



Zugesendet

Schweiz

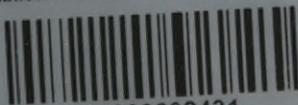
87/2

---

Sonder-Abdruck aus der „Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und  
Architekten-Vereines“ 1902, Nr. 8.

---

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298431

Druck von B. Spies & Co. in Wien.

Die  
**Natürlichen Normalprofile**  
der fließenden Gewässer.

VORTRAG

gehalten in der Vollversammlung des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-  
Vereines am 25. Jänner 1902

von

k. k. Baurath **Richard Siedek.**



WIEN

WILHELM BRAUMÜLLER

k. u. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler

1902.

X  
589

G 41. 33.

Sonder-Abdruck aus der „Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und  
Architekten-Vereines“ 1902, Nr. 8.



1131669

Druck von R. Spies & Co. in Wien.

Akc. Nr. 2964/50



Zu den wechsellvollsten Erscheinungen, die sich auf unserem Planeten darbieten, gehört in erster Linie die Bewegung des Wassers in den natürlichen Gerinnen; denn mit jedem Schritte, dem Raume und der Zeit nach, treten neue Bedingungen für dieselbe auf, werden neue dynamische Kräfte erzeugt, bezw. die bestehenden beeinflusst und daher neue Bewegungs-Erscheinungen herbeigeführt.

Schon in stehenden Gewässern ziehen kosmische Einflüsse, Wind und Temperatur oft ganz bedeutende Bewegungen nach sich, die in besonderen Strömungen oder verschiedenartigen Wellen zum Ausdruck gelangen. Um wie viel mehr wächst aber die Zahl der die Bewegung beeinträchtigenden Factoren, sobald die Schwerkraft das flüssige Element auf schiefer Ebene in Bewegung bringt. Wassermasse, Profilform, Gefälle, Reibung, Grad der Sättigung mit Sinkstoffen, Geschiebeführung machen sich geltend, sie alle, ihrem Wesen nach fortwährend variabel und von einander wieder vielfach abhängig, beeinträchtigen den Gang der Bewegung sowohl insgesamt als auch im einzelnen. So kommt es auch, dass an einem fließenden Gewässer keine Welle, die das Ufer bespült, der anderen gleich ist, kein Wirbel, der den Strom hinabzieht, der Größe, Lage und Form nach mit seinen Vorgängern übereinstimmt.

Diese wechselvolle, diese fortwährende Veränderung der Bewegungsart und Form ist auch der Grund, weshalb sich das Studium der Bewegung des Wassers in den natürlichen Gerinnen so schwierig gestaltet, weshalb die Theorie auf diesem Gebiete bisher so wenig Erfolge aufweist wie kaum auf einem anderen Arbeitsfelde.

Wollen wir dem Wesen der wechsellvollen Erscheinungen in der Bewegung natürlicher Gewässer näher treten, so müssen wir, um dem Schwalle der Probleme, die sich

uns entgegenstellen, möglichst beizukommen, vorerst einfache Fälle in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen und an diesen die Einzelwirkungen und ihre Folgen, d. i. die daraus sich ergebenden Erscheinungen, untersuchen.

Es soll daher auch, sobald des weiteren von der Bewegung des Wassers in einem natürlichen Gerinne die Sprache sein wird, immer nur eine bestimmte Stelle und ein bestimmter Moment ins Auge gefasst werden, indem dadurch Profilform und Größe, Geschwindigkeit, Masse, Gefälle, Widerstand eindeutige, bestimmte Größen werden. Diese Größen stehen untereinander, wie bekannt, in vollkommener Abhängigkeit, und wurde bereits vielfach versucht, das Verhältnis dieser Abhängigkeit festzustellen.

Auch ich bin in meinem in der Fachgruppe der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure am 7. März v. J. gehaltenen Vortrage\*) mit einer Formel zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Wassers in Flüssen und Strömen hervorgetreten, die von neuen Gesichtspunkten ausgeht, und glaubte durch die zahlreichen Beweise, welche ich für das Zutreffen derselben erbracht, berechtigt zu sein, auf dieser Grundlage weiterbauen zu können.

Ein neuer Gesichtspunkt, von dem ich hiebei vornehmlich ausgegangen, war der, dass ich als Kern meiner Deductionen eine Bewegungsformel für ein ideales Gewässer festsetzte, welchem Gewässer ich den Namen „natürliches Normalgewässer“ beilegte, und wofür ich folgende Definition aufstellte:

Unter der Bezeichnung „natürliches Normal- oder Idealgewässer“ sei jenes gedacht, das bei einer kontinuierlichen Wasserzunahme zufolge des vorhandenen Gefälles in einem plastischen Material sein Bett, den Naturgesetzen folgend, in vollkommen regelmäßiger Weise ausbildet. Es wird daher mit dem Lauf des Gewässers die Breite und mittlere Tiefe constant zu- und das Gefälle constant abnehmen, somit auch das natürliche Normalgewässer bei einer bestimmten Breite eine ganz bestimmte Tiefe und ein ganz bestimmtes Gefälle aufweisen.

Bei der Annahme, dass das Materiale, in dem sich dieses ideale Gewässer sein Bett gegraben hat, vollkommen plastisch und homogen ist, daher die auftretenden Widerstände vollkommen gleichmäßig auf die Masse wirken, wird die Masse auf der dem Gefälle nach gegebenen schiefen

\*) „Studie über eine neue Formel zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Wassers in Flüssen und Strömen.“ Wien 1901, W. Braumüller.

Ebene durch die Schwerkraft allein bewegt werden und somit das ideale Gewässer auch einen vollkommen geraden Lauf besitzen.

Gegen diese Anschauung könnte von jener Seite ein Einwand erhoben werden, welche das Serpentinieren der fließenden Gewässer auch den Einflüssen kosmischer Wirkungen, der Drehung der Erde u. s. w., zuschreibt. Der Beweis für derart wirkende wesentliche Einflüsse ist aber durchaus noch nicht erbracht, und da, wie wir wissen, die Gewässer in jeder Lage zur Rotationsrichtung der Erde serpentinieren und kein besonderes Merkmal hierin auf die angeführte Anschauung speciell hinweist, so kann wohl angenommen werden, dass diese Einflüsse jedenfalls weit hinter jenen zurückstehen, welche das oft überaus starke Serpentinieren nach sich ziehen.

Die Veranlassung zum Serpentinieren eines fließenden Gewässers ist jede erstmalige, wenn auch noch so geringe Aenderung der Bewegungsrichtung der Masse, bezw. die ungleichmäßige Wirkung der Widerstände des Bettes. Dass hiezu der geringste einseitig überwiegende Widerstand, der sich leicht durch die Ungleichheit des natürlichen Ufermaterials ergibt, genügt, ist begreiflich, umso mehr, wenn man die außerordentliche Beweglichkeit der Masse selbst bedenkt, deren Theile sich durch die geringsten Einflüsse wesentlich gegeneinander verschieben. Die Bewegung der Masse der fließenden Gewässer ist im Grunde genommen daher immer nur als die Summe einer unendlich großen Anzahl von untereinander verschiedenen Einzelbewegungen aufzufassen, und deshalb haben wir es nicht mit einem Strom, sondern stets mit einer Unzahl von Strömungen im Strome zu thun.

Diese wohl allgemein bekannten Thatsachen seien hier nur deshalb hervorgehoben, um das von mir gegebene Charakteristikon für das ideale Gewässer prägnanter zu gestalten.

In dem idealen Gewässer würden sich demnach, gemäß der gestellten Voraussetzung, alle Wasserfäden, das sind die Strömungsrichtungen der Einzeltheile, dem geraden Laufe entsprechend in geraden Linien bewegen.

Ich habe mir nun die Frage aufgeworfen: Gibt es in den natürlichen Gewässern Fälle, wo die Bewegung des Stromes insgesamt sowie die seiner einzelnen Theile der idealen Bewegung des Wassers im Normalgewässer im allgemeinen gleichkommt?

Verfolgt man den Lauf eines natürlichen Gewässers und beachtet insbesondere die Lage der einzelnen Wasser-

fäden, so stellt sich heraus, dass letztere infolge des Serpentinierens des Gewässers sich in Curven darstellen, die abgesehen von vielfachen Seiten- oder Unterströmungen im allgemeinen der Bewegungsrichtung der gesammten Masse, sonach dem Stromstrich oder Thalweg nahezu gleich angeordnet sind. Man kann daher den Stromstrich als die allgemeine Richtungslinie der gesammten Wasserfäden betrachten. Die Stromstrichlinie selbst setzt sich aus einer Anzahl Curven zusammen, deren Krümmungsart vielfach abwechselt und in rechts und links gekrümmte Linien zerfällt. Ueber die geometrische Form derselben gehen die Anschauungen noch ziemlich auseinander, was umso begreiflicher ist, als die Krümmungsverhältnisse jeder Einzelcurve nicht constant bleiben, sondern einem fortwährenden Wechsel unterworfen sind, sei es infolge der Aenderung des Flussbettes, sei es infolge Aenderung des Wasserstandes, welcher bekanntermaßen auch einen nicht unwesentlichen Einfluss auf die Lage des Stromstriches ausübt.

Immerhin lassen sich aber zwei Erscheinungen festhalten, u. zw.:

1. Der Krümmungsradius des Stromstriches nimmt mit der Wassermasse, demnach auch mit dem Wasserstande zu, und

2. derselbe wächst mit dem Widerstand des benetzten Umfanges oder allgemein mit der Consistenz des Flussbettes.

Es wäre gewiss von großem Interesse, dem Thema über die Krümmungsverhältnisse hier noch nähere Beachtung zu schenken; doch handelt es sich vorderhand nicht darum, jene Fälle zu untersuchen, wo die allgemeine Bewegung sich in Curven vollzieht, sondern bloß um jene, in denen die Lage des Stromstriches gerade ist. Solche Fälle können wir allein nur an den Uebergängen von einer Krümmung zur Gegenkrümmung suchen, d. i. dort, wo auch die geringsten Tiefen des Gewässers, sogenannte Furten, auftreten. Ist an einer solchen Stelle die gemeinsame Tangente der beiden Gegenkrümmungen senkrecht auf die kürzeste Entfernung der beiden Ufer, sonach auf das Querprofil, so bezeichnet man diese Stelle als eine gute Furt oder einen guten Pass; ist dies aber nicht der Fall, und schließt die gemeinsame Tangente mit dem Querprofil einen spitzen Winkel ein oder fällt eventuell gar mit demselben zusammen, so nennt man eine solche Stelle eine schlechte Furt oder einen schlechten Pass.

Treten wir dem ersten dieser Fälle näher und untersuchen die Bewegungsverhältnisse der Masse sowie ihrer

einzelnen Theile, so ergibt sich, dass an jenem Wendepunkt, an welchem die Bewegung von einer Krümmung in die andere übergeht, alle jene Kräfte zu wirken aufhören müssen, welche eine krummlinige Bewegung herbeiführen, dass somit an dieser Stelle die Bewegung der Masse wie ihrer Theile eine vollkommen geradlinige sein muss, ehe sie in eine Bewegung von entgegengesetzter Krümmung übergehen kann. Es stehen somit die Bewegungsverhältnisse an einer solchen Stelle, was die Bewegungsrichtung anbelangt, unter den gleichen Bedingungen wie bei dem idealen Gewässer.

Wenn diese Erscheinung der geradlinigen Bewegung zwar auch bei einer schlechten Furt eintritt, so ist doch die Gefällsrichtung, die bei der guten Furt mit der allgemeinen Stromrichtung zusammenfällt, bei der schlechten Furt eine ganz abweichende, indem sich dieselbe, wie früher bemerkt, sogar senkrecht zu den Ufern stellen kann. Daraus ist nun die Folgerung jedenfalls gestattet, dass die gute Furt allein zu einem Vergleiche mit dem idealen Gewässer geeignet erscheint.

Bevor dieser Vergleich jedoch angetreten werden soll, mögen noch die Verhältnisse, die sich hinsichtlich des Gefälles und der Geschiebeführung an den Furten im allgemeinen ergeben und für dieselben von wesentlicher Bedeutung sind, näher beleuchtet werden.

Die Stromstrich-Nivellette eines Gewässers stellt sich für einen bestimmten Beharrungswasserstand als eine in der Richtung des Flusslaufes nach abwärts geneigte Wellen- oder Staffellinie dar, deren gesammte Neigung dem ausgeglichenen Gefälle der in Betracht fallenden Strecke gleichkommt. Hiebei entsprechen die sich ergebenden Fußpunkte der Wellenthäler den Mittelachsen der Serpentinenkümmungen, die Scheitel der Wellenberge den Krümmungswendepunkten oder Furten. Tritt eine Veränderung des Wasserstandes ein, so verändern sich auch die Krümmungsverhältnisse der Wellen der Gefällslinie, und es ergeben sich beim niedrigsten Wasserstande die steilsten, beim höchsten Wasserstande die flachsten Krümmungen der Nivellette. Es stellt sich demnach auch heraus, dass das Gefälle des Höchstwassers, sobald keine weiteren Complicationen, wie Eindämmungen und Stauungen, eintreten, dem ausgeglichenen Gefälle des Gewässers am nächsten kommt.

Dieser Wechsel der Gefällsverhältnisse hat auf die Geschiebeführung naturgemäß den größten Einfluss, da ja die Geschwindigkeit, bezw. die Stoßkraft der Masse wesentlich hievon in Abhängigkeit ist.

Fasst man zur Beurtheilung dieser Abhängigkeit vorerst einen mittleren Wasserstand ins Auge und denkt sich denselben in Zunahme, so vergrößert sich mit der Wasserstandszunahme in den Serpentinbögen, theils durch die Vermehrung des Gefälles, theils durch die Vergrößerung der Wassertiefe, bezw. der Masse, die Geschwindigkeit und somit auch die Kolkarbeit des Gewässers. Am Wendepunkt, an der Furt dagegen verringert sich bei steigendem Wasser infolge der Abnahme des Gefälles die Geschwindigkeit; doch nimmt selbe infolge der Vermehrung der Masse daselbst wieder zu, jedenfalls aber in geringerem Maße als in den Serpentinbögen, da wegen der größeren Wasserspiegelbreite die Zunahme der Masse pro Längeneinheit des Querprofils an der Furt geringer ist als im Bogen.

Nimmt man, wie es bei größeren Gewässern auch immer der Fall ist, die Geschiebebewegung als stets vorhanden an, so wird sich dieselbe nach dem Vorgesagten bei steigendem Wasser im Serpentinbogen vermehren, an der Furt dagegen vermindern oder stationär bleiben, daher die Differenz der im Serpentinbogen und an der Furt in Bewegung gebrachten Geschiebemenge an letzterer Stelle zur Ablagerung gelangen. Bei fallendem Wasser kehren sich die Erscheinungen hinsichtlich der Geschwindigkeitsänderung und Masse, demnach auch hinsichtlich der Geschiebeführung um, man gelangt somit zu dem dem Schiffmann längst bekannten Satz, dass das steigende Wasser die Furten hebt, das fallende dieselben vertieft. Diese Vertiefung der Furten schreitet selbstverständlich solange fort, bis mit dem Sinken des Wasserstandes die geschiebeführende Kraft des Wassers erlahmt. Es zeigt sich daher die Sohle bei Hochwasser weitaus unebener als bei Niedrigwasser; umgekehrt ist dagegen das Wasserspiegelgefälle bei Hochwasser ausgeglichener als bei einem niederen Wasserstand.

Wir sehen daraus auch, dass es gar nicht gleichgiltig ist, bei welchem Wasserstande man die Sohle eines Gewässers erhebt, peilt, und dass füglich jede Aufnahme nur für den Aufnahmewasserstand, strenge genommen aber auch nur für den Zeitpunkt der Aufnahme Geltung hat.

Wann die Geschiebeführung eines Gewässers erlahmt, hängt aber wesentlich von der Größe des Geschiebes und von der bewegten Wassermasse ab. Bei Gebirgsgewässern, wo die Geschiebeförderung große Arbeitsmomente erfordert, tritt ein Erlahmen der geschiebeführenden Kraft bei fallendem Wasser sehr bald ein, wenn auch die Arbeitskraft bei hohen Wasserständen eine außerordentlich große

sein mag. Bei Gewässern des Flachlandes dagegen hält dieselbe infolge der größeren Wassermasse und der geringen Geschiebegröße oft bis zu den niedrigsten Wasserständen an, und bei Gewässern, die nur Sand und Schlamm führen, hört sie im allgemeinen überhaupt nicht auf.

Jedenfalls ist jener Moment, in welchem die Geschiebebewegung an den Furten stille steht, äußerst bemerkenswert und wichtig. Da diese Stellen während des Stillstandes der Geschiebebewegung des weiteren im gleichen Zustand verharren, und da sie, wie wir aus den Deductionen ersehen haben, auch zu diesem Zeitpunkte am tiefsten sind, so stellen die sich an den Furten in diesem Zeitpunkte ergebenden Profile gewissermaßen die größte Arbeitsleistung des Gewässers an den Furten dar. Bleiben sich in einer Flusstrecke das ausgeglichene Gefälle und die Wassermenge gleich, so werden sich folgegemaß an den guten Furten dieser Strecke gleiche Profilformen herausbilden müssen, und wird in einer solchen Strecke für die guten Furten ein bestimmtes Profil, d. h. ein Normalprofil Geltung haben.

Wir sehen daraus, dass die natürlichen Gewässer selbst Normalprofile ausbilden können, und zwar solche, welche die Maximalleistung der Kolkwirkung an den guten Furten darstellen. Diese Profile sind zur Beurtheilung der vom Gewässer zu erwartenden Selbstreinigung von Geschieben von größter Wichtigkeit.

Ein solches Normalprofil ändert aber naturgemäß sofort seine Form, sobald sich die Wassermasse oder das Gefälle ändert, und nachdem sowohl erstere infolge der Zuflüsse als letzteres infolge der Stufenform der Thäler einem steten Wechsel unterworfen ist, so ist es in der Regel ziemlich schwierig, bei geschiebeführenden Gewässern gleichartige Profile aufzufinden, umso mehr, als eine gute Furt an einem unregulierten Gewässer überhaupt eine große Seltenheit ist.

Es erübrigt nur noch, einiges über die Profilform einer guten Furt zu erwähnen.

Nach durchgeführten Erhebungen über die Sohlengestaltung von Gewässern stellt sich die Profilform an einer guten Furt immer einer symmetrischen Schale gleich dar, deren Achse mit der Lage des Stromstriches zusammenfällt. Welche geometrische Curve dieser Schalenform genau entspricht, ist noch nicht ermittelt worden, und dürfte eine genaue Unterscheidung meines Erachtens in dieser Beziehung auch nicht von besonderem Wesen sein, wenn man bedenkt, dass bei diesen Schalenformen die Tiefe in der Regel nicht mehr als 2—4% der Breite beträgt und unter solchen Be-

dingungen Kreis-, Ellipsen-, Parabel- und Hyperbelbogen nur wenig mehr von einander abweichen. Für die vorliegenden Untersuchungen kommt es daher hauptsächlich nur darauf an, dass die Profile an den guten Furten immer nur die Schalenform aufweisen.

Kehren wir nun zu dem beabsichtigten Vergleiche der Profilformen des von mir beschriebenen idealen oder normalen Gewässers mit den Profilformen der natürlichen Gewässer an guten Furten zurück, so sind bei den letzteren immer jene Formen im Auge zu behalten, die sich bei fallendem Wasser als ein Resultat der Maximalleistung der Kolkwirkung des Flusses herausstellen, und die ich mir als die natürlichen Normalprofile der fließenden Gewässer zu benennen erlaube.

Für das von mir angenommene ideale oder Normalgewässer habe ich anlässlich der Aufstellung meiner Geschwindigkeitsformel die Relationen zwischen Wasserspiegelbreite und mittlerer Tiefe, Gefälle, Geschwindigkeit in nachstehender Form auf empirischem Wege, wie seinerzeit dargelegt wurde, berechnet, und zwar:

$$T_n = \sqrt{0.0175 B - 0.0125} \dots \dots \dots 1),$$

$$J_n = 0.0010222 - 0.00000222 B \dots \dots \dots 2),$$

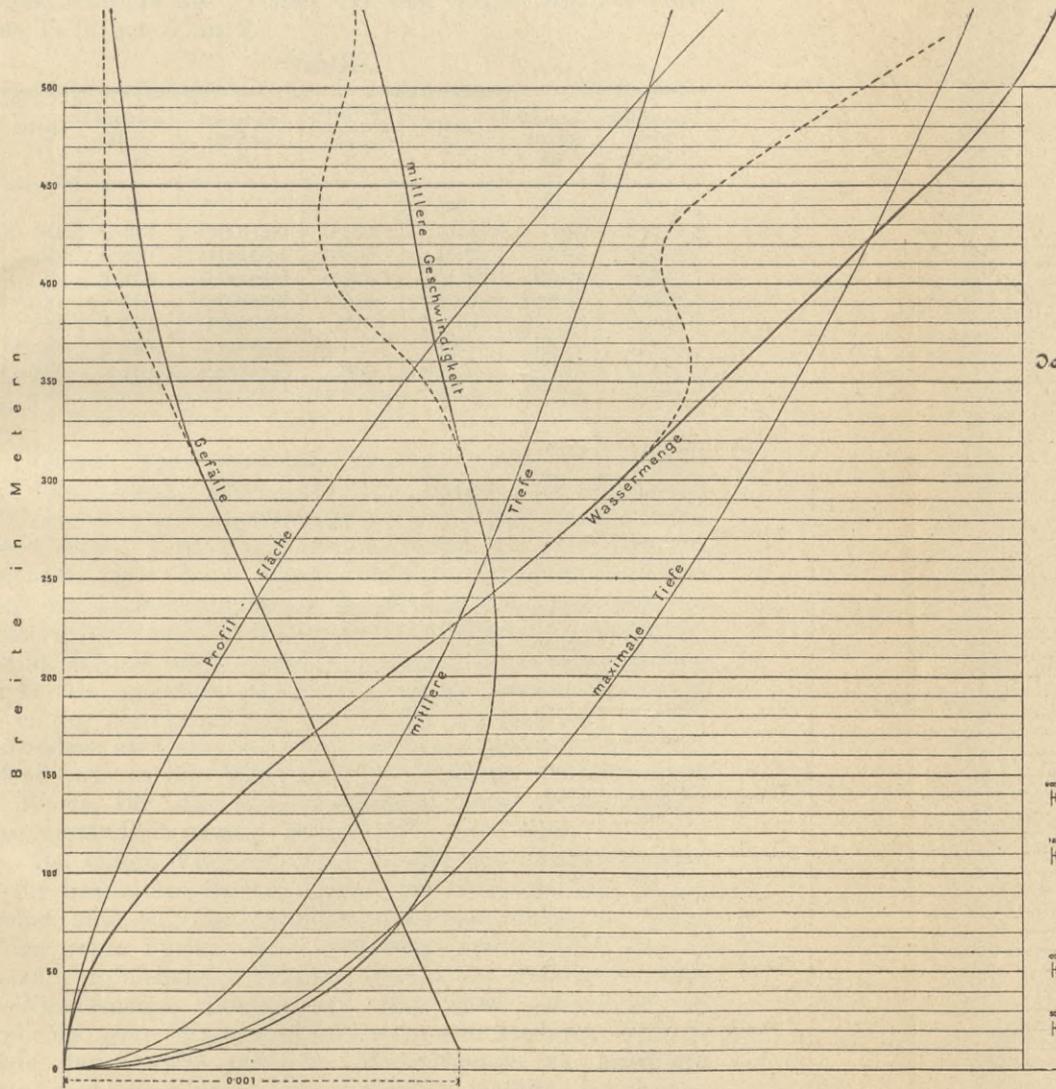
$$V_n = \frac{T_n J_n}{\sqrt{B} \sqrt{0.001}} \dots \dots \dots 3).$$

Hiezu tritt auch noch die allgemeine Relation hinsichtlich der Wassermenge

$$Q_n = V_n B \cdot T_n \dots \dots \dots 4),$$

so dass für das ideale Gewässer aus diesen Relationen bei Annahme einer der vier Werte, wie Wasserspiegelbreite, mittlere Tiefe, Gefälle und Wassermenge, die übrigen Werte gerechnet werden können.

Die Profilform des Querschnittes des idealen Gewässers ist zur Vereinfachung der Relation, bzw. meiner Formel bloß durch Wasserspiegelbreite und mittlere Tiefe charakterisiert, und es sind daher im Grunde genommen unendlich viele Formen möglich. Mir erschien die Parabel am treffendsten, und ich habe daher für eine Anzahl von Querprofilen des idealen Gewässers parabolische Typen bestimmt, indem ich der durch die Relation gegebenen Fläche des idealen Querprofiles, unter Beibehaltung der Wasser-



# Graphische Darstellung

des Verhältnisses

des Gefälles, der mittleren Geschwindigkeit,  
der mittleren und maximalen Tiefe,  
der Fläche und der Wassermenge  
zur Wasseroberflächenbreite  
für das ideale Gewässer.

Maßstäbe:





spiegelbreite als Sehne, die Fläche der Parabel gleichgesetzt habe. Die Scheitelhöhe der Parabel stellt sodann die Maximaltiefe des Profiles dar und verhält sich zur mittleren Tiefe wie 3 zu 2.

Tabelle.

Post-Nr.	Breite $B$	Mittlere Tiefe $T_n$	Relatives Gefälle $J_n$	Mittlere Geschwin- digkeit $V_n$	Fläche $F_n$	Wasser- menge $Q_n$	Maximal- tiefe $T_{max}$
		$m$		$m$	$m^2$	$m^3$	$m$
1	10	0.403	0.001000	0.359	4.03	1.45	0.605
2	50	0.929	0.000911	0.730	46.45	33.91	1.394
3	100	1.318	0.000800	0.936	131.80	123.36	1.977
4	150	1.616	0.000689	1.044	242.40	253.07	2.424
5	200	1.868	0.000578	1.090	373.60	407.13	2.802
6	250	2.089	0.000467	1.083	522.25	565.70	3.134
7	300	2.289	0.000356	1.027	686.70	705.10	3.434
8	350	2.472	0.000272	0.962	865.20	832.26	3.708

Diese Typen sind in der Fig. 1 der Tafel dargestellt und hiezu, bezw. aus der obigen Tabelle noch die Elemente, wie Wasserspiegelbreite, mittlere und Maximaltiefe, Gefälle, Fläche und Wassermenge, für jede Type zu entnehmen. Die Werte dieser Elemente, berechnet nach den durch die Formel gegebenen Relationen, bezogen auf die Wasserspiegelbreite, sind in beistehender Figur graphisch dargestellt. Hierbei wurde aber die zwischen Wasserspiegelbreite und Gefälle gegebene Relation nicht als Gerade eingesetzt, wie es zur Vereinfachung der Formel angenommen worden ist, sondern als Curve zur Ordinatenachse asymptotisch verlaufend, wie es der Wirklichkeit entspricht, wodurch auch die Werte für die Geschwindigkeit und Wassermenge selbstverständlich analog beeinflusst worden sind.

Bei einem Vergleiche der Profile des idealen Flusses, die für bestimmte Breiten durch die dargestellten Typen gegeben sind, mit den natürlichen Normalprofilen, d. i. jenen an den guten Furten, ist es unbedingt erforderlich, dass in den zu vergleichenden Profilen sowohl das Gefälle als auch die Wassermenge dieselbe sei. Man wird daher für ein gegebenes gutes Furtprofil bei einem sehr niederen Wasserstande das Gefälle und die Wassermenge zu ermitteln haben und dann nach dem gegebenen Gefälle die Schale, bezw. Type für das ideale Gewässer bestimmen, deren Fläche wieder aus der Gleichstellung der Consumtionsfähigkeit der beiden Profile zu berechnen ist. Das auf diese Weise erhaltene Typenprofil des idealen Gewässers hätte nun mit dem erhobenen Furtprofile übereinzustimmen.

Wie dies thatsächlich stattfindet, soll nun an einigen praktischen Beispielen gezeigt werden.

Hiezu boten mir die von der Donau-Regulierungs-Commission im Jahre 1897 veranlassten, äußerst instructiven Erhebungen über die Beschaffenheit der Sohle des Donaustromes von der Ispermündung bis unterhalb Wien zwar ein reiches Materiale, doch zeigte sich bei Durchsicht desselben der bereits früher angedeutete Umstand, nämlich wie schwierig es ist, selbst in einer ziemlich langen Strecke gute Furtprofile ausfindig zu machen. Nachdem es überdies auch erforderlich war, für die gesuchten Stellen genaue Kenntniss über das Gefälle, den örtlichen Wasserstand und die Wassermenge zu besitzen, so konnte ich bloß die zu den besten zählenden Furten, u. zw. jene bei der Reichsbrücke und jene bei der Franz Josefsbrücke, auswählen, für welche die Gefällsverhältnisse und die Wassermengen durch die im selben Jahre an der Kaiser Franz Josefsbrücke vom hydrographischen Centralbureau durchgeführten hydro-metrischen Erhebungen möglichst genau ermittelt worden waren. In Fig. 2 und 3 der Tafel sind nun diese beiden Profile dargestellt, gleichzeitig aber auch die dem Gefälle und der Wassermenge entsprechenden Typen des idealen Gewässers; und es wird zugegeben werden müssen, dass die Uebereinstimmung eine genügend genaue ist, umso mehr, wenn man bedenkt, dass die Aufnahme der Sohle bei mittleren Wasserständen im Monate April und Mai stattfand, nicht aber bei einem niedrigen Wasserstande, wie es die Vergleichsbedingung erfordert, bezw. bei welchem das natürliche Profil an der Furt erst vollkommen ausgebildet ist.

Aufgemuntert durch diese Uebereinstimmung verglich ich ferner die im Herbste 1900 anlässlich der hydro-metrischen Erhebungen bei Spitz aufgenommenen beiden Profile Spitz *km* 89-900 und Schwallenbach *km* 93-903 mit den ihnen zukommenden idealen Typen, zwei Profile, die sich nach eingehenden Untersuchungen des hydrographischen Centralbureaus, bezw. der hydrographischen Landesabtheilung in Wien in den letzten Decennien als nahezu unverändert erwiesen haben. Gleich wie bei den beiden Furtprofilen habe ich auch dort in die Darstellung außer dem symmetrischen Normalprofil ein unsymmetrisches eingezeichnet und zwar jenes, dessen Achse mit der Lage des Stromstriches zusammenfällt, welches jedoch dem symmetrischen vollkommen flächengleich ist und dieselbe mittlere Tiefe und dieselbe Wasserspiegelbreite wie dieses besitzt, somit auch rechnungsmäßig dieselbe Consumption aufweist.

Vergleicht man nun bei den in Fig. 4 und 5 der Tafel dargestellten beiden Querprofilen von Spitz und Schwallenbach den Verlauf der natürlichen Sohle mit jenem des unsymmetrischen Normalprofils, so stellt sich eine Uebereinstimmung heraus, wie sie wohl besser nicht erwartet werden kann.

Auch die rühmlichst bekannten hydrometrischen Erhebungen Harlachers an der Elbe bei Tetschen boten mir trotz der bedeutenden Gefällsschwankungen in der Erhebungsstrecke Gelegenheit, einen Vergleich anzustellen, der zu gunsten des von mir aufgestellten Systems ausfiel und aus den in Fig. 6 und 7 der Tafel dargestellten Profilen zu entnehmen ist. Diese beiden Profile sind an der damals erhobenen ziemlich guten Furt oberhalb der Nordwestbahnbrücke aufgenommen worden.

Auch an anderen Gewässern, wie z. B. an der Sazawa, habe ich günstige Resultate erlangt, doch wollte ich das bezügliche Materiale nicht vorführen, da die Erhebungen nicht vollkommen lückenfrei waren. Ueberhaupt ist es nothwendig, derartige Vergleiche mit besonderer Vorsicht vorzunehmen, da sie nur unter ganz bestimmten Verhältnissen zutreffen können, nämlich dann, wenn sich beim natürlichen Gewässer ähnliche Zustände vorfinden, wie bei dem von mir definierten normalen.

Bei der Erklärung des letzteren wurde eine allfällige Geschiebeführung nicht berührt, und es ist diese für die Zwecke, für welche der Begriff des Normalgewässers aufgestellt wurde, auch irrelevant, da ja bloß die Bedingung besteht, dass sich dasselbe in Bezug auf Breite, mittlere Tiefe, Gefälle und Masse vollkommen gesetzmäßig verhalte, Gesetzen gemäß, deren Einfluss auf die genannten Elemente, bzw. ihr Verhalten zu einander, wie ich bei der Aufstellung meiner Formel dargethan, durch die gegebenen Gleichungen umschrieben ist, die, wie ebenfalls gezeigt wurde, auf dem Verhalten der natürlichen Gewässer fußen.

Es kann sonach beim Normalgewässer auch eine Geschiebeführung angenommen werden, jedenfalls aber nur insoweit, als das gesetzmäßige Verhalten des Gewässers nicht gestört wird. Dies wird aber nur dann erreicht, wenn die bewegte Masse des Normalgewässers die Geschiebeführung vollständig beherrscht. Wir könnten sonach zur Definition des Normalgewässers, sobald wir dessen Querprofile mit dem geschiefeführenden Fluss vergleichen, eventuell noch den Zusatz machen, dass dasselbe seine Geschiebeführung vollständig beherrscht, eine Ergänzung, die aber nicht unbedingt nothwendig ist, da ja bei dem

Beharrungszustand der Formen des Normalgewässers dies ohnehin unbedingt erforderlich ist.

Diesen Umstand bringe ich nur deshalb zur Sprache, weil er einen Fingerzeig bietet hinsichtlich jener Gewässer, welche überhaupt in den vorbesprochenen Vergleich gezogen werden können. Es sind dies nämlich diejenigen, die gleich dem Normalgewässer die Geschiebeführung beherrschen, d. h. auch bei verhältnismäßig niedrigeren Wasserständen ihr Bett auszubilden in der Lage sind. Damit dies der Fall sein kann, ist es nothwendig, dass die Masse des die Maximalbewegung des Geschiebes erzeugenden Hochwassers nicht um Bedeutendes von jener des Niedrigwassers differiert, was aber bei den natürlichen Gewässern höchst selten der Fall ist.

So verhält sich z. B. die Niedrigwassermenge zur Hochwassermenge an der Donau bei Wien und an der Elbe bei Tetschen wie circa 1 : 15, an dem Unterlaufe der Traun und Enns wie 1 : 50 und an kleineren Gewässern sogar wie 1 : 100 und auch noch weit darüber hinaus.

Es wird daher begreiflich erscheinen, wenn solche Gewässer, bei denen das vorbezeichnete Verhältnis besonders ungünstig ist, sobald sie mit einer größeren Geschiebeführung belastet sind, nicht mehr den Bedingungen entsprechen können, die zur Uebereinstimmung ihrer natürlichen Normalprofile, d. h. ihrer guten Furtprofile, mit den durch das ideale, bezw. normale Gewässer gegebenen Typen erforderlich sind, umsoweniger aber auch, als ein Vergleich, wie er bisher angegeben wurde, schon aus dem Grunde ausgeschlossen erscheint, weil die Gefälle bei derartigen Gewässern jene Gefälle weit übertreffen, die für das Normalgewässer festgesetzt worden sind.

Die soeben hervorgehobene wesentliche Gefälldifferenz lässt die Vermuthung wach werden, als ob die bisher durchgeführten Untersuchungen uns für solche Fälle im Stiche ließen, d. h. dass die aufgestellten Profilstypen für solche Gewässer keine Geltung hätten. Wenn es auch nicht jetzt schon möglich ist, bei jenen Gewässern, die mit Geschieben überlastet sind, für jeden einzelnen Fall die Type des Normalprofiles zu nennen, so kann doch der Weg gezeigt werden, auf dem dies erreichbar sein wird, ein Weg, der freilich noch viel Mühe und Arbeit erfordert.

Die Profilstype des Normalgewässers, gekennzeichnet durch das Verhältnis der Wasserspiegelbreite zur Tiefe, steht, wie wir wissen, in Abhängigkeit von der Masse und dem Gefälle, und zwar ist sie ersterer gegenüber direct, letzterer verkehrt proportional.

Man kann daher schreiben  $\frac{B}{T} = f(M^x J^{-y})$ , und da die Geschwindigkeit des Gewässers eine Function vom Gefälle  $v = f(J)$  ist, so kann auch das Gefälle  $J$  durch die Geschwindigkeit  $V$  zum Ausdruck gelangen, somit

$$\frac{B}{T} = f(M^x V^{-z}) \text{ gesetzt werden.}$$

Masse und Geschwindigkeit drücken aber eine Kraft aus, und es ergibt sich sonach, dass die Profilform die Function einer Kraft ist, nämlich der Erosionskraft des natürlichen Normalprofils des Gewässers, d. h. jener Kraft, welche das natürliche Normalprofil auszubilden im Stande ist.

Tritt der Fall ein, dass diese Kraft auch noch Geschiebe zu bewegen hat, so wird dieselbe offenbar durch die Last, welche ihr hiemit auferlegt wird, im entsprechenden Maße vermindert. Ist die Masse groß, so kann der Einfluss der Belastung mit Geschieben nur gering sein, und es tritt jener Zustand ein, den ich mir bereits früher bei den Beispielen Donau-Elbe damit zu kennzeichnen erlaubte, dass solche Gewässer die Geschiebebewegung beherrschen. Ist dagegen die Bewegung durch Geschiebe wesentlich behindert, gewissermaßen belastet, so wird hiedurch die Bewegungskraft zum Theil aufgebraucht, und da die Masse gleich bleibt, so kann sich nur die Geschwindigkeit vermindern. Da diese aber in die Gleichung für das Gefälle eingesetzt wurde und diesem gegenüber direct proportional ist, so kommt man zu dem Schlusse, dass sich bei Hinzutritt von Geschiebeführung das Gefälle vermindern soll. Dies ist aber selbstverständlich nicht thatsächlich der Fall, sondern es hat durch den Hinzutritt von Geschieben bloß die Geschwindigkeit abgenommen, daher ihr dann rechnungsmäßig ein geringeres Gefälle entspricht.

Es ergibt sich hienach, dass in ein und demselben Profil bei gleichem Gefälle verschiedene Geschwindigkeiten auftreten können, je nachdem die bewegte Menge mehr oder minder geschiebeführend ist. Diese aus dem Vorangegangenen gezogene Folgerung ist auch unbestreitbar, da wir ja wissen, dass eine dickflüssige Masse, und als solche ist eine geschiebeführende aufzufassen, sich auf einer schiefen Ebene langsamer bewegt als eine dünnflüssige. Gelingt es, die Relation festzustellen, welche die Verminderung der Geschwindigkeit bei geschiebeführenden Gewässern kennzeichnet, so wird es auch möglich werden, durch das rechnungsmäßig ermittelte Gefälle die dem natürlichen Normalprofil entsprechende Type zu finden.

In diese Betrachtungen werden aber selbstverständlich nur jene Gewässer einbezogen werden können, die sich in einem plastischen, d. h. mit Geschieben bedeckten Bett bewegen, nicht aber solche, deren Lauf sich gewissermaßen aus einer Reihe von Cascaden zusammensetzt.

Bevor nun auf die praktische Verwertung dieser hier aufgestellten theoretischen Betrachtungen eingegangen werden soll, sei es mir gestattet, in kurzen Sätzen die gewonnenen Gesichtspunkte zu wiederholen.

„Das natürliche Normalprofil bildet sich bei einem in plastisches Materiale gebetteten natürlichen Gewässer an einer guten Furt aus und entspricht jener Erosionskraft des Gewässers, die eine Selbstreinigung des Flussbettes bei einem bestimmten Wasserstande zu bewerkstelligen im Stande ist, denn jedem Wasserstande an einer Furt entspricht ein anderes Gefälle und somit auch ein anderes Normalprofil. Bei Niedrigwasser wird daher das natürliche Normalprofil als Maßstab für die Schiffbarkeit eines Gewässers dienen können und gleichzeitig jene Maximalleistung bezüglich der Eintiefung der Fahrinne darbieten, die von einem Gewässer aus eigener Kraft herbeigeführt werden kann. Somit gibt das natürliche Normalprofil die wichtigsten Anhaltspunkte für die Regulierung eines Gewässers auf Niedrigwasser, bezw. es stellt das ideale Niedrigwasserprofil selbst dar.

Für alle jene natürlichen Gewässer, deren Wasserführung geringeren Schwankungen unterworfen ist, deren Geschiebeführung dementsprechend regelmäßiger und bei allen Wasserständen vor sich geht, ist das natürliche Normalprofil durch die für das normale oder ideale Gewässer aufgestellten Relationen gegeben; man ist daher in der Lage, aus diesen Relationen für derartige Gewässer das natürliche Normalprofil zu ermitteln.

Gelingt es, das Verhältnis der Geschwindigkeitsverminderung bei geschiebereichen Gewässern, respective die rechnungsmäßige Gefällsverminderung festzustellen, so wird man auch in der Lage sein, für alle natürlichen Gewässer, die sich in plastischen Betten bewegen, die natürlichen Normalprofile zu bestimmen.“

Diese hier aufgestellten Sätze lassen in deutlicher Weise den Wert der vorgenommenen theoretischen Untersuchungen erkennen und weisen den Weg, welcher zu betreten sein wird, um in der Praxis von Erfolg begleitete Regulierungen durchzuführen. Denn wenn wir einem Gewässer jene Profile geben, auf die es selbst hinweist, die es selbst ausbildet und zu erhalten im Stande ist, so können wir auch die Ueberzeugung hegen, dass eine nach diesen

Grundsätzen durchgeführte Regulierung die an sie gestellten Hoffnungen erfüllen wird.

Diese Anschauungen stehen aber auch vollkommen im Einklange mit jenen Lehren, die sich in neuerer Zeit hinsichtlich der Regulierung auf Niederwasser Bahn gebrochen haben, als deren Hauptverfechter wohl Girardon genannt werden kann. Girardon verlangt bei Regulierung eines Gewässers für Schiffahrtzwecke die Herstellung guter Furten. Das ist eben nichts anderes als die Herstellung der früher gekennzeichneten natürlichen Normalprofile.

Mit der theoretischen Bestimmung der natürlichen Normalprofile ist aber die Type für das Furtprofil gekennzeichnet, somit das Ziel genau bestimmt, auf welches bei einer Regulierung hingearbeitet werden soll, und eine präzise Grundlage für das anzuwendende Regulierungssystem gegeben. Was Girardon lehrt, erscheint daher mit dem, was ich mir vorzuführen erlaubte, vollkommen identisch, nur dass durch die vorliegenden Untersuchungen dargethan worden ist, in welcher Weise das Profil, welches Girardon durch die Regulierungsbauten nach und nach herbeiführt, von vorneherein gegeben ist. \*)

Es wird sicherlich nicht befremden, wenn bei übereinstimmendem Principe auch von mir dem Regulierungssystem, wie es an der Rhône durchgeführt ist, und das Girardon in so zutreffender Weise in seinem Berichte für den Binnenschiffahrts-Congress in Haag beschreibt, der Vorzug für Regulierungen auf Niedrigwasser gegeben, ja dieses als das in den meisten Fällen einzig anwendbare anerkannt wird, hauptsächlich aus dem Grunde, weil dasselbe sich den natürlichen Verhältnissen in so vollkommener Weise anpasst wie kein anderes. Bei dem Umstande aber, als bei Inangriffnahme einer Regulierung auf Niedrigwasser nach dem aufgestellten Principe nunmehr das Querprofil als be-

\*) Berechnung des Normalprofiles. Es ist das Gefälle  $J$  und die Wassermenge  $Q$  gegeben und das zugehörige Normalprofil zu bestimmen. Entweder man berechnet aus der Gleichung 2) die Breite  $B$ , sodann mit Hilfe von  $B$  aus Gleichung 1)  $T_n$ , ferner aus der Gleichung 3)  $v_n$ , oder man entnimmt dieser Daten vom gegebenen Gefälle ausgehend aus der graphischen Darstellung.

Mittelst der Werte  $B$  und  $T_n$  beziehungsweise  $T_{max} = \frac{3}{2} T_n$  wird die Parabel für das ideale Gewässer konstruiert, und sobald die hiefür ermittelte Wassermenge mit der gegebenen nicht übereinstimmt, am einfachsten näherungsweise das der gegebenen Wassermenge entsprechende Querprofil, respective der entsprechende Abschnitt der Parabel bestimmt, indem man sich hierzu der von mir aufgestellten allgemeinen Gleichung für die Bestimmung der Geschwindigkeit in Flüssen und Strömen und dann der Gleichung 4) bedient.

kannt vorauszusetzen ist, wird der Vorgang bei Durchführung der Regulierung mit Rücksicht hierauf kleineren Aenderungen unterworfen werden können, und indem ich mir erlaube, in allgemeinen Umrissen einen solchen Regulierungsvorgang anzudeuten, werde ich auch Gelegenheit nehmen, die Aufmerksamkeit auf Momente zu lenken, die mir hierbei besonders wichtig erscheinen.

Vor allem genügen die natürlichen Normalprofile, d. h. die in Fig. 1 der Tafel dargestellten Typen nicht nur für Niedrigwasser, sondern bei Verlängerung der Parabelcurven nach Maßgabe der in Rechnung zu stellenden Wassermenge überhaupt für alle Wasserstände, sobald sich das Gefälle, was wohl auch in der Regel der Fall ist, nicht wesentlich ändert. Wenn man sich daher, wie Girardon anführt, bei Regulierung eines Gewässers nur auf Querbauten allein beschränken und die Ausbreitung der höheren Wasserstände durch Längsbauten nicht behindern will, so sind auch durch die erwähnten Profile die Kronenlagen der Querbauten in ihrer ganzen Ausdehnung gegeben.

Die Anschauung Girardons, sich allein der Querbauten zu bedienen, wird aber nicht allgemein getheilt und kann aus mehrfachen Gründen oft gar nicht beibehalten werden, tritt doch oft die Bedingung auf, die Flussbettbreite für einen bestimmten Wasserstand zu fixieren, d. h. das Mittel- oder Hochwasser einzuengen, nachdem die bei diesen Wässern sonst auftretenden Flussbreiten sich für die Uferverhältnisse zumeist als zu groß ergeben würden.

Bei einer Regulierung auf Niedrigwasser ist es zur Profilierung der Bauten wohl von Interesse, zu wissen, welche Wasserspiegelbreite dem Gewässer bei niedrigem Wasserstande zukommen soll. Diese Breitenbestimmung war aber bisher bei der bestandenen freien Wahl der Profilform nahezu vollkommen dem Gutdünken des Projectanten überlassen. Mit dem Principe der natürlichen Normalprofile ist aber diese Breite bestimmt, bezw. durch die Wasserführung und das Gefälle des Gewässers gegeben, weshalb man insbesondere bei Niedrigwasser vor allem genaue Consumtionsmessungen und präzise Gefällserhebungen vorzunehmen haben wird.

Einschaltend muss hier bemerkt werden, dass man bei einem Näherrücken der Uferwerke unter das Maß der Spiegelbreite des Normalprofiles eine größere Fahrtiefe durch Stauung, somit Hebung des Wasserspiegels erzielt, welche Gesammttiefe aber nicht größer sein kann als die des Normalprofiles, vermehrt um die Stauhöhe, dass dies aber

nur bei Gewässern mit geringen Gefällen empfehlenswert sein kann.

Ist die Gefällsbestimmung bei einem Gewässer durchgeführt, so wird sich gewiss, wie eingangs schon betont wurde, für die Nivellette des Wasserspiegels im Längenprofile eine Wellen- oder Staffellinie ergeben. An Stelle dieser Staffellinie kann man in gewissen Strecken eine Ausgleichslinie setzen, welche die Wellenthäler und -Berge in gleiche Abschnitte theilt. Dieses Ausgleichsniveau ist, sobald nicht ganz besondere Umstände dagegen sprechen, festzuhalten; die Spiegellinien der Querprofile sind jeweilig mit diesem Niveau in Einklang zu bringen, oder, was dasselbe ist, die Bauten müssen nach dem Querprofile in einer solchen Höhe ausgeführt werden, dass die Ausbildung des Ausgleichsniveaus möglich wird. Ich muss bemerken, dass ich mit dieser Bestimmung hinsichtlich des Ausgleiches der Gefälle eventuell auf einen Widerspruch der Praktiker stoße, welche die Meinung vertreten, dass ein vollkommener Ausgleich in Wirklichkeit nicht erreicht werden kann, eine Anschauung, der ich zwar auch beistimme; trotzdem glaubte ich die Ausgleichslinien als Ziel der Regulierungsbestrebung doch aufstellen zu sollen, um dem dadurch zu schaffenden idealen Zustande möglichst nahe zu kommen, aber auch aus dem Grunde, um nach diesem Gefälle die in der Theilstrecke einzuhaltende Type des natürlichen Normalprofiles nach Wassermenge und Gefälle bestimmen zu können. Vom theoretischen Standpunkte könnte mir freilich wieder der Vorwurf gemacht werden, ich wolle die Bauten nach Gefällen angeordnet wissen, die in Wirklichkeit voraussichtlich nicht eintreten werden. Dieser Vorwurf scheint berechtigt; praktisch hat derselbe jedoch einerseits keinen Belang, weil die Schalenformen bei geringeren Gefälldifferenzen, und um solche kann es sich ja nur handeln, nur wenig verschieden sind, andererseits aber kann eine derartige Anordnung nur ein Vorthail sein, indem die Bauten nur in den Serpentinbögen, wo sie das Gefälle vermehren sollen, eine aggressive Form, an den Furten aber, wo sie gewissermaßen defensiv zu wirken haben, einen flacheren Parabelbogen erhalten.

Was die Tracenführung anbelangt, so wird bei der Regulierung eines Gewässers immer getrachtet werden, die von Natur aus gegebenen Serpentinbögen möglichst beizubehalten; denn dies gebietet in erster Linie die fast immer vorgeschriebene ökonomische Bauweise, und habe ich diesem Umstand auch Rechnung getragen; indem für

solche Fälle die Achse der Parabelschale in den serpentinierenden Stromstrich zu legen, d. h. an Stelle der Normalparabel eine ungleicharmige flächengleiche Parabel zu setzen sein wird, wie dies in den Fig. 2—7 der Taf. auch bereits angedeutet wurde.

Ich kann mich aber durchaus nicht der Anschauung bequemen, als müsse die Regulierungstrace unbedingt serpentinieren, sondern bin vielmehr der Meinung, es könne die Trace, wo es die Bedingungen erfordern, auf gewisse Strecken auch gerade gelegt werden, sobald die anschließenden Bögen eine geringe Krümmung erhalten. Um diese Anschauung zu erhärten, berufe ich mich auf einen praktischen Fall, nämlich auf den Zustand der Flusssohle der Donau im Jahre 1897 von Km. 6 unterhalb der Reichsbrücke stromabwärts, wo der Strom, sich selbst überlassen, bei gut ausgebildetem Bette über eine Länge von 1.5 km seinerzeit einen fast vollkommen geraden Lauf angenommen hat.

Dass das Gewässer immer das Bestreben haben wird, bei einer geradlinigen Führung seinen Lauf zu ändern, ist wohl sicher. Dies wird aber auch bei einer serpentinierenden Bewegung der Fall sein, da die Wassermenge und die Geschiebeführung der Gewässer constanten Schwankungen unterworfen sind, die differierende Kräfte hervortreten lassen; und es nicht möglich ist, allen hieraus resultierenden Bedingungen mit unseren zur Verfügung stehenden Mitteln vollkommen gerecht zu werden.

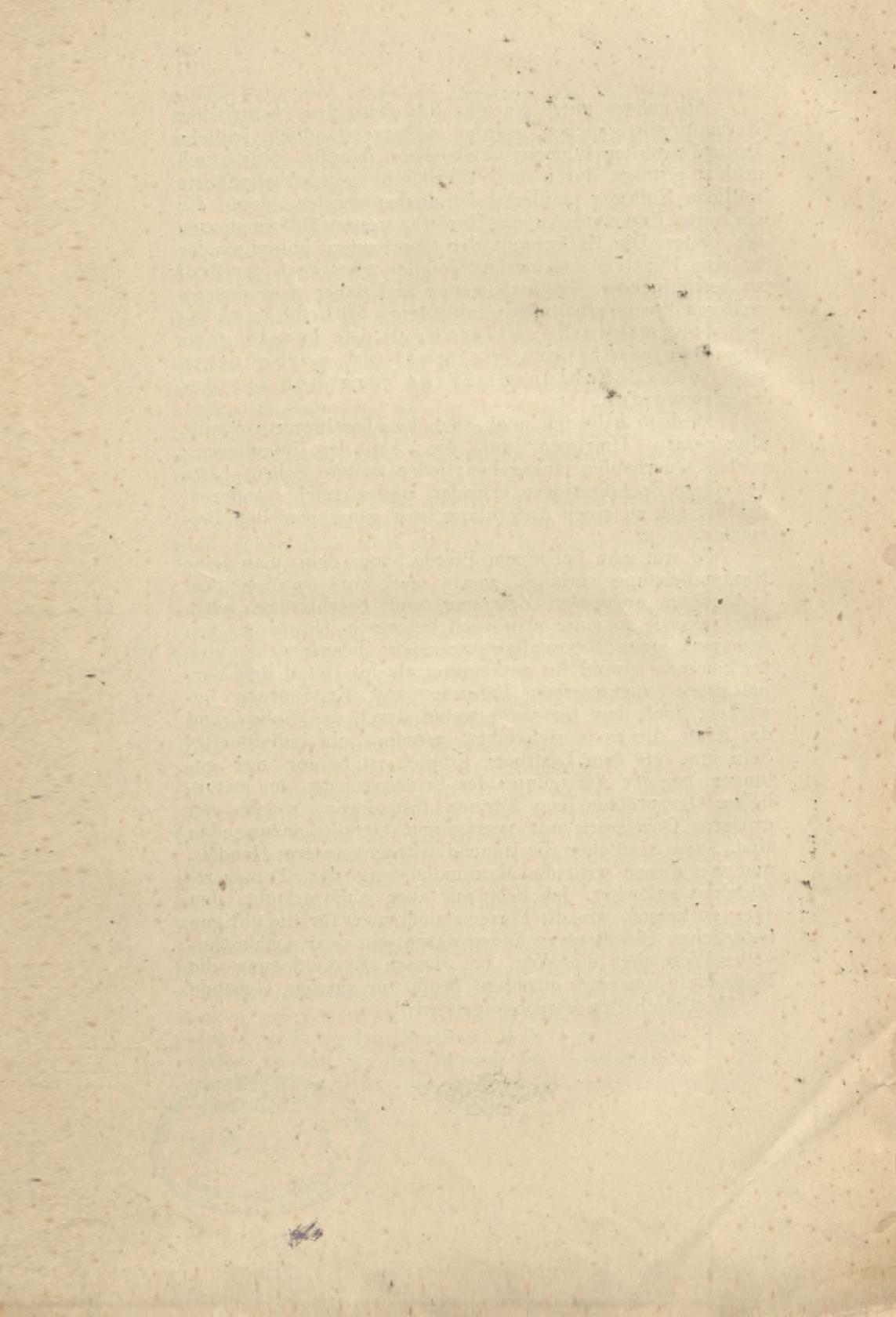
Mit der Inangriffnahme der den Schalenprofilen nahezu anzupassenden Querbauten wird in der Regel von der Mitte der Serpentinbögen stromabwärts, und zwar gleichzeitig an mehreren Stellen zu beginnen sein, um das Gefälle im Obertheil der Furt zu verstärken, dagegen im oberen Serpentinbogen mit den Querbauten erst dann fortgesetzt werden können, wenn sich die Geschiebemassen an der Furt gelöst haben werden, eventuell mit Gewalt gelockert worden sind. Ergeben sich nach der Sohlengestaltung gegenüber dem Normalprofile an beiden Ufern Kolke, wie z. B. bei einer schlechten Furt, so sind die Querbauten unbedingt auch beidfrig auszuführen, um die Ufer, bzw. deren Schutzbauten gegen weitere Auskolkung zu schützen. Jedenfalls soll man es nicht unterlassen, an Uferwerken, an denen sich Kolke zeigen, Querbauten anzuordnen, und werden dieselben dort eine erhöhte Stärke erhalten müssen, wo die Schwere des Gewässers, d. i. der Stromstrich am Ufer anliegt, wie in den Concaven der Serpentin.

An nahezu guten Furten, die eben dem natürlichen Normalprofile gleichen, werden selbstverständlich jegliche Bauten entfallen können; doch muss daselbst jede auch noch so geringe, durch steile Uferböschungen herbeigeführte seitliche Kolkung peinlichst vermieden werden, denn die geringste Entartung ist ein Herd für weitere Deformationen des Bettes. Die Entfernung der Querbauten untereinander ist eine Function des localen Gefälles, aber auch der local zu bewältigenden Geschiebemenge und daher von den jeweiligen Stromverhältnissen abhängig. Ueberhaupt ist bei derartigen Regulierungen der Intelligenz des Bauleiters ein weites Feld vorbehalten und jedes schablonenmäßige Vorgehen absolut zu verwerfen.

Deshalb habe ich mich auch hier beschränkt, in ganz allgemeinen Umrissen auf die Art der Regulierung mittels Querbauten einzugehen; jeder weitere Schritt hätte besondere Specificationen erfordert und zu nichts anderem geführt als zu einer Aufzählung von ganz speciellen Beispielen.

So wie man bei einem Pferde, von dem man eine Maximalleistung verlangt, genau auf eine speciell dem Individuum angepasste Zäumung und Beschirrung sehen muss, gerade so muss man auch bei einem Gewässer, von dem man einen Maximallastentransport beansprucht, eine vollkommen sowohl im gesammten als im Detail den Verhältnissen angemessene Führung und Regulierung bewirken; denn dem Gewässer wohnt durch das Leben und die Kraft, die es in sich birgt, gerade so ein individuelles Sein inne als dem Lastthier. Freilich ist es mir nur gelungen, bei der Aufstellung des Principes von den natürlichen Querprofilen jene Formen festzulegen, welche bei größeren Gewässern mit geringerem Gefälle anzuwenden sind. Diese sind aber die Haupt-Lastträger unseres Handels, und von diesen wird die Maximalleistung der Transportfähigkeit gefordert. Ich habe mir aber auch erlaubt, den Weg zu zeigen, wie die Formen auch noch für die übrigen natürlichen Gewässer zu finden wären, ein zwar noch mühevoller Weg, aber ein Weg, bei dessen Zurücklegung die Hydrologie um eine mächtige Stufe im großen Gebäude der Wissenschaften emporsteigen wird.





R. SIEDEK: Die natürlichen Normalprofile der fließenden Gewässer.

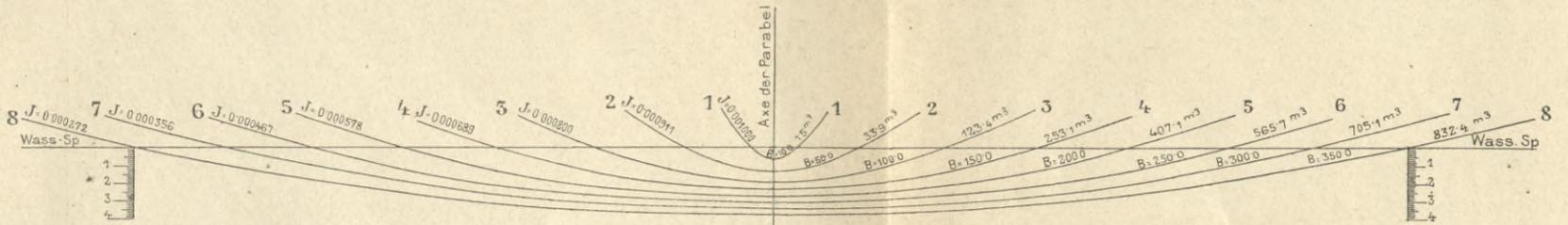


Fig. 1. Typen der Normalprofile.

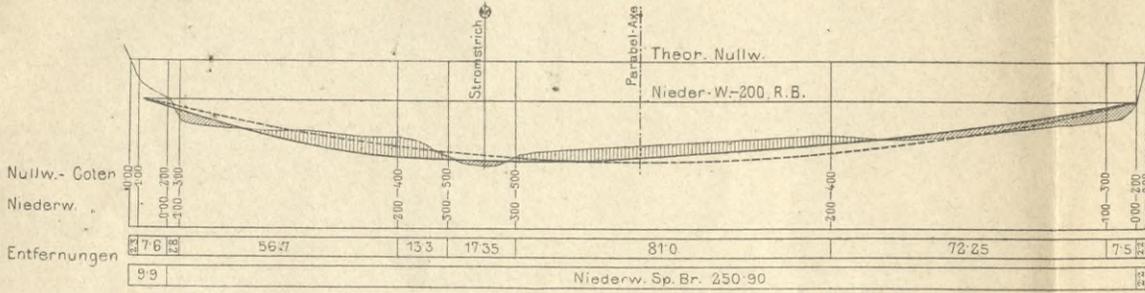


Fig. 2. Querprofil der Donau unterhalb der Reichsbrücke, Km. 0-305.

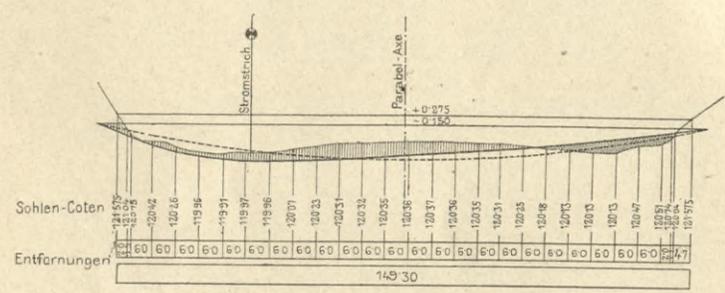


Fig. 6. Querprofil IX der Elbe bei Tetschen. Hydrometrische Erhebungen von Harlacher.

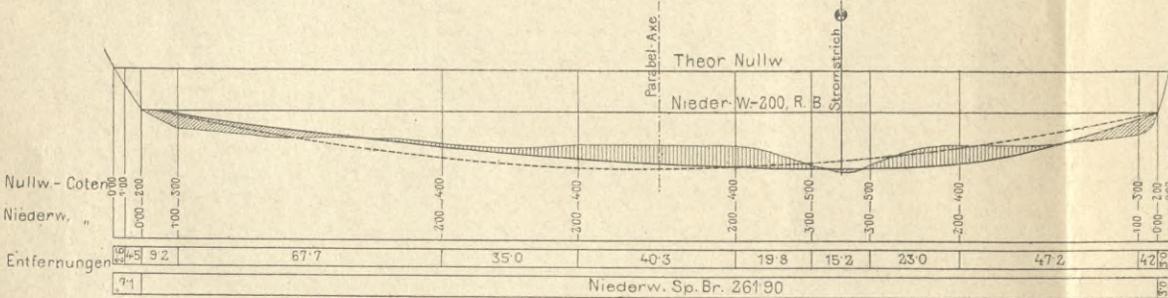


Fig. 3. Querprofil der Donau unterhalb der Stadlauer Brücke, Km. 4-110.

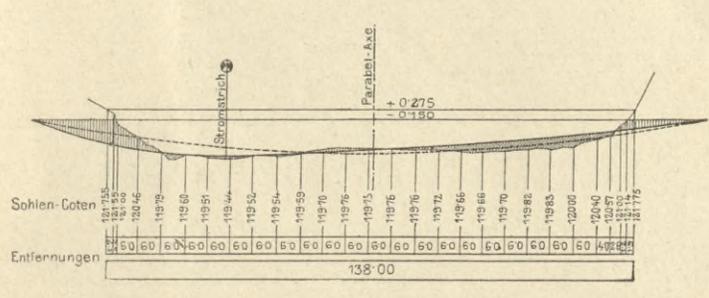


Fig. 7. Querprofil X der Elbe bei Tetschen. Hydrometrische Erhebungen von Harlacher.

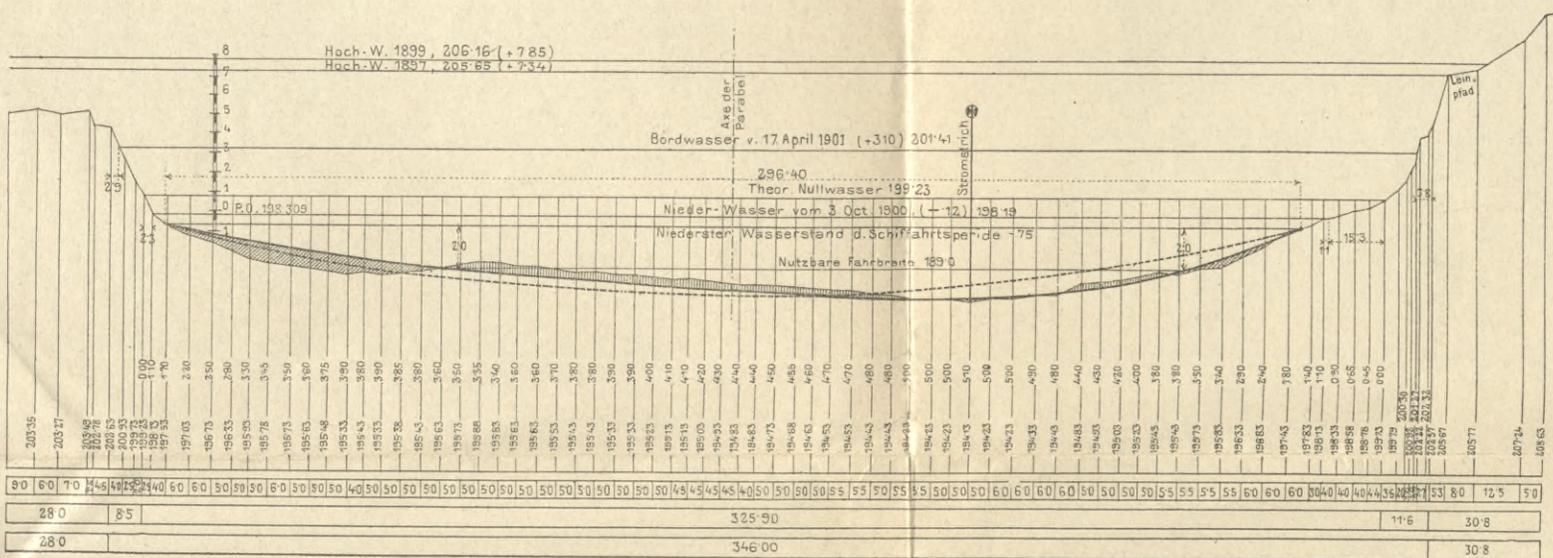


Fig. 4. Querprofil der Donau bei Spitz, Km. 89-900.

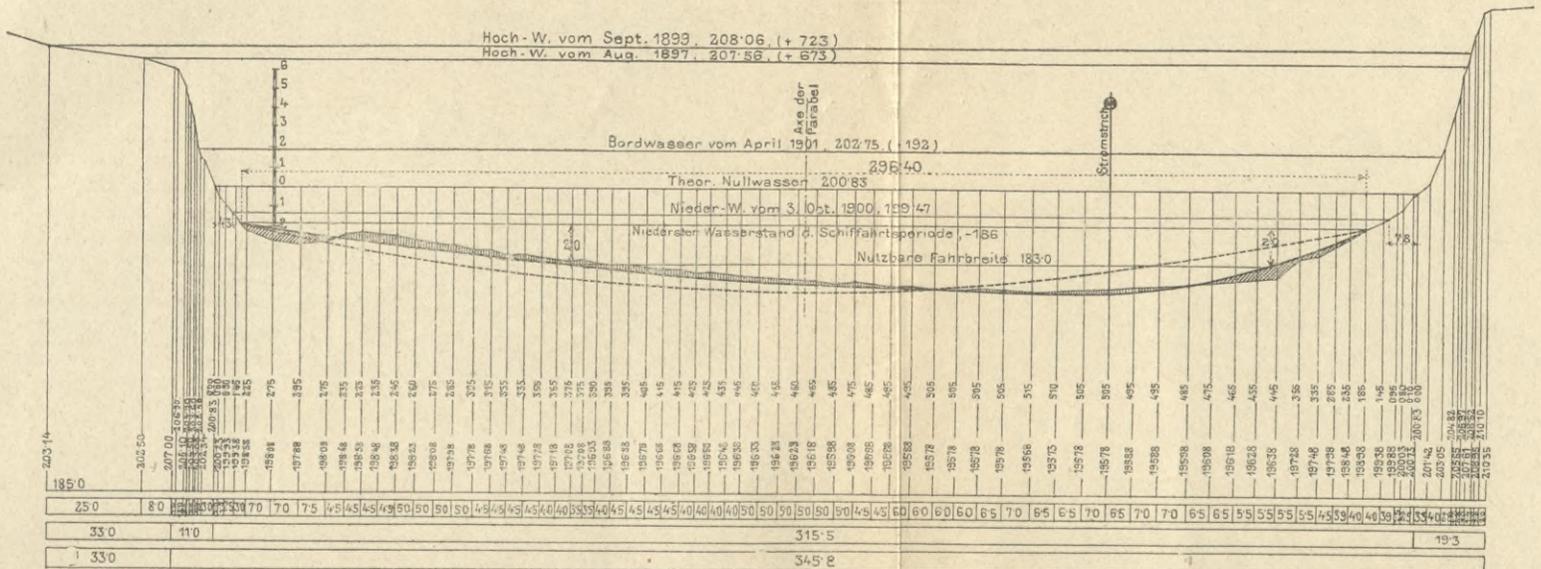


Fig. 5. Querprofil der Donau bei Schwallenbach, Km. 93-903.





WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

31669

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000298431