

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

2697

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297503

BEITRAG

ZUR PULSATION DES WASSERS
RÜCKSICHT AUF DEN FLUSSBAU

MITTEL

ZUR FÖRDERUNG DES FLUSSBAUS
UND SEINES UNTERRICHTES FÜR
INGENIEURE UND STUDIRENDE



Z. v. B.

BEITRAG

ZUR PULSATION DES WASSERS MIT RÜCKSICHT AUF DEN FLUSSBAU

□ Mit 1 Tafel □

ZUR FÖRDERUNG DES FLUSSBAUES
UND SEINES UNTERRICHTES FÜR
INGENIEURE UND STUDIERENDE

verfaßt von

Ing. C. KRISCHAN

behördl. autor. Bauingenieur, vereidigter, ständig bestellter Sachverständiger für Wasserbau
beim k. k. Landes- als Straf- und Zivilgericht und bei den k. k. Bezirksgerichten in Graz,
k. k. Oberingenieur i. R.



GRAZ 1911.

Druck und Verlag „Leykam“ in Graz.

G. 47

45.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

112697

Akc. Nr.

1940/49

Mit dem Fortschritte im Flußbau geht Hand in Hand eine eingehendere Prüfung der Gegensätze zwischen Voraussetzung und Wirklichkeit. Trotz des nicht zu verkennenden Fortschrittes sind Annahmen nicht zu vermeiden; noch immer bilden sie in nicht untergeordnetem Maße die Grundlagen bei den betreffenden Vorarbeiten und Durchführungen. Diese erfordern aber ein reifliches Erwägen sowie ein gewissenhaftes Prüfen aller Voraussetzungen, denn, wie bekannt, sind Versäumnisse und Irrtümer beim Entwurfe und bei der Regelung der Bauführung späterhin kaum mehr gut zu machen.

Hängt also von wohlbegründeten Voraussetzungen das Erreichen des Zieles ab, so müssen zutreffende Bilder der Wirklichkeit erworben werden, um sicher beurteilen zu können, ob die Annahmen ausreichend oder mehr oder minder schlecht begründet sind. Unter dem Drange besonderer Umstände ist es nur zu häufig gar nicht möglich, hierfür sichere Tatsachen zu beschaffen; vieles muß daher zurückgestellt und einem späteren, schon in die Baudurchführung fallenden Zeitpunkte überlassen werden, bei welchem dann das Versäumte erkannt und seine Folgen als schwerwiegende Irrtümer durch neue, bei den Vorarbeiten nicht vorhergesehene Maßnahmen zu beheben versucht werden müssen. Nicht zu übersehen sind die Schwierigkeiten, welche mit der Feststellung von Tatsachen verbunden sind; sie erfordert bekanntlich einen verhältnismäßig großen Aufwand an Mühe, Zeit und Geld und wohl auch an Erfahrung im Flußbau selbst.

Aus diesen Gründen bleiben die Forschungen im Flußbau zurück; es ist deren systematische Behandlung und gedeihliche Durchführung auf das äußerste erschwert und nur in selteneren Fällen eine einwandfreie Prüfung der zuvor erwähnten Gegensätze — Voraussetzung und Wirklichkeit — ermöglicht. Zu allen diesen Schwierigkeiten gesellen sich Elementarereignisse mit ihren nicht nur für die Uferbewohner, sondern auch für das weitere Gelingen

des Werkes selbst erschreckenden Folgen, so daß das Los eines Flußbauingenieurs kein beneidenswertes sein kann.

Seine Ausbildung geht allmählich und mühselig vorwärts und er ist gezwungen, selbständig Wege zu suchen, um die Ergebnisse praktischer Messungen, auf die es bei Feststellung von Tatsachen ausschließlich ankommt, für seinen Berufszweig zu verwerten, wie anzunehmen, mit kaum durchaus dauerndem Erfolge für die Bau-durchführung. Denn nicht noch kann bei Behandlung der einzelnen Fälle eine gleiche Sicherheit erzielt werden, noch immer steht der Forschung im Flußbau ein weites Feld offen.

Seit einer Reihe von Jahren befaße ich mich mit Untersuchungen, die auf hydrometrischen Erhebungen gegründet sind; nunmehr habe ich sie auch in der Weise benützt, die pulsierende Bewegung des Wassers mit Rücksicht auf den Flußbau zu studieren. Ich entschloß mich zur Veröffentlichung dieser Arbeit, in der Überzeugung, daß hiedurch weitere Untersuchungen auf diesem, dem Flußbau gar nicht erschlossenen Gebiete angeregt und sodann für das Studium der Geschiebebewegung sichere, grundlegende Behelfe gewonnen werden könnten.

Wie bei allen meinen Untersuchungen habe ich auch bei dieser Arbeit das Energiegesetz zugrunde gelegt, dessen Anwendung ohne zu große Gegensätze zwischen Voraussetzung und Wirklichkeit möglich ist.

Die Bestimmungsgleichung von der Form $q = f \times v$, worin f konstant und v in allen Punkten des kleinen Teilquerschnittes f gleichwertig anzunehmen ist, dient zur Ermittlung der Größe m in der Energiegleichung $a = \frac{m \cdot v^2}{2}$.

Wir wissen, daß die verschiedene Form und Rauigkeit der Flußbettsohle dem fließenden Wasser einen in seiner Wirkung veränderlichen Widerstand bietet und Schwankungen der Wassergeschwindigkeit, mithin die Pulsation des Wassers verursacht.

Weil nun die Messungen der Einzelgeschwindigkeiten in einem Punkte der Lotrechten vorgenommen werden, sind wir gezwungen, anzunehmen, daß das Wasser alle Punkte der Teilfläche f mit der gemessenen Einzelgeschwindigkeit durchfließe, so daß wir von der Verschiedenheit der benachbarten Geschwindigkeiten absehen müssen. Je kleiner die Teilfläche f ist, um so geringer wird der Fehler, beziehungsweise die Größe des Unterschiedes zwischen Annahme und Wirklichkeit.

Wir nehmen f als Quadrat mit der Seite von 0.20 m an, so daß der weitestabstehende Punkt dieser Teilfläche vom Meßpunkte (Schwerpunkt der Fläche) 0.1414 m absteht und $f = 0.2 \times 0.2 = 0.04\text{ m}^2$ beträgt.

Die Bestimmungsgleichung $q = f \times v$ erhält demnach die Form $q = 0.04 \times v$ Kubikmeter per Sekunde 1)

$$a = \frac{1000 \times q \times v^2}{2 \times g \times 75}$$

$$= 0.68 \times f \times v^3$$

$$a = 0.0272 \times v^3 \text{ PS} \text{ 2)}$$

Werden diese beiden Gleichungen in Beziehung gebracht, so finden wir folgendes:

In der für die Zeiteinheit, das ist die Sekunde, durch die Teilfläche $f = 0.2 \times 0.2 = 0.04\text{ m}^2$ fließenden Teilwassermenge q ist eine Arbeitsfähigkeit von $a = 0.0272 v^3$ PS enthalten. Die veränderliche Größe in den Gleichungen 1) und 2) ist nach unserer Voraussetzung lediglich die mittlere Geschwindigkeit v (im Sinne von $\frac{q}{f}$).

Sohin verhalten sich die in einem bestimmten Meßpunkte in der Teilfläche f abfließenden veränderlichen Teilwassermengen wie die Geschwindigkeiten und die in diesen Teilwassermengen enthaltene Arbeitsfähigkeit wie die dritten Potenzen der Geschwindigkeiten.

Weiters folgt, daß sich die Arbeitsfähigkeit dieser Teilwassermengen wie die dritten Potenzen der letzteren verhält.

Wir erkennen hieraus den bedeutenden Einfluß der Änderung der Teilwassermenge auf die Änderung der Kraftentwicklung des fließenden Wassers, aber auch die Notwendigkeit, bei unseren Untersuchungen nicht allein die Schwankungen der Geschwindigkeit und der Teilwassermenge, sondern in erster Linie auch die Arbeitsfähigkeit des bewegten Wassers zu berücksichtigen.

Um die Beziehungen zwischen den Größen a , q und v kennen zu lernen, ermitteln wir den Quotienten

$$\frac{a}{q} = \frac{0.68 \times 0.04 \times v^3}{0.04 \times v}$$

$$\frac{a}{q} = 0.68 \times v^2 \text{ 3)}$$

Aus dieser Gleichung, die vollständig unabhängig ist von der Größe der Teilfläche $f = 0.04\text{ m}^2$, folgt:

Bei der pulsierenden Bewegung des Wassers verhalten sich die Quotienten $\frac{a}{q}$ wie die Quadrate der zugehörigen Geschwindigkeiten.

Die Gleichung 3) ist die Scheitelgleichung einer Parabel mit den Koordinaten $y = v$ und $x = \frac{a}{q}$ und dem Parameter $p = \frac{1}{0.68 \times 2}$, daher $y^2 = \frac{1}{0.68} x$.

Da gefunden wurde, daß bei unserer Annahme sich

$$a_n : a_{n+1} = q^{3n} : q^{3n+1} \text{ verhält,}$$

so ergibt sich weiters der Quotient

$$\frac{a_{n+1}}{q^{3n+1}} = \frac{a_n}{q^{3n}} = \frac{a}{q^3} = \frac{0.68}{0.04^2} = 425$$

als Konstante, die wieder lediglich von der Größe der Teilfläche f abhängig ist, so daß z.B. für $f = 1.0 \text{ m}^2$

$$\text{der Quotient } \frac{a}{q^3} = \frac{a}{v^3} = 0.68 \text{ wird.}$$

Bevor die eigentlichen Untersuchungen zur Behandlung kommen, ist darauf hinzuweisen, daß für einen bestimmten Meßpunkt die Verhältnisse

$$(v_{g \max} - v_{g \min}) : v_m \text{ und} \\ (a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m$$

im allgemeinen sich wesentlich unterscheiden.

Sind $v_{g \max}$ und $v_{g \min}$ die durch Messung in ein und demselben Punkte der Lotrechten ermittelten Grenzen der um $v_m = v$ (d. i. die mittlere Geschwindigkeit der Messung) schwankenden Geschwindigkeiten, so stellt $v_{g \max} - v_{g \min}$ den Unterschied dieser Grenzen vor, dessen Verhältnis zu den Mittelwerten der Geschwindigkeiten berücksichtigt werden soll.

Übereinstimmend hiermit, gibt $a_{g \max} - a_{g \min}$ den Unterschied der „Grenzarbeitsfähigkeit“ an, die in den mit den Grenzgeschwindigkeiten abfließenden Teilwassermengen enthalten ist.

Gleich hier sei erwähnt, daß von den in einem Meßpunkte bald größer, bald kleiner werdenden Geschwindigkeiten nur die Grenzgeschwindigkeiten und die mittlere Geschwindigkeit den Untersuchungen zugrunde gelegt sind. Weiters sollen in einem Beispiel obige Verhältnisse ziffermäßig angegeben werden, um zu zeigen, daß es von Interesse und Bedeutung sein muß, solche Untersuchungen anzustreben.

Greifen wir den Meßpunkt 2·90 m über der Sohle in der Lotrechten VIII, Donau, Meßprofil II (1897), heraus, so ergibt sich:

$$v_{g \max} - v_{g \min} = 2·43 - 1·69 = 0·74 \text{ m,}$$

$$v_m = \dots \dots \dots 1·97 \text{ m;}$$

$$(v_{g \max} - v_{g \min}) : v_m = 0·38;$$

$$\text{und } a_{g \max} - a_{g \min} = 0·3903 - 0·1313 = 0·2590 \text{ PS,}$$

$$a_m = \dots \dots \dots 0·2079 \text{ PS;}$$

$$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m = 1·25;$$

mithin: $v_{g \max} - v_{g \min} < v_m$ und $a_{g \max} - a_{g \min} > a_m$.

Während der Unterschied der Grenzggeschwindigkeiten mehr als die Hälfte **kleiner** ist wie die mittlere Geschwindigkeit, ergibt sich der Unterschied der Grenz-„Arbeitsfähigkeiten“ um ein Viertel **größer** als a_m .

Ermitteln wir noch

$$q_{g \max} = 0·04 \times 2·43 = 0·0972 \text{ m}^3/\text{sec,}$$

$$q_{g \min} = 0·04 \times 1·69 = 0·0676 \text{ m}^3/\text{sec} \text{ und}$$

$$q_m = 0·04 \times 1·97 = 0·0788 \text{ m}^3/\text{sec,}$$

so ist bei einer Gesamtbeobachtungszeit von 268·2 Sekunden zufolge der Pulsation des Wassers (und zwar mehr gegen Ende der Beobachtung) die größte Teilwassermenge von 0·0972 m³/sec mit einer Arbeitsfähigkeit von 0·3903 PS im bestimmten Profilverpunkte abgeflossen und einige Sekunden später die kleinste Teilwassermenge von 0·0676 m³/sec mit einer Arbeitsfähigkeit von nur 0·1313 PS; und weiter ist

$$q_{g \max} \text{ um } 23·35 \text{ v. H. } > q_m \text{ um } 16·57 \text{ v. H. } > q_{g \min} \text{ und}$$

$$a_{g \max} \text{ um } 87·54 \text{ v. H. } > a_m \text{ um } 58·34 \text{ v. H. } > a_{g \min}.$$

In den folgenden Untersuchungen sind deren Ergebnisse in Tabellen angegeben sowie auch zeichnerisch auf beiliegender Tafel veranschaulicht. Die Grundlage hierfür bilden die in größerem Stile über die pulsierende Bewegung des Wassers durchgeführten hydrometrischen Erhebungen an der Donau nächst Wien im Jahre 1897. Dank der Entfaltung der Hydrometrie war es ihr schon viel früher möglich, die Forschungen über pulsierende Bewegung des Wassers für ihre Zwecke auszuwerten. Daß ich versuchen konnte, diese hydrometrischen Erhebungen auch dem Flußbau dienlich zu machen, verdanke ich den Veröffentlichungen des k. k. hydrographischen Zentralbureaus in Wien.

Als Erhebungsmateriale sind die in den Tabellen unter Post-Nummer 1 bis einschließlich 7 enthaltenen Werte anzusehen, die noch durch jene aus der zeichnerischen Darstellung der „Diagramme über die Schwankung von je 50 Flügelumdrehungen“ (Tafel XVIII dieser hydrometrischen Erhebungen) erweitert wurden, so daß die Posten 1 bis einschließlich 15 der folgenden Tabellen mit „Erhebungen“ bezeichnet und diese auch zeichnerisch, und zwar links von der gemeinsamen Lotrechten dargestellt und mit der Überschrift „Erhebungen“, Post-Nr. 1 bis 15, versehen sind.

Zu bemerken wäre, daß aus den zuvor erwähnten „Diagrammen“ der Unterschied der Maximal-, beziehungsweise Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden“ von „der mittleren Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden“ graphisch zu ermitteln war, daher diesen Werten unvermeidliche Fehler anhaften, die jedoch den Wert der Untersuchungen nicht zu beeinträchtigen vermögen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in den Tabellen von Post-Nummer 16 bis 24 angeführt und rechts von der gezeichneten, gemeinsamen Lotrechten dargestellt, und die Austeilung der Lotrechten ist in den Meßprofilen auf unserer Tafel schematisch ersichtlich gemacht.

Zur Erleichterung des Vergleiches der Ergebnisse der Untersuchungen und der Erhebungen wurde auf unserer Tafel auch eine gemeinsame Sohlenhöhe gewählt und wurden die einzelnen Linienzüge, die der Zusammengehörigkeit gleichartiger Werte wegen unentbehrlich sind, in verschiedenen Farben dargestellt, worüber die folgende Tabelle A Aufschluß gibt und eine ausführliche Beschreibung der Zeichnung entbehrlich macht.

Tabelle A.

Post-Nr.	Bezeichnung des Wasserlaufes	Erhebungen P.-Nr. 1 bis 15			Untersuchungen P.-Nr. 16 bis 24		
		n, P.-Nr. 4, 11 und 12 Differenz der beobachteten Maximal- u. Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen P.-Nr. 6	v_g max., P.-Nr. 14; v_g min., P.-Nr. 13; v_m , P.-Nr. 5; v_g max- v_g min., P.-Nr. 15	a_g max., P.-Nr. 16; a_g min., P.-Nr. 17; a_m , P.-Nr. 18	a_g max a_g min, P.-Nr. 19	a_g max, a_g min P.-Nr. 20	a_g max : a_m , P.-Nr. 21; a_m : a_g min, P.-Nr. 22; a_g max - a_g min, a_g min P.-Nr. 23; a_g max a_g min, a_m P.-Nr. 24
Farbe und Zeichnung der Linienzüge							
1	A. Donaukanal: Meßprofil IV	III	schwarz	gelb	schwarz	gelb	schwarz
2		IV/a	"	"	"	"	"
3		IV/b	"	"	"	"	"
4		V	"	"	"	"	"
5		VI	"	"	"	"	"
6		X	"	"	"	"	"
7	B. Donau: Meßprofil II	I	rot	grün	rot	grün	rot
8		V	"	"	"	"	"
9		VIII	"	"	"	"	"
10		XII	"	"	"	"	"
11	C. Donau: Meßprofil I	VIII/a	rot	grün	rot	grün	rot
12		VIII/b	"	"	"	"	"

Hinsichtlich Anwendung der der Zeichnung beigegebenen Maßstäbe ist zu bemerken, daß in der Zeichnung die Teilwassermenge und die in dieser enthaltene „Arbeitsfähigkeit“ durch Rechtecke dargestellt sind, deren Flächenmaß erhalten wird, wenn die mit Hilfe der Maßstäbe q , beziehungsweise a ermittelten Abszissenwerte mit 0.2 m (das ist die Höhe der angenommenen quadratischen Teilfläche f) multipliziert werden.

Für die Lotrechte III/A, Meßpunkt 1.0 m über der Sohle sind diese Rechtecke eingezeichnet, in allen übrigen Meßpunkten nur die „Mittellinien“ der Rechtecke aufgetragen.

Nunmehr wird auf die Einzeluntersuchungen eingegangen, und zwar:

A. Donau-Kanal.

Meßprofil IV.

1. Lotrechte III.

Wasserstand $+ 10\text{ cm}$.

α) Für einen Meßpunkt im Abstände von 0.50 m über der Sohle:

Die Ergebnisse der hydrometrischen Erhebungen sind:

Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	= 8.5
Mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	= 19.01
Gesamtzeit der Beobachtung in Sekunden	= 266.1
Gesamtumdrehungen	= 700
Mittlere Umdrehungszahl pro Sekunde	$n = 2.63$
Flügelgleichung	$v = - 0.014 + 0.245 n$
Mittlere Geschwindigkeit in Meter	0.63

Die Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen während der Gesamtzeit der Beobachtung berechnet sich mit $\frac{700}{50} = 14$

und die mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden mit $\frac{266.1}{14} = 19.01$

und $n = \frac{700}{266.1} = \frac{50 \times 14}{19.01 \times 14} = \frac{50}{19.01} = 2.63,$

wie oben angegeben.

Nun wurde die Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen während der Beobachtung mit

$$19\cdot01 + 4\cdot90 = 23\cdot91 \text{ Sekunden}$$

und die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen mit

$$19\cdot01 - 3\cdot60 = 15\cdot41 \text{ Sekunden}$$

ermittelt, wodurch auch diese Zeiten der Beobachtung bekannt sind.

Es berechnet sich die mittlere Umdrehungszahl pro Sekunde für die Maximaldauer: $n = \frac{50}{23\cdot91} = 2\cdot09$

und für die Minimaldauer: $n = \frac{50}{15\cdot41} = 3\cdot24$;

mithin $v_{g\min} = -0\cdot014 + 0\cdot245 \times 2\cdot09 = 0\cdot50 \text{ m}$

und $v_{g\max} = -0\cdot014 + 0\cdot245 \times 3\cdot24 = 0\cdot78 \text{ m}$.

Diese Grenzgesehwindigkeiten, deren kleinerer Wert der Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen und deren größerer der Minimaldauer entspricht, sind nun den Untersuchungen über die Veränderung der Arbeitsfähigkeit zugrunde gelegt:

$$a_{g\max} = 0\cdot68 \times 0\cdot04 \times 0\cdot78^3 = 0\cdot0129 \text{ PS}$$

$$a_{g\min} = 0\cdot68 \times 0\cdot04 \times 0\cdot50^3 = 0\cdot0034 \text{ PS}$$

$$a_m = 0\cdot68 \times 0\cdot04 \times 0\cdot63^3 = 0\cdot0068 \text{ PS,}$$

mithin ist $a_{g\max} - a_{g\min} = 0\cdot0095 \text{ PS}$

und es verhält sich:

$$a_{g\max} : a_{g\min} = 0\cdot78^3 : 0\cdot50^3 = 3\cdot79 : 1$$

$$a_{g\max} : a_m = 0\cdot78^3 : 0\cdot63^3 = 1\cdot90 : 1$$

$$a_m : a_{g\min} = 0\cdot63^3 : 0\cdot50^3 = 2\cdot00 : 1.$$

Daraus ergibt sich, daß $a_{g\max}$ $3\frac{3}{4}$ mal so groß oder um 279·4 von Hundert größer ist als $a_{g\min}$ u. s. f.; ferner ist annähernd

$a_m = \frac{a_{g\max}}{2} = 2 a_{g\min}$; dagegen besteht zwischen $v_{g\max}$ und $v_{g\min}$ nur ein Unterschied von $0\cdot78 - 0\cdot50 = 0\cdot28 \text{ m}$, d. s. 56 v. H.

β) Für einen Meßpunkt 1·00 m über der Sohle:

$$a_{g\max} = 0\cdot68 \times 0\cdot04 \times 1\cdot16^3 = 0\cdot0425 \text{ PS}$$

$$a_{g\min} = 0\cdot68 \times 0\cdot04 \times 0\cdot71^3 = 0\cdot0097 \text{ PS}$$

$$a_m = 0\cdot68 \times 0\cdot04 \times 0\cdot95^3 = 0\cdot0233 \text{ PS,}$$

mithin ist $a_{g\max} - a_{g\min} = 0\cdot0328 \text{ PS}$

und

$$a_{g\max} : a_{g\min} = 1\cdot16^3 : 0\cdot71^3 = 4\cdot36 : 1$$

$$a_{g\max} : a_m = 1\cdot16^3 : 0\cdot95^3 = 1\cdot82 : 1$$

$$a_m : a_{g\min} = 0\cdot95^3 : 0\cdot71^3 = 2\cdot40 : 1$$

In diesem zweiten, um 0·5 m höher gelegenen Meßpunkte β ist:
 $a_{g\ max} - a_{g\ min}$ um 245·2 v. H. größer als beim ersten der Sohle
 näher liegenden Meßpunkte α ;

$a_{g\ max}$ ist etwa $4\frac{1}{3}$ mal so groß als $a_{g\ min}$, das heißt $a_{g\ max}$ ist
 um 338·1 v. H. größer als $a_{g\ min}$;

$v_{g\ max}$ ist um $(1\cdot16 - 0\cdot71) = 0\cdot45$ größer als $v_{g\ min}$, das sind
 63·4 v. H., und

der Unterschied $(v_{g\ max} - v_{g\ min})$ ist beim Meßpunkte β um
 60·7 v. H. größer als beim Meßpunkte α .

Demnach ist die Schwankung, beziehungsweise die Pulsation
 der Wassergeschwindigkeit in dem höher über der Sohle gelegenen
 Meßpunkte β überhaupt größer als in dem tiefer gelegenen Meß-
 punkte α , und zwar um 60·7 v. H., obgleich nach den Messungs-
 ergebnissen die „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimal-
 dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden“ für den höher
 gelegenen Meßpunkt β kleiner ist als für den tiefer gelegenen Meß-
 punkt α , und zwar:

für β : 6·5 Sekunden

für α : 8·5 Sekunden

Unterschied 2·0 Sekunden, das sind etwa 30·8 v. H.

Dieses Ergebnis findet in folgendem seine Erklärung:

Will man die Schwankungen, beziehungsweise Pulsationen der
 Wassergeschwindigkeit, das sind $v_{g\ max} - v_{g\ min}$ aus den für die
 einzelnen Meßpunkte und Lotrechten erhaltenen Diagrammen (Linien-
 zügen) über die Schwankungen der Dauer von je 50 Flügelum-
 drehungen beurteilen, so dürfen nicht die „Differenzen der beob-
 achteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen
 in Sekunden“ allein in Betracht gezogen werden, sondern zunächst
 die Verhältnisse zwischen dieser „Differenz“ und der „mittleren Dauer
 von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden“.

Z. B. In der Lotrechten III ergibt dieses Verhältnis

für den Meßpunkt α : 8·5 : 19·1 und

für den Meßpunkt β : 6·5 : 12·68, Quotienten, die ungleich sind:

$$\frac{8\cdot5}{19\cdot1} = 0\cdot445$$

$$\frac{6\cdot5}{12\cdot68} = 0\cdot513$$

Wir erkennen daraus, daß für den Meßpunkt β die „Differenz
 der Maximal- und Minimaldauer“ verhältnismäßig größer ist als die

für den Meßpunkt α mit Bezug auf die mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen.

Infolgedessen müssen auch die Maximaldauer und die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen im Verhältnisse zur mittleren Dauer von 50 Flügelumdrehungen für den Meßpunkt β größer sein als für den Punkt α , und zwar:

$$\text{für } \beta: \frac{16.88}{12.68} = 1.331, \text{ beziehungsweise } \frac{10.38}{12.68} = 0.819;$$

$$\text{für } \alpha: \frac{23.91}{19.01} = 1.258, \quad \text{,,} \quad \frac{15.41}{19.01} = 0.811.$$

Da nun in der Flügelgleichung $v = -0.014 + 0.245 \times n$ der Faktor $n = \frac{\text{Gesamtumdrehungen}}{\text{Gesamtzeit der Beobachtung}}$ für die Größe der Geschwindigkeit maßgebend und die Zahl der Gesamtumdrehungen des Flügels = 50 konstant ist, so wird n vom Nenner abhängen: je größer die Gesamtzeit der Beobachtung, desto kleiner n , beziehungsweise v und umgekehrt. Dementsprechend wird v um so kleiner sein, je größer die Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen im Verhältnisse zur mittleren Dauer von 50 Flügelumdrehungen ist, und v wird um so größer sein, je kleiner die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen im Verhältnisse zur mittleren Dauer von 50 Flügelumdrehungen ist.

Mithin kann nach dem „Diagramm über die Schwankungen der Dauer von 50 Flügelumdrehungen“ die Schwankung der Geschwindigkeit in jenem Meßpunkte ein und derselben Lotrechten am größten sein, in welchem der Wert des Verhältnisses zwischen der Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden und der mittleren Dauer von 50 Flügelumdrehungen am größten ist.

Weiters kommt aber dabei auch in Betracht, ob der Wert für die Maximaldauer und die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen im Vergleich zu den konstanten 50 Flügelumdrehungen (das heißt ob im Bruche n der Nenner im Vergleiche zum Zähler) verhältnismäßig klein ist.

Wir ersehen aus diesen Darlegungen, daß es zweckmäßiger ist, die Schwankungen, beziehungsweise die Pulsation der Wassergeschwindigkeit nicht nach den „Diagrammen über die Schwankung der Dauer von 50 Flügelumdrehungen“ zu beurteilen, sondern sogleich die Unterschiede der Grenzgeschwindigkeiten $v_{g \max} - v_{g \min}$ in jedem Meßpunkte zu ermitteln.

γ) Für einen Meßpunkt im Abstände von 1·50 m über der Sohle.

$$a_{g \max} = 0\cdot68 \times 0\cdot04 \times 1\cdot34^3 = 0\cdot0654 \text{ PS}$$

$$a_{g \min} = 0\cdot68 \times 0\cdot04 \times 0\cdot98^3 = 0\cdot0256 \text{ PS}$$

$$a_m = 0\cdot68 \times 0\cdot04 \times 1\cdot16^3 = 0\cdot0425 \text{ PS}$$

$$a_{g \max} - a_{g \min} = 0\cdot0398 \text{ PS}$$

$$a_{g \max} : a_{g \min} = 1\cdot34^3 : 0\cdot98^3 = 2\cdot55 : 1$$

$$a_{g \max} : a_m = 1\cdot34^3 : 1\cdot16^3 = 1\cdot54 : 1$$

$$a_m : a_{g \min} = 1\cdot16^3 : 0\cdot98^3 = 1\cdot66 : 1$$

Im Meßpunkte γ, 1·5 m über der Sohle gelegen, ist der Unterschied in der Maximal- und Minimalarbeitsfähigkeit, $a_{g \max} - a_{g \min}$, größer als in den tiefer gelegenen Meßpunkten β und α, und zwar um 21·3 v. H., beziehungsweise 318·9 v. H.; während jedoch der Unterschied in den Maximal- und Minimalgeschwindigkeiten hier

$$v_{g \max} - v_{g \min} = 1\cdot34 - 0\cdot98 = 0\cdot36 \text{ m, d. s. } 36\cdot7 \text{ v. H.}$$

beträgt, mithin um 20·0 v. H. kleiner ist als beim Meßpunkte β und um 28·5 v. H. größer als beim Meßpunkte α.

Außerdem beträgt die „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden“:

$$\text{im Meßpunkte } \alpha : \quad 8\cdot5$$

$$\text{„ „ } \beta : \quad 6\cdot5$$

$$\text{„ „ } \gamma : \quad 3\cdot3$$

Es ergibt sich sohin wieder, daß weder aus dem „Unterschied der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden“ noch aus dem „Unterschiede in den Maximal- und Minimalgeschwindigkeiten“ auf den „Unterschied in der Maximal- und Minimalarbeitsfähigkeit“ für ein und denselben Meßpunkt geschlossen werden kann.

Wir entnehmen, daß für den Meßpunkt γ $a_{g \max}$ $2\frac{1}{2}$ mal so groß ist als $a_{g \min}$, oder um 155·5 v. H. größer, für den Meßpunkt β, beziehungsweise α aber $a_{g \max}$ $4\frac{1}{3}$ mal, d. i. um 338·1 v. H., beziehungsweise $3\frac{3}{4}$ mal, d. i. um 279·4 v. H. größer ist als $a_{g \min}$.

δ) Für einen Meßpunkt 2·00 m über der Sohle:

$$a_{g \max} = 0\cdot68 \times 0\cdot04 \times 1\cdot58^3 = 0\cdot1073 \text{ PS}$$

$$a_{g \min} = 0\cdot68 \times 0\cdot04 \times 1\cdot13^3 = 0\cdot0392 \text{ PS}$$

$$a_m = 0\cdot68 \times 0\cdot04 \times 1\cdot32^3 = 0\cdot0626 \text{ PS}$$

$$a_{g \max} - a_{g \min} = 0\cdot0681 \text{ PS}$$

$$a_{g \max} : a_{g \min} = 1\cdot58^3 : 1\cdot13^3 = 2\cdot73 : 1$$

$$a_{g \max} : a_m = 1\cdot58^3 : 1\cdot32^3 = 1\cdot71 : 1$$

$$a_m : a_{g \min} = 1\cdot32^3 : 1\cdot13^3 = 1\cdot60 : 1$$

Für diesen Meßpunkt δ sollen wieder die Ergebnisse der hydro-metrischen Messung angeführt werden:

Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von	
50 Flügelumdrehungen in Sekunden	= 3.0
Mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden =	9.19
Gesamtzeit der Beobachtung in Sekunden	229.8
Gesamt-Umdrehungen	1250
Mittlere Umdrehungszahl pro Sekunde	$n = 5.44$
Flügelgleichung	$v = -0.014 + 0.245 n$
Mittlere Geschwindigkeit in Meter	= 1.32

Es ergibt sich:

Die Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen in der Gesamtzeit der Beobachtung ist $\frac{1250}{50} = 25$;

die mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden ist $\frac{229.8}{25} = 9.19$, wie vor;

$$n = \frac{1250}{229.8} = \frac{50 \times 25}{9.19 \times 25} = \frac{50}{9.19} = 5.44.$$

Die Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen ist ermittelt mit $9.19 + 1.50 = 10.69$ Sekunden,

$$\text{sohin: } n = \frac{50}{10.69} = 4.677$$

und $v_{g \min} = -0.014 + 0.245 n = -0.014 + 0.245 \times 4.677 = 1.13 m$;
die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen ist ermittelt mit $9.19 - 1.50 = 7.69$ Sekunden,

$$\text{sohin: } n = \frac{50}{7.69} = 6.502$$

und $v_{g \max} = 1.58 m$,

$$v_{g \max} - v_{g \min} = 1.58 - 1.13 = 0.45 m,$$

ein Unterschied, welcher auch beim tiefer gelegenen Meßpunkte β vorgefunden worden ist, obgleich für den Meßpunkt δ die „Differenz“ der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen nur 3.0 sec. für den Meßpunkt β aber 6.5 sec. beträgt.

Weiters ergibt sich der Wert des Verhältnisses zwischen dieser „Differenz“ und der „mittleren Dauer von 50 Flügelumdrehungen“

$$\text{für den Meßpunkt } \delta \text{ mit } \frac{3.0}{9.19} = 0.326$$

$$\text{„ „ „ } \beta \text{ „ } \frac{6.5}{12.68} = 0.513,$$

wonach bei δ dieser Quotient verhältnismäßig kleiner ist als jener von β .

Nach dieser Untersuchung sind für die Meßpunkte δ und β keinesfalls gleiche Unterschiede der Maximal- und Minimalgeschwindigkeiten zu erwarten, und die noch notwendige Untersuchung, ob im Bruche n der Nenner in bezug auf den konstanten Zähler verhältnismäßig klein ist, wie:

$$\text{für den Meßpunkt } \delta: n_{(max)} = \frac{50}{7.69}, \text{ beziehungsweise } n_{(min)} = \frac{50}{10.69}$$

$$\text{„ „ „ } \beta: n_{(max)} = \frac{50}{10.38}, \text{ „ „ } n_{(min)} = \frac{50}{16.88}$$

läßt für den Meßpunkt δ auch auf größere Grenzgeschwindigkeiten schließen; der Wert $v_{g \max} - v_{g \min} = 0.45 \text{ m}$ ist allerdings erst durch unmittelbare Berechnung zu finden.

Daß bei so großen Grenzgeschwindigkeiten der Unterschied der Maximal- und Minimal-Arbeitsfähigkeit bedeutend sein muß, ist selbstverständlich: $a_{g \max} - a_{g \min}$ ist größer als in den tiefer gelegenen Meßpunkten γ , β und α , und zwar um 71.1 v. H., beziehungsweise 107.6 v. H., beziehungsweise 617.9 v. H.

ε) Für einen Meßpunkt 2.50 m über der Sohle:

$$a_{g \max} = 0.68 \times 0.04 \times 1.62^3 = 0.1156 \text{ PS}$$

$$a_{g \min} = 0.68 \times 0.04 \times 1.21^3 = 0.0482 \text{ PS}$$

$$a_m = 0.68 \times 0.04 \times 1.40^3 = 0.0746 \text{ PS}$$

$$a_{g \max} - a_{g \min} = 0.0674 \text{ PS}$$

$$a_{g \max} : a_{g \min} = 1.62^3 : 1.21^3 = 2.40 : 1$$

$$a_{g \max} : a_m = 1.62^3 : 1.40^3 = 1.55 : 1$$

$$a_m : a_{g \min} = 1.40^3 : 1.21^3 = 1.55 : 1$$

Obleich hier der Wert des Verhältnisses $\frac{2.5}{8.63} = 0.290$ nicht groß ist, bleibt $v_{g \max} - v_{g \min} = 1.62 - 1.21 = 0.41 \text{ m}$ gegen den bisherigen größten Unterschied nur um 0.04 m zurück, weil eben im Bruche $n = \frac{50}{9.98}$, beziehungsweise $n = \frac{50}{7.48}$ der Nenner verhältnismäßig klein ist und sich sohin schließlich ein größerer Unterschied der Grenzgeschwindigkeiten ergeben muß.

Hervorzuheben ist, daß die „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“ im Meßpunkte α $3\frac{2}{5}$ mal größer ist als im Meßpunkte ε , doch der Unterschied $v_{g \max} - v_{g \min}$ in α um etwa ein Drittel kleiner als im Meßpunkte ε ist.

Für die Meßpunkte ε und δ ist der Unterschied $a_{g \max} - a_{g \min}$ nahezu gleich groß.

ζ) Für einen Meßpunkt 3·00 m über der Sohle:

$$a_{g \max} = 0.68 \times 0.04 \times 1.56^3 = 0.1033 \text{ PS}$$

$$a_{g \min} = 0.68 \times 0.04 \times 1.20^3 = 0.0470 \text{ PS}$$

$$a_m = 0.68 \times 0.04 \times 1.37^3 = 0.0699 \text{ PS}$$

$$a_{g \max} - a_{g \min} = 0.0563 \text{ PS}$$

$$a_{g \max} : a_{g \min} = 1.56^3 : 1.20^3 = 2.20 : 1$$

$$a_{g \max} : a_m = 1.56^3 : 1.37^3 = 1.48 : 1$$

$$a_m : a_{g \min} = 1.37^3 : 1.20^3 = 1.49 : 1$$

Der Wert des Verhältnisses $\frac{2.30}{8.84} = 0.260$ ist klein, und doch

ist $v_{g \max} - v_{g \min} = 1.56 - 1.20 = 0.36 \text{ m}$ gegenüber dem größten Unterschied der Maximal- und Minimalgeschwindigkeit vom 0.45 cm nur um 0.09 m zurück, was darauf gegründet ist, daß im Bruche

$n = \frac{50}{10.09}$ und $n = \frac{50}{7.79}$ der Nenner verhältnismäßig klein ist. Der

Unterschied $a_{g \max} - a_{g \min} = 0.0563 \text{ PS}$ ist gegen den im Meßpunkte δ vorhandenen größten Unterschied der Maximal- und Minimalarbeitsfähigkeit von 0.0681 PS um 0.0118 PS, das sind 17.3 v. H. kleiner.

Auch fällt im Meßpunkte ζ der Wert von $a_{g \max} = 0.1033 \text{ PS}$ gegen den größten, im Meßpunkte ε vorhandenen Maximalwert der Arbeitsfähigkeit, das ist $a_{g \max} = 0.1156 \text{ PS}$, um 0.0123 PS, das sind 10.64 v. H., ab.

η) Für den Meßpunkt 3·50 m über der Sohle:

$$a_{g \max} = 0.68 \times 0.04 \times 1.48^3 = 0.0882 \text{ PS}$$

$$a_{g \min} = 0.68 \times 0.04 \times 1.20^3 = 0.0470 \text{ PS}$$

$$a_m = 0.68 \times 0.04 \times 1.33^3 = 0.0640 \text{ PS}$$

$$a_{g \max} - a_{g \min} = 0.0412 \text{ PS}$$

$$a_{g \max} : a_{g \min} = 1.48^3 : 1.20^3 = 1.88 : 1$$

$$a_{g \max} : a_m = 1.48^3 : 1.33^3 = 1.38 : 1$$

$$a_m : a_{g \min} = 1.33^3 : 1.20^3 = 1.36 : 1$$

$$v_{g \max} - v_{g \min} = 1.48 - 1.20 = 0.28 \text{ m}$$

Es ist im Meßpunkte 3·50 m über der Sohle der „Unterschied der Maximal- und Minimalgeschwindigkeiten“ ebenso groß, wie im Meßpunkte 0·5 m über der Sohle, obgleich die „Differenzen der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“ in beiden Meßpunkten um 347·3 v. H. verschieden sind.

Der Wert des Verhältnisses $\frac{1.9}{9.09} = 0.210$ ist von dem für den Meßpunkt α gefundenen $\frac{8.5}{19.1} = 0.445$ um 111.9 v. H. verschieden, doch ist für den Meßpunkt η im Bruche $n = \frac{50}{10.09}$, beziehungsweise $n = \frac{50}{8.19}$ der Nenner immer noch verhältnismäßig klein, weshalb auch hier $v_{g \max} - v_{g \min} = 0.28 \text{ m}$ erreicht wird. Der Unterschied der Maximal- und Minimalarbeitsfähigkeit für η ist mit Rücksicht auf die größeren Geschwindigkeiten größer als bei α , und zwar $4\frac{1}{3}$ mal, das ist um 333.7 v. H. Gegenüber dem größten $a_{g \max}$ im Meßpunkte δ ist hier $a_{g \max}$ schon um $0.1156 \text{ PS} - 0.0882 \text{ PS} = 0.0274 \text{ PS}$, das sind 23.70 v. H. kleiner.

9) Für den Meßpunkt 3.90 m über der Sohle:

$$a_{g \max} = 0.68 \times 0.04 \times 1.35^3 = 0.0669 \text{ PS}$$

$$a_{g \min} = 0.68 \times 0.04 \times 1.03^3 = 0.0297 \text{ PS}$$

$$a_m = 0.68 \times 0.04 \times 1.19^3 = 0.0458 \text{ PS}$$

$$a_{g \max} - a_{g \min} = 0.0372 \text{ PS}$$

$$a_{g \max} : a_{g \min} = 1.35^3 : 1.03^3 = 2.25 : 1$$

$$a_{g \min} : a_m = 1.35^3 : 1.19^3 = 1.46 : 1$$

$$a_m : a_{g \min} = 1.19^3 : 1.03^3 = 1.45 : 1$$

$$v_{g \max} - v_{g \min} = 1.35 - 1.03 = 0.32 \text{ m}$$

Dieser Unterschied in den Grenzgeschwindigkeiten von 0.32 m ist in einem Punkte gemessen, welcher, da die Wassertiefe in dieser Lotrechten III bei + 10 cm mit 4.00 m erhoben wurde, 0.10 m unter dem Wasserspiegel liegt. Er ist um $0.32 - 0.28 = 0.04 \text{ m}$ größer als bei dem 0.50 m über der Sohle angeordneten Meßpunkte, jedoch sind die Differenzen der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen beim Meßpunkte 0.10 m unter dem Wasserspiegel von jenem 0.50 m über der Sohle um 203.6 v. H. verschieden und die Werte des Verhältnisses

Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen
mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen,

$$\text{d. s. } \frac{2.8}{10.19} = 0.275 \text{ von } \frac{8.5}{19.1} = 0.445 \text{ um } 61.8 \text{ v. H.}$$

Auch hier gibt der verhältnismäßig kleine Nenner im Bruche $\frac{50}{11.79}$, beziehungsweise $\frac{50}{8.99}$ (für 9) den Ausschlag gegenüber dem größeren Nenner im Bruche $\frac{50}{23.91}$, beziehungsweise $\frac{50}{15.41}$ (für α).

Der Übersicht halber werden die Ergebnisse über die Ermittlung der „pulsierenden Bewegung des Wassers in den Meßpunkten einzelner Lotrechten“ und die Untersuchungsergebnisse hiefür in Tabellen zusammengestellt, jedoch wird für die Lotrechten IV, V, VI und X nicht mehr der Untersuchungsvorgang im einzelnen entwickelt.

1. Lotrechte III

bei + 10 cm; Wassertiefe 4.0 m; Flügelgleichung $v = -0.014 + 0.245 n$.
Die Maximalwerte sind mit voller, die Minimalwerte mit punktierter Linie unterstrichen.

1	Abstand des Meßpunktes von der Sohle in m	0.5	1.0	1.50	2.0	2.5	3.0	3.5	3.9
2	Gesamtzeit der Beobachtung in Sekunden	266.1	253.7	313.0	229.8	276.2	247.6	272.6	295.4
3	Gesamt-Umdrehungen	700	1000	1500	1250	1600	1400	1500	1450
4	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde	2.63	3.94	4.79	5.44	<u>5.79</u>	5.65	5.50	4.91
5	Mittlere Geschwindigkeit pro Sekunde in m	<u>0.63</u>	0.95	1.16	1.32	<u>1.40</u>	1.37	1.33	1.19
6	Differenz der beobachteten Maximal- u. Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	<u>8.5</u>	6.5	3.3	3.0	2.5	2.3	<u>1.9</u>	2.8
7	Mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	19.01	12.68	10.43	9.19	8.63	8.84	9.09	10.19
8	Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen	14	20	30	25	32	28	30	29
9	Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	23.91	16.88	12.33	10.69	9.98	10.09	10.09	11.79
10	Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	15.41	10.38	9.03	7.69	7.48	7.79	8.19	8.99
11	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen	<u>2.09</u>	2.96	4.05	4.68	<u>5.01</u>	4.95	4.95	4.24

1. Lotrechte III

bei + 10 cm; Wassertiefe 4·0 m; Flügelgleichung $v = -0·014 + 0·245 n$.
 Die Maximalwerte sind mit voller, die Minimalwerte mit punktierter
 Linie unterstrichen.

12	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Mini- maldauer von 50 Flügel- umdrehungen	<u>3·24</u>	4·82	5·54	6·50	<u>6·68</u>	6·42	6·10	5·56
13	$v_{g \min}$ in m	<u>0·50</u>	0·71	0·98	1·13	<u>1·21</u>	1·20	1·20	1·03
14	$v_{g \max}$ " "	<u>0·78</u>	1·16	1·34	1·58	<u>1·62</u>	1·56	1·48	1·35
15	$v_{g \max} - v_{g \min}$ in m	<u>0·28</u>	<u>0·45</u>	0·36	<u>0·45</u>	0·41	0·36	<u>0·28</u>	0·32
16	$a_{g \max}$	<u>0·0129</u>	0·0425	0·0654	0·1073	<u>0·1156</u>	0·1033	0·0882	0·0669
17	$a_{g \min}$	<u>0·0034</u>	0·0097	0·0256	0·0392	<u>0·0482</u>	0·0470	0·0470	0·0297
18	a_m	<u>0·0068</u>	0·0233	0·0425	0·0626	<u>0·0746</u>	0·0699	0·0640	0·0458
19	$a_{g \max} - a_{g \min}$	<u>0·0095</u>	0·0328	0·0398	<u>0·0681</u>	0·0674	0·0563	0·0412	0·0372
20	$a_{g \max} : a_{g \min}$	3·79:1	<u>4·36:1</u>	2·55:1	2·73:1	2·4:1	2·2:1	<u>1·88:1</u>	2·25:1
21	$a_{g \max} : a_m$	<u>1·90:1</u>	1·82:1	1·54:1	1·71:1	1·55:1	1·48:1	<u>1·38:1</u>	1·46:1
22	$a_m : a_{g \min}$	2·00:1	<u>2·40:1</u>	1·66:1	1·60:1	1·55:1	1·49:1	<u>1·36:1</u>	1·45:1
23	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_{g \min}$	2·79:1	<u>3·38:1</u>	1·55:1	1·72:1	1·40:1	1·20:1	<u>0·88:1</u>	1·26:1
24	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m$	1·40:1	<u>1·41:1</u>	0·94:1	1·09:1	0·90:1	0·805:1	<u>0·64:1</u>	0·81:1

in PS für $f = 0·2 \times 0·2 = 0·04 m^2$

Aus dieser Tabelle geht hervor:

Der größte Wert für $a_{g\max}$ ergibt sich nach P.-Nr. 16 im Meßpunkte 2·5 *m* über der Sohle mit 0·1156 PS und der kleinste Wert für $a_{g\max}$ im Meßpunkte 0·5 *m* über der Sohle mit 0·0129 PS, sohin ein Unterschied von 0·1027 PS, d. h. der größte Wert ist um 796·1 v. H. größer als der kleinste (8·96 : 1).

Nach P.-Nr. 17 ist der größte Wert von $a_{g\min} = 0·0482$ PS auch im Meßpunkte 2·5 *m* über der Sohle vorhanden, der kleinste Wert von $a_{g\min} = 0·0034$ PS 0·5 *m* über der Sohle; der größte Wert ist um 0·0448 PS, also um 1317·6 v. H. größer als der kleinste (14·18 : 1).

Da nun in der Lotrechten III das größte $a_{g\max} = 0·1156$ PS um 0·1122 PS größer ist als das kleinste $a_{g\min} = 0·0034$ PS, so entspricht dies 3300·0 v. H. für die äußersten Grenzen der Arbeitsfähigkeit [also ist $a_{g\max(\max)} = 34 \times a_{g\min(\min)}$].

Nach den Flügelmessungen im Meßprofile IV, km 2·00, bestimmt sich bei erhobener Wassertiefe von 4·0 *m* und bei + 10 *cm* Wasserstand für die Lotrechte III die mittlere Geschwindigkeit mit 1·10 *m* (während in Bezug auf den wahren mittleren Messungswasserstand von + 21 *cm* die Tiefe mit 4·11 *m* und die mittlere Geschwindigkeit mit 1·14 *m* ermittelt worden ist).

Für $f = 0·04$ *m*² ist $a_m = 0·68 \times 0·04 \times 1·10^3 = 0·0362$ PS, ein Mittelwert, der gegen das kleinste $a_{g\min} = 0·0034$ PS um 964·7 v. H. zu groß ist, während das größte $a_{g\max} = 0·1156$ PS um 219·3 v. H. größer ist als $a_m = 0·0362$ PS (also 10·65 : 1, beziehungsweise 3·19 : 1).

In den acht Meßpunkten der Lotrechten III ist auch a_m veränderlich, und zwar zwischen $a_{m(\min)} = 0·0068$ PS und $a_{m(\max)} = 0·0746$ PS, sohin ein Unterschied von 0·0678 PS, was 997·1 v. H. entspricht.

Der vorermittelte Mittelwert $a_m = 0·0362$ PS ist gegen den kleinsten Wert $a_m = 0·0068$ PS um 432·3 v. H. zu groß. Der größte Wert von $a_m = 0·0746$ PS ist um 106·2 v. H. größer als der Mittelwert $a_m = 0·0362$ PS.

Aus den „Diagrammen über die Schwankungen der Dauer von je 50 Flügelumdrehungen“ (hier nicht gezeichnet) ist es unter Benützung dieser Tabelle möglich, für jeden Meßpunkt anzugeben, wie oft die Grenzwerte $a_{g\max}$ und $a_{g\min}$ während der Beobachtung vorkommen, welche Zeitdauer zwischen $a_{g\max}$ und $a_{g\min}$ liegt und

wie oft der der mittleren Dauer von 50 Flügelumdrehungen entsprechende Wert a_m tatsächlich vorkommt.

Z. B. der Grenzwert $a_{gmax} = 0.0669$ PS kommt im Meßpunkte 3.9 m über der Sohle gegen Ende der Beobachtung, und zwar zweimal vor, und $a_m = 0.0458$ PS etwa 12 mal, während a_{gmin} nur einmal vorkommt, und zwar im ersten Viertel der Beobachtungszeit von 295.4 Sekunden.

Im Meßpunkte 3.0 m über der Sohle kommt $a_{gmin} = 0.0470$ PS zweimal, und zwar zu Beginn und gegen Ende der Beobachtungszeit von 247.6 Sekunden je einmal vor, jedoch $a_{gmax} = 0.1033$ PS nur einmal gegen Mitte der Beobachtung und $a_m = 0.0699$ PS 14 mal.

Im Meßpunkte 1.5 m über der Sohle folgt nahezu auf jeden größeren Wert von a ein minder Wert, so daß a_m während der Beobachtung von 313.0 Sekunden 21 mal vorkommt, weiters a_{gmax} gegen die Mitte und a_{gmin} am Ende der Beobachtung.

Verhältnismäßig dieselbe Unruhe, beziehungsweise ein fast stetiger Wechsel in der Arbeitsfähigkeit kommt auch im Meßpunkte 0.5 m über der Sohle vor: das a_{gmax} setzt zu Beginn der Beobachtung ein, geht sehr bald unter den Mittelwert a_m auf einen minderen Wert herunter, steigt dann wieder über a_m zu einem höheren Wert an u. s. f., dabei erreicht a am Ende der Beobachtung von 266.1 Sekunden den kleinsten Wert a_{gmin} . Der Mittelwert a_m wird tatsächlich fünfmal erreicht.

Würde nun z. B. in diesem 0.5 m über der Sohle liegenden Meßpunkte für die „Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen“ = 14 in 266.1 Sekunden nur der Mittelwert $a_m = 0.0068$ PS angenommen und für die Arbeitsfähigkeit des unmittelbar über der Sohle bewegten Wassers auf einen entsprechenden kleineren Mittelwert a_s geschlossen, so würde das auf der Sohle noch lagernde Geschiebe — nach dieser dem natürlichen Zustande nicht entsprechenden Annahme — nur von zu gleicher Kraftäußerung befähigtem Wasser getroffen werden, was die gleichförmige Bewegung des Wassers, beziehungsweise die Unveränderlichkeit des Einflusses des Bettwiderstandes bedingen würde.

Hervorzuheben ist, daß der Wert der Verhältnisse $a_{gmax} : a_{gmin}$, $a_m : a_{gmin}$, $(a_{gmax} - a_{gmin}) : a_{gmin}$ und $(a_{gmax} - a_{gmin}) : a_m$ im Meßpunkte 1.0 m über der Sohle am größten ist, von wo er gegen die Sohle und gegen den Wasserspiegel abnimmt, jedoch nicht bei diesem, sondern 0.5 m unter demselben am kleinsten ist; der Wert des Verhältnisses $a_{gmax} : a_m$ ist im Meßpunkte 0.5 m über der Sohle

am größten und 0·5 *m* unterm Wasserspiegel am kleinsten. Dasselbe Ergebnis ist rücksichtlich der Verhältnisse $v_{gmax} : v_{gmin}$, beziehungsweise $v_m : v_{gmin}$ und $v_{gmax} : v_m$ zu erkennen.

Nach P.-Nr. 6, 15 und 19 dieser Tabelle entsprechen dem Maximalwerte 8·5 und dem Minimalwerte 1·9 der „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“ zwar ein und derselbe Unterschied der Grenzggeschwindigkeiten $v_{gmax} - v_{gmin} = 0·28$ *m*, aber verschiedene Werte für $a_{gmax} - a_{gmin}$, und zwar mit einem Unterschied von 333·7 von Hundert.

Über den Unterschied $a_{gmax} - a_{gmin}$ ist noch zu erwähnen, daß derselbe in den Meßpunkten 3·90 *m* über der Sohle und 1·0 *m* über der Sohle nur um $0·0372 - 0·0328 = 0·0044$ PS, das sind 13·4 v. H., verschieden ist (1·13 : 1), während a_{gmin} im oberen Meßpunkte um $0·0297 - 0·0097 = 0·0200$ PS, das sind 206·2 v. H., größer ist als im unteren Meßpunkte (3·06 : 1).

In den folgenden zwei Tabellen sind die Untersuchungsergebnisse für die Lotrechte IV zusammengestellt, und zwar:

a) bei + 10 *cm* und

b) bei + 26 *cm*;

es wurde bei fallendem Wasser gemessen, und zwar

am 5. Mai 1897 (b) und

am 6. Mai 1897 (a).

Die Flügelgleichung beträgt $v = - 0·014 + 0·245 n$.

Die Größtwerte sind wieder mit voller, die Mindestwerte mit punktierter Linie unterstrichen.

2. Lotrechte IV.

a) bei + 10 cm (+ 8 cm), Wassertiefe 4·30 (4·35) m; am 6. Mai 1897.

1	Abstand d. Meßpunktes von der Sohle in m	0·30	0·80	1·30	1·80	2·30	2·80	3·30	3·80	4·20
2	Gesamtzeit der Beobachtung in Sekunden	264·0	301·2	284·7	277·6	251·1	270·5	315·4	213·4	135·8
3	Gesamt-Umdrehungen	1000	1350	1500	1550	1350	1600	1950	1350	850
4	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde	3·79	4·48	5·27	5·59	5·38	5·91	6·19	<u>6·33</u>	6·26
5	Mittlere Geschwindigkeit pro Sekunde in m	<u>0·91</u>	1·08	1·28	1·36	1·30	1·43	1·50	<u>1·54</u>	1·52
6	Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	<u>5·5</u>	5·0	3·8	3·5	2·3	3·1	1·9	<u>1·1</u>	1·2
7	Mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden . . .	<u>13·2</u>	11·16	9·49	8·95	9·30	8·45	8·00	<u>7·90</u>	7·99
8	Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen in der Beobachtungszeit	20	26	30	31	26	32	39	27	17
9	Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	<u>16·20</u>	14·16	12·09	11·20	10·40	10·55	9·20	<u>8·50</u>	8·59
10	Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	<u>10·70</u>	9·16	8·29	7·70	8·10	7·45	<u>7·30</u>	7·40	7·39
11	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen	<u>3·09</u>	3·53	4·14	4·46	4·81	4·74	5·43	<u>5·88</u>	5·82

2. Lotrechte IV.

a) bei + 10 cm (+ 8 cm), Wassertiefe 4·30 (4·35) m; am 6. Mai 1897.

12	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen	4·67	5·46	6·03	6·49	6·20	6·71	6·85	6·76	6·77
13	$v_{g \min}$ in m	0·74	0·85	1·00	1·08	1·16	1·15	1·32	1·43	1·41
14	$v_{g \max}$ „ „	1·13	1·32	1·46	1·58	1·50	1·63	1·66	1·64	1·64
15	$v_{g \max} - v_{g \min}$. . „ „	0·39	0·47	0·46	0·50	0·34	0·48	0·34	0·21	0·23
16	$a_{g \max}$	0·0392	0·0626	0·0846	0·1073	0·0918	0·1178	0·1244	0·1200	0·1200
17	$a_{g \min}$	0·0110	0·0167	0·0272	0·0343	0·0425	0·0414	0·0626	0·0795	0·0762
18	a_m	0·0205	0·0343	0·0570	0·0684	0·0598	0·0795	0·0918	0·0993	0·0955
19	$a_{g \max} - a_{g \min}$)	0·0282	0·0459	0·0574	0·0730	0·0493	0·0764	0·0618	0·0405	0·0438
20	$a_{g \max} : a_{g \min}$	3·56:1	3·75:1	3·11:1	3·13:1	2·16:1	2·84:1	1·99:1	1·51:1	1·57:1
21	$a_{g \max} : a_m$	1·91:1	1·82:1	1·48:1	1·57:1	1·53:1	1·48:1	1·35:1	1·21:1	1·26:1
22	$a_m : a_{g \min}$	1·86:1	2·05:1	2·10:1	1·99:1	1·41:1	1·92:1	1·45:1	1·25:1	1·25:1
23	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_{g \min}$	2·56:1	2·75:1	2·11:1	2·13:1	1·16:1	1·84:1	0·99:1	0·51:1	0·57:1
24	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m$. .	1·375:1	1·34:1	1·01:1	1·07:1	0·82:1	0·96:1	0·67:1	0·41:1	0·46:1

3. Lotrechte IV.

b) bei + 26 cm; am 5. Mai 1897.

1	Abstand d. Meßpunktes von der Sohle in m	0·40	0·90	1·40	1·90	2·40	2·90	3·40	3·90	4·30
2 (5)	Mittlere Geschwindigkeit pro Sekunde in m	1·04	1·25	1·28	1·33	1·41	1·34	1·45	1·46	1·56
3 (6)	Differenz der beobachteten Maximal- u. Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen	4·5	3·5	4·3	2·2	1·9	2·2	3·0	2·0	1·6
4 (7)	Mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	11·66	9·71	9·46	9·14	8·61	8·80	8·36	8·33	7·78

Anmerkung: Die eingeklammerten Postnummern beziehen sich auf die Zeichnung.

3. Lotrechte IV.

b) bei + 26 cm; am 5. Mai 1897.

5 (9)	Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	14·16	11·86	11·86	10·34	9·51	10·10	10·36	9·33	8·58
6 (10)	Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	9·66	8·26	7·56	8·14	7·61	7·90	7·36	7·33	6·98
7 (11)	Mittlere Umdrehungs- zahl n pro Sekunde für die Maximaldauer von 50 Flügelumdre- hungen	3·53	4·21	4·21	4·83	5·26	4·95	4·83	5·36	5·83
8 (12)	Mittlere Umdrehungs- zahl n pro Sekunde für die Minimaldauer von 50 Flügelumdre- hungen	5·17	6·05	6·61	6·14	6·57	6·33	6·80	6·82	7·16
9 (13)	$v_{g \min}$ in m	0·85	1·02	1·02	1·17	1·27	1·20	1·17	1·30	1·41
10 (14)	$v_{g \max}$ " "	1·25	1·47	1·60	1·49	1·60	1·54	1·65	1·66	1·74
11 (15)	$v_{g \max} - v_{g \min}$ " "	0·40	0·45	0·58	0·32	0·33	0·34	0·48	0·36	0·33
12 (16)	$a_{g \max}$	0·0531	0·0864	0·1114	0·0900	0·1114	0·0993	0·1222	0·1244	0·1433
13 (17)	$a_{g \min}$	0·0167	0·0289	0·0289	0·0436	0·0557	0·0470	0·0436	0·0597	0·0762
14 (18)	a_m	0·0306	0·0531	0·0570	0·0640	0·0762	0·0654	0·0829	0·0846	0·1033
15 (19)	$a_{g \max} - a_{g \min}$	0·0364	0·0575	0·0825	0·0464	0·0557	0·0523	0·0786	0·0647	0·0671
16 (20)	$a_{g \max} : a_{g \min}$	3·18 : 1	2·99 : 1	3·85 : 1	2·06 : 1	2·00 : 1	2·11 : 1	2·80 : 1	2·08 : 1	1·88 : 1
17 (21)	$a_{g \max} : a_m$	1·73 : 1	1·63 : 1	1·95 : 1	1·41 : 1	1·46 : 1	1·52 : 1	1·47 : 1	1·47 : 1	1·39 : 1
18 (22)	$a_m : a_{g \min}$	1·83 : 1	1·84 : 1	1·97 : 1	1·47 : 1	1·37 : 1	1·39 : 1	1·90 : 1	1·41 : 1	1·35 : 1
19 (23)	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_{g \min}$	2·18 : 1	1·99 : 1	2·85 : 1	1·06 : 1	1·00 : 1	1·11 : 1	1·80 : 1	1·08 : 1	0·88 : 1
20 (24)	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m$	1·19 : 1	1·08 : 1	1·45 : 1	0·725 : 1	0·73 : 1	0·80 : 1	0·95 : 1	0·76 : 1	0·65 : 1

Anmerkung: Die eingeklammerten Postnummern beziehen sich auf die Zeichnung.

Für die Untersuchungen ist es von besonderem Werte, daß in einer und derselben Lotrechten, der Lotrechten IV, bei zwei verschiedenen Wasserständen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen die hydrometrischen Erhebungen vorgenommen worden sind. Im folgenden sollen die in den zwei Tabellen zusammengefaßten Erhebungs- und Untersuchungsergebnisse gemeinsam erläutert werden.

Zu Post 3/b und 4/b, beziehungsweise 6/a und 7/a „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden“ und „die mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden“.

Beim höheren und beim niederen Wasserstande (es soll zuerst der höhere Wasserstand *b*) berücksichtigt werden, weil bei diesem zuerst gemessen worden ist) erreicht diese „Differenz“ und die „mittlere Dauer“ im tiefsten, also der Sohle zunächstgelegenen Meßpunkte, den größten Wert, wobei die „Differenz“ für $+ 26 \text{ cm}$ und auch die „mittlere Dauer“ für $+ 26 \text{ cm}$ kleiner sind als die entsprechenden Werte bei $+ 10 \text{ cm}$. Diese Beziehung ist jedoch nicht in allen Meßpunkten zu finden, denn im Meßpunkte 1.40 m , beziehungsweise 1.30 m über der Sohle und in den Meßpunkten 3.40 (3.30), 3.90 (3.80) und 4.30 (4.20) m über der Sohle ist diese „Differenz“ für $+ 26 \text{ cm}$ größer als für $+ 10 \text{ cm}$. Der kleinste Wert dieser „Differenz“, beziehungsweise der „mittleren Dauer“ kommt bei $+ 26 \text{ cm}$ im obersten Meßpunkte und bei $+ 10 \text{ cm}$ im Meßpunkte 3.80 m über der Sohle vor. — Die „mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden“ erreicht im Meßpunkte 1.40 , beziehungsweise 1.30 m über der Sohle bei beiden Wasserständen nahezu denselben Wert von 9.46 sec , beziehungsweise 9.49 sec , wo also der Unterschied 0.32 v. H. beträgt, während er im Meßpunkt 1.90 (1.80) m 0.19 Sekunden, d. s. 2.10 v. H., ist. In den Meßpunkten 2.90 (2.80), 3.40 (3.30) und 3.90 (3.80) m über der Sohle ist die „mittlere Dauer“ für $+ 26 \text{ cm}$ größer als für $+ 10 \text{ cm}$. Die Werte dieser „Differenz“ und der „mittleren Dauer“ nehmen nicht stetig vom größten bis zum kleinsten Wert ab.

Zu Post 5/b und 6/b und Post 9/a und 10/a „die Maximaldauer und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden“.

Die Maximaldauer ist in den Meßpunkten 0.40 (0.30) m bis 2.90 (2.80) m über der Sohle für $+ 26 \text{ cm}$ kleiner als für $+ 10 \text{ cm}$, in den Meßpunkten 3.40 (3.30) und 3.90 (3.80) jedoch für $+ 26 \text{ cm}$ größer als für $+ 10 \text{ cm}$. In den obersten Meßpunkten der beiden

Messungen ist die Maximaldauer nur um $8\cdot59 - 8\cdot58 = 0\cdot01$ Sekunden verschieden.

Die Werte der „Maximaldauer“ für die Meßpunkte bei $+ 10$ *cm* nehmen von der Sohle gegen den Wasserspiegel nahezu stetig ab, den größten Wert im tiefsten Meßpunkt, den kleinsten $3\cdot80$ *m* über der Sohle erreichend, mit einem Unterschiede von $16\cdot20 - 8\cdot50 = 7\cdot70$ Sekunden, also einer Abnahme von $47\cdot5$ v. H. Bei $+ 26$ *cm* nehmen die Werte der „Maximaldauer“ unter wesentlichen Schwankungen vom größten Werte im tiefsten Meßpunkte gegen den kleinsten Wert im höchsten Punkte ab, und zwar um $14\cdot16 - 8\cdot58 = 5\cdot58$ Sekunden, d. s. $39\cdot4$ v. H.

Die „Minimaldauer“ ist in den Meßpunkten $0\cdot4$ ($0\cdot3$), $0\cdot9$ ($0\cdot8$) und $1\cdot40$ ($1\cdot30$) *m* über der Sohle für $+ 26$ *cm* kleiner als für $+ 10$ *cm*, in den übrigen Meßpunkten abwechselnd größer und kleiner für $+ 26$ *cm* als für $+ 10$ *cm* und hiebei in den Meßpunkten $3\cdot40$ ($3\cdot30$) *m* und $3\cdot90$ ($3\cdot80$) *m* mit den Werten $7\cdot36$ ($7\cdot30$) und $7\cdot33$ ($7\cdot40$) Sekunden nahezu gleich für beide Messungen. Die Werte der „Minimaldauer“ bei $+ 26$ *cm* und $+ 10$ *cm* nehmen vom tiefsten Meßpunkte $0\cdot4$ ($0\cdot3$) *m* bis zum Meßpunkte $1\cdot40$ *m* bei $+ 26$ *cm* und $1\cdot80$ *m* bei $+ 10$ *cm* nahezu gleichmäßig und von da schwankend ab.

Der Unterschied des größten Wertes im tiefsten Punkte und des kleinsten Wertes im Meßpunkte $4\cdot30$ *m*, beziehungsweise $3\cdot30$ *m* beträgt: $9\cdot66 - 6\cdot98 = 2\cdot68$ Sekunden, d. i. Abnahme von $27\cdot9$ v. H., beziehungsweise $10\cdot70 - 7\cdot30 = 3\cdot40$ Sekunden, d. i. Abnahme von $31\cdot8$ v. H.

Nach diesen Ergebnissen können weder die Einzelgeschwindigkeiten (mittleren Geschwindigkeiten) noch deren Grenzgeschwindigkeiten beim höheren Wasserstande $+ 26$ *cm* durchwegs größer sein als beim niederen $+ 10$ *cm*.

Zu Post 2/b und 5/a:

Die „mittlere Geschwindigkeit“ (im einzelnen Meßpunkte):

In den einzelnen Meßpunkten ist zu unterscheiden, ob v_{+26} größer, kleiner oder gleich v_{+10} ist.

1. Im unteren Teile der Lotrechten ist $v_{+26} > v_{+10}$, und zwar in den Meßpunkten $0\cdot4$ ($0\cdot3$) und $0\cdot9$ ($0\cdot8$) *m* über der Sohle;

2. Im oberen Teile ist $v_{+26} < v_{+10}$, und zwar in den Meßpunkten $2\cdot90$ ($2\cdot80$), $3\cdot40$ ($3\cdot30$), $3\cdot90$ ($3\cdot80$);

3. Im mittleren Teile ist $v_{+26} \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} v_{+10}$, und zwar in den Meßpunkten $1\cdot40$ ($1\cdot30$), $1\cdot90$ ($1\cdot80$) und $2\cdot40$ ($2\cdot30$).

Es ist noch festzustellen, wie weit diese Unterschiede schwanken:

Zu 1.	Im Meßpunkte 0·4 (0·3)	ist v_{+26} um 0·13 <i>m</i> größer als v_{+10} , d. s. 14·3 v. H.
	„ „ 0·9 (0·8)	ist v_{+26} um 0·17 <i>m</i> größer als v_{+10} , d. s. 15·7 v. H.
Zu 2.	„ „ 2·90 (2·80)	ist v_{+26} um 0·09 <i>m</i> kleiner als v_{+10} , d. s. 6·3 v. H.
	„ „ 3·40 (3·30)	ist v_{+26} um 0·05 <i>m</i> kleiner als v_{+10} , d. s. 3·3 v. H.
	„ „ 3·90 (3·80)	ist v_{+26} um 0·08 <i>m</i> kleiner als v_{+10} , d. s. 5·2 v. H.
Zu 3.	„ „ 1·40 (1·30)	ist $v_{+26} = v_{+10}$.
	„ „ 1·90 (1·80)	ist $v_{+26} < v_{+10}$, und zwar um 0·03 <i>m</i> , d. s. 2·2 v. H.
	„ „ 2·40 (2·30)	ist $v_{+26} > v_{+10}$, und zwar um 0·11 <i>m</i> , d. s. 8·5 v. H.

Diese Unterschiede schwanken mithin einerseits zwischen 0 und 15·7 v. H., andererseits zwischen 0 und 6·3 v. H. Beim Fallen des Wassers von + 26 *cm* auf + 10 *cm* haben in den unteren Meßpunkten die Einzelgeschwindigkeiten (Mittelwerte) stärker abgenommen, jedoch in den oberen Meßpunkten nicht so bedeutend zugenommen. Es fließt sohin für die Einheit der Breite und die Tiefe beim höheren Wasserstande eine größere Teilwassermenge ab als beim niederen Wasserstande, jedoch beim niederen Wasserstande im oberen Teile der Lotrechten eine größere Teilwassermenge als beim höheren Wasserstande (Mittelwerte). Bei + 26 *cm* schwankt $v_m = v$ um 50 v. H. und bei + 10 *cm* um 69·2 v. H.

Zu Post 9/b und Post 13a:

$v_{g \min}$ (Grenzgeschwindigkeiten)

1. Diese Werte sind bei + 26 *cm* in den unteren zwei Dritteln der Tiefe größer als bei + 10 *cm*.

2. Im oberen Drittel jedoch ist $v_{g \min/+26} < v_{g \min/+10}$ und im obersten Meßpunkte 4·30 (4·20) $v_{g \min/+26} = v_{g \min/+10}$.

Zu 1. Im Meßpunkte 0·9 (0·8) *m* über der Sohle ist $v_{g \min/+26}$ um 0·17 *m* größer als $v_{g \min/+10}$, d. s. 20·0 v. H.;

im Meßpunkte 1·40 (1·30) ist $v_{g \min/+26}$ nur um 0·02 *m* größer als $v_{g \min/+10}$, d. s. 2·0 v. H.;

der Unterschied von $v_{g \min/+26}$ und $v_{g \min/+10}$, bezogen auf $v_{g \min/+10}$, schwankt also zwischen 2·0 v. H. und 20·0 v. H.

Zu 2. Im Meßpunkte 3·40 (3·30) ist $v_{g \min/+26}$ um 0·15 *m* kleiner als $v_{g \min/+10}$, d. s. 11·4 v. H.;

im Meßpunkte 3·90 (3·80) ist $v_{g \min/+26}$ um 0·13 *m* kleiner als $v_{g \min/+10}$, d. s. 9·1 v. H.

Zu Post 10/*b* und 14/*a*:

$v_{g \max}$ (Grenzgeschwindigkeiten)

1. Im untersten Drittel der Tiefe ist $v_{g \max/+26} > v_{g \max/+10}$;

2. In den oberen Dritteln der Tiefe ist $v_{g \max/+26} \gtrsim v_{g \max/+10}$.

Zu 1. Im Meßpunkte 0·4 (0·3) ist $v_{g \max/+26}$ um 0·12 *m* größer als $v_{g \max/+10}$, d. s. 10·6 v. H.

„ „ 0·9 (0·8) ist $v_{g \max/+26}$ um 0·15 *m* größer als $v_{g \max/+10}$, d. s. 11·4 v. H.

„ „ 1·40 (1·30) ist $v_{g \max/+26}$ um 0·14 *m* größer als $v_{g \max/+10}$, d. s. 9·6 v. H.

Zu 2. „ „ 2·40 (2·30) ist $v_{g \max/+26}$ um 0·10 *m* größer als $v_{g \max/+10}$, d. s. 6·7 v. H.

„ „ 3·90 (3·80) ist $v_{g \max/+26}$ um 0·02 *m* größer als $v_{g \max/+10}$, d. s. 1·2 v. H.

„ „ 1·90 (1·80) ist $v_{g \max/+26}$ um 0·09 *m* kleiner als $v_{g \max/+10}$, d. s. 5·7 v. H.

„ „ 2·90 (2·80) ist $v_{g \max/+26}$ um 0·09 *m* kleiner als $v_{g \max/+10}$, d. s. 5·5 v. H.

„ „ 3·40 (3·30) ist $v_{g \max/+26}$ um 0·01 *m* kleiner als $v_{g \max/+10}$, d. s. 0·6 v. H.

Zu Post 11/*b* und 15/*a*: $v_{g \max} - v_{g \min}$.

Dieser Unterschied ist am größten bei + 26 im Meßpunkte 1·40 *m* und bei + 10 im Meßpunkte + 1·80 *m* über der Sohle; sein kleinster Wert liegt bei + 26 im Meßpunkte 1·90 *m*, bei + 10 im Meßpunkte 3·80 *m*. Zu bemerken wäre, daß bei beiden Wasserständen dieser Unterschied vom tiefsten Meßpunkte bis zum Meßpunkte mit dem Größtunterschiede zunimmt, dann abnimmt, einen zweiten Größtwert erreicht und dann wieder abnimmt.

Bei + 26 wechselt $v_{g \max} - v_{g \min}$ zwischen 0·32 *m* und 0·58 *m*, bei + 10 zwischen 0·21 *m* und 0·50 *m*, d. i. um 81·2 v. H., beziehungsweise 138·1 v. H. Die „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“ schwankt hingegen bei + 26 zwischen 1·6 *sec* und 4·5 *sec*, bei + 10 zwischen 1·1 *sec* und 5·5 *sec*,

also um 181·25 v. H., beziehungsweise 400·0 v. H. Die Größtwerte dieser „Differenz“ fallen mit jenen von $v_{g \max} - v_{g \min}$ bei beiden Wasserständen nicht in einem und demselben Meßpunkte zusammen.

Zu Post 14/b und 18/a : a_m (im einzelnen Meßpunkte).

Es ergibt sich, daß $a_{m/+26} \begin{matrix} \geq \\ \leq \end{matrix} a_{m/+10}$ ist, und zwar:

1. Im unteren Teile der Lotrechten ist $a_{m/+26} > a_{m/+10}$ in den Meßpunkten 0·4 (0·3) und 0·9 (0·8) u. s. w. ähnlich wie für v_m .

Es sind noch die Schwankungen von a_m zu ermitteln.

1. Im Meßpunkte 0·40 (0·3) ist $a_{m/+26}$ um 0·0101 PS größer als $a_{m/+10}$, d. s. 49·2 v. H.

„ „ 0·90 (0·8) ist $a_{m/+26}$ um 0·0188 PS größer als $a_{m/+10}$, d. s. 54·8 v. H.

2. „ „ 2·90 (2·8) ist $a_{m/+26}$ um 0·0141 PS kleiner als $a_{m/+10}$, d. s. 17·7 v. H.

„ „ 3·40 (3·3) ist $a_{m/+26}$ um 0·0089 PS kleiner als $a_{m/+10}$, d. s. 9·7 v. H.

„ „ 3·90 (3·8) ist $a_{m/+26}$ um 0·0147 PS kleiner als $a_{m/+10}$, d. s. 14·8 v. H.

3. „ „ 1·40 (1·3) ist $a_{m/+26} = a_{m/+10}$.

„ „ 1·90 (1·8) ist $a_{m/+26} < a_{m/+10}$, und zwar um 0·0044 PS, d. s. 6·4 v. H.

„ „ 2·40 (2·3) ist $a_{m/+26} > a_{m/+10}$, und zwar um 0·0164 PS, d. s. 27·7 v. H.

Es ergeben sich für $a_{m/+26}$ und $a_{m/+10}$ Schwankungen zwischen 0 und 54·8 v. H., beziehungsweise 0 und 17·7 v. H. Bei + 26 nimmt a_m vom tiefsten bis zum höchsten Meßpunkte nicht ohne Ausnahme zu, weil im Meßpunkte 2·90 ein kleineres a_m als die Nachbarwerte vorhanden ist; der größte Wert $a_m = 0·1033$ PS ergibt sich im obersten Meßpunkte; $a_{m/+26}$ schwankt um 237·6 v. H. Bei + 10 wird die von unten nach oben herrschende Zunahme von a_m durch den kleineren Wert im Meßpunkte 2·30 und 4·20 gestört; der größte Wert $a_m = 0·0993$ PS findet sich im zweitiefsten Meßpunkte; $a_{m/+10}$ schwankt um 384·4 v. H.

Die Arbeitsfähigkeit in den Meßpunkten 1·40 (1·30) m und 1·90 (1·80) m ist bei beiden Wasserständen gleich (wenn man den Unterschied im Meßpunkte 1·90 (1·80) mit 6·4 v. H. vernachlässigt); während in den unteren Meßpunkten a_m beim höheren Wasserstande wesentlich größer ist als beim niederen, ist in den oberen Meß-

punkten beim höheren Wasserstande a_m kleiner als beim niederen; hiebei ist der Unterschied wesentlich geringer als in den unteren Meßpunkten.

Z. B. im Meßpunkte 0·90 (0·80) ist $a_{m/+26} = 1·55 \times a_{m/+10}$,

„ „ 3·40 (3·30) ist $a_{m/+10} = 1·11 \times a_{m/+26}$

($a_{m/+26} = 0·903 \times a_{m/+10}$),

bei + 26 : $a_{m/max} = 3·38 a_{m/min}$, während $v_{m/max} = 1·5 v_{m/min}$ ist, und

„ + 10 : $a_{m/max} = 4·84 a_{m/min}$, „ $v_{m/max} = 1·69 v_{m/min}$ ist.

Zu Post 13/b und 17/a : a_{gmin} .

1. In den unteren zwei Dritteln dieser Lotrechten ist a_{gmin} bei + 26 größer als bei + 10; mithin ist $a_{gmin/+26} > a_{gmin/+10}$.

2. Im oberen Drittel ist $a_{gmin/+26} < a_{gmin/+10}$.

3. Im obersten Meßpunkte ist $a_{gmin/+26} = a_{gmin/+10}$.

Zu 1: Im Meßpunkte 0·9 (0·8) ist $a_{gmin/+26}$ um 0·0122 PS größer als $a_{gmin/+10}$, d. s. 73·0 v. H.

„ „ 1·40 (1·30) ist $a_{gmin/+26}$ um 0·0017 PS größer als $a_{gmin/+10}$, d. s. 6·2 v. H.

„ „ 2·40 (2·30) ist $a_{gmin/+26}$ um 0·0132 PS größer als $a_{gmin/+10}$, d. s. 31·1 v. H.

Zu 2: „ „ 3·40 (3·30) ist $a_{gmin/+26}$ um 0·0190 PS kleiner als $a_{gmin/+10}$, d. s. 30·3 v. H.

„ „ 3·90 (3·80) ist $a_{gmin/+26}$ um 0·0198 PS kleiner als $a_{gmin/+10}$, d. s. 24·9 v. H.

Diese Unterschiede schwanken zwischen 6·2 und 73·0 v. H., beziehungsweise zwischen 24·9 und 30·3 v. H. Bei + 26 schwankt a_{gmin} selbst um 356·3 v. H. und bei + 10 um 622·7 v. H. Bei + 26 ist $a_{gmin(max)} = 4·56 a_{gmin(min)}$ und bei + 10 : $a_{gmin(max)} = 7·23 a_{gmin(min)}$.

Zu Post 12/b und 16/a : a_{gmax} .

1. Im untersten Drittel der Tiefe ist $a_{gmax/+26} > a_{gmax/+10}$;

2. und in den oberen zwei Dritteln ist $a_{gmax/+26} < a_{gmax/+10}$.

Zu 1. Im Meßpunkte 0·40 (0·30) ist $a_{gmax/+26} > a_{gmax/+10}$ um 0·0139 PS, d. s. 35·5 v. H.

„ „ 0·90 (0·80) ist $a_{gmax/+26} > a_{gmax/+10}$ um 0·0238 PS, d. s. 38·0 v. H.

„ „ 1·40 (1·30) ist $a_{gmax/+26} > a_{gmax/+10}$ um 0·0268 PS, d. s. 31·7 v. H.

Zu 2. „ „ 2·40 (2·30) ist $a_{gmax/+26} > a_{gmax/+10}$ um 0·0196 PS, d. s. 21·3 v. H.

Zu 2. Im Meßpunkte	3·90 (3·80)	ist	$a_{g \max/+26} > a_{g \max/+10}$
		um	0·0044 PS, d. s. 3·7 v. H.
„	„	4·30 (4·20)	ist $a_{g \max/+26} > a_{g \max/+10}$
		um	0·0233 PS, d. s. 19·4 v. H.
„	„	1·90 (1·80)	ist $a_{g \max/+26} < a_{g \max/+10}$
		um	0·0173 PS, d. s. 16·1 v. H.
„	„	2·90 (2·80)	ist $a_{g \max/+26} < a_{g \max/+10}$
		um	0·0185 PS, d. s. 15·7 v. H.
„	„	3·40 (3·30)	ist $a_{g \max/+26} < a_{g \max/+10}$
		um	0·0022 PS, d. s. 1·8 v. H.

Diese Unterschiede schwanken zwischen 31·7 v. H. und 38·0 v. H., beziehungsweise 3·7 und 19·4 v. H., 1·8 und 16·1 v. H. Bei + 26 schwankt $a_{g \max}$ selbst um 169·9 v. H. und bei + 10 um 217·3 v. H. Bei + 26 ist $a_{g \max(\max)} = 2·7 \times a_{g \max(\min)}$, bei + 10 $a_{g \max(\max)} = 3·17 \times a_{g \max(\min)}$.

Zu Post 15/b und 19/a: $a_{g \max} - a_{g \min}$.

Dieser Unterschied läßt sich nicht ganz kurz unter Hinweis auf $v_{g \max} - v_{g \min}$ erläutern, denn z. B. hat $a_{g \max} - a_{g \min}$ zwar bei + 26 seinen Größtwert im Meßpunkte 1·40, in welchem auch $v_{g \max} - v_{g \min}$ den größten Wert erreicht, allein der kleinste Wert von $a_{g \max} - a_{g \min}$ liegt im Meßpunkte 0·4 und der von $v_{g \max} - v_{g \min}$ im Meßpunkte 1·90. Die Folge hievon ist, daß der Unterschied $a_{g \max} - a_{g \min}$ bei + 26 vom untersten Meßpunkte bis zum Meßpunkte 1·4 wesentlich stärker zunimmt als $v_{g \max} - v_{g \min}$ für diese Meßpunkte, und zwar um 126·6 v. H. gegen 45·0 v. H. Für dieselben Meßpunkte nimmt die „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“ um 4·4 v. H. ab.

Vom Meßpunkte 0·4 (+ 26) zum Meßpunkte 0·9: nimmt $a_{g \max} - a_{g \min}$ um 57·96 v. H., $v_{g \max} - v_{g \min}$ um 12·5 v. H. zu, die „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“ um 22·2 v. H. ab.

Vom Meßpunkte 2·90 (+ 26) zum Meßpunkte 3·90: nimmt $a_{g \max} - a_{g \min}$ um 23·7 v. H., $v_{g \max} - v_{g \min}$ um 5·9 v. H. zu, die „Differenz u. s. w.“ um 9·1 v. H. ab.

Bei + 10 erreicht $a_{g \max} - a_{g \min}$ den Größtwert im Meßpunkte 2·80 und den kleinsten Wert im Meßpunkte 0·30, während $v_{g \max} - v_{g \min}$ den Größtwert im Meßpunkte 1·80 und den kleinsten Wert im Meßpunkte 3·80 hat.

Vom Meßpunkte 0·30 (+ 10) bis zum Meßpunkte 1·30 nimmt $a_{g\max} - a_{g\min}$ um 158·9 v. H., $v_{g\max} - v_{g\min}$ um 28·2 v. H. zu, die „Differenz u. s. w.“ um 36·4 v. H. ab.

Vom Meßpunkte 2·30 zum Meßpunkte 3·30 nimmt $a_{g\max} - a_{g\min}$ um 25·3 v. H., $v_{g\max} - v_{g\min}$ um 0·0 v. H. zu, die „Differenz u. s. w.“ um 17·4 v. H. ab.

Bei + 26 schwankt $a_{g\max} - a_{g\min}$ um 126·6 v. H., bei + 10 um 170·96 v. H. Mithin ist bei + 26 $(a_{g\max} - a_{g\min})_{\max} = 2·27 \times (a_{g\max} - a_{g\min})_{\min}$, und bei + 10: $(a_{g\max} - a_{g\min})_{\max} = 2·71 \times (a_{g\max} - a_{g\min})_{\min}$.

Zu bemerken ist, daß für ein und denselben Wasserstand + 26 in den Meßpunkten 1·90 und 2·90 *m* über der Sohle

1. die „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“ keinen Unterschied zeigt, jedoch

2. $v_{g\max} - v_{g\min}$ um 6·25 v. H. und

3. $a_{g\max} - a_{g\min}$ um 35·97 v. H. verschieden ist.

Im Meßpunkte 0·90 bei + 26 und 1·80 bei + 10 ist die „Differenz u. s. w.“ gleich, und zwar 3·5^{sec}, dagegen sind begreiflicherweise alle übrigen Werte verschieden.

Zu Post 16/*b* und 20/*a*, beziehungsweise 19/*b* und 23/*a* $a_{g\max} : a_{g\min}$, beziehungsweise $(a_{g\max} - a_{g\min}) : a_{g\min}$ und $(a_{g\max} - a_{g\min}) : a_m$.

Die Werte der Tabelle zeigen, daß $a_{g\max}$ von $a_{g\min}$ und diese Grenzwerte auch von a_m wesentlich verschieden sind. $(a_{g\max} - a_{g\min}) : a_m$ erreicht beim niederen Wasserstande + 10 *cm* seinen Größtwert im tiefsten Meßpunkte und bei + 26 *cm* den Größtwert in 1·40 *m* über der Sohle.

Bei + 26 *cm* erreicht der Quotient $a_{g\max} : a_{g\min}$ den größten Wert im Meßpunkte 1·40 und bei + 10 *cm* im Meßpunkte 0·8, und zwar ist $a_{g\max} : a_{g\min} = 3·85$, beziehungsweise 3·75, den kleinsten Wert jedoch im Meßpunkte 4·30, beziehungsweise 3·30 mit 1·88, beziehungsweise 1·51. Der Quotient $a_{g\max} : a_{g\min}$ nimmt vom untersten Meßpunkte gegen den dritten, beziehungsweise zweiten Meßpunkt zu und dann gegen den Wasserspiegel ab, und zwar schwankt er bei + 26 *cm* um 104·8 v. H., bei + 10 *cm* um 148·3 v. H. (d. s. die Zunahmen vom kleinsten zum größten Wert). Bei + 26 *cm* ist das größte $a_{g\max} = 0·1433$ PS um 0·1266 PS größer als das kleinste $a_{g\min} = 0·0167$ PS, also um 762·3 v. H., und bei + 10 *cm* ist das größte $a_{g\max} = 0·1244$ PS um 0·1134 PS größer als das kleinste $a_{g\min} = 0·0110$ PS, also um 1030·9 v. H. In der Lotrechten IV bei

+ 8 cm (+ 10 cm) Wasserstand und 4.35 m Wassertiefe ist die mittlere Geschwindigkeit $v_m = 1.30$ m bestimmt, sohin für $f = 0.04$ m²:
 $a_m = 0.68 \times 0.04 \times 1.30^3 = 0.0598$ PS, ein Mittelwert, welcher gegen das kleinste $a_{g\min}$ um 443.6 v. H. zu groß und gegen das größte $a_{g\max}$ um 51.9 v. H. zu klein ist.

Aus der Tabelle IV/a und IV/b und den (hier nicht gezeichneten) Diagrammen über die Schwankungen der Dauer von je 50 Flügelumdrehungen sei noch angegeben:

Bei + 26 cm: Im Meßpunkte 0.9 m über der Sohle kommt $a_m = 0.0531$ PS etwa dreizehnmal während der Beobachtungszeit vor, $a_{g\max} = 0.0864$ PS dreimal und $a_{g\min} = 0.0289$ PS einmal.

Im Meßpunkte 3.4 kommt $a_m = 0.0829$ PS etwa zehnmal vor, $a_{g\max} = 0.1222$ PS einmal und $a_{g\min} = 0.0436$ PS auch einmal, und zwar letzteres gegen Ende der Beobachtung und ersteres vor Ablauf der ersten Hälfte der Beobachtungszeit u. s. w.

Bei + 10: Im Meßpunkte 0.3 m über der Sohle:

Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen 20

"	"	$a_m = 0.0205$ PS	. . .	10
"	"	$a_{g\max} = 0.0392$ PS	. . .	1 (gegen Mitte der Beobachtung)
"	"	$a_{g\min} = 0.0110$ PS	. . .	1 " Ende " "

Im Meßpunkte 1.3 m:

Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen 30

"	"	$a_m = 0.0570$ PS	. . . . .	7
"	"	$a_{g\max} = 0.0846$ PS	. . . . .	3
"	"	$a_{g\min} = 0.0272$ PS	. . . . .	1

Im Meßpunkte 2.8 m:

Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen 32

"	"	$a_m = 0.0795$ PS	. . . . .	12
"	"	$a_{g\max} = 0.1178$ PS	. . . . .	1
"	"	$a_{g\min} = 0.0414$ PS	. . . . .	1

u. s. w.

Wir können sohin feststellen, daß der Unterschied $a_{gmax} - a_{gmin}$ in der Lotrechten IV beim höheren Wasserstande $+ 26 \text{ cm}$ und beim niederen Wasserstande $+ 10 \text{ cm}$ seine Größtwerte, welche sich nur um 4·9 v. H., beziehungsweise 4·6 v. H. unterscheiden, nicht zunächst der Sohle erreicht, sondern

b) bei $+ 26 \text{ cm}$ sowohl im Meßpunkte $1\cdot40 \text{ m}$ über der Sohle als auch im Meßpunkte $1\cdot16 \text{ m}$ unter dem Wasserspiegel (d. i. $3\cdot40 \text{ m}$ über der Sohle) und

a) bei $+ 10 \text{ cm}$ im Meßpunkte $1\cdot80 \text{ m}$ über der Sohle und $1\cdot50 \text{ m}$ unter dem Wasserspiegel (d. i. $2\cdot50 \text{ m}$ über der Sohle).

Mithin stehen die Größtunterschiede von $a_{gmax} - a_{gmin}$ beim niederen Wasserstande $+ 10$ von der Sohle und dem Wasserspiegel weiter ab als beim höheren Wasserstande $+ 26 \text{ cm}$.

Nunmehr sollen die Untersuchungsergebnisse für die Lotrechte V bei $+ 8 \text{ cm}$ Wasserstand tabellarisch zusammengestellt werden:

4. Lotrechte V.

Bei + 8 cm, Wassertiefe 4·30 (4·45) m; am 6. Mai 1897.

Flügelgleichung $v = - 0\cdot014 + 0\cdot245 n$.

1	Abstand d. Meßpunktes von der Sohle in <i>m</i>	0·30	0·80	1·30	1·80	2·30	2·80	3·30	3·80	4·20
2	Gesamtzeit der Beob- achtung in Sekunden	263·6	244·4	287·0	250·9	283·6	273·5	271·7	316·7	265·5
3	Gesamt-Umdrehungen	1150	1300	1650	1500	1750	1800	1800	2150	1800
4	Mittlere Umdrehungs- zahl <i>n</i> pro Sekunde	4·36	5·32	5·75	5·98	6·17	6·58	6·62	6·79	6·78
5	Mittlere Geschwindig- keit pro Sekunde in <i>m</i>	1·05	1·29	1·39	1·45	1·50	1·60	1·61	1·65	1·65
6	Die Differenz der beob- achteten Maximal- u. Minimaldauer von 50 Flügelumdrehun- gen in Sekunden . . .	4·6	3·1	3·0	2·8	1·9	1·3	1·3	1·6	1·3
7	Mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	11·45	9·40	8·70	8·36	8·10	7·60	7·55	7·37	7·37
8	Anzahl von je 50 Flügel- umdrehungen	23	26	33	30	35	36	36	43	36
9	Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	13·95	11·40	10·20	10·16	9·10	8·40	8·35	8·37	7·97
10	Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	9·35	8·30	7·20	7·36	7·20	7·10	7·05	6·77	6·67
11	Mittlere Umdrehungs- zahl <i>n</i> pro Sekunde für die Maximaldauer von 50 Flügelumdre- hungen	3·58	4·39	4·90	4·92	5·49	5·95	5·99	5·97	6·27

4. Lotrechte V.

Bei + 8 cm, Wassertiefe 4·30 (4·45) m; am 6. Mai 1897.

Flügelgleichung $v = -0.014 + 0.245 n$.

12	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen	5·34	6·02	6·94	6·79	6·94	7·04	7·09	7·38	7·50
13	$v_{g \min}$ in m	0·86	1·06	1·19	1·19	1·33	1·44	1·45	1·45	<u>1·52</u>
14	$v_{g \max}$ " "	1·29	1·46	1·69	1·65	1·69	1·71	1·72	1·79	<u>1·82</u>
15	$v_{g \max} - v_{g \min}$ " "	0·43	0·40	<u>0·50</u>	0·46	0·36	0·27	0·27	0·34	0·30
16	$a_{g \max}$	0·0584	0·0846	0·1313	0·1222	0·1313	0·1360	0·1384	0·1560	<u>0·1640</u>
17	$a_{g \min}$	0·0173	0·0324	0·0458	0·0458	0·0640	0·0812	0·0829	0·0829	<u>0·0955</u>
18	a_m	0·0315	0·0584	0·0730	0·0829	0·0918	0·1114	0·1135	<u>0·1222</u>	<u>0·1222</u>
19	$a_{g \max} - a_{g \min}$	0·0411	0·0522	<u>0·0855</u>	0·0764	0·0673	0·0548	0·0555	<u>0·0731</u>	0·0685
20	$a_{g \max} : a_{g \min}$	<u>3·37 : 1</u>	2·61 : 1	2·87 : 1	2·67 : 1	2·05 : 1	1·67 : 1	1·67 : 1	1·88 : 1	1·72 : 1
21	$a_{g \max} : a_m$	<u>1·85 : 1</u>	1·45 : 1	1·80 : 1	1·47 : 1	1·43 : 1	1·22 : 1	1·22 : 1	1·28 : 1	1·34 : 1
22	$a_m : a_{g \min}$	<u>1·82 : 1</u>	1·80 : 1	1·59 : 1	1·82 : 1	1·43 : 1	1·37 : 1	1·37 : 1	1·47 : 1	1·28 : 1
23	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_{g \min}$	<u>2·37 : 1</u>	1·61 : 1	1·87 : 1	1·67 : 1	1·05 : 1	0·67 : 1	0·67 : 1	1·08 : 1	0·72 : 1
24	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m$	<u>1·30 : 1</u>	0·89 : 1	1·17 : 1	0·92 : 1	1·07 : 1	0·49 : 1	0·49 : 1	1·06 : 1	0·56 : 1

Es ist zu bemerken:

Zu Post 6 und 7:

Die „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“ und die „mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden“.

Diese „Differenz u. s. w.“ nimmt vom untersten Meßpunkte bis zum Meßpunkte 2·80 *m* über der Sohle ab, jedoch nicht gleichmäßig, denn vom Meßpunkte 0·3 bis 0·8 nimmt sie um 32·6 v. H. und von 0·8 bis 1·30 um 3·2 v. H. ab, u. s. w. Die Zunahme dieser „Differenz“ vom Meßpunkte 2·8 bis 3·8 beträgt nur 22·6 v. H.

Die Werte der „mittleren Dauer von u. s. w.“ nehmen vom untersten zum obersten Meßpunkte ab, und zwar um 35·6 v. H.

Zu Post 9 und 10:

Die Maximaldauer und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden:

Diese Werte nehmen vom tiefsten Meßpunkte 0·3 bis zum obersten mit einigen Schwankungen ab, und es betragen die Unterschiede zwischen dem größten und kleinsten Werte $13·95 - 8·35 = 5·60^{sec}$, beziehungsweise $9·35 - 7·05 = 2·30^{sec}$. Dies entspricht einer Abnahme von 40·1 v. H., beziehungsweise 24·6 v. H.

Zu Post 5: v_m (*w*) (im einzelnen Meßpunkte).

Dieses nimmt vom tiefsten Meßpunkte bis zum obersten zu; Unterschied $1·65 - 1·05 = 0·60$ *m*, also eine Zunahme um 57·1 v. H.

Post 13: $v_{g\ min}$

nimmt auch vom tiefsten Meßpunkte bis zum obersten zu, jedoch ist in den Meßpunkten 1·3 und 1·80, beziehungsweise 3·30 und 3·80 eine Zunahme von $v_{g\ min}$ nicht vorhanden, denn es wiederholen sich in diesen Meßpunkten die Werte 1·19 *m*, beziehungsweise 1·45 *m*. Dadurch ergibt sich für den Linienzug $v_{g\ min}$ eine von v_m abweichende Gestalt.

Die Zunahme vom untersten bis zum obersten Meßpunkte beträgt $1·52 - 0·86 = 0·66$ *m*, d. s. 76·7 v. H.; mithin ist

$$v_{g\ min(max)} = 1·77 \times v_{g\ min(min)}.$$

Post 14: $v_{g\ max}$.

Der Linienzug $v_{g\ max}$ hat nicht einen den Linien v_m und $v_{g\ min}$ gleichen Verlauf, jedoch nehmen die Werte $v_{g\ max}$ von unten nach oben durchwegs zu, und zwar in den äußersten Grenzen um $1·82 - 1·29 = 0·53$ *m*, d. s. 41·1 v. H. $v_{g\ max(max)} = 1·41 \times v_{g\ max(min)}$

Post 15: $v_{g\max} - v_{g\min}$.

Dieser Unterschied ist im Meßpunkte 1·30 *m* über der Sohle am größten: 0·50 *m* und in den Meßpunkten 2·80 und 3·30 am kleinsten: 0·27 *m*. Der Vergleich mit der in Post 6 enthaltenen „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“ ergibt, daß in den Meßpunkten 0·30, 0·80 und 1·30 einem größeren Werte der „Differenz“ kein größerer Wert von $v_{g\max} - v_{g\min}$ und umgekehrt entspricht.

Im untersten Meßpunkte 0·30 ist diese „Differenz“ am größten, und zwar = 4·6^{sec} und im Meßpunkte 1·30 kleiner, und zwar = 3·0^{sec}, während $v_{g\max} - v_{g\min}$ umgekehrt im höheren Meßpunkte 1·30 *m* am größten = 0·50 *m* und im untersten Meßpunkte kleiner ist. Die Unregelmäßigkeiten sind mithin in den drei untersten Meßpunkten vorhanden.

In den Meßpunkten 1·80 bis 4·20 entspricht einer Abnahme, beziehungsweise Zunahme des Wertes der „Differenz“ auch eine Abnahme, beziehungsweise Zunahme von $v_{g\max} - v_{g\min}$.

Die Zunahme vom kleinsten bis zum größten Werte beträgt bei $v_{g\max} - v_{g\min}$: $0·50 - 0·27 = 0·23$ *m*, d. s. 85·2 v. H. und bei der „Differenz“: $4·6 - 1·3 = 3·3^{\text{sec}}$, d. s. 253·8 v. H.

Zu Post 18: a_m (im einzelnen Meßpunkte).

Diese Werte nehmen vom untersten zum obersten Meßpunkte zu, und zwar um $0·1222 - 0·0315 = 0·0907$ PS, d. s. 287·9 v. H.; es ist $a_{m(\max)} = 3·88 \times a_{m(\min)}$.

Zu Post 17 und 18: $a_{g\min}$ und $a_{g\max}$.

Diese Werte nehmen vom untersten Meßpunkte an zu, und zwar um $0·0955 - 0·0173 = 0·0782$ PS, d. s. 452·0 v. H. und $a_{g\max}$ um $0·1640 - 0·0584 = 0·1056$ PS, d. s. 180·8 v. H. Weiter ist:

$$a_{g\min(\max)} = 5·52 \times a_{g\min(\min)}, \quad a_{g\max(\max)} = 2·81 \times a_{g\max(\min)}.$$

Zu Post 19: $a_{g\max} - a_{g\min}$.

Daß dieser Unterschied in den untersten Meßpunkten nicht den Unterschieden $v_{g\max} - v_{g\min}$ entspricht, ist aus folgendem zu entnehmen:

Vom untersten Meßpunkte 0·3 bis zum nächsten 0·8 nimmt $a_{g\max} - a_{g\min}$ um $0·0522 - 0·0411 = 0·0111$ PS, d. s. 27·0 v. H., zu, $v_{g\max} - v_{g\min}$ jedoch um $0·43 - 0·40 = 0·03$ *m*, d. s. 7·0 v. H., ab.

Der größte Wert von $a_{g\max} - a_{g\min} = 0.0855$ PS, zweimal so groß als $(a_{g\max} - a_{g\min})$ im untersten Meßpunkte, wird im Meßpunkte 1.30 m über der Sohle erreicht, also über $\frac{1}{3}$ der Wassertiefe. In diesem Meßpunkte beträgt $v_{g\max} - v_{g\min} 0.50$ m, die „Differenz u. s. w.“ (Post 6) 3.0^{sec} . Im Meßpunkte 3.80 m ist ein zweiter Größtwert von $a_{g\max} - a_{g\min} = 0.0731$ PS vorhanden, wo $v_{g\max} - v_{g\min} = 0.34$ m und die „Differenz u. s. w.“ $= 1.6^{\text{sec}}$ ist.

In diesen beiden Meßpunkten nehmen ab:

$a_{g\max} - a_{g\min}$ um $0.0855 - 0.0731 = 0.0124$ PS, d. s. 14.5 v. H.
 $v_{g\max} - v_{g\min}$ „ $0.50 - 0.34 = 0.16$ m, „ „ 32.0 „ „
 und die „Differenz“ u. s. w. um $3.0 - 1.6 = 1.4^{\text{sec}}$, „ „ 46.7 „ „

Ogleich vom Meßpunkte 1.30 zum Meßpunkte 3.80 die „Differenz“ fast um die Hälfte abnimmt, nimmt $a_{g\max} - a_{g\min}$ nur um etwa den siebenten Teil ab. Vom untersten Meßpunkte bis 1.80 m (über $\frac{2}{5}$ der Tiefe) über der Sohle nehmen ab beziehungsweise zu:

Zunahme: $a_{g\max} - a_{g\min}$ um $0.0764 - 0.0411 = 0.0353$ PS, d. s. 85.9 v. H.

Zunahme: $v_{g\max} - v_{g\min}$ um $0.46 - 0.43 = 0.03$ m, d. s. 7.0 v. H.

Abnahme der „Differenz u. s. w.“ um $4.6 - 2.8 = 1.8^{\text{sec}}$, d. s. 39.1 v. H.

In den untersten vier Meßpunkten von 0.30 bis einschließlich 1.80 (also in den unteren $\frac{2}{5}$ der Wassertiefe) nimmt $a_{g\max} - a_{g\min}$ bedeutend, $v_{g\max} - v_{g\min}$ wesentlich schwächer und mit Abweichungen zu, die „Differenz“ aber stark ab, während in den oberen fünf Meßpunkten (also in den oberen $\frac{3}{5}$ der Wassertiefe) einer Abnahme, beziehungsweise Zunahme der „Differenz“, von kleineren Abweichungen abgesehen, auch eine Ab- oder Zunahme von $v_{g\max} - v_{g\min}$ und $a_{g\max} - a_{g\min}$ entspricht.

Post 20, 23, 24:

$a_{g\max} : a_{g\min}, (a_{g\max} - a_{g\min}) : a_{g\min}, (a_{g\max} - a_{g\min}) : a_m.$

Wir erkennen zunächst, daß die Werte $a_{g\max}$ und $a_{g\min}$ doch wesentlich verschieden sind.

Der größte Wert für $a_{g\max} : a_{g\min}, (a_{g\max} - a_{g\min}) : a_{g\min}, (a_{g\max} - a_{g\min}) : a_m$ ist im untersten Meßpunkte 0.3 m über der Sohle, und zwar $3.37 : 1, 2.37 : 1,$ und $1.30 : 1$; der kleinste Wert in den Meßpunkten 2.80 und 3.30 m mit $1.67 : 1, 0.67 : 1$ und $0.49 : 1$. Es ergibt sich sohin zwischen diesen Quotienten eine Abnahme von

$3.37 - 1.67 = 1.70$, d. s. 50.4 v. H.,

$2.37 - 0.67 = 1.70$, d. s. 71.7 v. H. und

$1.30 - 0.49 = 0.81$, d. s. 62.3 v. H.

Das größte $a_{g\max} = 0.1640$ PS ist um 0.1467 PS, d. i. um 847.9 v. H. größer als das kleinste $a_{g\min} = 0.0173$ PS.

In der Lotrechten V ist bei $+8$ cm und 4.40 m Wassertiefe die mittlere Geschwindigkeit $v_m = 1.45$ m bestimmt; sohin ist $a_m = 0.68 \times 0.04 \times 1.45^3 = 0.0829$ PS, ein Mittelwert, der gegen das kleinste $a_{g\min}$ um 379.2 v. H. zu groß und gegen das größte $a_{g\max}$ um etwa 49.4 v. H. zu klein ist.

Schließlich wird noch angegeben:

Im Meßpunkte 0.30 m über der Sohle kommt vor:

Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen: 23

" " $a_m = 0.0315$ PS 7

" " $a_{g\max} = 0.0584$ " 2 } gegen Ende der

" " $a_{g\min} = 0.0173$ " 1 } Beobachtung.

Im Meßpunkte 0.80 m:

Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen: 26

" " $a_m = 0.0522$ PS 8

" " $a_{g\max} = 0.0846$ " 1 } gegen Ende der

" " $a_{g\min} = 0.0324$ " 1 } Beobachtung.

Im Meßpunkte 2.30 m:

Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen: 35

" " $a_m = 0.0918$ PS 12

" " $a_{g\max} = 0.1313$ " 1 (gegen Ende)

" " $a_{g\min} = 0.0640$ " 2 (im ersten Drittel)

u. s. w.

Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse für die Lotrechte VI bei einem Wasserstand von $+26$ cm in folgender Tabelle:

5. Lotrechte VI.

Bei + 26 cm, Wassertiefe 4·40 (4·25) m; am 5. Mai 1897.

Flügelgleichung $v = - 0\cdot014 + 0\cdot245 n$.

1	Abstand d. Meßpunktes von der Sohle in m	0·40	0·90	1·40	1·90	2·40	2·90	3·40	3·90	4·30
2	Gesamtzeit der Beobachtung in Sekunden	333·0	298·3	226·3	286·5	269·2	275·0	284·0	314·5	291·0
3	Gesamt-Umdrehungen	1650	1700	1400	1800	1750	1950	2050	2250	2100
4	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde	4·95	5·69	6·19	6·28	6·50	7·09	7·21	7·15	7·22
5	Mittlere Geschwindigkeit pro Sekunde in m	1·20	1·38	1·50	1·52	1·58	1·72	1·75	1·74	1·76
6	Die Differenz der beobachteten Maximal- u. Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	3·8	2·6	2·7	1·8	2·0	1·4	1·4	1·0	1·3
7	Mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	10·09	8·77	8·08	7·96	7·69	7·05	6·94	6·99	6·93
8	Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen	33	34	28	36	35	39	41	45	42
9	Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	12·34	10·37	9·68	8·81	8·79	7·90	7·79	7·49	7·73
10	Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	8·54	7·77	6·98	7·01	6·79	6·50	6·39	6·49	6·43
11	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen	4·05	4·82	5·16	5·67	5·69	6·33	6·42	6·67	6·47

5. Lotrechte VI.

Bei + 26 cm, Wassertiefe 4·40 (4·25) m; am 5. Mai 1897.

Flügelgleichung $v = -0.014 + 0.245 n$.

12	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen	5·85	6·43	7·16	7·13	7·36	7·69	7·82	7·70	7·78
13	$v_{g \min}$ in m	<u>0·98</u>	1·17	1·25	1·37	1·38	1·54	1·56	<u>1·62</u>	1·57
14	$v_{g \max}$ " "	<u>1·42</u>	1·56	1·74	1·73	1·79	1·87	<u>1·90</u>	1·87	1·89
15	$v_{g \max} - v_{g \min}$ " "	0·44	0·39	<u>0·49</u>	0·36	0·41	0·33	0·34	0·25	0·32
16	$a_{g \max}$	0·0779	0·1033	0·1433	0·1408	0·1560	0·1787	<u>0·1866</u>	0·1787	0·1836
17	$a_{g \min}$	<u>0·0256</u>	0·0436	0·0531	0·0699	0·0715	0·0993	0·1033	<u>0·1156</u>	0·1053
18	a_m	<u>0·0470</u>	0·0715	0·0918	0·0955	0·1073	0·1384	0·1458	0·1433	<u>0·1483</u>
19	$a_{g \max} - a_{g \min}$	0·0523	0·0597	<u>0·0902</u>	0·0709	0·0845	0·0794	0·0833	0·0631	0·0783
20	$a_{g \max} : a_{g \min}$	<u>3·04 : 1</u>	2·37 : 1	2·70 : 1	2·01 : 1	2·18 : 1	1·80 : 1	1·81 : 1	<u>1·55 : 1</u>	1·74 : 1
21	$a_{g \max} : a_m$	<u>1·66 : 1</u>	1·44 : 1	1·56 : 1	1·47 : 1	1·45 : 1	1·29 : 1	1·28 : 1	1·25 : 1	<u>1·24 : 1</u>
22	$a_m : a_{g \min}$	<u>1·83 : 1</u>	1·64 : 1	1·73 : 1	1·37 : 1	1·50 : 1	1·39 : 1	1·41 : 1	<u>1·24 : 1</u>	1·41 : 1
23	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_{g \min}$	<u>2·04 : 1</u>	1·37 : 1	1·70 : 1	1·01 : 1	1·18 : 1	0·80 : 1	0·81 : 1	<u>0·55 : 1</u>	0·74 : 1
24	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m$	<u>1·11 : 1</u>	0·83 : 1	0·98 : 1	0·74 : 1	0·79 : 1	0·57 : 1	0·57 : 1	<u>0·44 : 1</u>	0·53 : 1

in PS für
 $f = 0.2 \times 0.2 = 0.04 \text{ m}^2$

Zu dieser Tabelle ist zu bemerken:

Post 6 und 7.

„Die Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“ und die „mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen“ in Sekunden:

Der erstere Wert nimmt vom tiefsten bis zum höchsten Meßpunkte ab, jedoch mit Ausnahme der Meßpunkte 0·90 und 3·90 *m* über der Sohle; in diesen ist diese Differenz kleiner als in den unmittelbar benachbarten Punkten. Überdies ist die Abnahme nicht gleichmäßig; sie beträgt vom Meßpunkte 0·40 bis 1·90 *m*: 52·6 v. H., von 1·90 bis 4·30 *m*: 27·8 v. H., und von 0·40 bis 0·90 *m*: 31·6 v. H.

Der zweite Wert nimmt vom untersten zum obersten Meßpunkte bei Ausscheidung des Wertes für den Meßpunkt 3·40 *m* ab, und zwar um 31·3 v. H.

Es ergeben sich demnach für die „Differenz u. s. w.“ und für die „mittlere Dauer u. s. w.“ Unregelmäßigkeiten in den Änderungen der Werte von Punkt zu Punkt.

Zu Post 9 und 10.

Die Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden:

Diese Werte nehmen vom tiefsten Meßpunkte 0·40 *m* bis zum höchsten 4·30 *m* über der Sohle ab, und zwar mit Schwankungen, welche bei der „Maximaldauer“ nur gegen den Wasserspiegel vorkommen, bei der „Minimaldauer“ aber auch gegen die Sohle hin.

Nach Post 9 beträgt der Unterschied zwischen dem größten und kleinsten Wert $12\cdot34 - 7\cdot49 = 4\cdot85^{sec}$, das ist eine Abnahme von 39·3 v. H.,

und nach Post 10: $8\cdot54 - 6\cdot39 = 2\cdot15^{sec}$, das einer Abnahme von 25·2 v. H. entspricht.

Post 5: $v_m(u)$ (im einzelnen Meßpunkte).

Dieser Wert nimmt vom untersten zum obersten Meßpunkte zu, doch keineswegs gleichmäßig, denn es

beträgt die Zunahme vom Meßpunkte 0·40 bis 1·40: 25·0 v. H.,

„ „ 1·40 „ 1·90: 1·33 „

„ „ 1·90 „ 2·90: 13·15 „

„ „ 2·90 „ 4·30: 2·32 „

und die Zunahme „ „ 0·4 „ 4·30: 46·7 „

Post 13: $v_{g \min}$.

Der Linienzug $v_{g \min}$ weicht nicht sehr bedeutend von dem von v_m ab, weil die Zunahmen betragen:

vom Meßpunkte 0·40 bis 1·40: 27·5 v. H.

„ „ 1·40 „ 1·90: 9·6 „ (wodurch eine Störung verursacht wird)

„ „ 1·90 „ 2·90: 12·4 „

„ „ 2·90 „ 3·90: 5·2 „

$$v_{g \min(\max)} = 1·65 \times v_{g \min(\min)}.$$

Post 14: $v_{g \max}$.

Der Linienzug $v_{g \max}$ verläuft vom Meßpunkte 0·40 bis 3·40 m über der Sohle annähernd gleich mit dem Linienzuge v_m , es nehmen mithin für diesen Teil die Werte von unten nach oben zu, und zwar:

Vom Meßpunkte 0·40 m bis 1·40 m um 22·5 v. H.

„ „ 1·40 „ „ 1·90 „ „ 0·57 „ (Abnahme)

„ „ 1·90 „ „ 2·90 „ „ 8·10 „

„ „ 2·90 „ „ 3·40 „ „ 1·6 „

Zunahme vom Meßpunkte 0·40 m bis 3·40 m : 33·8 v. H.

$$\text{mithin } v_{g \max(\max)} = 1·34 \times v_{g \max(\min)}.$$

Post 15: $v_{g \max} - v_{g \min}$.

$v_{g \max} - v_{g \min}$ ist im Meßpunkte 1·40 m über der Sohle am größten = 0·49 m und im Meßpunkte 3·90 m am kleinsten = 0·25 m .

In den Meßpunkten 0·40 m und 1·40 m entspricht $v_{g \max} - v_{g \min}$ nicht der „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“. Diese „Differenz“ ist im untersten Meßpunkte 0·40 m am größten, während $v_{g \max} - v_{g \min}$ im höheren Meßpunkte 1·40 m am größten ist. Von 0·40 m bis 1·40 m hat die „Differenz“ um 28·9 v. H. abgenommen, $v_{g \max} - v_{g \min}$ um 11·4 v. H. zugenommen.

In den übrigen Meßpunkten ergeben sich keine solchen Unregelmäßigkeiten, das heißt einer Abnahme der „Differenz u. s. w.“ entspricht auch eine Abnahme von $v_{g \max} - v_{g \min}$ u. s. w.

Die Zunahme vom kleinsten Werte bis zum größten beträgt bei $v_{g \max} - v_{g \min}$: 0·49 — 0·25 = 0·24 m , d. s. 96·0 v. H., und bei der „Differenz u. s. w.“: 3·8 — 1·0 = 2·8^{sec}, d. s. 280·0 v. H.

Post 18: a_m (im einzelnen Meßpunkte).

Diese Werte nehmen vom untersten Meßpunkte bis 3·40 m über der Sohle zu, im Meßpunkte 3·90 m wieder ab und erreichen im Meßpunkte 4·30 m (d. i. nächst dem Wasserspiegel) den Größtwert. Die Zunahme ist keine gleichmäßige, denn sie beträgt:

vom Meßpunkte 0·40 m bis 1·40 m : 95·3 v. H.,

„ „ 1·40 „ „ 1·90 „ : 4·0 „

„ „ 1·90 „ „ 2·90 „ : 44·9 „

„ „ 2·90 „ „ 3·40 „ : 5·3 „

Zunahme von 0·40 m bis 4·30 m : $0·1483 - 0·0470 = 0·1013$ PS, d. s. 215·5 v. H.; es ist $a_{m(max)} = 3·15 \times a_{m(min)}$.

Post 16 und 17: $a_{g min}$ und $a_{g max}$.

$a_{g min}$ nimmt vom untersten Meßpunkte bis 3·90 m über der Sohle zu und dann ab.

Die Zunahme erfolgt nicht gleichmäßig, sie beträgt:

vom Meßpunkte 0·40 m bis 1·40 m : 107·4 v. H.,

„ „ 1·40 „ „ 1·90 „ : 31·6 „

„ „ 1·90 „ „ 2·90 „ : 42·1 „

„ „ 2·90 „ „ 3·90 „ : 16·4 „

Zunahme von 0·40 m bis 3·90 m : $0·1156 - 0·0256 = 0·0900$ PS, d. s. 351·5 v. H.; es ist $a_{g min(max)} = 4·51 \times a_{g min(min)}$.

$a_{g max}$ nimmt mit Schwankungen von unten nach oben zu, und zwar:

Zwischen 0·40 m und 1·40 m um 83·9 v. H. Zunahme

„ 1·40 „ „ 1·90 „ „ 1·75 „ Abnahme

„ 1·90 „ „ 2·90 „ „ 26·9 „ Zunahme

„ 2·90 „ „ 3·40 „ „ 4·4 „ „

„ 3·40 „ „ 4·30 „ „ 1·6 „ Abnahme.

Zunahme von 0·40 m bis 3·40 m über der Sohle:
 $0·1866 - 0·0779 = 0·1087$ PS, d. s. 139·5 v. H., und $a_{g max(max)} =$
 $= 2·39 \times a_{g max(min)}$.

Post 19: $a_{g max} - a_{g min}$.

Diese Differenz nimmt vom untersten Meßpunkte bis 1·40 m über der Sohle zu und erreicht hier den Größtwert 0·0902 PS; dann fällt sie unter Schwankungen auf 0·0783 PS (nächst dem Wasserspiegel) ab. Die Zunahme vom Meßpunkte 0·40 m bis 1·40 m beträgt

72.5 v. H. Vergleichen wir $a_{g\max} - a_{g\min}$ mit $v_{g\max} - v_{g\min}$ und mit der „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“, so finden wir, daß $v_{g\max} - v_{g\min}$ von 0.40 m bis 1.40 m um 11.4 v. H. ebenfalls zugenommen, jedoch die „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer“ um 28.9 v. H. abgenommen hat.

$a_{g\max} - a_{g\min}$	hat seinen kleinsten Wert	0.40 m	über der Sohle,
$v_{g\max} - v_{g\min}$	„ „ „ „	3.90	„ „ „ „
die „Differenz u. s. w.“	„ „ „ „	3.90	„ „ „ „

In den unteren fünf Meßpunkten (etwa die Hälfte der Wassertiefe) nimmt $a_{g\max} - a_{g\min}$ in bezug auf den Wert im untersten Meßpunkte stets zu, und $v_{g\max} - v_{g\min}$ mit Ausnahme des Wertes im Meßpunkte 1.40 m stets ab und die „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer“ auch stets ab.

Die Zunahme von $a_{g\max} - a_{g\min}$ von 0.40 m bis 2.40 m über der Sohle beträgt 61.6 v. H.

Die Abnahme von $v_{g\max} - v_{g\min}$ von 0.40 m bis 2.40 m über der Sohle beträgt 6.8 v. H.

Die Abnahme der „Differenz u. s. w.“ beträgt von 0.40 m bis 2.40 m über der Sohle 47.3 v. H.

Zwischen den Meßpunkten 2.40 m und 4.30 m über der Sohle (d. i. etwa in der oberen Hälfte der Wassertiefe) ergibt sich:

für $a_{g\max} - a_{g\min}$	eine Abnahme um	7.3 v. H.,
für $v_{g\max} - v_{g\min}$	„ „ „	21.9 „ und
für die „Differenz u. s. w.“	„ „ „	35.0 „

Vom untersten Meßpunkte 0.40 m bis zum obersten 4.30 m über der Sohle ergibt sich:

für $a_{g\max} - a_{g\min}$	eine Zunahme um	49.7 v. H.,
für $v_{g\max} - v_{g\min}$	„ Abnahme „	27.3 „
für die „Differenz u. s. w.“	„ „ „	65.8 „

Post 20 und 23, 24.

$a_{g\max} : a_{g\min}, (a_{g\max} - a_{g\min}) : a_{g\min}, (a_{g\max} - a_{g\min}) : a_m.$

Jeder dieser Quotienten hat seinen größten Wert im untersten Meßpunkte, fällt dann mit Schwankungen ab bis zum Meßpunkte 3.90 m über der Sohle, hier den kleinsten Wert erreichend und um 49.0 v. H., beziehungsweise 73.0 v. H. und 60.4 v. H. abnehmend.

Soll noch das größte $a_{g\max}$ und das kleinste $a_{g\min}$ in Beziehung gebracht werden, so ergibt sich folgendes:

6. Lotrechte X

bei + 30 cm, Wassertiefe 2·00 (1·65) m; am 5. Mai 1897.

Flügelgleichung $v = -0·014 + 0·245 n$.

1	Abstand des Meßpunktes von der Sohle in m	0·40	0·90	1·40	1·90
2	Gesamtzeit der Beobachtung in Sekunden	178·0	297·6	270·2	331·1
3	Gesamt-Umdrehungen	450	950	950	1250
4	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde	2·53	3·19	3·52	3·77
5	Mittlere Geschwindigkeit pro Sekunde in m	0·61	0·77	0·85	0·91
6	Die Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	9·6	6·8	4·9	5·0
7	Die mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	19·78	15·66	14·22	13·24
8	Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen . .	9	19	19	25
9	Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	24·98	18·76	16·62	16·54
10	Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	15·38	11·96	11·72	11·54
11	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen	2·00	2·66	3·01	3·02
12	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen	3·25	4·18	4·27	4·33
13	$v_{g \min}$ in m	0·48	0·64	0·72	0·73
14	$v_{g \max}$ " "	0·78	1·01	1·03	1·05
15	$v_{g \max} - v_{g \min}$ " "	0·30	0·37	0·31	0·32
16	$a_{g \max}$	0·0129	0·0280	0·0297	0·0315
17	$a_{g \min}$	0·0030	0·0071	0·0101	0·0106
18	a_m	0·0062	0·0124	0·0167	0·0205
19	$a_{g \max} - a_{g \min}$	0·0099	0·0209	0·0196	0·0209
20	$a_{g \max} : a_{g \min}$	4·3:1	3·94:1	2·94:1	2·97:1
21	$a_{g \max} : a_m$	2·08:1	2·26:1	1·77:1	1·54:1
22	$a_m : a_{g \min}$	2·07:1	1·75:1	1·65:1	1·93:1
23	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_{g \min}$	3·3:1	2·94:1	1·94:1	1·97:1
24	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m$	1·60:1	1·68:1	1·17:1	1·02:1

in PS für $f = 0·2 \times 0·2$
 $= 0·04 m^2$

Bemerkungen zu dieser Tabelle:

Zu Post 6:

„Die Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“ in Sekunden.

Dieser Wert nimmt vom untersten Meßpunkte $0.4\ m$ bis $1.40\ m$ über der Sohle stark und nahezu gleichmäßig ab, und zwar um $48.96\ v. H.$, von $1.40\ m$ bis $1.90\ m$ (das ist 0.1 unter dem Wasserspiegel) sehr wenig zu, und zwar um $2.04\ v. H.$

Zu Post 7:

„Die mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen“ in Sekunden:
Hier ist zwischen $0.40\ m$ und $0.90\ m$ über der Sohle eine stärkere Abnahme, um $20.83\ v. H.$, vorhanden, dann bis zum höchsten Punkt über der Sohle eine nahezu gleichmäßige Abnahme von $15.45\ v. H.$

Bei beiden Werten, Post 6 und 7, liegt der Größtwert im tiefsten Meßpunkt.

Zu Post 9 und 10:

Die Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden:

Diese Werte nehmen vom untersten Meßpunkte bis zum obersten ab, und zwar:

Nach Post 9: $24.98 - 16.54 = 8.44^{sec}$, d. i. eine Abnahme von $33.79\ v. H.$;

nach Post 10: $15.38 - 11.54 = 3.84^{sec}$, d. i. $24.96\ v. H.$

Zu Post 5: $v_m(u)$ (in den einzelnen Meßpunkten).

v_m nimmt vom untersten zum obersten Meßpunkte zu, und zwar $0.91 - 0.61 = 0.30\ m$, d. i. eine Zunahme um $49.2\ v. H.$

Der kleinste Wert kommt im untersten Meßpunkte vor.

Zu Post 13: $v_{g\ min}$.

Dieser Wert nimmt vom untersten Meßpunkte zum obersten ungleichmäßig zu:

$0.73 - 0.48 = 0.25\ m$, das ist eine Zunahme von $52.1\ v. H.$

Die Zunahme beträgt vom Meßpunkte $0.40\ m$ zu $0.90\ m$: $33.3\ v. H.$,

„ „ $0.90\ m$ „ $1.40\ m$: $12.5\ v. H.$

„ „ $1.40\ m$ „ $1.90\ m$: $1.39\ v. H.$

$$v_{g\ min(max)} = 1.521 \times v_{g\ min(min)}$$

Zu Post 14: $v_{g \max}$.

$v_{g \max}$ verläuft ungleichmäßig, denn vom untersten Meßpunkte bis zum nächsten nimmt es stärker zu, dann jedoch sehr wenig:

Zunahme von 0·40 m bis 0·90 m: 0·23 m, d. s. 29·5 v. H.

„ „ 0·90 „ „ 1·40 „ : 0·02 „ d. s. 1·98 „

„ „ 1·40 „ „ 1·90 „ : 0·05 „ d. s. 1·94 „

„ „ 0·40 „ „ 1·90 „ : 0·27 „ d. s. 34·6 „

$$v_{g \max (\max)} = 1·35 \times v_{g \max (\min)}.$$

Zu Post 15: $v_{g \max} - v_{g \min}$:

Diese Differenz ist im Meßpunkte 0·90 m über der Sohle am größten, und zwar gleich 0·37 m, im untersten 0·40 m über der Sohle am kleinsten = 0·30 m.

In diesen beiden Meßpunkten entspricht die „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen“ nicht dem $v_{g \max} - v_{g \min}$, da sie vom untersten zum nächstgelegenen Meßpunkt abnimmt, während $v_{g \max} - v_{g \min}$ wächst. Die Abnahme der „Differenz der beobachteten Maximaldauer u. s. w.“ beträgt von 0·40 m bis 0·90 m: $9·6 - 6·8 = 2·8^{\text{sec}}$, d. i. 29·17 v. H. und die Zunahme von $v_{g \max} - v_{g \min}$: $0·37 - 0·30 = 0·07$ m, d. i. 23·3 v. H.

In den übrigen Meßpunkten entspricht einer Abnahme der „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer u. s. w.“ auch eine Abnahme von $v_{g \max} - v_{g \min}$.

Die Zunahme vom kleinsten bis zum größten Werte beträgt bei $v_{g \max} - v_{g \min}$ $0·37 - 0·30 = 0·07$ m, d. s. 23·3 v. H., und bei der „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer u. s. w.“ $9·60 - 5·0 = 4·6^{\text{sec}}$, d. s. 92·0 v. H.

Zu Post 18: a_m (im einzelnen Meßpunkte).

Diese Werte nehmen vom untersten zum obersten Meßpunkte zu, und zwar:

vom Meßpunkte 0·40 m bis 0·90 m um $0·0124 - 0·0062 = 0·0062$ PS,
d. s. 100·0 v. H.

„ „ 0·90 m bis 1·40 m um $0·0167 - 0·0124 = 0·0043$ PS,
d. s. 34·68 v. H.

„ „ 1·40 m bis 1·90 m um $0·0205 - 0·0167 = 0·0038$ PS,
d. s. 22·75 v. H.

Vom untersten bis zum obersten Meßpunkte beträgt die Zunahme $0·0205 - 0·0062 = 0·0143$ PS, d. s. 230·64 v. H.

$$\text{Es ist } a_m (\max) = 3·31 \times a_m (\min).$$

Zu Post 16 und 17: $a_{g \max}$ und $a_{g \min}$.

$a_{g \min}$ nimmt vom untersten bis zum obersten Meßpunkte zu, und zwar:

vom Meßpunkte 0·40 *m* bis 0·90 *m* um $0\cdot0071 - 0\cdot0030 = 0\cdot0041$ PS,
d. s. 136·67 v. H.

„ „ 0·90 *m* bis 1·40 *m* um $0\cdot0101 - 0\cdot0071 = 0\cdot0030$ PS,
d. s. 42·25 v. H.

„ „ 1·40 *m* bis 1·90 *m* um $0\cdot0106 - 0\cdot0101 = 0\cdot0005$ PS,
d. s. 4·95 v. H.

Zunahme von 0·40 *m* bis 1·90 *m*: $0\cdot0106 - 0\cdot0030 = 0\cdot0076$ PS,
d. s. 253·33 v. H. Es ist $a_{g \min(\max)} = 3\cdot53 \times a_{g \min(\min)}$.

$a_{g \max}$ nimmt vom untersten Meßpunkte zum nächsten stark und dann sehr wenig und gleichmäßig zu, und zwar

vom Meßpunkte 0·40 *m* bis 0·90 *m* um 117·05 v. H.,

„ „ 0·90 „ „ 1·40 „ „ 6·07 „

„ „ 1·40 „ „ 1·90 „ „ 6·07 „

Die Zunahme von 0·40 *m* bis 1·90 *m* über der Sohle beträgt
 $0\cdot0315 - 0\cdot0129 = 0\cdot0186$ PS, d. s. 144·44 v. H.

Es ist $a_{g \max(\max)} = 2\cdot44 \times a_{g \max(\min)}$.

Zu Post 19: $a_{g \max} - a_{g \min}$.

Dieser Wert nimmt vom untersten Meßpunkte, wo er am kleinsten ist, bis zum nächsten stark zu und bleibt dann mehr oder weniger unverändert:

die Zunahme von 0·40 *m* bis 0·90 *m* beträgt 111·11 v. H.,

„ Abnahme „ 0·90 „ „ 1·40 „ „ 6·22 „

„ Zunahme „ 1·40 „ „ 1·90 „ „ 6·63 „

Der Vergleich von $a_{g \max} - a_{g \min}$ mit $v_{g \max} - v_{g \min}$ und mit der „Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden“ ergibt, daß $v_{g \max} - v_{g \min}$ vom untersten Meßpunkte 0·40 *m* bis zum nächsten 0·90 *m* zugenommen hat, und zwar um 23·3 v. H., jedoch die „Differenz u. s. w.“ zwischen diesen Meßpunkten abgenommen hat, und zwar um 29·17 v. H.

Weiters ergibt sich für $a_{g \max} - a_{g \min}$ der kleinste Wert im tiefsten Meßpunkte, d. i. 0·40 *m* über der Sohle, für die „Differenz u. s. w.“ jedoch im Meßpunkte 1·40 *m* über der Sohle.

Weiters ergibt sich für $a_{g \max} - a_{g \min}$ vom untersten Meßpunkte bis zum obersten eine Zunahme um 111·11 v. H., für die „Differenz u. s. w.“

eine Abnahme um 47·12 v. H. Vom Meßpunkte 1·40 m über der Sohle bis 1·90 m, das ist unter dem Wasserspiegel, nehmen $a_{g \max} - a_{g \min}$ und auch die „Differenz u. s. w.“ zu.

Zu Post 20, 23 und 24.

$$a_{g \max} : a_{g \min}, (a_{g \max} - a_{g \min}) : a_{g \min} \text{ und } (a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m.$$

$a_{g \max} : a_{g \min}$ hat seinen größten Wert im untersten Meßpunkte, nimmt bis zum Meßpunkte 1·40 m über der Sohle ab, hier den kleinsten Wert erreichend, und dann bis zum nächsten, obersten Meßpunkte etwas zu. In derselben Weise ändert sich auch der Wert $(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_{g \min}$ in den vier Meßpunkten, während $(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m$ von 0·40 m bis 0·90 m über der Sohle wächst, hier den größten Wert annimmt und von da bis zum obersten Meßpunkte abnimmt, wo es den kleinsten Wert erreicht. Alle drei Werte nehmen um 31·63 v. H., beziehungsweise 70·1 v. H. und 64·7 v. H. vom größten zum kleinsten ab.

Im folgenden sei noch für die Lotrechte X die Beziehung zwischen dem größten $a_{g \max}$, dem kleinsten $a_{g \min}$ und a_m aufgestellt, welch letzteres der mittleren Geschwindigkeit der Lotrechten X entspricht. Es ist für die Lotrechte X

$$\text{das größte } a_{g \max} = 0\cdot0315 \text{ PS}$$

$$\text{das kleinste } a_{g \min} = 0\cdot0030 \text{ PS}$$

$$\text{Unterschied } 0\cdot0285 \text{ PS,}$$

d. h. um 950·0 v. H. ist das größte $a_{g \max}$ größer als das kleinste $a_{g \min}$, oder $a_{g \max}(\max) = 10\cdot5 \times a_{g \min}(\min)$.

Wenn $v_m = 0\cdot80 \text{ m}$ und $f = 0\cdot2 \times 0\cdot2 = 0\cdot04 \text{ m}^2$ ist, so berechnet sich $a_m = 0\cdot68 \times 0\cdot04 \times 0\cdot80^3 = 0\cdot0139 \text{ PS}$, ein Mittelwert, der gegen das kleinste $a_{g \min}$ um 363·3 v. H. zu groß und gegen das größte $a_{g \max}$ um 55·87 v. H. zu klein ist.

$$\text{Demnach ist } a_m = 4\cdot633 \times a_{g \min}(\min) \text{ und}$$

$$a_m = 0\cdot441 \times a_{g \max}(\max).$$

Aus den Diagrammen über die Schwankungen der Dauer von je 50 Flügelumdrehungen ergibt sich:

Im Meßpunkte 0·40 m über der Sohle ist die

Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen 9

$$\text{„ „ } a_m = 0\cdot0062 \text{ PS} \quad 3$$

$$\text{„ „ } a_{g \max} = 0\cdot0129 \text{ PS} \quad 1$$

$$\text{„ „ } a_{g \min} = 0\cdot0030 \text{ PS} \quad 1$$

im Meßpunkte 0.90 m über der Sohle die

Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen	19		
„ „ a_m	= 0.0124 PS	6	
„ „ $a_{g \max}$	= 0.0280 PS	1	und die
„ „ $a_{g \min}$	= 0.0071 PS	2	u. s. w.

Die unmittelbar zuvor verwerteten Flügelmessungen in den Lotrechten III, IV, V, VI und X wurden im Querprofile des Wiener Donaukanales, km 2.000 (Regierungs-Jubiläumsbrücke) bei den Aufnahmewasserständen + 10, + 10, + 8, + 26 und + 30 cm vorgenommen. Die Schwankungen der Wasserstände führten vor Berechnung der Abflußmenge dieses Querprofiles zur Ermittlung des wahren mittleren Messungswasserstandes + 21 cm.

Die Untersuchungen über die Veränderungen der Arbeitsfähigkeit infolge der Pulsation der Wassergeschwindigkeit erstrecken sich sohin auf jene Querschnittsform, bei welcher, insbesondere beim linken Ufer, die Böschungslinie sehr gut in die Sohlenlinie übergeführt ist. Die Lotrechten III bis VI liegen in der linken Querschnittshälfte und sind derart ausgeteilt, daß Lotrechte III im Böschungsfuß und Lotrechte VI fast in die Mitte der Sohlenlinie zu liegen kommt, und daß sie gleichen Abstand haben. Die Lotrechte X liegt nahezu in der Mitte der rechten Böschungslinie. Im Übrigen sind die Messungswasserstände zwischen + 8 cm und + 30 cm schwankend, was auch zu berücksichtigen wäre. Daß Unterschiede (z. B. 26 — 10 = 16 cm) in den Aufnahmewasserständen Verschiedenheiten in den Änderungen der Arbeitsfähigkeit im einzelnen Meßpunkte hervorrufen, erweisen die Erläuterungen zu den Tabellen der Lotrechten IV bei + 10 und + 26 cm Aufnahmewasserstand.

Auf Grund der Untersuchungen in den einzelnen Lotrechten ergeben sich nachstehende Folgerungen:*)

1. In jeder dieser Lotrechten ändert sich im einzelnen Meßpunkte der Wert a_m , so daß ein $a_{m \max}$ und ein $a_{m \min}$ vorhanden ist. Während $a_{m \max}$ nicht ausschließlich in oder nahe dem höchstgelegenen Meßpunkte auftritt (denn in der Lotrechten III kommt $a_{m \max}$ etwas über der Mitte der Tiefe vor), ist $a_{m \min}$ stets nur im untersten Meßpunkte zu finden.

*) Keinesfalls dürfen wir übersehen, daß in den Ergebnissen der hydro-metrischen Messungen auch der Einfluß der Wirbelbewegung des fließenden Wassers auf das Ausmaß der Einzelgeschwindigkeit enthalten ist. „Die große Bedeutung der Wirbelbewegung des Wassers beim Erosionsvorgange“ nachzuweisen, gehört ebenfalls zu unseren Aufgaben.

2. Die Werte $a_{m \max}$ und $a_{m \min}$ sind in der Böschungslotrechten am kleinsten und in der Flußmitte am größten. Die Zunahmen von diesem kleinsten zum größten Werte sind bei $a_{m \min}$ größer als bei $a_{m \max}$. Das Verhältnis $a_{m \max} : a_{m \min}$ schwankt in den einzelnen Lotrechten unwesentlich, ausgenommen die Lotrechte des Böschungsfußes beim linken Ufer.

3. In jedem einzelnen Meßpunkte der Lotrechten ist die Arbeitsfähigkeit veränderlich, sie wird in einem und demselben Meßpunkte bald größer, bald kleiner als a_m und erreicht für die Dauer der Messung (Beobachtungszeit) einen Größtwert $a_{g \max}$ und einen kleinsten Wert $a_{g \min}$.

4. Der Unterschied der Grenzwerte $a_{g \max} - a_{g \min}$ ist, absolut genommen, in den Böschungslotrechten am kleinsten und in der Flußmitte am größten, doch in bezug auf a_m in ersteren Lotrechten größer als in der Flußmitte.

5. Auch $a_{g \max} - a_{g \min}$ ändert sich in jedem einzelnen Meßpunkte. Sogar besteht für diesen Unterschied in jeder Lotrechten ein kleinster und ein größter Wert. Der kleinste Wert entspricht dem $a_{m \min}$, d. h. diese beiden Werte sind im untersten Meßpunkte vorhanden; der Größtwert von $a_{g \max} - a_{g \min}$ jedoch fällt mit $a_{m \max}$ nicht in ein und denselben Meßpunkt zusammen.

6. Das Verhältnis $(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m$ erreicht seinen größten Wert in jeder Lotrechten in Meßpunkten, die nahe der Sohle liegen, seinen kleinsten Wert jedoch in den näher dem Wasserspiegel zu liegenden Meßpunkten.

7. Das Verhältnis $(a_{g \max} : a_{g \min})$ für ein und denselben Meßpunkt ist in den Böschungslotrechten am größten und in der Kanalmitte am kleinsten. Dessen Größtwerte finden sich in den einzelnen Lotrechten näher der Sohle vor und die kleinsten Werte näher dem Wasserspiegel.

Nachweise zu Punkt 1 und 2.

Lotrechte		X	III	IV	V	VI
$a_{m \max}$	in PS	0·0205	0·0746	0·0993	0·1222	0·1483
	Abstand von der Sohle	1·90 m	2·50 m	3·80 m	3·80 m 4·20 m	4·30 m
$a_{m \min}$	in PS	0·0062	0·0068	0·0205	0·0315	0·0470
	Abstand von der Sohle	0·40 m	0·50 m	0·30 m	0·30 m	0·40 m

IV Der Unterschied von $(a_{g \max} - a_{g \min})_{\max}$ in den Lotrechten X und VI beträgt 0.0693 PS, d. s. 331.6 v. H.; der Unterschied von $(a_{g \max} - a_{g \min})_{\min}$ in den Lotrechten X und VI beträgt 0.0424 PS, d. s. 428.3 v. H.; der Unterschied von $\left(\frac{a_{g \max} - a_{g \min}}{a_m}\right)_{\max}$ in den Lotrechten X und VI beträgt 0.57 PS, d. s. 51.3 v. H. (d. h. der Wert in X ist um 51.3 v. H. größer als in VI); der Unterschied von $\left(\frac{a_{g \max} - a_{g \min}}{a_m}\right)_{\min}$ in den Lotrechten X und VI beträgt 0.58 PS, d. s. 131.8 v. H. (d. h. der Wert in X ist um 131.8 v. H. größer als in VI); der Unterschied von $\left(\frac{a_{g \max}}{a_{g \min}}\right)_{\max}$ in den Lotrechten X und VI beträgt 1.26 PS, d. s. 41.4 v. H. (der Wert in X ist um 41.4 v. H. größer als in VI); der Unterschied von $\left(\frac{a_{g \max}}{a_{g \min}}\right)_{\min}$ in den Lotrechten X und VI beträgt 1.39 PS, d. s. 89.7 v. H. (der Wert in X ist um 89.7 v. H. größer als in VI).

8. Bei der Zunahme von a_m in ein und demselben Meßpunkte nimmt zumeist auch $a_{g \max} - a_{g \min}$ zu, $\frac{a_{g \max} - a_{g \min}}{a_m}$ aber meistens ab. Bei gleichem a_m in ein und demselben Meßpunkte bei verschiedenen Wasserständen ist $a_{g \max} - a_{g \min}$ wie auch $\frac{a_{g \max} - a_{g \min}}{a_m}$ verschieden.

Die Folgerungen in Punkt 8 stützen sich auf die Untersuchungen in der Lotrechten IV bei den verschiedenen Aufnahme-wasserständen +10 cm und +26 cm.

9. Bei gleichem a_m in verschiedenen Meßpunkten in ein und demselben Querprofile ist jedoch $a_{g \max} - a_{g \min}$ ungleichwertig.

Nachweis:

Lotrechte	IV	V	VI
Abstand von der Sohle in m	3.30	2.30	1.40
a_m in PS	0.0918	0.0918	0.0918
$a_{g \max} - a_{g \min}$ in PS	0.0618	0.0673	<u>0.0902</u>

Der Unterschied von $a_{g \max} - a_{g \min}$ bei gleichem a_m in den Lotrechten IV und VI beträgt 0.0284 PS, d. s. 45.9 v. H.

Aus den Untersuchungsergebnissen für die Lotrechte IV bei den verschiedenen Wasserständen + 10 cm und + 26 cm geht auch hervor, daß die Werte $a_{g \max + 10}$ den Werten $a_{g \min / + 26}$ nicht annähernd gleichkommen. Es sind eben die Aufnahmewasserstände + 10 cm und + 26 cm noch viel zu wenig voneinander abstehend, um eine annähernde Übereinstimmung zwischen $a_{g \max}$ des niederen Wasserstandes mit $a_{g \min}$ des höheren feststellen zu können.

B. Donau.

Meßprofil II.

Zu erwähnen ist, daß die in den Post-Nr. 21 bis 23 angegebenen Werte zeichnerisch nicht dargestellt sind, weil die betreffenden Linienzüge die bereits für das Meßprofil IV eingezeichneten Linien zu sehr verwirren würden.

Die in 4 Tabellen zusammengefaßten Untersuchungsergebnisse werden zunächst angeführt, und zwar:

7. Lotrechte I

(Donau), Meßprofil II, km 3·340 oberhalb der Reichsbrücke, bei 0 ;
 Wassertiefe 2·0 m; Flügelgleichung $v = - 0·014 + 0·213 n$.

Die Maximalwerte sind mit voller, die Minimalwerte mit punktierter Linie unterstrichen.

1	Abstand d. Meßpunktes von der Sohle in <i>m</i>	0·40	0·90	1·40	1·90
2	Gesamtzeit der Beobachtung in Sekunden	353·1	303·2	258·4	282·8
3	Gesamtumdrehungen	1950	2200	1800	2100
4	Mittlere Umdrehungszahl <i>n</i> pro Sekunde	5·52	7·25	6·97	7·42
5	Mittlere Geschwindigkeit pro Sekunde in <i>m</i>	1·06	1·53	1·47	1·57
6	Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	<u>3·6</u>	2·1	2·5	2·2
7	Mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	9·05	6·89	7·18	6·73
8	Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen . .	39	44	36	42
9	Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	11·00	8·04	8·38	8·03
10	Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	7·40	5·94	5·88	5·83
11	Mittlere Umdrehungszahl <i>n</i> pro Sekunde für die Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen	4·54	6·22	5·97	6·23
12	Mittlere Umdrehungszahl <i>n</i> pro Sekunde für die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen	6·76	8·42	8·50	8·58
13	<i>v_{g min}</i> in <i>m</i>	0·95	<u>1·31</u>	1·26	<u>1·31</u>
14	<i>v_{g max}</i> " "	1·42	1·78	1·80	1·81
15	<i>v_{g max} - v_{g min}</i> " "	0·47	0·47	0·54	0·50
16	<i>a_{g max}</i>	0·0779	0·1534	0·1586	0·1613
17	<i>a_{g min}</i>	0·0233	0·0611	0·0544	0·0611
18	<i>a_m</i>	0·0324	0·0974	0·0864	0·1052
19	<i>a_{g max} - a_{g min}</i>	0·0546	0·0923	0·1042	0·1002
20	<i>a_{g max} : a_{g min}</i>	3·34 : 1	2·51 : 1	2·92 : 1	2·64 : 1
21	<i>a_{g max} : a_m</i>	2·40 : 1	1·57 : 1	1·84 : 1	1·53 : 1
22	<i>a_m : a_{g min}</i>	1·39 : 1	1·59 : 1	1·59 : 1	1·72 : 1
23	<i>(a_{g max} - a_{g min}) : a_{g min}</i>	2·34 : 1	1·51 : 1	1·92 : 1	1·64 : 1
24	<i>(a_{g max} - a_{g min}) : a_m</i>	1·69 : 1	0·95 : 1	1·21 : 1	0·95 : 1

in PS für $f = 0·2 \times 0·2 = 0·04 m^2$

8. Lotrechte V

(Donau) Meßprofil II, km 3·340, bei + 1 cm Wasserstand; Wassertiefe 2·95 m; Flügelgleichung $v = - 0·014 + 0·213 n$.

1	Abstand d. Meßpunktes von der Sohle in m .	0·15	0·65	1·15	1·65	2·15	2·65	2·85
2	Gesamtzeit der Beobachtung in Sekunden	339·5	268·8	326·4	298·0	324·8	341·7	300·9
3	Gesamt-Umdrehungen	2500	2450	3250	2950	3350	3550	3050
4	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde .	7·36	9·11	9·96	9·90	10·31	10·39	10·13
5	Mittlere Geschwindigkeit pro Sekunde in m	1·55	1·93	2·11	2·10	2·18	<u>2·20</u>	2·14
6	Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	<u>3·2</u>	1·9	1·5	1·7	1·2	0·9	0·9
7	Mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	6·79	5·48	5·02	5·05	4·85	4·81	4·93
8	Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen . .	50	49	65	59	67	71	61
9	Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	8·69	6·78	5·82	6·05	5·65	5·26	5·38
10	Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	5·49	4·88	4·32	4·35	4·45	4·36	4·48
11	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen	5·75	7·37	8·59	8·26	8·85	9·50	9·29

8. Lotrechte V

(Donau) Meßprofil II, km 3·340, bei + 1 cm Wasserstand; Wassertiefe 2·95 m; Flügelgleichung $v = -0·014 + 0·213 n$.

12	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen	9·11	10·24	11·57	11·49	11·24	11·47	11·16
13	$v_{g \min}$ in m	1·21	1·56	1·82	1·75	1·87	<u>2·01</u>	1·96
14	$v_{g \max}$ „ „	1·93	2·16	<u>2·45</u>	2·43	2·38	2·43	2·36
15	$v_{g \max} - v_{g \min}$. in m	<u>0·72</u>	0·60	0·63	0·68	0·51	0·42	0·40
16	$a_{g \max}$	0·1955	0·2741	<u>0·4000</u>	0·3903	0·3667	0·3903	0·3575
17	$a_{g \min}$	0·0481	0·1033	0·1640	0·1458	0·1787	<u>0·2209</u>	0·2048
18	a_m	0·1013	0·1955	0·2555	0·2516	0·2818	<u>0·2896</u>	0·2666
19	$a_{g \max} - a_{g \min}$	0·1474	0·1708	0·2360	<u>0·2445</u>	0·1880	0·1694	0·1527
20	$a_{g \max} : a_{g \min}$	<u>4·06:1</u>	2·65:1	2·44:1	2·70:1	2·05:1	1·77:1	1·74:1
21	$a_{g \max} : a_m$	<u>1·94:1</u>	1·40:1	1·56:1	1·55:1	1·30:1	1·35:1	1·34:1
22	$a_m : a_{g \min}$	<u>2·10:1</u>	1·89:1	1·56:1	1·73:1	1·58:1	<u>1·31:1</u>	1·32:1
23	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_{g \min}$	<u>3·06:1</u>	1·65:1	1·44:1	1·70:1	1·05:1	0·77:1	0·74:1
24	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m$.	<u>1·45:1</u>	0·87:1	0·92:1	0·97:1	0·67:1	0·59:1	0·57:1

in PS für
 $f = 0·2 \times 0·2 = 0·04 \text{ m}^2$

9. Lotrechte VIII

(Donau) Meßprofil II, km 3:340, bei + 16 cm Wasserstand; Wassertiefe 3.40 m; Flügelgleichung $v = -0.014 + 0.213 n$.

1	Abstand d. Meßpunktes von der Sohle in <i>m</i>	0.40	0.90	1.40	1.90	2.40	2.90	3.30
2	Gesamtzeit der Beobachtung in Sekunden	333.2	280.8	408.7	314.8	297.0	268.2	315.7
3	Gesamt-Umdrehungen	2050	2300	3550	2850	2700	2500	3350
4	Mittlere Umdrehungszahl <i>n</i> pro Sekunde	6.15	8.19	8.68	9.05	9.09	9.32	10.61
5	Mittlere Geschwindigkeit pro Sekunde in <i>m</i>	1.29	1.73	1.83	1.91	1.92	1.97	2.24
6	Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	3.8	2.3	1.7	1.6	1.8	1.9	0.8
7	Mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	8.13	6.10	5.76	5.52	5.50	5.36	4.71
8	Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen . .	41	46	71	57	54	51	67
9	Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	9.98	7.50	6.61	6.37	6.50	6.26	5.08
10	Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	6.18	5.20	4.91	4.77	4.70	4.36	4.28
11	Mittlere Umdrehungszahl <i>n</i> pro Sekunde für die Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen	5.01	6.67	7.56	7.85	7.69	7.99	9.84

9. Lotrechte VIII

(Donau) Meßprofil II, km 3·340, bei + 16 cm Wasserstand; Wassertiefe 3·40 m; Flügelgleichung $v = - 0·014 + 0·213 n$.

12	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen	8·09	9·61	10·18	10·48	10·64	11·47	11·68
13	$v_{g \min}$ in m	1·05	1·41	1·60	1·66	1·62	1·69	<u>2·08</u>
14	$v_{g \max}$ " "	1·72	2·03	2·15	2·22	2·25	2·43	<u>2·47</u>
15	$v_{g \max} - v_{g \min}$ " "	0·67	0·62	0·55	0·56	0·63	<u>0·74</u>	0·39
16	$a_{g \max}$	0·1384	0·2275	0·2703	0·2976	0·3098	0·3903	<u>0·4099</u>
17	$a_{g \min}$	0·0315	0·0762	0·1114	0·1244	0·1156	0·1313	<u>0·2448</u>
18	a_m	0·0584	0·1408	0·1667	0·1895	0·1925	0·2079	<u>0·3057</u>
19	$a_{g \max} - a_{g \min}$	0·1069	0·1513	0·1589	0·1732	0·1942	<u>0·2590</u>	0·1651
20	$a_{g \max} : a_{g \min}$	<u>4·39 : 1</u>	2·98 : 1	2·43 : 1	2·39 : 1	2·67 : 1	2·97 : 1	1·67 : 1
21	$a_{g \max} : a_m$	<u>2·37 : 1</u>	1·61 : 1	1·62 : 1	1·57 : 1	1·61 : 1	1·88 : 1	1·34 : 1
22	$a_m : a_{g \min}$	<u>1·85 : 1</u>	<u>1·85 : 1</u>	1·50 : 1	1·52 : 1	1·66 : 1	1·58 : 1	1·25 : 1
23	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_{g \min}$	<u>3·39 : 1</u>	1·98 : 1	1·43 : 1	1·39 : 1	1·67 : 1	1·97 : 1	0·67 : 1
24	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m$	<u>1·83 : 1</u>	1·07 : 1	0·95 : 1	0·91 : 1	1·01 : 1	1·24 : 1	0·54 : 1

in PS für $f = 0·2 \times 0·2 = 0·04 m^2$

10. Lotrechte XII

(Donau) Meßprofil II, Wasserstand 0; Wassertiefe 2.0 m; Flügelgleichung: $v = 0.014 + 0.213 n$.

1	Abstand des Meßpunktes von der Sohle in <i>m</i>	0.30	0.80	1.30	1.80	2.30	2.80	3.30	3.80	4.30	4.70
2	Gesamtzeit der Beobachtungen in Se- kunden	325.6	429.4	312.0	326.3	349.9	278.2	261.1	297.9	343.6	328.7
3	Gesamtumdrehungen	2200	3200	2750	3100	3400	2750	2600	2950	3450	3300
4	Mittlere Umdrehungszahl <i>n</i> pro Se- kunde	6.76	7.45	8.81	9.50	9.72	9.88	9.96	9.90	10.04	10.03
5	Mittlere Geschwindigkeit pro Sekunde in <i>m</i>	1.43	1.57	1.86	2.01	2.07	2.09	2.11	2.09	2.13	2.12
6	Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügel- umdrehungen in Sekunden	2.8	2.20	1.40	1.20	0.90	0.80	0.80	0.60	0.70	0.70
7	Mittlere Dauer von 50 Flügelumdre- hungen in Sekunden	7.40	6.71	5.67	5.26	5.15	5.06	5.02	5.05	4.96	4.99
8	Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen	44	64	55	62	68	55	52	59	69	66
9	Maximaldauer von 50 Flügelumdre- hungen in Sekunden	9.20	7.86	6.47	6.06	5.60	5.51	5.37	5.40	5.31	5.24
10	Minimaldauer von 50 Flügelumdre- hungen in Sekunden	6.40	5.66	5.07	4.86	4.70	4.71	4.57	4.80	4.61	4.54

10. Lotrechte XII.

(Donau) Meßprofil II, Wasserstand 0; Wassertiefe 2.0 m; Flügelgleichung: $v = -0.014 + 0.213 n$.

11	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen	5.43	6.36	7.72	8.25	8.93	9.07	9.31	9.26	9.42	9.54
12	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen	7.81	8.83	9.86	10.29	10.63	10.61	10.94	10.42	10.84	11.01
13	$v_{g \text{ min}}$ in m	1.14	1.34	1.64	1.74	1.89	1.92	1.96	1.96	1.99	2.02
14	$v_{g \text{ max}}$ "	1.65	1.87	2.09	2.18	2.25	2.25	2.32	2.20	2.29	2.33
15	$v_{g \text{ max}} - v_{g \text{ min}}$ "	0.51	0.53	0.45	0.44	0.36	0.33	0.36	0.24	0.30	0.31
16	$a_{g \text{ max}}$	0.1222	0.1787	0.2483	0.2818	0.3098	0.3098	0.3396	0.2896	0.3266	0.3441
17	$a_{g \text{ min}}$	0.0403	0.0654	0.1200	0.1433	0.1836	0.1925	0.2048	0.2048	0.2138	0.2242
18	a_m	0.0795	0.1053	0.1750	0.2209	0.2412	0.2483	0.2555	0.2483	0.2628	0.2592
19	$a_{g \text{ max}} - a_{g \text{ min}}$	0.0819	0.1133	0.1283	0.1385	0.1262	0.1173	0.1348	0.0848	0.1128	0.1199
20	$a_{g \text{ max}} : a_{g \text{ min}}$	3.03:1	2.73:1	2.07:1	1.97:1	1.69:1	1.61:1	1.66:1	1.41:1	1.53:1	1.53:1
21	$a_{g \text{ max}} : a_m$	1.54:1	1.70:1	1.41:1	1.27:1	1.28:1	1.25:1	1.33:1	1.17:1	1.24:1	1.33:1
22	$a_m : a_{g \text{ min}}$	1.97:1	1.61:1	1.46:1	1.54:1	1.31:1	1.29:1	1.25:1	1.21:1	1.23:1	1.16:1
23	$(a_{g \text{ max}} - a_{g \text{ min}}) : a_{g \text{ min}}$	2.03:1	1.73:1	1.07:1	0.97:1	0.69:1	0.61:1	0.66:1	0.41:1	0.53:1	0.53:1
24	$(a_{g \text{ max}} - a_{g \text{ min}}) : a_m$	1.03:1	1.08:1	0.73:1	0.63:1	0.52:1	0.47:1	0.53:1	0.34:1	0.43:1	0.46:1

in PS für $f = 0.2 \times 0.2 = 0.04 m^2$

Solche eingehende Erläuterungen der Untersuchungen für jede einzelne Lotrechte wie zuvor beim Donaukanal sollen hier dem Selbststudium überlassen bleiben und soll nur festgestellt werden, daß man nach den vorliegenden, durch Tabellen und zeichnerische Darstellung gekennzeichneten Untersuchungen aus den Änderungen der Unterschiede $v_{g\max} - v_{g\min}$ nicht auf die Änderungen von $a_{g\max} - a_{g\min}$ für eine bestimmte Lotrechte schließen darf.

Weiters sind die Ergebnisse der Untersuchungen bei den vier Lotrechten zu vergleichen und in Beziehung zu bringen, wonach sich nachstehende Folgerungen ergeben:

1. In jeder dieser Lotrechten ändert sich im einzelnen Meßpunkte der Wert a_m , so daß ein $a_{m/\max}$ und ein $a_{m/\min}$ vorhanden ist. Während $a_{m/\max}$ in den dem Wasserspiegel zunächst liegenden Meßpunkten vorkommt, ist $a_{m/\min}$ stets nur im untersten Meßpunkte zu finden.

2. Die Werte $a_{m/\max}$ sind in den beiden den Ufern zunächst liegenden Lotrechten I und XII kleiner als für die beiden im Flußinnern liegenden Lotrechten V und VIII, doch ist $a_{m/\min}$ in der gegen die Flußmitte liegenden Lotrechten VIII kleiner als in den benachbarten Lotrechten V und XII.

Das Verhältnis $a_{m/\max} : a_{m/\min}$ schwankt in den einzelnen Lotrechten mehr oder weniger, und zwar ist der Unterschied dieses Verhältnisses in den dem Ufer zunächst liegenden Lotrechten I und XII unwesentlich, doch zwischen den im Flußinnern liegenden Lotrechten V und VIII bedeutend (83,5 v. H.). Der Größtwert dieses Verhältnisses findet sich nahe der Flußmitte vor.

3. In jedem einzelnen Meßpunkte der Lotrechten ist die „Arbeitsfähigkeit“ veränderlich, sie wird in einem und demselben Meßpunkte bald größer, bald kleiner als a_m und erreicht für die Dauer der Messung einen Größtwert $a_{g\max}$ und einen kleinsten Wert $a_{g\min}$.

4. Der Unterschied der Grenzwerte $a_{g\max} - a_{g\min}$ ist, absolut genommen, in den beiden im Flußinnern liegenden Lotrechten größer als in den den Ufern zu liegenden. Doch in bezug auf a_m sind die Mindest- und Größtwerte des Unterschiedes $a_{g\max} - a_{g\min}$ zu berücksichtigen, und zwar:

Bei diesen Mindestwerten (die nur im untersten Meßpunkte vorkommen) ist bei den im Flußinnern liegenden Lotrechten V und VIII: $a_{g\max} - a_{g\min}$ in bezug auf a_m wesentlich größer als bei

den Uferseitigen, wie die schraffierten Flächen in der vorliegenden Tafel anzeigen.

Bei den Größtwerten von $a_{g\ max} - a_{g\ min}$, die gegen die Mitte der Tiefe und gegen den Wasserspiegel vorkommen, ist dieser Unterschied in bezug auf a_m hinsichtlich der Lage der Lotrechten verschieden groß.

5. Auch $a_{g\ max} - a_{g\ min}$ ändert sich in jedem einzelnen Meßpunkte. Sogar besteht für diesen Unterschied in jeder Lotrechten ein kleinster und ein größter Wert.

Der kleinste Wert entspricht dem $a_{m/min}$, d. h. diese beiden Werte sind im untersten Meßpunkte vorhanden.

Der Größtwert von $a_{g\ max} - a_{g\ min}$ jedoch fällt mit $a_{m/max}$ nicht auf einen und denselben Meßpunkt.

6. Das Verhältnis $(a_{g\ max} - a_{g\ min}) : a_m$ erreicht seinen größten Wert in den der Sohle zunächst liegenden Meßpunkten, seinen kleinsten Wert in den übrigen, vorwiegend nächst dem Wasserspiegel liegenden Meßpunkten.

7. Das Verhältnis $(a_{g\ max} : a_{g\ min})$ für ein und denselben Meßpunkt ist in der nächst der Flußmitte liegenden Lotrechten VIII am größten und in der Lotrechten XII (im rechten Kolke) am kleinsten.

Seine Größtwerte finden sich in den einzelnen Lotrechten im untersten Meßpunkte vor und die kleinsten Werte vorwiegend näher dem Wasserspiegel.

8. Über die Zunahme von a_m in ein und demselben Meßpunkte kann nichts gefolgert werden, weil Erhebungen bei verschiedenen Wasserständen nicht vorliegen.

9. Bei gleichem a_m in verschiedenen Meßpunkten des Querprofiles ist $a_{g\ max} - a_{g\ min}$ ungleichwertig.

Halten wir diesen Folgerungen die bei den Untersuchungen für den Donaukanal gefundenen Ergebnisse entgegen, so stoßen wir auf auffallende Gegensätze, die in den Punkten 2, 4, 6 und 7 zum Ausdruck kommen.

Nicht zu übersehen ist dabei, daß das Meßprofil IV des Donaukanales einen trapezförmigen Querschnitt aufweist mit nahezu wagrechter und unveränderlicher Sohlenlage, während das Meßprofil II der Donau für die Aufnahmewasserstände 0 bis + 16 cm der Frühjahrmessung 1897 keine annähernd wagrechte oder sonstwie geneigte gerade Linie als Sohlenlinie enthält.

In seinen beiden Querschnittshälften sind mehr oder weniger muldenförmige Querschnittsformen ausgebildet, und zwar zeigt sich im linken Querschnittsteil eine sehr schwach ausgeprägte Mulde, jedoch in der rechten Hälfte die Form eines stark ausgebildeten Kolkes.

Auch ist die Sohlenlage bei der Donau veränderlich, denn nach dem Ergebnisse der Herbstmessung 1897 mit den Wasserständen: — 111 bis — 107 *cm* liegt in den vier Lotrechten I, V, VIII und XII die Sohle bei der Herbstmessung um 0·16, beziehungsweise 0·25, 0·24 und 0·17 *m* tiefer als die Sohle bei der Frühjahrmessung.

Wir wollen auch die Ergebnisse der Herbstmessung für diese Lotrechten auswerten und die Größe a_m in den untersten Meßpunkten angeben, und zwar:

Lotrechte I,	Meßpunkt 0·35 <i>m</i> über der Sohle:	$a_m = 0\cdot0129$	PS
" V,	" 0·40 " " " "	$a_m = 0\cdot0494$	"
" VIII,	" 0·30 " " " "	$a_m = 0\cdot0864$	"
u. " XII,	" 0·30 " " " "	$a_m = 0\cdot0280$	"

so daß in diesen untersten Meßpunkten eine stete Zunahme der Werte a_m vom linken Ufer bis zur Flußmitte festgestellt werden kann. Nach den Ergebnissen unserer Untersuchungen ist aber in dem untersten Meßpunkte der

$$\text{Lotrechten V: } a_m = 0\cdot1013 \text{ PS}$$

$$\text{und der Lotrechten VIII: } a_m = 0\cdot0584 \text{ PS,}$$

$$\text{weilers in der Lotrechten V: } a_{g \min(\min)} = 0\cdot0481 \text{ PS,}$$

$$\text{und } a_{g \max(\min)} = 0\cdot1955 \text{ PS.}$$

Demnach ist bei dem höheren Aufnahmewasserstande der Frühjahrmessung die Neigung zur Eintiefung bei der Lotrechten V und nicht in der Flußmitte vorhanden, während beim niederen Wasserstande der Herbstmessung zweifellos die Freihaltung der Flußmitte vom Geschiebe zu erkennen ist. Denn vom höheren zum niederen Wasserstande, also beim Fallen des Wassers, hat der Wert a_m im untersten Meßpunkte der Lotrechten I, V und XII abgenommen, jedoch in der Lotrechten VIII nahe der Flußmitte um 48·3 v. H. zugenommen.

Eine Erscheinung, die im Meßprofile IV des Donaukanals nicht zu gewärtigen ist, weil da im Gegensatze zur Donau die Geschiebebewegung in geringerem Maße und regelmäßiger vor sich gehen kann, daher auch beim Donaukanal eine annähernd wagrechte und auch unveränderliche Sohlenlage erhalten bleibt.

Während also im Meßprofil II der Donau nach der Frühjahrsmessung der Unterschied $a_{g\max} - a_{g\min} = 0,1474$ PS seinen Größtwert in der Lotrechten V aufweist, wird wahrscheinlich bei der Herbstmessung dieser Größtwert an einer anderen Stelle des Meßprofils aufgetreten sein, vielleicht in der Lotrechten VIII; nach den veröffentlichten Messungsergebnissen ist dies nicht zu ermitteln möglich. Auch allfällige Aufnahmen über die Beschaffenheit und Verteilung der Geschiebe sind nicht veröffentlicht worden.

Vorstehende Darlegungen dürften ausreichen, um zu erkennen, daß die Folgerungen aus unseren Untersuchungen für beide Meßprofile nicht in allen Punkten übereinstimmen können, sondern sich wesentliche Gegensätze ergeben müssen.

Von Interesse ist es auch, die Untersuchungsergebnisse annähernd gleich gelegener Meßpunkte in verschiedenen Meßprofilen zu vergleichen. So wären zu vergleichen die Ergebnisse

- a) für die Lotrechte VI vom Donaukanale und die Lotrechte VIII der Donau; dann
- b) für die Lotrechte V, Donaukanal und Lotrechte V, Donau und
- c) für die Lotrechte X, Donaukanal und Lotrechte I, Donau.

Tabellen zu a):

α) Für die **untersten** Meßpunkte:

Post-Nr.	Im Meßprofile Donau Lotrechte VIII	Unterschied	Im Meßprofile Donaukanal Lotrechte VI
1	$a_{g \min}$	um 23·05 v. H. >	als $a_{g \min}$
2	a_m	„ 24·26 v. H. >	„ a_m
3	$a_{g \max}$	„ 77·66 v. H. >	„ $a_{g \max}$
4	$a_{g \max} - a_{g \min}$	„ 104·40 v. H. >	„ $a_{g \max} - a_{g \min}$
5	$\frac{a_{g \max}}{a_{g \min}}$	„ 44·41 v. H. >	„ $\frac{a_{g \max}}{a_{g \min}}$
6	$\frac{a_{g \max} - a_{g \min}}{a_m}$	„ 64·86 v. H. >	„ $\frac{a_{g \max} - a_{g \min}}{a_m}$

β) Für **verschieden hoch** gelegene Meßpunkte:

Post-Nr.	Im Meßprofile Donau Lotrechte VIII Größtwerte:	Unterschied	Im Meßprofile Donaukanal Lotrechte VI Größtwerte:
1	$a_{g \min}$	um 111·76 v. H. >	$a_{g \min}$
2	$a_{g \max}$	„ 119·67 v. H. >	$a_{g \max}$
3	a_m	„ 120·88 v. H. >	a_m
4	$a_{g \max} - a_{g \min}$	„ 187·14 v. H. >	$a_{g \max} - a_{g \min}$

Tabellen zu b):

α) Für die **untersten** Meßpunkte:

Post-Nr.	Im Meßprofile Donau Lotrechte V	Unterschied	Im Meßprofile Donaukanal Lotrechte V
1	$a_{g \min}$	um 178·03 v. H. >	$a_{g \min}$
2	a_m	„ 221·59 v. H. >	a_m
3	$a_{g \max}$	„ 234·76 v. H. >	$a_{g \max}$
4	$a_{g \max} - a_{g \min}$	„ 258·64 v. H. >	$a_{g \max} - a_{g \min}$
5	$\frac{a_{g \max}}{a_{g \min}}$	„ 20·47 v. H. >	$\frac{a_{g \max}}{a_{g \min}}$
6	$\frac{a_{g \max} - a_{g \min}}{a_m}$	„ 11·54 v. H. >	$\frac{a_{g \max} - a_{g \min}}{a_m}$

β) Für **verschieden hoch** gelegene Meßpunkte:

Post-Nr.	Im Meßprofile Donau Lotrechte V Größtwerte:	Unterschied	Im Meßprofile Donaukanal Lotrechte V Größtwerte:
1	$a_{g \min}$	um 131·31 v. H. >	$a_{g \min}$
2	$a_{g \max}$	„ 143·90 v. H. >	$a_{g \max}$
3	a_m	„ 136·99 v. H. >	a_m
4	$a_{g \max} - a_{g \min}$	„ 185·96 v. H. >	$a_{g \max} - a_{g \min}$

Tabellen zu c):

a) Für die **untersten** Meßpunkte:

Post-Nr.	Im Meßprofile Donau Lotrechte I	Unterschied	Im Meßprofile Donaukanal Lotrechte X
1	$a_{g \min}$	um 676·67 v. H. >	$a_{g \min}$
2	a_m	" 422·58 v. H. >	a_m
3	$a_{g \max}$	" 504·03 v. H. >	$a_{g \max}$
4	$a_{g \max} - a_{g \min}$	" 451·51 v. H. >	$a_{g \max} - a_{g \min}$
5	$\frac{a_{g \max}}{a_{g \min}}$	" 22·33 v. H. <	$\frac{a_{g \max}}{a_{g \min}}$
6	$\frac{a_{g \max} - a_{g \min}}{a_m}$	" 5·62 v. H. >	$\frac{a_{g \max} - a_{g \min}}{a_m}$

β) Für **verschieden hoch** gelegene Meßpunkte:

Post-Nr.	Im Meßprofile Donau Lotrechte I Größtwerte:	Unterschied	Im Meßprofile Donaukanal Lotrechte X Größtwerte:
1	$a_{g \min}$	um 476·41 v. H. >	$a_{g \min}$
2	$a_{g \max}$	" 412·06 v. H. >	$a_{g \max}$
3	a_m	" 413·17 v. H. >	a_m
4	$a_{g \max} - a_{g \min}$	" 398·56 v. H. >	$a_{g \max} - a_{g \min}$

Daraus erkennen wir einerseits wieder die Gegensätze unserer Folgerungen für die beiden Meßprofile, andererseits wie bedeutend die Unterschiede in den einzelnen Größen der Untersuchungen zwischen diesen, hinsichtlich Wasserführung, Geschiebebewegung, Form und Größe des Querschnittes, Gefälle u. s. w. so wesentlich voneinander abweichenden Wasserläufen sind.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse erweisen demnach unzweifelhaft, daß die Änderung und Verteilung der Arbeitsfähigkeit der, kleine Teilflächen nächst der Sohle durchfließenden Teilwassermengen in so wesentlich verschiedenen Wasserläufen wie Donau und Donaukanal sich nicht nach übereinstimmenden Regeln vollziehen kann.

C. Donau.

Meßprofil I.

In diesem Meßprofil ist die Sohle in der Flußmitte höher gelegen als gegen die beiden Ufer hin, so daß für die nächst der Flußmitte eingeteilte Lotrechte VIII eine Wassertiefe von 1·50 m, beziehungsweise 2·70 m, bei dem linken Ufer solche von 3·30 m, beziehungsweise 4·45 m und beim rechten Ufer von 3·20 m, beziehungsweise 5·00 m erhoben wurden.

Die Erhebungen sind für ein und dieselbe Lotrechte VIII bei den Wasserständen — 127 cm und — 9 cm vorgenommen worden.

Zunächst sind die Tabellen über die Ergebnisse der Erhebungen und Untersuchungen anzuführen:

11. Lotrechte VIIIa

(Donau) Meßprofil I, km 8·500 oberhalb der Reichsbrücke, bei
— 127 cm; Wassertiefe 1·50 m; Flügelgleichung: $v = -0·014 + 0·245 n$.

1	Abstand d. Meßpunktes von der Sohle in m	0·30	0·60	1·00	1·40
2	Gesamtzeit der Beobachtung in Sekunden	303·2	174·7	213·8	281·2
3	Gesamtumdrehungen	1250	1000	1300	1800
4	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde	4·12	5·72	6·08	6·40
5	Mittlere Geschwindigkeit pro Sekunde in m	0·99	1·39	1·48	1·55
6	Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	3·0	2·6	1·7	1·3
7	Mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	12·13	8·74	8·22	7·81
8	Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen . .	25	20	26	36
9	Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	13·73	10·39	9·37	8·66
10	Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	10·73	7·79	7·67	7·36
11	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen	3·64	4·81	5·34	5·77
12	Mittlere Umdrehungszahl n pro Sekunde für die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen	4·66	6·42	6·52	6·79
13	$v_{g \min}$ in m	0·88	1·16	1·29	1·40
14	$v_{g \max}$ " "	1·13	1·56	1·58	1·65
15	$v_{g \max} - v_{g \min}$ " "	0·25	0·40	0·29	0·25
16	$a_{g \max}$	0·0392	0·1033	0·1073	0·1222
17	$a_{g \min}$	0·0185	0·0425	0·0584	0·0746
18	a_m	0·0264	0·0731	0·0882	0·1013
19	$a_{g \max} - a_{g \min}$ } in PS für $f = 0·2 \times 0·2 = 0·04 m^2$	0·0207	0·0608	0·0489	0·0476
20	$a_{g \max} : a_{g \min}$	2·12 : 1	2·43 : 1	1·84 : 1	1·64 : 1
21	$a_{g \max} : a_m$	1·48 : 1	1·41 : 1	1·22 : 1	1·21 : 1
22	$a_m : a_{g \min}$	1·43 : 1	1·73 : 1	1·51 : 1	1·36 : 1
23	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_{g \min}$	1·12 : 1	1·43 : 1	0·84 : 1	0·64 : 1
24	$(a_{g \max} - a_{g \min}) : a_m$	0·78 : 1	0·83 : 1	0·55 : 1	0·47 : 1

12. Lotrechte VIII b

(Donau) Meßprofil I, km 8:500 oberhalb der Reichsbrücke, bei — 9 cm;
 Wassertiefe 2:70 m; Flügelgleichung: $v = - 0:014 + 0:245 n$.

1	Abstand d. Meßpunktes von der Sohle in <i>m</i>	0:20	0:70	1:20	1:70	2:20	2:60
2	Gesamtzeit der Beobachtung in Sekunden	251:9	247:9	173:3	192:7	170:8	185:2
3	Gesamtumdrehungen	1550	1900	1400	1650	1500	1650
4	Mittlere Umdrehungszahl <i>n</i> pro Sekunde	6:15	7:66	8:08	8:56	8:78	8:90
5	Mittlere Geschwindigkeit pro Sekunde in <i>m</i>	1:49	1:86	1:97	2:08	2:14	2:17
6	Differenz der beobachteten Maximal- und Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	3:1	2:4	1:5	1:3	1:3	1:0
7	Mittlere Dauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	8:13	6:52	6:19	5:84	5:69	5:61
8	Anzahl von je 50 Flügelumdrehungen . .	31	38	28	33	30	33
9	Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	9:73	7:92	6:99	6:49	6:34	6:21
10	Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen in Sekunden	6:63	5:52	5:49	5:19	5:04	5:21
11	Mittlere Umdrehungszahl <i>n</i> pro Sekunde für die Maximaldauer von 50 Flügelumdrehungen	5:14	6:31	7:15	7:70	7:99	8:05
12	Mittlere Umdrehungszahl <i>n</i> pro Sekunde für die Minimaldauer von 50 Flügelumdrehungen	7:54	9:06	9:11	9:63	9:92	9:60
13	<i>v_{g min}</i> in <i>m</i>	1:24	1:53	1:74	1:87	1:94	1:96
14	<i>v_{g max}</i> " "	1:83	2:21	2:22	2:34	2:42	2:34
15	<i>v_{g max} — v_{g min}</i> " "	0:59	0:68	0:48	0:47	0:48	0:38
16	<i>a_{g max}</i>	0:1667	0:2936	0:2976	0:3485	0:3855	0:3485
17	<i>a_{g min}</i>	0:0518	0:0974	0:1433	0:1787	0:1986	0:2048
18	<i>a_m</i>	0:0900	0:1750	0:2080	0:2448	0:2666	0:2779
19	<i>a_{g max} — a_{g min}</i>)	0:1149	0:1962	0:1543	0:1698	0:1869	0:1437
20	<i>a_{g max} : a_{g min}</i>	3:22 : 1	3:01 : 1	2:08 : 1	1:95 : 1	1:94 : 1	1:70 : 1
21	<i>a_{g max} : a_m</i>	1:85 : 1	1:68 : 1	1:43 : 1	1:42 : 1	1:44 : 1	1:70 : 1
22	<i>a_m : a_{g min}</i>	1:74 : 1	1:80 : 1	1:45 : 1	1:37 : 1	1:34 : 1	1:36 : 1
23	<i>(a_{g max} — a_{g min}) : a_{g min}</i>	2:22 : 1	2:01 : 1	1:08 : 1	0:95 : 1	0:94 : 1	0:70 : 1
24	<i>(a_{g max} — a_{g min}) : a_m</i>	1:28 : 1	1:12 : 1	0:74 : 1	0:69 : 1	0:70 : 1	0:52 : 1

in PS für $f = 0:2 \times 0:2 = 0:04 m^2$

Der Vergleich dieser Tabellen ergibt, daß beim Wasserstandswechsel, und zwar beim Steigen des Wassers, die in Untersuchung gezogenen Werte für ein und denselben Meßpunkt durchaus, wenn auch ungleichmäßig, zunehmen.

Wenn auch die Höhen der Meßpunkte über der Sohle für die einzelnen Meßpunkte der verschiedenen Aufnahmewasserstände nicht übereinstimmen, sollen doch die Ergebnisse der benachbarten Meßpunkte, deren Höhen 0·10 m bis 0·30 m abweichen, verglichen werden.

Auch hier kommt der kleinste Wert von a_m in den untersten Meßpunkten vor, $a_{g\max}$ jedoch in dem, dem Wasserspiegel zunächst gelegenen Meßpunkte.

Beim niederen Messungswasserstände ist $a_{m/\max}$ um 283·7 v. H. > als $a_{m/\min}$ und beim höheren Wasserstände $a_{m/\max}$ um 208·8 v. H. > als $a_{m/\min}$.

Der Vergleich für die untersten Meßpunkte ergibt weiters:

$a_{g\min}/$	höherer Wasserstand	ist um 180·00 v. H.	> als $a_{g\min}/$	niederer Wasserstand
$a_m/$	"	"	"	$a_m/$
$a_{g\max}/$	"	"	"	$a_{g\max}/$
$a_{g\max} - a_{g\min}/$	"	"	"	$a_{g\max} - a_{g\min}/$
$\frac{a_{g\max}}{a_{g\min}}$	"	"	"	$\frac{a_{g\max}}{a_{g\min}}$
$\frac{a_{g\max} - a_{g\min}}{a_m}$	"	"	"	$\frac{a_{g\max} - a_{g\min}}{a_m}$

Daraus entnehmen wir, daß beim Wasserstandswechsel für den untersten Meßpunkt sich bedeutende Unterschiede in den Untersuchungsgrößen ergeben.

Besonders auffallend ist für $\frac{a_{g\max} - a_{g\min}}{a_m}$ der Unterschied von 64·10 v. H. beim Steigen des Wassers, der auf die Beziehung $a_{g\max} - a_{g\min} < a_m$ für den niederen Wasserstand zurückzuführen ist. Diese Beziehung kommt sonst bei keinem untersten Meßpunkte sämtlicher Lotrechten vor und dürfte durch die Ablagerung von mehr kleinem und gleichmäßigerem Geschiebe gegen die Flußmitte bei dem niederen Wasserstände bedingt sein.

Diesbezügliche Erhebungen liegen aber nicht vor.

Bekanntlich wird für solche Wasserläufe, auf die sich der Flußbau zu erstrecken hat, der Quotient $\frac{a_{g\max} - a_{g\min}}{a_m}$ nicht den

Wert Null erreichen, was nur dann eintreten kann, wenn das Wasser vollkommen gleichmäßig fließt und dann $a_{g\max} = a_{g\min}$ wird.

Wenn wir nachforschen, in welchen Lotrechten der Quotient $\frac{a_{g\max} - a_{g\min}}{a_m}$ und zwar für die untersten Meßpunkte seine Grenzen erreicht, so finden wir folgendes:

a) Meßprofile Donau:

1. Meßprofil II, Lotrechte VIII mit dem Größtwerte von $\frac{a_{g\max} - a_{g\min}}{a_m} = 1.83$ und

2. Meßprofil I, Lotrechte VIII mit dem kleinsten Werte von $\frac{a_{g\max} - a_{g\min}}{a_m} = 0.78$, welche Werte um **134.62** v. H. abweichen;

b) Meßprofil Donaukanal:

1. Lotrechte X mit dem Größtwerte von $\frac{a_{g\max} - a_{g\min}}{a_m} = 1.60$ und 2. Lotrechte VI mit dem kleinsten Werte von $\frac{a_{g\max} - a_{g\min}}{a_m} = 1.11$, die sich um **44.14** v. H. unterscheiden.

Wie zu erkennen ist, wären weitere auf die Geschiebebewegung sich beziehende Erhebungen sowie Aufnahmen über die Beschaffenheit der Sohle und die Verteilung des sich bewegenden Geschiebes für unsere Untersuchungen von Nutzen. Leider fehlen sie; ihr Mangel beschränkt den Umfang der Untersuchungen und beeinträchtigt deren Vollkommenheit.

Zu beachten wäre noch, daß $a_{g\max}$ beim niederen Aufnahmewasserstände von $a_{g\min}$ beim höheren Wasserstände, und zwar in den unterst gelegenen Messungspunkten sich verhältnismäßig wenig unterscheidet, und zwar für den untersten Meßpunkt ist beim niedersten Wasserstände:

$$a_{g\max} = \dots 0.0392 \text{ PS}$$

und bei höherem Wasserstände:

$$a_{g\min} = \dots 0.0518 \text{ PS}$$

$$\text{Unterschied} + 0.0126 \text{ PS}$$

d. s. **32.15** v. H.;

für den Meßpunkt **0.60 m**, beziehungsweise **0.70 m** über der Sohle ist beim niederen Wasserstände:

$$a_{g\max} = \dots 0.1033 \text{ PS}$$

und bei höherem Wasserstände:

$$a_{g\min} = \dots 0.0974 \text{ PS}$$

$$\text{Unterschied} - 0.0059 \text{ PS}$$

d. s. **5.71** v. H.;

für den Meßpunkt 1·00 m, beziehungsweise 1·20 m über der Sohle
 ist beim niederen Wasserstande: $a_{g \max} = \dots 0\cdot1073$ PS
 und bei höherem Wasserstande: $a_{g \min} = \dots 0\cdot1433$ PS
 Unterschied + $0\cdot0360$ PS

d. s. 33·55 v. H.

Demnach stehen diese beiden 118 cm voneinander abstehenden
 Aufnahmewasserstände dadurch in besonderer Beziehung, daß in
 den untersten Meßpunkten, trotz der Verschiedenheit der Wasser-
 stände, zufolge der Schwankung der Teilwassermengen zeitweilig
 doch annähernd gleiche Teilwassermengen mit annähernd gleicher
 Arbeitsfähigkeit abfließen.

Von Interesse wäre es auch, zu untersuchen, inwiefern sich
 diese Beziehungen zwischen anderen Wasserständen und für anders
 gelegene Meßpunkte verhalten, beziehungsweise ändern würden.)*

Da ein weiteres Untersuchungsmateriale für das Meßprofil I,
 Donau, nicht zur Verfügung steht, sollen nur noch die Unterschiede
 zwischen den Werten a_m für die untersten Meßpunkte nächst den
 Lotrechten des beiderseitigen Böschungsfußes und der Lotrechten VIII
 bei beiden Wasserständen ermittelt werden, und zwar:

a) Frühjahrswasserstand.

1. Lotrechte III nächst dem linken Böschungsfuß,
 Meßpunkt 0·25 m über der Sohle: $a_m = 0\cdot0272 \times 1\cdot37^3 = 0\cdot0699$ PS,
2. Lotrechte VIII: $a_m = 0\cdot0272 \times 1\cdot49^3 = 0\cdot0900$ PS
- und 3. Lotrechte XIV nächst dem rechten Böschungsfuß,
 Meßpunkt 0·4 m über der Sohle: $a_m = 0\cdot0272 \times 1\cdot52^3 = 0\cdot0955$ PS.

Dabei ist: t_{III} um 74·07 v. H. $>$ als t_{VIII}
 und t_{XIV} um 81·48 v. H. $>$ als t_{VIII} .

b) Herbstwasserstand.

1. Lotrechte III (links),
 Meßpunkt 0·40 m über der Sohle: $a_m = 0\cdot0272 \times 1\cdot46^3 = 0\cdot0846$ PS,

*) Wir erkennen, daß die benutzten hydrometrischen Erhebungen für unsere Zwecke
 nicht ausreichen und daß es im Interesse des Fortschrittes im Flußbau gelegen ist,
 auch solche hydrometrische Messungen vorzunehmen, die ausschließlich unserem
 Zwecke dienen. Die Kosten solcher Erhebungen werden im Verhältnisse zu den den Fluß-
 korrekturen zur Verfügung gestellten Mitteln verschwindende sein. Um ein Beispiel über
 die im Flußbau erforderlichen Mittel zu geben, sei erwähnt, daß im Jänner 1910 der baye-
 rischen Abgeordnetenkommission eine Denkschrift vorgelegt wurde (verfaßt von der königl.
 Obersten Baubehörde), nach welcher nach dem Stande des Jahres 1909 noch rund
 108·5 Millionen Mark für Wasserbauten erforderlich sind. Vom Jahre 1852 bis Ende 1909 sind
 hierfür bereits rund 117·4 Millionen Mark ausgegeben worden.

2. Lotrechte VIII: $a_m = \dots \dots \dots 0\cdot0264$ PS
 und 3. Lotrechte XIV (rechts),

Meßpunkt 0·30 *m* über der Sohle: $a_m = 0\cdot0272 \times 1\cdot34^3 = 0\cdot0654$ PS.

Dabei ist: t_{III} um 120·00 v. H. $>$ als t_{VIII}

und t_{XIV} um 113·33 v. H. $>$ als t_{VIII} .

Die vorstehenden Ergebnisse, wenn auch der besonderen Untersuchungen über die Pulsation des Wassers entbehrend, können für die Beurteilung von Sohlenänderungen und der Verteilung von Geschiebmassen ausgewertet werden, wie sie in Wasserläufen mit reichlicher Geschiebeführung vorkommen.

Obgleich bei dem höheren Wasserstande der Frühjahrmessung die Sohlenlinie von beiden Ufern gegen das Flußinnere ansteigt und sohin die Wassertiefen nennenswerte Unterschiede zeigen, sind die ermittelten Werte a_m in den drei Meßstellen nächst der Sohle des Meßprofils I nicht, wie vielleicht zu erwarten war, sehr verschieden, denn

$a_{m/VIII}$ ist sogar um 28·8 v. H. $>$ als $a_{m/III}$

und $a_{m/XIV}$ nur um 6·11 v. H. $>$ als $a_{m/VIII}$.

Bei einem „andauernden“ Wasserstande der Frühjahrmessung wäre also eine Vertiefung der Sohle im Bereiche der Lotrechten VIII und XIV zu gewärtigen und bei der Lotrechten III dürfte sich die Neigung zur Auflandung einstellen.

Tritt ein Wasserstandswechsel ein, und zwar ein Fallen des Wassers um etwa 118 *cm*, so ändern sich diese Erscheinungen vollständig, denn

$a_{m/III}$ ist um 220·45 v. H. $>$ als $a_{m/VIII}$ und

$a_{m/XIV}$ um 147·73 v. H. $>$ als $a_{m/VIII}$.

Die Neigung zur Auflandung ist jetzt, wie wir bereits zuvor angedeutet haben, in der Flußmitte vorhanden; hier hat sich in Bezug auf die beiden Erhebungswasserstände eine Sohlenerhöhung allerdings von nur 0·02 *m* ergeben. Sohleneintiefungen wären bei „andauerndem“ niederen Meßwasserstände und „gleicher“ Beschaffenheit des Geschiebes gegen die beiden Ufer hin zu erwarten; allein in der rechten Querschnittshälfte ist eine Sohlenhebung eingetreten, und zwar in der Lotrechten XIV um 0·70 *m*. Die linke Querschnittshälfte zeigt starke Eintiefungen, doch im Bereiche der Uferböschung ist eine Hebung, und zwar in der Lotrechten III, von 0·24 *m* festzustellen.

Hier hat beim Fallen des Wassers nach vorstehenden Ermittlungen die Größe a_m um 21·03 v. H. zugenommen, jedoch in der Lotrechten VIII, beziehungsweise XIV um 70·67 v. H., beziehungsweise 30·01 v. H. abgenommen, so daß hiedurch die Veränderungen der Sohlenhöhenlage ihre Erklärung finden.

Weitere Ergebnisse von Untersuchungen hier anzuführen, ist nicht möglich, und ich muß mich begnügen, auf meine demnächst der Öffentlichkeit zu übergebenden, weitgreifenden Untersuchungen hinzuweisen mit einigen kurzen Bemerkungen.

Aus diesen Untersuchungen* sind viele Arbeiten zu schöpfen, und zweifellos werden die im Sinne meiner Forschungen in der Praxis an einzelnen Wasserläufen vorzunehmenden Beobachtungen aufklären, in welcher Art die baulichen Maßnahmen zur dauernden Verbesserung des Wasserlaufes zu treffen sind. So kann z. B.

die Frage: „Welche Veränderungen des Wasserlaufes sind zu erwarten, wenn die Sohle des Wasserlaufes sich selbst überlassen bleibt oder wenn sie künstlich beeinflusst wird?“

oder auch die auf Verhütung von Damnbrüchen sich beziehende Frage: „Welchen Einfluß übt bei wechselnden Wasserständen das eingedeichte Überschwemmungsgebiet auf die Veränderungen (Hebung oder Senkung der Sohle) des Hauptgerinnes und dessen Abfuhrvermögen?“**

desgleichen die noch immer offene Frage „über die Erscheinung der sogenannten wandernden Sohlenform“ u. s. w. u. s. w.,

auf Grund der Forschungsergebnisse sicher und genau beantwortet werden. Daß wir diese Art der Beantwortung von Fragen im Flußbau, wie sie ja doch auf anderen technischen Gebieten bereits möglich und auch üblich ist und daher bewundernswerte Fortschritte begründet, anzustreben haben, wird niemand bezweifeln. Diese Bestrebungen werden dann zur Klarstellung der verschiedenen Ansichten im Flußbau führen und gewiß ermöglichen, die im Flußbau aufzuwendenden Geldmittel in besseren Einklang mit den erzielten Erfolgen zu bringen, ein Ergebnis, das wir im

* „Untersuchungen über den Zusammenhang der Erscheinungen in Wasserläufen auf Grund hydrometrischer Erhebungen.“

** Über diese offene Frage wird demnächst eine Arbeit veröffentlicht werden.

Interesse jener Faktoren, welche die Kosten der Flußbauten zu bestreiten haben, dringend wünschen müssen.

Alle diese Ergebnisse werden zwar Versuche im Großen und im Kleinen nicht entbehren lassen, sie werden aber die Versuche im Flußbaulaboratorium^{***} der Natur nach beeinflussen und wesentlich begrenzen, so daß sich diese Versuche als eine Art „Hilfsversuche“ nur auf ganz bestimmte Aufgaben zu erstrecken haben werden.

So können die Untersuchungsergebnisse auch in dieser Richtung dem Flußbau zum Vorteile gereichen.

Sollte wider Erwarten die Frage aufgeworfen werden, wieso es denn möglich sei, daß gerade meine Forschungen den Weg anzugeben vermögen, wie z. B. der Streit über verschiedene Ansichten im Flußbau zu schlichten, oder die Entscheidung zu treffen sei, welche Baukonstruktionen in diesem oder jenem Falle die zweckmäßigsten sind u. s. w., so gebe ich zu bedenken, daß bisher, obgleich viele Millionen im Flußbau verausgabt worden sind, noch nicht versucht wurde, die „Ergebnisse der Hydrometrie“ dem Flußbau unmittelbar dienstbar zu machen. Ohne derartige, nur auf der Beobachtung von Naturerscheinungen fußende Forschungen ist es eben bisher nicht möglich gewesen, die „hydrodynamischen Vorgänge im Wasserlaufe“ zu erkennen. Meine Forschungsarbeiten lassen sie aber erkennen, und weil meine Untersuchungen, frei von Vermutungen und Annahmen, sich nur an die „Wirklichkeit“ halten — gestützt auf hydrometrische Erhebungen — müssen sie wahre Ergebnisse zur Folge haben, die sich wesentlich von anderen, nur auf Annahmen oder Mittelwerten (wie $V_m = \frac{\sum u \Delta F}{F}$) beruhenden Lösungen unterscheiden.

Zweifellos werden sich die Fachingenieure für diese Art der Beobachtung interessieren, und ich bin überzeugt, alle jene, die mit Liebe zur Sache und vom Forschungsdrange erfüllt im Flußbau arbeiten, werden, von ihrer Tätigkeit befriedigt, zu dem erstrebten Endziele gelangen.

Die vorliegende, hiermit zum Abschluß gebrachte Arbeit dürfte vielleicht die Anregung zu weiteren derartigen Untersuchungen geben, sicher aber geeignet sein, die dringende Notwendigkeit zu erweisen,

^{***} Der Verfasser hat sich bereits im Jahre 1902 für die Errichtung von Flußbaulaboratorien in Österreich bemüht.

bei Messungen in einzelnen Punkten bestimmter Lotrechten auch die Erhebungen auf Aufnahmen über Sohlenbeschaffenheit, Geschiebebewegung und Verteilung des Geschiebes zu erstrecken, um ausreichende Behelfe zu möglichst vollkommenen Untersuchungen*) zu gewähren.

Auch führt diese Arbeit zur weiteren Erkenntnis, bei unmittelbarer Beobachtung der Erscheinungen in Wasserläufen sich nicht mehr mit Peilungen und Querprofilaufnahmen begnügen zu dürfen, die, wie bekannt, nur in seltenen Fällen sichere Schlußfolgerungen ermöglichen.

Weil der Flußbau-Ingenieur hauptsächlich sein Wissen sich nur durch unermüdliche Beobachtung des Wasserlaufes verschaffen kann und das bisherige Verfahren zur Beobachtung völlig unzureichend ist, ist es begreiflich, im Wege der Forschung Ergebnisse anzustreben, die sichere Schlußfolgerungen zulassen. Dann aber kann jede einzelne Strecke des Wasserlaufes ihrer Eigenart entsprechend zuverlässiger behandelt werden und werden die dabei auftretenden nicht unerheblichen Schwierigkeiten leichter zu bewältigen sein.

Demnächst noch folgende Arbeiten werden dartun, wie die Hydrometrie**) weiter auszuwerten ist, um dem Flußbau unmittelbar dienlich zu sein und eine ausgedehntere wissenschaftliche Behandlung des Flußbaues und seines Unterrichtes herbeizuführen.

*) Und diese werden dann im Wasserlaufe die Arten der Erosion mit ihren Formen im festen und beweglichen Boden, sowie ihren Wirkungsgrad klarstellen und somit ergänzende Studien zur Erosionstheorie liefern. Derlei Arbeiten sollen ebenfalls veröffentlicht werden.

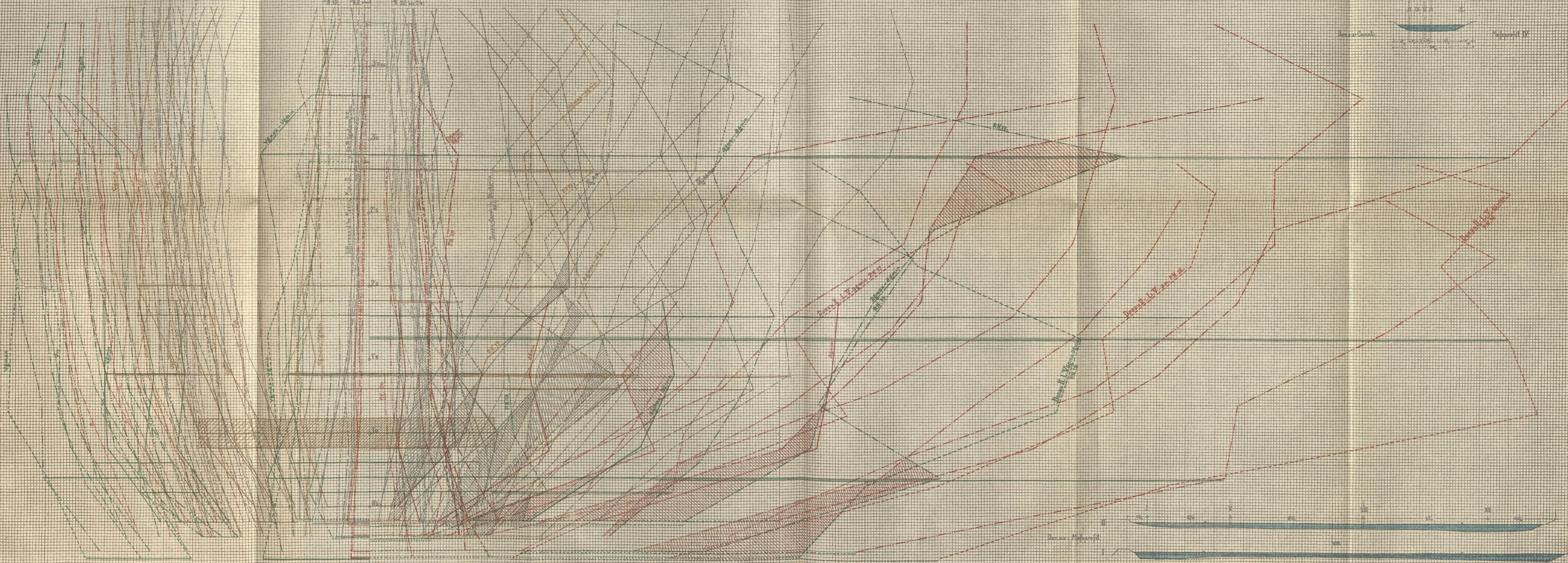
**) Die im Sinne meiner Forschungen vorzunehmenden hydrometrischen Erhebungen beziehen sich nicht wie jene für die Wassermessung ausschließlich auf den ganzen Querschnitt; sie sind freier und ungebundener Art. Denn diese nun notwendigen hydrometrischen Messungen haben sich vorwiegend auf die für den „Flußbau“ charakteristischen Stellen im Wasserlaufe zu erstrecken (d. s. bestimmte Teilflächen mehrerer Ablaufquerschnitte), daher werden sie besondere und wertvolle Ergebnisse liefern und ihrem Zwecke nach sich wesentlich von den bisher benötigten hydrometrischen Erhebungen (bei welchem das Endziel die Feststellung der Konsumtionskurve bildet) unterscheiden.

**BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW**

Erhebungen: P.N. 4 bis 12

Untersuchungen: z_{gmax} , z_{gmin} , z_m , $z_{gmax} - z_{gmin}$, $z_{gmax} - z_{gmin}$ u. w. P.N. 16 bis 24

Lathweiche



V_m, V_{gmax}, V_{gmin} u. $V_{max} - V_{min}$
 P.N. 5 u. 13 bis 15 u. P.N. 4
 m :
 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

Differenz d. Max. u. Min. Dauer 50 Flußgelände p. S. P.N. 4
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

z_{gmax} , z_{gmin} , z_m , $z_{gmax} - z_{gmin}$, $z_{gmax} - z_{gmin}$ u. w. P.N. 16 bis 24
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

Maßstab:
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

.....
 10¹ 10² 10³ 10⁴ 10⁵ 10⁶ 10⁷ 10⁸ 10⁹ 10¹⁰
 1:000 P.S.
 Lith., Druck u. Verlag von „Leykam“ in Graz.

S-96

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297503