

VII.

Einfluss der Rotation der Erde auf den Lauf und die Uferbildung der Flüsse.

Von Prof. Dr. V. Klun.

Mitgetheilt in der Versammlung der k. k. geographischen Gesellschaft am 13. Mai 1862.

Es ist öfters die Bemerkung gemacht worden, dass die weitaus grössere Anzahl der Flüsse ein hohes rechtes und ein flaches linkes Ufer besitzt. Insbesondere ist diese Wahrnehmung bei den meisten Flüssen Russlands, und später bei vielen derjenigen Flüsse, welche ihren Lauf in der Richtung der Meridiane nehmen, gemacht worden. Da man überhaupt keinen Zufall, am allerwenigsten aber in den nach unwandelbaren Naturgesetzen vor sich gehenden Gestaltungen der Erdkruste annehmen kann; so lag es nahe, den Gründen nachzuforschen, welchen die obige Thatsache ihr Entstehen verdankt.

Bevor man jedoch an die Erforschung eines allgemeinen Gesetzes für die Gestaltung der Flussbette gehen kann, ist es nothwendig, eine möglichst grosse Anzahl von Beobachtungen über den Lauf und die Uferbildung der Flüsse von der Nord- und Südhemisphäre, sowie von der östlichen und westlichen zu besitzen. Obwohl die massenhaft anwachsenden Reiseberichte der Neuzeit schon ein ergiebiges Material dazu liefern, und namentlich die längsten und wasserreichsten, also bedeutendsten Flüsse in ziemlich vollständigen Charakteristiken uns vorliegen; so ist doch eben der Höhe der beiderseitigen Ufer und der geognostischen Bodenbeschaffenheit des Uferlandes häufig in einer mehr oberflächlichen Weise gedacht, als wie man sie zu der in Frage stehenden Untersuchung benöthiget. Nichtsdestoweniger ist, wie bereits erwähnt, das vorliegende Material geeignet, diesen Gegenstand zu studiren.

Die beiden kaiserl. Akademien der Wissenschaften in St. Petersburg und Paris, welche auf dem Gebiete der Erdkunde eine so erfreuliche und auch erfolgreiche Thätigkeit an den Tag legen, haben sowie die königl. belgische Akademie dieser Frage ihre besondere Aufmerksamkeit zugewendet; namentlich hat der russische Akademiker, der rühmlichst bekannte Gelehrte K. E. v. Baer in seinen „kaspischen Studien“ eine Fülle Materials geboten, um das allgemeine Gesetz in der Gestaltung der Flussbetten, welches er aufstellt, nachzuweisen.

Die Grundlage der Betrachtung bildet die bekannte Thatsache, dass bei der Rotation die Pole in Ruhe verharren, während die übrigen Punkte auf der Erdoberfläche sich in einer desto schnelleren Bewegung befinden, je näher sie dem Aequator liegen, am Aequator selbst aber die schnellste Bewegung stattfindet. Ein Körper nun, der sich vom Aequator gegen Nord oder gegen Süd bewegt, gelangt hierbei in eine Umgebung, welche sich langsamer nach Ost bewegt, als er selbst; das Umgekehrte findet bei jenen Körpern statt, die sich von Nord oder Süd gegen den Aequator zu bewegen.

Das fliessende Wasser bringt somit, wenn es vom Aequator gegen die Pole sich bewegt, eine grössere Rotationsgeschwindigkeit, mit als den

höheren Breitegraden zukömmt und drängt deshalb gegen die östlichen Ufer, weil die Rotationsbewegung nach Osten gerichtet ist; also drängt auch dieser kleine Ueberschuss der Rotationsgeschwindigkeit, welche das fließende Wasser aus niederen Breiten in höhere mitbringt, nach Osten. Umgekehrt wird ein fließendes Wasser, das mehr oder weniger von den Polen nach dem Aequator sich bewegt, mit geringerer Rotationsgeschwindigkeit ankommen und also gegen das westliche Ufer drängen. Auf der nördlichen Erdhälfte ist aber für die Flüsse, die nach Norden fließen, das östliche Ufer das rechte, und für die Flüsse, die nach Süden fließen, ist das westliche ebenfalls das rechte. In der nördlichen Halbkugel muss also an Flüssen, die mehr oder weniger in der Meridianrichtung fließen, das rechte Ufer das angegriffene, steilere und höhere — das linke hingegen das überschwemmte und deshalb verflachte sein, und zwar in demselben Masse, in welchem sie sich der Meridianrichtung nähern; so dass bei Flüssen oder Flussabschnitten, welche fast ganz in Meridianrichtung verlaufen, die anderweitig bedingenden (für dieses allgemeine Gesetz also störenden) Einflüsse nur wenig — in solchen aber, die mit dem Meridian einen ansehnlichen Winkel bilden, stärker hervortreten müssen.“

Ist diese Erklärungsart die richtige, so muss auf der südlichen Halbkugel das linke Ufer das hohe, das rechte hingegen das flache, überschwemmte sein; denn hier ist für die Flüsse, die nach dem Pole gerichtet sind, das östliche Ufer das linke, und für Flüsse, die gegen den Aequator zufließen, das westliche ebenfalls das linke.

Nördliche Hemisphäre.

Mag also in der nördlichen Hemisphäre ein Fluss welche Richtung immer haben, stets wird ihm eine Tendenz nach rechts innewohnen, welche nach den Polen hin zunehmen und um so auffallender sein wird, je näher die Richtung des Stromes mit dem Meridiane zusammenfällt. Bis zu welchem Grade sich diese Tendenz in dem Verlaufe der Steilränder, der Beugung des Flusses u. s. w. äussern, das hängt von secundären Umständen, wie z. B. von der geognostischen Beschaffenheit der Ufer und ihrer leichteren oder geringeren Zerstorbarkeit ab. Aus demselben Grunde trachten die Ströme der südlichen Halbkugel nach links abzuweichen.

Vorerst handelt es sich darum, möglichst viele und genaue Beobachtungen der Flussufer vorzunehmen — ein Gegenstand, welcher leider bis jetzt wenig beachtet worden ist. Dabei ist speciell zu beobachten, wie die „Seitenkraft“ (so nennt Baer „den Ueberschuss oder Mangel an Rotationsgeschwindigkeit, den das Wasser mitbringt“) in einem Flusse auf das rechte (bezüglich auf das linke) Ufer wirkt.

Von besonderem Interesse sind Baer's. Beobachtungen an der Wolga und den übrigen russischen Flüssen, die ich hier kurz zusammenfassen, und denen ich Beobachtungen anderer Flüsse aus eigenen und anderen verlässlichen Beobachtungen anreihen will. Betrachten wir zuerst einige Flüsse, die in besonders hervortretender Richtung von Nord nach Süd ihren Lauf nehmen.

Nord-südliche Richtung.

Es ist eine bekannte Thatsache, sagt Baer, dass an der Wolga das rechte Ufer steil, das linke flach ist; ersteres nennen die Russen

das „Berg-“, letzteres das „Wiesenufer“. Vom Einflusse der Mologa an, wo die Wolga den nördlichsten Punkt ihres Laufes erreicht, bis zu ihrer Mündung—d. h. auf einer 400 deutsche Meilen langen Wasserstrecke—ist das rechte Ufer das steilere, das linke das flachere; besonders scharf aber tritt dieses Verhältniss nach der Einmündung der Oka (bei Nishnyi Nowgorod) hervor. Auf dem linken—d. i. dem Ueberschwemmungsufer liegen eigentlich nur drei namhafte Städte: Kostroma, Samara und Astrachan, alle drei aber in „Ausnahmslocalitäten“. Die ersten zwei liegen an knieförmigen Vorsprüngen des Flusses; die letzte ursprünglich auf 7 Hügeln einer Insel erbaut, hat sich bis zur Wolga herab erweitert. Dieser niedere Stadttheil ist jedoch sehr häufig Ueberschwemmungen ausgesetzt, und muss durch Wälle dagegen geschützt werden. Die Städte Kasan, Stawropol und Spask liegen zu weit ab vom Flusse, als dass sie als Uferstädte gelten könnten. Makarjew endlich ist ursprünglich auf einer Insel, oder dem rechten Ufer, erbaut gewesen, wie aus dem östlich von Makarjew erkannten „alten Flussbette“ der Wolga deutlich zu entnehmen ist.—Diesen wenigen Orten auf dem linken Ufer stehen 23 städtische Ortschaften auf dem rechten gegenüber, und das Verhältniss der Dörferzahl auf beiden Ufern zu einander ist so ziemlich gleich jenem der Städte. Ueberhaupt aber ist selbst im Oberlaufe der Wolga das rechte Ufer das bevölkertere, das an Dörfern und Städten ungleich stärkere.

Baer gibt sehr lehrreiche Details über die einzelnen, auf den beiden Ufern und in deren nächster Nähe liegenden Ortschaften, die ich hier übergehen zu können glaube, indem ich mich zunächst auf die Ergebnisse aus Baer's Detailstudien stütze und nebst Russland auch andere Ländergebiete in Betrachtung ziehen will. Thatsache ist es, dass die Wolga die Ortschaften, die in früheren Zeiten auf ihrem linken Ufer erbaut wurden, nach und nach verlassen hat, oder dieselben überschwemmt, wenn sie dem Flusse näher zu rücken versuchen;—jene auf dem rechten Ufer aber unterwäscht sie stellenweise und allmähig. Augenfällige Belege hiefür bieten Kasan, Bolgary, Nishnyi Nowgorod und Astrachan. Nachdem Baer noch nachgewiesen, dass dieser Druck des Wassers weder in den herrschenden Winden, noch in der geologischen Formation des Bodens seinen Grund haben könne; so steht fest, dass der Angriff der Wolga auf das rechte Ufer nur im Wasserlaufe selbst liegen müsse, und zwar nach der Erklärung, die im Eingange dieser Betrachtung aufgestellt worden ist.

Andere Flüsse in Russland.

Uebergehend zu anderen Flüssen des russischen Reiches constatirt Baer die Thatsache, dass der Unterschied zwischen den rechten und linken Ufern derselben minder scharf als bei der Wolga ausgeprägt ist; doch ist er bei den grossen Flüssen, soweit ihr Lauf durch die Ebene geht, sicher so vorherrschend, dass eben dadurch die Allgemeinheit der Bedingungen sich erweist.

Zunächst steht der Don. Sogar dessen obere Nebenflüsse (Choper, Worona, Medwediza, Donez) haben ziemlich allgemein ein hohes rechtes, aber ein flaches linkes Ufer. Der Don selbst ist hinreichend in dieser Richtung bekannt. Fast alle bedeutenderen Orte liegen auf dem rechten; auf dem linken, welches weithin überschwemmt wird, liegen in der Nähe des Flusses nur wenige unbedeutende Ansiedlungen. Nur nahe dem Meere, wo die Ueberschwemmungen gar nicht oder wenigstens nicht hoch sein können, sind wieder Ansiedlungen. Das ganz Gleiche gilt von D n j e p r

und Bug. Soweit ich mich auf die Richtigkeit der mir zu Gebote stehenden Karten verlassen kann, haben auch Dnjestr, Pruth und Sereth die analoge Uferbildung.

Die in nordsüdlicher Richtung fliessenden Gewässer Russlands haben somit ein hohes westliches, und ein flacheres östliches Ufer, sobald sie mit einigem Wasserreichthum in die Fläche treten.

Süd-nördliche Richtung.

Jene Flüsse des russischen Reiches nun, welche ihre Richtung von Süd nach Nord nehmen, zeigen im Allgemeinen ein Andrängen des Wassers nach Osten und ein vorherrschend hohes östliches und ein flaches westliches Ufer; das östliche aber ist bei diesen das rechte, das westliche das linke. Häufig machen überdies diese Flüsse eine Beugung nach Osten (wenn keine Höhen als Hemmnisse entgegen-treten), sowie die nach Süden strömenden nach Westen. „Das ist bemerklich an der Dwina (sagt Baer), doch nur zuletzt, wenn sie aus der nordwestlichen Richtung in die nördliche übergeht, mehr noch am Mesen, noch mehr an der Petschora, am Ob, an der Kolyma. Nur der Jenissei geht in seinem untersten Laufe entschieden nach NW.; er wird aber durch Berghöhen bestimmt. Noch allgemeiner ist es, dass im untern Laufe dieser Flüsse das rechte Ufer das höhere, angegriffene — das linke das überschwemmte ist, wenn der Fluss nicht von Felswänden beengt wird, oder zu scharfen Umbeugungen gezwungen, an diesen das linke Ufer zerstört. Dem entsprechend sind auch die Mündungsstädte und kleineren Ansiedlungen vorherrschend oder nur allein auf dem rechten Ufer.“ Beispiele hiefür sind: Archangel, fast ganz auf dem mässig hohen rechten Dwinaufer erbaut, welches nie der Uberschwemmung ausgesetzt ist, während die auf dem linken Ufer liegende Vorstadt Solombola fast jährlich unter Wasser gesetzt wird. „An wenig Flüssen wird das Vorherrschen der mehr nach rechts liegenden Delta-Arme so auffallend sein, als an der Dwina. Der am meisten nach rechts abgehende Hauptarm (Beresows-Koje) ist der tiefste; auf ihm allein gehen die grossen Schiffe ins Meer. Der nächstfolgende Arm (Murmans-Koje) kann nur von kleineren Fischerschiffen benützt werden; die noch mehr nach links liegenden Arme (Pudosherskoje und Nikolskoje) sind noch seichter, und können nur von Booten befahren werden. — Die Orte Onega, Mesen, Pustosersk, Obdorsk, Ustjansk, Tobolsk, Niske-Kolymsk liegen als relativ bedeutendste Orte sämmtlich am rechten Ufer der Flüsse Onega, Mesen, Petschora, Ob, Jana, Irtisch und Kolyma. Nur Jakutsk liegt am linken Ufer der Lena; aber dieser Fluss hat sich im mittleren Laufe so tief in den Boden eingeschnitten, dass er seit Jahrtausenden wohl nicht mehr die Uferhöhen erreicht. Nichts desto weniger ist auch hier das Drängen des Wassers gegen das rechte Ufer deutlich erkennbar, indem der Arm, welcher vor der Stadt vorbeifliesst, an Wasserfülle immer mehr abnimmt, dagegen ein gegen zwei Werst entfernter rechter Arm des Flusses dafür stets zunimmt.

Unzweifelhaft wird es nicht leicht ein Gebiet geben, welches zu Studien über die Uferbildung der Flüsse ein geeigneteres Material in grösserer Menge bieten würde, als das europäische Russland. Denn einerseits ist hier der weiche, nachgiebige Boden im grossen Maasse vorherrschend; andererseits strömen die meisten bedeutenden Flüsse fast entschieden nach Süden oder nach Norden. Indessen mögen die angeführten Thatsachen zum

Zwecke auf dieser Deduction genügen, und ich wende mich zunächst zu dem grössten Strome unserer Monarchie — zur Donau.

Oesterreich.

Unser ausgezeichnete Paläontologe Prof. Suess, der in seinem demächst erscheinenden Werke „der Boden von Wien“ den Alluvionen der Donau in Niederösterreich ein eingehendes Studium gewidmet, hatte die Freundlichkeit, mich in dieser Richtung zu unterstützen, und ich benütze hierbei seine gütigen Mittheilungen. Auch Prof. Suess anerkennt, dass es eine Kraft gebe, welche, unter sonst gleichen Umständen, einen Strom veranlasst in unserer Hemisphäre stärker gegen sein rechtes als gegen sein linkes Ufer zu drücken. Daraus erklärt sich auch, warum in unsern Gegenden die Alluvialbildungen vorzugsweise an der linken Seite der Flüsse liegen. Die Ursache ist die gleiche, welche in unserer Hemisphäre die Abweichung von Geschützkugeln nach rechts, und in schnell nach Nord oder Süd sich bewegenden Eisenbahnzügen die Tendenz veranlasst, nach rechts aus den Schienen zu springen; sie ist dieselbe, welcher die Passatwinde ihre Richtung verdanken. So gering diese Kraft auch sein mag, so ist doch kaum zu verkennen, dass die häufigste Ablenkung der Ströme in ihrer Richtung eben das Werk ihres unausgesetzten Strebens ist. Wenn sie auch in der Regel sich nur als „ein vermehrter Druck des Wassers“ gegen das eine Ufer kundgibt, so wird sie doch so sehr wirksam, sobald durch Hochwasser der Stromstrich noch näher an das Ufer geworfen ist und feste Körper, namentlich Eisschollen, in langem Zuge den Steilrand abnagen. Man wendet ein, dass die Krümmung des Stromes ein viel wichtigerer Faktor in der Richtung der Eisschollen sei; aber diese Richtung ist eben, wie Prof. Suess gegenüber den Aeusserungen in der französischen und belgischen Akademie behauptet, wenigstens zum grossen Theile ein Produkt der Rotationskraft. Bis zu welchem Grade sich diese Tendenz in dem Verlaufe der Steilränder, der Beugung des Flusses u. s. w. äussert, das hängt von secundären Umständen ab, wie z. B. von der geognostischen Beschaffenheit der Ufer und ihrer leichteren oder geringeren Zerstörbarkeit.

Die Donau strebt in der Nähe unserer Stadt unausgesetzt ihrem rechten Ufer zu. Mit Mühe sehen wir sie im Lichtenthal, in der Rossau und in Erdberg durch Menschenhand von ihrem rechten Steilrande abgelenkt und von Fischament bis Deutsch-Altenburg nagt sie noch fortwährend an dem Fusse desselben und reisst sie von Zeit zu Zeit so grosse Erdstücke ab, dass im Laufe der letzten Dezennien die Poststrasse nach Pressburg zu wiederholten Malen landeinwärts verlegt werden musste. Das tiefere Fahrwasser für die Dampfboote liegt rechts; der ganze Lauf der Donau von der Felsenenge bei Klosterneuburg bis zu jener bei Hainburg bildet einen stark nach rechts konvexen Bogen, der sich nirgends weit von dem Steilrande der rechten Seite entfernt, während ein bis zwei Meilen breiter, ebener Alluvial-Boden die konkave linke Seite von dem andern Steilrande trennt, welcher sich durch das Marchfeld zieht.

Um die Spuren der Rotationskraft zu finden, müssen wir den Lauf des Flusses betrachten, wenn er aus den Felsenengen in flacheres, leicht zerstörbares Land hinaustritt. Die Engen sind bei Krems, Klosterneuburg, Hainburg, Komorn; nach jeder dieser Engen tritt er in flache-

res Land; aber erst unterhalb Ofen sehen wir ihn in vorwiegend leichter zerstörbarem Boden fließen. Gibt auch die Beobachtung der Steilränder an diesen Stellen genügende Anhaltspunkte für die Erhärtung unserer Behauptung, so ist dieses noch mehr der Fall, nachdem die Donau unterhalb Ofen (namentlich unterhalb Promontor) neuerdings in die Ebene getreten ist. Die mit dem Meridiane nahezu zusammenfallende Richtung ist für die Ablenkung sehr günstig, und in der That ist der Strom von hier ab rechts von Abhängen, — links von Alluvialboden begrenzt. Auf der rechten Seite sind die meisten Ortschaften, auf der linken mehrfach ausgedehnte Sümpfe.

Unter den Nebenflüssen der Donau verdient besonders die March hervorgehoben zu werden. Auch dieser Fluss hat seinen Steilrand längs der kleinen Karpathen verlassen, einen Streifen flachen Alluviallandes, hinter sich lassend; er hat sich mehr und mehr rechts gezogen und fließt nun (wie die Donau) am Fusse seines rechtsseitigen Steilrandes (bei Drösing, Dürrnkrot, Stillfried u. s. w.) dahin. Bei der Moldau, welche ebenfalls in einer mit dem Meridiane nahezu zusammenfallenden Richtung nordwärts ihren Lauf nimmt, tritt die gleiche Erscheinung insbesondere nach der Einmündung der Lušic deutlich hervor. Eine so allgemeine Erscheinung, bemerkt Suess mit vollem Rechte, kann unmöglich durch lokale Niveau-Veränderungen des Bodens hervorgebracht werden; die wahre Ursache liegt in der Rotation der Erde.

Andere Flüsse auf der Nord-Hemisphäre.

Betrachten wir noch drei der bedeutendsten Flüsse Mitteleuropa's, welche einen nördlichen Lauf nehmen, nämlich: die Weichsel, die Elbe und der Rhein.

Bei der Weichsel tritt diese Erscheinung am stärksten im Mündungs-Delta hervor. Der rechte Arm (die Nogut) ist bei weitem stärker als der zunächst liegende linke (die alte Weichsel), während der dritte, westliche Arm (Danziger-Weichsel) die geringste Wassermasse hat. Die Wanderung des Flusses ist also entschieden nach rechts.

Die Elbe hat namentlich nach der Einmündung der schwarzen Elster (unterhalb Jessen) ein überwiegend höheres rechtes, und ein flacheres linkes Ufer, obwohl auch früher schon diese Erscheinung zu Tage tritt. In solchen Fällen jedoch, wenn ausreichende diessfällige Beobachtungen fehlen, daher auch die Landkarten nicht genügende Auskunft über die Beschaffenheit der Ufer liefern, dürfte es angezeigt erscheinen, die Menge der bedeutenderen Ortschaften an den Flussufern zu berücksichtigen. Während z. B. die Elbe in ihrem Oberlaufe auf beiden Ufern ziemlich gleichmässig bewohnt ist; ist dieses von Wittenberg an minder der Fall, indem von hier die meisten und wichtigeren Orte auf der rechten Seite liegen, welcher Umstand dafür spricht, dass das rechte Ufer auch das höhere sei.

Beim Rhein bemerkt man bald unterhalb Chur, wie er gegen das Liechtenstein'sche Ufer drängt und das linke Flachland des schweizerischen Rheinthaales häufig überschwemmt. An dieser Strecke kann man sich davon überzeugen, dass sein älteres Flussbett weiter östlich gelegen war. Das Gleiche findet sich in der oberrheinischen Ebene zwischen Basel und Germersheim, wo er ebenfalls nach rechts gewandert zu sein scheint; denn er hat nach links eine Menge schwacher Nebenarme zurückgelassen, die ehemals mehr Wasser gehabt haben dürften. Unterhalb

Germersheim macht er viele grosse Krümmungen, wo das Ufer der konvexen Krümmung das höhere ist. Im ebenen Mündungsgebiete aber nimmt der Rhein eine ganz abweichende Richtung ein, indem er sich nach Westen — also nach links — wendet. Baer meint zwar, dass diese abweichende Richtung eine „Folge künstlicher Arbeiten sein kann; auch betrachtet er die Yssel — den am meisten nach rechts liegenden wasserreichen Arm — als eigentliche Fortsetzung des Rhein.“ Diesen Ansichten kann ich nicht beistimmen, blos um einen aufgestellten Satz dadurch zu stützen; bei genauerem Studium der Uferbeschaffenheit dieses Flusses werden vielleicht andere Gründe hervortreten, ohne dass man zu so gewagten Hypothesen seine Zuflucht zu nehmen braucht.

Ausser-europäische Flüsse.

Ich habe anfänglich schon bemerkt, dass wir im Ganzen noch viel zu wenig gründliche Beobachtungen und Aufzeichnungen besitzen, um diesen Gegenstand in vollständig erschöpfender Weise zu behandeln. Ueberdies wäre das mühsame Zusammensuchen aller Details eine fast endlose Arbeit zur Erreichung eines Zweckes, der sich durch die Betrachtung von zwar wenigeren aber bedeutenderen Flüssen auch erreichen lässt. Zudem kann es sich nach meinem Dafürhalten gegenwärtig nur erst um das Sammeln und Bearbeiten des Materials handeln, woraus sich die aufgestellte Hypothese mit aller Wahrscheinlichkeit als Gesetz für die Uferbildung der Flüsse ergeben wird.

Blicken wir nun noch auf einige wenige aussereuropäische Flüsse, insoweit sie uns in dieser Richtung bekannt sind. Vorerst der vielgekante Nil. Nach Minutoli drängt er in seinem ganzen Laufe durch Oberegypten sein Bett allmählich nach Osten hin und zerstört die grösstentheils dort auf seinem rechten Ufer liegenden Ueberreste alter Denkmäler und Städte. Im untersten Theile seines Laufes hat dieses Drängen nach rechts eine noch stärkere Wirkung gehabt. Nach links liegt nämlich ein langgezogenes Thal, das man den „trockenen Fluss“ nennt, weil es das Ansehen eines Flussbettes hat und eine Menge abgeschliffener Flusskiesel seinen Boden bedecken. Dieses Thal ist jetzt trocken und wird vom Nilwasser gar nicht erreicht. Allein es ist sehr wahrscheinlich, dass dieses die älteste Ausmündung des Nil sei, die er vor Jahrtausenden schon verlassen hat.

Der Indus ist nach Ritter in seinem untern Laufe (von Nulla-Sutra an) schon mehr als 15 (See-) Meilen westwärts gerückt. Der berühmte Geograph sucht dieses Vorrücken nach Westen durch das Vordrängen der Sandwüste zu erklären; allein der Grund für das Drängen des Indus nach Westen dürfte wohl der gleiche sein, wie jener, aus welchem der Nil ostwärts gedrängt wird. Mit Recht stellt Baer der Ritter'schen Hypothese die Frage entgegen: Kann wohl der Sand einen Fluss verdrängen? Wird Sand in einen Fluss hineingeweht, und dadurch das Flussbett verengt, so wird durch diese Beugung die Kraft des Wassers gesteigert, und es wird den Sand wegspülen. Hat das Wasser nicht hierzu die Kraft, so hat es sicherlich auch nicht Kraft genug, das entgegengesetzte Ufer einzureissen, und das Wasser müsste (wenn der Fall geringe ist) entweder aufgehalten werden oder über seine Ufer austreten. Jedenfalls wird der hineingewehte Sand weniger Widerstand leisten, als das gegenüberliegende feste Ufer. — Aehnliches Bewandniss hat es mit dem Ganges und seinem grossen Nebenflusse Kosa. Gour, die

alte Hauptstadt Bengalens, lag ehemals am Ganges, jetzt liegen die Ruinen eine Meile vom Ufer entfernt. Die Ruinen von Gour liegen auf der linken Seite; folglich ist der Fluss in seiner südöstlichen Richtung mehr nach der rechten Seite gerückt. Ebenso der Kosa, der einst bei Purnah vorbeifloss. Der Euphrat hingegen hat in der Gegend von Aleppo bei seiner grossen Umbiegung sein Bett von Südwest nach Nordost verschoben; hier finden wir nun die zweite Wanderung nach der linken (und nicht nach der rechten) Seite.

Unter den Flüssen auf der amerikanischen Nordhalbe wählen wir die zwei bedeutendsten nach Nord und nach Süd fliessenden Ströme: den Mackenzie und den Mississippi. Vom Mackenzie sagt dessen Entdecker, dass die ganze Strecke vom Athabaska- bis zum Selaven-See ein hohes rechtes, aber ein linkes niederes, den Ueberschwemmungen ausgesetztes Ufer hat. Die stärkere Strömung ist so entschieden in der Nähe des rechten Ufers, dass man sich an dieses hält, wenn man den Fluss hinabfährt, und an das linke bei der Bergfahrt. Im nördlichsten Theile des Flusses scheint dieser Unterschied weniger bestimmt zu sein, weil der Fluss erstlich vorherrschend westlich fliesst, dann aber beim Umhüge nach Norden beiderseits von Felsenuffern eingeschlossen ist.

Ueber das „Mississippi-Thal“ hat Olshausen die verlässlichsten Details gegeben. Vom obern Theile des Mississippi (bis zu den Antony-Wasserfällen) bemerkt Olshausen nur im Allgemeinen, dass bald Bluffs (schroffe Uferabhänge), bald Bottom's (flache, der Ueberschwemmung ausgesetzte Ufertheile) nahe an den Fluss treten. Von da bis zur Einmündung des Missouri sind an beiden Seiten vorwiegend Bluffs aus Flötzk. Nach der Einmündung des Missouri aber ändert sich der ganze Charakter des Flusses. Der Strom hält sich an das rechte Ufer, wo die Bluffs dicht an den Fluss herzutreten, während auf der linken Seite ein bei 100 engl. Meilen langes Flachufer in einer durchschnittlichen Breite von 5 engl. Meilen sich ausdehnt. Nur in seinem südlichsten Theile treten die hohen Steilränder weit zurück. Die Ausmündungen des Mississippi zeigen wieder eine Abweichung von den übrigen Flüssen auf der Nordhalbe mit südlichem Laufe, indem die meisten und breitesten Arme nach SO. gehen, was wohl dem starken Drange des hier einmündenden Red River zuzuschreiben ist. Der bekannte Akademiker Babinet in Paris ist übrigens der Ansicht, dass die Anströmung des Seewassers am Nordufer des mexikanischen Golfes zur Ablenkung des Delta viel beigetragen hat, — eine Ansicht, die kaum bestritten werden kann.

Aus diesen Detailbeschreibungen geht unläugbar hervor, dass bei den meisten Flüssen auf der Nordhalbe das rechte Ufer das höhere, angegriffene, — das linke hingegen das flachere, Ueberschwemmungen ausgesetztere ist.

Südliche Hemisphäre.

Nach der im Anfange gegebenen Erläuterung müssen die Flüsse auf der südlichen Hemisphäre, welche mehr oder weniger in Meridian-Richtung fließen, das Bergufer auf der linken, das Wiesenufer auf der rechten Seite haben, soll die Hypothese des Einflusses der Rotation auf die Uferbildung an Wahrscheinlichkeit gewinnen. Leider sind unsere diessfälligen Kenntnisse sehr unvollständig; zudem gibt es auf der Südhalbe nur sehr wenige Flüsse, die nach Norden strömen. Das grösste bekannte Flusssystem der südlichen Erdoberfläche ist das des La Plata.

Der La Plata wird bekanntlich gebildet aus dem Uruguay und dem Paranna, letzterer wieder aus dem oberen Paranna und dem Paraguay. Der Paraguay hat bis Bourbon (21° südl. Breite) abwechselnd bald Sümpfe bald Hügel auf der rechten Seite; unterhalb Bourbon (dem letzten Orte auf dem rechten Ufer) aber ist das rechte Ufer flach, häufig unübersehbar grossen Ueberschwemmungen ausgesetzt, und keine Ansiedlungen bevölkern die grosse Ebene (il gran chaco). Das linke Ufer ist hingegen mässig hoch, anmuthig und reich an Ortschaften. Beim Paranna, dessen Ufer übrigens überhaupt wenig bevölkert sind, trifft die Annahme der Ufergestaltung in dem grössten Theile seines Laufes weniger zu; unterhalb dem 32° südl. Breite ist sogar das rechte Ufer unzweifelhaft als das höhere anzunehmen, weil hier die meisten Ansiedlungen und Ortschaften angetroffen werden. Uruguay überschwemmt in seinem Unterlaufe weithin das rechte, unbewohnte Ufer.

Unter den Flüssen der südlichen Hemisphäre mögen die Nebenflüsse des Maranon wohl die bedeutendsten sein, welche eine nördliche Richtung einschlagen; allein ihre Ufer sind viel zu wenig bekannt, als dass sich einigermassen wahrscheinliche Schlüsse ziehen liessen. Nur die Zahl der Ansiedlungen scheint an der Westseite (also auf dem linken Ufer) die grössere zu sein, was auf ein höheres linkes Ufer schliessen lässt.

Schlussfolgerungen.

Aus diesen angeführten Beispielen ergibt sich wohl der Schluss: je gerader der Lauf eines Flusses, je grösser seine Wassermasse, je stärker seine Strömung, je mehr sie sich der Richtung des Meridians nähert, je zerstörbarer endlich der Boden ist; desto entschiedener tritt als allgemeines Gesetz der Uferbildung hervor, dass nämlich auf der nördlichen Hemisphäre das rechte, auf der südlichen das linke Ufer das steilere unterworfenere, angegriffene, — das entgegengesetzte aber das überschwemmte ist.

Als spezielle Resultate können noch hingestellt werden:

a) dass bei Krümmungen eines Flusses das Wasser an der convexen Seite der Krümmung stärker fliesst und das einschliessende Ufer angreift, wodurch dieses abschüssiger wird, d. h. an den Windungen der Flüsse ist das ausgeschweifte Ufer das angegriffene und steilere; das vorspringende aber das abgeflachte und (wenigstens am Rande des Wassers) das niedere;

b) Krümmungen der Flüsse sind Hemmnisse, welche das allgemeine Gesetz für die Uferbildung modificiren;

c) in Erosions-Thälern mit den grösseren Windungen, welche sich gegen die Mündung zu allmählig verlieren, tritt jedoch der Druck nach rechts viel auffälliger hervor, und das für Krümmungen des Flusses aufgestellte Gesetz wird dahin modificirt, dass das allgemeine Gesetz für die Uferbildung wieder stärker hervortritt;

d) bei Wasserfällen und Stromschnellen scheint ebenfalls das rechte Ufer mehr angegriffen zu sein, als das linke;

e) selbst bei Meerengen (wie bei Kertsch und bei Constantinopel) ist häufig ein rechtes abgerissenes und ein linkes verflachtes Ufer bemerkbar;

f) bei Theilungen eines mehr oder weniger nach dem Meridian verlaufenden Flusses behalten innerhalb der Mündungs-Delta die nach rechts abgehenden Arme andauernd eine stärkere Strömung, als die linken.

Wir sind bis jetzt den Flussläufen gefolgt, welche vorwiegend eine Meridian-Richtung einhalten, und aus diesen Beobachtungen haben sich die obigen Resultate ergeben.

Pariser und belgische Akademie.

In der Pariser Akademie ist dieser Gegenstand ebenfalls eindringlich behandelt worden; doch ist das Ergebniss ein abweichendes. Babinet, Delaunay, Bertrand, sowie Lamarle in der belgischen Akademie behaupten, es sei der Seitendruck des strömenden Wassers im Verhältnisse zu den Krümmungen des Flusses ein viel zu schwacher, um bemerkliche Folgen zu erzielen. Für den Druck, den das fließende Wasser auf das rechte Ufer ausübt, ist von diesen eine mathematische Formel gegeben worden, welche für alle Richtungen der Strömung gleich ist. Die Letztgenannten behaupten nämlich, es sei ganz gleichgiltig, ob die Strömung in der Richtung der Parallelkreise oder der Meridiane geht. In unserer Hemisphäre werde in jedem einzelnen Punkte der Erdoberfläche, bei jeder dieser Richtungen bei gleicher Geschwindigkeit und gleicher Masse des bewegten Körpers derselbe Druck nach der rechten Seite ausgeübt; für verschiedene Punkte aber sei er verschieden, und er richte sich nach dem Sinus des Bogens, der die geographische Breite ausdrückt. Zu diesem Schlusse gelangte man aus Beobachtungen und mathematisch-physikalischen Betrachtungen über die Bewegung des Pendels und der Projectile.

Betrachten wir auch diese Einwendungen. Es ist unzweifelhaft, dass für alle Bewegungen auf der Erde gewisse allgemeine Verhältnisse gelten, die von der Wirkung der Schwere und von der Verschiedenheit der Rotationsgeschwindigkeiten unter verschiedenen Parallelkreisen abhängen. Wenn diese allgemeinen Verhältnisse auch ganz gleichmässig auf alle Bewegungen wirken; so gibt es doch in den speziellen Verhältnissen der Bewegungen solche Verschiedenheiten, dass eine allgemeine Formel nicht alle Arten der Bewegungen ausreichend bezeichnet. Die allgemeinen Verhältnisse beruhen nämlich darauf, dass die Erde ein Rotations-Sphäroid ist und dass auf jedem Punkte desselben eine Rotations-Geschwindigkeit besteht, welche durch die Grösse des Parallelkreises bestimmt wird, unter welchem er liegt. Was die speziellen Verhältnisse unseres in Frage stehenden Gegenstandes betrifft, so haben wir hier die Bewegung eines Körpers, der einerseits durch einfachen Stoss im Raume vorwärts bewegt wird; andererseits aber fällt er auch auf einer schiefen Ebene (dem Flussbette) hinab. Man müsste also Versuche anstellen über den Fall der Körper auf schiefen Ebenen in bedeutenden Dimensionen, um zu finden, in wie weit die Ablenkung, welche die Bewegung im freien Raume erfährt, auf der schiefen Ebene durch die Reibung gestört wird; denn das Flusswasser bewegt sich nicht im freien Raume. Zudem hängt die Bewegung des Wassers, als eines flüssigen, in allen Theilen verschiebbaren Körpers nicht allein von der Bewegung des Schwerpunktes ab, wie es bei festen Körpern der Fall ist.

Muss einerseits auch zugestanden werden, dass die allgemeinen Verhältnisse den Druck des Wassers mehr gegen das rechte Ufer bewirken, möge es in was immer für einer Richtung fließen (ob in Parallel- oder in Meridian-Richtung); so wird es andererseits auch als sehr wahrscheinlich anzunehmen sein, dass dieser Seitendruck allein kaum neue

Wirkungen hervorzubringen vermag, weil das Flussbett aus diesen Gründen sich schon gebildet hat.

Thatsache ist es, dass die meisten bekannten Meridian-Flüsse ihr rechtes Ufer stärker angreifen, als die Flüsse und Flusstheile, welche im Parallel verlaufen.

Wenn wir also für die in Parallel-Richtung strömenden Flüsse jene allgemeinen Verhältnisse des Rotations-Sphäroids als Gründe für den Druck des Wassers nach rechts annehmen, so kömmt bei den in Meridian-Richtung fliessenden Gewässern nebst den allgemeinen Verhältnissen noch die Uebertragung der Rotations-Geschwindigkeiten in den verschiedenen Breitengraden dazu: daher die Summe der allgemeinen und speziellen Verhältnisse bleibende und grössere Veränderungen dieser Flussufer hervorzubringen vermag.

Das steht unzweifelhaft fest, dass die tägliche Rotation der Erde wie auf Winde und Strömungen der See, so auch auf alles in der Strömung Treibende gewisse Wirkungen ausübt, oder — wie Maury sagt: — „die Einwirkung der täglichen Achsendrehung der Erde muss sich auf Strömungen und alles, was diese mit sich führen, erstrecken, auf den grössten Eisberg, wie auf ein blosses Stängelchen Grases, das auf dem Wasser schwimmt, oder auf den feinsten Organismus, den nur ein mächtiges Microscop zwischen den zartesten Theilchen des Passatstaubes entdeckt.“ —

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass sich die Behauptungen Baer's mit jenen der Pariser und der Brüssler Akademie in keinem directen Widerspruche befinden; denn die Einwirkung der Rotation der Erde auf die Uferbildung der Flüsse wird auf allen Seiten constatirt, sie divergiren nur darin, ob sich diese Einwirkung bei allen, oder nur bei den in Meridian-Richtung fliessenden äussert, und ob eben nur die Axendrehung und die Rotationsgeschwindigkeit in verschiedenen Breiten die Hauptfactoren der Ufergestaltungen sind. Eines wünschte ich durch diesen Vortrag zu erzielen: Möge der Beobachtung der Flussufer eine grössere Aufmerksamkeit zugewendet, möge diese Frage auch in Oesterreich möglichst allseitig (von mathematisch-physikalischer wie von geologischer Seite) discutirt werden.

VIII.

Ueber die polnische Nation in der österreichischen Monarchie,

von Rudolf Temple.

Unter den zahlreichen Slaven-Stämmen des österreichischen Kaiserstaates nimmt die polnische Nation bekanntlich nicht die unterste Stufe ein; — theils sind es die historischen Erinnerungen, theils der Umstand, der sie nicht vereinzelt in Europa stehen lässt, theils der kernige frische Lebensmuth, der in ihr wohnt, theils auch die selbstständige nicht unerhebliche, wenn auch nicht zahlreiche doch gediegene Literatur, die ihr einen höhern Platz anweisen und den sie in ihrer Ideenverbindung mit ihren Brüdern ausserhalb Oesterreich's zu behaupten weiss.