

Ueber Flussbildungen

von

Ober-Bergrath E. Dunker in Cassel.

Hierzu eine Tafel mit 7 Figuren.

Diese Abhandlung wurde vor einigen Jahren zu einem milden Zwecke öffentlich vorgetragen. Der Wunsch, auch dem Theile der Zuhörer, der sich noch gar nicht mit Geologie beschäftigt hatte, möglichst deutlich zu sein, bowog dazu, Einzelnes sehr eingehend zu behandeln, und auch von bereits Bekannten so viel anzuführen, als des Zusammenhangs wegen erforderlich war.

Die jüngste unter den Naturwissenschaften ist die Geologie, die Wissenschaft von der Entstehung und Ausbildung des Erdkörpers, denn wenn auch ihre, dem Nachdenken nah gelegten Fragen, selbst von den Forschern des Alterthums, deren Kenntniss der Natur im Ganzen auf schwachen Füßen stand, nicht ganz von der Hand gewiesen werden konnten, so reicht doch ihre wirklich wissenschaftliche Behandlung nicht weit in das vorige Jahrhundert zurück. Viel ist in dieser verhältnissmässig kurzen Zeit geleistet worden und eine richtige Erkenntniss hat sich in vielen Stücken, zum Theil erst nach eifrigen Kämpfen, Bahn gebrochen, aber auch viel bleibt noch zu thun übrig.

Indess gerade der Umstand, dass die verhältnissmässig jugendliche Geologie der Forschung noch Vieles bietet, vielleicht auch der, dass sie neben dem naturhistorischen Interesse gewissermassen noch ein antiquarisches gewährt, indem sie uns in Zeiträume zurückversetzt, gegen welche die historische Zeit oft nur wie ein kurzer Tag erscheint, haben ihr, die zuerst mit einigem Erfolge unbeachtet und im Stillen nur von den Bergleuten gepflegt wurde, viele Freunde erworben.

Wegen der Reichhaltigkeit des Stoffs und weil zu manchen Erörterungen, wenn auch nicht ein Anschauen der freien Natur, was jedenfalls das Beste wäre, doch ein Anschauen der Körper, von deren Verhalten man spricht, nothwendig, oder wenigstens wünschenswerth wäre, hat es seine Schwierigkeit, einen kurzen und doch anschaulichen Ueberblick des bis jetzt Erforschten zu geben. Es schien mir daher angemessen, die Aufmerksamkeit nur auf eine besondere Erscheinung, nämlich auf die Bildungen, welche von den Flüssen hervorgerufen werden, zu lenken. Man braucht sich dabei nicht gleich im Geiste in die weiteste Vergangenheit, in der die Naturerscheinungen von den jetzigen wenigstens theilweise abweichend waren, zurückzusetzen; denn das zu Untersuchende geht noch täglich unter

unsern Augen vor. Auch ist man nicht durch weite Räume von dem Gegenstande der Beobachtung entfernt, denn er liegt wenigstens theilweise vor allen Thoren der Stadt.

Manches von dem, was ich zu erwähnen haben werde, ist so einfach, dass man fragen könnte, ob es überhaupt eine Untersuchung verdiente, allein, dass eine Beobachtung einfach ist, kann kein Fehler sein, wenn sie nur richtig ist. Auch der mathematischen Doctrin rechnet man es nicht als einen Fehler, sondern als einen Vorzug an, dass sie mit Behauptungen beginnt, die so einfach sind, dass sie keines Beweises bedürfen und dann stufenweise fortschreitet. Ferner wird man bei genauerm Eingehen finden, dass auch das Einfache sorgfältiger Ueberlegung bedarf, wenn es nicht zu Trugschlüssen führen soll und endlich, dass das, was erst so einfach und klein schien, von grosser Bedeutung für die Bildung der Erde ist.

Unter Fluss verstehe ich hier jedes beständig fliessende Wasser vom kleinsten Bache bis zum grössten Strom. Der Fluss endigt, indem er sich in einen andern Fluss, in's Meer, oder einen See ohne Abfluss ergiesst. Die bekanntesten Beispiele grösserer Flüsse, die sich in Binnenseen ohne Abflüsse ergiessen, sind die Wolga, die im Caspischen See und der Jordan, der im todten Meere endet. Die Oberfläche dieser beiden Binnenseen liegt tiefer, als die des mittelländischen Meeres, die des Caspischen Sees nur etwa 42, die des todten Meeres nicht weniger als 1456 Casseler Fuss. Eine solche Depression von Flüssen und den Seen, in denen sie endigen, unter die Meeresfläche, ist natürlich nur in solchen Gegenden möglich, wo die Wasserverdunstung im See stark genug ist, um der durch den Strom herbeigeführten Wassermasse das Gleichgewicht zu halten. Ohne dies Verhältniss, etwa bei dem Klima Deutschlands, würde der grösste Theil von Palästina unter Wasser stehen und die Erinnerungen an dies Land hätten wohl niemals die Bedeutung erlangt, die sie jetzt haben.

Wer hat nicht schon, an einem grossen Strome stehend, den Wunsch gefühlt, seinen Ursprung zu sehen? Es ruht so eine Art geographischen Heiligenscheins auf den Quellen der Ströme. Verfolgt man die Ströme aber aufwärts bis an ihre Quellen, so wird man sich gewöhnlich in seiner Erwartung getäuscht finden, denn meistens verlaufen die Ströme so nach oben, wie die Wurzeln der Gewächse nach unten. Erst kommt die dicke Hauptwurzel, die sich so oft

gabelt, dass zuletzt alles in zarte Wurzelenden übergeht. Bei den Strömen erzeigt man einer zarten Wurzel die Ehre, den Namen des ganzen Stromes zu führen, mitunter nicht einmal der grössten, oder der am weitesten zurückliegenden. So fliesst an dem Schlossgarten zu Donaueschingen ein schon ziemlich ansehnliches Wasser, die Brieg, vorbei. Im Schlossgarten aber selbst entspringen einige hübsche Quellen, die man Donau nennt und die zusammen aus einer kleinen Oeffnung in der Gartenmauer in die Brieg fliessen. Es sind besondere Verhältnisse im Bau der Gebirge nöthig, wenn ein Strom schon bei seiner Quelle von Bedeutung sein soll. Mit ansehnlichen Wassermassen treten aber gleich die Ströme auf, die wie die Rhone, den Gletschern ihre erste Entstehung verdanken und obgleich die Gletscher die Ströme im Sommer nachhaltiger speisen, als die Quellen, so ist doch die Entstehung der Ströme aus Quellen, weil sie die häufigere ist, in der Idee so festgewurzelt, dass bei der Rhone manche nicht den starken Bach, der sich aus dem Thore des Gletschers stürzt, sondern eine zufällig in dessen Nähe vorkommende winzige Quelle als Quelle der Rhone betrachten.

Jedes fliessende Wasser setzt natürlich eine geneigte Fläche voraus, auf der es herunterfällt. Die Geschwindigkeit, mit der dies geschieht, das heisst die Schnelligkeit des Wasserlaufs, hängt ab von der Neigung dieser Fläche, denn je stärker diese ist, desto schneller fliesst das Wasser und von der die Geschwindigkeit verzögernden Reibung des Wassers auf dem Boden des Flussbetts und an seinen Ufern. Diese Reibung ist bei grossen Flüssen verhältnissmässig geringer, als bei kleinen, weil die Wassermasse in einem steigernden Verhältnisse zunimmt, als die Fläche des Flussbettes. Grosse Flüsse fliessen deshalb bei gleichem Falle schneller, als kleinere und aus dem gleichen Grunde ist die Geschwindigkeit in der Mitte des Stroms grösser, als an seinen, durch ihre Reibung die Geschwindigkeit verzögernden, Ufern. Die letztgenannte Erscheinung zeigt auch das Eis der Gletscher bei seiner Bewegung thalabwärts.

Die Neigung der Ebenen, auf welchen die Flüsse fliessen, ist verschieden, im Durchschnitt aber sehr gering. So hat die Rhone, nachdem sie aus den Bergen getreten ist, eine Neigung von 8 bis 33 Secunden, der Rhein in seinem oberen Theile bis Basel von 1 Minute 21 Secunden bis 3 Minuten 19 Secunden und die Arve in Chamouny von 1 Grad 29 Minuten. Durch die letztgenannte Neigung

erhält das Wasser schon die Fähigkeit, Blöcke von 2 Fuss Durchmesser fortzurollen. Bei einer Neigung des Flussbettes von circa 5 Grad bildet das Wasser gewöhnlich schon keine zusammenhängende Masse mehr.

Da die Geschwindigkeit mit der Neigung der Ebene wächst, so wird sich das Wasser von zwei nebeneinander liegenden Flächen die stärker geneigte für seinen Lauf aussuchen. Dies ist mit einer der Gründe, dass die Flüsse nur ausnahmsweise und nur auf kurze Strecken in gerader Richtung fliessen, dass sie, wie ein Blick auf jede Landkarte zeigt, in den vielfachsten Krümmungen sich fortbewegen. Selbst wenn ihr Lauf auf eine lange Strecke im Allgemeinen ein gerader ist, wie beim Rhein von Breisach bis Strassburg, so ergehen sie sich doch innerhalb dieser Richtung in den vielfachsten Krümmungen.

Es entsteht da, wo der Fluss gekrümmt ist, ein in seinen Wirkungen bedeutsamer Gegensatz zwischen den beiden Ufern. Das eine Ufer, dessen Krümmungshalbmesser (a b fig. 1) das Wasser durchschneidet, ist hohl, das andere, dessen Krümmungshalbmesser (a c fig. 1) ganz auf dem Lande liegt, gewölbt. An das hohle Ufer stösst der Strom, strebt es zu zerstören und macht es steil und weil hier die Geschwindigkeit des Wassers am grössten ist, duldet es am wenigsten Anhäufung von Steinen im Flussbette. Das tiefe Fahrwasser, der sogenannte Stromstrich (d d d fig. 1) zieht daher von dem einen hohlen Ufer quer über den Strom zu dem nächst tiefer liegenden Hohlufer. Auf das gegenüberliegende gewölbte Ufer wirkt der Strom nicht zerstörend, sondern eher erhaltend und vermehrend und deshalb ist auch das Ufer und seine Fortsetzung in das Flussbett flach. Bei niedrigem Wasser treten an dieser Stelle die Anhäufungen von Sand, Kies und Geröllen theilweise aus dem Wasser.

Wir können jetzt eine in mehrfacher Hinsicht interessante und bedeutsame Eigenthümlichkeit der Flüsse in's Auge fassen, nämlich die Bildung und Erhaltung der alten Flussränder und den Einfluss der Flüsse auf die Gestaltung des unteren Theiles ihrer Thäler. Die betreffenden Erscheinungen zeigen sich zwar unter günstigen Umständen beim kleinsten Bache wie bei dem grössten Strome, sie sind aber nicht immer in gleich grossem Grade bemerklich. Am entschiedensten treten sie auf, wenn der betreffende Fluss einige Grösse hat, wenn das Thal, in dem er fliesst, durch Kräfte, die sich vor der Existenz

des Flusses geltend machten, eine ansehnliche Breite erhielt, wenn der Boden des Thals vor dem Auftreten des Flusses nicht eben war, sondern sanft nach den Bergen hin anstieg und endlich, wenn die im Thale abgelagerten Gebirgsmassen keine grosse Festigkeit besaßen und deshalb vom Wasser des Flusses leicht zerstört und weggeführt werden konnten. Dem Fuldathale in der nächsten Umgebung von Cassel fehlen einige dieser Bedingungen, in ausgezeichneter Weise aber sind sie in dem Weserthale der Grafschaft Schaumburg von Oldendorf über Rinteln hinaus vorhanden, das ich deshalb als Beispiel wähle.

Denkt man sich dieses Thal in der Richtung von Süden nach Norden durchschnitten und wendet man in der Zeichnung für die Höhen einen grösseren Massstab an, als für die horizontalen Längen, so hat dieser Durchschnitt (fig. 2) folgende Gestalt.

Geht man von der Weser a nach Norden, so überschreitet man zuerst eine Ebene ohne irgend eine wesentliche Erhöhung. Diese fast horizontale Ebene geht dann plötzlich in einen, mitunter sehr steilen kleinen Bergabhang b über und von da an erhebt sich das Terrain noch einige Zeit sanft bis an den Fuss der durch ihre Schönheit bemerkenswerthen Bergkette, die an der Südseite sehr steil, an der Nordseite aber flach abfällt und deren Massen zur Juraformation gehören. Nach der Südseite des Thales findet dieselbe Erscheinung statt, das heisst, man geht auch hier von der Weser ab zuerst über eine ebene Fläche und trifft dann plötzlich auf einen Bergabhang c, der in die südliche aus der Formation des Keupers bestehende Bergkette übergeht. Unmittelbar am Fusse der beiden Bergketten ist die Diluvialformation abgelagert, bald aus Geröllen, bald aus feinerer Erde oder Sand bestehend und hin und wieder sogenannte Findlingsblöcke tragend, das heisst Blöcke von Granit, Grünstein, Gneis und ähnlichen Felsarten, die aus Schweden und Norwegen hierher gelangt sind. Der ebene, nur so sanft wie der Fluss geneigte und deshalb der Eindruck des völlig horizontalen gewährende Thalboden zwischen den Abstürzen b und c besteht aus zarter Erde ohne Steine und wohl immer auch ohne die Findlingsblöcke.

Ein Theil des nördlichen, die Thalebene begrenzenden Absturzes b fig. 2 hat im Grundrisse fig. 3 folgende Gestalt.

Bei a erhebt sich der Abhang aus der Thalsohle, wird bald sehr steil und erreicht eine Höhe bis zu 150 rheinländischen Füssen über

der Thalsohle. Mit abnehmender Höhe, aber fortwährend steil zieht er sich fort bis b. Von hier bis c ist das Terrain flach, von c bis d und e aber wieder mehr oder weniger steil.

Diese zum grössten Theil steilen Abhänge, welche die Thalebene begrenzen, sind die alten Uferränder der Weser. Der erwähnte Theil derselben hat, wenn man von seiner grösstentheils ansehnlichen Höhe vorläufig absieht, auch in so fern den Charakter eines Fluss-Ufers, als, wie noch jetzt bei Flussufern, der mehr oder weniger hohle Theil der Curve von a bis b und von c bis d steil und der gewölbte Theil derselben von b nach c flach ist. Es ist dies jedoch unwesentlich, denn der Curventheil b c ist nur deshalb flach, weil er mehr nach der Mitte des Thales hinliegt, dies hier ursprünglich flacher war und die Weser deshalb hier, wie wir noch sehen werden, keine Gelegenheit fand, hohe und steile Abstürze zu bilden. Hätte sie einmal zwischen b und c tiefer in das Terrain geschnitten, so würde auch hier ein steiler Absturz entstanden sein.

Aehnliche Erscheinungen finden auf der andern Seite des Thales statt, wo sich die steilen Abstürze von m bis h, sowie bei i, f, n und a zeigen. Die Entfernung zwischen den Uferrändern an der Nord- und Südseite des Thales beträgt nicht weniger als $\frac{3}{4}$ bis fast 1 Stunde und der zwischen ihnen liegende Thalboden ist im Wesentlichen ganz eben.

Man könnte nun auf den Gedanken kommen und ist auch wohl schon darauf gekommen, die Weser habe in der Vorzeit, den ganzen Raum zwischen ihren alten Flussrändern (b und c fig. 2) ausfüllend, das Thal durchströmt, die ebene Thalsohle zwischen den alten Ufern sei nichts als das ehemalige Flussbett, sei dadurch eben geworden und die jetzige viel kleinere Weser (a fig. 2) hätte in dieser Ebene ihr jetziges, tiefer liegendes Bett eingeschnitten. Verhielte sich dies wirklich so, dann wären die jetzigen Flüsse nur winzige Nachkommen riesiger Vorfahren. Einer solchen Ansicht stellen sich aber so gewichtige Bedenken entgegen, dass sie unbedingt verworfen werden muss

Zuerst nämlich stehen die Radien der Kreise, nach denen die Krümmungen der Flüsse angelegt sind, im Verhältniss zur Grösse der Flüsse. Ein grosser Fluss zieht, wenn er nicht durch zu feste Massen daran gehindert wird, seine Krümmungen nach grösseren Kreisen, als der kleinere, weil bei jenem kleine Krümmungen schon in seiner

Breite verschwinden und seine Wassermasse sich mit zu grosser Wucht fortbewegt, als dass sie sich nach kleinen Krümmungsradien umwenden könnte. Deuteten also die alten, weit von einander entfernten Uferländer auf einen früheren grösseren Fluss, so müssten sie auch nach grösseren Kreisen, als der betreffende Fluss gekrümmt sein, was aber nicht der Fall ist.

Dann sind bekanntlich die beiden Ufer eines Flusses nahezu parallel. Die alten Ufer müssten also auch unter einander parallel sein, wenn der Fluss ihre Entfernung von einander zur Breite gehabt hätte, aber auch dies ist nicht der Fall; sie sind gar nicht, oder nur ausnahmsweise einander parallel.

Wäre die ebene Fläche des Thales zwischen den alten Uferländern nichts als das Bett des früheren grösseren Flusses, so müsste der Thalboden mit Grand und Steinen bedeckt sein, denn bekanntlich besteht wenigstens in bergigen Gegenden das Flussbett aus festen Felsmassen, oder aus Grand und Steinen, weil die feineren Theile vom Wasser fortgeführt werden. Nun besteht aber der Boden der Thäler nicht hieraus, sondern fast immer aus der feinsten, am wenigsten oder gar nicht mit Steinen gemengten Erde. Es müsste also erst nachgewiesen werden, woher diese Erde gekommen sei.

Dass endlich auch die oft bedeutende Höhe der alten Uferländer nichts für eine frühere, ungewöhnliche Grösse des Flusses beweist, davon kann man sich unter günstigen Umständen selbst bei einem kleinen Bache überzeugen. Fliessen dieser in einer Ebene, die allenthalben nur so hoch liegt, wie seine Uferländer, so sind diese gewöhnlich nicht hoch. Tritt dann aber ein Hügel, der aus nicht zu festen Substanzen besteht, an den Bach, so unterhöhlt dieser den Fuss des Hügels. Dadurch verlieren die höher liegenden Massen des Hügels ihren Stützpunkt, brechen herunter und werden vom Bache fortgeführt. So bildet sich am Hügel ein steiler und unter Umständen verhältnissmässig sehr hoher Absturz oder Uferstrand. Tritt ein starker Fluss an den Fuss eines Berges, so kann der durch das Nachstürzen der Gehirgsmassen entstehende Uferstrand mehrere hundert Fuss hoch werden. *) Auch hierzu ist keine ungewöhnliche Kraft und Wassermasse erforderlich, sondern unsere jetzigen Flüsse reichen vollkommen dazu aus, nur muss man ihnen die gehörige Zeit von Jahrtausenden lassen, um ihre Wirkungen auszuführen.

*) Unter andern ausgezeichnet an der Weser zwischen Herfelle und Bawerungen.

Entweder fließen die Flüsse noch jetzt an den so gebildeten Abstürzen, oder sie haben sich wieder von ihnen entfernt und sie als alte Uferränder zurückgelassen.

Es bleibt nun noch die Ebenheit des Thalbodens zwischen den, einander gegenüber stehenden, alten Flussrändern zu erklären. Auch dabei reicht man mit einer Kraft aus, wie sie noch jetzt von allen, in Krümmungen fließenden, Gewässern ausgeübt wird.

Wir sahen bereits, dass der Fluss die hohlen Ufer zu zerstören strebt und dass der Stromstrich von einem hohlen Ufer quer über den Fluss zu dem nächst folgenden hohlen Ufer zieht. Dadurch entsteht an dem gewölbten Ufer eine verhältnissmässig geringe Geschwindigkeit des Wassers, eine Art von Ruheplatz und es setzen sich deshalb hier die Erdmassen zum Theil wieder an, die dem hohlen Ufer weiter stromaufwärts entzogen worden sind. Unter dem Einflusse der jährlichen Ueberschwemmungen und weil das Wasser in der Nähe der Ufer mehr feste Massen mit sich führt, als entfernter vom Ufer, wohin es nur bei Ueberschwemmungen, und nachdem es einen Theil seiner Trübe bereits hat fallen lassen, gelangt, erreicht der Ansatz am gewölbten Ufer bald dieselbe Höhe, wie das Ufer selbst und durch Fortsetzung dieser Wirkung muss der Flussansatz eine nahezu ebene Fläche bilden. In dem Maasse, als sich an dem gewölbten Ufer Land ansetzt, weicht das gegenüberliegende Hohl-Ufer, weil es der zerstörenden Wirkung des Wassers ausgesetzt ist und der Fluss für seine Wassermasse eine bestimmte Breite nöthig hat, zurück. *) Indem so der gekrümmte Fluss das Bestreben hat, seine Richtung, so weit es ihm die entgegenstehenden Hindernisse gestatten, zu ändern, müssen alle Theile des Thalbodens, die erst Flussbett waren und dann durch Ansatz an den gewölbten Ufern zu Land wurden, nahezu eben werden und in diesem einfachen Gesetze liegt die gestaltende Wirkung der Flüsse auf die Bildung des ebenen Thalbodens.

Erstreckt sich also zwischen alten Uferrändern (b und c fig. 2) eine ebene Fläche (a b c d e o f i l h g m fig. 3), so ist jeder Theil derselben wenigstens einmal Flussbett gewesen. Freilich könnte ein Theil einer solchen Ebene schon vorher die Gestalt gehabt haben,

*) Die Linie des gewölbten Ufers a b c fig. 4 geht über in die Linie a b' c und die des Hohl-Ufers r s t geht über in r s' t.

die ihm der Fluss gegeben haben würde und er von diesem wie eine Insel unberührt geblieben sein. Allein dann wäre ohne besondere künstliche Annahmen, wie etwa plötzliche, gewaltsame Aenderung des Flusslaufs gerade um diese Stelle herum, nicht einzusehen, wie er von ihrer einen Seite auf die andere hätte kommen können. Es ist dies aber auch so unwahrscheinlich, dass es wohl niemals vorkommt. Auch lässt sich nicht einwenden, der Fluss könne einmal von einem alten Ufer nach dem gegenüberstehenden, dann im Bogen nach dem ersteren sich wieder zurückgewendet, und den zwischen dem Bogen liegenden Theil unberührt gelassen haben, denn geschieht dies während der Bildung der Thalsohle, so nehmen auch die alten Uferländer eine andere Lage an und geschieht es nach Bildung der Thalsohle, so ist es ohne Einfluss, weil dann der Theil zwischen dem Bogen als Raum früherer Flussbette schon geebnet ist. Verändert überhaupt der Fluss, nachdem die Thalsohle bereits gebildet ist, innerhalb derselben in der beschriebenen Weise seinen Lauf, so hinterlässt das keine bemerkbaren Spuren, weil die neuen Ufer ungefähr eben so hoch werden, wie die früheren. Ist also eine Fläche schon vorher eben und so sanft geneigt, wie sie es durch den Flussabsatz werden würde, so wird auch der grösste Fluss keine bleibenden Ufer, die man noch bezeichnender äusserste Flussränder nennen könnte, hinterlassen, denn diese entstehen nur insofern, als das zeitlich vom Wasser angegriffene und dann eine Sturzfläche bildende Terrain höher war, als das gewöhnliche Ufer und sie bleiben nur mit dem Theile sichtbar, der höher ist, als die gewöhnliche Uferhöhe, denn bis zu dieser füllt der Fluss, wenn er das äusserste Ufer verlässt, sein Bett selbst wieder aus. *)

Hat der Fluss seinen äussersten Uferstrand erreicht und berührt er ihn mit einem Hohlufer, so könnte man versucht sein, anzunehmen, er sei nicht im Stande, sich wieder von ihm zu entfernen, weil er das Bestreben hat, mit dem Hohlufer immer tiefer in die daneben liegende Anhöhe zu dringen. Aber auch diese Wiederentfernung erfolgt ganz nach dem schon entwickelten Gesetze. Die Weser z. B. berührt jetzt bei Saarbeck (fig. 3 und fig. 5) mit ihrem

*) Vielleicht besteht auch ein Theil der Abhänge, mit denen das sog. Geestland in das Marschland übergeht, aus alten Flussrändern, die in alte Dünen eingeschnitten wurden. Es fehlte mir bis jetzt an Gelegenheit, hierüber ausreichende Beobachtungen anzustellen.

Hohlufer den äussersten Flussrand. An dem gewölbten Ufer a b c fig. 5 setzt sich Land an, während das gegenüber liegende Hohlufer zerstört wird. Dadurch können die Ufer zunächst die durch punktirte Linien angedeutete Gestalt erhalten. Durch weiteres Einschneiden des stromaufwärts liegenden Hohlufers c d e wird aber der Land-Ansatz von c bis b allmählich wieder zerstört, während der von b nach a hin noch fortwährend wächst, wodurch dann die Ufer eine Lage annehmen, wie sie durch länglich punktirte Linien angegeben ist. In dieser Weise schiebt sich der Uferbogen a b c von rechts nach links stromabwärts und wenn auf diese Weise b etwa nach b' gekommen ist, hat sich die Weser von dem äussersten Flussrande f wieder entfernt. Ist das Einschneiden bei e d c und der Landansatz bei b' e anfänglich sehr stark, so wird b c mehr nach h hintrücken und dadurch ein weiteres Element zur Umänderung des Flusslaufes entstehen.

Liegen nun die äussersten Flussränder bei grossen Flüssen und weiten Thälern mitunter mehr als eine Stunde weit von einander, so geben sie für die Veränderungen, welche der Flusslauf in der Zeit von Jahrtausenden erfitten hat, einen Massstab und einen sehr anschaulichen, weil der Fluss seine Leistung durch die gebildete Thal-ebene messbar vor uns ausgebreitet hat. Man steht auf dem einen alten Ufer, das gegenüberliegende ist oft so weit entfernt, dass es schon sehr hoch sein muss, um mit unbewaffnetem Auge deutlich gesehen werden zu können. Zwischen beiden zieht der Fluss ruhig hin, als ob alles immer so gewesen wäre. Denkt man sich nun die Zeit, die der Fluss brauchte, um die grosse vor uns liegende Ebene wie ein riesenhafter Pflug an jedem ihrer Theile zu durchfurchen, dann, dass man gar nicht wissen kann, wieviel mal hinter einander auf diese Weise jede Stelle des Thalbodens Flussbett gewesen ist und endlich, dass dies alles, vom geologischen Standpunkte aus betrachtet, doch nur eine der letzten Erdperiode angehörende Arbeit von relativ kurzer Dauer ist, so erhält man einen Massstab für die grossen Zeiträume, in denen bedeutende Veränderungen der Erdoberfläche durch ruhig, aber unausgesetzt wirkenden Kräfte hervorgerufen werden.

Die Findlingsblöcke älterer Gesteine an den Seiten des Weserthales im Schaumburgischen (fig. 2) sind unter Verhältnissen abgelagert, aus denen mit Sicherheit gefolgert werden kann, dass sie

ursprünglich über das ganze Thal verbreitet waren. Wenn sie nun, wie bereits erwähnt, in der vom Flusse gebildeten Ebene nicht vorkommen, so ist dies nur eine Folge davon, dass sie durch die Gewalt des Stroms, oder wo diese wegen der Grösse der Blöcke nicht ausreichte, durch die Gewalt der Eisschollen, fortgestossen wurden. Wäre noch ein weiterer Beweis dafür nöthig, dass jeder Theil der Thalebene wenigstens einmal Flussbett war, so würde er hierdurch gegeben sein, denn von den grossen Steinen können nur die in das Flussbett gelangenden durch das Wasser fortbewegt werden, da der Theil des Wassers, der bei Ueberschwemmungen über die Ufer tritt, hierzu nicht genug bewegende Kraft besitzt. Sollte sich aber doch einmal innerhalb der Tiefe des vom Flusse gebildeten Landes, ein Geschiebblock finden, so ist er entweder zur Fortbewegung zu gross gewesen, oder durch sonstige ausnahmsweise Einwirkungen an seine Stelle gelangt.

Ist die Art der Entstehung des ebenen Thalbodens im Vorhergehenden richtig gedeutet, so muss auch das Grand- und Steintager des Flussbetts sich unter der vom Flusse aufgetragenen Erdschicht bis an die äussersten Uferländer (b und c fig. 2) fortziehen. Dies ist auch, wenn zufällige Strömungen es nicht verhindert haben, der Fall. Führt also das Flussbett seit langer Zeit Gold, so wird man dies auch innerhalb der alten Flussränder bis zu der Fläche, auf welcher das Grandlager der früheren Flussbette liegt, zu finden Aussicht haben.

War ein Thal vor dem Auftreten des Flusses an einzelnen Stellen nicht höher, als es durch die Ablagerung von Erde an den gewölbten Ufern des Flusses wird, so werden alle hier liegenden Theile des alten Flusslaufes keine Uferländer hinterlassen. In solchen Fällen hat es den Anschein, als wäre das alte Flussufer unterbrochen, während es doch vollständig vorhanden ist. So ist z. B. in fig. 3 bei h und i der alte Flussrand deutlich vorhanden, während er dazwischen theils nicht deutlich, theils gar nicht zu sehen ist. Das alte Ufer hat hier wahrscheinlich die Lage h l k i. Schärfer lässt sich eine solche Linie oft dadurch bestimmen, dass die zur Fluss ebene gehörende Erde von anderer Beschaffenheit ist, als die daneben befindliche und ganz scharf, wenn man sich die Mühe geben wollte, das unter jener liegende Grandlager aufzudecken:

Zuweilen findet man Flüsse mit doppelten, terrassenförmig über-

einander liegenden alten Flussrändern. Sie werden entstehen entweder dadurch, dass das Terrain nach dem ersten Auftreten des Flusses noch einmal gehoben worden ist, oder der Fluss unter besonderen Umständen sich später ein tieferes Bett eingeschnitten hat.

Flüsse mit starkem Falle können gewöhnlich gar keine Ebene bilden, weil sie zu beharrlich in der einmal angenommenen Richtung fortfließen.

Ausser in der beschriebenen Weise können Flüsse in ihrer Thalebene ihren Lauf durch einen plötzlichen Durchbruch, oder dadurch ändern, dass sich in ihnen eine Insel bildet und der eine Stromarm an dieser Insel allmählig verkümmert. Die Vertiefungen, welche auf diese Weise verlassene Flussbette hinterlassen, bleiben in der Regel sehr lange sichtbar und werden erst nach und nach durch den bei Ueberschwemmungen in ihnen abgesetzten Schlamm ausgefüllt.

Nicht selten wird die Ansicht geäußert, dass Flüsse zu einer Zeit, als die Erdoberfläche im Wesentlichen schon ihre jetzige Gestalt erhalten hatte, die Täler, in denen sie flossen, gänzlich verlassen, und einen andern, von ihrem älteren weit abliegenden Weg eingeschlagen hätten, so z. B., dass die Weser früher nicht durch die westphälische Pforte nach Norden, sondern erst an ihr vorbei weiter nach Westen und dann etwa da, wo jetzt die Hunte herzieht, nach Norden geflossen sei. Ist dies wirklich der Fall gewesen, so müssen entweder die äusseren Uferländer des ehemaligen Flusslaufes noch vorhanden sein, oder es muss nachgewiesen werden, dass und warum sie sich nicht hätten bilden können. Verschwinden können diese alten Flussränder, die sich durch ihre eigenthümliche Gestalt in der Regel leicht von anderen Bergabhängen unterscheiden lassen, nur unter ganz besondern und gewiss nicht oft eintretenden Umständen. So, um ein Beispiel aus historischer, also freilich verhältnissmässig kurzer Zeit anzuführen, bin ich aus Gründen, deren Erörterung hier etwas zu weit abführen würde, überzeugt, dass ein kleiner, nur 2 bis 8 Fuss hoher Flussrand, den die Wetter, ein Fluss von geringer Grösse, beim Schwalheimer Brunnen in der Wetterau gebildet hat, mindestens schon zur Zeit der Römer unter Trajan genau in der Gestalt vorhanden war, die er jetzt noch hat.

Bei der Bildung der Thalebene durch den Fluss werden natürlich nur die zarten Erdtheile vom Wasser an den gewölbt gekrümmten Ufern abgelagert, während Grand und Steine im Flussbette fortrollen.

Der Fluss sondert deshalb die feine Erde von den unfruchtbaren Steinen besser, als das feinste Sieb des Gärtners. Es ist also nicht zu verwundern, dass unter sonst gleichen Umständen in dem ebenen Theile des Thalbodens die fruchtbarste und von Steinen freie Erde liegt. Führt aber der Fluss für die Vegetation nachtheilige Stoffe herbei, so kann er auch das fruchtbarste Thal in eine Wüste verwandeln.

Sehen wir uns nach den beschriebenen Erscheinungen in der hiesigen Gegend und zwar zunächst in grösster Nähe um, so werden wir bei Betrachtung des steilen Abhangs, der sich an der Ahne vom bunten Bocke nach dem Laimenkeller hinzieht, ohne Weiteres darauf kommen, dass der Hügel sich ursprünglich weit über die jetzige Ahne hinzog, dass diese ihn theilweise zerstörte und durch das Nachbrechen der oberen, vom Flusse unterhöhlten Massen steil machte und dass die ebene Wiese unter dem Abhange ihrer Gestalt und Masse nach ein Produkt der Ahne ist. Dies kleine Beispiel zeigt auch, wie Flüsse durch ihre Zerstörungen und Wiederbildungen zur Verschönerung der Landschaft beitragen können, indem sie nicht nur für sich eine Zierde der Gegend sind, sondern auch den effectvollen Contrast zwischen der ebenen Fläche und dem steilen Abhange ausprägen.

In dem Thale von Cassel wirkte die Fulda gestaltend auf den Abhang des Sommerholzes und der kleinen Aue und ein Theil des Dorfes Wolfsanger liegt auf einem alten Flussrande. Auch auf der andern Seite des Flusses finden sich alte Ufer, so links neben der Chaussee vor Sandershausen, Wolfsanger gegenüber, im Uebrigen sind sie jedoch nicht deutlich und in ihren Grenzen nicht ganz genau zu bestimmen. Man wird dies so zu erklären haben, dass vor dem Auftreten der Fulda das Thal in seinem unteren Theile eine der jetzigen theilweise schon ähnliche Gestalt hatte und deshalb keine Veranlassung zur Bildung bleibender Flussränder gegeben war, dann aber, dass die Nebenflüsse, die, wie die Losse sich in das Thal erstrecken, da, wo sie ihre Ebenen bildeten, keine Uferländer der Fulda duldeten. Die von der Fulda gebildete Ebene ist aber, wenn auch weit kleiner, als die der Weser in der Grafschaft Schaumburg, deutlich vorhanden und bequem in der Richtung vom Fasanenhofe nach der Waldau, oder von Sandershausen nach Cassel zu übersehen. Wollte man einwenden, der Fluss müsse doch, ehe er die Bergkette

bei Spickershausen durchbrochen, im Thale einen See gebildet haben und der untere Theil des Thales könne dadurch eben geworden sein, so würde dies unseren Gegenstand wenig berühren, denn wenn dies auch der Fall gewesen wäre, so hätte die Fulda nach dem Durchbruche der Bergkette, also nach dem Abzapfen des Sees, noch Zeit genug gehabt, ihre Thalsole wie andere Flüsse zu bilden.

Vielleicht denkt man, so weit man sich erinnern könne, fliesse doch die Fulda neben Cassel und nicht etwa neben der Waldau her, allein auf solche Erinnerungen kommt nicht viel an, weil sie für die Zeiträume, nach denen die Geologie rechnen muss, zu kurz sind. Auch darf man nicht vergessen, dass in kultivirten Ländern von den Flüssen wenigstens die schiffbaren sich nicht mehr im Zustande der Freiheit befinden, sondern unter dem Banne der Wasserbaukunst stehen, die ihren Launen Zügel anlegt. Kleinere, nicht schiffbare und deshalb weniger in Ordnung gehaltene Flüsse ergehen sich oft in der Thalebene in den wunderlichsten und in verhältnissmässig kurzer Zeit sich ändernden Krümmungen, *) bis dann endlich die betreffende Gemeinde, um den Verlust so vielen Landes besorgt, sich zusammennimmt und dem Flusse ein neues Bett gräbt.

Eine schöne Thalbildung mit entschiedenem Auftreten des ebenen Thalbodens zeigt die Nieste von Heiligenrode nach Uschlag hin. Bei gleicher Breite zeigt das Fuldathal den ebenen Thalgrund wenig oder gar nicht. Es kann dies auch nicht wohl anders sein. Der grössere Fluss hat in einem solchen Thale keinen Raum zu Excursionen nach rechts und links, wodurch die Ebene entsteht, während der kleinere Fluss hierfür genügenden Spielraum findet.

Die durch die grösseren Flüsse gebildeten Ebenen wirken bedeutend ein auf den Charakter der Landschaft. Sind diese Ebenen gross und ohne den Gegensatz hoher Berge, so ermüden sie das Auge, wie alle ausgedehnten Ebenen, sonst aber haben sie und die auf ihr liegenden Ortschaften etwas Bequemes, Wohnliches. Wer die Schönheit der Berge nicht in blauer Ferne, sondern greifbar in der Nähe haben will, für den ist der Eindruck am schönsten, wenn die vom Flusse gebildete Thalebene eine mässige Breite hat und von steil aufsteigenden Bergen begrenzt wird. Solchen Eindruck

*) Man vergleiche Fig. 6: Krümmungen der Diemel zwischen Sielen und Stammen im Kreise Hofgeismar.

gewähren in unserer Nähe die Städte Münden, Rotenburg an der Fulda, Allendorf an der Werra.

Aber nicht immer benutzt man die Flussebene zur Anlegung der Städte und Dörfer und zwar aus dem guten Grunde, weil man sich vor Ueberschwemmungen fürchtet. Da nämlich die Erdmasse dieser Ebene vom Flusse abgesetzt ist, so wird sie auch beim Anschwellen des Flusses leicht unter Wasser gesetzt. Hiermit scheint in Widerspruch zu stehen, dass es auch in der Flussebene nicht selten Stellen giebt, die, ohne künstlich erhöht zu sein, selten oder niemals von den Ueberschwemmungen erreicht werden. Dies rührt entweder daher, dass der Boden durch von den Bergen herabgeschwemmte Erde sich erhöht hat, oder dass der Fluss früher bei Ueberschwemmungen höher stieg als jetzt und deshalb auch höher Land absetzen konnte, nicht gerade, weil damals die Wassermasse an sich eine grössere gewesen wäre, sondern weil sie, ehe die Thalsole ihre spätere Breite erreicht hatte, sich nicht so sehr wie jetzt ausbreiten und nicht so schnell fortfließen konnte, daher mehr aufgestaut wurde, oder endlich und zwar wohl meistens daher, dass der Fluss in späteren Perioden sich etwas tiefer in den Thalboden eingeschnitten, und in Folge davon auch seine Landbildung in einem etwas tieferen Niveau, als früher vollzogen hat. Sieht man daher von lokaler Erhöhung des Erdbodens durch von den Bergen herabgeschwemmte Erde ab, so ist der höher liegende Theil des Thalbodens auch immer der ältere. *)

Auch hier hat man die Flussebene vor dem Leipziger und Weser-Thore verhältnissmässig wenig zum Bauen benutzt und die Stadt lieber nach dem Berge hingezogen, obgleich die auf- und absteigenden Strassen nicht bequem sind und ein Bedeutendes an Bewegungskraft beim Waarentransport consumiren.

Wenn ich die Art, wie die Flüsse ihre Thalebenen bilden, im Vorhergehenden speciell, vielleicht zu speciell behandelt habe, so ist es geschehen, weil die geologischen Lehrbücher, so viel mir bekannt geworden, diesen Gegenstand gar nicht, oder nur flüchtig berühren und er deshalb leicht übersehen, oder falsch gedeutet werden kann. **)

*) Die Stelle des Thalbodens bei p fig. 8 z. B. liegt 14 rheinländische Fuss höher, als die bei f. Die Weser floss daher auch früher bei p, als bei f.

**) J. G. Kohl sagt in seinen interessanten „Nordwestdeutschen Skizzen, Bremen 1844,“ I, pag. 15 in einer Abhandlung über die Porta westphalica:

„Wenn im Frühlings die Weser aus ihren Ufern tritt, so bildet sie noch

Bei der Bildung der Thalebenen wirken die Flüsse vorzugsweise durch ihre Bewegung nach der Seite hin. Sie äussern sich aber auch durch die Kraft, mit der sie das Gestein von oben nach unten

„jetzt vor der Pforte im Süden derselben einen grossen Wasserspiegel, einen „weiten See, durch den unsere Eisenbahnen und Chausseen auf hohen Dämmen „sich hindurchschlängeln. Dieser See ist gewissermassen ein Nachklang alter „diluvianischer Zustände,“ und pag. 16:

„Sie (die Thalsohle der Pforte) bildet eine vollkommen flache und ebene „Schwelle, auf der sich zu beiden Seiten des Stromes die schönsten und freund- „lichsten Wiesen und Ackerfelder, ohne alles Geröll und ohne alle Spuren von „Felsen ausdehnen. Die völlige Ebenheit des Grundes, der, so zu sagen, eine „fette Marsch mitten im Gebirge darstellt, mag wohl das Produkt einer spätern „Arbeit der Weser sein, die alle ursprünglichen Unebenheiten bei ihrem häufigen „Austreten mit Schlamm und anderen Niederschlägen überzog, ausglich und „wegschliff. Nur ein Punkt ist von dem Ueberzuge dieses Schlammes und „Detritus frei geblieben. Gerade im Centrum der Pforte, nämlich im Bette der „Weser selbst findet sich unter dem Wasserspiegel eine nackte Felsenplatte. „Die Weser fliesst hier etwas schneller und mit geringerer Tiefe über die „kahlen Köpfe der Steine hinweg.“

Die im Vorhergehenden gegebene Entwickelung führt auf eine andere Erklärung dieser Verhältnisse.

Die ebene Fläche neben der Weser im Süden der Pforte, die, wenn der Fluss aus seinen Ufern tritt, unter Wasser gesetzt wird und dann wie ein See aussieht, ist nicht der Boden eines ehemaligen Sees, sondern die Flussebene der Weser, ganz so gebildet, wie es für die Gegend von Rinteln speciell erörtert wurde. Es liegt deshalb in ihr auch kein Nachklang alter diluvianischer Zustände. Von gleicher Bildung ist die ebene Fläche neben der Weser in der Pforte selbst, das heisst, sie ist entstanden durch Landbildung an den gewölbten Ufern des Flusses. Der Raum in der Pforte ist breit genug, um der Weser die hierzu nöthigen Excursionen nach rechts und links zu gestatten. Das bei Ueberschwemmungen über die Ufer des Flusses tretende Wasser kann wohl Vertiefungen mit Schlamm ausfüllen, aber es ist zu schwach, um einigermaßen feste Erhöhungen wegzuschleifen. Verhielte es sich anders, so wäre nicht zu erklären, warum der zarte Marschboden der Ebene an allen Stellen ungefähr dieselbe Dicke hat und unmittelbar unter ihm das Grandlager des Flusses liegt, das freilich am unteren Ende des Laufes langer Flüsse fehlen wird, wenn bis dahin alles Gerölle zu feinem Sande zerrieben worden ist. Dies schliesst nicht aus, dass, wie es in der Pforte der Fall ist, eine das Flussbett durchschneidende härtere Felschicht, der Einwirkung des Wassers lange widersteht und deshalb eine Erhöhung im Flussbette bildet. Diese Erhöhung zieht sich in dem Streichen der betreffenden Steinschicht wahrscheinlich auch unter dem Marschboden neben der Weser fort.

Eine ähnliche Erklärung der Bildung der ebenen Flächen an den Flüssen wie bei J. G. Kohl findet sich bei Lyell (Geologie, Berlin, 1857, I, pag. 117).

durchschneiden. Diese Kraft ist desto grösser, je rascher der Fluss fliesst und wenn er zugleich in seinem Bette harte und scharfkantige Steine fortrollt, am grössten aber, wenn er ausserdem noch Wasserfälle bildet, denn unter den Wasserfällen wird das Gestein nicht nur am stärksten angegriffen, sondern auch oft unterhöhlt, wodurch die Felsen nachstürzen und der Wasserfall allmählig stromaufwärts sich zurückzieht, unterwärts ein tief eingerissenes Bette zurücklassend. Das grossartigste Beispiel hierfür ist der Niagarafall in Nordamerika. Eine ähnliche Erscheinung hinsichtlich der Höhe der Ufer unter und ihrer Flachheit über dem Falle zeigt der Rheinfluss bei Schaffhausen, von dem es merkwürdig ist, dass kein römischer Schriftsteller seiner erwähnt. Sollte er auch, wie der Niagarafall sich stromaufwärts zurückziehen, so würde er endlich den Bodensee theilweise abzapfen und wenn dies plötzlich geschähe, würden furchtbare Verwüstungen unausbleiblich sein. Allein, wenn dies zu besorgen wäre, würde die Kunst wohl schon Mittel dagegen finden und es können noch viele Jahrtausende bis zum Eintreten eines solchen Ereignisses hingehen.

Es fehlt nicht an historischen Zeugnissen über die Zeit, die ein Fluss gebraucht, um feste Gesteine zu durchschneiden. Bei einem Ausbruche des Aetna im Jahre 1603 ergoss sich ein Lavastrom in das Thal des Simetoflusses und sperrte das Thal des Flusses, der, zu einem See aufgestaut, über den von der Lava gebildeten Damm abfloss. Seit jener Zeit, also seit etwas mehr als 200 Jahren hat der Simeto die Lava 40 bis 50 Fuss tief und 50 bis 100 Fuss breit durchschnitten. Diese, im Verhältniss zur gebrauchten Zeit sehr grosse Leistung, muss so erklärt werden, dass die Lava zwar fest, aber von Klüften durchzogen war, desshalb auch in ganzen Blöcken nachbrechen konnte und dass der Simeto in der Lava Wasserfälle bildete, wodurch die Zerstörung noch weiter befördert wurde.

Die Aufgabe, vorliegende Bergketten zu durchschneiden, haben die Flüsse vorzugsweise bei ihrem Auftreten zu lösen. Sind nämlich durch Hebung der Bergketten kesselförmige Thäler entstanden, so füllt sie der Strom aus und fliesst an der niedrigsten Stelle des Thalrandes ab. Ist nun das Thal eine Depression unter das Niveau der Umgebung, wie bei den grösseren Seen der Schweiz, so strömt der Fluss bei seinem Austritt aus dem See mit mässiger Geschwindigkeit und das Verhältniss kann sich in dieser Weise lange erhalten. Liegt aber das Thal in der Höhe, so fliesst der Fluss auf der dem

See abgewandten Seite des Berges rasch herunter und erhält dadurch die Kraft, ihn zu durchschneiden. In dem Maasse, als dies geschieht, wird der See entleert. Erfolgt der Durchbruch plötzlich, so werden die tiefer liegenden Gegenden von der Wassermasse des Sees überfluthet und erleiden bedeutende Zerstörungen. Man ist jedoch mit der Annahme solcher Zerstörungen oft mehr bei der Hand gewesen, als nöthig war, denn in den meisten Fällen wird der Durchbruch allmählig erfolgt sein. Wenn in neuerer Zeit in den Alpen gewaltsame Durchbrüche stattfanden, so geschah es in der Art, dass ein Gemenge von Gletschereis und Felsblöcken ein Thal sperrte, die Wasser des Thales zu einem See aufstaute und dann bei plötzlich eintretenden Thauwetter nachgab, was mit dem Einschneiden der Flüsse in festes Gestein nicht zu vergleichen ist.

So wie nun die Flüsse auf die schon beschriebene Weise Uferstürze durch das Einschneiden des Hohlufers nach der Seite hinbilden, so entstehen auch Thalwände und unter Umständen sehr hohe durch das Einschneiden der Flüsse von oben nach unten. Oft sind beide Wirkungen mit einander vereinigt. Fliesst nämlich ein grösserer Fluss in einem nicht weiten Thale, so macht sich wie sonst sein Bestreben geltend, das Hohlufer zu zerstören und weiter nach der Seite hin in das vorliegende Gebirge zu dringen. Es wird also auch hier, wie bei der Bildung der Flussebenen, das gewölbte Ufer allmählig dahin zu liegen kommen, wo sich früher das inzwischen zerstörte Hohlufer befand. Weil aber hierzu wegen der bedeutenden Hindernisse, welche die Seitenwände des Thales, namentlich, wenn sie aus festen Gesteinen bestehen, entgegensetzen, eine lange Zeit erforderlich ist; weil ferner der Fluss wegen dieser Hindernisse eine wesentliche Veränderung seiner Richtung nicht ausführen, sondern nur den einmal angenommenen Bogen nach immer grösseren Halbmessern bilden kann und deshalb innerhalb eines Bereichs von mässiger Ausdehnung verbleiben muss, so hat er inzwischen auch Gelegenheit gefunden, tiefer in das Thal einzuschneiden, zumal, wenn dies, wie gewöhnlich in eine Zeit fällt, in der die Thäler ihre jetzige Tiefe noch nicht erlangt hatten, die Flüsse deshalb schneller als jetzt flossen und deshalb mehr Kraft zum Einschneiden besaßen. Der Rand des neu gebildeten gewölbten Ufers liegt deshalb tiefer, als der des anfänglichen. Durch Fortsetzung dieser combinirten Wirkung des Einschneidens und der Vergrößerung des Flussbogens, bilden

die auf einander folgenden gewölbten Ufer nicht eine nahezu horizontale Fläche, wie bei Bildung der Flussebene, sondern eine sanft geneigte Seitenfläche des Thaies, während das Hohlufer einen oft hohen, steilen Bergabhang erzeugt. Das Grandlager unter jener sanft geneigten Ebene muss deshalb auch wie diese geneigt sein, allein man wird nicht mit Sicherheit erwarten können, es zu finden, weil es mit der auf ihr liegenden Erde durch die über die geneigte Ebene fließenden atmosphärischen Niederschläge zerstört sein kann, oder selbst anfänglich nicht gebildet wurde, weil der Fluss bei seinem damaligen stärkeren Falle das Gerölle zu rasch entfernte.

Das Fuldathal in der hiesigen Gegend bietet für diese Erscheinungen eine Menge der instructivsten Beispiele. So liegen (Fig. 7) die Dörfer Dennhausen und Dittershausen auf einer sanft geneigten Fläche, die durch die aufeinander folgenden, sich immer tiefer senkenden gewölbten Ufer gebildet wurde und an der gegenüber liegenden Höhe ist, der Krümmung der Fulda folgend, ein steiler und hoher Absturz gebildet. Dasselbe findet unmittelbar hinter Freienhagen (bei a, Fig. 7) statt, nur auf dem andern Ufer, weil bis dahin die Fulda ihre Richtung geändert hat und nicht weniger ausgezeichnet beim Kragenhofe. Bekanntlich wird die Fulda bei der Kragenhofener Brücke von der bei Wahnhausen durch einen schmalen, an seinen Längsseiten steilen Bergrücken getrennt. Um das nordwestliche Ende dieses Rückens floss die Fulda auch anfänglich, aber in einem kleinen Bogen und in einem weit höheren Niveau, als jetzt. Die Stelle, wo jetzt die Häuser des Kragenhofes liegen, war damals hoch mit festen Sandsteinmassen bedeckt. In dem Maasse, als die Fulda ihren Bogen vergrösserte und zugleich tiefer in die Felsmassen einschneidet, bildete sie in ihrem Bogen die sanft geneigten Aecker um den Kragenhof und vor dem Bogen die abschüssige Bergwand.

Manche Thäler, namentlich die engeren, mit grösseren Flüssen, wie das Fuldathal von Sandershausen nach Münden, verdanken ihre Entstehung und landschaftlichen Schönheiten fast nur den Flüssen. Ehe in der Geologie die Ansicht von der Bildung des festen Landes und seiner Bergketten durch Hebung aus dem Meere zur Geltung gelangt war, schrieb man den Flüssen bei der Thalbildung noch eine weit grössere, eine übermässige Wirkung zu.

Ohne den Rhein würde die Gegend zwischen Mainz und Bonn ziemlich einförmig sein, nicht etwa nur, weil man den Anblick des

Flusses entbehren müsste, sondern, weil auch alle das Thal begrenzenden Berge, mit Ausnahme derer, die, wie das Siebengebirge ihre Gestalt im Wesentlichen schon bei ihrer Entstehung erhielten, ihre malerischen Formen, zu deren Bildung der Fluss das meiste beitrug, verlieren würden. Ueberhaupt würden mit den Flüssen viele der Formen verschwinden, bei denen Maler- und Dichtkunst seither mit Liebe verweilt haben. Aber nicht gedemüthigt brauchen wir dadurch zu werden, dass manche sinnige und innige Naturbetrachtung nur durch das begründet wird, was eine bewusste Naturkraft hervorgebracht hat, sondern eher gehoben durch das Bewusstsein, dass unser Geist auch das Reinmechanische zu einer höheren Anschauung zu verklären im Stande ist.

Während die Flüsse die Thäler einschneiden, suchen sie alle Unebenheiten auszugleichen und das zu erreichen, was der Eisenbahningenieur mit seinen Durchschnitten und Dämmen bezweckt, einen gleichmässigen Fall. Ist dieser erreicht und steht zugleich das Fortrollen der Steine im Flussbette im Gleichgewicht mit den von oben zugeführt werdenden Steinen, so hört das Einschneiden ganz auf. Werden dem Flusse aber mehr Grand- und Steinmassen zugeführt, als er abzuführen vermag, so erhöht sich das Flussbett. Dies Verhältniss stellt sich namentlich dann ein, wenn der Fluss erst in einem steilen Gebirge fliesst und dann plötzlich in eine Ebene tritt, auf der er nicht schnell genug fliesst, um die Gerölle in dem Maasse fortzuschieben, wie sie ihm aus dem Gebirge zugeführt werden. Hat diese Erhöhung eine Zeit lang stattgefunden, so verlässt der Strom sein Bett und stürzt sich verheerend in die neben ihm befindliche und tiefer liegende Ebene. Soll dies nun verhindert werden, so muss man den Strom mit Dämmen erfassen. Das bekannteste Beispiel hierfür ist der Po in Italien. Er fliesst durch die ganze lombardische Ebene eigentlich auf dem Rücken eines Dammes und obgleich man die Zeit eines kleinen Wasserstandes benutzt, um das Strombett zu vertiefen und mit den hierbei gewonnenen Massen den Damm zu erhöhen, liegt doch der tiefste Theil des Flussbetts noch höher, als die Stadt Ferrara.

Wir sahen, dass ein Fluss bestrebt ist, die in den hohlgekrümmten Uferstellen abgerissenen Massen an den gewölbt gekrümmten Ufern wieder anzusetzen. Dies erfolgt jedoch nur theilweise und ein bedeutender Theil der feinen, im Wasser schwebenden Theile wird

fortgeführt. Auf dem Grunde des Flusses werden durch das Wasser Steine, die von am Ufer stehenden Felsen, oder durch Bäche etc. in den Fluss gelangen, fortgerollt und aneinander gerieben. Bei Flüssen, die keinen zu geringen Fall haben, z. B. beim Rheine an manchen Stellen, kann man beim Untertauchen selbst das Knirschen der aneinander geriebenen Steine hören. Sie werden dadurch abgerundet und altnählig zu Sand zerrieben, den das Wasser fortführt. Die Quellen, welche sich in den Fluss ergiessen, enthalten bei ihrem Austritt aus der Erde gewöhnlich feste Substanzen aufgelöst, sind sogenannte harte Wasser. Einige dieser Substanzen, wie namentlich der Kalk, bedürfen, um aufgelöst zu sein, ein gewisses Maass im Wasser enthaltener Kohlensäure. Ein Theil dieser Kohlensäure entweicht, wenn das Wasser einige Zeit mit der Luft in Berührung gewesen ist. Der aufgelöst gewesene, doppelt kohlensaure Kalk wird dadurch einfach kohlensaurer, der, weil er im Wasser nicht auflöslich ist, niederschlägt und fortgeführt wird. Endlich besitzen viele, dem unbewaffneten Auge oft nicht sichtbare, im Wasser lebende oder dahin gelangende Thiere und Pflanzen die Fähigkeit, sich Hüllen von Kalk oder Kieselerde aufzubauen. Man hat erst verhältnissmässig spät erkannt, von welcher Bedeutung diese durch Organismen veranlassten Niederschläge sind. Nach Ehrenberg besteht $\frac{1}{6}$ der Schlammmasse des Ganges aus Schalen von Infusionsthierchen oder kleinen Kiesel- und Kalktheilen der Pflanzen.

Alle die erwähnten Substanzen werden vom Wasser fortgeführt und sinken an der Mündung des Stromes im Meere oder einem Binnensee zu Boden. Ist der See gross und tief, wie die Schweizer Seen, so verlässt ihn das Wasser ganz abgeklärt und erhält dadurch, wie im Rheine bei Schaffhausen und den anderen aus grössern Seen tretenden Flüssen der Schweiz, grosse Schönheit, in tiefen Massen smaragdgrün, im Schatten der Ufer oft veilchenblau, auf den Spitzen der Wellen silberweiss und so durchsichtig, dass man jeden Stein auf dem Grunde sehen kann. Aber diese Schönheit dauert nicht lange, weil bald wieder Massen von den Ufern abgerissen werden. Wenn Flüsse, die sich für gewöhnlich leicht trüben, in kalten Winterlagen hell und grün werden, so kommt dies natürlich nur daher, dass das gefrorene Ufer der Einwirkung des Wassers widersteht und keine Regengüsse dem Flusse trübes Wasser zuführen.

Ermittelt man durch Versuche, wie viel feste Substanzen eine

bestimmte Menge trüben Flusswassers enthält und durch Messung und Rechnung, wie gross die Wassermenge ist, die ein Fluss in einer bestimmten Zeit abführt, so kann man auch, da es hierbei auf etwas mehr oder weniger gar nicht ankommt, mit ausreichender Genauigkeit die Menge der von ihm während einer bestimmten Zeit in das Meer geführten festen Substanzen berechnen. Wie ausserordentlich gross die Menge dieser Substanzen zum Theil ist, erkennt man daraus, dass nach vorgenommenen Ermittlungen der Nil jährlich 200 Millionen, der Mississippi 4500 Millionen und der Ganges 6000 Millionen Kubikfuss fester Massen in's Meer führt. Von der räumlichen Ausdehnung dieser Massen macht man sich eben wegen der Grösse der erwähnten Zahlen keine recht klare Vorstellung, sie wird aber deutlicher, wenn wir zum Ausmessen eine grössere Einheit wählen, als sie die Kubikfusse gewähren. Denkt man sich den kreisrunden, 448 Fuss im Durchmesser haltenden Königsplatz hieselbst bis an die ihn umgebenden Häuser 48 Fuss hoch, das heisst, etwa bis zum unteren Rande der Dächer der höheren Gebäude mit einer Gebirgsmasse ausgefüllt, so würden dazu in runder Zahl 7560000 Kubikfuss nöthig sein. Von dieser Masse kann man sich, wenigstens, wenn man auf dem Platze steht und den von den höchsten Fronten der Häuser eingeschlossenen Raum betrachtet, sehr wohl eine deutliche Vorstellung machen. Solcher Massen führt der Nil jährlich etwa 26, der Mississippi 594 und der Ganges 793 in's Meer.

In solcher Weise wird das Meer an der Mündung der Flüsse immer flacher. Endlich erreichen die versenkten Massen, zunächst an der Küste, die Oberfläche des Wassers, erheben sich dann durch den Absatz bei Flussüberschwemmungen noch über das Wasser und bilden ein Flussdelta, so genannt, weil die vom Nil in das Mittelmeer getragene Landmasse, die in einem Lande von alter Kultur liegend, zuerst die allgemeine Beachtung erregte, ungefähr die Form eines grossen griechischen D hatte und danach Delta genannt wurde. In der Vorzeit vor der Bildung des Nildeltas erstreckte sich die Küste des Mittelmeeres etwa bis Kairo, was auch dadurch bestätigt wird, dass sich dazselbst unter dem Nilabsatze ein mit dem Dünenande völlig übereinstimmendes Sandlager findet. Diese Annahme liegt so nah, dass sie schon Herodot machte, indem er das Delta ein Geschenk des Nils nannte. In der Richtung, die noch jetzt die Küstenlinie des Delta bildet, liegt im Meere eine Erhöhung von Kalkstein, die sich

im Delta nicht findet und auf der Dünen abgelagert worden sind. Durch diese Erhöhung war die Bucht, in der das Delta sich ablagerte, gegen die grossen Meereswellen geschützt und die Ablagerung der vom Nil herbeigeführten Massen konnte um so ungestörter vor sich gehen. Ueber jene Kalksteinerhöhung, durch deren in ihr befindliche Einschnitte der Nil abfliesst, hat sich das Delta nur wenig und nur an einzelnen Stellen in das offene Meer vorgeschoben. Die Erhöhung des Landes durch den Nilschlamm beträgt durchschnittlich in einem Jahrhundert $3\frac{1}{2}$ Zoll.

Auch die Deltas des Ganges, des Mississippi, der Donau, des Po und anderer grossen Flüsse sind auf den Landkarten zu bemerken. Das Delta des Mississippi, vielleicht von allen dasjenige, das sich am schnellsten ausdehnt, rückt jährlich 1217, das des Po seit dem zwölften Jahrhundert jährlich 115 Casseler Fuss weiter in's Meer. Auf den Deltas theilen sich die Flüsse gern in mehrere Arme, zum Theil veranlasst dadurch, dass sich an den Mündungen der Flüsse in das Meer durch dessen Wellenschlag leicht Barren und aus diesen Inseln bilden.

Aber wir brauchen die Bildung von Land im Meere durch die Flüsse nicht in weiter Ferne zu suchen, da sie uns viel näher liegt. Der Boden unter der Fläche Hollands besteht aus abwechselnden Schichten von Sand und Thon, das heisst, aus Substanzen, wie sie die Flüsse in ruhigem Wasser ablagern. In der That ist auch ganz Holland durch den Niederschlag der von Flüssen herbeigeführten Substanzen gebildet und namentlich von den Provinzen Nord- und Süd-Holland, Zeeland, einem grossen Theile von Utrecht, Geldern und Oberyssel lässt sich beweisen, dass ihr Boden bis auf eine beträchtliche Tiefe durch Sand und Schlamm aufgebaut ist, der von den Flüssen Rhein, Maas und Schelde nach dem Meere hingeführt wurde, das ehemals die Stelle dieser Gegenden einnahm. Die Zeit, welche für die Flüsse, namentlich den Rhein erforderlich war, um die Massen in solcher Dicke, wie sie sich unter Amsterdam befinden, abzusetzen, berechnet Harting zu ungefähr 70,000 Jahren. *)

Wenn man beobachtete, bis zu welcher Höhe sich Gebirge aufthürmen, deren Gesteine durch ihre Schichtung und die in ihnen vorkommenden Versteinerungen ein unwiderlegliches Zeugniß dafür ab-

*) Die vorweltlichen Schöpfungen verglichen mit den gegenwärtigen, von P. Harting, Leipzig, 1859, pag. 32.

legen, dass sie im Wasser gebildet worden sind, wenn man ferner sah, dass die Versteinerungen in den unteren Schichten ganz anderen Thieren und Pflanzen angehörten, als die in den oberen, weil bis dahin die alten Geschlechter schon ausgestorben und durch neu entstandene ersetzt waren, so musste man im Allgemeinen schon annehmen, dass zu diesen Bildungen eine Zeit erforderlich gewesen sei, deren Grösse über die gewöhnliche Vorstellung hinausgeht, aber es fehlte doch an einem bestimmten Anhalten über diese Grösse. Man hat daher und zwar vorzugsweise in neuerer Zeit, die Flussbildungen, eben weil sich bei ihnen noch die jährliche Leistung mit der Grösse der überhaupt abgelagerten Massen vergleichen lässt, benutzt, um mit einer festeren Rechnung auf das Alter der Gebirgsformationen zu treten und das Dunkel der Zeit etwas aufzuhellen. So gross uns nun auch die zu manchen Flussbildungen erforderliche Zeit erscheinen mag, so verhält sie sich doch zu der, um welche ältere, im Wasser gebildete Formationen zurückliegen, etwa nur wie die kurze Morgenröthe eines Tages zum ganzen Jahre.

Der Schluss vom Alter der Flussbildungen auf das älterer neptunischer Bildungen ist aber um so gerechtfertigter, weil bei diesen bedeutende Theile in ihrer ersten Entstehung von den Flussbildungen nicht wesentlich verschieden sind.

Die von den Flüssen in das Meer geführten lockeren Substanzen können sich nämlich durch verschiedene Ursachen, wie den Druck, den sie aufeinander ausüben, oder dadurch, dass sie durch einen in dem auf ihnen ruhenden Wasser aufgelöst gewesenen und sich niederschlagenden Stoff verkittet werden, zu festen Massen vereinigen, es kann aus Sand, thonigem und kalkig thonigen Schlamme, Sandstein, Schieferthon und Mergel entstehen.

Erfolgt nun später durch unterirdische Kräfte eine Hebung des Meeresbodens — und dafür, dass Hebungen solcher Art stattgefunden haben und theilweise noch stattfinden, sind beweisende Thatsachen vorhanden, — so kann das, was die Flüsse zerstört und fortgeführt haben, in neuen Formen wieder auftreten, es kann, um ein Beispiel zu nennen, der unscheinbare, durch Zerreibung der Gesteine in den Flüssen gebildete und fortgeführte Sand, als fester Sandstein wieder an das Tageslicht treten und unter der Hand des Baumeisters dazu dienen, die Ideen menschlicher Kunst zu verkörpern. Hätten die Flüsse früherer Erdperioden nicht für solche Bildungen gesorgt, so

müssten wir einen der bequemsten und wichtigsten Baustoffe entbehren. In diesem Wiederauftreten des Zerstorten in neuen Formen tritt die geologische Bedeutung der Flüsse am meisten hervor.

Wenn nun auch andere Kräfte, wie namentlich die Brandung der Meereswellen, Wirkungen zeigen, die mit denen der Flüsse in vielen Stücken übereinstimmen, so verbleibt diesen doch ein ansehnlicher Theil.

So nehmen denn die Flüsse einen wichtigen Rang unter den Kräften ein, auf denen beim Erdkörper der ewige Wechsel des Vergehens und Wiederentstehens beruht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen und Berichte des Vereins für Naturkunde Kassel](#)

Jahr/Year: 1862-1864

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Dunker Karl Eduard Gustav

Artikel/Article: [Ueber Flussbildungen 1-27](#)