, und die Unebenheiten des Bettes hinwieder beeinflussen die Tiefe und Geschwindigkeit des Wassers.

Es ergibt sich hieraus von selbst der Gang der folgenden Darstellung, welcher für die Donau kein anderer sein kann als für Flüsse überhaupt. Insoferne übrigens die Details der veränderlichen Ablagerungen im Flusse bisher gewöhnlich weniger eingehend, und zwar vom Standpunkte des Schiffers, behandelt zu werden pflegten als andere Capitel der Hydrologie, waren wir veranlasst, gerade diesen Abschnitt hier verhältnissmässig am weitläufigsten zu behandeln.

Die Kenntniss des Flussnetzes vom Donaugebiete, die hinreichend aus jedem guten Atlas zu erlangen ist, wird hier vorausgesetzt, daher eine Donaukarte nicht beigegeben.

Bezüglich der hier vielfach eingeflochtenen schiffmännischen Ausdrücke über die verschiedenen Vorkommnisse im und am Strome ist es bemerkenswerth, dass sie, soweit es das Personal der Ersten k. k. privilegirten Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft und meist auch unsere Strom-Ingenieure betrifft, seit fünf Decennien hauptsächlich dem urwüchsigen Sprachschätze der austro-bojoarischen Flussschiffer aus dem Gebiete des Inn, der Traun, Enns und der oberen Donau zwischen Passau und Nussdorf, auf den ungarischen Strecken auch dem Idiom der dortigen Donaufahrer, entnommen sind. Im Ungarischen gibt es übrigens weit weniger spezifische, der Schriftsprache fremde, aus einem Dialekt stammende nautische Ausdrücke und bedient sich dort auch der Schiffer vorwiegend der allgemein gebräuchlichen Wörter. Bei Beginn der Dampfschiffahrts-Gesellschaft in den Dreissiger Jahren schien es, als ob die Bemannung auf allen — auch den oberen und mittleren — Donaustrecken sich entweder dem italienischen Commando unseres Litorales, oder irgend einer erst einzubürgern den hochdeutschen Ausdrucksweise anbequemen müsste; denn die Capitäne waren grossentheils Dalmatiner oder Fiumaner, eben daher waren auch die Bootsmänner, Segelmeister und die sonstigen besser bezahlten Kategorien von Matrosen der Dampfboote genommen; nur die Steuerleute und Lootsen (Nauführer) waren Donauschiffer, die seit Jahren mit Schiffzügen bestimmte Strecken befahren, sich unzähligemale das Wasser „ausgeschaut“ und die Fahrbahn ausgesteckt hatten. Dass solche Leute, obgleich sie meist auf einer sehr niedrigen Stufe der technischen und socialen Bildung standen und das denkbar rauheste Auftreten hatten, doch geradezu unentbehrlich waren, um die mit

den Vorgängen in einem geschiebeführenden strömenden Wasser gänzlich unbekanntes Seeschiff vor Unheil zu bewahren, ist selbstverständlich; und von dieser Position aus erwirkten sie sich mit absoluter Unnachgiebigkeit das stillschweigende Zugeständniss, dass das gesammte Personale aller Grade die alte Donauschiffersprache annahm, und die fremden Commandos und Ausdrücke verschwanden, ausgenommen jene, die auf der untersten Donau wegen des dort mehr hervortretenden Seeschifffahrtscharakters sich aus der Seemannssprache erhalten haben. Dass dieses Sprachverhältniss eintrat, ist um so begreiflicher, weil weder die hochdeutsche Schriftsprache noch die Seemannssprache der Dalmatiner auch nur im Geringsten die Ausdrücke besitzt, mittelst deren die zahllosen, nur auf einem Fluss überhaupt, und auf den Donaustrrecken insbesondere vorkommenden Erscheinungen, Veränderungen, Vorkehrungen, Handgriffe und Manövers kurz und unzweideutig bezeichnet werden können.

Ein diesbezügliches vollständiges Wörterbuch existirt nicht; nur in dem nicht allgemein zugänglichen „Almanach für die Erste k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft“ findet man „Materialien und Bausteine zu einem technisch-nautischen Wörterbuch für die Donauschiffer“ von Capt. Ferdinand Janitschek und Manipulant C. v. Suppan (60 Seiten Duodez), welcher Artikel auch der Aufmerksamkeit von Sprachforschern werth wäre. Für die Ungarn besteht ein deutsch-ungarisches und ungarisch-deutsches nautisches Wörterbuch von Albert Kenessey, unter dem Titel: „Hajózási Müszótár.“ (Pest, 1865).

Wir glaubten unserseits die Anführung und Erklärung solcher Worte der deutschen „Donausprache“, die mit dem Gegenstande unseres Werkchens im Zusammenhange stehen, nicht unterlassen zu sollen.

A. Die Zuflussgebiete der Donau.

Das Zuflussgebiet des obersten, noch nicht schiffbaren Laufes der Donau liegt im ziemlich regenreichen, aber gletscherfreien Gebiete des oceanischen Klimas von Südwest-Deutschland; daran schliesst sich die Strecke der beginnenden stetigen Schiffbarkeit bei Passau, wo zugleich die Zuflüsse aus den Alpen (Inn) beginnen, deren Wirkungen dann weiterhin bis zu den Balkangegenden vorwiegend bleiben. Von Passau bis Bazias kommen nämlich alle Zuflüsse der rechten Seite aus den Alpen und deren Vorlagen.

Links kommen die Nebenflüsse dieser Strecke aus dem bairischen und Böhmerwald, und aus den weiter östlich folgenden kleinen und grossen Karpaten, und zwar aus den nach West und Südwest exponirten Gehängen. Wir wollen diese linksseitigen Gebiete kurz als das „hercynisch-karpatische Bergsystem“ bezeichnen.

Von Bazias an treten zwei andere Bergsysteme als Zuflussgebiete der Donau auf: links die transsylvanischen Gebirge, rechts der Balkan und seine nördlichen Vorlagen. Von Bazias bis Turn-Severin unterhalb Orsova nähern sich diese beiden Bergzüge so sehr, dass sie ein enges Defilé bilden. Von Turn-Severin an treten die transsylvanischen Alpen weit zurück nach Norden, die Balkanhöhen aber bleiben nahe an der Donau, welche übrigens von jenen beiden Bergsystemen Zuflüsse erhält. Von Braila an tritt links, jedoch nur in grossem Abstände, immer mehr zurückweichend an die Stelle der transsylvanischen Alpen der Osthang der Karpaten, welcher die Flüsse Sereth und Pruth der Donau zuschiekt, während rechts die Vorhügel des Balkans die Donau bis an ihre Mündung begleiten.

Nach den Zuflussgebieten unterscheidet man also drei orographische Hauptabschnitte:

1. den alpin-hercynisch-karpatischen,
2. den transsylvanisch-balkanischen,
3. den ostkarpatisch-balkanischen.

Da jeder dieser drei Abschnitte eine andere Vertheilung der Niederschläge, der Eisperioden und der Thauwitterung hat, müssen wir jeden derselben gesondert betrachten.

1. Der alpin-hercynisch-karpatische Abschnitt.

a) Die alpinen Zuflüsse entspringen und verlaufen theils im klimatischen Gebiete der vorwiegenden Sommerregen (Central- und Nordalpen), wie der Inn mit der Salzach, die Traun, die Enns mit der Steyer, Ibbs, Traisen, Raab; theils an der Grenze des Sommerregengebietes gegen dasjenige der Aequinoctialregen (Drau, während ihr Nebenfluss Mur noch ganz zum Sommerregengebiet gehört, dann Save.)

In diesem Gebiete entspringen alle mächtigeren alpinen Zuflüsse in der Umgebung von Gletschern und lange (meist von November bis April) liegenbleibenden oder noch spät eintretenden Schneemassen, deren Schmelzwasser jährlich um dieselbe Zeit aufzutreten pflegen und einen wesentlichen Einfluss auf das An-*) und Abschwollen der Donau üben.

Die allgemeine ausgiebigere Schneeschmelze dieser Gegenden fällt meist mit warmen Thauwinden, Südwest- und Scirocalwinden, im Februar oder März zusammen, und bewirkt Hochwässer, die zugleich das Wintereis heben und fortführen; die Gletscher liefern hiezu noch wenig Wasser, da sie um diese Zeit in ihrer hohen Lage nur ausnahmsweise abzuschmelzen beginnen. Dann folgt im März und April eine Zeit allmäliger und oft unterbrochener Schneeschmelze mit wenig ausgiebigen Regenfällen, daher Niederwasser im Strome. Im Laufe des Mai und Juni kommt das Schmelzwasser der Gletscher hinzu und beginnen die Sommerregen, darunter Gewitterregen; daher um diese

*) Ein Anschwellen des Flusses wird im Donaugebiete „giesen“ genannt; das Wasser „giesst“ oder „gibt zu“ heisst: „es steigt“; es kommt „eine Giess“ (nicht zu verwechseln mit „Guss“), d. h. das Wasser wird steigen. Ein Maximum des Wasserstandes (Hochwasser) ist damit nicht bezeichnet, sondern eben nur die Zunahme. Um der Schriftsprache näher zu kommen, sagen Manche „der Guss“ anstatt „die Giess“; die alten Schifflleute aber bedienen sich nur des letzteren Ausdruckes.

Zeit ein Steigen der Donau; wenngleich nur selten eigentliche Hochwässer. Im Juli und Anfangs August setzen Sommer- und Gewitterregen fort, und erhalten mässig hohen Wasserstand; manches Jahr treten zwar als Folge von Regengüssen Hochwässer ein, diese laufen aber rasch wieder ab. In der zweiten Hälfte August und noch mehr im September hat sowohl das Gletscherschmelzen als die Häufigkeit der Regengüsse aufgehört, es tritt für das ganze Gebiet die trockenste Zeit des Jahres und damit auch niedriger Wasserstand ein. Im Save-Gebiete sind stärkere Niederschläge zur Zeit des Laubfalles (Ende September und im October) typisch, und das hiedurch verursachte Anschwellen der Save und Donau wird volksthümlich als „Lauber-Giess“ bezeichnet. Im October und November verwandeln sich die Niederschläge in den höheren Alpen schon allgemein in Schnee, welcher nicht abrinnt, daher in der Regel fortdauerndes Niederwasser; südlich der Centralalpen, im Herbstregengebiete der Drau und Save, treten aber um diese Zeit oft starke Sciroccalregen ein, zu deren Gewässer noch geschmolzener Schnee kommt, so dass von Draueck (Drau-Mündung) an stromabwärts verhältnissmässig höhere Wasserstände vorkommen, als zur selben Zeit in der oberen Strecke.

Im December und Jänner sind Schnee und ein grosser Theil der rinnenden Wässer des Zuflussgebietes durch die Kälte festgebannt, daher normal sehr niedriger Wasserstand in der Donau; aber gegen Ende Jäners treten bisweilen schon jene Thauwinde ein, welche in der Regel erst dem Februar oder März eigen sind, und dann kommen Hochfluthen mit Eisstoss mitten in jene Periode hinein, die sonst im Allgemeinen das entschiedenste Niederwasser hat.

- b) Auf der hercynisch-karpatischen Seite, von welcher die Nebenflüsse Ilz, Mühl, Aist, March, Waag mit der Neutra, dann Gran, Eipel, Theiss und Temes in die Donau kommen, ist die Vertheilung der Niederschläge im Grossen und Ganzen dieselbe, nur fallen die grossen Gletscher und daher die Bereicherung der Donau mit Gletscherwasser im Mai und Juni weg; auch die Schneemassen sind etwas geringer und auf eine schmalere Zone eingeschränkt, so dass da-

selbst alle Arten von Schmelzwässern gegenüber den Regenwässern verhältnissmässig mehr zurücktreten, als auf der alpinen Seite. Dagegen gelangen die Gewässer aus den Karpaten, weil diese nach Süden einen steileren Abfall und kürzere Thäler haben als die Alpen nach Norden, rascher zu den Flüssen Theiss, Szamos, Maros und von diesen in die Donau.

Das mehr continentale Klima der Karpaten bringt es mit sich, dass im Winter das Eistreiben oder selbst Gefrieren in den oberen kleineren Zuflüssen, und daher auch das Niederwasser der Karpatenflüsse meist früher eintritt, dagegen auch das Aufthauen und das damit verbundene Hochwasser gegen Ende des Winters etwas später stattfindet, als bei den alpinen Gewässern und im oberen Donaugebiete, indem die Thauwinde von Westen nach Osten vorrücken, also später in den Karpaten als in den Alpen ihre Wirkung äussern, wovon aber auch Ausnahmen vorkommen.

Gewöhnlich sind daher die alpinen Hochwässer bereits abgeflossen, wenn die karpatischen eintreten. Bisweilen aber treten die karpatischen Hochwässer zu den alpinen hinzu, und dann ergeben sich für die Strecke unterhalb der Theiss-Mündung (Titel) durch Zuströmung, für die Strecke oberhalb Titel bis weit stromaufwärts in der Theiss und der Donau durch Rückstau sehr bedeutende, oft verheerende Ueberschwemmungen, wie jene, welche im Jahre 1879 Szegedin verwüstete.

Der erste Abschnitt (Passau-Bazias) lässt sich also bezüglich des Wechsels der Wasserstände als Folge der Niederschlagsvertheilung kurz so charakterisiren: Die periodischen Hochwässer fallen auf das Ende des Winters und den Anfang des Frühlings, die periodischen Niederwässer auf die Zeit zwischen Mitte September und Mitte Februar; Mittelwasser mit günstigster Tiefe herrscht in der Regel vom Mai bis Ende August, am günstigsten, mit seltenen Ausnahmen, gegen Ende Mai und im Juni. Unperiodische Hochwässer treten ein: durch vorzeitige Thauwinde im December, dann durch Wolkenbrüche im Sommer, nur selten durch reichliche Regengüsse mit Schmelzen des

frühzeitigen Schnees im September (1890), October oder November.

Unperiodische Niederwässer kommen nie mitten in der Zeit der periodischen Hochwässer, sondern nur an den Grenzen der letzteren vor, wenn sich der Eintritt der Hochwässer etwas verspätet, oder wenn sie bereits vor der normalen Zeit abgelaufen sind.

Graphisch lässt sich der bisher skizzirte Gang des An- und Abschwellens der Donau im ersten Zuflussgebiete darstellen, wie in Fig. 1.

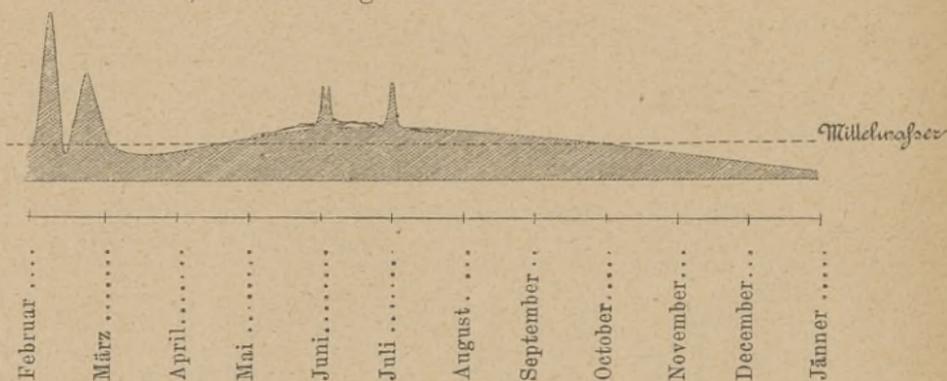


Fig. 1.

Die unten folgende Tabelle zeigt, wie die Temperaturen des Jänner als des strengsten Eismonates und des April als ersten allgemeineren Schmelzmonates sich verhalten und wie die Niederschläge in den Aufnahme- und Abfuhrgebieten der wichtigeren Nebenflüsse, sowie der Donau selbst über alle Monate des Jahres vertheilt sind. Die Daten sind nach Angaben der k. k. meteorologischen Centralanstalt ausgezogen, gemittelt und abgerundet, wie es für die kurze Charakterisirung passend erschien.

Ausser den klimatischen Daten für diesen ersten Flussabschnitt folgen hier noch Tabellen mit Notizen über die Wasserstands- und Eisverhältnisse sowohl der Donau als der wichtigeren Nebenflüsse. Diese Tabelle, sowie die analogen über die beiden anderen Hauptabschnitte der Donau sind aus den Nachrichten zusammengestellt, welche durch gefällige Vermittlung der Betriebsdirection von den Stationsbeamten der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft in das betreffende Formular eingesetzt wurden.

Klimatologische Uebersicht des ersten orographischen Hauptabschnittes.

Klimatische Gebiete nach Hann	Flussgebiete	Niederschlag in runden Zahlen (cm) (mehrjährige Monatsmittel aus allen Stationen zusammen)												Temperatur in ° C. (mehrjährige Mittel nach einzelnen Stationen)			
		December	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septemb.	October	November	Stationen	Jänner	April	Jahr
		Oesterreich. Alpen (Salzburg, Obersteiermark)	Inn, Traun u. Enns	9	6	5	7	7	10	12	13	13	9	6	7	Innsbruck	-3.1
Südseite der Tauern	Mur, Drau, Save (Oberlauf)	6	4	3	5	7	10	12	12	11	11	10	8	Salzburg	-2.3	8.6	7.9
Südwest-Kärnten u. Krain	Drau, Save (Mittel-lauf)	8	6	5	7	7	9	9	9	10	11	10	10	Ischl	-2.9	7.7	7.5
Tatra-Thäler	Gran, Waag, Eipel, Theiss-Oberlauf	6	4	5	6	7	11	13	15	13	8	6	6	Tamsweg	-8.6	4.0	3.5
Ungarische Ebene	Theiss-Unterlauf	8	6	5	7	7	11	12	11	10	6	8	9	Lienz	-5.0	8.6	7.5
Ländergebiete: Ober- und Nieder-Oesterreich	Obere Donau überhaupt	7	6	6	7	7	10	11	11	11	8	8	8	Klagenfurt	-6.3	8.8	7.3
Ungarische Ebene.	Mittlere Donau	8	6	5	7	7	11	12	11	10	6	8	9	Cilli	-2.0	10.1	9.9
														Graz	-2.3	9.8	9.3
														Laibach	-2.6	9.8	9.4
														Agram	-0.5	11.9	11.3
														Arva Varalja	-5.5	5.6	5.9
														Leutschau	-3.8	6.9	7.2
														Debreczin	-2.4	10.7	10.5
														Szegedin	-1.1	11.8	11.3
														Linz	-2.7	9.0	8.5
														Wien	-1.7	9.9	9.7
														Budapest	-1.4	10.8	10.7
														Pancsova	-0.9	12.1	11.7

Hydrographische Uebersicht des

Flussstrecken	Zeit des periodischen (jährlich wiederkehrenden) Niederwassers	Zeit des Mittelwassers	Zeit der alljährlich wiederkehrenden Hochwässer
Donau bei Regensburg.	Mit Beginn der Monate Juli oder August bis October.	Nach den Hochwässern im Frühjahr während der Monate April, Mai und Juni.	Gewönl. im Frühjahr in den Monaten März und April, dann Anfangs Juni bei eintretender Hitze u. Schmelzen des Schnees im Gebirge.
Donau bei Aschach (wo schon der alpine Inn dabei).	Vom November bis März.	August, September, October.	April, Mai, Juni und Juli.
Donau bei Linz.	November bis März.	April bis September oder October.	Kommen hier nur bei andauerndem Regen an der oberen Donau, dem Inn u. der Salzach vor, daher hauptsächlich im Sommer.
Enns in der Gegend der Mündung bei Mauthausen.	November bis März.	April, Mai u. September.	Juni, Juli u. August.
Donau bei Wien.	Mitte September bis Februar od. März.	April, Mai, Juni.	Juli, August bis Mitte September.
March bei der Mündung.	Febr., März, April, September, October und November.	Juli, August.	Mai, Juni.

ersten orographischen Hauptabschnittes.

Zeit ungewöhnlicher Hochwässer (z. B. mit Gewittern und Wolkenbrüchen)	Zeit des Eistreibens oder Frierens	Zeit des Eisstosses	Anmerkungen
In den Monaten Juni und August.	November und December.	Jänner u. Februar, selten im März.	Bei rasch eintretendem Thauwetter oder starken Regengüssen in den oberen Lech- und Donaugengen, oder im bairischen Wald tritt jetzt bei Regensburg durch die vollend. Flusscorrection innerhalb zweier Tage rapid Hochwasser ein, dauert aber im Verleiche zu der früheren Zeit nur kurz und fällt dann rasch wieder ab bis zum Mittelwasser.
Im Hochsommer.	Gewöhnliches Eisrinnen im November, December, Jänner u. Februar	Ende Jänner und im Februar.	
Ungewöhnliches Hochwasser kam hier seit Ende December 1882 nicht vor.	December bis Februar.	Hier bildet sich kein Eisstoss.	
Juni, Juli u. August.	November bis Ende Februar.	December, Jänner und Februar.	Diese Angaben wurden aus dem Zeitraume von 1847 bis 1888 der Station Mauthausen entnommen.
Juli u. August, auch zwischen Jänner u. März, wenn rasch Schneeschmelze eintritt.	December, Jänner, Februar.	Jänner u. Februar.	Aussergew. Hochwässer: Jänner u. August 1880, December 1882, Jänner 1883, Jänner 1888.
August.	December.	December, Jänner, erste Hälfte des Februar.	Dauernd höhere Wasserstände sind blos im Mai und Juni; von März bis October bewirken oftmals die in den nördlicheren Gebirgen niedergehenden Gewitter Hochwässer, die aber in ein bis zwei Tagen wieder abfallen.

Flusstrecken	Zeit des periodischen (jährlich wiederkehrenden) Niedrwassers	Zeit des Mittelwassers	Zeit der alljährlich wiederkehrenden Hochwässer
Donau bei Pressburg bis Gönyö.	Gegen Ende Octob., November bis December.	Febr., März, April, August, Septemb., Anfangs October.	Mai, Juni.
Nebenfluss Gran bei seiner Mündung.	Jänner.	Juni und Juli.	April und Mai.
Donau b. Budapest.	Mitte Juli und von Mitte November bis Mitte Februar.	Juni, September u. October.	März.
Donau bei Mohács.	October, November, December, Jänner, Februar, 1. — 20. März.	Mai, Juni, Juli, August, Septemb.	Ende März, dann April, Juni, Ende August.
Donau von Draueck bis Bazias.	In gewitterarmen Jahren von Mitte August bis Mitte October, Novemb. bis März.	Ende Juni bis Mitte Aug., Mitte Octob. bis November.	März bis Ende Juni.
Nebenflüsse letzterer Strecke: Drau bei Essegg.	Jänner bis Ende März, September bis Ende October und December.	November, in Ausnahmefällen auch von Mitte März bis Ende April und anfangs August.	Mai, Juni, Juli bis zum 15. oder 20. August.
Theiss bei Titel.	November, Decemb.	Juni bis October.	März bis Mai.
Save bei Semlin.	In d. Monaten Aug., Septemb. bis Mitte Octob., öfters auch Jänner, Februar.	Juni bis Juli, dann December.	Alljähr. wohl nicht; wenn eintretend, zumeist April, Mai und November.

Zeit ungewöhnlicher Hochwässer (z. B. mit Gewittern und Wolkenbrüchen)	Zeit des Eistreibens oder Frierens	Zeit des Eisstosses	Anmerkungen
Juni, Juli, August.	December.	Jänner bis Anfangs Februar.	
Locale Gewitter und Wolkenbrüche s. hier von keinem wahrnehmbaren Einflusse.	Frieren und Eistreiben Anfangs Dec., zeitweilig im Jänner.	Februar u. Anfangs März; Eisstauungen treten regelmässig in Folge Abganges d. oberen Eisstosses ein im Februar und Anfangs März.	
August.	Gegen Ende Dec., Jänner u. Anfangs Februar.	Bis Ende Februar u. Anfangs März.	
Ende Jänner und Anfangs Februar, bisweilen im Mai, Septemb. u. Octob.	Mitte December bis Mitte März.	Mitte Jänner bis Ende Februar.	
Juli bis August, die Zeit grosser Gewitter; die damit verbundenen bedeutenden Niederschläge wirken in Drau und Save in der Regel gleichzeitig, so dass aussergewöhnliches Hochwasser sich wochenlang hält.	Erste Hälfte Dec.; bei für die Eisbild. günstigen Bedingungen: kleines Wasser, Schneefall, mehrere Tage wehender Nord- od. Nordostwind, tritt Eisbildung schon bei -7.5° C. ein, sonst bei -8.5° C.	Zweite Hälfte Dec. bis Mitte Februar.	
Vom 15. Juni bis zum 30. Juli, äusserst selten auch noch im August.	Zumeist ab 10. Dec., selten früher, zumeist mit längeren Unterbrechungen. Längste Dauer Anf. März. Eisstoss in der Regel jedes fünfte Jahr fest.	Vom 12. December längstens bis zum 20. Jänner, jedoch seltener Fall.	
Juli bis August.	Anfangs December.	Ende December. †	
Im Sommer selten anhaltend und von besonderem Einfluss für die untere Save Strecke.	In der Save nicht oft bedeutend; selten vor Ende Decemb. und Jänner.	Seit zehn Jahren nur zweimal, Ende Decemb. bis Febr.	

2. Der transsylvanisch-balkanische Abschnitt.

Hier tritt der continentale Charakter des Klimas noch entschiedener hervor und beeinflusst insbesondere die Nebengewässer.

Aus der nachstehenden Tabelle, für welche wir leider aus der balkanischen Seite keine verlässlichen Daten aus längeren Jahresreihen erlangen konnten, ergibt sich, dass im gebirgigen Aufnahmegebiete der transsylvanischen Zuflüsse der Winter so kalt ist wie in den kälteren Alpenstationen, während er in den niedrigeren Lagen längs der Donau milder ist als in der ungarischen Ebene.

In Folge dessen bildet sich daselbst Treibeis nur selten auf der Donau selbst; diese führt nur Treibeis, welches von den oberen Gegenden kommt und aus den Nebenflüssen herbeigeführt wird. Die letzteren frieren im Winter nicht selten ganz zu und bringen dann selbstverständlich kein Treibeis. Vorübergehendes Föhn- oder Thauwetter mit grossen Niederschlägen noch im Winter (December bis Februar), wie es im Alpengebiete und bisweilen auch in den ungarischen Karpaten vorkommt und winterliche Hochwässer mit frühzeitigem Eisstoss zur Folge hat, tritt hier nur selten ein; der Aufbruch des Eises und der Abgang desselben aus den Nebenflüssen in die Donau erfolgt mehr allmählig bei zunehmender Frühlingstemperatur und nur mässigen auflösenden Regenniederschlägen. Das Maximum des Niederschlages mit anwachsendem Wasser fällt in den Sommer (Juli bis August), vorwiegend mit Gewittern; im eigentlichen Donauthal sind auch noch die Herbstregen ziemlich ausgiebig.

Klimatologische Uebersicht des zweiten orographischen Hauptabschnittes.

Gebiet nach Hann	Flussgebiete	Niederschlag in Centimetern (mehrjährige Monatsmittel aus allen Stationen zusammen)												Temperatur in ° C. (mehrjährige Mittel nach einzelnen Stationen)			
		December	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Stationen	Jänner	April	Jahr
Transylvanisches und Mittel- Balkangebiet	Zuflüsse aus den transylvanischen Alpen Anfang d. unteren Donau	5	4	3	3	5	5	9	12	11	7	7	4	Kronstadt	—4.9	7.6	7.5
		4	3	3	3	5	5	5	7	6	6	4	4	Bukarest (20 J.)	2.6	12.0	10.9
		9	5	5	4	7	9	8	7	6	5	9	10	Orsova	—0.1	12.1	11.0
		2	3	3	4	5	3	5	14	8	8	5	4	Rustschuk (4 J.)	—0.9	8.9	11.6

Hydrographische Uebersicht des zweiten orographischen Hauptabschnittes.

Flusstrecken	Zeit des periodischen (jährlich wiederkehrenden) Niederwassers	Zeit des Mittelwassers	Zeit der alljährlich wiederkehrenden Hochwasser	Zeit ungewöhnlicher Hochwasser (z. B. Gewittern und Wolkenbrüchen)	Zeit des Eistreibens oder Frierens	Zeit des Eisfosses
Donau von Baczias bis Turn-Severin.	Jänner, Febr., September u. October.	März, April, Juli, August, November u. December.	Mai und Juni, zeitweise auch im April und Juli.	Mai, Juni und Juli.	Dec., Jänner und Februar.	Dec., Jänner und Februar.
Donau von Turn-Severin bis Braila.	Von Anfang Jänn. b. Ende Februar und von 15. Aug. bis 15. Octob.	Im März und von Anfang Juni bis zur ersten Hälfte des August.	Von Anfang Apr. bis Ende Mai u. Mitte Oct. bis Ende December.	Nach schnee-reichen Wintern von Anfang März b. Ende Mai.	Zweite Hälfte December u. Jänner.	
Zuflüsse vom linken Ufer dieser Strecke: Schyl.	Aug. und Sept.	März, April, eventuell Oct.	Mai und Juni.	Mai und Juni.	Dec., Jänner, bei 7°C. Kälte Treibeis, bei 10°C. Standeis.	Februar oder März.
Oltez. } Aluta. }	Mitte Juni bis Mitte Sept., dann Decemb. und Jänner.	Sehr unregelmässig.	Febr. u. März, dann i. Herbst bei anhaltendem Regen.	Im Hochsommer bei Gewittern u. anhaltend. Regegen schmelles Steigen.	Bei 2—3° Kälte (?) Eistreiben im December und Jänner.	Je nach Staunung durch das Donauwasser.

Vede.	Juli u. August.	Sept., October, November.	Februar, März.	Juni und Juli.	Dec., Jänner.	Februar.
Ardischisch. } Dimbovritza. }	Juli u. Aug.	März u. April.	Bei Schneeschmelzen.	Juli u. August.	Bei 2° Kälte Treibeis und bei 6° Kälte Standeis.	Febr. b. anhalt. Temperatur. v. einigen Grad. Wärme.
Jalonnitza.	Juni, Juli, August, öfters auch Sept.	Mai, October, auch Nov.	März, April, Mai, auch öfters October u. November.	Juni, Juli und September.	November und December.	November u. Febr.
Zuflüsse am rechten Ufer dieser Strecke: Morawa.	Monat August, dauert 20—40 Tage.	Mai bis Juli.	März u. April.	Sehr selten im Monate Juni.	Bei 7—8° rasch zugefroren.	Beim ersten Thauwetter.
Timok. } Lom. }	Vom Novemb. an bis Mitte März.	Mitte März bis Mitte Juni.	Verschieden; von April bis Mitte Sept.	Bei anhaltend. Regen u. Gewittern.	Eistreiben niemals, ganz ungefrieren.	Keiner.
Isker.	Vom Juli bis October.	Mai, Juni und Mitte April bis Mitte Mai.	März u. April.	Mai und Juni.	December und Jänner.	Februar oder März.
Vid. } Osna. }	Mitte Mai bis Mitte Juni.	Mitte April bis Mitte Mai.	Anfangs März bis Mitte Apr.	Juli u. August.	Je nach Kälte im November oder Decemb.	Zwischen Mitte Februar und Mitte März.
Jantra.	Vom Juli bis Anfangs Nov.	Frühjahr und Herbst.	Während der Schneeschm. auf der Abdachung des Balkans.	Wegen starken Gefälle sehr kurz andauernd.	Nov., Decemb.	Jänner, Febr.

3. Der ostkarpatisch-balkanische Abschnitt.

Der Winter ist im Gebiete der ostkarpatischen Zuflüsse sehr kalt; diese frieren fast jeden Winter fest zu und bleiben gefroren bis nahe an den Beginn des Frühjahrs, dessen Temperatur sich anfangs nur sehr langsam hebt. Da auch hier während des Winters ein vorübergehendes Schneeschmelzen in grösserem Umfange nur selten eintritt, bringt meistens erst das Ende des Winters das aufbrechende Eis aus Sereth und Pruth in die Donau. Die Niederschlagsmenge ist auch hier im Sommer am grössten, besteht aber dann vorwiegend in Gewittergüssen, nicht in langen Landregen, und sehr trockene Zeiten schalten sich ein. Auf den Wasserstand der unteren Donau haben übrigens die wechselnden Niederschläge der nächsten Umgebung keinen für die Schifffahrt so wichtigen Einfluss wie auf die oberen Strecken, da die Gesamtmasse des Wassers daselbst schon so bedeutend ist.

Für die hiehergehörige klimatologische Tabelle haben wir gleichfalls aus der balkanischen Seite selbst an der berufensten Stelle keine verwendbaren Zahlen erhalten können.

Klimatologische Uebersicht des dritten orographischen Hauptabschnittes.

Gebiet nach Hann	Flussgebiete	Niederschlag in Centimetern (mehrjährige Monatsmittel aus fünf Stationen)												Temperatur in ° C. (mehrjährige Monatsmittel nach einzelnen Stationen)			
		December	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	Stationen	Jänner	April	Jahr
Galizien, Bukowina und Rumänien ..	Zufüsse aus den Ostkarpaten (Sereth, Pruth u. deren Nebenflüsse)	6	4	5	7	7	12	15	14	11	7	6	6	Tarnopol.....	—5.9	5.9	6.7
														Czernowitz	—4.6	8.9	8.1
														Stanislaw.....	—5.3	5.9	5.6
		6	4	5	7	7	12	15	14	11	7	6	6	Drohobyc	—3.7	7.4	7.5
														Kolomea	—4.5	9.5	7.8
														Jassy.....	—5.6	11.4	9.3
	Unter Donau	1	11	3	3	3	3	6	3	2	2	3	3	Braila	—2.4	12.2	12.4

Hydrographische Uebersicht des dritten orographischen Hauptabschnittes.

Flusstrecke	Zeit des periodischen (jährlich wiederkehrenden) Niederwassers	Zeit des Mittelwassers	Zeit der alljährlich wiederkehrenden Hochwässer	Zeit ungewöhnlicher Hochwässer (z. B. mit Gewittern und Wolkenbrüchen)	Zeit des Eistreibens oder Frierens	Zeit des Eisstosses
Donau von Braila bis zur Mündung.	Jänner, Febr., Ende Juni bis Ende Sept.	März, April, November u. December.	Bisweilen Anf. März, Ende Apr. bis Ende Mai, October.	Ausnahmsweise Juli, August.	Dec., Jänner, Februar.	Jänner, Febr.
Nebenflüsse dieser Strecke:						
Sereth um Braila.	In d. Sommermonaten.	März, April, November u. December.	Beim Abgang des Schnees Ende April u. Mai nach Gewitterregen, dann Octob.	Juli, August.	Dec., Jänner, Februar.	Dec., Jänner, Februar.
Pruth um Galaz.	Juli u. August.	Juni, Sept.	April, Mai, Sept., Octob.	Ausnahmsweise Juli und Aug.	Oberer Pruth mit kleinem Wasser Nov., Dec., Jänner und Februar.	An der Mündung: Dec., Jänner, Febr.

B. Die Eisverhältnisse der Donau.

Eine Erscheinung, welche in Flüssen der kälteren gemässigten Zone, so auch in der Donau und ihren Nebenflüssen, auf den Verlauf der Wasserstände, sowie auf die Bildung von Ablagerungen und die Aenderung des Fahrwassers wesentlichen Einfluss übt, ist der Eisgang.

Wenn im Winter die Temperatur durch mehrere Tage mindestens 6—7° C. unter Null sinkt, bilden sich an der Oberfläche des Flusses, welche stets gekräuselte und von kleinen Wirbeln bewegte Stellen in Menge zeigt, vorzugsweise innerhalb solcher Stellen Eiskrystalle nach demselben Gesetze, nach welchem überhaupt das Anschliessen von Krystallen durch leicht schüttelnde Bewegung begünstigt wird. Aus diesen Eiskryställchen setzt sich eine schneeartige, anfangs noch mit Wasser durchtränkte Masse zusammen, die auf der Donau „Tost“ genannt wird und Fladen von etwa 1—6 Meter Durchmesser bildet, die in Folge der beständigen Drehung und gegenseitigen Reibung annähernd scheibenförmig sind. Mit zunehmender Kälte überwiegt die Eisbildung innerhalb eines jeden Fladens immer mehr und die Vergrösserung am Rande schreitet vor, es werden solidere Schollen daraus.

Ausser diesen mit dem Strome treibenden Eisfladen bildet sich an seichten, rascher bis zum Grunde erkaltenden Stellen, besonders längs der seichteren Ufer eine festliegende Eisdecke (Ufereis). Durch Zusammenfrieren von Tostfladen und Schollen kann auch die ganze Oberfläche des Flusses eine (gewöhnlich sehr rauhe) Eisdecke erhalten; aber auch ohne vorhergegangenen Tost kann bei sehr grosser, rasch eintretender Kälte sich eine glatte Eisdecke bilden.

Die Eisbildung findet auf allen Strecken der Donau bis zu ihrer Mündung statt, und zwar meist auf der rumänischen Strecke früher als auf der bairisch-oberösterreichischen; denn im Osten bringt das continentale Klima oft schon im November Temperaturen von —12 bis —20° C., während wir im Westen

erst 0 bis -6° haben; daher ist es begreiflich, dass das Eisrinnen und seine weiteren Folgen auf der unteren Donau und auf dem Pruth in der Regel früher eintritt als auf der oberen und dass selbst die Mündung in's Schwarze Meer sehr zeitlich von obenher Treibeis erhält.

Oft geschieht es, dass die Fladen des Treibeises, oder selbst schon des Tostes, an seichten Stellen stranden oder in Engen, bei Brücken etc. sich stauen und den nachrückenden den Weg verlegen, so dass diese sich immer weiter stromaufwärts ansetzen („vorbauen“) und oft lange Strecken der Donau nach der ganzen Breite überbrücken. Herrscht dabei große Kälte, so frieren die Fladen fest aneinander und verdicken sich: „der Eisstoss steht“. Dadurch wird aber auch ein Stau des Wassers bewirkt, der endlich so anwachsen kann, dass er den Eisstoss wieder „hebt“, d. h. die Fladen zertheilt und in Gang setzt. Häufiger aber wird der Eisstoss erst „gehend“ in Folge zuströmender Hochwässer aus den Nebenflüssen bei Thauwinden und Sciroccalregen. In diesem Falle bringt das Wasser von obenher auch Schollen von aufgebrochenem Ufer- und Grundeis, welches sich ebenso wie die Tostfladen stauen und „vorbauen“ kann. Das Hochwasser hebt aber bald die angestauten Eismassen, oder es ergiesst sich über dieselben und drückt sie ein, so dass der Eisstoss in Gang kommt. Das „Sichstellen des Eisstosses“ kann sich aber mehrmals wiederholen und so rasch nacheinander grosse locale Ueberschwemmungen durch Rückstau erzeugen. In manchen Wintern spielt sich der Process der Bildung eines Eisstosses und sein Abgang zweimal ab, z. B. im Jänner und wieder im Februar oder März, und in der Zwischenzeit herrscht niedrigster Wasserstand. Da das Eisrinnen, wie oben gesagt, auf der ganzen Donau bis zur Mündung stattfindet, ist auch die Möglichkeit einer Eisstossbildung auf der ganzen Donau vorhanden; selbst im St. Georgs-Arm der Donaumündung stellt er sich häufig und baut eine weite Strecke stromaufwärts vor.

Bei Galaz auf der Strecke zwischen den Einmündungen des Sereth und des Pruth blieb nach Aufzeichnungen eines dort stationirt gewesenen österreichischen Consuls binnen 26 Jahren (1837—1862) die Donau nur sechsmal von einer stehenden Eisdecke frei. Die Stellung des Eises erfolgte siebenmal im December, zehnmal im Jänner, dreimal im Februar. Der Eis-

stoss ging ab: zweimal im Jänner, neunmal im Februar, neunmal im März. Durchschnittlich stellt sich dort das Eis am 6.—7. Jänner, der Abgang erfolgt am 19.—20. Februar, der Stand des Eises dauert also durchschnittlich 44 Tage. Am häufigsten stellt sich Eis bei den 10 Flusskrümmungen oberhalb Baja in Ungarn, dann auf der an Schotterbänken reichen Strecke Gönyö—Pressburg, ebenso unterhalb Wien in den noch nicht ganz regulirten Ueberbreiten, dann bei Tulln, bei Aschach. Das Sichstellen und der Abgang fallen auch hier zwischen December und März, aber in viel kürzerer Zeit.

Die localen und momentanen Zufälligkeiten spielen beim Eisstoss eine grössere Rolle als bei jedem anderen natürlichen Vorgange im Flusse, und die grössten Ueberschwemmungen — glücklicherweise meist auf kürzere Strecken beschränkt — kommen beim Eisstoss vor. Welche Wirkungen hieraus für die Veränderungen im Bett und an den Ufern hervorgehen, wird später dargelegt werden; hier sollte der Eisgang nur als eine der Ursachen unperiodisch erhöhten Wasserstandes erwähnt werden*).

*) Vergl. Karl Fritsch: „Die Eisverhältnisse der Donau“, Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien 1864.

C. Das Fahrwasser.

Hiefür kommen hauptsächlich in Betracht: Die Verhältnisse der Tiefe, der Strömungsgeschwindigkeit und der Ablagerungen, sammt den durch die letzteren verursachten Aenderungen des Fahrwassers, endlich der Einfluss, welchen künstliche Mittel auf dasselbe üben.

Es ist hier nicht beabsichtigt, in allen diesen Beziehungen streckenweise alle auf der Donau vorkommenden Details wiederzugeben, die ja in Stromkarten von großem Masstabe ohnehin verzeichnet und übersichtlich auch schon im vorhergehenden Abschnitte dargestellt sind; hier soll vielmehr nur kurz dasjenige angeführt werden, was entweder zum Verständniss des auf der Donau Ueblichen dient, oder den angehenden Schiffer zur eigenen Beurtheilung der eben angeführten, vielfach veränderlichen, daher in Karten gar nicht auf die Dauer festzulegenden Bestimmungsstücke des Fahrwassers anleiten kann; und das erscheint bei dem unregelmäßigen und daher den grössten Veränderungen ausgesetzten Zustande der meisten Weitungen der Donau wichtiger als bei manchem anderen europäischen Strom.

I. Die Tiefenverhältnisse.

Bleibende oder wenigstens auf natürlichem Wege nicht rasch wechselnde Tiefenverhältnisse des Bettes kommen nur in den festbegrenzten felsigen Defilés der Donau vor; in den anderen Strecken wechselt die Fahrtiefe selbst bei gleicher Durchflussmenge des Wassers; es müssen also die Wasserstandsbeobachtungen und die Tiefenmessungen oder Sondirungen unterschieden werden. Die Wasserstände bestimmter Fixpunkte werden wie überall durch Pegel gemessen, welche jedoch an der Donau nur an sehr wenigen Punkten selbstregistrirende sind (neuestens im Donaudurchstich bei Wien, dann zur Errichtung bestimmt in Budapest

und für die Theiss bei Szolnok oder Szegedin). Ueber die absolute Höhenlage der Nullpunkte herrscht keineswegs auf der ganzen Donau volle Klarheit und die jeweiligen Pegelangaben haben für den Schiffer meist nur eine mittelbare Bedeutung; erfahrene Schiffer wissen allerdings annähernd, auch ohne Reductionstabellen, wenn ein bestimmter Pegel einen Wasserstand von so und soviel Decimeter zeigt, wie tief dann das Wasser an dieser oder jener nicht sehr weit entfernten Stelle sein mag. So hat sich beispielsweise für den Einfluss der Save-Hochwässer auf die Fahrtiefe in den Katarakten, welche erstere mit Herbstregen oft eintreten, wenn gleichzeitig die Donau wenig Wasser hat, die empirische Regel gebildet: so viel Fuss die Save nach dem Sisseker Pegel zugibt, um so viel Zoll steigt die Fahrtiefe bei den Katarakten. Aber solche im Kopfe des Lootsen sich vollziehende oder auch hie und da von Stationsbeamten vorgenommene und aufgezeichnete Reductionen müssen fortwährend empirisch corrigirt werden, weil bei veränderlichem Bette der gleiche Pegelstand nicht auch die gleiche Fahrtiefe bedeuten kann. Wenn nämlich der Fluss seinen Grund in der Nähe des Pegels austieft, zeigt dieser einen niedrigeren Wasserstand als früher, obgleich die Fahrtiefe zugenommen haben kann; umgekehrt, wenn in der Gegend des Pegels sich ein Haufen anlegt, kann der Pegel höhere Angaben zeigen, obgleich die Fahrtiefe geringer wurde. Ungeachtet solcher Bedenken wurde für die Beurtheilung der nicht direct gemessenen Fahrtiefen seitens mehrerer Organe der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft (insbesondere Capitän Loidl und Inspector Bozich) der Versuch gemacht, Pegel-Reductionstabellen zu verfassen. Es handelt sich dabei hauptsächlich darum, zu erfahren, wie tief Schiffe, welche bestimmte Seichtstellen passiren sollen, getaucht werden können*), oder ob die Passage

*) Die grösseren Personendampfer verlangen Fahrtiefen von 15—18 Decimeter, leere Remorqueure tauchen mindestens 9 Decimeter, leere Schleppe circa 3·5—5·6 Decimeter (neue, plättenartige nur 2·8 Decimeter), Schleppe mit voller Ladung 18—22 Decimeter, auf der unteren Donau selbst bis 28 Decimeter; bei niedrigem Wasser „schifftet“ man (ladet um) so weit, bis die Tauchung nicht grösser ist, als die gegebene Fahrtiefe gestattet, wobei mindestens noch 2—3 Decimeter Wasser unter dem Boden bis zum Grunde frei bleiben müssen. Selbstverständlich hat das Schiften auch seine

dasselbst noch mit Nutzen möglich sei. Man will also wissen, welche Fahrtiefe an solchen Stellen nach den Ablesungen an einem nicht zu weit entfernten Pegel zu erwarten ist*), und die Form, in welcher der Schiffer nach den Pegelablesungen fragt, ist: „Wenn an der oberen Station *A* das Wasser um *x* Centimeter zugibt, in welcher Zeit kommt diese Zunahme zur unteren Station *B*, und wie viel Centimeter macht dann daselbst die Zunahme aus?“ Ferner: „Bei welchem Pegelstande einer bestimmten Station beginnt jene Seichtigkeit, welche auf der betreffenden Strecke Schwierigkeiten für die Navigation verursacht?“ und umgekehrt: „Bei welchem Pegelstande kann man noch die seichteste Stelle der Strecke passiren, daher selbstverständlich auch die minder seichten?“ In diesem Sinne sind wichtig: für die Fahrt über das Hofkirchener G'hachlet der Pegel in Vilshofen in Bayern; für das Aschacher G'hachlet die Pegel in Passau und Aschach; für die Passage durch den Strudel der Pegel in Linz, noch mehr aber jener in Mauthausen; für den Donaudurchstich bei Wien der Pegel in Spitz; für die Fahrbarkeit der Furten und wechselnden Arme zwischen Pressburg und Gönyö die Pegel in Wien (Praterquai) und Pressburg; für die Katarakte zwischen Alt-Moldova und Turn-Severin die Pegel in Mohács (Donau allein), Neusatz (bereits mit der Drau), Semlin (nach Aufnahme der Theiss und Rückstau der Save); für die untere Donau

Grenze in der merkantilen Nutzbarkeit; denn es rentirt in der Regel nicht, ein Convoi mit so wenig Ladung zu führen, dass die gewöhnliche Schleppe nur etwa um 2—3 Decimeter tiefer tauchen als im leeren Zustande. Solche Schleppe werden also selten bis unter 10—11 Decimeter Tauchung geschifft, und im Allgemeinen wünscht man eine nutzbare Fahrtiefe des Wassers mit circa 17—22 Decimeter (ersteres auf der oberen Donau) an den seichtesten Stellen für einen nicht allzusehr erschwerten Verkehr, und bekannt ist, dass mit 16 Decimeter Fahrtiefe die Verlegenheiten beginnen.

*) Sehr nützlich verspricht in dieser Beziehung das von der hydrographischen Section des k. ungarischen Ackerbauministeriums eingeleitete Studium von Wasserstands-Prognosen zu werden, nach denen man um einen Tag — vielleicht auch um mehrere — vorher die zu erwartende Wasserhöhe der unteren Stationen auf Grund der beobachteten Pegelstände oberer Stationen beurtheilen könnte. Sehr schätzbares Material für Pegelstudien bieten auch die täglichen Daten, welche in der Fachzeitschrift „Danubius“ von 48 Stationen nach guten Quellen regelmässig veröffentlicht werden.

von Turn-Severin abwärts die Pegel in Turn-Severin und Galaz.

Für den Einfluss der Wasserstände der wichtigeren Nebenflüsse auf die Donautiefen sind massgebend die Pegelstationen: Schärding (Inn), Bárcs und Esseg (Drau), Szolnok und Szegedin (Theiss), Gross-Bécskereke (Bega-Canal), dann für die in der unteren Donaustrecke sich geltend machende Save die Pegel in Sissek (Zufluss der Kulpa), Jassenovac (Zufluss der Unna), Brod und Racz (wegen der Drina), Mitrovic (letzte Station für die gesammte Save vor ihrer Mündung in die Donau). Wenn man nun Relationen zwischen den Anzeigen der erwähnten Pegel untereinander und bestimmten Seichtstrecken aufstellen will, ist nebst der schon angedeuteten Unveränderlichkeit des einzelnen Pegels, die aber selten gesichert ist, auch noch vorausgesetzt, dass die Zuflüsse zwischen zwei miteinander in Relation gesetzten Pegelstationen oder Seichtstrecken normalen Wasserstand besitzen und insbesondere keine ungewöhnlich starken Anschwellungen zeigen. Auch ist es wohl selbstverständlich, dass die Relationen zwischen zwei Pegeln oder zwischen einem Pegel und der Fahrtiefe eines zweiten Punktes dann sehr wechseln können, wenn für gewisse Wasserstände eines der Querprofile oder beide eine wesentlich andere Gestalt besitzen.

Wenn z. B. am Pegelorte *A* die benetzte Fläche bis zum Wasserstande von $+ 4$ Meter ihre Gestalt im Wesentlichen behält, bei höherem Anschwellen aber sich zufolge Wasseraustrittes in ein flaches Inundationsgebiet sehr verbreitert, während am Pegelorte *B* eine wesentliche Aenderung in der Gestalt der benetzten Fläche nicht stattfindet, kann eine bestimmte Relation zwischen *A* und *B* eben nur bis zum Stande von $+ 4$ Meter des Pegels *A* annähernd gelten, muss aber von da an aufwärts eine ganz andere werden, und zwar im Sinne einer Vergrösserung des Coefficienten, mit dem man den Pegelstand *A* multipliciren muss, um den daraus in *B* zu erwartenden abzuleiten.

Endlich müssen die Pegel so placirt und dimensionirt sein, dass man an ihnen alle Wasserstände, von den niedrigsten bis zu den höchsten, sicher ablesen kann und nicht etwa gerade bei eintretenden ungewöhnlichen Extremen der Pegel zu kurz wird.

Da nun alle diese Bedingungen und Voraussetzungen nur sehr selten zusammentreffen und noch seltener zusammentreffend bleiben, haben die Versuche, derlei Relationen-Tabellen herzustellen, einen sehr fraglichen und vorübergehenden Werth, wenn nicht eine fortlaufende und umsichtige, alle Factoren berücksichtigende Evidenthaltung und Correctur stattfindet, was bei uns bisher nicht der Fall ist; aber selbst im besten Falle ist der Werth für den Schiffer oft sehr fraglich, weil, wie oben gezeigt, eine Aenderung des Pegelstandes nicht auch eine Aenderung der Fahrtiefe im gleichen Sinne bedeutet. Aus diesem Grunde werden hier nur mit aller Reserve die nachstehenden Relationen angeführt.

Zwischen Passau (Durchschnitt vom Inn- und Donaupegel) und Linz kann man annehmen, dass von einer Zugabe in Passau 80—90% Linz in 8—12 Stunden erreichen*). Bei ungewöhnlich starken seitlichen Zuflüssen, z. B. nach rascher Schneeschmelze, kann der Linzer Pegel bis 15 Centimeter höher zeigen, als nach der oben angegebenen Relation zu erwarten wäre.

Bezüglich des Linzer Pegels ist aber zu bemerken, dass dort in den letzten 7—8 Jahren für Niederwasser eine Aenderung der Tiefe um beiläufig 0·5 Meter eingetreten ist, so dass der dortige Pegel bei gleicher cubischer Durchflussmenge wie früher einen um 0·5 Meter niedrigeren Stand zeigt.

Für den Struden (Strudel) bei Grein ist der Pegelstand von Linz nur massgebend bei normalem oder kleinerem Wasserstand der Nebenflüsse Traun und Enns; wenn aber diese anschwellen, kann nur nach dem Pegel von Mauthausen (also unterhalb der Einmündungen der genannten Nebenflüsse) geurtheilt werden.

Aber auch der Mauthausener Pegel ist veränderlich und zeigt beispielsweise seit dem letzten Hochwasser im September 1890 bei gleicher Durchflussmenge um etwa 25—30 Centimeter niedriger als vorher, weil das Wasser eine Sandbank aus dem dortigen Bette weggeführt hat.

*) Der Zeitverlauf, selbstverständlich von der Geschwindigkeit abhängig, ist wieder verschieden vom Charakter der Giess oder des Fallens; bei starker Giess schneller als bei schwacher; am langsamsten pflanzt sich langsames Fallen fort.

Immerhin ist für den Struden der Pegelstand von Mauthausen der wichtigere, und ist anzunehmen, dass eine Zugabe in Mauthausen beim Struden eine noch um einige Percent grössere Erhebung des Pegelstandes zur Folge hat, die sich in 10—12 Stunden geltend macht. Einen wesentlichen Unterschied in dieser Relation macht es, je nachdem der Hössgang überronnen ist und sich mit dem Struden in das Wasser theilt oder nicht. Am oberen Eingange des Strudens liegt nämlich mitten im Hochwasserbette die Felseninsel Wörth. Von den dadurch gebildeten zwei Armen ist der linke, tiefer eingeschnittene, der Struden, der rechtsseitige, jetzt stark mit Schotter verlegte, der Hössgang, welcher letzterer nur bei ziemlich hohem Wasserstande sich zu füllen beginnt.

Dieses geschieht bei einem Stande des Strudener Pegels von circa 15—24 Decimeter oder noch höher ober Null, und schwankt sehr aus dem Grunde, weil der Eingang des Hössganges bald mehr, bald weniger hoch verlegt ist. So z. B. war der Hössgang vor dem letzten Hochwasser (September 1890) schon bei 15 Decimeter des Strudener Pegels fahrbar, nachher aber war er selbst bei 24 Decimeter noch trocken.

Für Wien dürfte unter den oberen Pegeln jener von Spitz am meisten brauchbar sein, weil er einer der wenigst veränderlichen ist. Die Nullpunkte beider Pegel sind um rund 1 Meter verschieden, d. h. der Nullpunkt des Pegels am Prater-Quai (Wien) liegt um diesen Betrag höher. Nach vieljährigen Aufzeichnungen Loidl's ergibt sich, dass, wenigstens bis zur Höhe von 350 Centimeter Spitz und 250 Centimeter Prater-Quai, da Zu- und Abnahmen an beiden Pegeln sich einfach entsprechen, dass also z. B. ein Steigen am Spitzer Pegel ein ebenso hohes Steigen am Pegel bei Wien nach sich zieht. Uebrigens soll auch letzterer einigen, wenngleich nicht relevanten Schwankungen ausgesetzt sein.

Für die Seichtstrecken oberhalb Gönyö lässt sich eine einigermaßen brauchbare Relation mit einem oberen Pegel nicht herstellen, weil aus den Gründen, welche weiter unten auseinandergesetzt werden, dort alle Querprofile sich allzu rasch und bedeutend ändern und bald der eine, bald der andere Arm (oder „Gescheid“) als Fahrbahn zu benützen, überdies nicht selten ein Steigen des Wassers mit Fallen der Fahr-

tiefe verbunden ist; deshalb sind dort besondere Pegel, wechselnd nach Zeit und Ort, an Untiefen angebracht und werden von eigenen Lootsen fortlaufend beobachtet, um nur für die allernächste Umgebung Anhaltspunkte über Fahrbarkeit zu gewinnen.

Nach Budapest gelangen von einer Wiener Giess etwa 70% in schwer bestimmbarer Zeit. Zwischen Budapest und den Seichtstellen bis Baja gilt Folgendes: Für die Furten bei Madoesa (zwischen Budapest und Paks), dann für eine solche bei Fajsz (zwischen Paks und Baja) bleibt die Passage günstig, so lange der Pegel in Budapest höher als 13 Decimeter ober Null steht; von diesem Stand an sinkt an den genannten Stellen die Fahrtiefe auf den ungünstigen Stand von 16 Decimeter und weniger. Ueber die Relation zwischen Mohács und Semlin lässt sich Folgendes sagen. Bei Mohács, bis wohin eine Anschwellung von Budapest vier Tage braucht, kommt nur die Donau allein in Betracht; bei Semlin hingegen macht sich der mächtige Einfluss der grossen Nebenflüsse Drau, Theiss und Save*) geltend. Bei normalem Stande der Drau und Theiss gelangen 45% einer in Mohács stattfindenden Zunahme in circa sieben Tagen nach Semlin. Was die für Semlin massgebenden Nebenflüsse betrifft, so kommen von einer Zunahme der Drau, gemessen am Esseger Pegel, circa 10%, von einer solchen der Theiss, nach dem Szege-diner Pegel, 15—18%, dann von einem Steigen der oberen Save (Sissek) nur 8%, der mittleren Save (Brod) 33%, der unteren Save (Mitrovic) 45% nach Semlin.

Capitän Loidl hat die Wasserstandscurven für Semlin in Beziehung zu Mohács, Esseg, Szegedin und Mitrovic nach den Daten der Jahre 1885 und 1886 construiert, aber nicht veröffentlicht und kommt dabei zu ähnlichen Resultaten, wozu man, auf Grund der betreffenden Ablesungen oberhalb

*) Die Save mündet zwar bekanntlich erst unterhalb Semlin in die Donau; der Einfluss ihres Standes macht sich aber, wie die Organe der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft nach ihren Erfahrungen behaupten, durch Rückstau in Semlin derart geltend, dass man vom Semliner Pegel möglichst sichere Schlüsse auf den Wasserstand der Donau in den unteren Strecken, wo sie bereits die genannten drei Flüsse aufgenommen hat, ziehen kann. Es dürfte übrigens nicht zu leugnen sein, dass ein Pegel in Pancsova für diesen Zweck noch mehr massgebend wäre.

Semlin, den in Semlin zu erwartenden Wasserstand bis zu der Höhe von 4 Metern ober Null ziemlich genau bestimmen kann. Abweichungen der factischen Wasserstände von den durch die Combination berechneten kommen hauptsächlich dann vor, wenn nach vorhergegangenen kleineren Wasserstände die Donau zu steigen beginnt und über 3 Meter ober Null hinausgeht, da sich bei diesem Stande die alten Seitenarme der Donau zu füllen beginnen und die sich anschliessenden Sümpfe theilweise überfluthet werden.

Für die weiteren Beziehungen der Semliner Pegelstände zu den stromabwärts gelegenen Strecken bis Orsova gibt es nach Inspector Bozich folgende Anhaltspunkte: Wenn in Orsova ein Wasserstand von rund 2 Meter ober Null stattfindet, dann kommen von einer oben bei Semlin stattfindenden Zunahme in circa zwei Tagen volle 100% bis Orsova. Ist aber das Wasser so hoch, dass es in Orsova 3 Meter ober Null steht, dann ist es auf der Strecke zwischen Semlin und Orsova bereits so angeschwollen, dass es daselbst in den Weitungen austritt, daher nur mehr circa 70% einer Semliner Zunahme nach Orsova kommen; bei noch höherem Wasserstände (für 4 Meter in Orsova) gelangen nur 50% einer Semliner Giess bis Orsova. Capitän Loidl kommt zu dem Resultate, dass 4 Meter ober Null, abgelesen in Semlin, unter den ungünstigsten Verhältnissen doch immer noch 2·9 Meter in Orsova geben, wobei die Fahrtiefe genügend ist, um mit voller Ladung das Eiserne Thor passiren zu können.

Für die Strecke unterhalb Turn-Severin kann man annehmen, dass von den in Turn-Severin gemessenen Wasserzunahmen circa 25% Giurgevo und 20% Galaz erreichen. Beim Stande von 12·6 Decimeter ober Null des Pegels von Turn-Severin können die Fahrzeuge von 21·3 Decimeter Tiefgang die ganze Strecke bis Galaz anstandslos befahren, also sämtliche auf der Strecke gelegenen Furten passiren. Die seichteste dieser Furten ist „Jasen“, mit festem, grobschotterigem Grunde und wenig veränderlich, und wenn diese passirbar ist, sind es umso leichter die übrigen Untiefen derselben Strecke, was eben erwähntermassen beim Pegelstand von 12·6 Decimeter in Turn-Severin der Fall ist. Wenn das Wasser am letzteren Punkte über diese Marke steigt, dann

steigt es auch im selben Masse bei Jasen, so dass Fahrzeuge um so viel Centimeter über 21·3 Decimeter getaucht werden können, als das Wasser bei Turn-Severin zugibt. Wenngleich bei dem erwähnten Pegelstande von 12·6 Decimeter die zehn anderen Untiefen dieser Strecke, wie oben erwähnt wurde, passirt werden können, ist doch die Richtung der Fahrlinie bei den meisten derselben so veränderlich, dass bei jedem Fallen des Wassers unter die Normale die Fahrbahn neu aufgesucht und die Orientirungspunkte neu bestimmt werden müssen.

Die Pegelstände interessiren übrigens den Schiffer nicht nur wegen ihrer Beziehung zur Fahrtiefe, sondern auch, um zu wissen, ob bei hohem Wasserstande gewisse stabile Brücken noch passirt werden können.

Zu dieser Beurtheilung dienen die speciellen Brückenpegel, von deren Nullpunkten an die lichte Höhe der Brücken gemessen wird. Die niedrigsten Dampfer haben von ihrem Boden an eine Höhe 4·71—5·30 Meter, die höchsten 7·32 bis 8·61 Meter, die meisten zwischen 5·80 und 6·30 Meter bis zu ihrem höchsten Fixpunkte. Die Brückenhöhen sind nachstehend verzeichnet:

Bezeichnung der Brücke:	Lichte Höhe der Fahr- joche ober dem Nullstrich des localen Brückenpegels in Meter:
Schwabelmoos (Eisenbahnbrücke)	8·08
Donaustauf (Strassenbrücke)	8.—
Straubing (Strassenbrücke).....	7·88
Deggendorf (Eisenbahnbrücke).....	8·14
Deggendorf (Strassenbrücke)	7·16
Vilshofen (Strassenbrücke)	7·82
Steinbach (Eisenbahnbrücke)	10·25
Passau (Strassenbrücke).....	9·40
Passau (Drahtsteg)	9·60
Linz (Strassenbrücke).....	8·50
Steyeregg (Eisenbahnbrücke)	9·48
Mauthausen (Eisenbahnbrücke)	10·24
Stein (Strassenbrücke) gegen Stein	8·94
gegen Mautern	8·48
Krems (Eisenbahnbrücke)	10·70
Tulln (Eisenbahn- und Strassenbrücke).....	10·03

Wien: Nordwestbahnbrücke.....	10·09
Franz Josefsbrücke (Strassenbrücke) .	9·98
Nordbahnbrücke.....	9·90
Kronprinz Rudolfsbr. (Strassenbrücke)	9·48
Stadlau (Eisenbahnbrücke).....	9·22
Pressburg (Strassenbrücke im Bau).	
Margarethen-Brücke*) bei Budapest.....	17·—
Kettenbrücke in Budapest.....	14·70
Eisenbahnbrücke bei Budapest.....	15·—
Eisenbahnbrücke bei Neusatz.....	14·25

Noch weiter stromabwärts ist eine Eisenbahnbrücke bei Czernawoda, oberhalb Galaz, im Baue begriffen.

Die jeweilige locale Fahrtiefe messen unsere Schiffer auf der oberen und mittleren Donau mit Stangen (Einsetzschalen**) genannt), an denen von unten herauf eine Eintheilung (bis 1889 von $\frac{1}{2}$ zu $\frac{1}{2}$ Fuss) durch Gewinde von dünnen Bindfaden angebracht war; man zählte daher nach „G'winden“ (oft fälschlich auch „Quint“ ausgesprochen), deren jedes $\frac{1}{2}$ Fuss galt. Anstatt „sondiren“ sagt man „einsetzen“. Auf der tieferen unteren Donau hingegen zählte man beim Sondiren nach Fuss, was beim Uebergang aus den oberen Strecken und umgekehrt wohl zu beachten war, um Missverständnisse zu vermeiden. Seit 1889 ist allgemein die Eintheilung und Zählung nach Decimetern (rund = 4 Zoll) wenigstens angeordnet, wenn gleich die Durchführung noch mit einiger Schwierigkeit verbunden und noch nicht allgemein ist.

Die Untiefen werden auf der oberen und mittleren Donau gewöhnlich nicht durch Tonnen, Bojen oder dergleichen elegantere und dauerhaftere Marken, sondern in folgender höchst primitiver Weise bezeichnet. Die zur Auskundschaftung des Fahrwassers (zum „Wasserschauen“) bestimmten Leute („Wasserschauer“) rammen an dem der Fahrlinie zugekehrten Rande einer Untiefe einen Pflock ein, an dessen oberem Ende ein bezweigter Ast oder stark verästelter Zweig, meist von Weiden,

*) Ueber diese und die folgenden Brücken, sowie über jene der schiffbaren Nebenflüsse der Donau, besitzt die Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft treffliche Skizzen vom Capitän Janitschek aus dem Jahre 1888.

**) Vielleicht von schälen, da sie geschälte Fichtenstangen sind.

angebunden ist; auch Rohr oder Stroh kann dazu verwendet werden. Diese Vorrichtung wird als „Hase“ („Haas“) und die Function als „einen Hasen schlagen“ bezeichnet.

An der Seite, die bei der Thalfahrt rechts vom Schiffe bleiben muss, werden die Zweige zusammengebunden und dieses Signal heisst ein „Waberl-Haas“ (wahrscheinlich von „wabern“, hin- und herschwanken, weil dieses zopfbartige Zeichen hin- und hernickt). An Untiefen, die bei der Thalfahrt links gelassen werden sollen, bleiben die Zweige offen, so dass sie ihr natürliches strauchartiges Aussehen behalten („Stauden-Haas“). Bisweilen wird als Bezeichnung einer Untiefe ein hölzerner, dreieckiger Rahnen, der mit einer Spitze aus dem Wasser ragt, vertical schwimmend vertäut (Schwemmer).

II. Die Geschwindigkeitsverhältnisse.

Wie sich die Geschwindigkeiten des Wassers in festen Profilen bei geradem Laufe und ohne Sinkstoffe verhalten, kann als bekannt vorausgesetzt werden. Dagegen ist es nothwendig, hier näher auf jene Veränderungen einzugehen, welche innerhalb der Flusstrecken mit variablem Bette, in geschiebeführenden Flüssen wie die Donau, vor sich gehen und die man ihrer Natur nach nicht in Karten oder Tafeln für die Dauer darstellen, sondern eben wegen ihrer Veränderlichkeit nur nach der Gesetzmässigkeit ihres Entstehens und Vergehens beurtheilen lernen kann. Die betreffenden Gesetze sind allerdings nicht der Donau allein eigenthümlich, sondern im Grossen und Ganzen allgemein giltig; wir nehmen aber Gelegenheit, die concreten Formen, unter denen sie sich insbesondere an der Donau verwirklichen, auf Grund unserer gerade an diesem Strom und seinen Zuflüssen gemachten Beobachtungen eingehender darzustellen, als dies vom Standpunkte des Schiffers und mit Hinblick auf die Benützbarkeit der Donau als Wasserstrasse gewöhnlich geschieht, und können das wenigstens insoferne nicht vermeiden, als die im nächsten Abschnitt zu behandelnden *Ablagerungen* wesentlich von den wechselnden Geschwindigkeitsverhältnissen abhängen. Hierauf aber wollen wir uns beschränken.

Wenn eines der drei wesentlichen bestimmenden Elemente für die Stromgeschwindigkeit, nämlich: Längenprofil und

das davon abhängige Gefälle, dann Querschnitt, endlich Richtung des Bettes, oder wenn mehrere derselben sich ändern, erfährt auch die Geschwindigkeit, beziehungsweise die Lage des Stromstriches (des „schweren Wassers“) eine mehr oder minder bedeutende Aenderung.

1. Bei Aenderung des Längenprofiles.

Nimmt die Neigung des Bettes zu, so vergrößert sich bei übrigens gleichen Umständen selbstverständlich mit dem Gefälle auch die Geschwindigkeit und im entgegengesetzten Falle nimmt sie ab. An Gefällsbrüchen tritt also, wenn nicht ihr Einfluss durch andere Factoren aufgehoben wird, eine Aenderung der Geschwindigkeit ein. Da selbst bei unveränderlichem Grundgefälle sich das Oberflächengefälle ändern kann, wird auch hiedurch eine Aenderung der Geschwindigkeit herbeigeführt. Einerseits rückstauende Verengungen, andererseits verflachende Weitungen bewirken also eine Verlangsamung; die ersteren oberhalb der Verengung, die letzteren in ihrer ganzen Erstreckung. Wenn ferner durch Anwachsen des Wasserstandes von den oberen Gegenden her, ohne dass ein solches gleichzeitig auch in den unteren stattfindet, das Oberflächengefälle zunimmt, wächst natürlich auch die Geschwindigkeit der hinzugekommenen oberen Wasserschichten, die gleichsam zum Niveau der noch ungeschwellten Wasseroberfläche hinabgleiten müssen. Wenn hingegen der Wasserstand einer Strecke durch Rückstau sich deshalb erhöht, weil die Zunahme des Wassers in der nächst unteren Strecke früher als in der oberen eintritt, dann ist das Anwachsen der Wasserhöhe in der oberen Strecke mit einer Verminderung der Stromgeschwindigkeit verbunden.

2. Bei Aenderung des Querprofiles.

Nach der Quere betrachtet, kann das Bett breiter oder enger werden, oder die Gestalt des Querschnittes (Vertheilung der Tiefe) kann sich ändern.

Im ersten Falle wird die Gesamtgeschwindigkeit selbst bei gleichbleibendem Gefälle verlangsamt, weil der Wasserstand (gleichbleibende Wassermenge vorausgesetzt) im breiteren Bette sinkt, wodurch die Schichten der grössten Geschwindigkeit und der geringsten Reibung auf eine geringere

Mächtigkeit reducirt werden; auch wird ein grösserer Theil der Wassermasse der Reibung an der Luft und am Grunde ausgesetzt.

Im zweiten Fall, wenn das Bett enger geworden ist, findet bei sonst gleichen Umständen eine grössere Geschwindigkeit statt, weil dann die entgegengesetzten Bedingungen (zusammengedränkter Stromstrich, grössere Tiefe, schmalere Reibungsfläche oben und unten) eintreten.

In beiden erwähnten Fällen bleibt, wenn ein ganz symmetrisches Bett vorausgesetzt wird, der Strich in der Mitte.

Ändert sich aber die Figur des Querschnittes derart, dass nur die Vertheilung der Tiefen eine andere wird, so verlegt sich der Stromstrich dorthin, wo die grösste Tiefe ist.

Eine besondere Relation zwischen Geschwindigkeit und Tiefe tritt beim Uebergang aus einer Weitung in eine Enge des Bettes ein, wobei die Wirkung von der Natur des Materiales abhängt, aus dem das Bett besteht.

Wenn die Breite der Strömung eingeengt wird, und dabei die Sohle, sowie die Seitenwandungen des Bettes unzerstörbar sind, also eine Vertiefung ebenso wie eine seitliche Auswaschung unmöglich ist, kann das gegebene, von oben her an der Verengung ankommende Wassergewicht nur dann abfliessen, wenn die Geschwindigkeit die Länge des Defilés hindurch zunimmt; dieses kann aber im vorausgesetzten Falle nicht durch ein vergrössertes Grundgefälle geschehen, weil eben der Grund unangreifbar ist, sondern ist nur dadurch möglich, dass sich der Wasserspiegel vor (oberhalb) der Verengung durch Stau so lange über den weiter stromabwärts (ungefähr dort, wo der Fluss wieder Normalprofil hat) liegenden erhebt, bis durch die so entstandene Niveaudifferenz die zum Abfluss erforderliche Geschwindigkeit im Defilé erreicht ist. Es muss also oberhalb oder am Anfang der Verengung eine Hebung des Wasserspiegels, d. h. ein Stau und daselbst auch eine Verlangsamung eintreten.

Wenn aber eine natürliche oder künstliche Verengung in einem Bette vorkommt, das an den Seiten, oder an der Sohle, oder an beiden leicht zerstörbar oder beweglich ist, dann entsteht kein bleibender sondern höchstens ein momentaner Stau; das Wasser erweitert vielmehr seine Bahn seitlich

oder vertieft sie an der Sohle, bis auf diese Art das Gefälle ausgeglichen ist.

3. Bei Aenderung der Richtung.

Wenn das Bett seine Richtung ändert, also z. B. sich krümmt und eine oder mehrere Curven oder Contrecurven beschreibt, so liegt bekanntlich der Stromstrich auf der Seite des hohlen oder concaven Ufers, indem das Wasser in tangentialer Richtung sich fortzubewegen strebt (Fig. 2). Bei Contrecurven (Fig. 3) wechselt also der Stromstrich diagonal über das Bett hinüber. An den convexen Uferseiten der Curven ist die Geschwindigkeit am geringsten*).

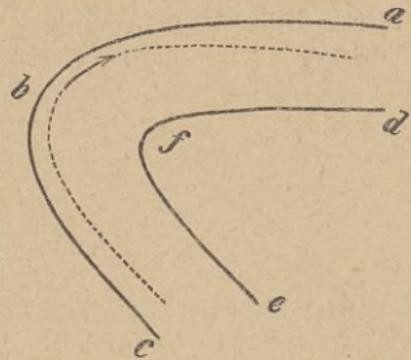


Fig. 2.

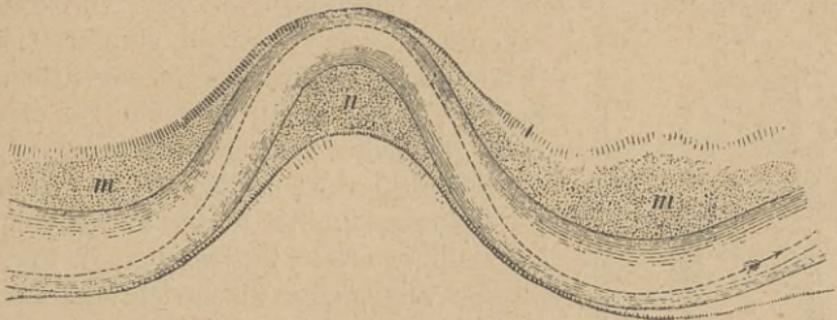


Fig. 3.

Die Vertheilung der Geschwindigkeit wird ferner oft local beeinflusst durch eine solche Gestaltung einer Uferstrecke, bei welcher eine ein- oder mehrmalige Reflexion der Strömung erfolgen muss.

Wenn z. B. die Strecke so gestaltet ist, wie Fig. 4 zeigt, liegt am Anfang des ersten Abschnittes *A m C n* das schwere Wasser bei *C* und besitzt die Tendenz, sich in der über-

*) Vergl. u. a.: Prof. M. Möller, „Ueber Wasserbewegung im Strome und Gestaltung der Flusssohle“. Zeitschr. des Architekten- und Ingenieur-Ver. Hannover, Bd. XXXVI, Jahrgg. 1890, Heft 5.

kommenen Richtung, die der Pfeil anzeigt, fortzubewegen; diese Richtung führt gegen den Punkt o des entgegengesetzten Ufers; hier findet eine Reflexion statt gegen p hin u. s. w. Selbstverständlich muss mit der Reflexion hinter (oberhalb) o und p ein Kraftverlust der Strömung, also eine Verlangsamung verbunden sein; die gegen o und p sich gleichsam anstemmende Strömung bewirkt einen Rückstau gegen x und y hin und in diesen annähernd „todten Winkeln“ findet also eine gesetzmässige Verlangsamung statt.

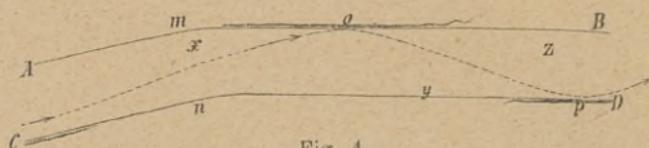


Fig. 4.

Locale irreguläre Wasserbewegungen, wie Gegenströmungen, Wirbel, Strudel.

Nicht selten treten längs des Ufers — seltener entfernt von demselben — und zwar entweder an der Oberfläche erkennbar, oder erst in einiger Tiefe, Strömungen auf, welche der eigentlichen Stromrichtung mehr oder weniger direct entgegenstehen (Gegenströmungen).

Die Erklärung des Entstehens solcher Strömungen dürfte durch nachstehende Darstellung erleichtert werden. In Fig. 5 sei die allgemeine Stromrichtung durch den in der Mitte gezeichneten langen Pfeil angedeutet.

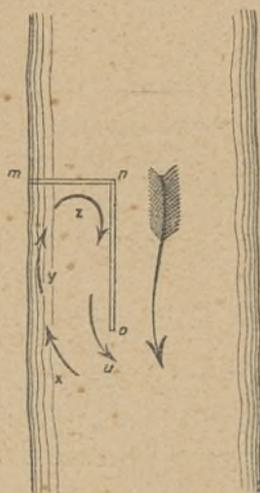


Fig. 5.

Wenn nun an einem der beiden (hier am rechten) Ufer ein beiläufig rechtwinklig abgewogener Einbau mno vorhanden ist, so tritt in den hiedurch abgegrenzten Raum das Wasser nicht durch die directe Strömung, welche ja abgehalten ist, sondern nach dem Gesetze der correspondirenden Gefässe ein, was hier nur von der mn entgegengesetzten Seite, an o vorüber, möglich ist, wobei die Beobachtung folgende Vorgänge zeigt, wenn wir vom Momente der beginnenden Füllung ausgehen.

Die Füllung des abgeschlossenen Raumes erfolgt dem Gesetze der Trägheit entsprechend nicht genau in dem Masse, wie es zur Herstellung des gleichen Niveaus zwischen Innen und Aussen erforderlich wäre, sondern in einem grösseren, und die Ausgleichung mit dem äusseren Wasser findet nicht unmittelbar rasch statt, weil durch den Einbau no ein seitliches Wiederabfliessen gegen die Mitte des Stromes hin verhindert ist.

Der Ueberschuss fliesst vielmehr längs der inneren Seite von no ab und tritt unterhalb o aus, um sich mit der allgemeinen Strömung zu vereinigen.

Dieser Austritt findet jedoch abermals nach dem Gesetze der Trägheit nicht genau in dem erforderlichen, sondern in einem grösseren Masse statt, es wird zuviel Wasser in den lebhafter fliessenden Wasserstrang ausserhalb no hineingerissen, und zur Herstellung des Gleichgewichtes tritt wieder Wasser aus dem unverbauten Theil des Stromes in der Richtung der Pfeile xy ein, um bei der Annäherung an mn wieder umzubiegen (Pfeil z) und in der schon erwähnten Weise längs der Innenseite von no in der Richtung des Pfeiles u wieder auszutreten u. s. w.

Man könnte die Betrachtung auch umgekehrt vom Austritte bei u beginnen, wo in den Stromstrich mehr Wasser hineingerissen wird, als genau zur Ausgleichung nöthig wäre; das Minus im abgegrenzten Raum wird durch ein Einfliessen von x über y ersetzt u. s. w.

Es findet also eine wirbelartige, mehr oder minder elliptisch in die Länge gezogene Strombewegung statt, deren durch die Pfeile x und y angedeuteter Theil der allgemeinen Stromrichtung geradezu entgegengesetzt, also eine Gegenströmung ist. Die Bezeichnung „Wirbel“ ist für diese Art von Gegenströmungen nur uneigentlich zu nehmen und bezieht sich nur auf die gekrümmte Form der Bewegung; diese Bewegung geht aber von Innen nach Aussen, der Gegenswall gibt Wasser ab an die Strömung, während eigentliche Wirbel im Gegentheile Wasser einschlucken.

Die Erfahrung zeigt ferner, dass die Rolle, welche in dem angeführten Falle dem Stücke no des Einbaues zufiel, auch durch eine schärfere Strömung ersetzt werden kann, welche am Ende n des Stückes mn vorüber zieht, durch

ihr bedeutendes Moment das unterhalb $m n$ (Fig. 6) geschützte ruhigere Wasser von der Hauptströmung abscheidet und eine rasche seitliche Ausgleichung wenigstens annähernd in solcher Weise hindert, wie in Fig. 5 der Einbau $n o$.

Man findet daher nauwärts von natürlichen Vorsprüngen, künstlichen Bühnen oder Spornen etc., wie sie eben durch $m n$ nur schematisch repräsentirt sind, eine ähnliche Wassercirculation, wobei sich stets Wasser von unterhalb in den toden Winkel landwärts hinein und wasserwärts wieder heraus dreht und dadurch eine Gegenströmung entsteht, welche eben nichts Anderes ist, als die jeweils stromaufwärts

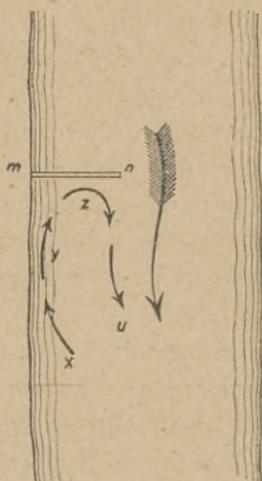


Fig. 6.

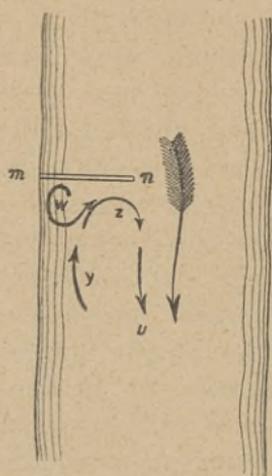


Fig. 7.

gerichtete Hälfte der erwähnten in die Länge gezogenen sich drehenden Wasserscheibe. Die Gegenströmung tritt um so entschiedener auf, je heftiger die Strömung im freien Wasser ist — je grösser also die Differenz zwischen dem geschützten und dem frei strömenden Theile des Wassers ist, und es kommen in solchen Gegenströmungen Geschwindigkeiten bis über einen Meter in der Secunde vor.

In manchen Strecken des Mittellaufes unserer raschen Gebirgsflüsse, z. B. der Traun und der Enns*), lässt sich dies

*) Zwischen je zwei der sehr starken, in langer Reihe aufeinander folgenden Steinbühnen in der Enns unterhalb Admont lässt sich das besonders leicht beobachten.

jeden Augenblick beobachten; aber auch auf Strecken minderer Geschwindigkeit und ebenso an zahllosen Stellen der oberen und mittleren Donau kann man die gleiche Beobachtung machen.

Das hier angedeutete Gesetz wirkt mit solcher Consequenz, dass nicht selten auch der sonderbare Fall eintritt, welchen Fig. 7 darstellt. Wenn nämlich $m n$ und der nauwärts davon gelegene geschützte Raum ziemlich gross und die Aussenströmung sehr stark ist, so wiederholt sich in der innersten Ecke bei w nochmals dieselbe Erscheinung, wie sie im vorhergehenden Falle und auch hier wieder durch die Pfeile x, y, z, u angedeutet ist. Die Gegenströmung $y z$ spielt

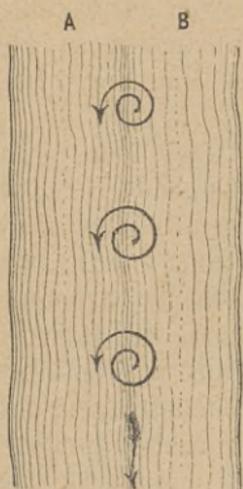


Fig. 8.

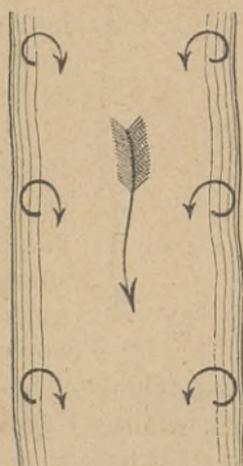


Fig. 9.

nämlich hier im Gegensatze zu dem noch ruhigeren Wasser bei w die Rolle der Hauptströmung und in der Ecke bei w entsteht eine Gegenströmung zweiter Ordnung (durch den kleinen Pfeil angedeutet), welche schliesslich in ganz analoger Weise in die Gegenströmung erster Ordnung ausläuft.

Stärkere Gegenströmungen können den darauf nicht gefassten Schiffer selbstverständlich in Verlegenheit bringen und es ist daher von Wichtigkeit, sich mit den Oertlichkeiten, wo solche auftreten, bekannt zu machen. Selbst dann aber, wenn solche Stellen nicht schon allgemein bekannt und bemerkbar sind, lässt sich nach dem soeben Dargestellten aus der Configuration des Ufers schliessen, dass eine Gegen-

strömung wahrscheinlich vorhanden sei und man diesen Umstand in's Auge zu fassen hat*).

Wenn die quer oder schief stehenden Hindernisse, welche zur Gegenströmung, beziehungsweise zu den Kreisbewegungen Anlass geben, sich tiefer am Grunde befinden, ohne an die Oberfläche herauszutreten, so kommt es vor, dass Gegenströmungen und drehende Bewegungen erst in einiger Tiefe wirksam werden und auf den untersten Theil des Schiffskörpers, beziehungsweise des Steuers, wirken, während in dem obern Theil nichts davon bemerkt wird, was natürlich die Schwierigkeit der Lenkung des Schiffes erhöht.

Was hier schematisch dargestellt wurde, kommt in der Natur meist in ähnlicher Gestalt vor, wie es in Fig. 10 angedeutet ist.

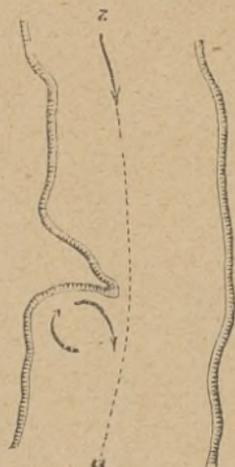


Fig. 10.

Ein Vorsprung des Ufers, entweder felsig, oder eine festliegende Schotterbarre, schiebt sich annähernd quer gegen die allgemeine Flussrichtung, und wenn in solchem Falle eine scharfe Strömung zwar ganz nahe an der Spitze der Hervorragung vorbeigeht, aber ohne in den durch den

Vorsprung gebildeten buchtartigen Raum einzudringen, entstehen die eben erwähnten Gegenströmungen. Wenn aber die Tiefen- und Gefällsverhältnisse so gestaltet sind, dass eine starke Strömung,

*) Das Gesetz, wonach an der Grenze eines rasch fließenden Wasserstranges gegen ruhendes oder langsamer bewegtes Wasser drehende Bewegungen entstehen, welche zunächst aus der minder bewegten Partie in Gestalt einer Gegenströmung heraustreten und dann gegen den stark bewegten Wasserstrang umbiegen, lässt sich auch im ganz freien Wasser ohne Vorhandensein eines querstehenden Hindernisses, wie wir es bisher vorausgesetzt haben, bei allen stark fließenden Strömen beobachten, besonders bequem und auffallend z. B. am Ausfluss des Gmundnersee's (Traun). Fig. 8 stellt dies schematisch dar.

Nach demselben Gesetze endlich entstehen, je nachdem das Wasser entweder nur an einem oder an beiden Ufern plötzlich eine Verlangsamung erleidet, welche gegenüber dem benachbarten Stromstrang bedeutend ist, entweder nur an einem oder an beiden Ufern fortwährende weiter treibende Minimalwirbelchen, wie sie in Fig. 9 schematisch dargestellt sind.

oder gar der eigentliche Stromstrich auf den Hauptkörper der Hervorragung hinzielt, und daher in den buchtartigen Raum oberhalb derselben hineinreicht, wird die Strömung zu einer scharfen Wendung oder auch Reflexion genöthigt, und stürzt dann in einer Richtung, welche meist derjenigen des Vorsprunges folgt, jedenfalls aber einen Winkel mit der allgemeinen Richtung des Flusslaufes derselben Strecke bildet, gegen die Mitte der Flussbreite hinaus (Fig. 11).

An dieser abgelenkten oder abgeprallten Strömung bricht sich das in der allgemeinen Stromrichtung herankommende



Fig. 11.

Wasser, welches dadurch gleichsam geschwellt wird, und es entsteht ein Wallen oder Sprudeln, welches zu der Bezeichnung „Schwall“ für solche quer oder diagonal verlaufende locale Strömungen geführt hat.

Dergleichen kommen auf der oberen Donau-Strecke insbesondere bei Wallsee, dann unmittelbar unterhalb Grein, ferner bei Weiteneck und Aggsbach vor. Die abgelenkte Strömung reicht auf dieser Strecke beiläufig bis zu einem Drittel der Strombreite. Auf den unteren Strecken der Donau sind keine bedeutenderen eigentlichen Schwalle, sondern mehr

„Wechsel“ (von denen im Nachfolgenden gehandelt wird) zu bemerken, und in den Stromengen des Eisernen Thores gibt es eine Mehrzahl von Schwallen, die zusammen mit reissenden Schnellen und mit Brandungen das Bild von Katarakten hervorbringen.

Eine secundäre Erscheinung des Schwalles ist das Entstehen von Gegenströmungen. Der Schwall spielt nämlich durch die Heftigkeit seiner Strömung dieselbe Rolle, wie ein quer oder diagonal verlaufendes Hinderniss, oder wie eine wirksame Fortsetzung jener festen Hervorragung, welche den

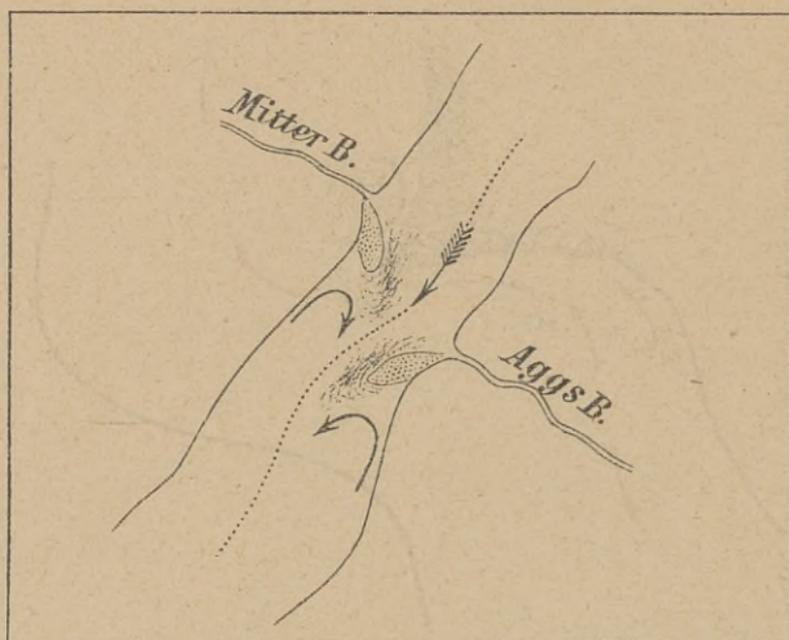


Fig. 12.

„Schwall“ bewirkt hat. Dieser erzeugt daher auch die nach den früheren Darlegungen leicht begreiflichen Gegenströmungen, welche von den Donauschiffen „Gegenschwall“, „Wechsel“, oder scherzweise „Tralarum“ genannt werden. In Fig. 11 sind sowohl Schwall (y), als Gegenschwall (z) und als secundär ähnlich wie in Fig. 7, auch bei u , markirt. Diese Zeichnung entspricht annähernd dem Vorkommen bei Grein am linken Ufer an der Grenze zwischen Ober- und Niederösterreich, dem sogenannten Greiner Schwall. Aber auch die anderen obengenannten Schwalle haben ihre Gegenschwalle.

Eine öfter vorkommende Variante von Schwall und Gegenschwall ist jene, die nicht durch Ufervorsprünge oder Ecken, sondern durch schief in den Strom hineinreichende Kiesbänke oder Deltas einmündender Nebengewässer bedingt wird. Hieher gehört z. B. der Aggsbacher Schwall in Niederösterreich (Fig. 12). Dort schiebt am rechten Donauufer der Mitterbach, und schief gegenüber der Aggsbach je einen Mündungshaufen quer in die Donau vor; jede dieser beiden Bänke bewirkt einen Schwall und einen Gegenschwall, so dass man auf die kürzeste Distanz zweimal Schwall und zweimal Gegenschwall zu passiren hat.

Die zwischen Budapest und der Donaumündung bei Sulina vorkommenden Wechselströmungen sind hauptsächlich folgende:

In Paks unter der sogenannten Gärberei; daselbst ist eine Fruchtladestelle, wo die Fahrzeuge zwei Drittel ihrer Länge in einer Wechselströmung stehen. Die Schifffahrt in der eigentlichen Fahrbahn ist jedoch nicht behindert.

In Baja, kurz ober dem Landungsstege, so dass die anliegenden Fahrzeuge noch im wechselnden Wasser stehen. Der Schwall wird durch einen spornartigen Uferschutzbau verursacht. Die Navigation in der Fahrbahn ist nicht gehindert.

In Draueck wird eine Wechselströmung durch den Zusammenschlag der dort mündenden Drau mit der Donau verursacht, und nöthigt zur Vorsicht bei der Passirung.

Ober Dalja beim Kalkofen ist ein grösserer Gegenschwall, welcher mit Convois sehr vorsichtig passirt werden muss.

Unter Turски Gradac oberhalb Borova am rechten Ufer an der sogenannten „Beindl-Gstätte“ kommen in der ganzen Breite der Donau Wechselströmungen vor, die vorsichtig befahren werden müssen.

In Kamenic beim Steg, hervorgerufen durch einen Schuttkegel des Novoselki-Baches. Die Schifffahrt in der Fahrlinie ist nicht behindert.

Dann folgen die bekannten oberen Katarakte bis gegen Orsova, ferner der Schwall an der Landungsbrücke in Orsova (Fig. 13), wo Uferecke (m) und Bachdelta (n) zusammenwirken, um den Schwall x und den Gegenschwall y zu erzeugen, endlich die unteren Katarakte, das Eiserne Thor.

In der untersten Donau liegt der obere Landungssteg in Rustschuk in einem Gegenschwall.

In Hirsova beim Felsen befindet sich ebenfalls ein Wechsel, der aber die Schifffahrt nicht hindert.

Alle diese Wechsel gehen nach dem Schema Fig. 10 und 11 vor sich, nur tritt wegen der schon geringeren Stromgeschwindigkeit der directe Schwall mehr zurück und der Gegenschwall mehr hervor.

In der annähernd kreisförmigen oder elliptischen Gegenströmung sind die Geschwindigkeiten der einzelnen Wasserfäden verschieden vertheilt, je nach der Plastik des Fluss-



Fig. 13.

grundes, über welchem sich jene Bewegung vollzieht. Wenn der Grund daselbst entweder seichter oder doch nicht wesentlich tiefer liegt, als im aussenliegenden Wasser und im Schwall, haben die peripherischen Wasserstränge des Gegenschalles die grösste Geschwindigkeit und das Mittelfeld stellt eine beinahe ruhende Scheibe dar; es sind also nicht einschluckende, spiralig nach Innen ziehende, sondern an ihrer Peripherie abgebende Kreisströmungen, daher uneigentliche Wirbel.

Wenn hingegen die betreffende Stelle des Flussgrundes bedeutend tiefer liegt, als das aussenliegende Wasser, so geschieht dasselbe, wie wenn man in ein tiefes Gefäss schieb von der Seite her Wasser einlässt; dieses nimmt in solchen Fällen eine spiralige Bewegung an, und es entsteht in der Mitte ein Trichter, in dessen Nähe die grösste Geschwindigkeit stattfindet, und in den schwimmende Gegenstände aus der Peripherie allmählig hineingezogen werden. Das sind „Wirbel“ im eigentlichen Sinne des Wortes, einschluckende Wirbel.

Man findet bisweilen die beiden Begriffe miteinander verwechselt und definirt den „Schwall“ in einer Weise, die eigentlich nur auf den „Gegenschwall“ passt. In schiffmännischer Beziehung können alle beide Verlegenheiten

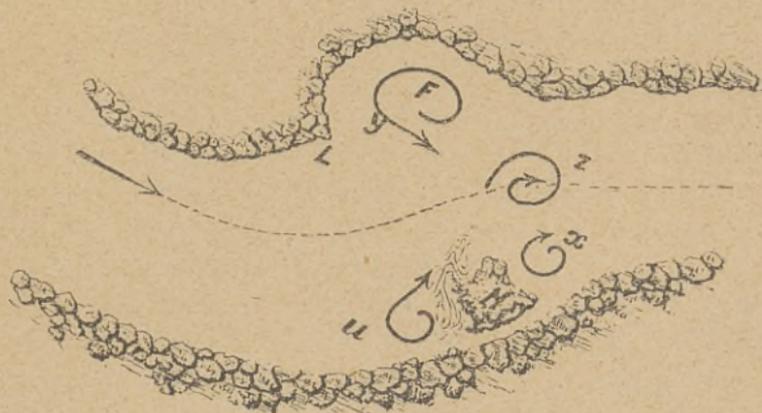


Fig. 14.

bereiten: kleinere Boote, die in der allgemeinen Stromrichtung fahren, können, an der quergerichteten Schwallströmung angelangt, sich leicht mit Wasser füllen und untersinken, oder zum Kentern gebracht, grosse Fahrzeuge und insbesondere anhängende Schleppe aus der Richtung gedrängt werden, und der Gegenschwall kann, wenn nicht rechtzeitig beachtet, Verwirrung in die Umdrehungsrichtung der Maschine (Räder oder Schraube), in die Steuerung und in den Anhang eines Convois bringen.

Der einst so sehr gefürchtete nun aber unschädlich gemachte Wirbel unterhalb Grein bot Erscheinungen, die auch aus den Gesetzen von Schwall und Gegenschwall zu erklären sind.

Der Strom tritt, aus der Enge vom Struden her, geschwellt und mit grossem Gefälle in eine mässige Erweiterung, die aber damals am rechten Ufer durch einen mächtigen Felsenvorsprung (Hausstein genannt, H der Fig. 14) wieder theilweise quer abgesperrt war. Vom heranströmenden Wasser gelangte nur ein verschwindend kleiner Theil in die schmale und seichte Rinne zwischen dem Hausstein und dem festen Ufer (Lugcanal). Durch jenen Vorsprung H war zunächst ein Schwall an der dem Strom entgegengerichteten Seite des Haussteines, und dann ein doppelter Gegenschwall oder Wasserwechsel bedingt, und zwar im wesentlichen nach demselben Typus, wie schon die frühere Fig. 11 schematisch dargestellt hat. Der Schwall ging also längs des Haussteines beiläufig senkrecht auf die Richtung des Stromstriches, welche durch den Pfeil angedeutet ist, und oberhalb bildete sich der Wechsel u , unterhalb derjenige bei x .

Der letztere war der mächtigere, seine Heftigkeit wuchs, wie überhaupt bei Gegenschwallen, mit der Wasserhöhe, und sein Abflusswasser bildete beim Zusammentreffen mit den Wassersträngen des eigentlichen Stromstriches, wo überdies der Grund eine plötzliche Vertiefung hat, einen trichterförmigen einschluckenden eigentlichen Wirbel (z), oder auch eine Reihe von 2—3 Wirbeln.

Am linken Ufer befand sich nauwärts von der Landspitze L in der Bucht F ein anderer Wechsel (y), weil die an der Spitze L vorüber eilende scharfe Strömung das Wasser der Bucht in jener Art abschloss, wie oben in Fig. 6 bereits dargestellt.

Dieser Wechsel war ruhiger als jener bei x und hatte die Bezeichnung „Freithof“ (Friedhof) erhalten, weil darin oftmals die Leichen der von den Wirbeln Verschlungenen hervorkamen, langsam herumgetrieben, dann von den Umwohnern aufgefischt und am dortigen Ufer begraben wurden.

Die Naufahrt ging gerade über die Wirbel bei z , zwischen den beiden Wechseln x und y hindurch, und das Fahrzeug musste durch verstärktes Rudern schon vorher einen möglichst grossen „Schub“ in dieser Richtung erhalten, um mit seinem Momente den ablenkenden Zug der Gegenschwalle überwinden zu können.

Nachdem der Hausstein 1853 — 1866 weggesprengt worden, erhielt der Stromstrich ungehinderte Bahn in der natürlichen Concaven des rechten Ufers, der Wirbel u ver-



Fig. 15.

schwand ganz, x ist nur mehr unbedeutend oder wenigsten ungefährlich, hörte aber nicht gänzlich auf, weil unter dem Wasser in der Tiefe noch ein Rest des Haussteines geblieben ist.

In der Bucht *F* ist der Wechsel *y* auch sehr abgeschwächt, weil eben die schärfste Strömung jetzt mehr gegen das rechte Ufer zieht, und das Wasser jener Bucht nicht mehr so entschieden von dem ausserhalb strömenden scheidet.

In Fig. 15 ist ein kleiner Theil einer Abbildung reproducirt, die sich in dem 1791 erschienenen Foliowerke: „Nachrichten von den bis auf das Jahr 1791 an dem Donaustrudel fortgesetzten Arbeiten, nebst einem Anhang von der physikalischen Beschaffenheit des Donauwirbels“ findet, und den Wirbel mit seiner unmittelbaren Umgebung so darstellt, wie sie zu jener Zeit ausgesehen haben sollen.

Man entnimmt aus demjenigen, was in diesem Abschnitte über Schwalbe, Wirbel und Wechsel gesagt wurde, dass auch die scheinbar abnormsten Strömungserscheinungen doch nach einfachen Gesetzen vor sich gehen; nur die Verhältnisse des Terrains, des Ufers oder des Bettes können stellenweise als abnorm bezeichnet werden, das Wasser aber bewegt sich bei jeder dieser Abnormitäten doch nach bestimmten Gesetzen.

Unter „Strudel“ verstehen die Donauschiffer einen Katarakt mit engen schleusenartigen Fahrrinnen zwischen trockenen oder untergetauchten Klippen, wie z. B. der bekannte „Struden“ (auch „Strum“ genannt) bei Grein oberhalb des Wirbels, und wie viele weiter unten zu besprechende Stellen in dem Défilée zwischen Alt-Moldova und Sib.

Oberflächliche Anzeichen und Bräger.

Die Wasserbewegung in Wirbeln und Strudeln lässt sich schon von einiger Entfernung aus dem Aussehen der Wasseroberfläche erkennen, wie beispielsweise Fig. 15 zeigt.

Aber auch kleinere Abänderungen in der localen Geschwindigkeit und Richtung einzelner Wasserfäden oder Wasserflächen erkennt der Schiffer aus dem Aussehen der Oberfläche. Die Unebenheiten der Sohle bewirken kleine locale Rückstauungen, Brandungen und Wirbelchen, die sich theilweise bis an die Oberfläche hinauf fortsetzen; an seichten Stellen ist sowohl der Wellenschlag bei verschiedenen Winden, als der Reflex des Lichtes verschieden von demjenigen über tieferen Stellen und bei ruhiger Luft. Alle diese Anzeichen der Grundbeschaffenheit, Tiefe und Geschwindigkeit zu kennen, gehört zu den wesentlichen Eigenschaften eines guten Flusslootsen; diese Kenntniss lässt sich aber nicht theoretisch

beibringen, sondern nur durch praktische Demonstration und vielfache Uebung erlangen. Selbst Abbildungen können nicht genügen, weil solche Kennzeichen nach der Beleuchtung (heiter, trüb, tiefer oder hoher Stand der Sonne u. s. w.), dann nach Windstille oder Windrichtung (mit dem Strom oder gegen denselben), wechseln. Eine besondere Art solcher Kennzeichen sind die Wasserbewegungen über untergetauchten, aber bis nahe an die Oberfläche reichenden Gegenständen; die hiedurch bewirkte Bewegung und Ansicht der Wasseroberfläche wird „Bräger“ genannt und man sagt z. B.: eine Kugel, ein am Grunde festsitzender Baumstrunk, ein getränkter Wasserbau etc. „brägert“. Der Bräger eines einzelnen untergetauchten Objectes wirft erst etwas stromabwärts vom letzteren auf.

III. Die hauptsächlichsten Arten von Ablagerungen im Flusse.

1. Entstehung der Ablagerungen.

Das Getrümmer (Detritus), welches der Fluss theils schon bei der Bildung seines Bettes vorfindet, theils selbst durch Ab-
rasion seiner Ufer erzeugt und aufnimmt, und das er auf dieselbe Weise von seinen Zuflüssen erhält, wird bekanntlich je nach seiner Grösse, Gestalt und seinem specifischen Gewichte, sowie nach der Geschwindigkeit der Strömung entweder schwebend fortgetragen oder am Grunde hingeschoben und dabei abgerieben und verkleinert, oder endlich es bleibt am Grunde liegen und bildet Grundswellen, Kies- und Sandbänke (auf der Donau „Haufen“ genannt), Anlandungen u. s. w., kurz gesagt: Ablagerungen. Die feineren und feinsten Partikelchen, welche durch die gegenseitige Reibung der am Grunde hingeschleiften Geschiebe entstehen, werden am leichtesten in der Schwebelage erhalten, die Geschiebe können, nachdem sie durch Abreibung verkleinert sind, oft bei einer Wassergeschwindigkeit, bei der sie vor der Verkleinerung nur am Grunde fortgeschoben wurden, schwebend weitergeführt werden; bei zunehmender Geschwindigkeit der Strömung werden auch früher liegende Geschiebe in Bewegung gesetzt. Umgekehrt sinken alle Arten von Detritus dann zu Boden, wenn das Wasser nicht mehr jene Geschwindigkeit hat, bei welcher die vorhandene Art von Detritus fortgeführt wurde. Um also die verschiedenen Arten von Ablagerungen

zu verstehen, muss man die verschiedenen Fälle betrachten, in denen die Geschwindigkeit des Wassers vermindert wird und daraus die Folgerungen ziehen, welche sich für die Lage und Gestalt der Ablagerungen ergeben. Unserem speciellen Zwecke entsprechend soll hier zugleich darauf hingewiesen werden, wie durch die Ablagerungen das Fahrwasser verändert wird und wie es danach der Schiffer zu beurtheilen hat.

Im Allgemeinen werden die Sinkstoffe in ausgiebigerem Masse bei Hochwasser in Bewegung gesetzt und gelangen dabei an Stellen, wo selbst die Geschwindigkeit des Hochwassers nicht mehr hinreicht, um sie fortzuführen; das darauffolgende Mittel- und Niederwasser vermag dies umso weniger; dagegen erfolgt beim Sinken des Wasserstandes aus localen Ursachen, die später erörtert werden, oft eine locale oder relative Vergrösserung der Geschwindigkeit gewisser Wasserstränge, welche über die Haufen rinnen, und es werden dadurch in den letzteren Furchen oder Rinnen ausgewaschen, die sich zuweilen zu förmlichen Armen ausbilden; daher der bei den Donauschiffen gebräuchliche, wenngleich nicht ganz allgemein gültige Satz: „Das Hochwasser legt an, beim Fallen runs't es aus“.

Die localen Bedingungen, unter denen durch verminderte Geschwindigkeit die verschiedenen Arten von Ablagerungen veranlasst werden, lassen sich zweckmässig in mehrere Hauptgruppen theilen, je nachdem die Verlangsamung auf die Veränderung des Längenprofils oder auf die Gestalt des Querschnittes, oder auf die gegenseitige Richtung der beiden Uferböschungen, oder endlich auf die Richtung des ganzen Bettes zurückzuführen ist.

a) Ablagerungen in Folge einer Veränderung des Grundgefälles.

Da sich die Geschwindigkeit des fliessenden Wassers im Allgemeinsten und nach seiner ganzen Breite dort vermindert, wo das Gefälle des ganzen Terrains, über welches der Abfluss stattfindet, sich vermindert, ist hiedurch eine der allgemeinsten und wirksamsten Ursachen von Ablagerungen gegeben. Bei solchen Gefällsbrüchen also, wo unterhalb einer stärker geneigten Strecke des Gerinnes eine flacher geneigte beginnt, finden wir gewöhnlich Ablagerungen quer über das Bett, zwischen denen das Wasser einen vielfach wechselnden Weg sich

bahnt. Diese Ablagerungen gehören, was ihre Gestalt und Ausdehnung betrifft, zu den regellosesten von allen und ein gewisses Gesetz bezüglich ihrer Gestalt spricht sich in denselben nur dann aus, wenn zugleich eine der folgenden Ursachen der Ablagerungen und ihrer verschiedenen Modificationen eintritt, wie etwa die Verbreiterung des Bettes (vergl. S. 60 unter *e*); es lässt sich im Allgemeinen eben nur sagen, dass an den Verflachungsstellen des Gefälles überhaupt Bänke zu erwarten sind, und dass umgekehrt an Stellen, wo das Gefälle wesentlich stärker wird, die etwa oberhalb des betreffenden Gefällbruches liegenden Bänke ein Ende zu nehmen pflegen.

b) Ablagerungen in Folge verminderten Oberflächengefälles (Rückstau).

Die hauptsächlichsten Fälle, in denen ohne Verminderung des Grundgefälles bloß durch verminderte Oberflächengeschwindigkeit Ablagerungen veranlasst werden, sind folgende:

Zunächst gehört hieher das Vorhandensein eines grösseren festen Objectes, welches sich der Strömung entgegenstellt, z. B. einer Felseninsel, eines schon früher abgelagerten, schwer beweglichen Haufens, ja selbst eines im Grunde stecken gebliebenen Wurzelstockes oder Baumstammes, dergleichen in den Weitungen der oberen und mittleren Donau oft vorkommen oder gesunkene Fahrzeuge, die auf der unteren Donau nicht selten sind. Alle solche Hindernisse üben eine rückstauende Wirkung an ihrer stromaufwärts gekehrten Seite, und daselbst pflegen Ablagerungen, wenn auch meist von geringen Dimensionen, sich zu bilden (Fig. 16 *a* bei *x*). Man muss sich daher solchen Objecten besonders bei der Thalfahrt mit Vorsicht nähern. Auch quergestellte Buhnen (Sporne) üben eine solche Wirkung, allerdings nur dann, wenn die Strömung auf dieselben nicht in einer solchen Weise gerichtet ist, dass daraus ein Schwall (S. 43) hervorgeht. Eine andere hieher gehörige Veranlassung zu Ablagerungen ist das Zusammen-

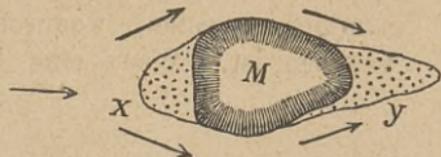


Fig. 16 *a*.

treffen zweier Stromrichtungen. Wenn in Fig. 17 *a*, *b*

zwei convergirende Strömungen von gleicher Stärke bedeuten, so wird nach bekannten mechanischen Grundsätzen daraus eine Richtung resultiren, welche zwischen den beiden früheren liegt (*c*); die Geschwindigkeit aber wird beim Zusammentreffen vermindert, indem jede der beiden Strömungen einen Theil ihrer Kraft durch die

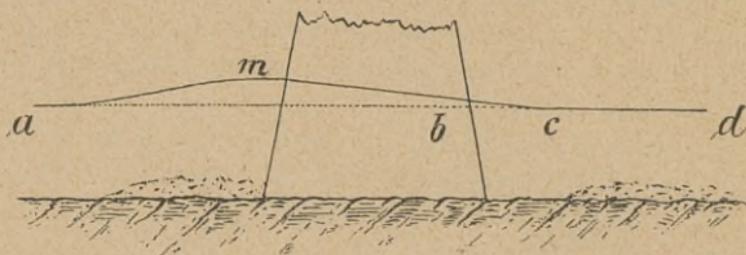


Fig. 16b.

seitliche Abdrängung in die neue Richtung verliert. In der Gegend des Zusammentreffens beider Strömungen muss also eine mehr oder minder bedeutende Verlangsamung eintreten, wodurch Anlass zu einer Ablagerung gegeben ist. Wenn eine der beiden Strömungen stärker

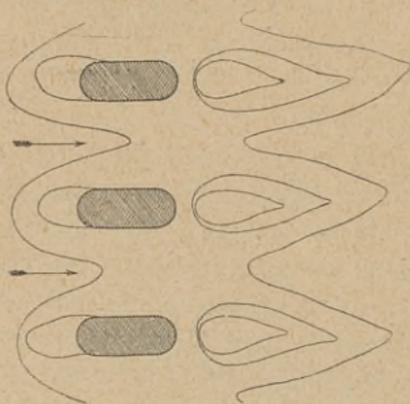


Fig. 16c.

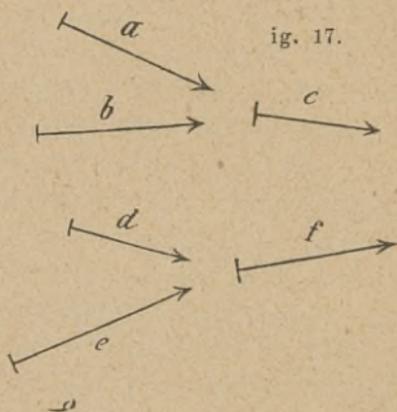


Fig. 18.

ist als die andere, wie z. B. *c* Fig. 18 im Vergleich mit *d*, so wird die neue Richtung der vereinigten Strömung mehr mit der Richtung von *e* übereinstimmen. Die gemeinsame Geschwindigkeit beim Zusammentreffen in der Gegend von *f* wird kleiner sein als jene von *e*, aber grösser als jene von *d*. Der schwächere Strom *d* kann nur klei-

neren oder leichteren, der stärkere Strom *e* aber auch schwereren Detritus führen; der von *d* mitgeführte Detritus wird dann von der resultirenden Strömung auch noch weiterhin getragen oder geschoben werden können, der von *e* herbeigebrachte aber wird theilweise niedersinken oder liegen bleiben. Je grösser der Winkel ist, unter dem die Strömungen sich treffen, desto grösser die Verlangsamung. Derlei Fälle des Zusammentreffens convergirender Strömungen finden statt an stromabwärts gerichteten (unteren) Enden von Stromhindernissen (Inseln, Klippen, Baumstöcken im Flussgrunde u. s. w.); oberhalb solcher Objecte hat sich nämlich der Strom getheilt, und unterhalb treffen die dadurch entstandenen zwei Strömungen wieder zusammen. Auf diese Art verlängern sich oft Inseln, kleinere Haufen u. s. w. nicht nur stromaufwärts durch Rückstau (wie oben Fig. 16 bei *x*), sondern auch stromabwärts, wie bei *y* in derselben Figur angedeutet. Diese Vergrösserung oder Verlängerung erreicht aber bald ihre Grenze, indem einerseits schon in geringer Entfernung stromaufwärts die Wirkung des Rückstauens verschwindend klein wird, andererseits aber stromabwärts die beiden convergirenden Strömungen bald wieder die vom Gefälle der Strecke überhaupt bedingte Geschwindigkeit eintritt.

Bei Objecten, welche sich dem Strome in steil aufragender Stellung, aber nur mit einer schmalen Seite, entgegenstellen, und deren Längsachse in der Richtung der Strömung liegt, wie dies z. B. bei den Brückenjochen der Fall zu sein pflegt, wird der Vorgang einigermaßen modificirt in folgender Weise: In Fig. 16*b* sei *abcd* das natürliche Niveau des Wassers, falls ihm kein Hinderniss entgegensteht; durch das hier in der Seitenansicht skizzirte Joch wird das Wasser bis *m* aufgestaut und strömt von dieser Höhe mit vergrösserter Geschwindigkeit zu dem ursprünglichen Niveau hinab, mit dem es etwa bei *c* wieder zusammentrifft. Auf dem Wege von *m* bis *c* lässt die verstärkte Strömung nicht leicht eine Ablagerung zu, führt vielmehr die vorhandenen Sinkstoffe weiter; an den Seiten von Jochen, die genau in der Richtung der Strömung stehen, gibt es daher sehr selten Ablagerungen. Aber auch unterhalb der Joche beginnen solche erst

in einigem Abstände sich entschiedener anzuheufen, weil noch bis c die verstärkte Abströmung aus m fortwirkt. Ein sprechendes Beispiel dafür bieten die Reste der Trajans-Brücke unterhalb Turn-Severin.*) zwischen Rumänien und Serbien. Von den 18 ursprünglich vorhandenen Wasserjochen dieser Brücke stehen fünf noch im fließenden tiefen Wasser in der linken Hälfte des 1220 Meter breiten Stromes, wohin der Zug des Wassers nach der jetzigen Configuration des Bettes hauptsächlich gerichtet ist; die rechtsseitigen Joche hingegen sind längst mehr oder weniger tief im Sande begraben. Die vier nach rechts nächstgelegenen stecken in einem Mitterhaufen, der bei niedrigem Wasser trocken liegt, dann folgen sechs Joche in seichtem Wasser, endlich die drei letzten im rechtsseitigen Uferhaufen. An den noch nicht vom Sande verhüllten Jochruinen, deren Oberflächen zwar durch das Wasser meist sichtbar sind, aber nur bei allerniedrigstem Wasserstande über dasselbe hervorragen, sind Ablagerungen entstanden, wie sie in der voranstehenden Figur 16c skizzirt sind. Oberhalb eines jeden Joches befindet sich ein anliegender Haufen; unterhalb aber beginnt bei jedem Joch der Haufen erst in einiger Entfernung vom Joch, und die Reihe aller dieser Ablagerungen vereinigt sich zu einem einzigen grossen, übrigens untergetauchten Haufen, der zuletzt in jene Sandbank übergeht, in deren oberem Theil die mittleren vier Joche begraben sind. Diese Bank selbst ist offenbar dadurch entstanden, dass der Stromstrich sich in einer Weise geändert hat, wodurch diese Joche schief gegen die Strömung zu stehen kamen.

Zu Ablagerungen gibt ferner Anlass die Verminderung der Geschwindigkeit durch die schon oben Seite 38, Fig. 4 erwähnte Reflexion der Strömungen. Da zu beiden Seiten des diagonal über das Flussbett wechselnden Stromstriches sich ruhigere Stellen (x, y, z) befinden, lagern sich daselbst leicht Sinkstoffe ab, es entstehen am linken und rechten Ufer Bänke.

*) Ueber diese Brücke besitzt die Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft einen von Inspector Bozich 1888 aufgenommenen genauen Plan in grossem Massstabe.

c) Ablagerungen in Folge localer Gestaltung des Querprofiles.

Eine durch das Terrain schon im Vorhinein bedingte Verlangsamung der Strömung findet statt, wenn das Bett an einem oder an beiden Ufern sich verflacht, auch ohne dass das Gefälle geringer wird oder die Gesamtbreite sich vergrössert (Fig. 19). Auf solchen flacheren Uferstreifen werden daher Sinkstoffe, die im tieferen Theile des Bettes mit Leichtigkeit fortgetragen werden, abgesetzt und bilden Ablagerungen, die den tieferen Fluss seitlich begleiten und bei seichterem Wasserstande trocken liegen. Insbesondere ist dies der Fall in den Inundationsgebieten der Flüsse, die längs des eigentlichen Bettes sich flach ausbreiten und nur bei Hochwässern überschwemmt sind. Die seitlichen Seichtgründe und Inundationsflächen können

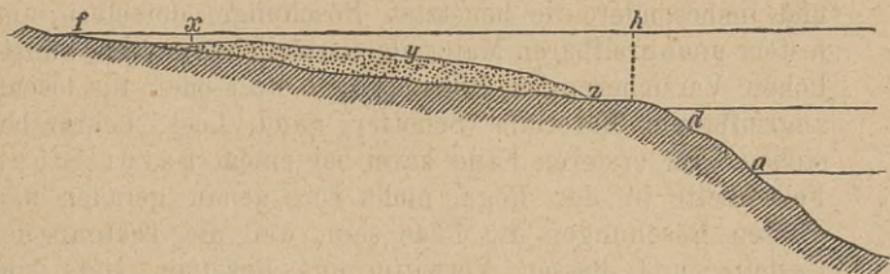


Fig. 19.

einseitig oder beiderseits längs des tieferen Bettes sich erstrecken und bewirken in jedem Falle seitliche Ablagerungen, Uferhaufen. Diese haben gewöhnlich die Gestalt wie Fig. 19 zeigt, nämlich flach gewölbt, mit der grössten Wölbung beiläufig in der Mitte ihres Querschnittes. Diese Gestalt kommt daher, dass nahe an der Kante des Mittelwasserbettes, also z. B. bei *z*, die Strömung noch stark genug ist, um eine grössere Menge von Sinkstoffen mitzuführen und nur wenige davon fallen zu lassen, während am Ufer, also etwa bei *x*, die Geschwindigkeit des Wassers schon so klein geworden ist, dass dorthin überhaupt nur mehr wenig Sinkstoffe gelangen, die sich absetzen könnten. Bei *y* aber fallen diese beiden Ursachen verminderter Ablagerung weg und wird dieselbe daher mächtiger. Sehr häufig kann man bemerken, dass derlei

Bänke nicht allein gegen das tiefere Bett, sondern auch gegen das Ufer hin sich abwölben, so dass bei niedrigem Wasserstande, wenn der am höchsten gewölbte Rücken der Bank schon trocken liegt, gegen das Ufer hin sich wieder eine — wengleich seichte — Wasserrinne befindet. Bei grösseren Flüssen erlangen die Uferhaufen nicht selten eine bedeutende Mächtigkeit und aus früheren Zeiten, wo die meisten Ströme weit wasserreicher waren als jetzt, sind noch die Reste sehr bedeutender, oft kolossaler Randablagerungen vorhanden, die sich in einiger Entfernung von den jetzigen Ufern hin erstrecken (Diluvialterrassen).

d) Ablagerungen bei parallel und gerade verlaufenden Ufern.

Wenn das Bett gerade und mit parallelen Ufern verläuft, macht es einen wesentlichen Unterschied, ob die Gerinne, und insbesondere die benetzten Böschungen derselben, aus festem unangreifbarem Materiale (natürlichen Felsen, künstlichen Versicherungen, Pflasterungen etc.) oder aus losem, angreifbarem Materiale (Schotter, Sand, Löss, Lehm) bestehen. Im ersteren Falle kann bei einem natürlichen Felsenbette in der Regel nicht von genau geraden und glatten Böschungen die Rede sein, weil die Tektonik des Gesteins und dessen Verwitterungs-Residuen stets ein- und ausspringende Winkel mit sich bringen; auch regelmässige Querprofile sind selten, weil auch in verticaler Richtung die zufälligen Eigenthümlichkeiten des Gesteins sich geltend machen. Wo nun diese zufälligen Bildungen einen derjenigen Fälle herbeiführen, welche zu ganz localen Verlangsamungen und daher Ablagerungen Veranlassung geben, wo also zum Beispiel, wengleich nur ganz untergeordnet und in kleiner Ausdehnung, Rückstau oder unterhalb vorspringenden Ecken todt Winkel sich vorfinden, dort entstehen auch in einem Felsenbette, welches im Ganzen und Grossen gerade verläuft, Haufen der verschiedensten Gestalten, wie sie eben von den erwähnten, untergeordneten Modificationen der Böschungen abhängen.

Bei künstlich hergestellten, glatten Festufern fallen derlei ganz locale Veranlassungen weg, daher auch die davon abhängigen Ablagerungen. Trotzdem darf man

aber auch auf solchen geraden Strecken eines geschiebeführenden Flusses nicht erwarten, dass sich keine Haufen bilden und das Fahrwasser in der Mittellinie des Bettes liege; man beobachtet im Gegentheil sowohl bei natürlicher wie künstlicher fester Begrenzung gerade verlaufender die Bildung langgezogener Bänke, und zwar abwechselnd längs beider Ufer (Fig. 20, Linie *o d e f*), so dass das Fahrwasser zwischen solchen Uferhaufen serpentinirt. Nur wo ein natürliches Felsenbett an der einen Uferseite sehr steil tief abfällt und dadurch das Fahrwasser genöthigt ist, sich in die hiedurch gebildete Längsspalte zu drängen, kommen in dieser letzteren keine Ablagerungen vor. Einengung der Flussbreite sichert nicht mit Bestimmtheit gegen eine solche Serpentinbildung innerhalb der festen Ufer; die Wirkung des eingeeengten Bettes besteht vielmehr gewöhnlich nur darin, dass der Fluss tiefer in den Grund

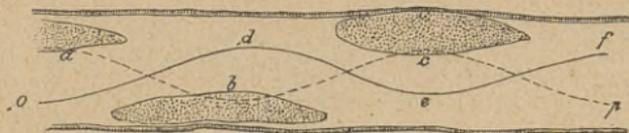


Fig. 20.

einschneidet, welcher selbst in Felsengegenden meist mit einer mehr oder minder mächtigen Schichte von Geschieben bedeckt ist, die sich seit langer Zeit — oft schon seit der Diluvialzeit — auf dem anstehenden Steingrund abgelagert haben. Um so sicherer erfolgt die Bildung der erwähnten Uferhaufen dort, wo der Flussgrund aus noch leichter beweglichem Grus und Sand besteht, in welche die verstärkte Strömung sich leicht eingraben kann.

Der Anfang der Bildung abwechselnder Uferhaufen in derlei geraden Strecken ist nicht mit völliger Bestimmtheit erforscht; dass sowohl die zufolge der grösseren Reibung am Ufer verminderte Geschwindigkeit des Wassers, als auch die Reflexion der Strömung an den festen Ufern und die zwischen den Reflexionsstellen entstehenden ruhigeren Winkel dabei wesentlich mitwirken, unterliegt wohl keinem Zweifel; warum aber nicht ein einziger continuirlicher Haufen das Ufer begleitet, und ob der erste Haufen am

oberen Ende der Strecke entsteht und durch Abdrängung der Strömung gegen das andere Ufer die erste Reflexion bewirkt, welche alle weiteren im Gefolge hat, oder ob umgekehrt eine erste Reflexion den ersten Haufen und dieser dann stromabwärts die weiteren verursacht, oder endlich ob der erste Haufen am unteren Ende der Strecke entsteht und durch Rückstau den serpentinirenden Lauf des Wassers sammt den betreffenden Haufen stromaufwärts fortschreitend herbeiführt, scheint noch fraglich. Wahrscheinlich kommen alle diese Fälle und auch Combinationen derselben vor und jedenfalls ist das Endresultat dasselbe: nämlich ein zwischen Uferhaufen serpentinirendes Fahrwasser, mit dem man zufrieden sein muss, wenn es nur constant eine hinreichende Tiefe hat und nicht zu schmal ist.

Wenn eine gerade Flussstrecke in beweglichem Bette und insbesondere zwischen beweglichen Böschungen verläuft, so erfolgt die Bildung abwechselnder Uferhaufen gleichfalls, nur mit dem Unterschied, dass an den Stellen, wo der Stromstrich die Ufer berührt, diese letzteren abbröckeln und dem Wasser Raum geben, welches daselbst immer weiter seitlich in's Land vorrückt, während gegenüber die Haufen sich vergrößern und dem Wasser nachrücken. Es entsteht also hier nicht nur ein geschlängelter Stromstrich, wie im festen Flussbette, sondern das ganze Bett nimmt eine geschlängelte Gestalt an mit allen jenen Consequenzen, welche unter *g*) näher betrachtet werden sollen. Aus diesem Grunde gibt es in Wirklichkeit fast nirgends gerade Flussstrecken in beweglichem Material, denn die soeben geschilderten Hergänge haben sich eben schon längst vollzogen und aus einem vielleicht ursprünglich geraden Bett ein geschlängelttes gemacht.

e) Ablagerungen beim Divergiren der beiderseitigen Ufer (Verbreiterung).

Wenn, selbst bei gleichbleibendem Gefälle, die Ufer weiter auseinander treten, also das Bett sich nach seiner ganzen Breite weiter ausdehnt, folglich sich die Geschwindigkeit der Strömung aus den schon früher erwähnten Gründen vermindert, so entstehen dadurch mitten im verbreiterten Bette Ablagerungen, und zwar desto sicherer und reichlicher, je enger das Bett oberhalb der Verbreiterung

ist, je mehr Geschiebe also das mit rascherer Strömung aus der Enge heraustretende Wasser herbeiführt. Diese Art von Bänken wird von den Donauschiffen ganz bezeichnend „Mitterhaufen“ genannt; ihre Gestalt nähert sich dem Hauptumrisse nach der elliptischen oder eiförmigen, welche nur auf die weiter unten anzuführende Weise oft nachträglich gestört wird (Fig. 21). Die seitlichen Ränder dieser Haufen sind gewöhnlich sehr steil abgebösch, so dass der Kundige es wagen darf, sehr nahe an denselben hinzufahren. Man hat also bei dem Austreten aus einer Flussenge in eine Flussweitung, selbst wenn die letztere nicht sehr bedeutend ist, das Fahrwasser nicht mehr in der Mitte des Flusses, wie gewöhnlich in der Enge, sondern an einem der beiden Ufer oder auch an beiden zu suchen. An welchem der beiden Ufer das Fahr-

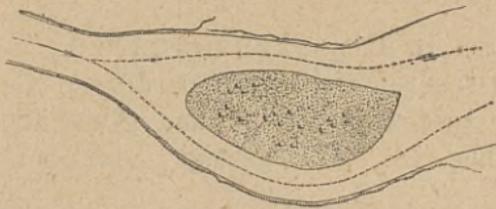


Fig. 21.

wasser sich befindet, kann nur nach den weiter unten gegebenen Andeutungen beurtheilt werden, wenn nicht ohnehin schon der Augenschein den Stromstrich anzeigt; nicht selten aber theilt sich der Fluss an beiden Seiten des Mitterhaufens zu ziemlich gleichen Theilen und bietet beiderseits hinreichendes Fahrwasser. Dagegen wird man selbst bei höherem Wasserstande, weil das Vorhandensein einer Bank sich äusserlich nicht erkennen lässt, sich mit einigermaßen tiefergehenden Fahrzeugen der Gefahr des Auf Laufens aussetzen, wenn man die Richtung in der Mitte der Strombreite beibehalten wollte.

f) Ablagerungen bei convergirenden Ufern. (Verengung.)

Wenn die bisher voneinander weiter entfernten Ufer eine scharfe Biegung gegeneinander machen, und sich dadurch nähern, so entstehen in den Winkeln der Biegung (wie in Fig. 22 bei x, x, y, y) ruhigere Stellen des Fahr-

wassers, an denen naturgemäss sich Bänke absetzen, oder auch Rückströmungen (Wechsel), welche, wenn sie ziemlich ruhig verlaufen, gleichfalls Detritus ablagern. Man muss daher die Einbuchtungen oberhalb solcher Engen vermeiden und dort auf die Mitte des Défilées lossteuern, um die ebenerwähnten Wechsel und Bänke zu vermeiden.

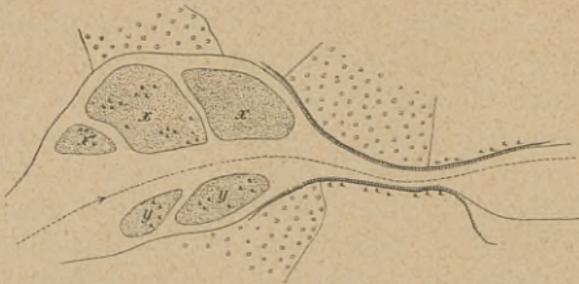


Fig. 22.

g) Ablagerungen in Flusskrümmungen.

An Flusscurven tritt schon durch die Krümmung allein ein specieller Anlass zur Anlandung ein. Wie schon früher (S. 37) gezeigt, ist bei Curven die

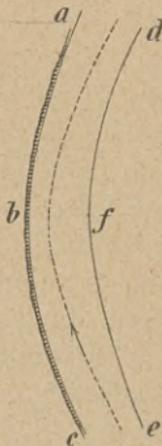


Fig. 23.

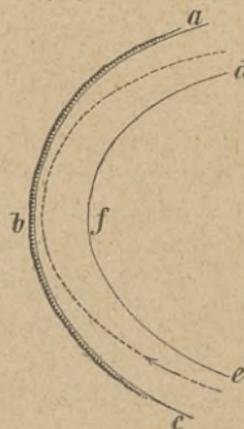


Fig. 24.

Geschwindigkeit des Wassers an jener Seite des Ufers, wo dieses convex vorspringt, kleiner als an der entgegengesetzten; am convexen Ufer werden demnach Sinkstoffe abgesetzt, welche die Convexität dieses Ufers noch ver-

grössern. Längs des Ufers *efd* der Fig. 23 wird also eine solche Anlandung stattfinden, und es kann, wenn das Uferterrain aus leicht beweglichem oder angreifbarem Material besteht, auf der entgegengesetzten Seite die Strömung immer tiefer in das Ufer *cba* eingreifen, während die Anlandung allmählig die weit vorspringende Gestalt wie *efd* in Fig. 24 annimmt. Diese halbmondförmigen Anlandungen (wie *a* in Fig. 25) an den convexen Ufern gehören zu den bekanntesten, sich immer und überall wiederholenden Erscheinungen in allen Flüssen, welche überhaupt Sinkstoffe mit sich führen, mögen diese nun kopfgrosse Steine oder feiner Sand und Schlick sein. Die Donauschiffer bezeichnen diese gekrümmten Randhaufen als „Scheiben“. Der Querschnitt derselben zeigt als obere

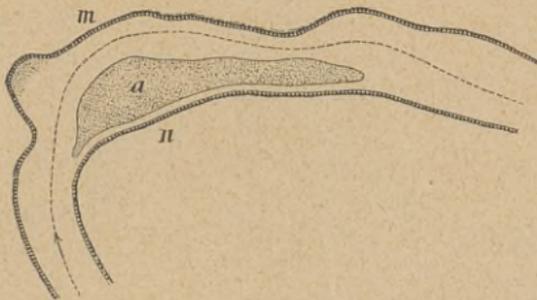


Fig. 25.

Begrenzung gewöhnlich eine vom Ufer her anfangs sehr sanft, dann aber gegen die Mitte hin steiler abfallende gekrümmte Linie. Bezüglich des Fahrwassers ergibt sich aus dem Gesagten, dass man bei Flusskrümmungen, wenigstens bei niederem und mittlerem Wasserstande, die Nähe des convexen Ufers wegen der oft weit unter dem Wasser sich fortziehenden Scheibe vermeiden und die Nähe des concaven Ufers aufsuchen muss, wo der Stromstrich und grössere Tiefe zu finden ist. Nur bei Hochwasser kann man, insbesondere bei der Bergfahrt, mit Vortheil den Weg mehr in der Richtung der Sehne der Krümmung, also über die Scheibe hinweg nehmen, weil man dadurch nicht allein den Weg abkürzt, sondern auch gegen eine geringere Stromgeschwindigkeit zu arbeiten hat.

Wenn eine Reihe abwechselnder Krümmungen (Contrecurven) aufeinander folgt, liegen auch die Anlandungen abwechselnd auf der rechten und linken Seite des Bettes (Fig. 26, *a*, *b*, *c*). Wenn bei zwei solchen Krümmungen die beiderseitigen Haufen weit vorspringen, nähern sich ihre dem Strome zugekehrten Ränder so sehr, dass sie am Grunde sich mehr oder weniger vollkommen vereinigen, wodurch eine das Bett schief durchziehende Grundbarre oder Grundschwelle entsteht. Solche Stellen sind Furten im eigentlichen und engeren Sinne des Wortes*). Zwischen den beiderseitigen seichten Stellen, die dadurch entstehen, bleibt in der Mitte eine verhältnissmässig doch etwas tiefere Senkung, die als Fahrrinne zu benutzen ist. Eine

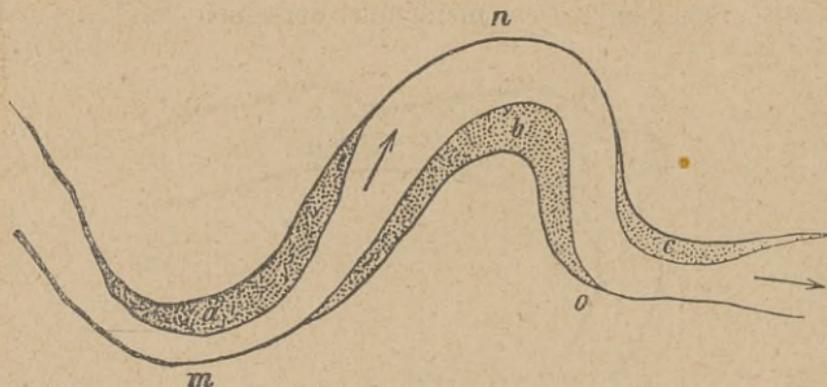


Fig. 26.

Flussstrecke mit zahlreichen, unmittelbar aufeinander folgenden Krümmungen und Furten verhält sich wie ein geschlängelttes Thal, das von sattelförmigen Querriegeln durchzogen ist.

Bei gänzlich wild rinnenden, Geschiebe führenden Gewässern mit grosser Geschwindigkeit (etwa 1·5—2 Meter oder noch mehr per Secunde) und leicht beweglichem Ufermaterial setzt sich die schon oben erwähnte Verschärfung der Curve und das Verschieben der Anlandung zwar oft sehr lange fort, endigt aber gewöhnlich damit, dass die

*) Unsere Schiffer nennen alle mehr querliegenden Untiefen, ob sie über die ganze Breite des Stromes gehen oder nicht, „Furten“. (Vergl. den in der Einleitung citirten Almanach mit seinem Wörterbuch für Donauschiffer).

Anlandung, wenn sie bereits sehr spitz zuläuft, bei Gelegenheit einer stärker werdenden Strömung, z. B. bei eintretendem oder von unten her rasch fallenden Hochwasser, durchgerissen wird, aus Gründen, die im Abschnitte über die Veränderungen der Ablagerungen angeführt werden. Fig. 27 stellt einen der vielen Fälle dar, wie sie auf der Donau zwischen Pressburg und Gönyö in Ungarn besonders zahlreich vorkommen. Dort hat die Donau noch eine Geschwindigkeit von etwa 1·5—2·5 Meter im Stromstrich, die Seitenwände des Bettes bestehen aus ziemlich leicht angreifbarem, lehmigen oft glimmerreichen Sand oder



Fig. 27.

sandigem Lehm; der Grund ist ein zäher, wenig beweglicher Letten, auf dem Grus und feiner Schotter, den das Wasser aus den oberen Gegenden verkleinert herbeigeführt hat und fortwährend weiter verträgt, in Gestalt von Sandbänken aller Art ausgebreitet liegt. Bei dieser Combination von Bedingungen wirkt die Strömung mehr nach den Seiten als nach der Tiefe, d. h. sie greift die Ufer an, verbreitert das Flussbett und das Inundationsgebiet, und verschleppt innerhalb des Bettes den leichten Detritus, der besonders bei Flusskrümmungen zur Bildung von Scheiben in der oben erwähnten Art verwendet wird.

Eine solche ist in Fig. 27 die vorspringende Zunge *t* gegenüber dem Hohlufer bei *m*. Diese Gestalt hatte die Flussstrecke zu Anfang der Sechzigerjahre, und der Stromstrich ging in der Richtung der Pfeile. Nach mehreren Jahren wurde die Anlandung bei *x* durchrissen und der Stromstrich trennte sich bei *s* von der früheren Richtung. In noch früheren Jahren (vor 1850) war der Strom in den Richtungen *pu*, *ny*, *oz* gegangen, hatte also auch Krümmungen nach der entgegengesetzten Seite hin, ohne dass eine bestimmte Periode für den Wechsel der Krümmung von der einen auf die andere Seite zu erkennen wäre. Auf der ganzen, gegen 50 Kilometer langen Strecke

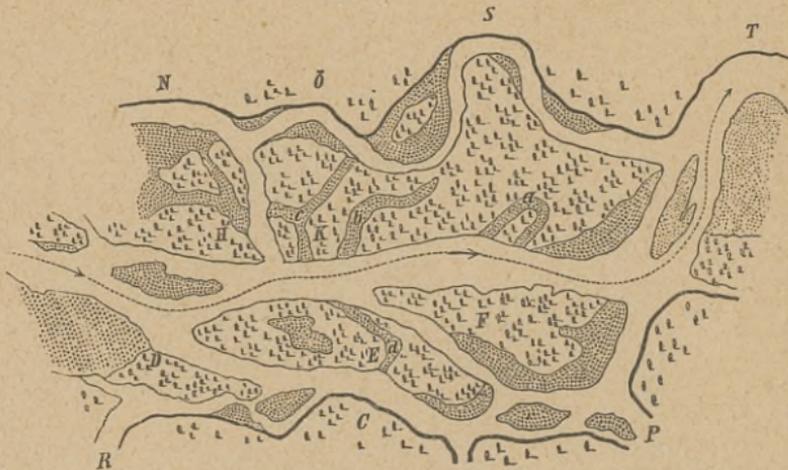


Fig. 28.

wechsell die Curven, unter denen man etwa acht grosse von dem Typus der Fig. 27 und viele untergeordnete unterscheiden kann, fortwährend, bald rascher, bald langsamer, bald auffallender, bald weniger bedeutend.

Hiebei wird abwechselnd am rechten und am linken Ufer der culturfähige lehmige Sand oder sandige Lehm unterwaschen und kollert in grossen Schollen in's Wasser, während dieses fast nur uncultivirbaren Grus und Schotter absetzt. So vermindert sich also stetig der gute Boden und breitet sich das Gerölle immer mehr aus. Gegenwärtig ist das eigentliche, aus Culturboden bestehende Ufer nach beiden Seiten soweit zerstört, dass das eine Ufer vom andern auf

vielen selbst längeren Strecken 3—5 Kilometer entfernt ist und dazwischen eine breite Geschiebefläche, von alten und neueren Gerinnen durchfurcht, erscheint, wie Fig. 28 darstellt.

Es muss ausdrücklich wiederholt werden, dass dieser auf die beiden entgegengesetzten Ufer und das zwischen ihnen liegende Bett sich erstreckende Vorgang in der eben beschriebenen Weise nur dort stattfindet, wo beide Ufer weder von Natur fest, noch durch Wasserbauten wirksam befestigt sind. Wo hingegen beide Ufer aus festem, nicht angreifbarem Material bestehen oder künstlich hergestellt sind, liegt zwar stets eine Anlandung (Scheibe) längs der convexen Ufer und der Stromstrich am entgegengesetzten Hohlufer, auch wechseln bei Contrecurven

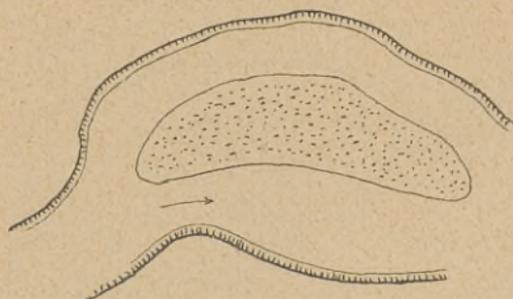


Fig. 29.

in solchem Terrain die Rinnen zwischen je zwei Scheiben diagonal von einem Ufer zum andern, jedoch wird weder das Hohlufer angefressen, noch die Scheibe vorgestreckt, sondern die Krümmung bleibt constant, und die Scheibe ändert nur unbedeutend ihre Gestalt und Grösse. Alle entschiedeneren Curven der oberen und mittleren Donau, wo sie zwischen Felsenufern läuft, bestätigen das, ebenso der Donaucanal in Wien (nicht Durchstich).

Die angedeutete regelmässige Lage von Scheiben einerseits und Stromstrich andererseits findet nur dann statt, wenn mit der Krümmung des Flussbettes nicht zugleich eine andere Veränderung desselben verbunden ist. Wenn hingegen zugleich eine Verbreiterung oder Verflachung des Terrains gegeben ist, wirkt dieser Umstand gewöhnlich entschiedener als die Krümmung und es treten in erster

Linie jene Ablagerungen auf, welche dem geänderten Profile entsprechen; bei einer Verbreiterung also zunächst Mitterhaufen. Einen hieher gehörigen, nicht selten vorkommenden Fall stellt Fig. 29 dar, ein anderer ist der schon in Fig. 22 behandelte. In der unteren Donau kommt es vor, dass Bäche oder kleine Flüsse ihre Mündung in die Donau gerade in der Mitte einer Concaven haben (Topolnica unterhalb Turn-Severin, dann Timok-Mündung bei Rakovica); in solchen Fällen muss sich im Scheitel der Curve das Mündungs-Delta ansetzen und dieses drängt den Stromstrich von der Concavität ab.

h) Ablagerungen bei Einmündungen (Barren, Deltas).

Die bisher betrachteten Ablagerungen beziehen sich nur auf Verhältnisse, welche innerhalb eines und desselben Flusses stattfinden. Es entstehen aber auch Ablagerungen



Fig. 30.

bei der Einmündung eines Flusses in den andern oder in ein stehendes Gewässer. Bei der Mündung eines fließenden Gewässers in ein anderes treffen sich selbstverständlich immer zwei Strömungen in einem kleineren oder grösseren Winkel, es treten also die schon früher angeführten Fälle ein. Je grösser dieser Winkel, desto entschiedener bilden sich Ablagerungen (Barren) an der Mündungsstelle, Fig. 30. Das Material dazu rührt in der Regel von beiden Gewässern her, ist daher stark gemengt. Die Lage und Gestalt dieser Barren hängt von dem Verhältnisse der beiden Geschwindigkeiten ab, und wird überdies durch den Winkel, in welchem beide Strömungen zusammentreffen, sowie durch die Natur der Geschiebe, welche jedes der beiden Gewässer mitbringt, endlich durch die jeweiligen Wasserstände in beiden Betten beeinflusst. So z. B. drängt

ein sehr rasch strömender Nebenfluss, der in einen langsam fließenden Hauptstrom mündet, den letzteren mehr an's entgegengesetzte Ufer und ebenso schiebt sich dann die Mündungsbarre weit in den Hauptstrom hinein. Wenn aber zeitweise das Wasser im Hauptstrom höher steht als im Nebenfluss, wird das Wasser des letzteren zurückgestaut; es verliert seine Geschwindigkeit schon im eigenen Bette noch oberhalb der Mündung oder gerade an der Mündung, und dann erfolgt die Ablagerung eine Zeit lang schon im Nebenfluss oder bei der Mündung selbst.

Fällt das Wasser im Hauptstrome wieder, dann erhält der Nebenfluss abermals grösseres Gefälle und seine frühere Geschwindigkeit; er durchreißt dann theils die Mündungsbarre, theils schiebt er sie wieder weiter in den Haupt-

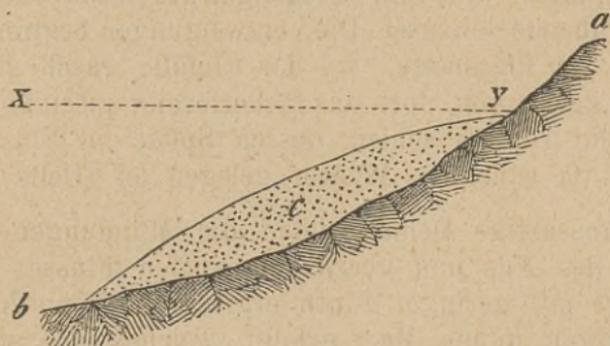


Fig. 31.

fluss hinaus u. s. w. Ein Nebenfluss, der nur feinen, leichten Detritus führt, welcher vom Hauptstrom leicht weiter bewegt wird, bildet keine erhebliche Barre; im entgegengesetzten Falle setzt er eine mächtige Barre ab u. s. w.

Alle möglichen Combinationen auszuführen ist unnöthig, da der Leser nach den früher angeführten Grundsätzen im Stande sein wird, die einzelnen vorkommenden Fälle zu beurtheilen.

Eine ähnliche, nur weniger wechselnde Barrenbildung erfolgt bei der Mündung eines fließenden Gewässers in ein stehendes, also in einen Tümpel, in einen See oder in's Meer. Hier treffen nicht zwei convergirende Strömungen, sondern eine bewegte und eine ruhende Wassermasse zusammen; die Geschwindigkeit nimmt immer in

der gleichen Richtung, nämlich in der Richtung des fließenden Wassers gegen das ruhende ab, und es bildet sich daher in der gleichen Richtung eine Barre aus dem Detritus des fließenden, und zwar in Gestalt eines flachen Kegels, wie überhaupt bei Schuttanhäufungen aus starkem Gefälle in ein weniger geneigtes Terrain. Die Fig. 31 zeigt das Längenprofil einer solchen Ablagerung.

Sind solche Flachkegel bei ungewöhnlich hohen Fluthen rasch angewachsen und sinkt dann für lange Zeit der Wasserstand des Flusses, so tritt die Oberfläche der Sandbank an den Tag heraus. Dasselbe geschieht, wenn der Spiegel des ruhenden Wassers sinkt. Dann läuft der Fluss auf verschiedenen, oft wechselnden Umwegen oder Verzweigungen über die trockengelegte Bank oder Barre in das ruhende Gewässer. Die Verzweigungen beginnen irgendwo noch im Flussbette, wo das Gefälle rasch flacher wird, und gehen von dort aus fächerförmig auseinander, so dass sie ein Dreieck bilden, dessen Spitze im Fluss, die Basis aber im ruhenden Wasser gelegen ist (Delta).

Grossartige Deltas bilden die Mündungen der Donau und des Nils und überhaupt solcher Flüsse, die sich in Meere mit geringer Fluth ergiessen. Wenn hingegen die Mündung in ein Meer erfolgt, welches eine starke Fluth- und Ebbeströmung hat, so fließt zur Zeit der Fluth das Wasser im Flussbette heftig stromaufwärts (landeinwärts) und ebenso heftig bei Ebbe stromabwärts (seewärts); hiebei kann also keine bedeutende Ablagerung an der Mündung stattfinden, weil dasselbe Material, welches bei der Ebbe seewärts getragen und für die kurze Zeit des Wechsels der Gezeiten abgelagert wurde, während der Fluth wieder in das Flussbett hinauf gewälzt wird, u. s. f. Solche Flüsse, wie z. B. die Elbe, und überhaupt fast alle Flüsse, welche in die Nordsee münden, haben also keine eigentlichen festen Deltas; doch bleibt immer ein Theil des Flussdetritus ausserhalb der Linie im schwereren (weil salzigen) Meerwasser durch einige Zeit suspendirt, wird vom Wellenschlag und von localen Driftströmungen hin- und hergetragen und in ruhigeren Pausen abgesetzt. So entstehen die langgestreckten, entfernt vom Lande auftretenden,

vielfach wechselnden Untiefen oder „Watten“ ausserhalb der Mündungen solcher Flüsse.

Sowohl Deltas als Watten bestehen meist aus feinstem Detritus, weil nur solcher von der schwachen Strömung, sowie sie im unteren Laufe der Flüsse stattzufinden pflegt, bis zur Gegend der Mündung transportirt werden kann.

2. Gestalten der abgelagerten Bänke.

Nach der horizontalen Begrenzung oder dem Umriss erscheinen alle Bänke, die vom Flusse selbst und innerhalb seiner eigenen Ufer abgesetzt sind, mögen sie nun gerade oder gekrümmt (Scheiben) sein, in die Länge gezogen. Die Schichten-



Fig. 32.

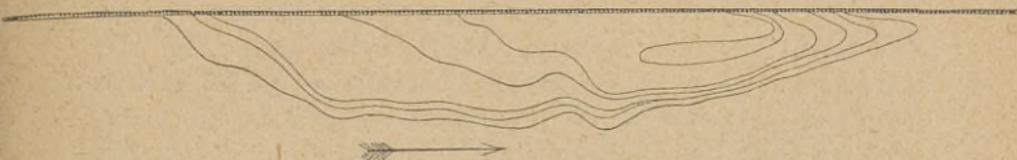


Fig. 33.

darstellungen Fig. 32 und 33 zeigen gewöhnliche Böschungsverhältnisse von Uferhaufen. Die von Nebenflüssen an den Mündungen in den Hauptfluss abgelagerten Haufen hingegen sind im Ganzen mehr dreieckig, wengleich die im Hauptflusse stromabwärts gekehrte Ecke oft entweder stetig oder vorübergehend in die Länge gezogen wird. (Fig. 30.)

Die Gestalt eines Haufens ist aus dem Umriss seines sichtbaren, oberflächlichen Theiles, der etwa als „weisser Haufen“ blossliegt, oder als „rother Haufen“ durch die seichte Wasserschichte hindurch zu bemerken ist, nicht immer richtig zu erkennen, da die Umrisse dieser sichtbaren Theile vom Verlaufe der Isohypsen abhängen, welche je nach dem verschiedenen Aufbau oder nach später hinzugekommenen Veränderungen

des Haufens sehr verschieden liegen. So z. B. würde die Bank in Fig. 34, welche in Schichten (1—4) gelegt ist, ganz falsch beurtheilt werden, wenn man zur Zeit, in der sie nur bis zur Isohypse 1 oder 2 sichtbar ist, aus der Gestalt dieses Stückes auf die Gestalt und Richtung des ganzen Haufens schliessen wollte; man würde da glauben, er liege vom Ufer an quer in den Fluss hinaus, während er doch im Ganzen parallel mit dem Flusslaufe sich erstreckt.

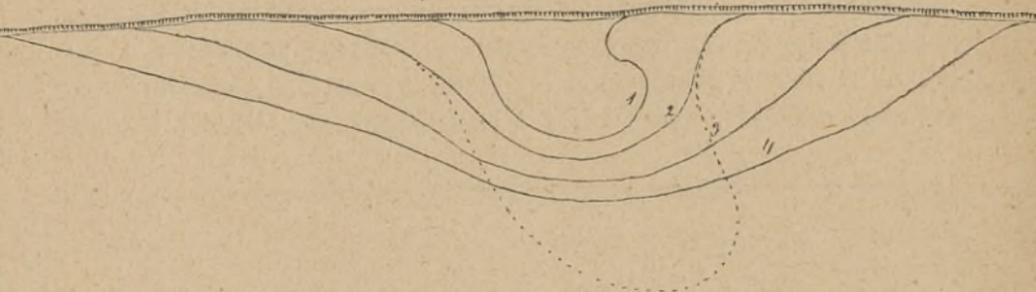


Fig. 34.

Die verticalen Schnitte oder Profile der Haufen zeigen nach der Länge meist eine andere Gestalt als nach der Quere. Nach der Länge, d. h. in der Richtung des Stromes, zeigen sie einen ziemlich seichten Abfall, etwa wie Fig. 35 schematisch zeigt. In dieser Figur bedeutet *no* die nauwärtige Böschung eines eben abgelagerten Haufens, *np* diese Böschung, wenn sie durch Ueberfallsströmung theilweise wieder abgetragen

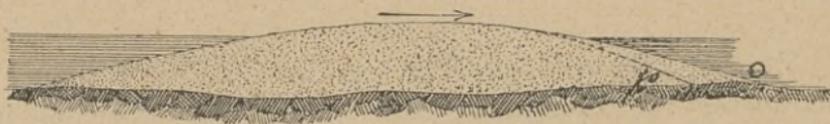


Fig. 35.

ist. Im Querprofile erscheint die Abböschung nach der Seite des Stromstriches, besonders aber nach der Seite eines Durchrisses (Schleusse, vergl. S. 80) sehr steil, etwa wie schematisch in Fig. 36 u. 37 dargestellt. Man kann daher oft ganz nahe an die stromwärts gekehrten Ränder von Haufen hinfahren, und zwar desto sicherer, je stärker daselbst die Strömung ist. Bei flacheren Scheiben hingegen muss man sich, wie schon früher gesagt, in der Diagonale zwischen denselben halten um die Furt über ihrer tiefsten Senkung zu passiren.

3. Primäre und secundäre Ufer. Haufen und Auen.

Aus der Entstehungsweise der Flussthäler, aus den Erosionen oder dem Abtrag von den Uferböschungen, endlich aus den Ablagerungen in den Betten selbst ergibt sich, dass man, vom Fahrwasser aus gesehen, zweierlei Ufer unterscheiden muss.

Als „primäre“ oder „Hauptufer“ kann man diejenigen bezeichnen, welche schon ursprünglich beim Einschneiden des Flusses in eine präformirte Terrainfalte vorhanden waren und nur allmählig durch Abtrag verändert wurden oder noch werden.

„Secundäre“ oder „Zwischenufer“ hingegen sind jene, die innerhalb der primären in Ablagerungen eingeschnitten



Fig. 36.

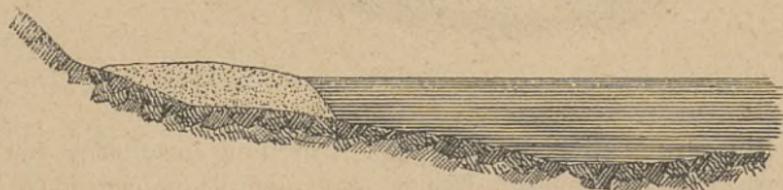


Fig. 37.

sind. Bei Flussengen, besonders wenn sie von festem Gestein begrenzt werden, sind in der Regel nur primäre Ufer vorhanden; bei Flussweitungen hingegen tritt das primäre Ufer von einer oder von beiden Seiten oft weit vom gegenwärtigen Fahrwasser zurück, und das Wasser bespült an einer oder an beiden Seiten zunächst nur secundäre Ufer. In Fig. 38 sind *A* und *B* die primären Ufer mit relativ festerem, wenngleich oft angreifbarem Material (z. B. festerem Lehm, Letten, schwerem grossen Schotter u. s. w.), *m* und *n* Haufen aus lockerem Material (Schotter, Grus, Sand), *x* der Hauptarm des Flusses mit dem Fahrwasser. Dieser Arm hat links ein primäres (*A*), rechts ein secundäres Ufer (*m*), der Nebenarm *y* hat beider-

seits nur secundäre Ufer (m , n), der Arm z endlich hat links ein secundäres (n), rechts ein primäres Ufer. Die secundären Ufer sind in der Regel leichter als die primären beweglich und veränderlich nach Gesetzen, von denen im nächsten Abschnitte gehandelt werden wird.

Die Verschiedenheit der Tiefe und Geschwindigkeit in den drei Armen x , y , z , spricht sich für das geübte Auge schon im Aussehen der Wasseroberfläche aus; x zeigt, besonders gegen A hin, die schon erwähnten, ungleich hohen und längsgefurchten Stränge des Stromstriches, y und z haben mehr glatte Oberfläche (sehen „lackerig“ aus). Geht der Wind mit dem Strome, so bewirkt er an x keine auffallende Wellenbewegung, an y und z aber ein deutliches Kräuseln der Wasseroberfläche; Gegenwind erzeugt auf x stärkere, auf y und z niedrigere und kürzere Wellen u. s. w.

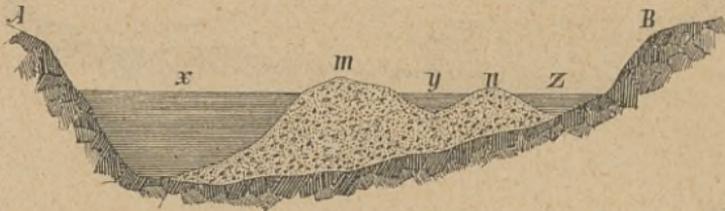


Fig. 38.

Die festen Bodengebilde der Ufer und des Bettes werden in ganz naturgemässer Weise von den Donauschiffen folgendermassen classificirt und benannt:

Als „Ufer“ werden gewöhnlich nur die primären bezeichnet, die „Inseln“ sind feste, unveränderlich dastehende Hervorragungen aus dem Flusse, die also entweder aus Gestein, oder aus altem (diluvialem) Schotter von solcher Grösse und Schwere bestehen, dass er heutzutage gar nicht, oder nur unbedeutend vom Wasser angegriffen wird.

Die in gegenwärtiger Zeit entstandenen und entstehenden Ablagerungen an oder innerhalb der Hauptufer heissen „Haufen“, so lange sie noch vom gewöhnlichen Hochwasser jährlich mehrmals überronnen werden, daher keine zusammenhängende bleibende Vegetation tragen und an ihrer Oberfläche nur nackten Sand oder Schotter, allenfalls mit beginnendem Anflug von Pappeln oder Weiden (Zannet) zeigen. Stets untergetaucht

bleibende Bänke werden von den Donauschiffen „Furt“ genannt, was dem technischen Sprachgebrauche nicht entspricht (vergl. S. 64), da zwar Furten in der Regel unter Wasser liegende Haufen, aber nicht alle untergetauchten Haufen Furten sind.

Ablagerungen und Ufer, die höher über das Wasser herausragen, nur mehr bei ungewöhnlichen Hochwässern, besonders von Stauwasser beim Eisstoss, überronnen werden und bereits erwachsene Bäume (vorwiegend hohe Silberpappeln, Traubenkirschbäume, Erlen, baumartige Weiden, mit Unterholz von Sanddorn, Tamarisken u. s. w.) und einigen Graswuchs von meist langblättrigen Gramineen tragen, werden „Auen“ genannt. Ein Haufen avancirt oft zur Au, wenn er längere Zeit in Ruhe bleibt, sich mit Silberpappel- oder Weidensträuchern begrünt, zwischen denen bei ruhiger verlaufenden, z. B. Stauhochwässern oder solchen, die in der Gegend des Haufens keine starke Strömung mit sich bringen, feiner Wellsand festgehalten wird, der oft 0·3—0·5 Meter hoch sich aufschichtet und dann sich mit Bäumen bestockt. Kleine Auen — meist stehengebliebene Reste grösserer — heissen „Aeugel“ (verwandt mit dem nordgermanischen Oge, Oog). Einzelne Felsenstücke im Bette, oft zu Gruppen gehäuft, werden als „Kugeln“ bezeichnet, weil sie meist durch darübergeführte Sinkstoffe, besonders aber durch Eisschollen, seit Jahrhunderten rundlich abgeschliffen sind. Manche derselben mögen auch von alten Gletschermoränen herrühren. Eine Gruppe solcher Kugeln, welche einen grossen Theil des Bettes, z. B. bei Aschach in Oberösterreich, einnimmt, wird „G'hachlet“ (Gehacke, Gehächel) genannt.

4. Veränderungen, denen die Ablagerungen unterliegen.

Die Veränderungen, welche an bereits gebildeten Ablagerungen vorgehen, können entweder blos *a*) die Oberfläche oder *b*) die Seitenwände, *c*) einen Theil der Substanz durch den ganzen Haufen hindurch, endlich α) die Gesamtmasse der Ablagerungen betreffen.

a) Veränderungen an der Oberfläche.

Die Oberfläche wird, wenn nachfolgende Hochwässer bei gleichbleibender Stromvertheilung, wobei also auch die

localen Ursachen der Ablagerung die gleichen bleiben, durch Hinzukommen neuer Sinkstoffe erhöht, und zwar besonders dann, wenn das herbeiführende Hochwasser nicht zugleich mit einer wesentlichen Vergrößerung der Geschwindigkeit verbunden ist.

Die Oberfläche wird im Gegentheil erniedrigt, oder wie der Schifferausdruck lautet „abgezogen“, wenn in der Gegend der Ablagerung eine stärkere Strömung eintritt, wodurch die oberflächlichen Schichten des Materiales einer Ablagerung weggeführt werden. Die gewöhnlichsten Ursachen einer solchen Vermehrung der Geschwindigkeit sind: entweder eine locale Ablenkung des Stromstriches von der früheren Richtung, mithin eine geänderte Vertheilung der Geschwindigkeiten im ganzen Querprofile des Flusses, wobei der Haufen, wenn auch nicht genau in den Stromstrich, doch in einen Wasserstrang grösserer Geschwindigkeit kommt; oder ein grösseres Wasserspiegelgefälle in Folge einer raschen „Giess“ von oben, oder raschen Fallens des Wassers von unten (vergl. S. 36).

Da die Kiesbänke oder Haufen in verschiedener Färbung erscheinen, je nachdem sie mehr oder weniger tief vom Wasser bedeckt sind, oder hervorragen, bezeichnen die Schiffeleute auf der oberen Donau die Tiefenlage der Haufen in folgender Weise: „Rothe“ oder „nasse“ Haufen, wenn sie solche sind, welche sich nur wenige Decimeter unter dem Wasserspiegel hinziehen; denn in diesem Falle erscheint die Oberfläche des Haufens schief von oben (z. B. vom Bord eines Dampfers aus) gesehen, nicht wie man glauben sollte grau, sondern nach dem Gesetze der farbigen Schatten oder der subjectiven Ergänzungsfarben im Gegensatze zu dem grünlichen Wasser der Umgebung in röthlichgrauer Farbe. Die trocken liegenden Theile der Haufen sind sehr häufig hell gefärbt, ein „weisser Haufen“ ist also ein über das Wasser hervorragender, trockener.

b) Veränderungen an den Rändern.

Diese betreffen am häufigsten eine der beiden mit dem Strome parallelen Seiten eines Haufens, wodurch dieser seiner Länge nach verschmälert wird. Die Ursache kann nur darin liegen, dass die Strömung sich dem Haufen mehr nähert als früher, oder dass die Geschwindigkeit

aus einer der bekannten Ursachen in dem betreffenden Wasserstreifen zunimmt.

Die hieher gehörigen Fälle sind der Hauptsache nach die folgenden.

Der untere (stromabwärts gerichtete) Rand eines Haufens wird viel häufiger durch Verlängerung in Folge Hinabziehens des Haufenmaterials verändert, als durch Wegnahme. Die letztere tritt gewöhnlich nur in jener Weise ein, welche unter *c*) behandelt werden wird.

Am seltensten wird das obere Happ eines Haufens angegriffen, da sich daselbst der Strom theilt und keineswegs, wie man bei oberflächlicher Betrachtung oft annimmt, auf das Happ mit besonderer Stosskraft losfährt. Häufiger wird, wie schon oben unter Fig. 16 angedeutet, das obere Happ durch Rückstau vergrössert.

Sehr häufig werden nur die beiden Seitenränder eines Mitterhaufens angegriffen (angepackt), weil diese zugleich je ein secundäres Ufer des daselbst getheilten Stromes bilden. Eine mässige Verstärkung der Gesamtströmung oder eine nicht sehr bedeutende Verrückung des Stromstriches in einem oder dem andern der beiden Arme gegen den Haufen hin genügt, um den betreffenden Rand dieses letzteren anzugreifen und die früher flache Abböschung der Bank zu einer steil abfallenden zu gestalten. Ein solches Angegriffenwerden findet insbesondere dort leicht statt, wo das primäre oder Hauptufer entweder vollständig fest, oder doch schwerer angreifbar ist, als das losere Material des Haufens.

Ebenso wird häufig der dem Strome zugekehrte Rand eines Uferlängshaufensangepackt, indem auch dieser Rand bei niedrigerem Wasserstande ein secundäres Ufer darstellt.

Nur in ziemlich beschränktem Masse pflegen die Ränder der Scheiben angegriffen zu werden. Es wurde zwar oben gezeigt, dass solche vorspringende, zungenförmig verlängerte Scheiben nicht selten durchrissen werden; das ist aber eine Veränderung, welche nicht nur den Rand berührt und in die Gruppe der unter *c* behandelten Veränderungen gehört. Der eigentliche gekrümmte Saum einer Scheibe wird deshalb selten angegriffen, weil aus den wiederholt dargelegten Gründen der Stromstrich in der Regel

auf der entgegengesetzten Seite des Bettes liegt und nicht gegen die Scheibe hin wechselt, so dass also der Rand der Scheibe im ruhigeren Wasser zu liegen kommt. Die Scheiben bei festen Ufern, wenn sie nicht durchgerissen werden, vergrössern oder verschmälern sich also im Allgemeinen nur unbedeutend und bleiben jedenfalls an der gleichen Seite der Krümmung liegen. Bei angreifbaren Ufern vergrössern (verlängern) sie sich in dem Masse, wie auf der entgegengesetzten (concaven) Uferseite das Abfressen und Aushöhlen des Ufers zunimmt.

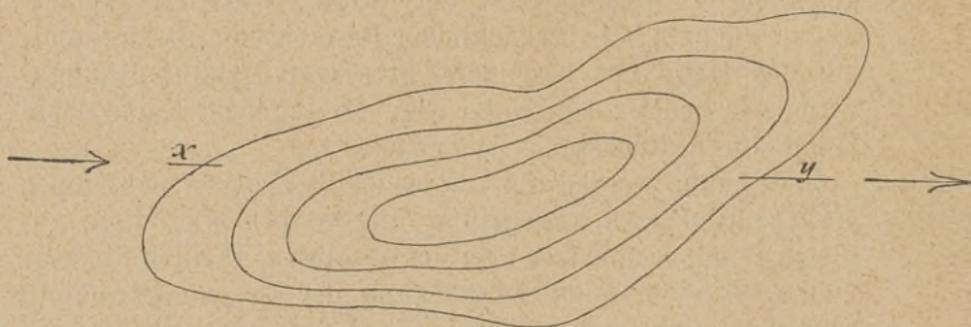


Fig. 39.

c) Durchrisse.

Eine bedeutendere Veränderung eines Haufens findet dadurch statt, dass er an einer oder an mehreren Stellen durchgerissen wird. Um hierüber ein richtiges Urtheil zu gewinnen, muss man im Auge behalten, dass hiebei der Anfang fast immer an der nauwärts gelegenen Seite eines

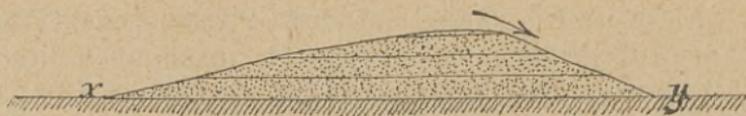


Fig. 40.

Haufens, und zwar in folgender Weise beginnt. In Fig. 39 ist ein Mitterhaufen dargestellt, welcher bei niedrigem und schwach mittlerem Wasserstande, soweit als hier gezeichnet ist, trocken liegt. Ein Profil desselben Haufens nach der Richtung xy sei Fig. 40. Wenn nun höherer Wasserstand mit entsprechender Strömung eintritt, so wird

der Haufen überronnen, und bei Beginn dieser Überfluthung muss das Wasser von der Kuppe des Haufens nauwärts nach Art eines, wengleich nur schwachen Wasserfalles hinunter gleiten. Nun ist es bekannt, dass Wasserfälle sich selbst in sehr harten Betten nach und nach rückwärts einschneiden, also stromaufwärts weiterrücken. Um so leichter und rascher findet ein solches von unten her stromaufwärts rückendes Einschneiden statt bei einem Haufen aus losem Materiale, wenn der soeben angedeutete Fall der Ueberströmung eintritt. Ein solches Einschneiden findet insbesondere an jenen Stellen statt, wo der nauwärts gekehrte Rand des Haufens schon ursprünglich eine steilere Böschung hatte, oder wo zufällig das Material

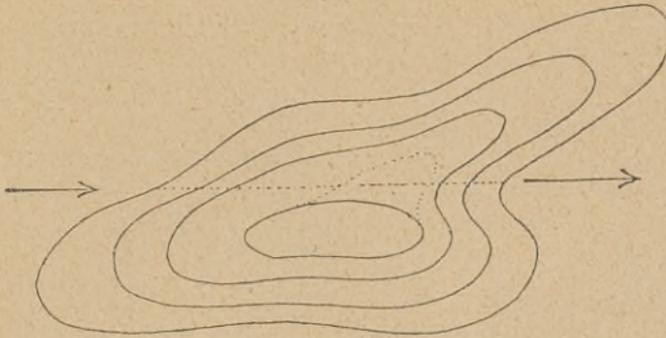


Fig. 41.

etwas leichter und loser ist als an anderen Stellen. Von solchen günstigeren Punkten aus runs't also leicht der Strom, — selbst wenn nicht etwa der eigentliche Stromstrich über den Haufen geht — einen mehr oder minder bedeutenden Canal in den Haufen ein, und zerschneidet ihn in zwei Theile. Der Hergang ist in den Figuren 40, 41 und 42 dargestellt. Es wird bei steigendem Wasser über den steileren Abhang des Haufens gegen y (Fig. 40) hin eine verstärkte Strömung, ein Wasserfall in kleinem Massstabe abrinnen und dort leicht den Schotter oder Sand in Bewegung setzen. Der Haufen erhält dadurch in der Gegend von y die Gestalt wie Fig. 41, endlich wie Fig. 42 zeigt, d. h. er wird durchgerissen. Beim Fallen des Wassers bleibt in der so gebildeten Rinne noch fließendes Wasser, wenn

die höheren Theile des Haufens schon trocken sind und setzt das „Ausrunsen“ mit Erfolg fort. Canäle dieser Art werden von den Donauschiffen „Schleussen“ genannt. Ihre beiden Ränder sind immer sehr steil, und von dieser charakteristischen steilen Böschung hat man die Bezeichnung „schleussig“ abgeleitet, welche für alle sehr steilen Abböschungen irgend welcher secundären Ufer gilt.

In derselben Weise, wie hier von einem Mitterhaufen dargestellt, geht auch das schon früher erwähnte Durchreißen excessiver Scheiben oder Zungen vor sich. Der stromabwärts liegende Rand einer Scheibe liegt — wie es das Gefälle mit sich bringt — etwas tiefer als die stromaufwärts gekehrte, an dem die Strömung zuerst ankommt; diese

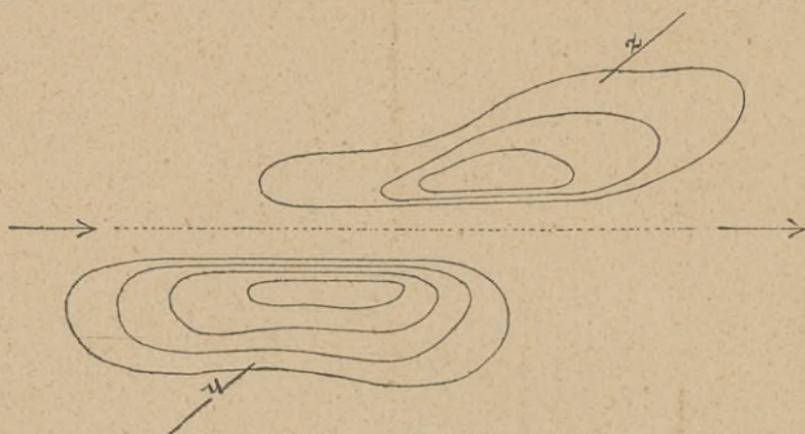


Fig. 42.

hat also, wenn die Scheibe überronnen wird, eine Tendenz schief über den Haufen weg zum entgegengesetzten Rande und es erfolgt daher leicht der gleiche Hergang, wie er oben angedeutet wurde. In raschen Gebirgsbächen zeigt fast jede stark vorgestreckte Scheibe oder Zunge ihre schon präformirte diagonale Schleusse, in die bei jedem höheren Anschwellen Wasser eintritt und bis zum Niederwasser seine ausfurchende Wirkung fortsetzt; je geringer aber das Gefälle, je runder die Scheibe und je grösser oder schwerer die Geschiebe, desto weniger entschieden treten diese Erscheinungen auf und umgekehrt. Auch Mündungs- oder Deltahaufen werden in solcher Weise nicht selten zerschnitten; Uferlängshaufen hingegen unterliegen fast niemals diesem Schicksale.

Es wurde hier nur von der Bildung einer einzigen Schleuse durch einen Haufen gesprochen, aber nicht selten wiederholt sich dieser Vorgang an mehreren Stellen eines und desselben Haufens, und zwar in Richtungen, die gegen einander convergiren, so dass die ganze Masse des Haufens in mehrere Stücke getheilt wird. In solchen Fällen erscheint dem ungeübten Auge ein vermeintliches Chaos regelloser Haufen; wenn man aber um eine solche Gruppe von Ablagerungen eine Grenzlinie zieht, durch welche die äussersten Ränder der einzelnen Stücke miteinander verbunden werden, so findet man, dass man nichts Anderes vor sich hat, als zertheilte Stücke eines Haufens, welcher ursprünglich ganz nach einer der früher erwähnten Regeln gebildet war, und jetzt nur eine secundäre Veränderung

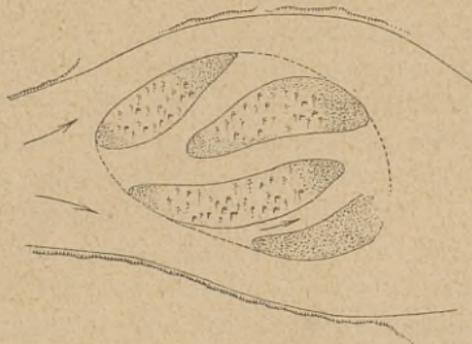


Fig. 43.

erlitten hat. Fig. 43 zeigt z. B. einen getheilten Mitterhaufen, wie er vor einigen Jahren unterhalb der Brücke bei Tulln lag. So kann auch ein abgetrenntes Endstück einer stark vorgestreckten Scheibe oder Zunge fälschlich als Mitterhaufen aufgefasst werden. Im Ganzen pflegt deshalb der Stromstrich oder das Fahrwasser doch so zu verbleiben, wie es der ursprünglichen Vertheilung von Ablagerung und Wasser entspricht; bisweilen aber erweitert und vertieft sich eine Schleuse derart, dass sich der Stromstrich in dieselbe verlegt und die frühere Vertheilung von Wasser und Haufen wesentlich verändert wird.

d) Wegfuhr und Wandern der Haufen.

Die gründlichste Veränderung, welche mit einer Ablagerung vor sich gehen kann, besteht darin, dass sie

von ihrem Platze gänzlich verschwindet; dies kann nun auf verschiedene Weise und unter verschiedenen Folgewirkungen geschehen.

Eine Bank kann schichtenweise — sei es allmählig, sei es rasch — wenn eine verstärkte Strömung über sie hinget, so stark „abgezogen“ werden, dass ihre Oberfläche weit unter das Niveau des Mittelwassers zu liegen kommt, dass sie also zwar vielleicht noch eine Unebenheit des Grundes, aber keinen das Fahrwasser behindernden „Haufen“ mehr bildet. Der ursprüngliche „weisse“ Haufen wird dabei zunächst zum „rothen“, und ist endlich „getränkt“.

Eine eigenthümliche Art des Verschwindens, aber verbunden mit einem Wiederauftauchen an anderen Stellen, also ein „Wandern“ findet statt bei Uferlängshaufen, besonders, wenn sie durch Reflexion an parallel und gerade laufenden Ufern entstanden sind. Solche Bänke pflegen je nach der Geschwindigkeit der Strömung und der Natur der Sinkstoffe in kürzeren oder längeren Zeiträumen von ihrem Platze zu verschwinden und es erscheint dagegen weiter stromabwärts am anderen Ufer ein neuer Haufen.

Wenn z. B. heute die Vertheilung der Haufen eine solche ist wie in Fig. 20 bei *a*, *b*, *c* und der Stromstrich serpentinirt nach der Doppelcurve *o d e f*, so werden nach mehreren Jahren die Haufen gerade dort liegen, wo heute der Stromstrich nahe am Ufer hinstreicht (also bei *d*, *e*, *f*), und der Stromstrich (punktirte Linie *a — p*) wird über jene Stellen weggehen, an denen heute Haufen liegen. Dieses Wandern tritt aber mit solcher Regelmässigkeit nur dort ein, wo die Ufer gerade, parallel, und von Natur oder durch Kunst fest (unangreifbar) sind; fehlt eine dieser Bedingungen, so fällt jenes Wandern fort. Ist z. B. der Lauf des Flusses gekrümmt, so kommen die bekannten festliegenden Scheiben vor; treten die Ufer auseinander (Weitung) oder näher zusammen (Enge) so entstehen die schon früher erwähnten Mitterhaufen und Rückstauhaufen ohne regelmässige Veränderung; sind endlich die Ufer angreifbar, so frisst sich der Strom in der Nähe der Reflexionspunkte ein, bildet da Hohlufer und gegenüber Scheiben oder Zungen nach dem schon früher angeführten Gesetze.

e) Veränderungen durch den Eisstoss.

Die bisher betrachteten Veränderungen — Zu- und Abnahme — der Ablagerungen gehen nach erkennbaren Gesetzen vor sich und lassen sich daher bei fachlich genauer Erwägung aller Umstände für die verschiedenen vorkommenden Fälle voraussetzen. Dagegen ist das kaum möglich bei jenen Veränderungen, die ein Eisstoss im Gefolge hat. Da, wie schon früher gezeigt, der Eisstoss sich nur dann einstellt, wenn grosse Massen von Eisschollen auf Untiefen stranden oder in Engen sich schoppen, den nachrückenden den Weg verlegen, eventuell auch bei wieder eintretender grosser Kälte zu einer festen Barre zusammenfrieren, kennt man zwar aus Erfahrung die Strecken, wo derlei Bärren sich zu stellen pflegen, aber wie lange die Barre hält, wie weit stromaufwärts das Vorbauen des Eises und der Rückstau des Wassers sich erstrecken wird, ob der Stoss nach und nach durch allmählig anschwellendes Wasser gehoben oder durch einen mächtigen Wasserschwall plötzlich fortgerissen wird, ob er unterwegs sich noch einmal oder mehrmal auf kürzere oder längere Zeit irgendwo stellt und das Spiel von Neuem beginnt, — das Alles hängt von so vielen, theils bekannten localen, theils nicht vorherzusehenden allgemeinen Umständen (z. B. Niederschlägen oder Thauwinden im oberen und unteren Theil des Flussgebietes, Eintritt grosser Kälte u. s. w.) ab, dass eine Vorhersicht ebenso unmöglich ist, wie die Anführung bestimmter Specialgesetze für die Veränderungen, die das Wasser während des Eisstosses innerhalb des Flussbettes hervorbringt. Man muss sich begnügen, auf das ganz allgemeine Gesetz zu verweisen, dass Ablagerungen entstehen, wann und wo die Stromgeschwindigkeit sich vermindert, und dass umgekehrt Ablagerungen abgezogen oder angepackt oder getränkt werden, wann und wo die Stromgeschwindigkeit zunimmt. Demnach wird im Allgemeinen dort, wo in Folge des feststehenden Eisstosses stromaufwärts von diesem ein Anstauen des Wassers bei sehr verminderter oder aufgehobener Strömung stattfindet, ein reichlicher Absatz von Sinkstoffen stattfinden, und zwar vorzüglich dort, wo bereits Ablagerungen vorhanden, daher die Bedingungen dafür günstiger sind. Die Sinkstoffe aber, welche im Stauwasser suspendirt sind,

können nur feine und leichte — Wellsand, Schlick — sein, weil ja Stauwasser nicht die Kraft hat, grössere Geschiebe zu tragen. Die Ablagerungen bei Stauwasser bestehen also vorwiegend in der Aufsandung und Erhöhung von Haufen und Auen, Ausfüllung seichter ruhiger Arme mit Sand und Schlamm u. s. w. Wenn aber der Stoss weicht, daher das Stauwasser wieder abfließt, wird nicht nur an vielen Stellen dasjenige wieder weggeschwemmt, was vom Stauwasser angesetzt war, sondern die verstärkte Strömung setzt auch Schotter des Grundes und der vorhandenen Haufen in Bewegung und bewirkt je nach dem unberechenbaren Zusammentreffen von Umständen einerseits Schleussen, Durchrisse, bisweilen selbst erweitert zum Hauptfahrwasser, Verflachung oder Tränkung von Haufen und selbst Auen, andererseits aber wieder Ablagerung des fortgerissenen Materials an ruhigeren Stellen. Trotz alledem aber sind die nachhaltigen Wirkungen des Einflusses nicht so bedeutend, wie man vermuthen sollte; denn die Configuration des ganzen Terrains, in dem der Fluss läuft, bleibt doch im Ganzen unverändert, ebenso das Gefälle, die Strömungen sind nur local, oberhalb und unterhalb der veränderten Stelle bleiben die Verhältnisse die gleichen und es setzt sich bald wieder Alles in jenes Gleichgewicht. In der That, wenn man den Lauf der Donau nach dem jeweiligen Zustande verfolgt, so findet man, ungeachtet zahllose Eisstöße schon darüber hingegangen sind, doch nur ganz wenige Stellen, an denen man für die Erklärung dauernder, mit den bekannten Gesetzen nicht übereinstimmenden Gestaltungen des Laufes den Eisstoss zu Hilfe nehmen müsste.

IV. Stromspaltungen, Inseln, Einrinnen und Gescheide.

Durch die nun geschilderten Vorgänge: *a*) der Haufenbildung, besonders der Mitterhaufen, dann *b*) des Einfressens an concaven Ufern und Verlegen des Stromstriches auf die andere Seite, endlich *c*) der Durchreissung schon gebildeter Haufen und Scheiben entstand und entsteht der grösste Theil der Stromspaltungen (einfache und mehrfache Gabelungen und Verzweigungen). Auf dem ganzen Laufe der Donau gibt es

nur wenige Stellen, an denen der Strom durch eine sich entgegenstellende feste Terrainmasse, wie einen Felsenhügel oder Berg, oder selbst nur eine grössere Klippe, zur Theilung genöthigt wird; fast durchgehends lässt sich nachweisen, dass eine nach den hier besprochenen Naturgesetzen in älterer oder neuerer Zeit gebildete Ablagerung des Flusses selbst die Spaltung herbeigeführt hat. Diese rührt aber auch oft daher, dass der Fluss in beweglichem Terrain von der früher eingehaltenen Richtung sich in einem Bogen seitlich entfernt hat, ohne sein altes Bett ganz trocken zu lassen, so dass nun zwei Betten vorhanden sind, zwischen denen der Fluss ein Stück Land aus dem früheren Ufer herausgeschnitten und zur Insel gemacht hat. Auf diese Art entstehen Auen im Fluss, welche mit den zu Auen avancirten Haufen (S. 75) nicht zu verwechseln sind. Die ersteren haben in ihrem Boden ganz dieselbe Constitution wie das Uferland, aus dem sie herausgeschnitten sind; die aus Haufen erwachsenen Auen hingegen zeigen unter einer mehr oder minder mächtigen Wellsanddecke eine Unterlage von Schotter oder Flusssand derselben Art, wie die Haufen derselben Strecke.

Unsere Schiffer unterscheiden ganz richtig zwischen „Einrinnen“ und „G'scheid“. Grössere Arme, die sich weit vom gegenwärtigen Stromstriche entfernen und oft erst in weitem Bogen wieder zum Hauptwasser zurückkehren, werden „Einrinnen“ genannt; dagegen bezeichnet man die Rinnen, welche aus der Durchreissung oder Ausrunsung von Haufen entstehen und meist sehr veränderlich sind, als „G'scheid“ (Gescheide). Solche sind in Fig. 43 die drei Arme zwischen den Haufenstücken. Als „Ludl“ (Lurl?) werden schmale Rinnale mit schwacher Strömung bezeichnet, deren Ufer daher nicht so wie jene der G'scheide „brechen“. Blind endigende Seitenarme, die meist gekrümmt (hakenförmig) und aus ehemaligen, später am unteren Ende verlegten Gescheiden entstanden sind, werden „Hagl“ (Haken, Häkchen) genannt.

V. Einfluss von Strombauten auf das Fahrwasser.

Die verschiedenen Arten von Strombauten interessiren den Schiffer hauptsächlich nur insoferne, als sie das Fahrwasser beeinflussen, und er erkennt von seinem Standpunkte

aus nur diejenigen als vortheilhaft, welche ihm eine möglichst constante Fahrbahn mit entsprechender Fahrtiefe bei genügender Breite herstellen. Das geschieht in Stromengen mit Felsenbetten hauptsächlich durch Sprengungen, in Weitungen bei meist losem Materiale durch Zusammenfassen des Wassers in ein einziges Bett und Sicherung der Ufer, in speciellen Fällen auch durch das Wegräumen localer Hindernisse, wie Steinkugeln, Reste alter, vom Wasser getränkter oder umgangener Sporne, Bühnen u. dgl., Ablenkung des Stromstriches von gefährlichen Stellen durch Leitwerke u. s. w.

Die betreffenden Arbeiten in Felsenbetten können nicht so leicht ihren Zweck verfehlen, wie Herstellungen in angreifbaren Betten, wenn nur der Hauptplan ein gesunder ist. In der Donau sind die wichtigsten derartigen Verbesserungen: die Sprengung im Struden unterhalb Grein, wodurch wenigstens zwei breitere Fahrbahnen gewonnen werden sollen, ferner die Sprengung des Haussteines gleich unterhalb des Strudens, wodurch der einst so gefürchtete Wirbel unschädlich gemacht wurde; dann die eben in Angriff genommenen Sprengungen im Defilée des Eisernen Thores, deren Wirkung noch abzuwarten ist.

In den Weitungen sind planmässig für längere, natürlich begrenzte Strecken angelegte Regulirungen bisher hauptsächlich in Niederösterreich zwischen der Mündung des Isper-Flusses in die Donau und dem Defilée bei Theben, und zwar unter der Leitung der hiezu delegirten Donauregulirungs-Commission, dann neuestens in Ungarn zwischen Pressburg und Gönyö von der dortigen Regierung unternommen worden. Von den erstgenannten bedeutenderen und zusammenhängenden Regulirungen ist nur jene bei Wien — der sogenannte Donaudurchstich — seit einer Reihe von Jahren vollendet und kann nach seiner Wirkung auf das Fahrwasser beurtheilt werden; die anderen einschlägigen Strombauten sind noch nicht durchgehends im Zusammenhang ausgeführt. Was nun den Donaudurchstich betrifft, welcher in einer sehr flachen, einer Geraden beinahe gleichkommenden Curve mit der Concavität am rechten (der Stadt zugekehrten) Ufer geführt ist, so hat er durch Zusammenfassung des früher in unstete Arme gespaltenen Wassers in ein einziges Bett die Fahrbahn sehr wesentlich verbessert, wenngleich es nicht gelungen ist, die Ablagerung von Uferhaufen

und das Serpentiniren des Stromstriches zwischen denselben ganz zu vermeiden. Der in allmälliger Ausbildung begriffene eigentliche Flussschlauch bietet nun ziemlich stetig hinreichende Tiefe, wengleich in wechselnder Breite, für den Schiffsverkehr; das Wandern den Haufen ist auf ein geringes Mass eingeschränkt und nur zeitweise sind locale Baggerungen nothwendig, um das Anlegen der Schiffe unmittelbar an den Quais der wichtigeren Verkehrsstellen zu ermöglichen. Das oben (S. 59) angedeutete Gesetz hat sich eben auch hier geltend gemacht und konnte füglich eine andere Wirkung auch gar nicht erwartet werden, wenn die einer Geraden sehr nahe kommende Trace mit Rücksicht auf die gesammte Stadterweiterung im Vorhinein fest bestimmt war. Es wäre daher kaum jemand zur Kritisirung veranlasst gewesen, wenn nicht die Erwartung genährt worden wäre, dass durch Einengung des Bettes die Haufenbildung mit ihren natürlichen Folgen vermieden werden würde.

Auf den anderen Strecken der Donau mit veränderlichem Bette sind zwar zahlreiche Strombauten seit langer Zeit ausgeführt worden, dieselben haben jedoch selbst dort, wo sie im Einzelnen tadellos hergestellt waren, weil sie meist nur localer Natur waren und nach wechselnden Gesichtspunkten und Systemen stattgefunden haben, das Fahrwasser nur hie und da auf einige Zeit verbessert, bisweilen die Schäden von einer Strecke auf die andere verschoben; die sämmtlichen Weitungen der oberen und mittleren Donau sind reich an diesbezüglichen Beispielen, deren detaillirte Anführung jedoch hier keinen Zweck hätte. Nur das ergibt sich aus allen bisherigen Erfahrungen, dass sich in den Weitungen der Geschiebeführenden oberen und mittleren Donau kaum Anderes erreichen lässt, als ein stetig und gesetzmässig serpentinirendes Fahrwasser anstatt eines unstet wandernden, indem man dem Bette angemessene Krümmungen mit tief hinab versicherten Böschungen gibt. Von solchen könnte man allenfalls, wie schon oben (S. 63 und 78) erwähnt, die Wirkung erwarten, dass der Stromstrich nur zwischen den auf den Convexitäten festliegenden Haufen (Scheiben) serpentiniren, also das Fahrwasser nicht wesentlich wechseln werde.

Welche Krümmungen und Breiten jedoch bei den verschiedenen Gefällsverhältnissen und Sinkstoffen für die gegebene

Wassermasse die angemessenen sind, ist allerdings noch nicht sichergestellt und sollte das Studium dieser Frage, die bei allen grösseren Regulirungen schiffbarer Flüsse wiederkehrt, nicht allein Hydrotechniker, sondern auch gebildete praktische Schiffer beschäftigen, welch' letztere bei der wiederholten Befahrung langer Strecken diesbezügliche Erfahrungen zu sammeln in der Lage wären.

Zur Verständigung bezüglich der Bezeichnungen möge hier noch bemerkt werden, dass die Donauschiffer, dem technischen Sprachgebrauche nicht entsprechend, alle gestreckten Steinbauten im Strome, seien es Bühnen irgend einer Richtung, oder Leitwerke, Abschlussdämme u. s. w. „Sporne“ nennen und deren freie Enden im Allgemeinen als „Happ“ (Haupt), die in den Fluss hinausragenden Enden auch als „Fürkopf“ (Vorkopf) bezeichnen; endlich dass die Pflasterung von Uferböschungen „B'schlacht“ (Beschläge) heisst.

VI. Schiffmännische locale Abhilfen mit Benützung der Strömungen zur vorübergehenden Besserung des Fahrwassers.

Der Schiffer hat oft Gelegenheit, die Gesetze des strömenden Wassers auszunutzen, wenn es sich um momentane Abhilfe gegen leicht zu behebende Hindernisse im Fahrwasser handelt, wobei er auf Selbsthilfe angewiesen ist. In dieser Beziehung haben die Donauschiffer, genöthigt durch die vielen und wechselvollen Haufenbildungen und Umlegungen des Stromstriches, seit langer Zeit einige Praktiken geübt, die auch anderwärts nützlich angewendet werden können. Hier sollen einige derselben beispielsweise angeführt werden, um darauf hinzuweisen, dass es sich lohnt, im Verkehr mit erfahrenen Donauschiffern auch in dieser Beziehung von ihnen zu lernen.

Wenn die Fahrbahn durch eine minder bedeutende Bodenschwelle verseichtert, oder auf eine zu seichte Schleuse oder auf ein solches Gescheide reducirt ist, was in alluvialen Weitungen zur Zeit des Niederwassers, besonders unmittelbar nach schnell verlaufenem Hochwasser, nicht selten vorkommt, wird zur Vertiefung oft mit Nutzen ein Mittel angewendet, welches auf den Grundsätzen über die Einschränkung des

Bettes beruht. Am oberen Eingang des Gescheides werden längs eines oder beider Ufer entsprechend beladene Schleppe angelegt, welche die Stelle von Längsbauten zur Einschränkung des Bettes vertreten und, wenn der Grund aus nicht allzu schwer beweglichem Schotter oder Sand, oder auch aus suppigem Schlamm besteht, die Wirkung hervorbringen, dass die verstärkte Strömung das Bett um einige Decimeter austieft. Es wird aber dabei vorausgesetzt, dass in der Strecke vermöge ihres Gefälles eine nicht zu geringe Stromgeschwindigkeit herrsche; denn bei schwacher Strömung überwiegt der Rückstau oberhalb der Schleppe, und es legen sich daselbst Geschiebe an (vergl. S. 53, 54). Auf die hier dargestellte Art können allerdings nur geringe Anschwellungen in kurzer Längenerstreckung beseitigt werden, aber oft handelt es

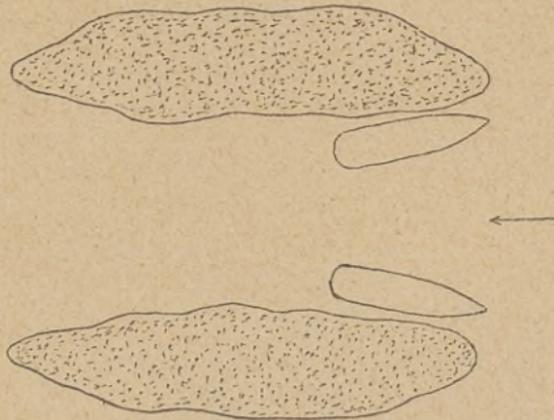


Fig. 44.

sich eben nur um eine so unbedeutende Tiefendifferenz und um wenige Tage, bis das Wasser wieder zugibt. Bei festem Grunde (schwerem Schotter, Felsen, plastischem Letten) reicht dieses Mittel nicht aus. Da es nichts Anderes kostet, als eine Disposition mit schon vorhandenen Fahrzeugen, hat es unter den geeigneten Umständen entschieden praktischen Werth. Fig. 44 erläutert diesen Gegenstand.

Aehnlich verhält es sich mit folgender Abhilfe. Wenn die Strömung nicht in der Richtung der zu vertiefenden Fahrbahn, sondern schief gegen dieselbe geht, wird ein beladener Schlepp so gegen die Strömung gestellt, dass ihr

Reflex vom Schlepp (der hier wie ein Abweisdamm wirkt) in die Richtung des auszutiefenden und zu erweiternden Gerinnes fällt (Fig. 45). Man nennt diese Operation „Hinschelchen“ (von „schelch“, d. h. schief).

Hauptsächlich zur Verbreiterung der Fahrbahn zwischen Schotter- oder Sandhaufen dient das sogenannte „Waschen“. Ein Raddampfer, der entweder so leicht geht, oder so gering beladen ist, dass er nahe an das eine Ufer der auszuweitenden Fahrbahn gelangen kann, legt sich längs an die betreffende Stelle und lässt entweder beide Räder oder das uferseitige Rad in ganz kurzen Schlägen abwechselnd vor- und rückwärts arbeiten, wobei er selbst auf der gleichen Stelle bleibt und nur ein Aufwühlen des Wassers hervorbringt.

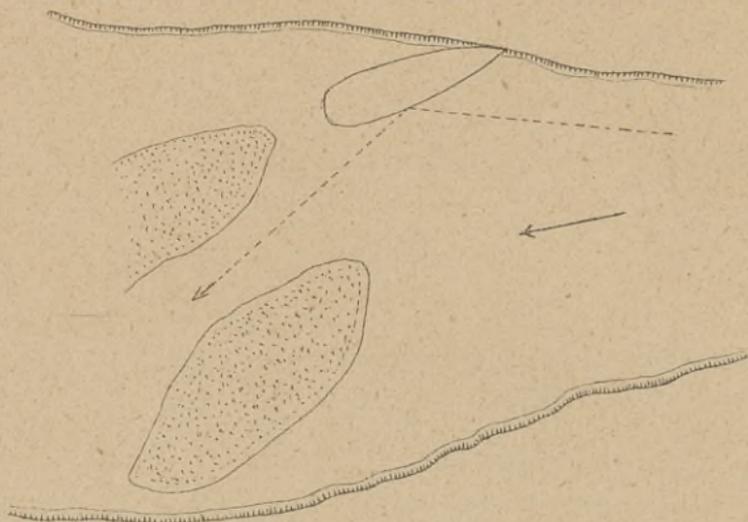


Fig. 45.

Der dabei entstehende Wellenschlag unterwühlt das Ufer, das lose Material desselben stürzt ab, und die Strömung führt den aufgewühlten Schotter leichter fort, als sie den bereits festliegenden fortführen könnte.

Es handelt sich überhaupt bei solchem Materiale oft nur darum, die Trägheit zu überwinden, dasselbe aus seiner festen Lage zu bewegen, worauf sich die Strömung der in Bewegung gesetzten Steinchen oder Körner leichter bemächtigt.

Hierauf beruht auch die Anwendung des sogenannten „Baggerrechens“. Auf einem starken Frachtdampfer oder

Remorqueur wird anstatt des Bugsprletes ein sehr starker, vierkantiger Balken oder ein eiserner Träger beiläufig nach Art eines verlängerten Ankerkrahnes angebracht, an dessen vorderem Ende an einer Kette, die über Rollen läuft, ein mächtiger eiserner Rechen dwars aufgehängt ist; dieser besteht aus einem dreieckigen Rahmen, an dem nach unten starke Zähne aus Hartguss, und nach oben Tragketten angebracht sind, welche zur Manövrirkette zusammenlaufen. Der Rechen kann, ähnlich wie ein Anker, mittelst dieser Kette auf den Grund gelassen und durch die Dampfwinde wieder gehoben werden. Um diesen Apparat in Wirksamkeit zu setzen, fährt der Dampfer an das obere Ende der auszutiefenden Fahrbahn, lässt dort den Rechen fallen und fährt dann mit voller Kraft nach rückwärts, wobei die stumpfwinklige Spitze des gleichschenkligen flachen Dreieckes vorangeht und das Ganze wie eine dreieckige, mit der Spitze tracirende Egge wirkt. Der

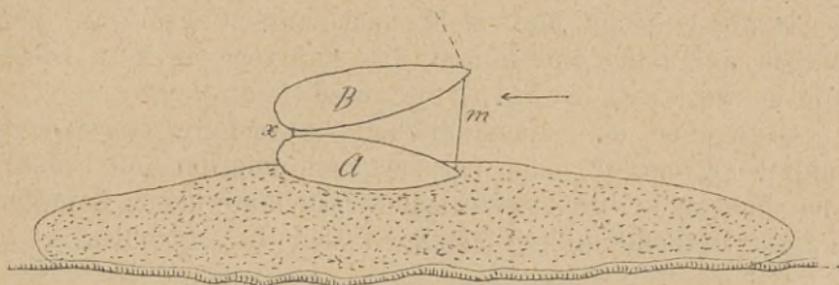


Fig. 46.

so am Grunde hinschleifende schwere Rechen wühlt den Schotter auf, und das genügt bei mittelstarker Strömung oft, um eine hinreichende Menge des Materials fortzuführen und die gewünschte Austiefung zu erzielen. Auf diese Art können kürzere Strecken von etwa 60—80 Metern mit Erfolg behandelt werden *).

Unter den Arbeiten, welche auf zweckmässiger Benützung von Strömungsverhältnissen in einem Flusse beruhen, soll noch eines Mittels zum Abbringen „ländgefahrener“ (ge-

*) Eine nähere Beschreibung und Abbildung wird hier nicht gegeben, da zur genaueren Information die eigene Anschauung bei den betreffenden Fahrzeugen der Dampfschiffahrts-Gesellschaft vorzuziehen ist.

strandeter) Fahrzeuge erwähnt werden, das durch Fig. 46 erläutert wird. Wenn das Fahrzeug *A* auf dem Haufen fest sitzt, wird ein zweites beladenes, möglichst grosses und schweres Fahrzeug *B*, dessen Masse diejenige von *A* übertreffen soll, von der Stromseite her mit *A* so in Verbindung gebracht, dass beide mit ihren stromabwärts gekehrten Enden (bei *x*) aneinander liegen, dabei fest verbunden sind und von dort aus in einem spitzen Winkel divergieren. Dadurch entsteht eine Art von Trichter, von dessen Eingang bei *m* sich das Wasser gegen das verengte Ende hin bei *x* zusammendrängt, wodurch ein (wenn auch nur sehr mässiger) Stau entsteht und eine verstärkte Abströmung aus dem Stau bewirkt wird. An den stromaufwärts gekehrten Enden sind die beiden Fahrzeuge durch ein Seil verbunden, mittelst dessen die Oeffnung *m* anfangs ziemlich eng gehalten wird, worauf man allmählig das Seil nachlässt. Hierbei wird das Fahrzeug *B*, welches nur bei *x* einen festen Drehungspunkt besitzt, durch die Strömung mehr und mehr nach aussen gedrängt (zum Abfallen gebracht) und nimmt das Fahrzeug *A* mit. Dieses Manöver wird als „Schlingen“ bezeichnet.

Gegenüber der umständlichen Anwendung eines sogenannten „Kameels“, oder im Vergleich mit dem oft bedenklichen Abbringen durch gewaltsames Ziehen mit einem Dampfer, ist diese Methode unter Umständen sehr zu empfehlen.

D. Uebersichtliche Schilderung des Laufes der Donau.

Eine Flussbeschreibung kann nach verschiedenen Eintheilungsgründen vorgehen, zum Beispiel nach der schulmässigen Unterscheidung von Ober-, Mittel- und Unterlauf, nach den hauptsächlichsten Gefällsbrüchen, nach den Ländern, welche der Fluss durchläuft, nach Abschnitten zwischen Engen (Défiléen) und Weitungen, nach den Strecken zwischen den Mündungen je zweier grösserer Nebenflüsse u. s. w. Da es sich für uns hauptsächlich um jene Bedingungen handelt, von denen das Fahrwasser beeinflusst wird, müssen zunächst die Haupttypen der Quer- und Längsprofile und die wesentlich von letzteren abhängigen Gefällsverhältnisse in Betracht gezogen werden. Wie jeder längere Strom, so zeigt auch die Donau zwei Haupttypen von Querprofilen: erstens eng, meist zugleich tief und beiderseits von festen (felsigen) Böschungen begrenzt: Typus der „Défiléen“, den die Donau auf den Strecken Passau-Aschach, Wilhering-Linz, bei Grein mit dem Strudel und Wirbel, Ardacker-Marbach, Mölk-Stein, dann bei Theben (Deveny) unterhalb der March-Mündung, bei Gran in Ungarn, dann vom Babakaj-Felsen bis gegen Turn-Severin (Eisernes Thor im weiteren Sinne) zeigt; zweitens: breite, meist zugleich minder tiefe und entweder einerseits oder auch beiderseits, von losem, den Angriffen des Wassers wenig widerstehendem Materiale begrenzt: Typus der „Weitungen“, welchen die Donau auf allen übrigen Strecken mehr oder minder ausgesprochen darbietet.

Solche Betten verlaufen meist in weicheren Ablagerungen tertiären oder diluvialen Ursprungs; Lehm, Letten oder Tegel, Sand, Schotter oder ein Gemenge dieser Materialien sind es, welche die Ufer und die Grundunterlage solcher Flussstrecken bilden. Innerhalb dieses vom Flusse in entlegenen Zeiten ausgefurchten Bettes liegen dann die in gegenwärtiger Zeit vom

Flüsse ausgebreiteten und noch immer in Wanderung begriffenen Materialien, welche das Wasser heutzutage mit sich führt. Den Typus einer beiderseitigen Weitung, wie er sich besonders auf den mittleren Strecken der Donau oft wiederholt, repräsentirt die beistehende Figur 47. Es bedeutet *A*, *B*, *C*, älteres Gestein; *d*, *e*, alte tertiäre und diluviale Auskleidungen (z. B. *d*, *e*, tertiärer Tegel, *f*, *g*, diluvialer Sand oder Lehm); *h*, die jetzige Oberfläche des Flusses; *i*, eine Ablagerung aus dem jetzigen Flusse selbst.

Das Längsprofil der Flusssohle kann entweder im grossen Mittel nach langen Hauptstrecken, oder im Detail mit allen seinen untergeordneten Brüchen und Unebenheiten betrachtet werden; ebenso das Gefälle — sowohl das Sohlen-, als das Oberflächengefälle.

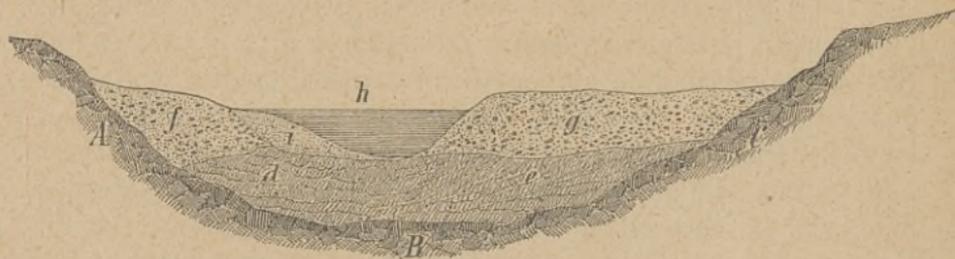
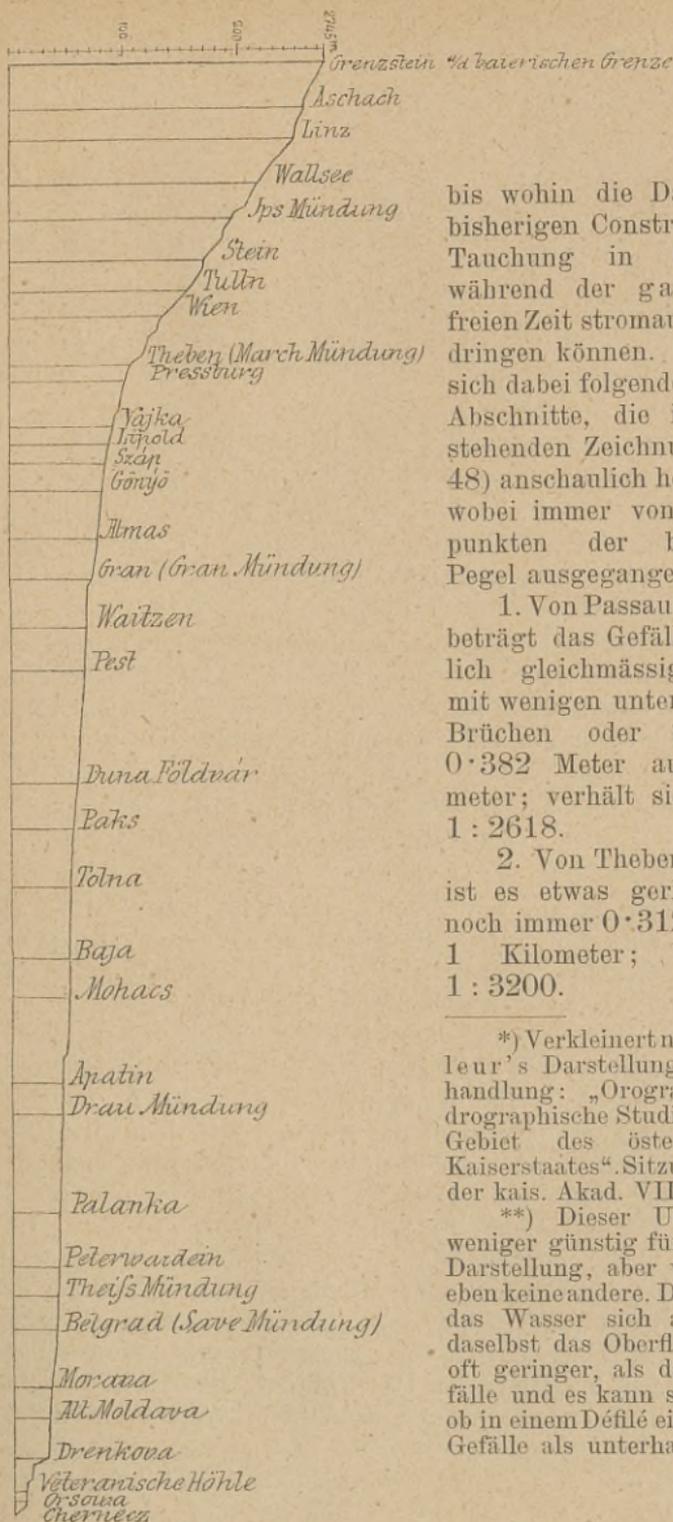


Fig. 47.

Da für die Donau vollkommen genaue Profilmessungen nicht von sehr zahlreichen Stellen benützlich sind, müssen wir uns in allen diesen Beziehungen auf eine allgemeine Uebersicht beschränken.

Gehen wir nun zur Schilderung des Donaulaufes über, so ist zu bemerken, dass die meisten Beschreibungen eine obere, mittlere und untere Donau unterscheiden, und die erstere dieser drei Hauptstrecken von der Quelle bis zum Défilé bei Theben, also bis zum Eintritt in's ungarische Gebiet, die zweite von Theben durch ganz Ungarn bis zum Défilé zwischen Babakaj (Station Alt-Moldova) und Sib (Station Turn-Severin), die dritte von hier bis zur Mündung angenommen wird. Es wird sonach die Donau durch zwei ausgesprochene Défilées in drei Abschnitte getheilt. Um zu sehen, ob diese Eintheilung eine natürliche und praktisch bedeutsame sei, betrachten wir zunächst die Gefällsverhältnisse, beginnend von Passau,



bis wohin die Dampfer der bisherigen Construction und Tauchung in der Regel während der ganzen eisfreien Zeit stromaufwärts vordringen können. Es ergeben sich dabei folgende natürliche Abschnitte, die in der bestehenden Zeichnung*) (Fig. 48) anschaulich hervortreten, wobei immer von den Nullpunkten der betreffenden Pegel ausgegangen ist**).

1. Von Passau bis Theben beträgt das Gefälle — ziemlich gleichmässig — nur mit wenigen untergeordneten Brüchen oder Stufen — 0·382 Meter auf 1 Kilometer; verhält sich also wie 1 : 2618.

2. Von Theben bis Gönyö ist es etwas geringer, aber noch immer 0·312 Meter auf 1 Kilometer; Verhältniss 1 : 3200.

*) Verkleinert nach Streffleur's Darstellung in der Abhandlung: „Orographisch-hydrographische Studien über das Gebiet des österreichischen Kaiserstaates“. Sitzungsberichte der kais. Akad. VIII. Band.

***) Dieser Umstand ist weniger günstig für die genaue Darstellung, aber wir besitzen eben keine andere. Da in Défiléen das Wasser sich anstaut, ist daselbst das Oberflächengefälle oft geringer, als das Grundgefälle und es kann scheinen, als ob in einem Défilé ein geringeres Gefälle als unterhalb wäre.

Fig. 48.

3. Erst unterhalb Gönyö beginnt ein sehr gleichmässig, ohne irgend einen merklicheren Bruch verlaufendes Gefälle bis unterhalb Bazias mit 0·078 Meter auf 1 Kilometer oder 1 : 12857.

4. Gegen Drenkova treten die starken Gefällsbrüche des Défilés ein; als Durchschnitt ergibt sich 0·217 Meter auf 1 Kilometer oder 1 : 4615. Die Flusssohle ist hier beinahe treppenförmig gestaltet.

5. Vom unteren Ende des Défilés bis zur Mündung bleibt ein nur ganz geringes Gefälle von 0·037 Meter auf 1 Kilometer, oder 1 : 27000, also halb so gross wie bei 3.

Nach dem Gefälle ergeben sich also die vorstehenden fünf oder, wenn man das Défilé bei Theben besonders zählen will, sechs natürliche Abschnitte.

Nach dem Sprachgebrauche der Dampfschiffahrtsgesellschaft reicht die obere Donau bis Theben, die mittlere umfasst auch noch das Défilé (die Katarakte) bis zur Station Turn-Severin, wo dann die untere Donau beginnt.

Die Europäische Donau-Commission endlich unterscheidet noch als unterste Donau die Strecke von Galaz abwärts, für welche ein specielles Schiffahrtsreglement, analog demjenigen für die Seeschiffahrt, gilt.

Mehr direct als das Gefälle interessirt den Schiffer die Geschwindigkeit der Strömung. In dieser Beziehung nun ergeben sich — natürlich in Uebereinstimmung mit den Gefällsverhältnissen — gleichfalls Abstufungen, deren Beschreibung jedoch aus dem Grunde weniger praktische Bedeutung hätte, weil sie schon auf sehr kurzen Strecken oft sehr stark wechseln und der Schiffer es nicht mit berechneten Durchschnittsgeschwindigkeiten, sondern mit den wirklichen Geschwindigkeiten eines jeden noch so kurzen Streckentheiles zu thun hat, dann weil diese Geschwindigkeiten überdies je nach den Wasserständen bedeutend wechseln. Die Seite 117 folgende Tabelle der Streckenverhältnisse zeigt die grossen Schwankungen zwischen dem Maximum und Minimum der Geschwindigkeit auf jeder der dort angeführten Strecken innerhalb der österreichisch-ungarischen Grenzen. Man ersieht daraus, dass bis Budapest Geschwindigkeiten von 1·5 bis 2 Metern häufig sind, aber mit starkem Wechsel zwischen

Extremen; dass von Budapest bis zu den Katarakten die Geschwindigkeit selten 1 Meter erreicht, aber zwischen geringeren Extremen schwankt, dann im Défilé wieder bedeutend zunimmt. Von Turn-Severin an wird die Geschwindigkeit gewöhnlich nur mehr nach Seemeilen per Stunde angegeben.

Weitere Gesichtspunkte der Eintheilung für den Schiffer sind die Beschaffenheit des Ufer- und Grundmaterials, dann die Grösse und Veränderlichkeit der Haufen und Auen, die Breite und Tiefe des Wassers, die Radien der natürlichen Krümmungen. Da aber alle erwähnten Bestimmungsstücke sehr wesentlich davon abhängen, ob der Fluss in einer Enge mit festen Ufern, oder in einer Weitung verläuft, muss bei der Charakterisirung der Strecken stets auch auf diesen Umstand Rücksicht genommen werden.

Professor Suess vergleicht in dieser Beziehung den Lauf der Donau mit einem langen Seile, das an mehreren Stellen in verschiedenen Abständen fest aufgehängt, zwischen je zwei solchen Aufhängepunkten aber schlaff gelassen ist. An den Aufhängestellen kann sich das Seil nicht seitlich bewegen, es muss unverrückt in den Grenzen der Befestigung verlaufen; auf den weit längeren schlaffen Strecken aber kann es seitlich schwingen und dabei von der directen Längslinie mehr weniger weit abweichen.

Die festen Aufhängestrecken sind bei einem Flusse — speciell also hier bei der Donau — die Engen, in denen der Fluss beiderseits von natürlichen primären Festufern eingeschlossen ist, die er nicht hinausrücken kann; den schlaffen Strecken des Seiles hingegen entsprechen die Weitungen, bei denen feste, primäre Ufer weit, oft viele Meilen weit, vom Flusslauf entfernt liegen und das Wasser in und zwischen seinen eigenen Alluvionen in verschiedenen veränderlichen Windungen verläuft. Wenn wir bei dem Gleichniss vom Seile bleiben, so ist für die schlaffen Strecken der Unterschied zu beachten, ob das Seil an einer der beiden Seiten einen festen Widerstand findet, der ihm das Ausschwingen nur nach der entgegengesetzten Seite gestattet, oder ob es ungehindert nach beiden Seiten schwingen kann (einseitige und beiderseitige Weitungen). Bezüglich der Weitungen ist auch zu bemerken, dass für sie detaillirte Stromkarten, wie etwa unsere Pasetti'sche oder noch grössere, keine dauernde Geltung haben können,

weil Aenderungen so häufig vorkommen, dass selbst alljährlich einmalige Correcturen der Breiten, Furten, des Fahrwassers etc. nicht hinreichen, um den Stand evident zu halten.

Treffliche Streckenbeschreibungen der ganzen Donau von Regensburg bis Galaz besitzt die Donau-Dampfschiffahrt-Gesellschaft aus der Feder mehrerer ihrer tüchtigsten Organe, unter welche diese Arbeit für die verschiedenen Strecken vertheilt wurde. Darin sind selbstverständlich solche Details und Anweisungen enthalten, welche den Rahmen unserer Darstellung überschreiten würden.

Wenn wir nun das Bett der Donau und dessen begleitende Ufergelände von Passau an nach dem für uns massgebenden Gesichtspunkte verfolgen, so zeigen die Hauptstrecken folgende charakteristische Eigenschaften.

1. Von Passau bis Theben finden wir eine Reihe abwechselnder Engen und Weitungen, wobei die ersteren einen sehr ansehnlichen Theil ausmachen. Die Festufer der Engen sind bis unterhalb Krems meist krystallinische Gesteine, Gneiss und Granit, denen nur hie und da ein Streifen von Gebirgsschutt, Gehängelehm oder Löss angelagert ist, so dass Ausschreitungen des Stromes, selbst wenn er nirgends Uferdeckungen hätte, nur in ganz unbedeutendem Grade stattfinden könnten. Weiter stromabwärts treten bei Greifenstein bis Nussdorf Wiener Sandstein mit geringerer Festigkeit, aber verstärkt durch feste Uferdeckungen, an den Fluss heran, und bei Theben stellen sich ihm links steile Felsen unmittelbar am Ufer, rechts in geringem Abstand, entgegen.

Die Weitungen bestehen aus tertiären Becken, denen diluvialer und recenter Schotter eingelagert ist, welchen der Fluss seit Jahrtausenden theils fortführt, theils hin- und herschiebt und als Alluvialhaufen wieder absetzt, vermehrt durch jenen Schotter und Sand, der von oben her, aus dem Inn- und obersten Donau-Gebiete, herbeigeführt wird.

Der Grund ist in den Engen felsig, oft mit sogenannten „Kugeln“ (abgerundeten Felsstücken), die theils auf oder in Eisschollen aus den Seitengräben und Nebenflusstälern herausgetragen wurden, theils als anstehende Felsenklippen zu betrachten sind. Ueber dem Felsenboden ist meist Schotter gelagert, der auch durchgehends die beweglichen Haufen

und die unteren Alluvialschichten der Auen bildet. Der Schotter dieser Strecke ist bis Aschach häufig kopfgross, untermengt mit kleineren Stücken bis zum Grus herab, und besteht theils aus krystallinischen Gesteinen, theils aus festeren Kalkgesteinen, seltener aus Sandsteinen und Schieferen.

In der Weitung von Aschach bewegt sich schon etwas kleinerer Schotter am Grunde und als Haufenmaterial; Auen sind aus Wellsand oder „Silt“ über Schotterlagen aufgebaut.

Dasselbe Material, theils verschlepptes Diluvium, theils Alluvium, nur mit stromabwärts allmähig abnehmender Grösse, bildet die oberen Lagen des Grundes und gibt den Stoff für die Haufen und Auen auf der ganzen weiteren Strecke bis Theben. Was noch unter diesem Schotter am Grunde liegt, ist grösstentheils unbekannt, dürfte aber in den Weitungen streckenweise tertiärer Letten oder Tegel sein, wie er überhaupt längs des oberen Donauthales in tertiären Becken und deren Buchten und Abgrenzungen vorkommt. Die Grösse der Haufen ist meist unbedeutend in der Enge, etwa 500 bis 1000 Meter lang und 80—200 Meter breit, die Auen zeigen daselbst Dimensionen von circa 1600 Meter Länge und 300 Meter Breite; in den Weitungen sind die Haufen durchschnittlich 700—1500 Meter lang, 120—500 Meter breit, die Auen 1000—2500 Meter lang und 400—1200 Meter breit.

In der Weitung bei Aschach liegen Gruppen von Steinkugeln auf dem Schotter und bilden das schon früher erwähnte sogenannte „G'hachlet“ (Gehacke), welches nebst den dortigen Sandbänken bei noch ziemlich grosser Geschwindigkeit das Fahrwasser beschränkt, übrigens durch Herausholen solcher Kugeln bereits weniger hinderlich gemacht ist*).

Die natürlichen Flusskrümmungen in den Engen dieser Strecke sind scharf, mit kleinen Radien, besonders zwischen Passau und Aschach, wo Curven und Contrecurven mit Radien von höchstens 1400 Meter, aber selbst bis 400 Meter herunter vorkommen und die Scheitel der Krümmungen 350—1600 Meter von den Sehnen abstehen. Die Nebenarme, welche in den

*) Ein ähnliches G'hachlet liegt auch schon stromaufwärts von der hier geschilderten Strecke (Hofkirchner G'hachlet); es beginnt unterhalb Vilshofen in Bayern und endet kurz ober Passau.

Weitungen durch verlassene Serpentinien und Durchrisse entstanden sind und noch entstehen, entfernen sich nicht weit vom Hauptwasser und sind nicht sehr zahlreich, weshalb die wenigen, durch Umgehung entstandenen Inseln nicht gross sind. Die Winde und der Wellenschlag, welcher letzterer nur bei stromabwärts wehendem Winde etwas beträchtlicher wird, haben gegenüber der hier massgebenden Strömung keine wesentliche schiffmännische Bedeutung. Man unterscheidet hauptsächlich den oberen (bayrischen) und unteren (ungarischen) Wind.

2. Das nun folgende ganz kurze Défilé bei Theben ist keine so ausgesprochene Enge, wie es die langen Strecken Passau-Aschach und Ardacker-Krems sind; denn nur am linken Ufer begrenzt festes Gestein den Fluss, rechts liegen Auen in einer Breite von circa 1600 Meter zwischen der Donau und dem nächsten Festufer.

Weit mehr der steile Gefällsbruch als die Enge des Défilés war bestimmend für die Rolle dieser kurzen Strecke als Grenze zwischen oberer und mittlerer Donau.

3. Die Uebergangsstrecke unterhalb Theben, von Pressburg bis Gönyö*) charakterisirt sich als eine ausgedehnte beiderseitige Weitung, in welcher die Donau vorwiegend mit grossen Windungen zwischen ihren eigenen Alluvionen hinfließt; auch die nächsten Hochufer sind nur relativ hoch und fest, indem sie das Mittelwasser-Niveau nur um etwa 3 bis 4 Meter überhöhen und nicht aus Gestein, sondern aus feinsandigem, mehr weniger bindigem Lehm bestehen, der nicht schwer zu unterwaschen ist. Die Breite der Weitung zwischen diesen primären Ufern beträgt 2—5 Kilometer. Innerhalb dieser wenig festen Grenzen breiten sich noch mehr bewegliche alluviale Sand- und Schottermassen aus, unter denen ein zäher, bläulichgrauer Letten den Untergrund bildet. Dieser letztere ist sehr widerstandsfähig und wird vom Wasser weit schwerer angegriffen als der Schotter, welcher auf dieser Strecke schon

*) Genau genommen, liegt die natürliche obere Grenze dieser Strecke bei der Abzweigung des Fischdorfer Armes unterhalb Pressburg, und die untere Grenze bei Asvany oberhalb Gönyö; da aber Pressburg und Gönyö bekanntere Stationen sind, bezeichnet man gewöhnlich nach ihnen die Strecke.

bedeutend kleiner ist, als zwischen Linz und Wien*), nur selten taubeneigrosse Stücke, vorwiegend solche von Erbsengrösse und darunter zeigt und stark mit Sand gemengt ist, daher sehr leicht von der Strömung bewegt wird, welche hier noch eine Geschwindigkeit von 1·5—2 Meter, ja an einzelnen Stellen auch über 2 Meter besitzt und selbst weit grössere Geröllstücke zu bewegen im Stande wäre. Aus diesem Grunde arbeitet der Strom hier mehr nach der Breite als nach der Tiefe, und es ist völlig unrichtig, wenn die meisten Flussbeschreibungen eine von der anderen die Angabe copiren, dass auf dieser Strecke die Ufer mehr widerstandsfähig seien als der Grund. — Die Donau oscillirt nun hier nach beiden Seiten, meist zwischen secundären Ufern (durch „Schleussen“ und „G'schaide“) fliessend, in weiten Bogen, die abwechselnd bald rechts und links sich einen oder mehrere Kilometer weit von der Mittellinie der Weitung entfernen und nur an ihren Scheitelpunkten bisweilen die primären, senkrecht abgerissenen Lehmufer erreichen.

Die Sehnen und Radien dieser Krümmungen sind meist nicht viel grösser, als jene in den oberen Weitungen bei Aschach und ober- und unterhalb Wien, ja manche sogar viel kleiner (die Curven also spitziger zulaufend); dagegen sind die Abstände der Curvenscheitel von der Mittellinie des Beckens oder von den Inflexionspunkten der Contrecurven weit grösser.

Die Dimensionen der Haufen sind etwa 400—1200 Meter Länge bei 160—700 Meter Breite, jene der Auen (ohne die grossen Umgehungsinseln) 1600—2500 Meter Länge und 1000—1600 Meter Breite.

Die Sehnen der Scheiben betragen 800—2000 Meter und die Scheitel der Krümmungen liegen oft 1—1·5 Kilometer entfernt von den Inflexionspunkten. Auf dieser Strecke beginnen auch die weit ausgreifenden Nebenarme und die von ihnen durch Umgehung gebildeten, gleichsam aus dem Terrain

*) Neben den so beschaffenen, leicht beweglichen Haufen findet man hier auch solche aus festen, ineinander verkeilten, grösseren Geschieben, die fast nie „angepackt“ werden und wie feste Untiefen zwischen den wandernden Haufen erscheinen; es sind offenbar Reste aus der Diluvialzeit, als der Strom noch grössere Geschiebe bis hieher bringen konnte; die Schiffer nennen sie „alte Haufen“.

herausgeschnittenen grossen Inseln (grosse und kleine Schütt), Viele der beiderseitigen „Einrinnen“ verzweigen sich wieder, einige kehren nicht wieder zum Strom zurück, und es entsteht dadurch ein Wassergeäder wie die „Bayous“ des Mississippi. Die Figuren 27 und 28 geben ein beiläufiges Bild von dem Charakter dieser Strecke. Die Folge der vielen Stromspaltungen, Einrinnen und Gescheide ist eine Verzettelung des Wassers, welches daher nirgends eine constante, grössere Tiefe zeigt, und selbst im Stromstriche des Hauptfahrwassers zur Herbstzeit nicht einmal die nöthige Tiefe für Passagierschiffe besitzt, daher zur Umladung (Schiften) der Schleppe, Trennung grösserer Convois in kleinere u. s. w. nöthigt.

4. Von Asvany oberhalb Gönyö an fliesst die mittlere Donau — nur mit Ausnahme einer kurzen Felsenenge zwischen Gran und Waizen und des rechtsuferigen Vorsprunges bei Ofen — durch ganz Ungarn bis zum Defilé, welches unterhalb Alt-Moldova beim Babakaj-Felsen beginnt, in einem Bette, das mit fast senkrechten, aber niedrigen Wänden entweder beiderseits oder doch einerseits in ältere (wohl meist diluviale), nahezu horizontal liegende und nur wenig gewellte Löss- und Sandmassen eingeschnitten ist. Dieses Material, welches das grosse ungarische Becken ausfüllt, ist ziemlich leicht angreifbar, und dort, wo das Ufer den Fluss nicht stark überhöht, daher seit jeher leicht überronnen wurde, sind Seitenarme mit mannigfachen Verzweigungen und dazwischen liegende, mitunter ungeheuer grosse Umgehungsauen entstanden, die, weil sie oft dichten Baumwuchs von Pappeln, Weiden und Traubenkirschbäumen tragen, von den Magyaren als „Wald“ bezeichnet werden.

Wenn an einem der beiden Ufer Gesteinshügel an den Fluss herantreten, daher die Weitung nur eine einseitige ist, sind auch die Ausschreitungen des Flusses nur einseitig. Die Geschwindigkeit beträgt nur mehr 1—1·7 Meter.

Da der Grund im Allgemeinen nicht fester ist als die Ufer, wirkt die Strömung ziemlich gleichmässig nach der Seite und nach unten, und da die bedeutenderen Schottermassen schon auf der Strecke Pressburg — Gönyö — Ercsi (33·5 Kilometer unterhalb Budapest) liegen geblieben sind, die ungarische Ebene aber keinen Nachschub an Schotter (mit Ausnahme kurzer Strecken an einigen Nebenflüssen), sondern fast nur

feinen Sand und Lehm liefert*), der die Sohle bedeckt und die Haufen bildet, und mit dem das Wasser leichter fertig werden kann, da ferner die geringere Stromgeschwindigkeit eine geringere Neigung zu Durchrissen zur Folge hat, ist die Haufenbildung hier viel regelmässiger, ihr Wandern weniger häufig, die Umlegung des Stromstriches seltener und jedenfalls langsamer. Alte, verlassene Arme gibt es zwar zahlreich, aber sie füllen sich meist erst bei höherem Wasserstande und durch

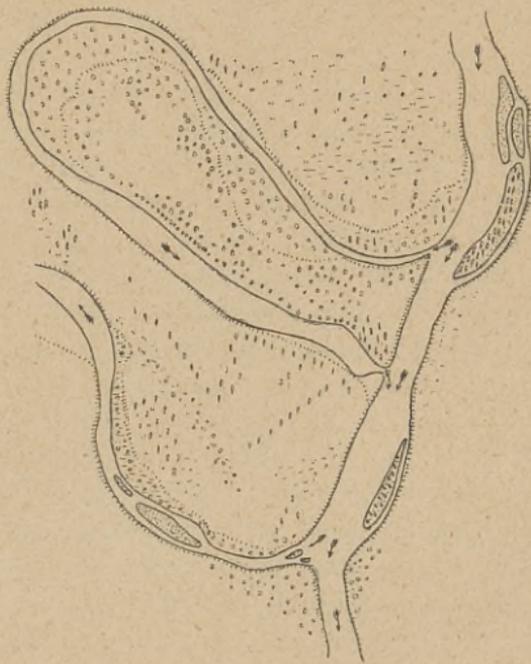


Fig. 49.

Seilwasser, und entziehen bei trockener Zeit dem Hauptbette nicht viel Wasser.

Die natürlichen Krümmungen des Hauptbettes, deren oberhalb Baja 10 in ununterbrochener Reihe und zwischen Mohács und Bezdan 5, alle in Gestalt von Contrecurven mit constanten Scheiben, liegen, haben zwar meist schon grosse

*) Die Drau bringt vorwiegend feinen Grus und fast staubartigen Sand nebst Lehm in die Donau, die Theiss fast nur Lehm, die Save feinen Wellsand mit Schlamm, die Morava Schotter und Baumstämme.

Dimensionen, aber noch excessiver sind die Krümmungen vieler alter Arme („alte Donau“ von den Schiffern genannt), die oft schlingenförmig gestaltet sind, oder von beiden Seiten das Hauptbett durchkreuzen (Fig. 49). Dadurch werden denn auch zwischen den vielen grossen Auen und bei niedrigem Terrain Rohrsümpfe (Riede) gebildet, deren Dimensionen nicht selten in die Quadratmeilen gehen.

Auch die wandernden Haufen haben hier eine bedeutende Grösse — durchschnittlich etwa 1000—2800 Meter Länge und 120—300 Meter Breite. Reine Schotter- oder Sandhaufen sind übrigens hier minder häufig; meistens sind sie zu bewachsenen Auen angewachsen oder umsäumen solche. Die Dimensionen der eigentlichen Flussauen sind auf dieser Strecke etwa 2500—3500 Meter Länge und 700—1000 Meter Breite. Der noch später zu erwähnende Kossava-Wind reicht aus der unteren Strecke oft auch bis hierher.

5. Das Défilé*) von der unteren Spitze der Insel Moldova oder vom Babakaj bis zum Dorfe Sib, zeigt auf circa 103 Kilometer nur unbedeutendere Weitungen, dagegen mehrere ausserordentliche Verengungen (z. B. bei Izlaš 400 Meter, bei Greben 210 Meter, im Kazanpass mehrmals nur circa 170 Meter und im Minimum 156 Meter!) und ein sehr wechselndes Gefälle (z. B. 0·12 Meter, 0·018 Meter, 0·69 Meter pro 100 Meter), daher auch sehr ungleiche Geschwindigkeit. Diese beträgt z. B. bei Izlaš und Tachthalia 3·5 Meter, vor Greben 2·15 Meter, im Kazanpass über 3 Meter, am Eisernen Thor nahe an 5 Meter (4·7 Meter). Die Tiefe im Stromstrich wechselt zwischen 2 und 54 Metern.

*) Als oberer Anfang des Défilés, welches man meist als „Eisernes Thor“ bezeichnet, obgleich das eigentliche Eisernes Thor nur die kurze unterste Strecke davon ist, wird oft Bazias angeführt, weil hier die nächste Dampfschiff- und Bahnstation ist; die Enge fängt aber, genau genommen, erst unterhalb der Insel Moldova beim grotesken Felsen „Babakaj“ an. Da diese Felsenklippe mitten im Wasser steht, wird die obere Grenze besser durch eine Linie bezeichnet, die man vom Felsenhügel, auf dem die Burgruine Golubač steht (rechts), quer über den Fluss zu dem Hügel mit der Ruine Lászlovár zieht, wobei Babakaj noch etwas stromaufwärts liegen bleibt. Als untere Grenze des Défilés kann eine Linie angenommen werden, die man von Sib, am Ende der rechtsseitigen Uferhügel, quer über den Fluss zu einem ungenannten Hügel zieht, dem letzten, welcher unmittelbar ohne flachere Vorlagen bis an den Fluss herantritt.

Haufen aus beweglichem Materiale (hier meist Kieselschotter) sind nur an wenigen breiteren, buchtenartigen Stellen längs der Ufer, nirgends als Hinderniss im Fahrwasser vorhanden.

Seitliche Zuflüsse kommen im Défilé zwar beiderseits zahlreich, aber nicht von grösserer Bedeutung vor. Bei ihren Mündungen in die Donau finden sich meist keine ausgedehnteren Deltas, weil das von ihnen mitgeführte Material alsbald theils in der grossen Tiefe versinkt, theils von der raschen Strömung fortgerissen wird.

Aus dem mannigfaltigen Detail dieser interessanten Strecke mögen hier nur wenige charakteristische Hauptpunkte hervorgehoben werden. Es kann dabei selbstverständlich nicht gemeint sein, dass hiernach der Schiffer seinen Cours nehmen könnte, sondern nur, dass angedeutet werde, auf was hauptsächlich das Augenmerk zu richten ist, um mit Zeit und Uebung sich zu einem Kataraktenlootsen zu perfectioniren, der ja, wie überall, nebst der genauen Kenntniss der Fahrbahnen auch mit den Eigenschaften, insbesondere der Steuerungsfähigkeit, seiner Schiffe vertraut sein muss.

Zunächst ist zu bemerken, dass vielfach die Strecke so dargestellt wird, als ob sie aus einer ununterbrochenen Folge schreckhafter Wasserstürze und drohender Klippen bestünde, was jedoch der Wirklichkeit nicht ganz entspricht.

Das Défilé bietet vielmehr eine Abwechslung klippenfreier Strecken mit ziemlich gleichmässiger, wenn auch verstärkter Strömung und mehrerer Gruppen von Felsenbarren, welche das Strombett quer durchsetzen, mit einzelnen Klippen bis nahe an die Oberfläche reichen oder über dieselbe hervorragen, und nur an bestimmten Stellen natürliche Canäle von hinreichender Breite und Tiefe frei lassen, um bei höherem und mittlerem Wasserstand die Durchfahrt von Schiffen und Convois zu gestatten, während nur bei sehr niedrigem Wasserstande die Schifffahrt eingestellt werden muss, weil dann selbst innerhalb der Fahrbahnen einzelne Klippen oder Steinbänke zu weit heraufreichen.

Einige jener Klippenreihen bieten je mehrere praktikable Fahrbahnen; der Sicherheit wegen wird jedoch in der Regel nur je eine derselben, und zwar immer dieselbe benützt, und variirt nur insoferne, als man, wenn sie gekrümmt ist, bei

hohem Wasserstande mehr in der Sehne fahren und dadurch den Weg abkürzen kann, während bei niedrigem Wasserstande der Cours der vollen Krümmung des tieferen Durchlasses folgen muss. Dass eine solche Configuration eine Erschwerniss der Schifffahrt, insbesondere bei der Bergfahrt, und in finanzieller Beziehung eine bedeutende Erhöhung der Traktionskosten verursacht, ist selbstverständlich; was aber die Gefahren betrifft, sind diese keineswegs so gross, als man sich dieselben gewöhnlich vorstellt. Bei der langsameren Bergfahrt besteht überhaupt nicht leicht die Gefahr, dass man den geeigneten Augenblick versäume, in die richtige Fahrbahn einzutreten*); bei der raschen Thalfahrt aber handelt es sich nur darum, schon aus einiger Entfernung das Schiff in die obere Einfahrt zu lenken; ist es einmal in der günstigen Fahrbahn angelangt, so führt es die Strömung selbst hindurch, und die rückströmende Brandung der dem Schiffe voraneilenden Verdrängungswelle von den beiderseitigen Klippen trägt dazu bei, das Fahrzeug in der Mitte des Kanales zu erhalten. Schon bei mittlerem Wasserstande sind die meisten Klippen vollständig überronnen, so dass man nur an dem heftigen Brägern und Rauschen ihr Vorhandensein erkennt, und es ist dann die Durchfahrt schwieriger als bei niedrigem Wasserstande, weil man bei dem letzteren die von der Natur vorgezeichneten Durchlässe nicht verkennen kann, was im anderen Falle einem weniger Geübten geschehen könnte. Gespannteste Aufmerksamkeit und vollste Sicherheit in der Führung des Schiffes sind jedenfalls Grundbedingungen für die sichere Befahrung dieser Strecke, wo bei der reissenden Strömung die Folgen eines Festfahrens oder einer Querlage des Schiffes an einem Hinderniss die schlimmsten Folgen haben müsste.

Nach dieser allgemeinen Charakteristik sollen nun die einzelnen in Betracht kommenden Objecte kurz angeführt werden, und zwar sowohl nach eigener, an Ort und Stelle gewonnener Anschauung, als nach den bei der Betriebsdirection der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft vorhandenen Detail-

*) Die mit Vorliebe angeführte Strandung (nicht Untergang) des tiefgehenden türkischen Kriegsdampfers „Silistria“ bei der Bergfahrt, nahe am oberen Ende des „Eisernen Thores“ 1862, hat unter Umständen stattgefunden, die nie ganz aufgeklärt wurden.

karten und nach dem Kilometerzeiger der genannten Gesellschaft.

1. Stenka; eine Gruppe von meist untergetauchten Klippen, welche längs des linken Drittels der Strombreite vertheilt sind, und zwar in einer Anreihung, welche im Allgemeinen schief über den Strom von rechts nach links geht. Zwischen den Klippen sind die minimalen Tiefen nur circa 0·3—1·75 Meter, die Fahrbahn aber in der Thalfahrt rechts von den Klippen bietet 4—6 Meter im Minimum*). Die Passage ist hier so bestimmt und deutlich, dass eine besondere Gefährlichkeit nicht obwaltet.

Es folgt hierauf eine gefahrlose und normale Strecke von circa 15 Kilometer.

Erst 2 Kilometer unterhalb der Station Drenkova, wo die Kataraktenlootsen für die Thalfahrt eingeschifft werden, kommt

2. der Wassersturz Kozla, und

3. die eine kurze Strecke weiter stromabwärts gelegene Felsenbank Dojke. Es sind Untiefen-Felder, aus denen einzelne Klippen höher aufragen. Die Dojke reicht quer über das ganze Bett und lässt zwei Passagen frei, indem die Bank in drei Steinplatten zerfällt und eine hinreichende Furche sowohl zwischen der linken und mittleren, als zwischen der rechtsseitigen und dem rechten Ufer übrig bleibt.

4. Die Bivole oder Büffel, 6 Kilometer unterhalb Dojke, sind eine nur sehr beschränkte, mitten im Flusse liegende Gruppe von Felsen, welche keine irgend wesentliche Erschwerniss oder Gefahr bieten**).

*) Die Tiefenangaben beziehen sich alle auf den tiefsten Stand des Jahres 1834, und die Bezeichnungen rechts und links gelten für die Thalfahrt. Die Tiefenangaben können nur annähernd verstanden werden, umso mehr, als sie aus runden Zahlen des Klaftermasses reducirt sind.

**) Noch weniger bedeutet die in manchen Büchern als Hinderniss angeführte „Apa serena“ (zu deutsch „klares Wasser“) zwischen Kozla und Dojke; es ist diese Stelle nichts Anderes, als eine Schotterablagerung des am linken Ufer einmündenden Sirinje-Baches, welche man durch das Wasser deutlich heraufscheinen sieht, weil es dort wenig oder gar nicht brärgert. Da diese Stelle mehr Tiefe hat als die schon oberhalb gelegene Kozla und die nachfolgende Dojke, kann sie als ein eigenes Hinderniss weder für die Thal- noch für die Bergfahrt bezeichnet werden.

5. Beiläufig 4 Kilometer weiter, 13 Kilometer unterhalb Drenkova, liegt Izlaš, ein Felsenvorsprung, welcher an einer sehr engen Stelle des Bettes vom linken Ufer weit in den Fluss hineinragt, so dass nur rechts von der Mitte des Stromes eine Fahrbahn übrig bleibt, welche übrigens selbst im Minimum 1·75—2 Meter Tiefe abwechselnd mit 5—7 Meter bietet.

6. Nahe unterhalb Izlaš kommen in zwei nacheinander folgenden, durch eine kurze Einschnürung getrennten, Erweiterungen des Bettes die Tachthalia bänke („Tachthalia velika“ und „Tachthalia mica“, d. h. grosse und kleine Tachthalia) mit besonders reissender Strömung. Die erstere stellt gleichsam eine vergrösserte Wiederholung des Izlaš dar, indem auch hier vom linken Ufer her mächtige Felsbänke bis in die Mitte des Stromes hinein sich erstrecken und die Fahrbahn weit nach rechts drängen, welche übrigens hier bei Niederwasser seichter als die meisten anderen Passagen ist, und gleich unterhalb auch von rechts her durch einzelne Felsen eingeengt wird. Die „Tachthalia mica“ besteht in einer Felsengruppe, welche mitten in der Weitung liegt und beiderseits umfahren werden könnte, obwohl man in der Regel die linksseitige Linie einhält. Da man in diesem Falle, nachdem die „Tachthalia velika“ in rechtsseitiger Bahn passirt ist, in rascher Wendung diagonal über den Fluss am oberen Happ der „Tachthalia mica“ vorüber in das linksseitige Fahrwasser wechseln muss, ist das eine der schwierigsten Stellen.

7. Im kurzen Abstände unterhalb der „Tachthalia mica“ folgt — 4 Kilometer unterhalb Izlaš — der Felsenvorsprung „Greiben“ am rechten Ufer, welcher den Strom wieder bedeutend einengt, in dessen Mitte überdies eine Reihe von Klippen, nach der Stromrichtung angereiht, sich befindet. Es wären hier drei Passagen möglich, nämlich zwischen dem linken Ufer und der Klippenreihe, dann rechts von der letzteren nahe an derselben, endlich auf derselben Seite weiter gegen das rechte Ufer hin; alle diese Fahrbahnen bieten aber nur ziemlich seichtes Wasser, obwohl unmittelbar oberhalb der erwähnten Felsenreihe Tiefen von 18—25 Meter vorhanden sind. Hat man die Enge von Greben passirt, so folgt rechtsseitig die weite, flache Bucht von Milanovac, mit Tiefen von nur 1—2 Meter, wodurch jedoch bei ihrer grossen

Ausdehnung eine bedeutende Wassermenge aus der eigentlichen Strombahn abgelenkt wird; es ist deshalb beabsichtigt, diese Bucht abzubauen.

8. Nach einer längeren Strecke von 11 Kilometer folgt in einer ziemlich raschen Krümmung die Felsenbarre von Juc, welche quer über den ganzen Strom reicht und insbesondere von der Mitte desselben schief gegen das linke convexe Ufer und stromabwärts mehrere höher aufragende Klippen besitzt. An der gegenüberliegenden Seite mündet der Poreskabach. Die Fahrbahn liegt also selbstverständlich rechts von der Mitte des Stromes und muss desto weiter rechtsseitig genommen werden, sich daher desto mehr krümmen, je niedriger der Wasserstand ist. Die ganze Stelle ist durch grosse Seichtheit, welche sich über die ganze Breite erstreckt, charakterisirt.

9. Nach 15 Kilometer kommt eine plötzliche Verengung des ganzen Flussbettes für eine circa 10 Kilometer lange Strecke, wo das Wasser beiläufig auf die Hälfte der bisherigen Breite eingeschränkt wird. Der Beginn dieses „Défilé im Défilé“, welches als „Kazan-Pass“ oder „Klissura“ bekannt ist, wird markirt durch ungewöhnlich steile, beiderseits an den Strom vortretende Felsberge und erstreckt sich bis etwa 8 Kilometer oberhalb Orsova, wo das Bett sich wieder verbreitert und die Insel Ogradina in seiner Mitte auftaucht. Die ganze Strecke bietet keinerlei Hinderniss oder Gefahr und geht schliesslich in das Becken von Orsova über, wo am linken Ufer die Station liegt. Erst circa 8 Kilometer unterhalb dieses Ortes kommt

10. der letzte Theil der Stromschnellen, das sogenannte „Eiserne Thor“. Es besteht in einer Combination von zweierlei Felspartien in dem hier ziemlich breiten (1000 Meter), daher weniger tiefen Strome. Von der Mitte desselben, schief stromabwärts gegen das rechte Ufer, erhebt sich aus dem Felsgrunde eine circa 900 Meter lange und gegen 150 Meter breite Felsplatte von hartem Gneis, die „Prigrada“, mit einigen sie umgebenden kleineren Klippen; sie ist schon bei Mittelwasser überronnen und wird erst bei einem Wasserstande von nur 18 Decimeter ober Null sichtbar. Längs des linken Ufers ragt eine schmale Landspitze gegen die Mitte des Stromes hin und sind zahlreiche, meist nach der Stromrichtung angereihte, grössere und kleinere Klippen auf eine Länge von

mehr als 3 Kilometer zerstreut. Die zwei obersten dieser Felsgruppen werden als „Flora mare“ und „Flora mica“ bezeichnet, und zwischen diesen fährt man von oben her in die Katarakte des „Eisernen Thores“ ein; die Fahrbahn muss dann zwischen den erwähnten linksseitigen Klippen und der „Prigrada“ bleiben, und sich der letzteren umso mehr nähern, je niedriger der Wasserstand ist, weil die seichtesten Stellen nicht hier, sondern längs der kleineren Klippen gelegen sind. Das „Eiserne Thor“ ist weitaus die längste und hinderlichste Kataraktenstrecke, aber gerade hier ist am häufigsten der Fall vorgekommen, dass Fahrzeuge, denen zufällig während der Passage die Maschine brach oder das Schleppseil riss, ohne alle Steuerung (Steuer voran!) ruhig zwischen den Klippen durchrannen, und es ist nach Versicherung des dortigen viel erfahrenen Inspectors speciell aus solchen Anlässen noch niemals eine Havarie vorgekommen.

Mit dem „Eisernen Thore“ endet die Reihe der Katarakte und beginnt wieder sichere Fahrt, als deren Markstein man gewöhnlich die Dampfschiffstation Turn-Severin am linken (rumänischen) Ufer bezeichnet, weil von dort aus hauptsächlich die Dispositionen für die Bergfahrt über den Katarakten und für die Beschiffung der nächst unteren Donau-Strecke ausgehen.

6. Ueber die nun folgende letzte Hauptstrecke (Turn-Severin bis zur Mündung) liegen keine so genauen Messungen, Karten *) und Publicationen vor, wie bezüglich der oberen und mittleren Donau; Details sind aber für den Schiffer hier auch weniger wichtig, da der Strom breit und tief ist, fast durchgehends gutes Fahrwasser bietet, die Geschwindigkeit ziemlich gleichmässig nur 3—4·5 Kilometer per Stunde (circa 0·9 Meter per Secunde) beträgt, die Krümmungen sehr grosse Radien haben, dabei rasche Umlegungen des Stromstriches, Durchrisse etc., sowie bedeutende Schifffahrtshindernisse nicht vorkommen und überhaupt alle Veränderungen und Schwierigkeiten, die auf stärkerer Strömung beruhen, hier wegfallen. Umlegungen der Krümmungen in langen Zeiträumen finden

*) Die Strecke Turn-Severin—Galaz ist vom Inspector Bozich (1888) dargestellt in einer trefflichen Manuscript-Karte, 1 : 37.100, nach der österreichischen Generalkarte der Walachei und der russischen Generalstabskarte von Nord-Bulgarien.

jedoch statt. Die Unterscheidung von Engen und Weitungen fällt hier weg oder ist praktisch irrelevant, da selbst relativ engere Strecken noch bedeutend breites, die Weitungen aber noch genug tiefes Fahrwasser besitzen. Die Donau fließt auf dieser ganzen Strecke bis vor dem Mündungsdelta nahe an den nördlichsten Vorlagen des Balkan, vor denen sich nur ein schmaler (10—50 Kilometer), aber mächtiger Lössstreifen zum Flusse herabsenkt. Der steile Bruchrand dieser Ablagerung bildet zumeist das rechte Ufer, nur stellenweise treten die darunter und dahinter liegenden festeren Gesteine der Kreide- und Tertiärformation bis an's Wasser heran. Links hingegen liegen die Gehänge der transsylvanischen Alpen, und weiterhin die Ostgehänge der Karpaten, weitab vom Ufer, und eine sehr breite, sanft zur Donau abfallende Terrainplatte, gleichfalls aus diluvialen Materiale, trennt das Gebirge vom Flusse. Dieser ist also auch hier, wie schon der Hauptsache nach auf seinem Mittellauf in Ungarn, in eine diluviale Ablagerung (Löss), welche sich ursprünglich zwischen dem Balkan und den transsylvanischen Alpen ausgebreitet hatte, eingeschnitten, hat sich aber rechts bis nahe an den Fuss der hügeligen, festeren Uferhöhen gedrängt und besitzt daselbst unmittelbar ein hohes, steiles Bruchufer, während links zunächst ein flaches, niedriges Alluvialufer den früheren Lauf des Wassers bezeichnet und ein festerer, hoher und steiler alter Bruchrand erst etwa 15—60 Kilometer nördlich vom linken jetzigen Ufer auftritt; noch viel weiter nördlich erheben sich die Vorhügel der transsylvanischen Alpen.

Von Details — zunächst der Theilstrecke Turn-Severin bis Galaz — sollen hier nur wenige erwähnt werden. Die oben angegebene Geschwindigkeit der Strömung ist verschieden vertheilt; sie beträgt von Turn-Severin bis Rustschuk 3 Kilometer, von da bis Oltenitza 4·56 Kilometer, dann weiter bis Galaz 2·74 Kilometer per Stunde.

Die Breite des Flusses bleibt bis Hirsowa zwischen 1500 und 1800 Meter und schränkt sich nur an wenigen Stellen bis auf 900 Meter ein. Plötzliche Verbreiterungen, z. B. auf das Doppelte, kommen fast gar nicht vor; wo sie vorhanden sind, liegt eine Mitterau, wie z. B. unterhalb Sistof, wo sich das Bett, welches oberhalb und unterhalb nur

1500 Meter breit ist, auf 3500 Meter erweitert; ebenso unterhalb Silistria. Die Auen im Flusse haben meist eine bedeutende Länge bei geringer Breite (1600, 1800, 2000, selbst 4000 Meter lang, die Breite ein Siebentel bis ein Fünftel der Länge, und zwar nimmt die Breite gegen Galaz hin auffallend zu).

Bei Hirsowa ändern sich die Dimensionen von Fluss und Auen insoferne, als im Strom, welcher bis dahin in einem einzigen mächtigen Bette vereinigt war, Spaltungen beginnen, und zwar nach beiden Seiten hin, da auch am rechten Ufer die cotoyirenden Hügelreihen 20—40 Kilometer weit zurücktreten und ihr ebenes Vorland aus angreifbarem Alluvialboden besteht. Dabei werden die einzelnen Arme schmärer — der Fahrarm öfter kaum 500 Meter breit — wie unterhalb Giorgeni nur 450 Meter breit, aber die Passage ist dadurch doch nicht erschwert. Erst bei Braila wird der Hauptarm wieder circa 900 und weiterhin 1200 Meter breit, um sich bei Galaz abermals auf circa 600—700 Meter zu reduciren.

Was die Ablagerungen im Flusse betrifft, so ist der festliegenden Furt Jasen, der einzigen, welche bisweilen hinderlich wird, schon oben S. 31 Erwähnung gethan worden; es sind ausser derselben noch zehn andere auf der langen Strecke vertheilt*), die aber sämmtlich dann passirt werden können, wenn Jasen passirbar ist. Sie sind übrigens so veränderlich, dass bei jedem Fallen des Wassers unter das Normale die Lage der Fahrbahn neu aufgesucht und die Orientirungsobjecte neu bestimmt werden müssen. Den meisten Aenderungen unterliegt die Schotterfurt „Dunaritza“.

Die Nebenflüsse haben an ihren Mündungen nicht sämmtlich entschiedene Haufen oder Deltas abgelagert, wenigstens nicht solche, die für das Fahrwasser in Betracht kommen; so Schyl, Vid, Isma, Kara Lom, während der Isker

*) Diese Furte sind nach Bozich: 1. Petric, oberhalb Deasa (harter Grund); 2. Cibra, zwischen zwei Inseln (feiner Schotter); 3. Bjesli, nahe am bulgarischen Ufer (grober Schotter); 4. Celei, beginnt an der Isker-Mündung und zieht sich gegen 1 Kilometer weit abwärts (leichter Sand); 5. Izlas (Sand); 6. Civra (leichter Schotter); 7. Dunaritza (Schotter); 8. Comtura, bei der gleichnamigen Insel (leichtes Geschiebe); 9. Vardin, längs der gleichnamigen Insel; 10. Lelek (feiner Schotter).

einen langen, weit stromabwärts gezogenen, dann die Jantra ebenfalls einen Mündungshaufen hat.

Zu den Eigenthümlichkeiten dieser Ufergegenden gehören die unterhalb Oltenitza (dort am linken Ufer) beginnenden Wasserausbreitungen (Jezero, Lacu), welche oft ganze Quadratkilometer umfassen. Es sind keineswegs, wie man vermuthen könnte, Altwässer der Donau, auch nicht Sümpfe, sondern frische, von Quellen und Bächlein gespeiste Wasseransammlungen, deren viele gar keine sichtbare Verbindung mit der Donau haben, während andere durch Canäle in die Donau münden. Wenigstens ein Theil derselben dürfte übrigens als Seihwässer der Donau aufzufassen sein.

Als Erschwerniss der Schifffahrt tritt hier der schon früher erwähnte herbstliche, dem adriatischen Scirocco vergleichbare Südostwind Kossava auf, welcher von Galaz aufwärts bis Nikopoli oder auch Kalafat sich besonders geltend macht, hohen Wellenschlag (bis über 2 Meter) erzeugt und oft die Schiffe nöthigt, hinter schützenden Auen oder Vorsprüngen vor Anker zu gehen und stellenweise auch zu Versandungen Anlass gibt, indem er der Strömung entgegen wirkt. Sein Wellenschlag gefährdet nicht selten die Ueberschwemmungsdämme*).

Der oben angedeutete allgemeine Charakter ändert sich auch nicht wesentlich im letzten Theile des unteren Donaulaufes, in der Dobrudscha. Nur bei Rassoava, am letzten Vorsprung des felsigen Balkan und zugleich am Anfang der Dobrudscha, geht eine breite Steinplatte, die keinen Ankergrund gewährt, quer unter der Donau durch; unterhalb dieser Stelle liegt das Flussbett wieder durchgehends in der schon erwähnten Lössablagerung, an und aus welcher in der Nähe der Donau nur stellenweise Felsenklippen oder Hügel älteren Gesteins hervorragen, und zwar vorwiegend am rechten Ufer, welches selbst längs des Mündungsdeltas von mehr steinigen Gehängen begleitet wird. Die Wendung und Spaltung des Stromes scheint durch die Lage von Felsen am Grunde bestimmt worden zu sein, bis zu denen das Wasser den Löss durchnagt hat.

*) Herr Major Stefanović von Vilovo hat über diesen Wind viel Instructives im „Danubius“ veröffentlicht.

Das Gefälle der unteren Donau beträgt, wie schon oben angedeutet, nur mehr wenige Centimeter per Kilometer, die Geschwindigkeit etwa 0·64 Meter bei Niederwasser, weshalb die Segelschiffahrt dort sehr entwickelt ist. Die Tiefe ist ziemlich stetig gross und gestattet im Zusammenhange mit der geringen Strömung grossen Seeschiffen die Fahrt bis Braila, mittleren Briggs auch bis Giurgevo hinauf.

Der Grund ist vorwiegend feiner Sand (etwa bis gegen Braila) und in den unteren Abschnitten Schlamm oder Schlick; stellenweise aber bringen die Nebenflüsse Grobsand und Schotter nebst Baumstrünken in die Donau, was besonders von den balkanischen Flüssen, dann vom Sereth, weniger vom Pruth gilt. Haufen in dem Sinne, wie in der oberen und mittleren Donau, welche bei niedrigem Wasserstande durchscheinen (rothe) oder ganz trocken liegen (weisse), gibt es unterhalb Hirsova nicht mehr, sondern nur Untiefen aus den dortigen Sinkstoffen, selbst bei Niederwasser noch gegen 6 Fuss (circa 19 Decimeter) unter dem Wasserspiegel, was jedoch bei dem grossen Tiefgange der dortigen Schiffe schon eine bedenklich geringe Fahrtiefe ist. Die stets grossen Inseln sind meistens durch Umgehung vom Festland getrennte Lössstücke, nicht Auen, wie auf den oberen Strecken.

Erst im eigentlichen Delta mit seinen drei Hauptrinn-salen: Dem Kilia-, Sulina- und St. Georgsarm, ist der Flussgrund stetig feiner Schlamm, der sich an den Mündungen reichlicher als im Flussbett abgelagert und das Delta (nach Professor Peters Berechnung im Mittel jährlich um 4 Meter) vorschiebt.

Die Details des eigentlichen Donau-Delta zu schildern, wäre Gegenstand einer eigenen Abhandlung, für welche jedoch das Material noch lückenhaft ist und vielleicht zum Theile von den auf die Donau détachirten Officieren der k. und k. österreichischen Kriegsmarine nach und nach ergänzt werden dürfte. Zum eingehenderen Studium der Mündungsgegend kann empfohlen werden das Werk von Hartley Ch.: „*Description of the Delta of the Danube and of the works recently executed at the Sulina Mouth*“ (London 1862). XXI. Band der „*Publications of the institution of Civil Ingeneers*“. Dann: Ritt. v. Wex „Ueber die Schiffbarmachung der Donau am

Eisernen Thore und an den 7 Felsenbänken oberhalb Orsova“. Wien, 1872.

Tabellarische Darstellung der einzelnen Strecken von Passau bis Galaz.

Nach dieser Charakterisirung der Hauptsectionen folgt nun die kurze tabellarische Skizzirung der untergeordneten Strecken. Hiebei ist der für die Praxis nicht unwesentliche Unterschied von Engen, einseitigen und beiderseitigen Weitungen (vergl. Seite 97) festgehalten und zum Haupteintheilungsgrund genommen. Für jede hiedurch sich ergebende Theilstrecke, deren Längen sehr verschieden sind, findet man dann angegeben: ihre Länge, gemessen nach dem Laufe des Flusses, die Minimal- und Maximalbreite, sowie jene Breitendimensionen, welche man auf der Strecke am häufigsten findet und die ihr vorwiegend den Charakter verleihen; dann die Minimal-, Maximal- und die am häufigsten vorkommenden Tiefen, letztere im selben Sinne, wie es eben bezüglich der Breite gesagt wurde; endlich die Geschwindigkeit in Decimetern.

Die Daten dieser Tabelle sind für die Strecken innerhalb Oesterreich-Ungarn entnommen aus der Abhandlung: „Schiffahrt und Verkehr auf der Donau und ihren Nebenflüssen“ (in den „Mittheilungen aus dem Gebiete der Statistik“, XIII. Jahrgang 1864, IV. Heft), welche grösstentheils aus der Pasetti'schen Karte des Donaustromes excerptirt ist*), dann aus dem Kilometerzeiger der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft.

Da die Theilstrecken hier nach Engen und Weitungen, in der Statistik hingegen meist nach untergeordneten Gefällsbrüchen unterschieden und begrenzt sind, mussten sehr häufig mehrere Theilstrecken des statistischen Werkes zu einer Theilstrecke unserer Tabelle zusammengefasst werden; in mehreren Fällen hingegen musste das Umgekehrte stattfinden und endlich wieder hie und da eine Theilstrecke des statistischen Werkes zerrissen und jeder der zwei so entstandenen Theile

*) Diese Karte ist die einzige in grossem Massstabe gehaltene von der ganzen österreichisch-ungarischen Donau; sie ist zwar in mancher Beziehung anerkanntermassen nicht mehr ganz genau und insbesondere für die veränderlichen Strecken veraltet, genügt aber immerhin für die Charakterisirung im Grossen.

zu jener Nachbarstrecke geschlagen werden, zu welcher er nach unserem Eintheilungsgrunde passt.

Da über die Strecke von Orsova abwärts keine in gleicher Weise geordneten Details vorliegen, wie für die obere und mittlere Donau, müssen wir für jetzt auf die vollständige Fortsetzung dieser tabellarischen Darstellung bezüglich der unteren Donau verzichten, geben übrigens zum Schlusse wenigstens die Streckenlängen zwischen den wichtigeren Stationen bis Galaz, sowie der Minimaltiefen und die Stromgeschwindigkeiten daselbst nach den für diesen Zweck von Herrn Inspector Bozich gemachten Messungen und Berechnungen, und können für das genauer vermessene und studirte Mündungsgebiet auf die Arbeiten und Publicationen der Europäischen Donau-Commission (*Commission Européenne du Danube*) und des H. Ritt. v. Wex verweisen, aus denen in vielen Beziehungen weit mehr Details zu entnehmen sind, als sie hier gegeben werden könnten.

Engen	Weitungen		Länge nach dem Laut des Flusses in Kilometer	Breite Meter		Tiefe Decimeter		Geschwindigkeit nähernd in Decimeter
	einseitige	beiderseitige		Mini- mum	Maxi- mum	Mini- mum	Maxi- mum	
1. Passau bis Landshag/Aschach	—	—	68	118	582	15	95	10—22*)
—	—	2. Landshag/Aschach bis vor Ottensheim/Wilhering .	15	228	6070	13	95	19—22
3. Ottensheim/Wilhering bis Linz .	—	—	9	173	530	16	73	16

Anmerkung. Wenn Anfang oder Ende einer Strecke durch zwei gegenüberliegende Ortschaften bezeichnet sind, erscheinen letztere durch einen schiefen Strich (/) getrennt und zwar steht der am linken Ufer gelegene Ort zuerst. — Bei den einseitigen Weitungen bedeuten die Beisätze „1“ und „1“, ob die Weitung sich am linken oder am rechten Ufer erstreckt.

*) Die Karte und nach ihr die Statistik geben als Minimum 3“ (Zoll) an; diese Zahl ist offenbar zu klein, es musste wohl 3' (Fuss), also rund 1 Meter oder 10 Decimeter heissen.

E n g e n	W e i t u n g e n		Länge nach dem Lauf des Flusses in Kilometer	Breite Meter		Tiefe Decimeter		Geschwindigkeit an Bahnen in Decimeter
	einseitige	beiderseitige		Mini- mum	Maxi- mum	Mini- mum	Maxi- mum	
21. Gran bis Budapest.....	—	20. Csenke bis Gran	16	303	3800	35	82	6—9.5
22. Budapest bis Szt. Benedek unterhalb Paks (r).....	—	23. Szt. Benedek unterhalb Paks bis Bács oberhalb Duna-Szekeső ...	72	—	—	—	—	—
24. Bács oberhalb Duna-Szekeső bis Mohács (r).....	—	25. Mohács bis Drauceck	120	252	8060	9.5	88	6—13
26. Drauceck ü. b. Mária Almás und Erdöd bis gegen Dälja (l)	—	27. Dälja bis Vukovář	74	235	21500	13	142	6—11
28. Vukovář bis Alt-Slankamen (l)...	—	—	17	205	19800	35	120	7
—	—	—	79	212	25400	38	152	4—11
—	—	—	27	245	21800	19	152	3—17
—	—	—	17	264	24650	38	101	5.5—7.5
—	—	—	126	230	22750	22	158	6—8

—	—	29. Alt-Slankamen bis Semlin (l)...	43	380	22750	25	114	10—13
—	30. Semlin bis Semendria (l).....	—	60	390	8900	22	190	?
—	—	31. Semendria bis Kostolac	30	570	11400	22	85	9—13
—	32. Kostolac bis Rama-Palánka (l)	—	11	570	5700	25	47	13
33. Unterh. Palánka zwischen Gorica u. Kloster-Bazias bis Zarota/Covedoristje ober Zatonje	—	—	4	694	1900	38	114	13
—	34. Zarota/Covedoristje bis Gradiste (r).....	—	10	474	4740	38	170	10
—	—	35. Gradiste bis zum Défilé (Lászlovár/Golubac)	20	570	5700	25	101	12—16
36. Ruine Lászlovár/Ruine Golubac bis Alt-Orsova ..	—	—	86	156	2180	9	540	22—47

Die schon S. 116 erwähnte Zusammenstellung für die weitere Strecke bis Galaz gibt folgende Dimensionen, wobei die Unterscheidung von Engen und Weitungen sowie die Angabe der Breitendimensionen um so leichter entbehrlich ist, weil die Donau von Turn-Severin an von mächtiger Breite ist.

Die Tiefen sind gemessen beim niedrigen Wasserstande von 1·3 Meter des Turn-Severiner Pegels, die Geschwindigkeiten bei 3·1 Meter desselben Pegels, bei welchem zwar alle Sandbänke zwischen Turn und Galaz überfluthet, die Ufer jedoch noch nicht überschwemmt sind und die grösste Geschwindigkeit stattfindet. Als Basis dienten die Fahrzeiten der Postschiffe zu Berg und Thal bei bekannter Maschinenleistung. Man hat es also hier wohl mit Maximal-Geschwindigkeiten zu thun, was für die voranstehende Tabelle nicht gilt.

Strecken von Station zu Station	Länge der Strecke Kilometer	Minimale Tiefe Decimeter	Geschwindig- keit Decimeter
Alt-Orsova bis zum oberen Eingang des Eisernen Thores	5	—	—
Eisernes Thor — Sib	4	—	Maximum 47
Sib — Turn-Severin	13	—	—
Turn-Severin — Radujevac	78	39	9·7
Radujevac — Widdin	59	21	9·7
Widdin — Lompalanka	48	25	7·7
Lompalanka — Rahova	63	27	11·0
Rahova — Turn-Mogurello	82	30	9·7
Turn-Mogurello — Sistof	41	27	9·7
Sistof — Giurgevo	62	31	9·2
Giurgevo — Oltenița	61	31	8·8
Oltenița — Silistria	52	30	10·5
Silistria — Cernavoda	75	28	9·7
Cernavoda — Hirsova	49	41	13·0
Hirsova — Braila	82	—	9·2
Braila — Galaz	20	—	5·5

Für sämtliche Zuflüsse der Donau innerhalb der diesseitigen Reichshälfte bis hinauf zu den kleinsten noch benannten Bächen sind die Dimensionen tabellarisch zusammengestellt in dem vom Ackerbau-Ministerium, als der obersten Behörde

in Wasserrechts- und Meliorations-Angelegenheiten, 1890 herausgegebenen zweibändigen Werke: „Die Gewässer in Oesterreich“, k. k. Staatsdruckerei. I. Band: A. Die Gewässer nach Flussgebieten; B. Die Gewässer nach Ländern. II. Band: Specialübersicht der Flussgebiete. Man findet daselbst für jedes Gewässer angegeben: das Meeresgebiet, zu welchem jedes fließende Gewässer gehört, die Namen der Flüsse und ihre Unterscheidung in solche der I., II. und III. Ordnung, alle kleineren Zuflüsse gesondert nach linksseitigen und rechtsseitigen, die Länge jeder Section oder Strecke des betreffenden Flusses, den Flächeninhalt des zugehörigen Gebietes, soweit es in Oesterreich liegt, endlich innerhalb Oesterreichs repartirt auf die betreffenden Länder.



Inhalt.

	Seite
Vorwort	III
Einleitung	1
A. Die Zuflussgebiete der Donau	4
1. Der alpin-hercynisch-karpatische Abschnitt	5
2. Der transsylvanisch-balkanische Abschnitt	14
3. Der ostkarpatisch-balkanische Abschnitt	18
B. Die Eisverhältnisse der Donau	21
C. Das Fahrwasser	24
I. Die Tiefenverhältnisse	24
II. Die Geschwindigkeitsverhältnisse	34
1. Bei Aenderung des Längenprofils	35
2. Bei Aenderung des Querprofils	35
3. Bei Aenderung der Richtung	37
III. Die hauptsächlichsten Arten von Ablagerungen im Flusse	51
1. Entstehung der Ablagerungen	51
2. Gestalten der abgelagerten Bänke	71
3. Primäre und secundäre Ufer, Haufen und Auen	73
4. Veränderungen, denen die Ablagerungen unterliegen	75
IV. Stromspaltungen, Inseln, Einrinnen und Gescheide	84
V. Einfluss von Strombauten auf das Fahrwasser	85
VI. Schiffmännische locale Abhilfen mit Benützung der Strömungen zur vorübergehenden Besserung des Fahrwassers	88
D. Uebersichtliche Schilderung des Laufes der Donau	93



Verlag von Carl Gerold's Sohn in Wien.

Astronomischer Kalender für 1891. Nach dem Muster des Karl von Littrow'schen Kalenders herausgegeben von der k. k. Sternwarte in Wien. Neue Folge. X. Jahrg. 8^o. [150 S.]

cart. 80 kr.

Drasche, Dr. Richard v., Fragmente zu einer Geologie der Insel Luzon (Philippinen). Mit einem Anhang über die Foraminiferen der tertiären Thone von Luzon. Von Felix Karrer. Mit 5 Tafeln und 16 in den Text gedruckten Holzschn. 4^o. [XII. 100 S.]

fl. 6.—

Ergenzinger's Heimatkunde. Wien und Niederösterreich. Neu bearbeitet von R. Trampler. Dritte Auflage. 8^o. [XII. 108 S.]

50 kr.

Grohmann, Paul, Wanderungen in den Dolomiten. Mit 4 Holzschn. in Tondruck. 8^o. [VIII. 328 S.]

fl. 1.—

Leinwdbd. fl. 1.50

Klun, Prof. Dr. V., Allgemeine Handels-Geographie. 1. Theil. Allgemeine Geographie. 4. gänzlich umgearb. Aufl. 8^o. [VIII. 566 S.]

fl. 3.—

Lütken, O., Die Nordsee-Escadre und das Seegefecht bei Helgoland am 9. Mai 1864. Autorisirte deutsche Uebertragung aus dem Dänischen. Herausgegeben von der Redaction der „Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens“. gr. 8^o. [64 S. mit 7 Holzschnitten im Text und 2 Abbildungen.]

fl. 1.20

Marno, Ernst, Reisen im Gebiete des blauen und weissen Nil, im egyptischen Sudan und den angrenzenden Negerländern, in den Jahren 1869 bis 1873. Mit 36 Tafeln und Holzschnitten nach Originalzeichnungen und 3 Karten. gr. 8^o. [520 S.]

fl. 4.—

Leinwdbd. fl. 5.—

Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens. Herausgegeben vom k. u. k. hydrographischen Amte, Marine-Bibliothek. Mit der Beilage: Kundmachungen für Seefahrer und hydrographische Nachrichten der k. u. k. Kriegsmarine. XIX. Jahrgang. 1891. (12 Hefte.) gr. 8^o.

fl. 6.—

Verlag von Carl Gerold's Sohn in Wien.

Pacher, Alwil von, Die Eisbildung in der Donau und Vorschläge zur Bekämpfung ihrer schädlichen Wirkungen auf die Regulirung und Schiffbarkeit dieses Stromes, sowie zur Einschränkung der durch Eisstöße bedingten Ueberschwemmungsgefahr. gr. 8^o. [60 S.] 60 kr.

Pola, seine Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Eine Studie. Mit 4 Tafeln, enthaltend Ansichten und Pläne. Lex.-8^o. [96 S.] fl. 2.—

Reise S. M. Schiffes „Albatros“ unter dem Commando des k. k. Fregatten-Capitäns Arthur Müldner nach Süd-Amerika, dem Caplande und West-Afrika 1885—1886. Auf Befehl des k. k. Reichs-Kriegsministeriums, Marine-Section, unter Zugrundelegung der Berichte des k. k. Schiffscommandos verfasst von Jerolim Freiherrn von Benko, k. k. Corvetten-Capitän. Herausgegeben von der Redaction der „Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens“. Mit einer orientirenden Reiseskizze. [X. 464 S.] Lex.-8^o. fl. 3.50

Reise, die, der Corvette „Helgoland“ an der Westküste Afrika's in den Jahren 1884—1885. Bearbeitet von der Redaction der „Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens“. Mit einer Karte. gr. 8^o. [65 S.] fl. 1.—

Reise S. M. Corvette „Aurora“ nach Brasilien und den La Plata-Staaten in den Jahren 1884—1885. Mit 1 Karte und 2 lithogr. Tafeln. gr. 8^o. [56 S.] fl. 1.—

Reise S. M. Corvette „Frundsberg“ im Rothen Meere und an der Ostküste Afrika's in den Jahren 1884—1885. Mit 1 Karte und 2 lithogr. Curs-Skizzen. gr. 8^o. [80 S.] fl. 1.20

Reise, transoceanische, S. M. Corvette „Saida“ in den Jahren 1884—1886. Zusammengestellt nach den Berichten des Commandos der Corvette vom k. k. marine-technischen Comité. gr. 8^o. [94 S. mit einer Karte.] fl. 1.50

Reise S. M. Schiffes „Frundsberg“ im Rothen Meere und an den Küsten von Vorderindien und Ceylon in den Jahren 1885 bis 1886. Auf Befehl des k. k. Reichs-Kriegsministeriums, Marine-Section, unter Zugrundelegung der Berichte des k. k. Schiffscommandos verfasst von Jerolim Freiherrn von Benko, k. k. Corvetten-Capitän. Herausgegeben von der Redaction der „Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens“. Mit einer Uebersichtskarte und neun Planskizzen. gr. 8^o. [233 S.]

fl. 1.80

Reise S. M. Schiffes „Zrinyi“ über Malta, Tanger und Teneriffa nach Westindien in den Jahren 1885 und 1886. Auf Befehl des k. k. Reichs-Kriegsministeriums, Marine-Section, mit Zugrundelegung der Berichte des Schiffscommandanten zusammengestellt von Jerolim Freiherrn von Benko, k. k. Corvetten-Capitän. Herausgegeben von der Redaction der „Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens“. Mit einer Karte. gr. 8^o. [VIII. 278 S.]

fl. 2.—

Reményi, A., Zur Geschichte der Donauflotte von den Römerzeiten bis zur Schlacht bei Mohács 1526. Mit hauptsächlichster Benutzung von E. Szentkláray's Werk „A dunai hajóhadak története“. gr. 8^o. [24 S.]

40 kr.

Sirk, Victor H., Der Betrieb von Schiff's-Dampfkesseln und Maschinen. 8^o. [IV. 232 S.]

fl. 2.40

Trentinaglia-Telvenburg, Josef Ritter von, Das Gebiet der Rosanna und Trisanna (Sannengebiet in West-Tirol) mit besonderer Berücksichtigung der orographischen, glacialen, botanischen, zoologischen, geognostischen und meteorologischen Verhältnisse, nach eigenen Untersuchungen dargestellt. Mit 2 Abbildungen in Farbendruck und 1 Gebirgskarte. gr. 8^o. [VI. 204 S.]

fl. 5.—

Verlag von Carl Gerold's Sohn in Wien.

Tuma, Anton, Die östliche Balkan-Halbinsel militär-geographisch, statistisch und kriegshistorisch dargestellt. Mit 4 Karten und Planskizzen. gr. 8°. [XII. 270 S.] cart. fl. 3.50

Uhlik, Dr. Alexius, Anleitung für die erste Hilfe bei Erkrankungen und Verletzungen an Bord. (Aus den „Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens“ 1887.) gr. 8°. [18 S.] 20 kr.

Zaffauk Edler von Orion, k. k. Major und Professor an der technischen Militär-Akademie, Gemeinfassliche Anleitung zum Croquiren des Terrains mit und ohne Instrumente. III. Aufl. Mit 97 Textfiguren und 2 Tafeln. Umfang 11 Bogen gr. 8°. fl. 1.50

— — Anleitung für die graphische Darstellung des Terrains in Plänen und Karten. Theoretisch-praktische Schule des Situationszeichnens. III. Auflage. Mit einem aus 9 lithographirten Tafeln bestehenden Zeichenschlüssel und einem Nachtrag, enthaltend die Aenderungen und Erweiterungen des Situations-Zeichenschlüssels vom Jahre 1887/88. Umfang 9 Bogen gr. 8°. fl. 2.—

— — Populäre Anleitung zum Plan- und Karten-Lesen sammt Terrainlehre, nach bestehenden Vorschriften mit Rücksicht auf die Abänderungen des Situations-Zeichenschlüssels zum Plan- und Karten-Lesen. III. Auflage. Mit Xylographien und einem Zeichenschlüssel zum Plan- u. Karten-Lesen. Umfang 15 Bog. 8°. fl. 1.50



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294564