Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Modellversuche zur Wirkung der Erddrehung auf Flußläufe

Von

Wilhelm Schmidt in Wien

(Mit 2 Figuren auf einer Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 17. Juni 1926)

Aus zweierlei Gründen empfehlen sich Modellversuche über die Wirkung der ablenkenden Kraft der Erddrehung: zunächst ist deren Theorie nicht einfach genug, als daß alle jene, die sich mit solchen Wirkungen zu beschäftigen haben, sie vollständig beherrschen könnten, anderseits versagt auch die Theorie dort, wo es sich um etwas verwickeltere Bedingungen handelt. Nur daraus ist es zu verstehen, daß eine Frage wie die nach den Äußerungen der Erddrehung in den Flußläufen nach so vielen Auseinandersetzungen noch nicht endgültig geklärt ist.

Die wichtigsten hier herangezogenen Beobachtungstatsachen sind folgende: man beobachtet bei einer Reihe von Flüssen der nördlichen Halbkugel, daß sie in der zwischen zwei Durchbrüchen gelegenen Strecke ihres Laufes (deren Endpunkte also von vornherein festgelegt sind) nach rechts ausbiegen, wie man es etwa bei der Donau an der Strecke durch das Wiener Becken bemerkt. Die landläufige Erklärung, das »Baer'sche Stromgesetz«, sieht darin die Wirkung einer Rechtsablenkung durch die Erddrehung, ohne daß aber nachgewiesen wird, daß durch eine solche seitliche Kraft tatsächlich derartige Strombahnen hervorgerufen werden können.

Versuchsanordnung, einfache Demonstrationen.

Die im folgenden beschriebenen Versuche sollen die Frage einer Lösung näherbringen. Ich machte sie mit Hilfe einer Art Drehscheibe, auf deren Platte, $1 \cdot 3 \times 1 \cdot 3$ *m* messend, die benötigten Einrichtungen aufgestellt werden konnten. Die Einrichtung war recht einfach: an einem Holzrahmen waren drei um 120° gegeneinander versetzte Kugellager mit wagrechten Achsen im Kreise angeordnet; auf ihnen lief mit seiner abgedrehten hohen Kante ein aus kräftigem Winkeleisen geschmiedeter Ring, der noch durch drei kleinere Kugellager seitlich geführt wurde. Der Ring war stark genug, daß er außer der auf ihm ruhenden Platte noch die Belastung durch die weiteren Versuchsanordnungen ohne wesentliche Formänderung vertrug. Der Antrieb erfolgte an einem der drei Kugellager von einem Elektromotor mit veränderlicher (verstellbarer) Geschwindigkeit aus. Für

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Versuche, die einer ständigen Wasser- oder Luftzufuhr bedurften, war eine Schlauchleitung mit Stopfbüchse in der Drehachse vorgesehen.[1]

Von den mit dieser Anordnung leicht auszuführenden Demonstrationsversuchen über Wirkungen einer Drehung auf Bewegungen seien folgende erwähnt: man läßt einen feinen Wasserstrahl wagrecht aus einer im Kreise mit herumgeführten Düse ausströmen: er erscheint nicht mehr gerade, sondern kreisförmig gebogen. Der Sinn der Krümmung wechselt mit der Drehrichtung. Der Krümmungshalbmesser ist proportional der Fließgeschwindigkeit des Strahles: wenn man die Wasserzufuhr langsam bis zur vollständigen Unterbrechung herabmindert, so liegen die Punkte, in denen der Flüssigkeitsstrahl auf den wagrechten Tisch darunter auffällt, in einer geraden Linie.

Ein anderer Versuch, der das Einlenken bewegter Luft in die Isobarenrichtung verdeutlichen soll: auf einem unter rund 10° Neigung schräggestellten Brett läßt man während der Rotation eine Kugel frei herabrollen. Ihre Spur, die man durch Einschwärzen sichtbar machen kann, verläuft anfangs in der Gefällslinie, um immer mehr in die Wagrechte einzubiegen.

Es muß bemerkt werden, daß alle diese Versuche insofern nur als qualitative zu werten sind, als die Bezugsfläche, der gegenüber Neigungen gezählt werden, die Wagrechte des gedrehten Tisches ist. Genau genommen würde aber der Erdoberfläche als Gleichgewichtsfläche beim Versuch die Fläche des Rotationsparaboloides entsprechen, das man erhält, wenn man Wasser in einem größeren Gefäß mit freier Oberfläche in gleiche Drehung versetzt. Der Unterschied wird bei geringen Neigungen und bei großen Geschwindigkeiten merklich, bei großen Neigungen und geringer Geschwindigkeit bleibt er aber niedrig.

Flüssigkeitsströmungen ohne Erosion.

Das Verhalten von Flüssigkeitsströmungen kann leicht für die verschiedenen Bedingungen geprüft werden: ein starker Wasserstrahl, der über eine ebene Fläche dahinfließt, schlägt bei Rotation eine gekrümmte Bahn ein. Hierbei stören aber die am Rand und am Boden verlangsamten Stromfäden, die das Bestreben haben, in einem kleineren Krümmungsradius zu fließen. Da nichts ihn zusammenhält, wird der Strom, auch wenn man größere Wassermassen nimmt, rasch seicht, breit und undeutlich.

Die beim ersten Anblick widerspruchsvoll scheinende Aufgabe, einen Flüssigkeitsstrahl zu erzeugen, der sich beliebig seitlich verlagern kann, aber doch zusammengehalten wird, wurde schließlich auf folgende Weise gelöst: zwei Glasplatten wurden vollkommen

---

[1] Die Einrichtung verdanke ich im wesentlichen Spenden: den geschmiedeten Eisenring der Fischamender Werke A. G., sein Abdrehen auf der Karusselbank der Firma Graef und Stift, Wiener Automobilfabriks-A. G., die Kugellager der S. K. F. Kugellagergesellschaft, Wien.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gereinigt, daß sie vom Wasser ganz benetzt waren, und mit geringem Abstand, 2 bis 4 *mm*, übereinandergelegt. Läßt man nun Wasser zwischen beiden einfließen und sorgt für sofortiges Anhaften an beiden Platten, so zieht sich die Strömung durch die Kapillarkräfte zu einem einzigen Faden zusammen, der aber jeder seitlich auf ihn wirkenden Kraft durch entsprechende Verschiebung nachgibt. Diese Anordnung hat sich auch für eine Reihe weiterer Fließversuche, über die später an anderer Stelle berichtet wird, sehr gut bewährt.

Hier zeigt sich nun die Wirkung der Rotation sehr klar. Zwischen den etwa 10° geneigten Platten floß der Faden der Gefällslinie nach herab, wenn der Tisch ruhte; sobald man ihn bewegte, auch schon bei jedem einzelnen kleinen Ruck, den man ihm mit der Hand gab, wich der Faden zur Seite. Gleichförmige Drehung erzeugte eine sehr ausgesprochene Krümmung: die Tangente an den Flüssigkeitsfaden lag an der Ablösestelle in der Gefällslinie. Hier war wegen der geringeren Fließgeschwindigkeit die Krümmung stärker, im weiteren Lauf wurde sie infolge der eintretenden Beschleunigung etwas schwächer. Ließ man den Strahl bereits mit einer gewissen Wucht einströmen, dann gelang es sogar, das Wasser bergauf rinnen zu lassen. Bei allen Versuchen wandte aber der Bogen seine konvexe Seite nach unten, der Gefällsrichtung zu. Er behielt immer diese Bahn, bis er an eine der seitlichen Begrenzungen anstieß, um dann längs dieser abzufließen.

Das Bild war ganz anders als jenes, das man als Ergebnis der ablenkenden Kraft der Erddrehung auf Flüsse ansah: bei diesen sollte die Kraft nach außen, in der Verlängerung des Richtungsradius wirken (vgl. den Bogen der Donau bei Wien) — das dieser Ansicht entsprechende Versuchsergebnis hätte also nur so sein können, daß oben vielleicht wohl eine Krümmung des Flüssigkeitsstrahles zur Seite hin eingetreten sein mochte,[1] weiter unten aber hätte sie in die entgegengesetzte, mit der konkaven Seite nach abwärts, übergehen müssen. Das Ergebnis blieb immer das gleiche, mochte man den Versuch mit engem oder weitem Zwischenraum zwischen den Glasplatten, mit großer oder kleiner Ausflußmenge, mit starker oder geringer Neigung der Glasplatten wiederholen. Das heißt aber nichts anderes als: Die erwähnte Krümmung der Flußläufe kann nicht durch die ablenkende Kraft der Erddrehung hervorgebracht sein.

Erosionsversuche.

Ein Einwand wäre allerdings noch möglich: die Versuche waren ausdrücklich so angestellt worden, daß einer seitlichen Verlagerung des Flüssigkeitsfadens kein Hindernis im Wege stand; die

[1] Das war natürlich auf keinen Fall zu umgehen, wenn man nicht, was auf dasselbe hinausgelaufen wäre, den Strahl schräg, nicht in der Gefällsrichtung, einfließen lassen wollte.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Flüsse hingegen haben ganz erhebliche Erosionsarbeit zu leisten, wenn äußere Kräfte sie zu einer Verlegung ihres Bettes bringen. Sollte vielleicht dieser Unterschied die Abweichung erklären? Um das zu entscheiden, wurden Versuche mit Erosion von Wasserläufen in Sand angestellt, in der endgültigen Form in folgender Weise: Eine flache Blechwanne war, mit feuchtem Sand gefüllt, unter etwa 11° Neigung auf dem Drehtisch aufgestellt. Der Zufluß — seiner Menge nach gleich der in den früheren Versuchen — war an der Mitte der oberen Kante angebracht, doch ohne eigentliche Strahlbildung, so daß das Wasser seine Geschwindigkeit erst durch das Gefälle erreichte. Nach Beginn der Drehung ließ man den Wasserlauf seinen Weg zunächst über die Oberfläche des Sandes nehmen; wenn er aber einen deutlichen Einfluß der Drehung zeigte,[1] wurde eine Querleiste, die die Sandmassen unten begrenzte, entfernt, so daß sich der Lauf wie bei rückschreitenden Stromschnellen tiefer einfressen konnte. In diesem Augenblick erst begann starke seitliche Erosion, die sich regelmäßig ein zur Richtung der ablenkenden Kraft konkaves Bett grub; es führte in dieser Weise bis zum entgegenstehenden seitlichen Hindernis, an dem es unter scharfem Winkel abbog.

Fig. 1 zeigt das Ergebnis eines solchen Versuches, und zwar einen Gipsabguß der endgültigen Bettform, bei dem also Links und Rechts vertauscht sind. Der Pfeil gibt die Gefällsrichtung an, der auch der Wasserlauf vor Beginn der Drehung folgte, wie man an der einen dem Pfeil parallel laufenden feinen Spur sieht.[2] Unter dem Einfluß der Drehung schuf die Erosion ein Bett, das zunächst eine einzige Krümmung zeigte, bis zur Wand des Beckens bei *a*, um dann längs dieser abzufließen. Bei weiterem seitlichen Verlagern der Bahn in ihren oberen Teilen traf die Strömung auf ein anderes Hindernis, ein schräg zur Gefällsrichtung in den Sand eingelassenes Brettchen; der Lauf vor diesem Hindernis hat sich offenbar ohne Rücksicht darauf weiter verlagert, das Wasser floß schließlich bei *b* fast unter rechtem Winkel an das Brettchen an, mußte natürlich am unteren Ende des Hindernisses, an das es ja auch durch die Drehung angepreßt wurde, einen neuen Bogen beschreiben, bis es an einer unter *a* liegenden Stelle *c* an die Seitenwand kam. So entstand neben dem früher geschaffenen Steilabsturz *d*, der beim Abgießen bereits etwas eingesunken war, die zweite unterhalb verlaufende etwas tiefere Furche.

Der ganze Versuch hatte bis zu diesem Zustand einige Minuten gewährt; man mochte ihm entgegenhalten, die Zeitspanne sei vielleicht zu kurz, um einen Rückschluß auf den wirklichen Endzustand zu erlauben. Dem Einwand begegnet Fig. 2, die unter wesentlich günstigeren Erosionsbedingungen, bei vollkommen nassem Sand,

---

[1] Dieser war wegen der großen Reibung, die die seichtere Strömung an der Sandoberfläche fand, geringer.

Der Zufluß erfolgte ein Stück oberhalb des Randes des hier wiedergegebenen Teiles — daher das Auseinandertreten der verschiedenen Läufe gleich von oben.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

zustande kam. Das Wasser floß auch etwas reichlicher zu, aber nicht in einem Strahl wie früher; es erhielt seine Geschwindigkeit erst beim Abfließen über den geneigten Boden. Die Dauer des Versuches betrug diesmal unter gleichbleibender Drehgeschwindigkeit 3 Viertelstunden.

Auch diesmal wirkte die Drehung so wie im früher abgebildeten Fall, doch verschob sich der Lauf nicht der ganzen Länge nach gleichmäßig, sondern es trat zunächst nahe dem Einfluß eine Stelle starker Erosion auf, die einen Knick erzeugte; an ihm wurde Sand vom steilen Ufer in erhöhtem Maße weggeschafft, der Bug verlagerte sich um so stetiger immer weiter laufabwärts, bis er an die Wand traf.[1] Dieser Vorgang hat ja auch bei gestreckten Flußläufen seine Analogie: das Auftreten von Prallstellen, an denen die Ufer besonders stark benagt werden und die, mehr oder weniger mit Mäanderbildung verknüpft, flußabwärts wandern. Beim Versuche traten nun solche Knicke hintereinander auf, manchmal zwei auf dem abgebildeten Stück des Laufes. Der beim Abbrechen des Versuches noch bestehende Knick, der bei *a* angekommen ist, benagte das Ufer rechts davon sehr stark und hätte, wie die früheren, wieder zu einer neuen, mehr oder weniger gestreckten Bahn geführt. Allerdings war da schon eine Trennung eingetreten: die schnellst bewegten Wassermassen nahmen schließlich nicht mehr an der Erosion teil, sie folgten vielmehr einem von der Anfangskrümmung sich ablösenden ziemlich geradlinigen Verlauf; es ist das die in der Figur deutlich erkennbare tiefste Rinne, die bei *b* an die Wand trifft. Die langsamer bewegten Massen hingegen hätten, frei bewegt, einen viel kleineren Trägheitsradius[2] ihrer Bahn aufgewiesen, sie hatten also auch hier noch Antrieb zum Benagen des Ufers.

Übertragung auf Flußläufe.

Abgesehen von diesen Einzelerscheinungen geht aber als wesentlich aus diesen wie den früheren Versuchen hervor: auch die erodierende Strömung weist weder bei der Bildung des Bettes noch in dessen Endzustand eine Krümmung in dem Sinne auf, daß die konvexe Seite der Bahn zugewendet wäre jener Richtung, nach welcher die ablenkende Kraft der Rotation drängt — immer das Gegenteil. Tritt ein Hindernis entgegen, so wird es von der Strömung unter scharfem Winkel getroffen, der weitere Lauf schmiegt sich dem Hindernis an. Auf

---

[1] Eine ganz ähnliche Erscheinung ist übrigens auch bei den früher erwähnten Versuchen aufgetreten, wenn die zwei Glasplatten, zwischen denen das Wasser strömte, nicht vollständig benetzt waren, also der seitlichen Verlagerung einen geringen Widerstand boten. Solche Knicke traten aber — und das darf man wohl auch auf die hier beschriebenen Versuche übertragen — nur bei der Bildung der Bahn auf, der endliche Verlauf zeigte sie nicht mehr.

[2] Trägheitsradius als der Radius jenes Kreises, den ein auf rotierender Unterlage sich bewegender Körper unter dem Einfluß der Trägheit ohne Einwirkung äußerer Kräfte beschreibt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

die Verhältnisse des Beispiels im Großen übertragen: würde der Lauf der Donau bei Wien wesentlich durch Rechtsablenkung infolge der Erddrehung beeinflußt sein, dann müßte er, etwa von der Enge beim Leopoldsberg ausgehend, mehr oder weniger geradlinig auf das Hindernis, das Leithagebirge, loszielen und erst diesem entlang zur nächsten Pforte führen, etwa dort, wo jetzt die Leitha ihren Weg nimmt.

Der Einwand, die Versuche seien nicht entscheidend wegen ihres viel zu kleinen Maßstabes, ist eigentlich schon widerlegt dadurch, daß ja dabei auch entsprechend geringere Wirkungen verlangt werden. Und wenn nun tatsächlich spezifische Äußerungen der Rotation beobachtet werden, diese aber anders verlaufen als die hier bekämpfte Ansicht erwartet, dann kann ein quantitativer Unterschied auch nichts mehr ändern. Im übrigen ist aber der Maßstab der Versuche gar nicht so ungünstig: die Ausmaße des Bettes, die fließenden Wassermengen sind zwar gering, es kommt aber doch zu entscheidenden Erosionswirkungen. Die stärkere Neigung konnte wegen der größeren Fließgeschwindigkeit die Wirkung nur steigern, wo es sich um Arbeitsleistung, eben um Hinwegschaffen von Sand, handelte. Die Drehung endlich geschah um viele Male rascher als bei der Erde, ein Umlauf z. B. in etwas mehr als 2 Sekunden gegenüber 115.000 Sekunden, die die Horizontebene unter $48^1/_4{}^\circ$ Breite zu einer vollständigen Drehung braucht. So erklärt es sich auch, daß man in den Flußläufen keine deutliche Wirkung der Ablenkung finden kann, wiewohl Modellversuche im Kleinen eine solche deutlich ergeben.

Gegensatz Wasser : Luft.

Viel verwunderlicher ist aber der Gegensatz zwischen Wasserläufen und Luft: im Luftmeer spielt gerade die ablenkende Kraft der Erddrehung eine ausschlaggebende Rolle, nicht für die Energieumsätze — denn eigentlich kann sie nicht Arbeit aus sich selbst leisten — wohl aber für die Ausbildung, Richtung und Geschwindigkeit von Strömungen. Und der Gedanke, daß es beim Wasser doch ähnlich sein müßte, war sicherlich mit eine Veranlassung, auch hier der ablenkenden Kraft starke Wirkungen zuzuschreiben. Eine Klärung des Gegensatzes bringt folgende Gegenüberstellung: auf der einen Seite wird freie Luft angenommen, etwa unter einem starken Druckgefälle von 5 *mm* Quecksilbersäule auf einen Äquatorgrad, das in mäßiger Höhe einen Wind von rund 20 *m* in der Sekunde entstehen läßt, in größeren Höhen, 1000 *m* z. B. einen, der nahekommt dem »Gradientwind«, 42·7 *m* in der Sekunde in unserem Fall — auf der anderen Seite ein Wasserlauf, angepaßt etwa an die Verhältnisse der Donau bei Wien, Gefälle 26 *cm* auf 1 *km*, Fließgeschwindigkeit 2·5 *m* in der Sekunde, Tiefe 3 *m*. Geographische Breite $48^1/_4{}^\circ$ Hier die Ergebnisse der im allgemeinen einfachen Rechnung in Einheiten des absoluten Systems, dazu noch das Verhältnis Luft : Wasser.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	Luft	Was.	Verhältnis
1. Gefällskraft auf die Volumeinheit	0·0006	0·'	1 420
Reibungskraft auf die Volumeinheit[1]	0·000014	0·25	1 18.000
3. Ablenkende Kraft der Erddrehung auf die Masseneinheit	0·47	0·027	17 1
4. Ablenkende Kraft auf die Volumeinheit	0·0006	0·027	1 45
Verhältnis ablenkende Kraft/Reibungskraft	42	0·11	390 1
6. Sekundliche Arbeitsleistung der 1 *cm* quer übersetzenden Menge in einer Schicht von 1 *cm* Dicke in Bodennähe	< 1·2	63	< 1
Dasselbe, aber Schicht von . . rund 1.000[2]		3 Meter Mächtigkeit	
	21.000	18.000	1 1 1

1. zeigt, daß wir es bei Wasserläufen mit vielfach größeren Gefällskräften zu tun haben. Die durch sie geleistete Arbeit wird schließlich durch die Reibungskraft wieder aufgezehrt, die, auf die Volumseinheit gerechnet, bei Luft in größeren Höhen, dort, wo eben die Wirkung der ablenkenden Kraft am deutlichsten in Erscheinung tritt, nur einen sehr geringen Betrag ausmacht (2.), einen, der gleichkommt dem 18.000. Teil jenes im Wasser. Die auf die Masseneinheit wirkende ablenkende Kraft selbst ist, als abhängig von der Geschwindigkeit, in Luft erheblich (17 mal) größer, als im Wasser (3.), doch kehrt sich das Verhältnis wegen der geringeren Luftdichte um, wenn man statt auf Masseneinheit ebenso wie bei 1. und 2. auf die Volumseinheit umrechnet (4.); trotzdem ergibt das Verhältnis ablenkende Kraft/Reibungskraft einen ganz gewaltigen Vorsprung für Luft (5.): da ist es 390 mal so groß wie bei Wasser, die ablenkende Kraft kommt da also recht gut gegenüber der energieverzehrenden Reibung zur Geltung. Das liegt in der Verschiedenheit der äußeren Bedingungen: Luft im allgemeinen in der Wagrechten nach allen Seiten beweglich, energieverbrauchende Reibung nur am Erdboden, wo ja auch die ablenkende Kraft weniger zur Geltung kommt, die weiter davon abstehenden Schichten in größerer Höhe nur wenig davon beeinflußt; Wasser in Flußbetten muß in vorgegebener Richtung fließen, turbulente Reibung am Boden groß, die weniger mächtigen Schichten ganz davon beeinflußt. Bei Gleichgewicht, d. i.

---

[1] Es ist das nicht die Scherkraft, sondern jener Teil, der auf die Bewegung der im Volum enthaltenen Massen selbst verzögernd wirkt. Bei Wasser deckt er sich fast vollkommen mit der Gefällskraft, beim Beispiel für Luft hingegen ist er abhängig von dem senkrechten Gefälle der Geschwindigkeit in der angezogenen Schicht und der Größe des Austausches, die hier zu $A = 50$ angenommen wurde. Vgl. W. Schmidt, Massenaustausch in freier Luft usw., Hamburg 1926.

[2] Berechnet nach W. Schmidt, Ausfüllende, im Sinne des Druckgefälles verlaufende Strömungen . . ., Annalen der Hydrographie usw., *46*, 131 (1918); ähnlich, wenn auch etwas abweichende Bedingungen. Es strömen eben die Luftmassen nicht quer zu den Isobaren, sondern unter einem ziemlich großen Winkel, noch dazu abhängig von der Höhe.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

stationärer Strömung, wird die von der Gefällskraft geleistete Arbeit ganz auf Reibung aufgebraucht, was für gleiche Schichtdicken in Luft zu wesentlich geringen Werten führt als in Wasser (vgl. 6; die Verschiedenheit würde sich noch weiter steigern, wenn man berücksichtigte, daß die Bewegung in Luft unter einem größeren Winkel gegen die Gefällsrichtung erfolgt). Rechnet man hingegen auf solche Schichtdicken um, wie sie bei beiden Medien etwa in Betracht kommen, so ergibt sich annähernd derselbe Wert für den Arbeitsverbrauch in der Sekunde (vgl. 7), ein Zeichen, daß die ausgewählten Fälle recht wohl miteinander zu vergleichen sind.

Gerade aus dieser Gegenüberstellung folgt aber noch eines: daß die ablenkende Kraft der Erddrehung zwar in Flußläufen kaum je gegenüber den Reibungskräften zur Geltung kommen kann, daß sie aber im freien Wasser der Meere, besonders der großen Ozeane, ein ebenso wichtiges Bestimmungsstück für die Ausbildung der Strömungssysteme bildet, wie für die großen Bewegungen in Luft.

Windwirkung.

Wie soll man aber nun jene Tatsachen erklären, die auf Äußerung einer »kosmischen« Wirkung in Flußläufen hinzuweisen schienen und so zur Aufstellung des »Baer'schen Stromgesetzes« führten? Die Antwort ist bereits von verschiedenen Seiten gegeben: durch Windwirkung. Über wagrechten Boden strömende Luft übt auf diesen eine mitführende, eine Scherkraft aus; Messungen an Getreidefeldern weisen auf eine Kraft von etwa 50 Dyn cm^2 bei einer Windgeschwindigkeit von 500 cm/sek. Weht nun ein solcher Wind quer über die Donau bei Wien (davon seien die Zahlen des Beispiels genommen), so kommen bei einer Breite von 270 m auf jedes Zentimeter des Laufes 1,400.000 Dyn = rund 1·4 Kilogrammgewicht. Diese Kraft erzeugt nun neben einem Stau und einer Querzirkulation vor allem Wellen. Die in solchen aufgespeicherte Energie wird nun, wenn irgendwelche Winde vorherrschen, vorzugsweise beim Anprall an dem einen Ufer aufgebraucht, es wird durch den Wellenschlag besonders stark benagt, eine Erfahrung, die man ja in geringerem Grade an Seen gut kennt

Die Überlegung wäre nicht vollständig, wenn nicht dem gegenüber auch der Versuch gemacht würde zu rechnen, um welchen Betrag die Erosion durch die ablenkende Kraft einseitig gesteigert wird. Diese bewirkt ja, daß der Wasserspiegel im Beispiel am rechten Ufer um 0·6 cm höher steht als am linken. Nicht der Druck ist aber ausschlaggebend, sondern die auf jene Erhöhung entfallende einseitige Erhöhung der Schleppkraft, der Scherkraft, die das Wasser an seiner festen Begrenzung ausübt. Man erhält dafür 45 Dyn auf jedes Zentimeter der Lauflänge, weniger als $^1/_{20}$ Grammgewicht; in anschaulicher Umrechnung: das Mehr an erodierender Schubkraft am rechten Ufer gegenüber dem linken auf einer Strecke von einem Kilometer

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Länge wäre kleiner als der Schub, den eine einzige Kreisscheibe von nicht ganz $6^1/_2$ *cm* Radius, quer zur Strömung gestellt, erfährt.

Zusammenfassung.

Unter Benutzung einer Drehscheibe werden Versuche über den Einfluß von Rotation auf Bewegungen ausgeführt, besonders auf fließendes und erodierendes Wasser. Es ergibt sich aus ihnen, daß die Krümmung von Flußläufen unter dem Einfluß der Erddrehung gerade in entgegengesetztem Sinn verlaufen müßte als man bisher meist annahm und in einzelnen Fällen zu sehen glaubte. Auch rein rechnerisch wird das Verhältnis ablenkende Kraft/Reibungskraft bei Flußläufen erheblich ungünstiger als etwa in freier Luft. Windwirkung hingegen kann bei jenen wohl von Bedeutung sein.

Wien, Hochschule für Bodenkultur, Lehrkanzel für Meteorologie.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

Fig. 2,

Gipsabgüsse des unter dem Einflusse der Rotation erodierten Bettes eines Wasserlaufs.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: 135_2a

Autor(en)/Author(s): Schmidt Wilhelm F.

Artikel/Article: Modellversuche zur Wirkung der Erddrehung auf Flußläufe. 443-451