

Liste der Bearbeiter des Litteratur-Berichts.

Oberlehrer E. Danköbler (Blankenburg a. H.).
 Gymnasiallehrer Dr. L. Henkel (Schulpforta).
 Professor Dr. A. Kirchhoff (Halle).
 Realgymnasiallehrer Dr. O. Koepert (Altenburg).
 Gymnasiallehrer Dr. A. Petry (Nordhausen).
 Oberrealschullehrer Dr. R. Potinecke (Magdeburg).
 Töchtereschullehrer Dr. G. Reischel (Oschersleben).
 Privatdozent Dr. A. Schenck (Halle).
 Arzt Dr. A. Schulz (Halle).
 Oberlehrer Dr. E. Strassburger (Aschersleben).
 Privatdozent Dr. W. Ule (Halle).

Über die Wirkung der Flüsse auf die Gestalt und Beschaffenheit der Erdoberfläche.

(Mit 4 Figuren.)

Von

E. Dunker,

Geheimer Bergrat a. D. in Halle.

In der Zeitschrift Globus Band LVIII, S. 156 führt Herr Dr. E. Deckert über die Stadt New-Orleans folgendes an:

„Der bei weitem grösste Teil der Stadt liegt heute nahezu zwei Meter tiefer als der Spiegel des Mississippi-Hochwassers. Als ein Glück für die Stadt muss es unter den obwaltenden Umständen bezeichnet werden, dass der Riesenstrom sich in ihrer Gegend dem bekannten Baer'schen Gesetze ziemlich vollkommen zu fügen scheint, und dass er in der halbmondförmigen Biegung, die er um ihre Häusermasse herum macht, immer nur das rechte Ufer benagt und unterwäscht, so wie es jenes Gesetz verlangt, während er dagegen an dem linken Ufer beständig neue Schlamm- und Sandmassen absetzt. Den „Lewees“ (Schutzdämme und künstliche Stromufer, die schon 150 Millionen Dollars (gegen 637 Millionen Mark) verschlungen haben) wird auf diese Weise kein Übermass von Widerstandskraft zugemutet, und die Anschwemmungen vermehren sogar den städtischen Baugrund alljährlich um einen Streifen von etwa vier Meter Breite — nebenbei ein ganz hübsches Zeugnis dafür, in welchem kolossalen Massstabe der Flussriese sein geologisches Werk vollbringt. Ziemlich um denselben Betrag wird das rechte Ufer im jährlichen Durchschnitt weggewaschen und die Arbeitervorstädte Algier und

Gretna, welche daselbst angelegt sind, erscheinen auf diese Weise dem unausbleiblichen Untergange geweiht.“

Über das hierin erwähnte Baer'sche Gesetz habe ich mich in drei Abhandlungen eingehend geäußert und gegen seine Giltigkeit erklärt.¹ Wenn dies dem Herrn Verfasser bekannt gewesen wäre, würde er es wohl mit erwähnt haben. Ich schliesse daraus, dass meine Ansicht nicht bekannt genug geworden ist und sehe mich dadurch veranlasst, auf den Gegenstand nochmals in thunlichster Kürze zurückzukommen.

Wenn ein Fluss oder ein Bach entsteht, hat ihm sehr selten die Natur eine Fläche gegeben, die geneigt und so eben ist, dass er auf ihr in grader und kürzester Linie herabfliessen kann, wie das Regenwasser von einem geneigten ebenen Dache. Er wird also, wenn er nicht ein so starkes Gefälle hat, dass Hindernisse übersprungen werden können, jedesmal dahin fließen, wo die Neigung des Bodens am grössten ist. Dadurch entstehen die vielfachen Krümmungen, wie sie jede Landkarte zeigt, und ein bedeutsamer Unterschied zwischen den Ufern. Das Ufer, dessen Krümmungsradius a b Fig. 1 durch das Wasser geht, nenne ich, weil es vom Wasser aus gesehen hohl ist, Hohlufer, das andere, dessen Krümmungsradius a c ganz auf dem Lande liegt, gewölbtes Ufer.

Die grösste Geschwindigkeit des Wassers liegt da, wo es am weitesten von den durch den Reibungswiderstand die Geschwindigkeit vermindern den Ufern absteht, das heisst in der Mitte. Von da zieht sie in dem Stromstriche ddd von einem Hohlufer quer über den Strom zu dem nächst tiefer liegenden. Weil der Fluss dahin seine grösste Geschwindigkeit mitbringt und mit der Geschwindigkeit des Wassers der Widerstand der Reibung am Ufer und demnach auch die mechanische Arbeit dieser Reibung nahezu im quadratischem Verhältnisse wächst, wird das Hohlufer zerstört und steil gemacht, das Bett an dieser in den Stromstrich fallenden Stelle, wie an den übrigen Stellen des Stromstrichs durch die in demselben vorhandene grösste Geschwindigkeit vertieft und am wenigsten eine Anhäufung von Steinen geduldet. Es muss aber angenommen werden, dass nicht allein hiervon die Zerstörung des Hohlufers abhängt. Indem nämlich der sich am schnellsten bewegende Teil des Flusswassers nach dem Hohlufer getrieben wird und dabei, der Kurve des Ufers folgend, die Richtung seiner Bewegung fortwährend ändern muss, können wegen ihrer Verschiebbarkeit nicht alle seine Teile so zusammenhängend

¹ Über den Einfluss der Rotation der Erde auf den Lauf der Flüsse mit Tafel VII, Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften Bd. XI, 1875. S. 463. — Weiteres über den Einfluss der Rotation der Erde auf den Lauf der Flüsse. Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. XV, 1882. S. 67. — Über Formeln zur Bestimmung der Einwirkung der Rotation der Erde auf die Flüsse. Derselbe Bd. XV. S. 331,

die Richtung ihrer Bewegung ändern, wie die eines festen Körpers. Viele Teile des Wassers können daher, wenn sie auch von den anderen stromabwärts gelenkt werden, ihre Bahn doch soweit beibehalten, dass sie noch stossend auf das Ufer treffen und erst dann ihm parallel gleiten, wobei es wesentlich ist, dass die so einzeln getroffenen Stellen zur Seite ausweichen können, was die Wirkung erleichtert und verstärkt. Dieser Stoss und die dadurch hervorgerufene innere Bewegung des Wassers scheinen auf die Zerstörung des Hohlufers und die Vertiefung des Flussbodens an demselben noch mehr zu wirken als die mit der grösseren Geschwindigkeit des Wassers verstärkte Arbeit der Reibung. Ausserdem rollen die im Bette fortgeführten Steine zerstörend am Hohlufer her. Die Zerstörung des Hohlufers tritt, bei weichen Massen schneller, bei härteren langsamer, so sicher ein, dass ein Bezweifeln derselben gar nicht möglich ist.

Vom Hohlufer nach dem gewölbten hin nehmen Geschwindigkeit und Tiefe des Wassers ab. Hier ist also eine Art von Ruheplatz und es wird deshalb da zunächst ein Teil der vom Flusse herbeigeführten schwereren Massen, wie Gerölle, Kies und Sand, von denen ein Teil bei kleinem Wasser am Ufer sichtbar wird, in einer Dicke abgelagert, die von der Menge des zugeführten Materials und der Geschwindigkeit des Wassers abhängt.

Von den feineren, im Wasser schwebenden Stoffen, die der Fluss an den aufwärts liegenden Hohlufnern abgerissen hat, oder die ihm sonst in der Form trüben Wassers zugeführt worden sind, gelangt ein Teil an den Seiten des gewölbten Ufers wieder zum Absatze. Dieser mit seiner Dicke nach dem Flusse hin das Grandlager bedeckende Absatz erreicht eine mit der Tiefe des Wassers und der Menge der von ihm fortgeführten Stoffe zunehmende Höhe und Dicke. Meist in demselben Masse, in welchem das der zerstörenden Wirkung des Wassers ausgesetzte Hohlufer verlegt worden ist, hat sich, zumal da der Fluss für die Menge seines Wassers und dessen Geschwindigkeit nur eine bestimmte Breite bedarf, an dem gewölbten Ufer Land angesetzt. Es ist also z. B. die Linie des Hohlufers rst Fig. 2 übergegangen in $rs't$ und die des gewölbten Ufers abc in $ab'c$. Diese Wirkung dauert fort. Es findet wieder eine Zerstörung des Hohlufers sowie eine Bildung von Land am gewölbten Ufer statt, und weil diese Ursachen im wesentlichen sich gleich bleiben, erreicht der neue Landansatz nahezu dieselbe Höhe wie der frühere.

Wenn von zwei Hohlufnern, Fig. 1, das obere nach links zerstört wird, erfolgt die Zerstörung des anderen nach rechts und durch die Zerstörung des oberen ändert sich auch die Richtung, in welcher das Wasser das folgende trifft. Daraus folgt mit Bestimmtheit, dass der Fluss sein Bett nach rechts wie nach links verlegen, bei geringem Gefälle sogar, wenn auch nicht auf eine grosse Länge, zurückfliessen kann, dass diese

Verlegungen auf der einen Seite mit Zerstörung, auf der anderen mit Landbildung verbunden sind, und dass er auch wieder auf eine frühere Stelle gelangen kann.

So entstehen die ebenen Flächen, die sich, wenn es nicht besondere, jedesmal nachweisbare Umstände verhindern, neben allen Bächen und Flüssen befinden, die rechtwinklig gegen die allgemeine Richtung des Flusses horizontal, flussabwärts so geneigt sind wie der Fluss und von unten nach oben bestehen aus Grand, Sand und einer mehr oder weniger dicken Lage einer Erde ohne Steine, die, wenn der Fluss nicht ausnahmsweise unfruchtbare Stoffe absetzt, sehr fruchtbar ist. Grand und Sand können auch fehlen.

Dies sind die notwendigen Folgen der Zerstörung der Hohlflur. Aber der Zerstörer ist zugleich ein Wohlthäter, denn ohne ihn würde man den ebenen fruchtbaren Boden in den Thälern nicht haben.

Dass dieser Boden quer gegen die allgemeine Richtung des Flusses horizontal ist, darf nicht streng genommen werden, denn wenn wie meistens ein Fluss sich nach und nach tiefer eingeschnitten hat, liegen die älteren Absätze höher und werden vom Hochwasser nicht mehr erreicht.

Steigt der Boden neben dem Flusse an, so wird er bald so hoch, dass ihn auch das Hochwasser nicht mehr erreicht. Er wird dann vom Flusse so lange unterhöhlt, bis die darüber befindlichen, ihrer Unterlage beraubten Massen herunterbrechen. Die so gebildeten Abhänge *a b* und *cd* Fig. 3 sind infolge des Herunterbrechens stets steil oder sogar senkrecht, zeigen die äusserste Grenze, bis wohin der Fluss gelangt ist, und werden am besten als Sturzränder bezeichnet. Ihre Höhe hängt ab von der Dauer der Zerstörung und der Gestalt des Bodens. Sie kann daher die eines gewöhnlichen Hohlflures nur wenig übertreffen, oder so lange zunehmen, bis die höchste Stelle *b* des Bodens erreicht ist. Es bezeichnen 1 das Grand- und Sandlager, 2 die steinfreie Erde, 3 den Fluss.

Hat der Fluss wie in Fig. 3 an beiden Seiten solche Ränder, so war er wenigstens einmal bei *a* und *c*, sowie an jeder Stelle dazwischen, er kann aber auch vielfach dagewesen sein. Sehen wir nun an den Seiten eines Flusses die ebene Fläche *ac*, deren Breite von einer Stunde und mehr nicht selten ist, mit den Sturzrändern *ab* und *cd*, so können wir die Arbeit des Flusses vergleichen mit der eines riesenhaften Pfluges. So wie dieser den Boden auf einer Seite aushebt und nach der anderen wieder hinlegt, so zerstört der Fluss an den Hohlfluren den Boden und bildet an den gewölbten Ufern wieder Land. Treten dem keine unübersteiglichen Hindernisse entgegen und hindert man es nicht, so hört diese Wirkung nicht auf.

War der Thalboden an einer Stelle gerade so hoch, wie er durch den Absatz von Land an dem gewölbten Ufer wird, so kann kein

bleibender Uferrand entstehen. Will man dann die Grenze der Flusswirkung finden, so ist der Boden nach unten zu untersuchen.

Hat ein durch Zerstörung eines Hohlufers in ansteigendem Boden entstandener Sturzrand die Form eines hohlen Bogens erhalten, so werden, wenn der Fluss nach langer Zeit wieder dahin kommt, die Enden dieses Bogens leicht zerstört, sodass die Sturzränder mehr oder weniger gerade werden. Zur Bildung der Sturzwände kann auch das Einschneiden des Flusses nach unten beitragen.

In etwas anderer Gestalt zeigt sich die Wirkung des Flusses, wenn er in einem engen gewundenen Thale fliesst.

Es sei *abcd* Fig. 4 die anfängliche Oberfläche und der Fluss bei *c*. In dem engen Thale kann er seinen Lauf nicht so leicht ändern, wie in dem weiten, er behält aber das Einschneiden nach unten und die Zerstörung des Hohlufers. Was in dem weiten Thale das Hohlufer war, auf das ein anderes folgte, wird hier ein Bogen des Flusses, der zwar immer grösser wird, aber Jahrtausende oder stets an seiner Stelle bleiben muss. Durch tieferes Einschneiden und gleichzeitige Vorrückung des Bogens entsteht der aus den aufeinanderfolgenden gewölbten Ufern bestehende flachere Abhang *cf* mit fruchtbarem Boden und gegenüber durch Unterwaschung und Herunterbrechen der steile Abhang *gb*, dessen Entstehung am leichtesten ist, wenn wie in der Figur das Liegende der Schichten getroffen wird. An den Seiten des Flusses kann sich auch eine kleine ebene Fläche *gf* bilden.

Die beschriebenen Wirkungen der Flüsse sind bei aufmerksamem Beobachten leicht zu erkennen. Dazu trägt auch bei, dass man nicht stets eine lange Vorzeit zu Hilfe zu nehmen braucht, ein Menschenleben reicht oft dazu aus. Hat man z. B. Flusskrümmungen abgeschnitten und geschieht dann weiter nichts, so stellen sie sich leicht wieder ein. Dazu gehört nicht viel, denn es braucht nur an einer Seite eines geraden Flusses ein Hindernis entstanden zu sein, ein grosser Stein oder dichter Pflanzenwuchs, so wird das Wasser nach der anderen Seite gedrängt. Dadurch entsteht ein sehr flacher Hohlbogen, der immer tiefer wird, wodurch Zerstörung auf einer und Landbildung auf der anderen Seite wie vorher eintreten.

Die Flächen neben den Flüssen entstehen nicht dadurch, dass Unebenheiten abgeschliffen und Vertiefungen mit Schlamm ausgefüllt werden. Auch nicht dadurch, dass der Fluss sich plötzlich ein anderes Bett gräbt. Das kann zwar z. B. durch eine Eisstopfung geschehen, ist aber nur ein besonderer Fall, und es bleibt dann auch das alte Bett noch sehr lange oder stets sichtbar. Der Boden eines ehemaligen Sees kann die Ebene neben dem Flusse nicht sein, weil sie das Gefälle des Flusses hat. Und wenn das weite Thal zwischen Vogesen und Schwarzwald auch ein See-

boden gewesen wäre, so würde der Rhein in den Jahrtausenden nach Abzapfen des Sees Zeit genug gehabt haben, seine Ebene so wie andere Flüsse zu bilden.

In Russland haben die in weichem, nachgiebigem Boden liegenden Flüsse oft nach rechts ein hohes und nach links ein niedriges Ufer. In hervorragender Weise findet dies bei der Wolga statt, die auf eine lange Strecke von einer hohen, senkrechten, in der Regel unten aus Sand und darüber aus Lehm bestehenden Wand begleitet wird, von welcher zeitweise Massen herunterbrechen. Der Fluss tritt teils an dieselbe, teils fließt er in ihrer Nähe, erreicht sie aber bei Hochwasser. Sie bildet also kein gewöhnliches stets vom Flusse berührtes Ufer, sondern einen Sturzrand. Aus der Zerstörung solcher nach rechts liegenden Ränder oder Ufer hat K. E. v. Baer den Schluss gezogen, dass die Drehung der Erde um ihre Achse Einfluss auf die Richtung des Laufes der Flüsse habe.

Wenn nämlich vom Nord- und Südpol ein Luftstrom in der Richtung eines Meridians nach dem Äquator zieht, so gelangen beide Ströme über sich immer schneller drehende, nach Osten voraneilende Teile der Erdoberfläche und dadurch, auf die Erde bezogen, nach Westen, vereinigen sich etwas nördlich vom Äquator zu einem sanften Luftstrom und bilden den Nordostpassat.

Derselben Wirkung unterliegen die Flüsse. Fließt also der Fluss auf der Nordhälfte der Erde nach dem Äquator hin, so dreht er sich rechtwinklig gegen die Richtung seines Fließens, nach Osten. Dabei stößt aber sein rechtes Ufer auf den Widerstand des Wassers, wodurch ein Druck auf dieses Ufer entsteht. Fließt er aber nach Norden, so bleibt seine Drehung hinter der, welche sein Wasser mitgebracht hat, zurück. Das rechte Ufer stemmt sich also gegen die Drehung des Wassers und dadurch entsteht wieder Druck auf das rechte Ufer. Auf der Südhälfte der Erde tritt dasselbe ein, nur verhält sich da die Wirkung gegen die auf der Nordhälfte wie rechts zu links. Der so erzeugte Druck soll das betreffende Ufer zerstören, in der Nordhälfte der Erde den Fluss nach rechts und in der Südhälfte nach links ablenken. Dies ist das Baer'sche Gesetz.

Durch die Erdrotation wird der Wasserspiegel in der Nordhälfte der Erde an dem rechten und in der Südhälfte an dem linken Ufer eines Flusses erhöht. Der Ausdruck hierfür ist

$$b = \frac{0,0001454 \cdot v \cdot a \cdot \sin \alpha}{g},$$

in welchem v die Geschwindigkeit des Wassers, a die Breite des Flusses, α die geographische Breite, g die Beschleunigung der Schwerkraft und b die Erhöhung des Wasserspiegels an einem der Ufer bedeutet.

Die Bedingungen für diese Erhöhung wurden von mir bei der Wolga, von welcher die Wirkung der Erdrotation abgeleitet worden ist, sehr günstig gewählt, nämlich $v = 3$ Meter, das Höchste, was Baer nach dem Fortreißen seines Bootes beobachtet hat, $a = 1000$ Meter, $\alpha = 50$ Grad und g ist $= 9,8088$ Meter. Unter diesen Verhältnissen erhält man $b = 3,4$ Centimeter.¹

Die Wolga steigt bei Hochwasser bis zu vier Klaftern. Der zu der Erhöhung des Wasserspiegels am rechten Ufer gehörende geringe Wasserdruck ist als ruhend anzunehmen, weil die damit verbundene Bewegung nicht durch die Erdrotation, sondern durch das Fliessen des Wassers, also durch die Schwerkraft entsteht. Ruhender Druck kann zwar ein Ufer, welches das Wasser durchlässt, so erweichen, dass es in den Fluss gelangt, aber der kleine Zuwachs von 3,4 Centimeter zu der schon vorhandenen Druckhöhe von 4 Klaftern kann nicht bewirken, dass die Erweichung mehr nach rechts als nach links eintritt. Ausserdem aber kann selbst ein hoher Druck unbewegten Wassers zwar Dämme zerbrechen, aber ein Ufer, auf das nicht alsbald wieder eine Vertiefung folgt, verhält sich wie ein Damm von unendlicher Dicke, der selbst durch den grössten Druck nicht verschoben werden kann, denn wenn es nicht so wäre, würde ein stillstehendes tiefes Wasser seine Ufer sprengen. Damit wird die so häufige Berufung auf den durch die Erdrotation entstehenden Druck hin-fällig. Noch mehr gilt dies, wenn das Flussbett aus festem Gestein besteht.

Der hohe Rand der Wolga hatte, als man ihn der Erdrotation zuschrieb, schon eine Gestalt erhalten, bei welcher die Mitwirkung der Erdrotation, selbst wenn sie bedeutend wäre, vollkommen entbehrlich war. Denn nach Baer's eingehender Beschreibung rieselt der untere Sand, wenn er trocken geworden ist, hervor und wird durch das nächste Hochwasser fortgeführt. Dadurch verliert der darüber befindliche Lehm nicht nur seine Unterlage, sondern es entstehen in ihm auch, soweit er unter Wasser gestanden hat, beim Trocknen Sprünge. Er muss also herunterstürzen, worauf dann der trocken gebliebene, ebenfalls seiner Unterlage beraubte, folgt.

Weiter kommt nach dem Vorerwähnten in Betracht, dass, wenn in einem nahezu ebenen Boden der Fluss nach der Seite hin zerstört, ein Ufer von gewöhnlicher Höhe und, wenn die Zerstörung längere Zeit gegen einen Abhang gerichtet ist, ein hoher Sturzrand entsteht.

Die zerstörende Kraft ist in beiden Fällen nach ihrer Art und Grösse dieselbe, denn dass sie in einem ansteigenden Boden den hohen Sturzrand, den man in Russland hohes Ufer genannt hat, erzeugt, ist ja

¹ S. 472 meiner ersten Abhandlung.

nur eine Folge der Bodengestaltung, die mit der Erdrotation in keinem Zusammenhange steht. Soll dies hohe Ufer eine Folge der Erdrotation sein, dann lässt sich kein Grund finden, warum eine solche Wirkung nicht auch bei dem gewöhnlichen Hohlufer eintreten soll. Dass dies aber nicht der Fall ist, dass der Fluss sein Bett ebenso nach rechts wie nach links verlegen kann, wird durch die Sturzränder ab und cd, Fig. 3, unwiderleglich bewiesen. Das bleibt auch so in den grössten Zeiträumen, weil stets die Wirkung der Erdrotation verschwindend klein ist gegen die Kraft, welche die Hohlufer zerstört.

Macht in der Nordhälfte der Erde der Fluss eine Biegung nach rechts, so wirken Zerstörung des Hohlufers und Erdrotation in gleicher Richtung und bei einer Biegung nach links die Erdrotation der Zerstörung des Hohlufers entgegen. Wenn also die Erdrotation hierbei etwas wirkte, müsste die Zerstörung im ersten Falle grösser sein als im zweiten. Es ist auch wirklich behauptet worden, dass die nach rechts liegenden Windungen der Flüsse runder, weiter und zu einem geschlossenen Bogenstück ausgebaucht erscheinen würden. Ich habe davon auf den besten Karten nichts bemerkt. Es wird übrigens auch schon durch die Sturzränder ab und cd Fig. 3 widerlegt.

Vor mir hat der Physiker Buff die Wirkung der Erdrotation sehr eingehend in einer Abhandlung bearbeitet, die mir längere Zeit unbekannt geblieben ist, weil sie in einer Zeitschrift erschien, in der ich sie nicht erwartete.¹ Er hat den mathematischen Teil umfassender behandelt als es für meine, sich nur auf die Flüsse beziehende Erörterung erforderlich war, erhält aber für das, worauf es hier ankommt, die Erhöhung des Wasserspiegels an einem der Ufer, denselben Ausdruck wie ich.²

Baer hat zwar hervorgehoben, die Wirkung der Erdrotation trete desto deutlicher hervor, je mehr sich die Richtung eines Flusses dem Meridian nähere, aber doch auch die Wirkung bei einer anderen Richtung in Erwägung gezogen. Die Formel für die Erhöhung des Wasserspiegels an einem der Ufer giebt darüber Aufschluss. Ist nämlich eine Formel nach richtigen Prinzipien entwickelt und kommt darin eine Grösse nicht vor, oder verschwindet sie bei weiterer Entwicklung, so wirkt sie auch nicht mit. Da nun die Formel die Lage gegen den Meridian gar nicht enthält, so ist die Wirkung der Rotation auch gar nicht davon abhängig, worauf schon Buff hingewiesen hat.

Er bemerkt, dass, weil die Wolga bei Überschwemmungen eine Breite von über zwei und sogar vier geographische Meilen erreiche, bei so un-

¹ Einfluss der Umdrehung der Erde um ihre Achse auf irdische Bewegungen von Heinrich Buff. *Annalen der Chemie und Pharmacie*. IV. Supplementband. 1865 und 1866. 2. Heft.

² S. 336 meiner dritten Abhandlung.

Fig. 1.

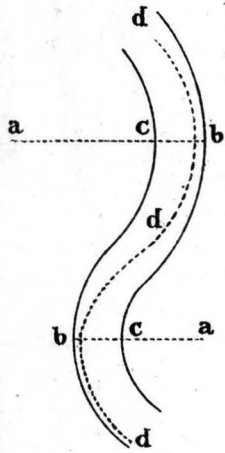


Fig. 2.

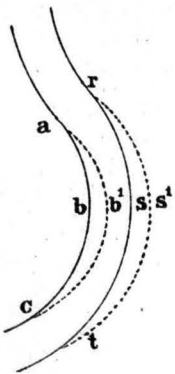


Fig. 3.

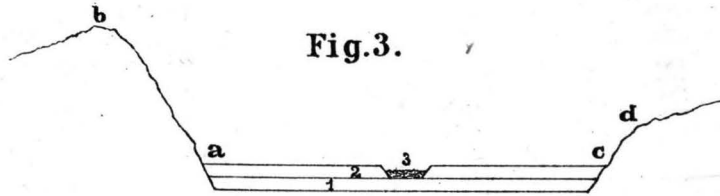
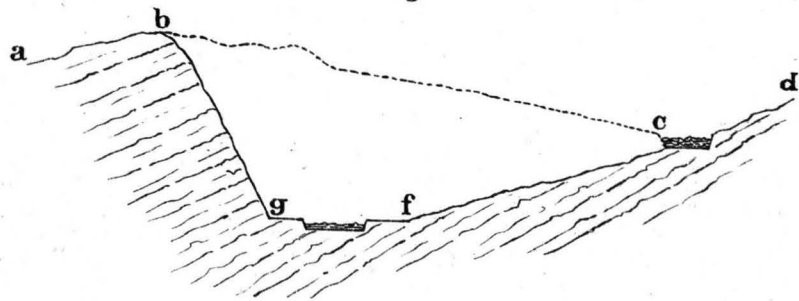


Fig. 4.



geheueren Breiten die Fluten an der rechten Seite des Flusses ein oder selbst zwei Pariser Fuss höher stehen könnten, als an der anderen. Hierbei kommt aber in Betracht, dass bei Überschwemmungen die grösste Geschwindigkeit des Wassers nur zwischen den Ufern stattfindet, darüber hinaus aber sehr rasch abnimmt. Es kann also bei der Berechnung nur der Durchschnitt der Geschwindigkeiten benutzt werden.

Ausserdem hebt er hervor, dass die vorherrschenden Winde auf den Kontinenten entweder eine östliche oder westliche Richtung hätten und in den von ihnen erzeugten Wellen könnte wohl der Grund zu suchen sein, dass die Baer'sche Regel bei meridionaler Richtung öfter beobachtet werde als bei einer anderen.

Die Angabe, dass der Mississippi sich in einer halbmondförmigen Biegung um die Stadt New Orleans ziehe, ist zwar vollkommen klar, ich hätte das aber auch gern bildlich gesehen. Dieser Wunsch wurde unerwartet schnell dadurch erfüllt, dass die „Hallische Zeitung“ eine genaue Abbildung der Lage des Flusses gegen die Stadt brachte. Im Vordergrund erscheint der Fluss mit den Schiffen, dann jene halbmondförmige Biegung und dahinter der Hafensplatz mit den Gebäuden. Die Stadt liegt also an dem gewölbten Ufer des Flusses. Daraus folgt alles andere. An dem gewölbten Ufer muss sich Land bilden und das gegenüber liegende Hohlufer zerstört werden, ohne dass man dazu die Erdrotation braucht. Machte der Fluss eine Biegung nach links, so würde die Stadt gerade so bedroht sein, wie sie jetzt gegen die Zerstörung ihres Ufers geschützt ist und sich nur gegen das über die Ufer tretende Wasser zu wehren hat. Die Arbeitervorstädte Algier und Gretna sind allerdings dem unausbleiblichen Untergange geweiht — wenn man nichts dagegen thut. Man kann aber viel thun, wenn die Not dazu zwingt. Bei Samaden im Engadin hat der rasch fliessende Inn an beiden Ufern hohe starke Mauern.

Für New Orleans ist es nötig, das Wasser am gewölbten Ufer durch öfteres Ausbaggern tief zu erhalten, nicht nur wegen der Schifffahrt, sondern auch, weil der gewaltige Landansatz das Wasser noch mehr nach dem Hohlufer drängt, als es ohne das schon der Fall ist. Schützt man dann dies Ufer durch eine in dem weichen Boden genügend tief zu gründende starke Mauer aus thunlichst grossen Quadern mit gutem Cement in den Fugen und hält sie sorgfältig imstande, so können die Vorstädte noch lange mit Ruhe der Zukunft entgegensehen. Es fehlt nicht an Städten, deren Lage an einem Flusse seit Jahrhunderten dieselbe geblieben ist, weil man Veränderungen nicht zugeben hat.