www.e-rara.ch

Theorie und Gebrauch des hydrometrischen Flügels oder eine zuverlässige Methode die Geschwindigkeit der Winde und strömenden Gewässer zu beobachten

Woltman, Reinhard

Hamburg, 1790

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 3151

Persistent Link: https://doi.org/10.3931/e-rara-16684

www.e-rara.ch
Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

18.

RAR 3151

THEORIE und GEBRAUCH
des
Hydrometriſchen Flügels
oder
eine zuverläſsige Methode
die Geſchwindigkeit der Winde und ſtrömenden Gewäſſer
zu beobachten

von
REINHARD WOLTMAN
Conducteur beim Waſſerbauweſen zu Ritzebüttel; der Hamburgiſchen Geſellſchaft zur Beförderung der Künſte
und nützlichen Gewerbe Aſſociirten, und der Hamb. mathematiſchen Geſellſchaft ordentlichem Mitgliede.

Hamburg, 1790.
bei Benjamin Gottlob Hoffmann.

Der

Hamburgischen

Gesellschaft zur Beförderung der Künste

und

nützlichen Gewerbe.

Wohl- und Hochedelgeborne,

Hochgelehrte und Wohlerfahrne,

Insonders Hochzuverehrende Herren!

Die Früchte Ihrer guten Bemühungen um die Beförderung der Künste und Gewerbe unterhalten nicht nur die besten Hoffnungen und Ermunterungen der Hamburgischen Fabrikanten, Manufakturisten und Professionisten, sondern sie ziehen Ihnen auch den unbezweifelten allgemeinen Beifall und die Dankbarkeit aller wohlgesinnten Bürger zu, deren Gemeinnutzen Sie vorzüglich beabsichtigen. Ja, Sie erwecken nicht selten einen Reiz und ein Verlangen, bei einem so preiswürdigen Zwecke mitzuwirken, und ein Scherflein, wenn es wäre, beizutragen. In dieser Gesinnung und aus wahrer

Dank-

Dankbarkeit, daſs Sie mich durch die Aufnahme zum Aſſociirten Ihrer Geſellſchaft der Ehre und des Ruhms dieſer gemeinnützigen Verbindung mit theilhaftig machen wollen, wage ich es, Ew. Wohl- und Hochedelgebohrnen die gegenwärtige kleine Abhandlung ehrerbietig zuzueignen, und Ihrer Begünſtigung gehorſamſt zu empfehlen.

In der Vorrede habe ich der vielen vergeblichen Bemühungen angeſehner Männer über dieſen Gegenſtand zum Theil erwähnt, und es wird daraus genugſam, wie ich glaube, erhellen, daſs das hier betrachtete Inſtrument kein Gegenſtand blos ſpeculativiſcher Beſchäftigung, ſondern vielmehr unter manchen andern Abſichten auch zur richtigen Beurtheilung und Verbeſſerung ſolcher Maſchinen, die durch Wind und Waſſer bewegt werden, weſentlich nothwendig ſei.

Erlauben Sie hochgeneigſt, meine Herren, dieſerhalb ein Paar Bemerkungen hier anführen zu dürfen, die zwar nicht neu ſind, aber deren leuchtende Wahrheit mir, ſo oft ich ſie geleſen, oder erzählen hören, Vergnügen gewährt haben. — Die *hydrauliſchen* Maſchinen, ſagt man, ſind es hauptſächlich, von deren möglichſte Vollkommenheit und allgemeinſte Anwendung der blühende Zuſtand aller Fabriken, Manufakturen und dazu behörigen Gewerbe vorzüglich abhängt. Die Kräfte der Thiere und Menſchen ſind erſchöpflich und koſtbar zu unterhalten, hingegen arbeiten Waſſer und Wind Tag und Nacht ohn Unterlaſs und unentgeltlich. — Unter den neuern Nationen ſcheinen die Holländer und Engländer dieſe Maxime am meiſten in

Aus-

Ausübung gebracht zu haben: diese haben ihre lebhaften Gewässer, und zum theil das Feuer, zum Spiel der Maschinen benutzt, jene, die Holländer, deren flaches Land nur träge Flüsse unterhält, die zur Schiffahrt ungemein bequem, zum Trieb der Fabriken aber nicht geschickt sind, haben mit bewundernswürdiger Indüstrie sich zu diesem letztern Zweck des Windes bedient, und der gute Erfolg hat ihre Bemühungen gesegnet.

Dies Interesse allein, Hochgeehrte Herren, wäre ohne Zweifel zureichend, Ihnen die vorzügliche Begünstigung solcher Maschinen empfehlen zu dürfen, durch welche eine vortheilhaftere Benutzung und allgemeinere Anwendung der *unentgeltlichen Naturkräfte* beabsichtiget wird; aber es ist, dünkt mich, noch ein ander zureichender Grund vorhanden, welcher die Hydraulik Ihres günstigen Augenmerks versichert. So gewis es ist, daſs eine mäſsige Arbeit durch gute Pflege belohnt, den Thieren und Menschen zum Glück und Vergnügen gereicht, so gewiſs ist es auch, daſs viele unglückliche Geschöpfe aus Mangel der Nahrung unter der Last auferlegter Arbeiten ganz erliegen. Ist es aber nicht viel edler und für die menschliche Vernunft anständiger, die unempfindliche Natur für uns arbeiten zu lassen, als Menschen und Thiere unter das Joch zu zwingen! — Hamburg gereichen die grossen Stiftungen, in welchen der Wohlhabende dem Dürftigen so liebreich die Hand bietet, ohne Zweifel zum unsterblichen Ruhm. —

Ob eine Maschine überhaupt vollkommen gut sei, das scheint von der Qualität und Quantität der durch sie bearbeiteten Materialien abzuhängen.

Dies

Dies letztere, die Quantität der Arbeit, die man auch *den Effect der Maschine* zu nennen pflegt, ist ein Gegenstand mathematischer Betrachtungen. Der Mathematiker, welcher über die Vollkommenheit einer hydraulischen Maschine richtig urtheilen, und ihren Effect mit dem von einer andern vergleichen will, muss die Geschwindigkeit der Ströme des Wassers, oder der Luft, welche die Maschinen treiben, in Erfahrung bringen können, und hiezu bedarf er eines hydrometrischen Werkzeuges, wie ich die Ehre habe, der Hochverehrungswürdigen Gesellschaft hier vorstellig zu machen.

In wahrer Verehrung und gröster Hochachtung nehme die Freiheit mich zu nennen

Ew. Wohl- und Hochedelgebornen

ganz gehorsamsten Diener

R. Woltman.

Vorrede.

Vorrede.

Ein Werkzeug, welches geſchickt iſt, die Geſchwindigkeit der ſtrömenden Gewäſſer und des Windes genau damit zu beobachten, kann hauptſächlich folgenden Nutzen haben: Es kann dazu dienen, die Theorie oder die Geſetze, wie Stoß und Geſchwindigkeit flüßiger Maſſen von einander abhängen, zu unterſuchen, und auf die Weiſe die erſten Grundſätze der Hydrodynamik aufzuſuchen, wovon dann ferner die Hydraulik, oder die Lehre von Verbeſſerung richtiger Beurtheilung und Erfindung aller Maſchinen, die durch Waſſer und Wind getrieben werden, Vollkommenheit und Zuverläßigkeit erhält, woran es ihr bis itzt ſo ſehr noch mangelt. In der Hydragogik, wo man beſtimmte Quantitäten Waſſer nach dieſer oder jener Gegend zu leiten hat, und wo man gleichfalls ungewiß darüber iſt, wie die Geſchwindigkeit von dem Gefälle abhängt, findet dies Werkzeug nicht weniger nützliche Anwendung zum Beſten des menſchlichen Lebens. Die Fälle ſind endlich unzählig, wo ein richtiger Strom- und Windmeſſer in der Strom- und Deichsbaukunſt, bei der Schiffahrt und bei der Wetterkunde nützlich und faſt unentbehrlich iſt.

Aus dieſen Urſachen, denke ich, werde man ſich nicht verwundern, über die mannigfaltigen Bemühungen, welche Gelehrte, Naturforſcher, Mechaniker und Künſtler von jeher angewandt haben, Werkzeuge der Art ausfündig zu machen. Eine kurze Erzählung einiger dieſer Bemühungen, welche mir bekannt geworden ſind, wird hier vermuthlich nicht am unrechten Orte ſtehen.

Der Windmeſſer findet man verſchiedene Arten beim Leupold (Theatrum mach. generale Cap. XVIII.) als da ſind die Leupoldſchen Windwage (§. 348); das Dillingerſche Windrad, oder moulin à la polonoiſe (§. 353); der Quadrant mit der doppelten Fahne (§. 353); der Windmühlenflügel mit der Schneckenwalze (§. 354); das Wolfiſche Anemometer (Elem. aerom. §. 182). Ferner haben wir einen Windmeſſer vom Hrn. Schober (Hamb. Mag. IX. B. 2 St. worüber Herr Karſtens (Lehrbegr. Pneumatik X. Abſchn.) einige nähere Erörterungen und Prüfungen angeſtellt hat, die mir gewiſſermaßen zum Leitfaden gedient haben. Die Dankbarkeit erfordert es noch einer ungedruckten Beſchreibung und Theorie einer Windwage vom Hrn. Hofr. Käſtner zu gedenken, welche derſelbe mir gütigſt mitgetheilt, und die mir wegen verſchiedener guten Bemerkungen bei der Ausarbeitung gegenwärtiger Abhandlung, ſehr nützlich geweſen iſt. Man hat noch mehrere Windmeſſer von auswärtigen Gelehrten, z. B. von Polenus, Bouguer, Huetius (Käſtn. Hydronamik

§. 296.) *und andere, die mir nicht genugsam bekannt sind. Dahin gehöret auch die erst neuerlich herausgegebene Beschreibung eines neuen Anemometers oder Windmessers vom* Dr. Pelisson in den Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. Zehnten Bandes erstes Stück.

Der Strommesser *sind zweierlei Arten; entweder solche, womit der Strom nur an der Oberfläche, oder solche, womit er in jeder beliebigen Tiefe unter der Oberfläche gemessen wird. Ein Strommesser der ersten Art kann jedes Stückchen Holz, oder andere Sache, die nur im Wasser nicht sinkt, abgeben, hauptsächlich gehört hieher der* Schifslog, *und allenfalls das Leupoldsche* Wasserrad (a. a. o. Cap. XX. §. 510 ff.)— *Alle schwimmende Sachen folgen gewöhnlich dem Faden des Stroms, und man kann so wenig nahe am Ufer, als am Grunde, die Geschwindigkeit damit erforschen; auch haben die wellenförmigen Bewegungen des Wassers, der Widerstand der Luft, des Windes, &c. darauf Einfluß; endlich kann man die augenblicklichen Ergießungen des Wassers durch Brücken, Schleusen, Mühlengerinne, und dergleichen, auf solche Art nicht ermessen: weswegen man diese Methode billig verworfen, und auf Strommesser der zweiten Art Bedacht genommen hat. Mit diesen letztern haben sich vorzüglich die Italiener beschäftiget; doch findet man auch einige beim* Leupold (a. a. o. Cap. XX. §. 504. ff.) *Eine der ältesten hieher gehörige Methoden ist wol der* hölzerne Stab *des* P. Cabeo, *welcher an einem Ende mit Gewichten beschwert wird, damit er so tief, als man will, eintauche, und ein Theil desselben über die Oberfläche hervorrage. Der Autor hat Versuche damit angestellt, und seine Worte sind merkwürdig:* "Si enim, *sagt er,* poneres hastam in aqua stagnanti pars "eminens esset perpendicularis ad superficiem aquae; similiter si moveatur tota aequali velo-"citate, servaret semper eandem positionem. At videbis partem eminentem hastae supra "superficiem aquae inclinari ad partem anteriorem, quod est evidens argumentum superio-"rem partem aquae velocius fluere." (lib. I. demetor 1686.) *Eine Verbesserung und Theorie dieses Stabes unter dem Namen,* Hydrometrischer Ast, *ist neuerlich von* Bonati *gegeben.* (Saggio sopra una nova theoria del movimento delle acque &c. Pavia 1785.) *Der Ast hat die Unvollkommenheit aller schwimmenden Werkzeuge, auch ist die Theorie desselben verwickelt und zweifelhaft. Ziemlich allgemeinen Beifall hat der* Quadrant *mit dem* Pendel *gefunden, ohne Zweifel mehr wegen der Bequemlichkeit desselben im Gebrauch als wegen seiner Zuverläßigkeit. Man hat Theorien darüber und gemachte Versuche von* Zendrini, (leggie e fenomeni *der* Raccolta d'Autor &c. Tom. VIII.); *von* Lecchi (Idrostatica esaminat); *von* Lorgna (Ricerche intorno alla distribuzional &c.); *von* Michelotti (Sperimenti idraulici Tom. I.); *von* Elvius, *von* Manfredi *und andern mehr (s.* Kästners *Hydronamik* §. 271 *ff.) Mit allen diesen Versuchen ist die Absicht, die Gesetze des strömenden Wassers zu bestimmen, nicht erreicht, ja nicht einmal bestimmend ausgemacht worden, ob*

die

die Ströme von der Oberfläche gegen den Grund mit abnehmenden oder zunehmenden Geschwindigkeiten fließen, welches die Unvollkommenheit dieses Werkzeugs genugsam beweist. Mehrere Methoden und Instrumente, die Geschwindigkeit der strömenden Gewässer zu untersuchen, hat man von Castelli, Guglielmini, Grandi, Polenus, Pitot, Ximenes, *und andern. Wer hierüber völlig unterrichtet zu seyn wünscht, der lese nebst der erst angeführten Abhandlung von* Bonati *hauptsächlich eine neulichst in Holland gedruckte Preisschrift:*

Verhandelingen over de Snelheid van stromend Water, vom Herrn Brünings, General-Inspector der Flüsse in Holland und Westfriesland, &c.

Die Schrift ist von der Holländischen Gesellschaft der Wissenschaften mit der goldenen Medaille gekrönt, und der Herr Verfasser, welcher als ein sehr geschickter und erfahrner Wasserbauverständiger allgemein bekannt ist, giebt hier keine unwürdige Probe von seinen theoretischen Kenntnissen, ausgebreiteter Belesenheit und scharfsinnigen Beurtheilungen aller bisher bekannten Theorien und erfundenen Werkzeuge zur Erforschung der Gesetze strömender Gewässer. Herr Brünings *giebt selbst einen Strommesser an, mit welchem er auch verschiedene Versuche angestellt hat, wovon die erstern ziemlich unregelmäßig sind. Aber das Instrument ist nach und nach verbessert; und nach den letztern Versuchen zu urtheilen, scheint es seinen Zweck vollkommen zu erfüllen. Dieserwegen, und weil Herr* Brünings *die Güte gehabt, mir eine Zeichnung und Beschreibung von dem verbesserten Strommesser mitzutheilen, wofür ich demselben dankbarlichst verbunden bin, halte ich es für Pflicht, auch dieses Werkzeug, welches unstreitig von allen bisher erfundenen das vollkommenste ist, unter uns bekannt zu machen: weshalb ich am Ende dieser Abhandlung die Beschreibung und einige damit angestellte Versuche und Bemerkungen darüber mittheilen will. Der jüngste aller mir bekannten Strommesser ist ein vom Herrn* Fossombronii *angegebenes Instrument,* (Memorie idraulico storiche sopra la val de Chiana, Firenze 1789.) *welches er aber selbst nicht gebraucht hat, auch vermuthlich niemand gebrauchen wird, da man es dem Werkzeug leicht ansieht, daß Theorie und Gebrauch desselben unüberwindliche Schwierigkeiten haben werden.*

Alle bisher erwähnte Wind- und Strommesser kann man in zwei Arten abtheilen, als solche, die unmittelbar die Geschwindigkeit der strömenden Masse, oder solche, die nur den Druck derselben auf das Instrument angeben, aus welchem die Geschwindigkeit demnächst berechnet werden muß. Zum Unterschiede könnten die erstern Hydrotachometer, *oder eigentliche Strommesser, und die letztern* Hydrodynamometer, *oder Stoßmesser heißen. Die letztern haben, wie es mir scheint, folgende unzertrennliche Unvollkommenheiten:*

1) *Ist die Verhältniß zwischen Stoß und Geschwindigkeit nicht allgemein bestimmt, und die gewöhnliche Rechnung kann in den meisten Fällen bezweifelt werden.*

2) *Geben diese Werkzeuge für gleiche Stöße oder Druckkräfte, auch gleiche Geschwindigkeiten; aber südliche und nördliche Winde z. B. haben bei gleichem Druck gewiß nicht gleiche Geschwindigkeiten; Thermometer, Barometer, Hygrometer, müßten hiebei wol in Rechnung gebracht werden; eben so ist es meiner Meinung nach noch problematisch, ob im strömenden Wasser ein Druck tief unter der Oberfläche eben so von der Geschwindigkeit abhange, als ein anderer näher bei der Oberfläche; ob nicht vielleicht der Druck des öbern Wassers auf das untere, wie auch der Druck der Atmosphäre, dabei in Betracht zu ziehen sei.*

3) *Müssen diese Instrumente eben deswegen, weil sie einen beträchtlichen Druck der strömenden Masse aushalten sollen, gewöhnlich stark, festgestellt und zusammengesetzt seyn, wodurch sie unbequem und kostbar, auch wegen der Friction nicht selten unzuverläßig werden, welches der allgemeinen Einführung, Gebrauch und Nutzen eines solchen Instruments hinderlich ist.*

Aus diesen Ursachen habe ich gleich Anfangs die hydrodynamischen Werkzeuge, als zu dem vorhabenden Zweck ungeschickt, verworfen, und mein Augenmerk blos auf die eigentlichen Strommesser gerichtet. Unter allen angeführten Instrumenten aber schien mir der Schobersche Windmesser zu dieser Absicht, wenn nicht das einzige, doch wenigstens das beste zu seyn; und es ist eigentlich eine allgemeine Anwendung dieses Werkzeugs, die ich in nachstehender kleinen Abhandlung vorzustellen und zu empfehlen mich bemühet habe.

Ritzebüttel, im April, 1790.

Erster Abschnitt.

Theorie des Hydrometrischen Flügels.

§. 1.

Es ſei in der erſten Figur c d eine gerade unbiegſame Linie, welche *Axe* heiſst, und an derſelben eine andere, c a, welche *Ruthe* genannt wird, unter einem rechten Winkel, b c d, befeſtiget; der Ruthe äuſſerſtes Ende, a, ſei mit einer graden undurchdringlichen und unbiegſamen Fläche, fg, als eigentlichem *Flügel*, verbunden, welche mit der Richtung c d einen ſchiefen Winkel, $fbh = \alpha$, macht: ſo verſtehe man unter dieſer Einrichtung den *hydrometriſchen Flügel*. Der Winkel α heiſt der *Anſtoſswinkel*, und wenn man ſich die Ebene des Flügels gegen c d erweitert vorſtellt; ſo würde ſie die Axe in c ſchneiden, und mit ihr den Winkel $d\,c\,k = \alpha$ einſchlieſſen. f b h liegt nämlich in einer Ebene, und c d k in einer andern, die mit jener parallel iſt; auf beiden ſteht die Ebene des Flügels, und c b ſenkrecht. Wenn c d unbeweglich iſt, die beflügelte Ruthe aber um c d ſich bewegen kann, ſo wird eine flüſsige Maſſe, wie Wind oder Waſſer, welche in der Richtung f e parallel mit c d ſich bewegen kann, ſo wird eine flüſsige Maſſe, wie Wind oder Waſſer, welche in der Richtung f e parallel mit c d ſich bewegt, auf den Flügel ſtoſſen, und dieſer wird dem Fluido ausweichen, und im Kreiſe um c d ſich bewegen. Ein Vortrag, welcher beweiſet, wie die Geſchwindigkeiten der flüſsigen Maſſe und des Flügels von einander abhangen, heiſt die *Theorie* des hydrometriſchen Flügels.

§. 2.

Anmerkung. Die Conſtruction des Flügels wird, wie ſich von ſelbſt verſteht, in der Theorie als mathematiſch und immateriel betrachtet: d. h. Axe, Ruthe und Fläche, werden als geometriſche Linien und Ebenen angeſehen. Bei der Ausübung kann man hierin die Theorie zwar nicht erreichen, aber es genügt, auch nur zu wiſſen, wie viel man für die Unvollkommenheit des Werkzeugs jedesmal in Rechnung zu bringen habe: und davon wird der zweite Abſchnitt dieſer Abhandlung Unterricht geben.

§. 3.

Wenn r den Halbmeſſer, und p die halbe Peripherie eines Kreiſes bedeuten, ſo weiſs man aus der Geometrie, daſs $r:p = 1:3{,}14159\ldots$, folglich $r = p:3{,}14159\ldots = \frac{\text{arc. } 180^\circ}{3{,}14159}$ $= \text{arc. } 57{,}2957\ldots$ Grade. Dieſer Winkel, deſſen Bogen dem Halbmeſſer gleich iſt, heiſſe in der Folge β.

§. 4.

§. 4.

Es sei (Fig. 2.) a c eine grade Linie, die um c gleichförmig bewegt wird. In der Zeit t, beschreibe a den Winkel $acd = n.\beta$ (§.3.) (wo n eine ganze Zahl oder Bruch bedeuten kann.) Wenn nun t in Zeitsekunden ausgedrückt ist, so wird $\frac{n.\beta}{t}$ eine Zahl, welche anzeigt, wie vielmal der Winkel β in einer Sekunde beschrieben werde. Wenn man diesen Ausdruck die *Winkelgeschwindigkeit* nennen, und $= \gamma$ setzen will, so haben alle Punkte der Linie c a einerlei Winkelgeschwindigkeit. Denn für jeden andern Punkt, b, hat man $e\,b^\circ = a\,d^\circ = \frac{n.\beta}{t} = \gamma$.

§. 5.

Aus der Winkelgeschwindigkeit wird die wahre Geschwindigkeit, oder der in einer Zeitsekunde beschriebenen Bogen eines Punkts b gefunden, wenn man jene mit dem Halbmesser c b multiplicirt. Denn es sei e b der in einer Sekunde beschriebenen Bogen, so ist $\frac{ecb}{\beta} = \gamma$; aber arc. $\beta = bc$ (§.3.); folglich auch $\frac{\text{arc. } eb}{bc} = \gamma$, oder arc. $eb = \gamma.\,bc =$ den in einer Sekunde beschriebenen Bogen. Umgekehrt findet man die Winkelgeschwindigkeit aus der Wahren, wenn diese mit dem Halbmesser dividirt wird.

§. 6.

In der 3ten Figur ist f g ein Element des Flügels; a b nämlich sei unendlich klein, hingegen a f, oder a g von unbestimmter Größe; $fac = 90^\circ$ die Winkel $fah = iag = \alpha$ (§. 1.) liegen in der Ebene f a i g h, die auf der Ebene des Flügels und auf c a senkrecht ist; so werden alle Punkte dieses um c d sich bewegenden Elements einerlei Winkelgeschwindigkeit haben; die wahre Geschwindigkeit aber wird von den verschiedenen Entfernungen von der Bewegungsaxe c d abhangen. Wenn g ein Punkt der geraden Linie a g ist, dessen wahre Geschwindigkeit gesucht wird, so ziehe man g l perpendiculair auf c d, g k perpendiculair auf a i, und endlich k l; so hat man das rechtwinklichte Dreieck g k l, in welchen g l die Hypothenuse, und der Halbmesser des Kreises ist worin g umläuft. Weil a i parallel mit c d; so ist $kl = ac$, und $gk = ag.\,\text{Sin}\,\alpha$. Wenn nun $ca = x$ und $ag = y$ gegeben sind, so findet man $gl = \sqrt{(x^2 + y^2\,\text{Sin}\,\alpha^2)}$. Ist überdem die Winkelgeschwindigkeit bekannt, so hat man die wahre Geschwindigkeit des Punkts $g = \gamma.(\sqrt{x^2 + y^2\,\text{Sin}\,\alpha^2})$. und weil $mac = 90^\circ$, so ist für jeden andern Punkt m, $np = ac = x$; $am = y$; und $mp = \sqrt{(x^2 + y^2\,\text{Sin}\,\alpha^2)}$. Für $\alpha = o$ haben alle Punkte des

Elements

Elements gleiche Entfernung $= x$. Für $\alpha = 90^\circ$ ist die Verschiedenheit der Entfernungen am gröſsten.

§. 7.

Es lieſſe ſich auch die Conſtruction ſo machen, daſs bey jedem Winkel α die Entfernungen aller Punkte gleich wären; in dieſem Fall könnte f g keine gerade, ſondern müſste eine gekrummte Fläche ſeyn. Es ſey q a r s ein Bogen des Kreiſes worin *a* umläuft, ſo iſt $g\ a\ s = 90^\circ - \alpha$, wird nun das Element des Flügels a g ſo gebogen, daſs bey unveränderter Entfernung $= g\,l$ und unverändertem Winkel $= \alpha$, allemal $a\,r : r\,t = a\,s : s\,g = \text{Cof.}\,(90^\circ - \alpha) : \text{Sin}\,(90^\circ - \alpha) = \text{Sin}\,\alpha : \text{Cof.}\,\alpha$; ſo werden alle Punkte der Linie a g und s g in einer Cylinderfläche liegen, und gleiche wahre Geſchwindigkeit haben; das Element wird aber einen Schraubengang oder Schnecke formiren.

§. 8.

Anmerk. Weil der hydrometriſche Flügel der genauen und bequemen Verfertigung und Gebrauchs wegen eine gerade Fläche ſeyn muſs, ſo iſt es unnöthig, dieſe Betrachtung über die gekrümmte Fläche hier weiter fortzuſetzen.

§. 9.

Eine Ebene, f g (Fig. 4.) die auch hier ein Flügel heiſſen mag, iſt im Strome einer flüſsigen Maſſe unter einem ſchiefen Winkel gegen die Richtung des Stroms geneigt; alle Theilchen der Maſſe flieſsen mit unveränderter Geſchwindigkeit unter ſich parallel, wie e b, e f, und machen mit dem Flügel den Anſtoſswinkel $e\ b\ f = g\ a\ k = \alpha$; der Flügel weichet nach der Richtung g k, perpendiculair auf die Richtung des Stroms, man fragt nach der Verhältniſs beyder Geſchwindigkeiten, des Flügels und des Stroms in dem Falle, wo keiner von der andern gehindert oder beſchleuniget wird.

Wenn C die Geſchwindigkeit des Stroms bedeutet, und ein Theilchen, welches man hier als einen materiellen Punkt anſehen kann, in der Richtung e f flieſset, und jetzt in a iſt, ſo braucht es eine beſtimmte Zeit, den Raum a k zurück zu legen: dieſe Zeit ſei $= t$, ſo iſt $t = \frac{a\,k}{C}$. Wenn nun der materielle Punkt in a nahe *über* dem Flügel iſt, und denſelben nicht trennen ſoll, ſo muſs dieſer in eben der Zeit t wenigſtens um den Raum g k fortgehen; oder wenn v ſeine Geſchwindigkeit bedeutet, ſo muſs $\frac{gk}{v}$, die Zeit, welche der Flügel gebraucht, den Weg g k zurück zu legen, wenigſtens nicht gröſſer als t ſein, widrigenfalls würde der Flügel den Strom aufhalten und einen Druck leiden. Sie muſs aber auch nicht kleiner ſeyn, ſonſt würde der Flügel den Strom beſchleunigen: denn man ſetze, daſs g, ein Punkt des Flügels, eher in f k käme, als ein Punkt a der flüſsigen Maſſe *unterhalb* dem Flügel

 den

den Weg a k zurücklegt, fo wird der Flügel denfelben Punkt treffen, und ihn nach einer von a k verfchiedenen Richtung fortftoffen und befchleunigen. Diefemnach mufs $\frac{ak}{c} = \frac{gk}{v}$ feyn, wenn Flügel und Strom einander nicht ftoffen oder hindern follen. Weil a k : g k = Cof. α : Sin α, fo hat man Cof. α : c = Sin α : v; alfo $v = c \frac{\text{Sin}\,\alpha}{\text{cof.}\,\alpha} = c$ tang α. Wäre eines andern Flügel Gefchwindigkeit = u, fein Anftofswinkel = y; fo hätte man v : tang α = u : tang y.

§. 10.

Auffer v kann der erwähnte Flügel noch jede andere Gefchwindigkeit haben, deren Richtung in der Ebene des Flügels felbft liegt, und die deswegen auf den Strom keinen Einflufs hat. In folchem Falle find aber beyde Gefchwindigkeiten relativ, und es giebt eine dritte wahre Richtung und Gefchwindigkeit, die zwifchen jenen liegt. Es fei g i die wahre Richtung des Flügels, welche hier in der Ebene a g k angenommen wird, und diefelbe fei bekannt, oder h g i = y gegeben, fo kann man die Gefchwindigkeit nach g k, perpendiculair auf die Richtung des Stroms daraus finden. Man formire nämlich das Parallelogram g h i k, fo weifs man aus der Mechanik, dafs die wahre Gefchwindigkeiten nach g i, und die Seitengefchwindigkeiten nach g h und g k fich wie diefe Linien felbft verhalten. Im Dreieck g i k hat man Sin g k i : g i = Sin g i k : g k. Es ift aber g k i = 180° — h g k; alfo Sin g k i = Sin h g k = Cof. α; und g i k = y. Folglich Cof. α : g i = Sin y : g k; alfo $gk = gi.\,\frac{\text{Sin. y.}}{\text{Cof.}\,\alpha.}$ Setzt man demnach die wahre Gefchwindigkeit nach g i = u, fo ift die relative Gefchwindigkeit nach $gk = u.\,\frac{\text{Sin y}}{\text{Cof.}\,\alpha}$; und es wird erfordert, dafs $u.\,\frac{\text{Sin y}}{\text{Cof.}\,\alpha} = c.\,\frac{\text{Sin}\,\alpha}{\text{Cof.}\,\alpha} = v$ (§. 9.) fei, wenn Flügel und Strom einander nicht widerftehen follen. Hieraus erhellet, dafs u fehr grofs feyn könne, wenn zugleich y fehr klein ift, ohne dafs dieferwegen die Bewegung des Flügels eine Hindernifs vom Strom leide oder verurfache; und

Dafs ferner die wahre Gefchwindigkeit verfchiedener Punkte des Flügels allenfalls fehr verfchieden feyn könne, ohne dafs dadurch ein Druck oder Widerftand im Strom entftehe, wenn nur die relative Gefchwindigkeit nach g k für alle Punkte des Flügels einerlei ift. Wäre auch umgekehrt die Richtung des Stroms veränderlich, und der veränderliche Anftofswinkel m n f = y; fo ift die fenkrechte Gefchwindigkeit c. Sin y; und wenn in diefem Fall der Flügel nach g k unter dem beftändigen Neigungswinkel 90 — a mit der Gefchwindigkeit v fortgeht, fo ift c. Sin y = v Cof. α oder $c.\,\frac{\text{Sin y}}{\text{Cof. a}} = v$.

§. 11.

Obwol alle verfchiedene Punkte des um c d fich drehenden Flügelelements, f a (Fig. 3.) verfchiedene wahre Gefchwindigkeit haben, (§. 6.) fo ift doch diejenige relative Gefchwindigkeit

digkeit, mit welcher fie einem mit c d parallelen Strom rechtwinklicht, das ift, nach einer Richtung, die mit der Ebene des Flügels den Winkel $90° - \alpha$ einfchliefst, ausweichen, für alle Punkte jeder geraden Linie a f einerlei.

Um fich hievon zu überzeugen, erinnere man fich, dafs die Ebene m n a auf der Ebene des Elements, f g, fenkrecht, und die wahre Gefchwindigkeit eines Punkts $m = \gamma \sqrt{(x^2 + y^2 \operatorname{Sin} \alpha^2)}$ ift (§. 6.) Ferner ift die Ebene m n p parallel mit der Ebene des Kreifes q a s, worin a c umläuft. Man ziehe diefes Kreifes Tangente a v, fo ift dies die Richtung, worin a mit der Gefchwindigkeit $= \gamma x$ (weil y für diefen Punkt $= 0$) fortgeht; mit welcher nämlichen Gefchwindigkeit er auch den Strom rechtwinklicht ausweicht, weil $f\,a\,v = 90° - \alpha$ ift. Man verlängere n m nach u, fo ift n u parallel mit a v, weil fie beide in den parallelen Ebenen m n p und q a s c, und in einer auf diefer fenkrechten Ebene m n a find; folglich $f\,m\,u = 90° - \alpha = a\,m\,n$, welches der Neigungswinkel der Ebene des Flügels gegen der Ebene m n p ift. Diefe letztere fchneidet jene in einer geraden Linie m w parallel mit a c. Folglich $w\,n\,n = w\,m\,u = 90°$; m w liegt nämlich in der Ebene des Flügels und auch in m n p, weil fie beider Durchfchnitt ift. Auf p m fei m z fenkrecht, fo ift m z die wahre Richtung, worin m mit der Gefchwindigkeit $p\,m.\,\gamma$ fich bewegt; und weil $z\,m\,p = w\,m\,n$, fo ift, von beiden der Winkel w m p abgezogen, $z\,m\,w = p\,m\,n$. Diefer Winkel fei ϑ, fo ift $\operatorname{Sin} \vartheta = \frac{pm}{pn} = \frac{x}{\sqrt{(x^2 - y^2 \operatorname{Sin} \alpha^2)}}$.

Man zerlege nun die wahre Gefchwindigkeit des Punkts m in der Richtung m z in zwey andere nach m w, die in des Flügels Ebene felbft liegt, und nach m u, welche mit dem Flügel $90° - \alpha$ macht; fo ift jene $p\,m.\,\gamma.\operatorname{Cof.}\vartheta$, und diefe $p.\,m.\,\gamma.\operatorname{Sin}\vartheta$. (Man fehe zu meherer Deutlichkeit die 5te Figur, wo die Ebene u n p w fo verzeichnet ift, wie fie auf der Ebene des Papiers ausfehen würde, auch alle Buchftaben die nämlichen Linien, und m z die wahre z u, u m die relativen Gefchwindigkeiten bedeuten). Es war aber $p\,m = \sqrt{(x^2 + y^2 \operatorname{Sin} \alpha^2)}$ und $\operatorname{Sin} \vartheta = \frac{x}{\sqrt{(x^2 + y^2 \operatorname{Sin} \alpha^2)}}$; alfo wird die Gefchwindigkeit nach $m\,u = \gamma.\,x.$ und weil x für alle Punkte derfelben Linie a f unveränderlich ift, fo ift auch die Gefchwindigkeit für alle Punkte einerlei. Weil auch für das ganze Element f g der Werth von x fehr nahe derfelbe bleibt, wie grofs auch a f oder a g genommen wird, fo gilt die Gefchwindigkeit nach $a\,v = x\,\gamma$ nahe genug für das ganze Element, wobei es endlich auch

 gleich-

gleichgültig ist, ob a f = a g, oder größer oder kleiner, oder auch eines von den beiden Enden des Flügels gar nicht vorhanden sei.

§. 12.

Es sei a c : a b = ∞ oder a b in Verhältniß mit a c unendlich klein, wie bisher immer vorausgesetzt worden, und der Flügel wird einer fließenden Masse so gehalten, daß c d in der Richtung des Stroms liegt, man soll die Verhältniß der Geschwindigkeit des Stroms nach c d, und des Flügels nach a v bestimmen.

Weil dem Flügel nach der Richtung a v nichts widersteht, so wird er auch dem Strom nicht widerstehen, sondern nach dieser Richtung mit der Geschwindigkeit $x\gamma$ (11) $= a\,c.\gamma$ ausweichen. Man hat also aus §. 9. die gesuchte Verhältniß $\frac{c \operatorname{tang} \alpha}{a\,c.\gamma} = 1$. Wenn man nun beobachten kann, wie vielmal der Flügel sich in einer bestimmten Zeit um die Axe c d bewegt, so weiß man γ; (denn es sei in der Zeit $= t$, die Zahl der Umläufe $= n$, so ist $\frac{360^\circ : n}{57,^{29\cdots} t} = \gamma$. (§. 4) und die Geschwindigkeit des Stroms $= C = \frac{a\,c.\,\gamma}{\operatorname{tang} \alpha} = a\,c.\gamma.\operatorname{Cotang} \alpha$, wird daraus leicht berechnet. Für irgend einen andern Flügel, dessen Neigung gleichfalls $= \alpha$, die Entfernung von der Axe aber $= AC$ die Winkelgeschwindigkeit $= G$, hat man $c = A\,C.\,G.\,\operatorname{Cot.}\alpha$; $a\,c.\gamma = AC.\,G$, folglich $a\,c : AC = G : \gamma$, oder die Winkelgeschwindigkeiten verhalten sich umgekehrt wie die Entfernungen von der Axe. Sind die Anstoßwinkel verschieden, die Winkelgeschwindigkeiten aber gleich, so hat man $C = \frac{a\,c.\,\gamma}{\operatorname{tang.} \alpha} = \frac{AC.\,\gamma}{\operatorname{tang.} y}$, folglich $a\,c : \operatorname{tang.} \alpha = AC : \operatorname{tang.} y$, oder die Tangenten verhalten sich wie die Entfernungen von der Axe. Dies Werkzeug wäre also geschickt, die Geschwindigkeit strömender flüssiger Massen zu erforschen, nur kann man der erwähnten Bedingung, daß c a unendlich groß, oder auch a b unendlich klein seyn muß, in der Ausübung kein Genüge leisten, daher muß noch untersucht werden, wie die Bewegung des Flügels bei jeder gegebenen Verhältniß a c : a b erfolge.

§. 13.

Es habe in der 6ten Figur alles die bisherige Bedeutung, nur der Flügel f g habe eine bestimmte Höhe A B, und es sei c A = a; c B = b. Man stelle sich zuerst vor, daß der Flügel in Elemente wie m g, f h getheilt, und die Entfernung jeden Elements von C auf der Ruthe

Ruthe A C gemessen $= x$ sei, dessen Werth also veränderlich ist. Wenn nun der Flügel dem Strom, wie vorhin ausgesetzt ist, so müsste das Element mit der Geschwindigkeit c tang α $= x . \gamma$ (§. 12.) dem Strom ausweichen, wenn kein Widerstand entstehen soll, aber x hat für jedes Element einen andern Werth, folglich muss auch γ oder α einen veränderlichen Werth haben, wenn der Bedingung ein Genüge geschehen soll. Weil aber f g eine veste Fläche ist, so ist γ für alle Elemente gleich, folglich müsste der Anstoswinkel für jedes Element geändert werden, z. B. für die Elemente f h, m g, ist $x = a$ und b. Wäre nun das Element f h unter einem andern Anstoswinkel k A h $= y$ geneigt, dergestalt, dass $a . \gamma : b . \gamma =$ c tang y : c tang α = a : tang y = b : tang α; so würden beide Elemente ohne alle Hinderniss im Strom frei umlaufen. (§§. 9. 12.) Es erhellet hieraus, dass, wenn man den Flügel in kleine Elemente ganz zertheilt sich vorstellt, jedes derselben einen verschiedenen Anstoswinkel haben, und die Tangenten dieser Winkel sich wie die Entfernungen von C verhalten müssen, wenn der Flügel im Strom ohne Druck und Widerstand umlaufen soll. Das gäbe aber wiederum einen gebogenen Flügel, der hier nicht weiter in Betrachtung kommt, (§. 7.) sondern f g bleibe nach wie vor eine unbiegsame und rectangulaire Ebene, und ihr Anstoswinkel $= \alpha$; so wird des Elements m g Geschwindigkeit $b \gamma <$ c tang α, und für f h wird $a . \gamma >$ C tang α; zwischen diesen beiden muss es also nothwendig ein Element, r s in der Entfernung c p geben, dessen Geschwindigkeit $=$ c p. γ, weder grösser noch kleiner, folglich $=$ c tang α ist. m g wird, weil es dem Strom nicht mit genugsamer Geschwindigkeit ausweicht, einen Druck an der Stromseite und f h, wegen zu geschwinder Bewegung, einen Widerstand an der entgegengesetzten Seite leiden, das Element r s aber wird an keiner Seite Druck empfinden, sondern so umlaufen, als wenn es vollkommen frei wäre. Der ganze Flügel f g mit der Ruthe c A kann also weder langsamer noch geschwinder sich bewegen, als das Element r s mit der Ruthe c p thun würde, wenn es ganz alleine wäre. Wäre demnach der Ort des Elements r s, oder des Punkts p, oder der Werth von x für c p, welcher künftig $= z$ gesetzt wird, bekannt, so wäre auch dieser Flügel geschickt, die Geschwindigkeit der strömenden Masse zu erforschen, indem man ihn so ansehen könnte, als bestünde er blos aus dem Flächenelement r s an einer Ruthe $= Z$ befestiget. (§. 12.) Es kommt also darauf an, den Werth von Z zu bestimmen.

§. 14.

Der Flügel wird im Strom eine solche Geschwindigkeit annehmen müssen, bei welcher Druck und Gegendruck einander gleich sind, das heisst, der Axe näher liegende Theil des Flügels wird von dem Strome nicht weniger oder mehr gedruckt werden, als der Widerstand gross ist, den der äussere Theil vom Strom leidet. Der Druck wird zwar eigentlich durch die Geschwindigkeit des Stroms, und der Widerstand durch Geschwindigkeit des Flügels verursacht:

verursacht: weil aber der Erfolg einerlei ist, ob eine Fläche mit bestimmter Geschwindigkeit gegen ein Fluidum oder dies letztere mit derselben Geschwindigkeit gegen die Fläche strömt, so nehme man die letztere Vorstellung an, dass nämlich beides, Druck und Widerstand, durch zwei Ströme verursacht werden, wovon des erstern Richtung mit der Axe des letztern mit der Tangente des Bogens parallel ist, worin der Flügel jeden Augenblick umläuft. Und weil des erstern Anstossswinkel $= \alpha$, und seine Geschwindigkeit $= c$, so ist des letztern Anstossswinkel $= 90^\circ - \alpha$, und seine Geschwindigkeit $x.\gamma$. Man zerlege diese Geschwindigkeiten eine jede in zwei andere, wovon die eine auf dem Flügel senkrecht, die andere mit ihm parallel ist, so sind es blos die Erstern, welche Druck und Widerstand verursachen, namentlich $c \operatorname{Sin} \alpha$, und $x\gamma. \operatorname{Sin} 90^\circ - \alpha = x\gamma. \operatorname{Cos}. \alpha$. Und dem Quadrat des Unterschiedes dieser beiden relativen Geschwindigkeiten $= (c \operatorname{Sin} \alpha - \gamma x \operatorname{Cos}. \alpha)^2$ ist, wie man gewöhnlich annimmt, der Druck proportional. So lange $c \operatorname{Sin} \alpha > x \gamma \operatorname{Cos}. \alpha$, ist der Unterschied positiv, und das ist der Fall für des Flügels untern Theil r g; ist aber $g\, x \operatorname{Cos}. \alpha > c \operatorname{Sin} \alpha$, so wird der erwähnte Ausdruck negativ, und der Druck entsteht auf der entgegengesetzten Seite, auf den obern Theil des Flügels f s. Der wirkliche senkrechte Druck (impulsus) auf ein Element des Flügels in seine Entfernung von der Axe multiplicirt, ist das *Moment* des Drucks, und wenn die Summe aller Momente auf der einen Seite der Summe aller perpendiculair entgegengesetzten gleich ist, so ist Druck und Gegendruck gleich, und der Flügel hat eine Geschwindigkeit $= z.\gamma$, bei welcher das zwischen den sich entgegen drückenden Kräften liegende Element r s völlig frei ist. Es giebt nun, wie es scheint, zwei Wege, Z zu finden: I. man berechne die Momente des Drucks auf r g, und die entgegengesetzten auf f s, jede besonders (in beidem wird Z als die Grenze des Werths von x für jeden Fall vorkommen); subtrahire eines von den andern, setze den Rest $= 0$, und suche daraus Z. In diesem Fall muss man zwei Rechnungen, die sich ganz ähnlich sind, durchgehen. II. Man kann sich auch vorstellen, es komme der gesammte senkrechte Druck auf dem Flügel blos von der Seite des Stroms her, alsdann wird ein Theil des Drucks negativ, welcher dem positiven im vorliegenden Fall völlig gleich seyn muss. Man kann also den gesammten Druck für den ganzen Flügel auf einmal berechnen, und vermuthen, dass die Rechnung durch die Zeichen + und — jeden Theil angeben werde. In diesem Fall muss das Resultat des gesammten Drucks $= 0$ gesetzt, und daraus Z gesucht werden. Ob wol Z nicht unmittelbar in dieser Rechnung vorkommen wird, so kann es doch leicht hineingebracht werden, indem man für $\gamma = \frac{C \operatorname{tang} \alpha}{Z}$ diesen letztern Ausdruck substituirt, da alsdann die Gleichung in bekannten Grössen bestehen wird, woraus Z zu suchen ist. Die Winkelgeschwindigkeit $= \gamma$ wird als ein bequemer Ausdruck in den Folgenden Rechnungen zwar beibehalten, sonst ist eigentlich dieser Begriff nicht wesentlich nothwendig. Man setze z. B. die Geschwindigkeit des äussersten Punkts der Ruthe $= u$, so ist für jeden in

der

der Ruthe liegenden Punkt des Flügels die Geſchwindigkeit $= \frac{x\,u}{a}$; und die ſenkrechte Geſchwindigkeit des widerſtehenden Stroms, oder eigentlich die Geſchwindigkeit, womit der umlaufende Flügel gegen die flüſsſige Maſſe ſenkrecht ſtöſst, iſt dann $= \frac{x\,v}{a}$ Coſ. α; was bisher γ war, iſt $= \frac{v}{a}$. Und da in ſolchem Fall v als eine unbekannte Gröſſe in der Gleichung vorkäme, aber $\frac{z\,v}{a} = c$ tang α ſeyn muſs, ſo dürfte man nur für v den Werth $\frac{a.\,c \text{ tang } \alpha}{z}$ in der gefundenen Gleichung ſetzen, und daraus Z ſuchen. Weil endlich hier nicht der abſolute Druck, ſondern nur der Werth von Z geſucht werden ſoll, ſo kann man ſich die Rechnung dadurch noch erleichtern, daſs alle dem poſitiven und negativen Druck gemeinſchaftliche Gröſſen, z. B. die Schwere der Luft, die Breite und Neigung des Flügels aus der Rechnung gelaſſen, oder fortgeſchaft werden.

§. 15.

Unter den vorausgeſetzten Bedingungen (§. 14.) Z zu finden. Wenn des Flügels Breite $= e$, ſo iſt e d x ein Element, worauf der ſenkrechte Druck $= e\,d\,x.\,(C \text{ Sin } \alpha - \gamma x \text{ Coſ. } \alpha)^2$ geſetzt werden kann, wenn die Schwere der Luft nicht in Betracht gezogen wird. Dies mit $x\gamma$ als die Geſchwindigkeit des Elements multiplicirt, giebt das Moment des Drucks $= e\gamma x\,d\,x.\,(C \text{ Sin } \alpha - \gamma.\,x \text{ Coſ. } \alpha)^2 = e\gamma x\,d\,x\,(C \text{ tang } \alpha - \gamma x)^2 \text{ Coſ. } \alpha^2 = e\gamma x\,d\,x \text{ Coſ. } \alpha^2\,(C^2 \text{ tang } \alpha^2 - 2\,c\gamma x \text{ tang } \alpha + \gamma^2 x^2)$. Integrirt man dieſen Ausdruck, ſo findet man $\int e\gamma x\,d\,x \text{ Coſ. } \alpha^2\,(c^2 \text{ tang } \alpha^2 - 2 c\gamma x \text{ tang } \alpha + \gamma^2 x^2) = e\gamma \text{ Coſ. } \alpha^2.\,(\tfrac{1}{2} c^2 x^2 \text{ tang } \alpha^2 - \tfrac{2}{3}.\,c\gamma x^3 \text{ tang } \alpha + \tfrac{1}{4}\gamma^2 x^4 + C$, als das Moment des geſammten Drucks für jeden unbeſtimmten Theil des Flügels. Dies Moment muſs verſchwinden, wenn $x = b$ wird, folglich wird $C = - e\gamma \text{ Coſ. } \alpha^2\,(\tfrac{1}{2} c^2 b^2 \text{ tang } \alpha^2 - \tfrac{2}{3} c\gamma b^3 \text{ tang } \alpha + \tfrac{1}{4}\gamma^2 b^4)$. Setzt man demnach in vorigen Ausdruck die Potenzen von b negativ, und nimmt $x = a$, ſo hat man das Moment des Drucks auf den ganzen Flügel $= e\gamma \text{ Coſ. } \alpha^2.\,(\tfrac{1}{2} c^2 \text{ tang } \alpha^2\,(a^2 - b^2) - \tfrac{2}{3} c\gamma \text{ tang } \alpha\,(a^3 - b^3) + \tfrac{1}{4}\gamma^2\,(a^4 - b^4))$ welches gleich o und mit dem gemeinſchaftlichen Factor aller poſetiven und negativen Gröſſen, $e\gamma$ Coſ. α^2, zu dividiren iſt, (§. 14.); ſo hat man $\tfrac{1}{2} c^2 \text{ tang } \alpha^2\,(a^2 - b^2) - \tfrac{2}{3} c\,\gamma \text{ tang } \alpha\,(a^3 - b^3) + \tfrac{1}{4}\gamma^2\,(\alpha^4 - b^4) = o$. In dieſem Ausdruck iſt γ eine unbekannte Gröſſe, ſtatt welcher man den Werth $\gamma = \frac{c \text{ tang } \alpha}{Z}$ ſubſtituirt, und mit c^2 tang α^2 dividirt, ſo bekommt man $\tfrac{1}{2}(a^2 - b^2) - \frac{\tfrac{2}{3}(a^3 - b^3)}{Z} + \frac{\tfrac{1}{4}(a^4 - b^4)}{Z^2} = o$. Dieſer Ausdruck heiſſe die Fundamentalgleichung. Man multiplicire

mit

mit Z^2, und dividire mit $\frac{1}{2}(a^2 - b^2)$ so hat man $Z^2 - \frac{\frac{2}{3}(a^3 - b^3)Z}{a^2 - b^2} = \frac{\frac{1}{2}(a^4 - b^4)}{(a^2 - b^2)}$ woraus $Z = \frac{1}{3}\left(\frac{a^3 - b^3}{a^2 - b^2}\right) \pm \sqrt{\left(\frac{\frac{4}{9}a^3 - b^3}{a^2 - b^2}\right)^2 - \frac{1}{2}\left(\frac{a^4 - b^4}{a^2 - b^2}\right)}$ gefunden wird. Für $b = o$, ist $Z = \frac{2}{3}a \pm \sqrt{(\frac{4}{9} - \frac{1}{2})a^2}$; aber $\sqrt{-\frac{1}{18}a^2}$ ist unmöglich. Auch für jeden andern bestimmten Werth von b ist $\frac{1}{2}\left(\frac{a^4 - b^4}{a^2 - b^2}\right) > \frac{4}{9}\left(\frac{a^3 - b^3}{a^2 - b^2}\right)^2$; folglich kann Z auf diesem Wege nicht gefunden werden. Da aber Z doch gewiss einen möglichen Werth haben muss, so scheint es, dass unter den angenommenen Bedingungen (§. 14.) einiger Irrthum seyn müsse. Am meisten zweifelhaft ist wol die Voraussetzung, dass der Stoss dem Quadrat der relativen Geschwindigkeit $(c \,\mathrm{Sin}\, \alpha - x\gamma\, \mathrm{Cos.}\, \alpha)^2$ proportional sey. Wollte man einmal versuchen, was die Rechnung gäbe, wenn nach der simplen Geschwindigkeit $c \,\mathrm{Sin}\, \alpha - \gamma x \,\mathrm{Cos.}\, \alpha$ gerechnet wird; so hat man das mechanische Moment des Drucks auf jedes Element $= e\gamma x dx (c \,\mathrm{Sin}\, \alpha - \gamma x \,\mathrm{Cos.}\, \alpha) = e\gamma \,\mathrm{Cos.}\, \alpha\, (c x dx \,\mathrm{tang}\, \alpha - \gamma x^2 dx)$. Das Intregale $\int x dx = \frac{1}{2}(a^2 - b)^2$ $\int x^2 dx = \frac{1}{3}(a^3 - b^3)$; folglich das Moment für den ganzen Flügel $= e\gamma \,\mathrm{Cos.}\, \alpha\, (\frac{1}{2}c(a^2 - b)^2 \,\mathrm{tang}\, \alpha - \frac{1}{3}\gamma(a^3 - b^3)) = e\gamma \,\mathrm{Cos.}\, \alpha\, (\frac{1}{2}(a^2 - b^2)$ $\alpha \,\mathrm{tang}\, \alpha - \frac{a^3 - b^3}{3Z} c \,\mathrm{tang}\, \alpha)$. Man setze dies $= o$, so findet man $\frac{1}{2}(a^2 - b^2)Z = a^3 - b^3$; folglich $Z = \frac{2}{3}\left(\frac{a^3 - b^3}{a^2 - b^2}\right)$. Das ist nun zwar ein bestimmter Werth, der aber doch in der That sonderbar genug aussieht. Denn man setze $b = a$, welches der Fall ist, wo der Flügel in ein unendlich kleines Element übergeht, oder verschwindet, so muss alsdann auch $Z = a$ seyn, weil $Z < a$ und $Z > b$, folglich zwischen a und b seyn muss. Aber aus der vorliegenden Formel findet man in diesem Falle $Z = \frac{2}{3}\left(\frac{a^3 - a^3}{a^2 - a^2}\right) = \frac{2}{3} \cdot \frac{o}{o}$, ein unverständlicher Ausdruck, der allerlei bedeuten kann, und für den ersten Anblick erkennen zu geben scheint, dass auch diese letztere Rechnung kein bestimmtes Resultat gebe. Wer aber etwas in der Algebra geübt ist, sieht es dem Ausdruck $\left(\frac{a^3 - b^3}{a^2 - b^2}\right)$ leicht an, dass er sich werde im Zähler und Nenner mit $a - b$ dividiren lassen; und das giebt alsdann $Z = \frac{2}{3}\left(\frac{a^2 + ab + b^2}{a + b}\right)$ und wenn man $b = a$ setzt, so findet man $Z = \frac{2}{3}\left(\frac{2a^2 + a^2}{2a}\right) = \frac{6a^2}{6a} = a$, wie es der Sache der Natur gemäss ist. Dies führt auf die Vermuthung, ob nicht auch vielleicht in der erstern Rechnung für Z ein möglicher Werth hervorgehe, wenn die Ausdrücke in eine andere gleichgeltende Form gebracht werde. Es war $Z = \frac{2}{3}$.

$a^3 -$

$\frac{a^3-b^3}{a^2-b} \pm \sqrt{}\left(\frac{4}{9}\left(\frac{a^3-b^3}{a^2-b^2}\right)^2 - \frac{1}{2}\left(\frac{a^4-b^4}{a^2-b^2}\right)\right.$. Man dividire alles im Zäler und Nenner mit $a-b$, ſo hat $Z = \frac{2}{3}.\ \frac{a^2+ab+b^2}{a+b} \pm \sqrt{}\ \frac{4}{9}\left(\frac{a^2+ab+b^2}{a+b}\right)^2 - \frac{1}{2}$ $\left(\frac{a^3+a^2b+ab^2+b^3}{a+b}\right)$. Und für $b=a$ iſt $Z = \frac{2}{3}.\ \frac{3a^2}{2a} \pm \sqrt{}\left(\frac{4}{9}.\ \frac{9a^4}{4a^2} - \frac{1}{2}.\ \frac{4a^3}{2a}\right)$ $= a \pm \sqrt{}0$. Wo ferne nun $\sqrt{}0 = 0$ iſt, ſo iſt a als der wirkliche Wehrt von Z im dieſem Fall richtig gefunden, in jedem andern Fall, wo $b < a$, bleibt gleichwol ein Theil des Wehrtes von Z unmöglich. Was es nun auch hiemit für eine Bewandnis haben mag, ſo ergiebt ſich, dünkt mich, daraus, daſs die Algebra oft den Gebrauch der Zeichen + und — als gleichgeltend erlaube, wo die Natur der Sache gleichwol nur eins von beiden zuläſst; und im Gegentheil die Natur der Sache oft beides erlaubt, wo der Rechnung nach nur eins möglich iſt. So z. B. iſt $c \text{ Sin } \alpha - \gamma x \text{ Coſ. } \alpha$ für des Flügels obern Theil negativ; der Sache gemäſz müſte alſo $(c \text{ Sin} - \gamma x \text{ Coſ.})^2$ für den obern Theil negativ für den untern poſitiv ſein, aber die Rechnung giebt beides poſitiv. Darauf mus nun, wie man leicht erachtet, bei der Integration Rückſicht genommen, und wenn für den untern Theil des Flügels das Integral + ſo muſs es für den obern — geſezt werden, wenn das geſammte Moment des Drucks wirklich $= 0$ und daraus Z richtig gefunden werden ſoll.

§. 16.

Weil das Element r s den Flügel in zwei Theile theilet, ſo ſehe man jeden Theil als den Ganzen an, und ändere darnach die für Z genannte Fundamentalgleichung $\frac{1}{2}(a^2 - b^2)$ $- \frac{2}{3}\left(\frac{1_3 - b^3}{z}\right) + \frac{1}{4}\left(\frac{a^4-b^4}{z^2}\right)$ welche bisher $= 0$ geſezt aber wirklich nicht Null iſt, gehörig ab, wie es das Integral jeden Theils erfodert, ſo muſs 1) für den obern Theil des Flügels z ſtatt b; und 2) für den untern z ſtatt a in die Gleichung kommen, das giebt

zum 1ten $\frac{1}{2}(a^2 - z_2) - \frac{2}{3}.\ \frac{a^3-z^3}{z} + \frac{1}{4}.\ \frac{a^4-z^4}{z^2}$.

zum 2ten $\frac{1}{2}(z_2 - b_2) - \frac{2}{3}.\ \frac{z - b^3}{z} + \frac{1}{4}.\ \frac{z^4-b^4}{z^2}$.

Einer

Einer von dieſen Ausdrücken muſs nun negativ genommen oder von dem andern ſubtrahirt, und der Reſt $=$ o geſezt werden: ſo hat man $Z^2 - \frac{1}{2}(a^2 + b^2) + \frac{a^3 + b^3}{Z} - \frac{4}{3}Z^2 - \frac{1}{4}\frac{a^4 + b^4}{Z} + \frac{1}{2}Z^2 = \frac{1}{6}Z^4 - \frac{1}{2}(a^2 + b^2)Z^2 + \frac{2}{3}(a^3 + b^3)Z - \frac{1}{4}(a^4 + b^4) = Z^4 - 3(a^2 + b^2)Z^2 + 4(a^3 + b^3)Z - \frac{3}{2}(a^4 + b^4) = 0$. Eben dieſe Gleichung würde ſich ergeben, wenn man nach §. 14. (l) verfahren und die Rechnung zweimal von Anfang wiederholt hätte, wovon ein jeder wer Luſt hat ſich leicht überzeugen kann. Dieſe biquadratiſche Gleichung hat nun 4 Wurzeln, oder Werthe für Z, von welchen vermöge der *harriot*ſchen Regel drei poſitiv und einer negativ ſein müſte. Es iſt aber der Sache gemäſs nur ein poſitiver Werth für Z möglich, folglich müſſen die übrigen beiden Wurzeln unmöglich ſein. Ob die mögliche negative Wurzel zu gebrauchen ſei, läſst ſich folgender Geſtalt beurtheilen. Es iſt Z. $\gamma = c$ tang α. Iſt tang α negativ ſo iſt $\alpha > 90°$, und der Flügel läuft nach entgegengeſezter Richtung, folglich wird γ negativ: woferne nun c in dieſem Falle poſitiv iſt, ſo muſs es auch Z ſein. Iſt aber c auch negativ, das heiſst, ſtöſst der Strom auf die entgegen geſezte Seite des Flügels, ſo läuft der Flügel wiederum nach der erſten Richtung und γ wird wiederum poſitiv: weil nun $-c \times -$ tang $\alpha = + c$. tang α, ſo muſs auch $+\gamma \times Z$ poſitiv und Z nicht negativ ſein. Bleibt endlich tang α poſitiv und nur c allein wird negativ, ſo wird auch in dieſem Falle γ negativ und Z muſs alſo in allen Fällen poſitiv ſein, und die negative Wurzel der Gleichung kann nicht gebraucht werden. Es kommt alſo nur darauf an, die mögliche poſitive Wurzel zu finden.

§. 17.

Man überſieht gleich anfangs, daſs das Element r s ohngefehr in der Mitte des Flügels liegen oder Z beinahe $\frac{a + b}{Z}$ ſein werde. Man bemerkt auch noch leicht, daſs Z nicht genau $\frac{1}{2}(a + b)$ ſondern etwas gröſſer, oder der öbere Theil des Flügels wegen ſeiner gröſſern Entfernung etwas kleiner als der untere ſein müſſe. Weil nun in jedem Fall a und b gegeben ſind, ſo verwandle man alle Coefficienten in Zalen und ſeze die ſo gefundene Gleichung $Z^4 - A Z^2 + B Z - C = y$. Statt Z ſeze man nun $\frac{1}{2}(a + b)$ ſo findet $y = - D$. Weil man nun weis, daſs $\frac{1}{2}(a + b) < Z$, ſo nehme man zum zweiten mal einen muthmaſzlichen Werth für Z der um etwas weniges gröſſer iſt, z. B. $\frac{3}{5}(a + b)$ oder $\frac{7}{10}(a + b)$ ſo findet man

viel-

vielleicht schon $y = + E$ (oder fände man $- E$, so wird doch E um vieles kleiner als D, und man der Wurzel näher gekomman sein). Solchem nach hat man für

$$Z = \tfrac{1}{2}\,(a + b) \text{ ist } y = - D$$
$$\underline{Z = \tfrac{3}{5}\,(a + b) \text{ ist } y = \mp E}$$
$$\text{Die Differenz } \tfrac{1}{10}\,(a \; \tfrac{1}{10}\, b) \text{ und } - D \pm E$$

Man seze nun

$D \mp E : E = \frac{1}{10}\,(a + b) : F$, und addire oder subtrahire F von $\frac{3}{5}\,(a + b)$ je nachdem $- E$ oder $+ E$ gefunden ist. So wird $Z = \frac{3}{5}\,(a + b) \pm F$ der gesuchten Wurzel ziemlich nahe kommen. Der so gefundene Werth sei $= Q$ und um zu untersuchen wie viel noch fehle, seze man Q nochmals in die Gleichung, und findet man dann $y = + g$ oder $- g$ so ist Q zu grofs oder zu klein. Vermindert oder vermehrt man ihn um eins in irgend einer Decimalstelle, und versucht ob man dadurch der Wurzel noch näher oder entfernter gekommen sei, so findet man auf diese Art, auf wie viele Decimalstellen solche Wurzel richtig ist. Will man sie näher suchen, so kann man dis Verfahren, so oft als man es nöthig findet, wiederholen.

Bequemer und zugleich genauer findet man im gegenwärtigen Fall die Wurzel durch eine leichte Differenzial-Rechnung. Wenn Z und y Functionen von einander sind, und y um einen Wehrt $= e$ vermehret oder vermindert, oder statt y nun $y \pm e$ gesezt wird, so wird Z gröſser oder kleiner um den Wehrt $\pm \frac{e\,dz}{dy} + \frac{e^2 d^2 z}{2 \cdot dy^2} \pm \frac{e^3 d^3 z}{2.3\,dy^3} + \frac{e^4 d^4 z}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot dy^4} \pm \ldots$; und wenn diese Reihe sehr convergirend ist, und man den geänderten Wehrt von Z nicht in der gröſten Schärfe sucht, so kann man oft, mit Weglaſsung aller folgenden Glieder, $Z \pm \frac{e\,dz}{dy} = y \pm e$ sezen. Weil nun $Z^4 - AZ^2 + BZ - C = y$; so ist $(4Z^3 - 2AZ + B)\,dz = dy$; und $\frac{dz}{dy} = \frac{1}{4Z^3 - 2AZ + B.}$ hat man denn auf vorhin erwähnte Art für Z einen ohngefehren Wehrt z. B. $\frac{11}{20}\,(a + b)$ angenommen, und $+ y$ gefunden, so nehme man $e = y$ aber negativ, damit $+ y - e = o$ werde. y wächst mit Z, und wenn $+ y$ gefunden, so ist $\frac{11}{20}\,(a + b)$ noch zu grofs für Z; es muſs daher $\frac{e}{4Z^3 - 2AZ + B}$ negativ oder von $\frac{11}{20}\,(a + b)$ subtrahirt werden. Der Rest wird den Wehrt ziemlich genau, aber um ein we-

niges

niges zu klein geben, welches daraus erhellet, dafs in erftgedachter Reihe das nächft folgende Glied $\frac{e^2\,d\,d\,z}{2\,d\,y^2}$ pofitiv ift. Unterfucht man wie grofs diefes Glied in Zalen ausfalle, fo ergiebt fich daraus in wie ferne jener Wehrt genau gefunden fei.

Weil dergleichen Rechnungen nicht Iedermanns Sache find, fo habe folgende Tafel mittheilen wollen, die für alle Fälle genügen kann.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Nr.	a	b	$\frac{a+b}{2}$	Z	Z	$\frac{e^2\,d^2\,z}{2\,d\,y^2}$	Z*
1	10	10	10	10	10	0	10
2	10	9	9,5	9,507	9,5085	0,00026	9,50
3	10	8	9.	9,028	9,0304	0,00026	9,03
4	10	7	8,5	8,566	8,5687	0,00012	8,59
5	10	6	8,	8,126	8,1271	0,00019	8,17
6	10	5	7,5	7,713	7,7108	0,00015	7,77
7	10	4	7.	7,331	7,3268	0,00010	7,43
8	10	3	6,5	6,991	6,9850	0,00005	7,13
9	10	2	6.	6,704	6,6998	0,00001	6,89
10	10	1	5,5	6,487	6,4929	0,000007	6,73
11	10	0	5.	6,368	6,3987	0,00012	6,66

Die Spalte I, enthält die Zal der berechneten Fälle; II die Länge der Ruthe von der Axe zum äufferften Punkt des Flügels; III die Länge der Ruthe zwifchen Axe und Flügel; IV Länge der Ruthe von der Axe bis an die Linie, welche durch den Schwerpunkt des Flügels geht und die Ruthe rechtwinklicht fchneidet; V Wehrte von Z nach der erften Methode; VI genauere Werthe von Z nach der leztern Differenzial-Rechnung; VII Prüfung der nächft vorftehenden Wehrte von Z, woraus erhellet, dafs fie auf drei bis vier Decimalftellen richtig find; VIII Wehrte von Z, nach der Hypothefe, dafs der fchiefe Stofs der fimplen Gefchwindigkeit c Sin α — x γ Cof. α proportional fei. Wäre derfelbe Stofs etwa irgend einer andern

Potenz

Potenz der Geſchwindigkeit die zwiſchen 1 und 2 fiele proportional, wie man aus einigen neuen Experimenten hat ſchlieſſen wollen, ſo enthalten die VI und VIII Spalte wenigſtens die Grenzen der Werthe von Z, welche für die erſten 3 Fälle noch um kein $\frac{1}{100}$ Theilchen differiren.

Der Gebrauch dieſer Tafel wird in folgendem (§. 37.) vorkommen.

§. 18.

Ob wol nun der Theorie gemäſs $Z\gamma = c \tang \alpha$ iſt, wie groſs auch α genommen wird, ſo ſieht man doch leicht, daſs in der Ausübung der Wehrt von α nicht gleichgültig ſein werde. Wenn $\tang \alpha$ ſehr groſs wird, ſo muſs auch γ ſehr groſs werden. Wenn nun die Ruthe keine mathematiſche Linie ſondern ein natürlicher Körper iſt, ſo wird ſie einen Widerſtand leiden, welcher dem Quadrat von γ proportional iſt. Dieſer Widerſtand muſs nothwendig veranlaſſen, daſs allemal $Z\gamma < c \tang \alpha$ iſt. Noch mehr, wenn beinahe $\alpha = 90°$ und $\tang \alpha$ ſehr nahe unendlich wird, ſo ſollte auch γ in Vergleichung mit c unendlich werden, aber des Widerſtandes wegen, der mit der Geſchwindigkeit immer zunimmt, wird γ in dieſen Falle ſo gar $= 0$. Bevor $\gamma = 0$ wird, muſs es allmälig abnehmen und für irgend einen Wehrt von α ein Maximum haben. Dis Maximum wird lediglich von der Vollkommenheit der Maſchine, von der Feinheit und der Leichtigkeit der Ruthe und Flügel abhängen; aber ſchwerlich wird der geſchickteſte Künſtler es weiter bringen, als daſs im Fall der gröſten Geſchwindigkeit der Flügel etwa 6 bis 8 mal geſchwinder als der Strom der flüſſigen Maſſe laufe, d. i. $Z\gamma = 6$ c bis 8 c, oder $\tang \alpha = 6$ bis 8, folglich $\alpha = 80$ bis $83°$ ſein; für alle gröſſere Winkel wird γ ſchon abnehmen. Da es nun überhaupt gut iſt, daſs der Flügel ſo frei als möglich umlaufe, der Widerſtand aber mit α zunimmt, ſo iſt es nicht rathſam α ſehr groſs zu nehmen. Der Bequemlichkeit wegen wäre es gut α ſo zu nehmen daſs $Z\gamma = c$. Und in dieſem Fall muſs α wenigſtens etwas gröſſer als $45°$ ſein, deſſen $\tang = 1$ iſt. Weil nämlich $Z\gamma < c \tang \alpha$ iſt, aber $Z\gamma = c$ ſein ſoll, ſo muſs $\tang \alpha > 1$ ſein. Wie viel α gröſſer als $45°$ ſein muſs, hängt wiederum von der Beſchaffenheit des Werkzeugs ab und läſst ſich durch keine Rechnung beſtimmen; je vollkommner dieſes gemacht iſt, je näher wird α dem Winkel von $45°$ Grade kommen.

§. 19.

Es iſt noch ein Umſtand vorhanden, weshalben die Gröſſe von α nicht gleichgültig iſt. Ruthe und Flügel leiden nicht allein Widerſtand vom Strom, ſondern auch ihre eigne Maſſe widerſteht im Anfang der Bewegung; und es iſt eine Kraft nötig dieſen Widerſtand zu überwinden. Wollte man z. B. die Geſchwindigkeit eines ſehr ſchwachen Windes mit dieſem Flügel beobachten, ſo muſs die Fläche des Flügels ſehr groſs oder auch ſo geſtellt ſein, daſs der

Wind einen beträchtlichen Druck darauf ausüben könne, widrigen Fals wird der Flügel gar nicht in Bewegung kommen. Es iſt aber aus zweierlei Urſachen rathſam, die Fläche ſo klein als die Umſtände nur zu laſſen, zu nehmen: erſtlich ſieht man aus der Tafel §. 17; daſs die etwanige Ungewisheit, welche in der Beſtimmung des Wehrts von Z übrig bleibt, zu nehme, je gröſſer der Flügel oder je kleiner b genommen wird, zweitens leidet alles übrige gleich geſezt, eine gröſſere Fläche vermuthlich mehr Widerſtand als eine kleinere, wenn auch nur blos auf den Umſtand etwaniger Rauhigkeit der Flächen und Cohäſion mit den flüſſigen Theilchen geſehen wird. Soll alſo die Fläche am kleinſten, ſo muſs ihre Stellung in Abſicht des Drucks am vortheilhafteſten ſein. Dis leztere hängt von der Länge der Ruthe und dem Winkel α ab. Ie länger die Ruthe genommen wird, je gröſſer wird zwar das Moment des Drucks, aber auch das Moment des Widerſtandes nimmt zu und die Ruthe muſs um ſo viel ſtärker ſein, je länger ſie iſt. Eben ſo gewinnt man nicht viel dadurch, daſs mehrere Flügel an derſelben Axe befeſtigt werden, weil jeder ſeinen Widerſtand überwinden muſs. Dadurch, daſs man den Winkel α gröſſer oder kleiner nimmt, wird der Druck beträchtlich geändert; und es iſt zu unterſuchen, wie groſs α ſein müſſe, damit das Moment, den Flügel in Bewegung zu ſezen, am gröſten werde.

§. 20.

Aus dem mechaniſchen Moment des ſenkrechten Drucks (§. 15.), in welchen α unter den Ausdruck $(c \,\mathrm{Sin}\, \alpha - x \gamma \,\mathrm{Cos.}\, \alpha)^2$ vorkommt, wird das ſtatiſche, wenn $\gamma = 0$ wird. Und der ſenkrechte Druck hängt nun ab von $C^2 \,\mathrm{Sin}\, \alpha^2$, wächſt alſo, wenn alles übrige ungeändert bleibt mit α. Man zerlege ihn in zwei andere, wovon der eine nach der Richtung der Axe, der andere nach der Richtung der Bewegung des Flügels genommen wird, ſo iſt jener $C^2 \,\mathrm{Sin}\, \alpha^3$, und dieſer $C^2 \,\mathrm{Sin}\, \alpha^2 \,\mathrm{Cos.}\, \alpha$; dis leztere ſoll ein Maximum ſein. Es ſei $\mathrm{Cos.}\, \alpha = x$; ſo iſt $\mathrm{Sin}\, \alpha = \sqrt{(1 - x^2)}$ und $\mathrm{Sin}\, \alpha^2 \,\mathrm{Cos.}\, \alpha = (1 - x^2)\, x = x - x^3$; und $3 x^2 dx - dx = 0$; folglich $3 x^2 = 1$; und $x = \sqrt{\tfrac{1}{3}} = \mathrm{Cos.}\, \alpha$; woraus $\alpha = 54^{\circ}\, 44'\, 8''$ gefunden wird. Wäre hingegen der ſchiefe Stoſs flüſſiger Maſſen nicht dem Quadrat der Geſchwindigkeit, ſondern der einfachen Verhältniſs derſelben proportional, ſo hat man $(C \,\mathrm{Sin}\, \alpha - x \gamma \,\mathrm{Cos.}\, \alpha)\, \mathrm{Cos.}\, \alpha$ und für $\gamma = 0$; müſte $\mathrm{Sin}\, \alpha.\, \mathrm{Cos.}\, \alpha = x.\sqrt{(1 - x^2)}$ ein Maximum ſein. Alſo $\sqrt{(1 - xx)}\, dx - \frac{xx\, dx}{\sqrt{(1 - xx)}} = 0$; und $1 - xx = xx$ oder $\sqrt{(1 - xx)} = x$; d. i. $\mathrm{Sin}\, \alpha = \mathrm{Cos.}\, \alpha = \tfrac{1}{2}$ folglich $\alpha = 45^{\circ}$. Woferne nach irgend einer andern Potenz der relativen Geſchwindigkeit, die zwiſchen 1 und 2 fällt, zu rechnen wäre, ſo würde der Winkel, bei welchem der Stoſs am gröſten iſt, doch zwiſchen 45 und 55 Grade ſein. Man kann daher ohne Bedenken α ſo nehmen, daſs $Z \gamma = C$ (§. 18.) werde.

§. 21.

§. 21.

Es hängt demnach die Vollkommenheit des hydrometrischen Flügels sehr davon ab, dass die Fläche sehr dünne und fast schneident scharf, auch an beiden Seiten wol polirt und glatt sei; die Ruthe gleichfalls fein, glatt und wolgerundet, jedoch dabei so stark sei, dass sie nicht biegsam werde und dem Widerstande nachgebe; auch α auf das vortheilhafteste genommen werde. Hiezu kommt endlich noch ein Umstand, dass der Flügel auch schwer ist, und dis kann seine Umlaufsbewegung irregulair machen, woferne nicht etwa das Fluidum worin er sich bewegt mit ihm von einerlei eigenthümlicher Schwere ist, welches selten der Fall sein dürfte. Ist das Fluidum schwerer als der Flügel, so wird dieser, wenn er im niedrigsten Punkte seines Umlaufskreises ist, mit beschleunigter Bewegung aufwärts gehen, und es wird ein Druck nöthig sein, ihn wieder unterwärts zu treiben. Ist der Flügel schwerer, so erfolgt dasselbe umgekehrt. Dagegen ist nun das beste Mittel, an derselben Axe noch einen, dem vorigen gerade entgegen gesezten Flügel anzubringen, wie Fig. 7. In solchem Falle, da das Werkzeug mit zwei gleich grossen und gleich schweren Flügel versehen, bleibt die Umlaufsbewegung, wie man ohne alle Demonstration leicht übersieht, gleichförmig, indem die Wirkung der Schwere durch das Gleichgewicht zu beiden Seiten der Axe aufgehoben wird. Alles was dann noch übrig bleibt, ist ein Druck des ganzen Instruments aufwärts oder unterwärts, je nachdem das Fluidum specifisch schwerer oder leichter als das Material des Flügels ist. Derselbe Druck fällt nun auf die Auf- oder Unterlage der Axe, wodurch das Werkzeug gehalten wird, und kann eine ganz unerhebliche Friction verursachen, weshalben die Berührungspunkte der Axe mit ihrer Einfassung wol polirt und hart sein müssen. Als einen Effect des schweren und trägen Materials muss man es noch ansehen, dass der Flügel eine einmal angenommne Bewegung ungerne ändert. Es fliessen aber die Ströme nicht allemahl gleichförmig und damit der Flügel sehr empfänglich werde und die geänderte Bewegung des Stroms leicht annehmen, muss er möglichst leicht sein. Vielleicht ist es auch in dieser Absicht gut mehr als einen Flügel an die Axe zu sezen.

§. 22.

Anmerkung. Bisher ist immer voraus gesezt, die Axe des hydrometrischen Flügels läge in der Richtung des Stroms: es wäre noch wol zu untersuchen, was erfolge, wenn sie eine schiefe Lage gegen den Strom hätte. Es können Fälle sein, wo man wenigstens ungewiss ist, ob die Axe mit den Strom parallel liege oder um einige Grade davon abweiche; und in solchen Fällen ist es doch gut zu wissen, wie viel man durch die schiefe Lage etwa fehlen könne. Es ist aber die theoretische Untersuchung hierüber so verwickelt und wegen Mangel an gewissen Grundsäzen über den schiefen Stoss, so zweifelhaft, dass ichs nicht der Mühe werth achte die Theorie hierüber weiter fort zu sezen, sondern solches lieber im practischen

Theile

Theile dieſer Abhandlung erörtern will. Was ich im folgenden §. hierüber noch anführe, geſchicht blos um den Begrif und die Eigenſchaften des hydrometriſchen Flügels ſo deutlich als möglich vorzuſtellen und die Nothwendigkeit einer gedoppelten Beflügelung zu zeigen.

§. 23.

Es ſei (Fig. 7.) s t die Richtung des Stroms, welche mit der Axe den Winkel d c t $= \vartheta$ einſchlieſst; des Flügels, f g, Neigungswinkel, d c k, iſt wie bisher $= \alpha$. Der Anſtoſswinkel des Stroms mit der Fläche f g ſei y oder m e f $=$ y. Was für eine Lage auch c s hat, ſo kann man wenigſtens durch c d eine Ebene d c s legen die in der Richtung des Stroms befindlich iſt. (Dieſem Fall ſieht man täglich an unſern Windfahnen, die ſich in der Richtung des Windes ſtellen, der Wind mag vollkommen horizontal oder unter irgend einen Winkel auf- oder unterwärts ſtreichen). Man ſtelle ſich dieſe Ebene s c d izt horizontal und die Winkel ϑ und α in derſelben vor, ſo iſt die Ebene des Kreiſes, n p q r, worin die Ruthe c q umläuft auf jener ſenkrecht, ſteht auch die Ruthe c q izt ſenkrecht auf der Ebene s c d t k, ſo liegt die Fläche des Flügels, f g, mit c k in einer Ebene, und man ſieht, daſs in dieſem Fall $y = \alpha - \vartheta$ ſei. y iſt nun für jede Lage des Flügels veränderlich, hingegen ſind α und ϑ beſtändig. In der nur erwähnten Lage iſt y am kleinſten. Indem der Flügel von q nach p und n ſich bewegt wächſt y, und wenn er in n eine der vorigen entgegengeſezte Lage hat, iſt y am gröſten und $= \alpha + \vartheta$; bewegt der Flügel ſich weiter fott nach r ſo nimmt y wieder ab; und ſolchergeſtalt iſt y zwiſchen den Grenzen $\alpha - \vartheta$ und $\alpha + \vartheta$ enthalten. Da nun die Geſchwindigkeit des Flügels $=$ v von den veränderlichen Anſtoſswinkel dergeſtalt abhängt, daſs $\frac{c \operatorname{Sin} y}{\operatorname{Cof.} \alpha} = v$ (§. 10.) ſein muſs, wenn kein Widerſtand entſtehen ſoll; ſo ſieht man, daſs die Bewegung des Flügels nicht gleichförmig geſchehen könne, ſondern v mit y wachſen und abnehmen müſſe. Wenn $\alpha = \vartheta$ ſo iſt der kleinſte Wehrt für $y = \alpha - \vartheta = 0$, folglich wird der Flügel dann nicht mehr ganz umlaufen können, obgleich der gröſte Wehrt von $y = 2\,\alpha$ iſt. Man verlängere die Ruthe c q nach n und mache alles auf der einen Seite von c wie auf der andern: ſo hat der Flügel h i die vortheilhafte Lage oder den gröſten Anſtoſswinkel wenn f g den kleinſten hat. Der Flügel wird nun noch umlaufen wenn gleich der kleinſte Wehrt von $y = 0$, oder des einen Flügel Ebene in der Richtung des Stroms liegt. Es kann ſo gar $\vartheta > \alpha$, und $\alpha - \vartheta$ negativ werden. D. h. der Strom kann auf der Rückſeite des einen Flügel und auf der Vorderſeite des andern ſtoſſen, und der Flügel kann dennoch fortfahren ordentlich umzulaufen, woferne der lezte Stoſs noch gröſſer als der erſtere iſt und er bleibt immer gröſſer ſo lange nicht $\vartheta = 90°$ iſt oder die Richtung des Stroms mit der Richtung der Axe einen rechten Winkel macht. Von dieſen Säzen, daſs der gedoppelte Flügel bei jeder Neigung des Stroms die kleiner als $90°$ iſt, umlaufen müſſe; und daſs ſolche Umlaufsbewegung gleich-

gleichförmig ſein müſſe, übergehe ich hier die ſchärfern Beweiſe (§. 22.): und begnüge mich damit, die Gründe gezeigt zu haben, warum es nothwendig ſei, dieſen hydrometriſchen Werkzeuge wenigſtens zwei entgegengeſezte Flügel zu geben: weil nämlich in dieſem Fall eine kleine Abweichung von der Richtung des Stroms weniger Einfluſs auf die Bewegung hat, als wenn das Inſtrument nur einen Flügel hätte. Wollte man ihm mehr als zwei Flügel geben, ſo müſſen es viere, ſo geſtellt wie an den Windmühlen, und nicht drei ſein, weil leztern Falls bei einer ſchiefen Richtung des Stroms die Bewegung wiederum ungleichförmig würde. Durch noch mehr als 4 Flügel würde man das Werkzeug unnüzlicher Weiſe beſchweren. Ob jemand nun 4 oder 2 Flügel nehmen ſoll, bleibt ihm ſelbſt überlaſſen, doch ſcheint es alles wol erwogen faſt rathſamer 4 als 2 zu nehmen, weil Irregularitäten der Ströme, etwanige Fehler in der Stellung eines Flügels, und dergleichen auf ein vierflügelichtes Werkzeug vielleicht weniger Einfluſs haben, als auf ein zweiflügelichtes.

Zweiter Abſchnitt.

Gebrauch des Hydrometriſchen Flügels.

§. 24.

Die Ströme flüſſiger Weſen deren Geſchwindigkeit zu meſſen gewöhnlich vorkommt, ſind der Wind und die Waſſerſtröme, und hierauf ſchränkt ſich der Gebrauch dieſes Werkzeuges ein. Es muſs demnach hier gezeigt werden, wie es als *Windmeſſer* und als *Strommeſſer* einzurichten und wie man dabei zu verfahren habe. Man erachtet leicht, daſs hierin viel willkürliches ſei; daſs man das Inſtrument groſs oder klein, die Einfaſſung rund viereckigt, von Holz, Eiſen u. ſ. w. machen könne. Ich werde nun alles ſo beſchreiben, wie ich es durch Erfahrung geleitet am bequemſten gefunden habe. Die vorhergehende Theorie und ein dreijähriger täglicher Gebrauch dieſes Werkzeugs werden mich hoffentlich darüber entſchuldigen, daſs ich weiter keine Rechenſchaft darüber gebe, warum alles auf dieſe und nicht auf tauſend andere mögliche Weiſe iſt eingerichtet worden. Bevor ich aber die Beſchreibung des Windmeſſers und Strommeſſer vornehme, mögen noch einige Verſuche hier ſtehen, die ich zur Prüfung der vorhergehenden Theorie angeſtellt habe.

§. 25.

In der 8ten Fig. iſt A B ein hölzerner Stab mit einer metallnen Gabel B C D verſehen, in welchen die beflügelte Axe C D kunſtmäſſig umlaufen kann. Die Flügel E und F ſind von Holz und können auf den dünnen ſtählernen Ruthen C E, C F auf jeden beliebigen Winkel geſtellt werden. Bei g iſt ein Oehr durch welche eine dünne ſeidene Schnur h g, geht, welche an der Axe befeſtiget iſt, und ſich auf dieſelbe, wenn die Flügel umlaufen, auſſpinnt. Alles iſt übrigens zweckmäſſig und ſo leichte eingerichtet, daſs ein Mann daſſelbe mit dem Stabe bequem bewegen kann. Man ſeze nun, daſs jemand am Ufer eines Graben, in welchem *ſtilles* Waſſer befindlich, fortgehe, indem er das Inſtrument ſo tief eintaucht, daſs die Flügel unter der Oberfläche des Waſſers bleiben, ſo werden die Flügel umlaufen. Am Ende einer gewiſſen Diſtanz, z. B. 100 Fuſs kann man die Umläufe zählen, indem man das Inſtrument hervor hebt und beobachtet, wie viel mal die Schnur aufgewickelt ſei. Auf die Weiſe habe folgende Verſuche gemacht.

§. 26.

Zu unterſuchen, ob eine Verſchiedenheit der Höhe des Flügels beträglichen Einfluſs auf die Geſchwindigkeit deſſelben habe oder die Wehrte von Z (§. 17.) zu prüfen, lieſs ich die

Ruthen

Ruthen mit zwei hohen Flügel von hölzernen Brettern die ſo dünne und glatt als möglich verſehen. Die Ruthen waren 13 Zoll lang, und 12 Zoll hoch die Flügel; der Anſtoſswinkel ohngefehr = 45 Gr. Das Inſtrument ward 100 Fuſs lang im Waſſer fortgezogen und die Umläufe gezält. Dann wurden die Flügel nahe bei der Axe und am äuſſerſten Ende $2\frac{1}{2}$ Zoll abgekürzt, ſo daſs ſie 7 Zoll hoch und ihr Schwerpunċte unverändert blieben und die Umläufe wurden wie vorhin beobachtet; die Flügel wurden dann noch um 5 Zoll kürzer gemacht und die Umläufe zum 3ten mal gezält. Das Reſultat war folgendes:

	Höhe der Flügel.	Zahl der Umläufe.	Verhältniſs der Wehrte von Z.	Nach der Tafel VI.	§. 17. VIII.
Abſtand des Schwerpunċts der Flügel von der Axe = 7 Zoll.	12 Zoll	22	9	9,03	9,03
	7 —	26	7,6	7,71	7,77
	2 —	28	7,07	6,49	6,73

Es wird hiedurch die Theorie in ſo weit vollkommen beſtätiget, daſs für höhere Flügel der Wehrt von Z gröſſer iſt, oder daſs von verſchiedenen Flügel, deren Schwerpunċte gleiche Entfernung von der Axe haben, diejenigen am geſchwindeſten umlaufen, die am kürzeſten ſind. Ob aber die Wehrte von Z in der VI oder VIII Spalte (§. 17.) am zuverläſſigſten ſind, das kann durch Verſuche mit hölzernen Flügel gar nicht ausgemacht werden, ſondern es werden hiezu dünne metalne Flügel und überhaupt mehr Geräthſchaften und Bequemlichkeiten erfodert als mir die Umſtände verſtattet haben. Man wird nun allen etwanigen Irrthum dieſerwegen zu vermeiden, wol thun, die Höhe der Flügel in Verhältniſs der Ruthe ſo klein zu nehmen, als die übrigen Umſtände nur zu laſſen. Kann man ſich in den erſten 3 Fällen gedachter Tafel beſchränken, ſo ſind die Wehrte VI und VIII noch für gleich zu achten; geht man darüber hinaus, ſo ſcheint es am ſicherſten zu ſein, daſs man aus beiden das Mittel nehme, wenn man theoretiſch genau ſein will. Uebrigens wird bald erhellen, daſs es auf die Richtigkeit im Gebrauch des Inſtruments keinen Einfluſs habe, ob man die Wehrte von Z genau kenne oder nicht.

§. 27.

Zu unterſuchen, wie die Geſchwindigkeit von dem Anſtoſswinkel α abhängt, ſtellte ich die Flügel nach und nach auf verſchiedene Grade und zälte jedesmal die Umläufe. Daſs Reſultat iſt, daſs von 5 bis 35 Gr. ſich die Umläufe genau wie die Tangenten der Anſtoſswinkel verhalten; für gröſſere Winkel aber war die Zal der Umläufe kleiner als ſie dieſer Verhältniſs gemäſs ſein ſollte, doch nahm ſie noch immer zu bis zwiſchen 80 und 85 Grade, wo ſie wiederum abnahm. So daſs in dieſem Punċt die Erfahrung vollkommen das beſtättiget, was man der Theorie (§. 18.) gemäſs erwarten kann.

§. 28.

Zu unterſuchen, bei welchem Anſtoſswinkel das ſtatiſche Moment den Flügel zu drehen am gröſsten ſei, ſtellte ich den einen Flügel auf 45 Gr. und den andern nach und nach auf verſchiedene kleinere und gröſſere Anſtoſswinkel und alle mal ſo, daſs beide Flügel ſich contrair waren, nämlich der eine rechts und der andere links umzulaufen ſtrebte, welcher Flügel nun die Ueberwucht bekam, deſſen ſtatiſches Moment war alſo am gröſsten. Das Reſultat hievon war, daſs das Inſtrument allemal nach der Richtung umlief, welche der Stellung des Flügels auf 45° gemäſs war, daſs alſo dieſer jederzeit eine Ueberwucht zeigte, welche nur zwiſchen 40 und 45° etwas zweifelhaft*), in allen übrigen Fällen ſehr merklich war. Da nun dieſes ganz gegen die gewöhnliche Theorie (§. 20.) iſt, ſo veränderte die Verſuche noch dergeſtallt, daſs wenn der eine Flügel auf 60°, 70°, 80° u. ſ. w. geſtellt war, alsdann der andere auf die Complemente 30, 20, 10 u. ſ. w. richtete, und in dieſen Fällen waren beide Flügel beſtändig im Gleichgewichte, welches nicht ſein könnte, wenn der Stoſs $\text{Sin}\ \alpha^2\ \text{Coſ.}\ \alpha$ proportional wäre. Es iſt alſo hieraus klar, daſs die gewöhnliche Theorie des ſchiefen Stoſſes ſehr fehlerhaft und derſelbe Stoſs dem Sin in Coſ zu gleichen Potenzen, nämlich $\text{Sin}\ \alpha^x\ \text{Coſ}\ \alpha^x$ proportional, folglich für $\alpha = 45°$ am gröſsten iſt.

§. 29.

Unter den Schoberſchen Verſuchen über die Kraft des Windes bei Umtreibung der Windmühlenflügel (Hamb. Mag. IX Band 2 St.) iſt einer (pag. 139) aus welchem, wenn er zuverläſſig genug wäre, ſich der Exponent von $\text{Sin}\ \alpha^x\ \text{Coſ}\ \alpha^x$ folgender Geſtallt, wo ich nicht irre, finden läſst. Herr Schober hat folgendes Täflein

Inclination der Flügel mit der Axe.	Kraft die Flügel zu drehen.
80° . . .	. . . 85
70. . . .	. . . 152
60. . . .	. . . 230
50. . . .	. . . 350
40. . . .	. . . 395
30. . . .	. . . 335
20. . . .	. . . 200
10. . . .	. . . 77

Man füge dieſen Zalen noch die Producte, Sin. Coſ. bei, und gebe allen die bisherige Bedeutung, ſo ergiebt ſich folgende Tafel 1te, 2te und 3te Abtheilung.

1 An-

*) Anmerk. Bei nachherigen genauen und wiederholten Verſuchen habe befunden, daſs der ſchiefe *Stoß* wirklich bei 40° etwas gröſſer als 45° u. 50°; auch bei 30, und 20° wirklich noch etwas gröſſer als bei 60 und 70° iſt, wenn man anders aus dem *Umlaufe* der Flügel auf die erwähnte Art ſchlieſſen darf.

1 Anſtoſs-Winkel α	2 $\sin\alpha \cos\alpha$	3 $(\sin\alpha \cos\alpha)^x$	4 Wehrte von x	5 $(\sin\alpha \cos\alpha)^x$ corrig.	6 Wehrte von x
80	0,1704	85	0,917	81	1,229
70	0,3211	152	1,385	176	1,582
60	0,4330	230	3,225	282,5	2,148
50	0,4925	350	$\left(\frac{0}{-0{,}0525}\right)$	372,5	$\left(\frac{0}{0}\right)$
40	0,4925	395	1,279	372,5	2,148
30	0,4330	335	1,725	282,5	1,582
20	0,3211	200	1,506	176	1,229
10	0,1704	77	1,678	81	1,653

Um den Exponenten x zu finden, nenne man die Zalen der zweiten Spalte nach der Reihe A und a, nämlich jede vorhergehende Zal = A und jede nächſtfolgende = a (iſt z. B. 0,3211 = A ſo iſt 0,4330 = a); und eben ſo die nebenſtehenden Zalen der 3ten Spalte = B und b, ſo hat man folgende Proportion

$$B : b = A^x : a^x;\ \text{alſo } \log B - \log b = x \log A - x \log a = x\,(\log A - \log a).$$

folglich $x = \frac{\log B - \log b}{\log A - \log a}$. Nach dieſer Formel habe die Wehrte von x gefunden wie ſie in der 4ten Spalte ſtehen. Und es erhellet daraus, daſs die Verſuche ſehr unregelmäſſig ſind und im Durchſchnitt nahe genug den Wehrt für x = 1,67 oder beinahe $\frac{5}{3}$ geben. Anſtatt aber der gröſste Stoſs bei 45° ſein muſs, findet man ihn bei 40°; auch ſind die Stoſskräfte für correſpondirende Winkel, 80 und 10, 70 und 20 ſich nicht gleich, wie ſie doch ſein müſten. Wollte man dis verbeſſern und aus den verſchiedenen Stoſskräften die arithmetiſchen Mittel nehmen, ſo findet man dieſe in der 5ten und ihre correſpondirende Wehrte von x in der 6ten Columne. Dieſem gemäſs wäre x ein veränderlicher Exponent, der bis 45° wächſt und dann wieder abnimmt. Ich muſs aber geſtehen, daſs die ſämmtlichen Schoberſchen Verſuche über den Stoſs des Windes mir durchaus unzuverläſſig vorkommen, aus dem einzigen Grunde, daſs Hr. Schober die anſtoſſende Flächen im Kreiſe bewegen lieſs und man hiebei wol nicht annehmen darf, daſs die Luft in Ruhe geblieben, wie die Reſultate vorausſezen. Am Waſſer ſehen wir wenigſtens, daſs wenn ein feſter Körper in demſelben kreisförmig und wiederholt herum bewegt wird, daſſelbe Waſſer alsdann die kreisförmige Bewegung mit annehme.

§. 30.

Zu unterſuchen, ob Unebenheiten und Rauhigkeiten auf der gegen den Strom gekehrten Seite des Flügels auf den Stoſs einigen Einfluſs hätten, ſtellte zwei gleiche Flügel, wovon

der

der eine glatt, der andere uneben war, an entgegengesezten Ruthen, dass beide Flügel in einer Ebene lagen und nach entgegengesezten Richtungen zu bewegen gedruckt wurden, das Resultat war, dass der glatte Flügel jederzeit die Ueberwucht hat.

§. 31.

Zu untersuchen wie sich die Geschwindigkeit ändere, wenn die Axe nicht in der Richtung des Stroms liegt, befestigte an einen Stabe (§. 25.) zwei völlig ähnliche Instrumente, wovon das eine senkrecht, das andere nach und nach um verschiedene Grade declinirt wurde. Das Resultat ist folgendes

Declination der Axe.	Zahl der Umläufe.	Cosinus der Declination.	Ein andermal war die Zal der Umläufe.
Grad.			
0	100	1,00	100
10	$97\frac{3}{4}$	0,984	98.2
20	92	0,939	92,1
30	$84\frac{1}{2}$	0.866	83.2
40	—	0,766	68,2
50	—	0,642	52,
60	—	0.500	35,2

Aus Vergleichung der Zahlen der 2ten und 3ten Spalte scheint zu erhellen, dass sich die Geschwindigkeiten des Flügels, dessen Axe gegen den Strom geneigt ist, wie die Cosinus der Neigungswinkel für die ersten Grade ohngefehr verhalten; und es ist daraus wenigstens so viel gewis, dass ein Versehen von einigen wenigen Graden, um die man etwa wegen der parallelen Lage der Axe und des Stroms zweifelhaft sein kann, keinen merklichen Einfluss auf die Geschwindigkeit des Flügels und Richtigkeit der Beobachtung habe. Man sieht auch, dass eben dieses Werkzeug als *Strom-* oder *Windzeiger* dienen und man die Richtung des Stroms finden könne, indem das Instrument in eine solche Lage gebracht wird, wo es gar nicht umläuft. In diesem Falle ist Cos der decli = 0; die Richtung des Stroms steht senkrecht auf die Axe des Instruments, und die Ebene der Ruthen liegt in der Richtung des Stroms. Beobachtet man nun die Lage der Ruthen und dreht das Instrument so lange bis die Axe dieselbe Lage bekommt, welche erst die Ruthe hatte, so liegt die Axe mit dem Strom parallel.

§. 32.

Beschreibung des Windmessers S. Fig. 9. und 10.

A B ist die Axe, an welcher die Ruthen unmittelbar befestiget, von Stahl rund und glatt polirt, nahe bei der Axe 2, und nahe am Flügel 1 Linie im Durchmesser ohngefehr stark

sind.

ſind. Der Kreis, in welchem der Mittelpunkt der Flügel umläuft iſt 10 Fuſs; oder die Länge der Ruthen von der Axe bis zum Mittelpunct der Flügel iſt $\frac{120}{2.\ 3,\ 14} = 19,\ 1$ Zoll. Die Flügel ſind von hartem Holze dünne und wol polirt, $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch, 6 Zoll breit und werden fein gebohrt und auf die Ruthen geſteckt, welche des Endes mit einer viereckigten Spitze verſehen ſind. Die ganze Länge der Ruthen von der Axe zum äuſſerſten Punkt des Flügels iſt demnach $19,\ 1 + 1\frac{1}{4} = 20,\ 35$ Zoll. Die Verhältniſs zwiſchen Ruthe und Flügel iſt alſo $20,\ 35 : 2,\ 5$; oder nach der Tafel des §. 17; $a : b = 20,\ 35 : 17,\ 85 = 10 : 8,\ 7$; daſs alſo der gegenwärtige Fall zu Nr. 2 erwähnter Tafel gehört, wo man ohne Bedenken den Wehrt von $z = \frac{a+b}{2} = \frac{20,\ 35 + 17,\ 85}{2} = 19,\ 1$ Zoll ſezen; und den Weg des Flügels für jeden Umlauf = 10 Fuſs rechnen kann. Die Axe hat bei B ein Zapfen und bei A eine Hohlkehle, durch welche ſie auf den metallnen Armen des Geſtells umläuft. Damit die Umläufe bequem gezählet werden mögen, iſt die Axe mit einer Schraube ohne Ende und das Geſtell mit einer metallnen Scheibe von ohngefehr 6 Zoll im Durchmeſſer verſehen. Die Scheibe läuft zwiſchen zwei eiſernen Lagerſtücken, de, und hat bei c eine ſtählerne Axe, die in meſſingne Büchſen, welche in den Lagerſtückchen befindlich, umgehen. Die Lagerſtückchen können durch zwei Schrauben-Niete bei d und e zuſammen geſezt oder von einander genommen werden. Das Nied bei d geht durch den Armen des Geſtells; und das Lager mit der Scheibe iſt um daſſelbe beweglich, dergeſtallt, daſs wenn der Faden f, welcher durch ein Oehr g, hängt, angezogen oder niedergelaſſen wird, alsdann das Lager mit der Scheibe auf und niedergeht. Wird das Lager gehoben, ſo greift die Schraube ein und treibt die Scheibe um, läſst man den Faden nach ſo fällt das Lager nieder und der Index bei h greift ein und hemmt die Scheibe. Der Spielraum, um welchen das Lager auf und niedergelaſſen werden kann, wird durch Einkerbung oder Hervorſtechung auf den Arm des Geſtells bei e beſtimmt, und muſs nicht gröſſer ſein als daſs, wenn das Lager in der Mitte des Spielraums gehalten wird, alsdann die Scheibe zwiſchen Index und Schraube frei umgehen und auf jede beliebige Zal, z. B. auf Null, geſtellt werden kann. Auch muſs die Einkerbung ſo beſchaffen ſein, daſs durch die Anziehung des Fæden das Lager nicht etwa über die beſtimmte Höhe komme und Scheibe und Axe einander drücken können. Der übrige Theil des Geſtells iſt von Holz und ohngefehr 6 Fuſs hoch. Das ganze Werkzeug ohngefehr koſtet 16 bis 24 m℔ oder 8 Rthlr. Courant.

§. 33.

Den Windmeſſer zu Ajuſtiren.

Um dies Inſtrument zu täglichen Beobachtungen bequem zu machen, müſſen die Flügel ſo geſtellt werden, daſs ſie genau ſo geſchwind als der Wind gehen. Ich ſtelle ſie zuerſt in Gemäſsheit des 18. §. auf einen Winkel der gröſſer als 45 Grad und zwar circa 48 Grad; lege als-

alsdann die Axe mit den Ruthen in der §. 25. (Fig. 8.) erwähnten Gabel und bewege den Stab in ſtillen Waſſer 200 Fuſs fort, alsdann müſſen die Flügel $\frac{200}{10} = 20$ Umläufe machen, findet man mehr, ſo wird der Winkel etwas kleiner gemacht, findet man weniger, ſo wird er gröſſer gemacht, und dieſe Stellung wird ſo lange wiederholt, bis man genau die Zahl der Umläufe trift; wobei man den einen Flügel, der bei dem Anfange der Bewegung oben ſteht, ſich merken und darauf achten muſs, daſs eben derſelbe am Ende der Bewegung wieder genau oben kommt, damit nicht $\frac{1}{4}$ Umlauf oder mehr verlohren gehe. Die Bewegung wird übrigens langſam und ordentlich gemacht, um den Einfluſs der Trägheit beim Anfange und Ende der Bewegung zu verhüten, auch werden die Flügel in Oel getränkt, die Cohäſion zu mindern. Hat man die Flügel richtig geſezt, ſo legt man die Axe auf ihr ordentliches Geſtell und bemerkt auf der kleinen Scheibe I, auf welcher die Winkel verzeichnet ſind, ſich genau die Richtung, auf welcher die Flügel ſtehen, damit wenn nachher durch einen Stoſs oder Zufall ein oder mehr Flügel verrückt würden, man nicht nöthig habe, den Verſuch zu wiederholen, ſondern mit einem Blick auf der Scheibe, über welche die Flügel einer nach den andern gerichtet werden, ſie regulieren könne.

Die Flügel meines Windmeſſers ſtehen auf $48\frac{1}{2}$ Grad.

§. 34.
Die Geſchwindigkeit des Windes zu beobachten.

Der Beobachtungs-Ort muſs einen freien Horizont haben und allenfalls etwas über die Plaine des Landes erhaben ſein. An einer vorhandenen Windfahne oder auch nach der Methode des 31. §. erkennt man die Richtung des Windes, und ſezt die Axe des Anemometers genau in den Wind. Alsdann ſtellt man die Scheibe ſo, daſs der Index auf Null weiſet, während dieſes laufen die Flügel beſtändig um. Man nimmt darauf eine Secunden-Uhr oder auch $\frac{1}{2}$ Minuten-Glas in der einen und den Faden des Windmeſſers in der andern Hand; und in den Augenblick, da die $\frac{1}{2}$ Minute anfängt, zieht man den Faden an, wodurch die Scheibe in Bewegung kömmt. Man hat das Auge beſtändig auf die Uhr oder das Glas gerichtet, und hält mit der Hand den Faden ſtraf angezogen, bis die $\frac{1}{2}$ Minute verfloſſen iſt, wo man ihn plötzlich loſs läſst. Man ſieht dann nach dem Zeiger der Scheibe und notirt die Zahl der Umläufe. Dann ſtellt man die Scheibe wieder auf Null und wiederholt die Beobachtung noch ein oder zweimal, aus allen Dreien nimmt man nachher das Mittel. Ich ſeze die gefundenen Zahlen der Umläufe a, b und c, ſo iſt das Mittel $= \frac{a + b + c}{3} = m$; und die Geſchwindigkeit in einer Secunde iſt $\frac{m.\,10}{30} = \frac{m}{3}$ Fuſs. Eine Perſon kann die Beobachtung bei dieſen Inſtrument ſelbſt im Sturm bequem genug bewerkſtelligen, dahingegen die Windſtoſsmeſſer nicht ſelten 2 bis 3 Perſonen zur Beobachtung erfodern.

§. 35.

Resultate der täglichen Beobachtung des Windes zu Cuxhaven im Iahr 1789.

	S		SW		W		NW		N		NO		O		SO		Stille	größte Geschwinde,
	Tage	Fuſs	Tage	Fuſs	Tage	Fuſs	Tage	Fuſs	Tage	Fuſs	Tage	Fuſs	Tage	Fuſs	Tage	Fuſs	Fuſs	
Jan.	$6\frac{1}{8}$	18,7	$5\frac{3}{8}$	16,9	$4\frac{1}{8}$	19,0	$\frac{5}{8}$	21	$1\frac{1}{8}$	9,3	$1\frac{7}{8}$	7,7	$4\frac{3}{8}$	17,6	$5\frac{7}{8}$	14,2	$1\frac{1}{2}$	43. OSO
Febr.	3	27,5	$5\frac{1}{4}$	19,7	$8\frac{3}{4}$	19,5	$4\frac{1}{4}$	21,8	$\frac{3}{4}$	10	$1\frac{5}{8}$	15,	$1\frac{1}{2}$	8,2	$2\frac{7}{8}$	18	0	37. WSW
Mart.	$1\frac{7}{8}$	5	$\frac{1}{4}$	0	$\frac{1}{4}$	0	$3\frac{1}{8}$	9,4	$3\frac{7}{8}$	8,4	$7\frac{7}{8}$	12	10	12,3	$2\frac{3}{4}$	8,5	1	22. O
April	2	24	$3\frac{1}{2}$	18,2	$4\frac{5}{8}$	18,7	7	11,8	$3\frac{3}{4}$	7,6	$2\frac{5}{8}$	6,3	$3\frac{1}{2}$	10,5	$2\frac{1}{2}$	11,4	$\frac{1}{2}$	32. W
May	$2\frac{3}{8}$	13	$1\frac{1}{4}$	8,4	$4\frac{3}{4}$	12	$6\frac{3}{4}$	10,3	$3\frac{1}{2}$	8,6	$1\frac{1}{2}$	13,3	$7\frac{3}{8}$	11,8	$2\frac{3}{4}$	11,6	$\frac{3}{4}$	22. ONO
Juny	$2\frac{3}{4}$	10,3	$1\frac{3}{4}$	12,6	5	12,8	$7\frac{5}{8}$	17,4	$2\frac{5}{8}$	7,2	1	7,5	$6\frac{3}{8}$	14,7	$\frac{7}{8}$	12,5	2	25. NW
July	$3\frac{1}{2}$	11,0	$4\frac{7}{8}$	18,3	$3\frac{3}{8}$	13,8	$7\frac{7}{8}$	23,5	$3\frac{7}{8}$	17,7	$1\frac{3}{4}$	9,2	$2\frac{7}{8}$	15,2	$1\frac{3}{8}$	8	$1\frac{1}{2}$	35. NW
Aug.	$1\frac{1}{2}$	8,7	$1\frac{3}{8}$	8,0	$2\frac{7}{8}$	24,3	$7\frac{5}{8}$	23,8	$5\frac{3}{8}$	20,1	$1\frac{3}{4}$	13	8	11,9	$2\frac{3}{4}$	19,5	$\frac{1}{4}$	42. WNW
Sept.	4	10,2	$5\frac{1}{2}$	19,1	$10\frac{5}{8}$	21,6	$4\frac{1}{2}$	24,6	$1\frac{3}{4}$	33,3	$\frac{3}{4}$	0	$1\frac{7}{8}$	8	1	0	0	56. NNW
Octob.	8	16,8	$3\frac{1}{2}$	20,6	$1\frac{3}{4}$	21,5	0	0	1	8,9	$1\frac{3}{8}$	4	$6\frac{1}{4}$	20,9	$7\frac{5}{8}$	16,	$1\frac{1}{2}$	28 WSW
Nov.	$8\frac{1}{2}$	13,5	$5\frac{7}{8}$	13,9	$2\frac{1}{4}$	21,2	$2\frac{1}{2}$	21,6	1	9,0	$3\frac{1}{8}$	20,3	$2\frac{3}{8}$	21,2	$2\frac{5}{8}$	11,7	$1\frac{3}{4}$	34 WSW
Dec.	$5\frac{7}{8}$	15,4	14	20,5	$9\frac{1}{8}$	24,1	$\frac{7}{8}$	27	$\frac{1}{2}$	22	0	0	0	0	$\frac{7}{8}$	7	$\frac{1}{4}$	34 WSW
Total	$48\frac{3}{4}$	14,5	$52\frac{1}{2}$	16,0	57	19.	$52\frac{3}{4}$	19,3	$29\frac{1}{8}$	13,4	$25\frac{1}{4}$	10,9	$54\frac{1}{2}$	13,9	$33\frac{7}{8}$	12,6	$11\frac{1}{4}$	

Unter jedem Winde ſind zwei Abtheilungen; in der erſten ſteht die Zeit in Tagen, welche der obenſtehende Wind geweht hat; in der zweiten ſteht die mittlere Geſchwindigkeit deſſelben oder wie viel Fuſs Hamb. derſelbe Wind in 1 Sec. im Durchſchnitte genommen, fortgegangen. Bei Reflectionen die ſich über dergleichen Tabellen, inſonderheit wenn man ſie von mehrern Iahren hat, anſtellen laſſen, darf ich mich hier nicht aufhalten; ich wollte nur eine Probe vom Gebrauche dieſes Inſtruments geben. Wie daſſelbe zur Berechnung des Stoſs des Windes, des Effects aller Maſchinen die durch Wind getrieben werden, zu gebrauchen iſt, erlaubt meine gegenwärtige Abſicht nicht, durch Beiſpiele zu erläutern. Vielleicht findet ſich ein andermal Zeit und Gelegenheit dazu. — Schiffer und Windmüller mögen dies Werkzeug vielleicht auch mit Nuzen gebrauchen können, um nach der Geſchwindigkeit des Windes ihre Segel und Windbretter jedesmal zu reguliren.

§. 36.

Beſchreibung des Strommeſſers. Fig. 11.

Die Axe A B mit den beiden Ruthen und Flügel ſind alle von Stahl und in einen Stücke verbunden; die Einrichtung mit der Scheibe und beweglichen Lager, worin dieſelbe läuft, iſt ſo wie beim Windmeſſer (§. 32.); damit jedoch die Scheibe durch den Stoſs des Waſſers nicht etwa gehoben werde und ſich verrücken könne, ſo iſt bei i eine meſſingne Feder an dem einen Rahmſtücke befeſtiget, welche das Lager niederdruckt, dergeſtalt, daſs es nur durch eine ſtarke Anziehung des Faden e f k gehoben wird, und durch Nachlaſſung deſſelben plötzlich niederfällt. Die ganze Einfaſſung oder der Rahmen iſt übrigens von rundem Eiſen, damit das Waſſer ſo wenig als möglich darauf ſtoſſen möge. An dem hinterſten Rahmſtücke, l m, ſind zwei Klauen, mit welchen das Inſtrument an ſein Geſtelle, P Q, befeſtiget wird. Dieſes iſt ein runder eiſerner Stab, der mit dem Fuſs Q, auf dem Grund des Stroms ſteht, mit dem Kopf-Ende über die Oberfläche des Waſſers hervorragt, und in verſchiedenen Entfernungen feſtgelöthete meſſingne Ringe n n hat, in welchen die Schnur hinaufgeht. Die Stärke und Länge dieſer eiſernen Stange richtet man nach der Geſchwindigkeit und Tiefe des Stroms in welchen die Verſuche anzuſtellen ſind. Allenfalls können mehrere Stangen an einander geſchroben werden. In manchen Fällen kann man mit einem hölzernen Stabe auskommen. Das Inſtrument wird nun an jeder beliebigen Stelle des Stabes beveſtiget, indem man die Klauen öffnet, um den Stab ſchiebt, und demnächſt einen Schraubbolzen R, durch die beiden Federn der Klaue ſteckt, womit dieſe angezogen und um den Stab beklemmt werden. Das Inſtrument, ohne die eiſerne Stange, koſtet etwa 1 Louisd'or. Die Ajuſtirung der Flügel geſchicht eben ſo, wie beim Windmeſſer (§. 33.); nur muſs die Vorſicht gebraucht werden, daſs der Mechanikus, oder Kleinſchmidt, welcher das Inſtrument macht, die Flügel ſchon beinahe richtig geſezt und nur noch ein weniges zu corrigiren ſei, welches man leicht bewerkſtelliget, indem

man

man die Flügel zwischen zwei glatte Bretter faſst, und die Ruthen etwas dreht. Wenn solchergestalt alles präparirt ist, so läſst man das Instrument neben einer Schaloupe, Brücke oder Schleuse, in den Strom hinab und stellt es genau in des Stroms Richtung, die an dem Schaum auf der Oberfläche leicht erkannt wird; oder falls man wegen Unregelmäſſigkeiten des Strombrettes etwa fürchten müſte, daſs der Strom in der Tiefe eine andere Richtung als an der Oberfläche hätte, so läſst sich nahe unter oder über dem Instrument ein Steuerbrett, oder Fahne, p q r s, appliciren, welche das Instrument indem es hinuntergesenkt wird, jederzeit in der Richtung des Stroms erhält. Oder man kann mit einem besondern Stab und Fahne die Richtung des Stroms vorher untersuchen, und danach das Instrument stellen. Wenn solchemnach das Instrument richtig gesezt und alles zur Beobachtung fertig ist, so zieht man den Faden straf an und nachdem man ihn $\frac{1}{2}$ oder 1 Minute lang gehalten, läſst man ihn loſs, hebt das Instrument hervor, und zählt die Umläufe. Wie aus der Zahl der Umläufe in jedweden Fall die Geschwindigkeit des Stroms geschlossen wird, das will ich nun durch ein Beispiel erläutern.

§. 37.

Die Ruthe meines Strommessers vom Mittelpunct der Axe bis zu Ende des Flügels ist 7 Zoll; die Flügel sind 3 Zoll breit und 2 Zoll hoch, der Abstand des Flügels von der Axe ist demnach 5 Zoll. Um den Wehrt von Z (§. 17.) oder den Halbmesser der Umlaufsbewegung, in der oben berechneten Tafel zu finden, seze ich 7 giebt 10 was 5? und finde $7\frac{1}{7}$. Daſs also bei meinem Strommesser wenn $a = 10$ alsdann $b = 7\frac{1}{7}$ ist, folglich der Fall Nr. 4 hieher gehört, wo $Z = 8,56$ oder $= 8,59$ nach der VI und VIII Spalte ist, aus welchem ich das Mittel (§. 26.) $= 8,575$ nehme und seze $\frac{10 + 7}{2}$ giebt 8,575 was $\frac{7 + 5}{2}$? Antwort: 6,05; und dies leztere ist der eigentliche Wehrt des zu berechnenden Halbmessers in Zollmaſse, dies doppelt genommen ist $= 12,10$ Zoll $= 1,008$ Fuſs $=$ dem Diameter des Strommessers. Ieder Umlauf ist demnach $= 3,14 \cdot 1,008 = 3,165$ Fuſs. Und für m Umläufe in n Secunden Zeit hat man $\frac{m}{n}\, 3,165$ Fuſs als die Geschwindigkeit des Stroms.

Woferne nun die Ruthen und Flügel andere Abmessungen hätten, so wird man nach eben diesem Beispiele verfahren können, um in der §. 17. mitgetheilten Tafel den Halbmesser der Umlaufsbewegung bei jedem Instrument zu finden. Wer dieser Rechnung ganz überhoben sein wollte, der kann auch folgendergestalt ganz practisch verfahren. Vorausgesezt, daſs die Flügel auf ohngefehr 45 bis 50 Gr. stehen sollen, so kann man nun entweder den Durchmesser des Instruments willkührlich annehmen, und bei Ajustirung nach der Methode §. 33. untersuchen, wie groſs ein Umlauf ausfalle; oder man kann auch die Gröſſe eines Umlaufs willkührlich annehmen und danach die Gröſſe des Instruments einrichten. Ich seze ein Umlauf

 soll

soll 6 Fuſs ſein und ſage wie 314 : 100 = 6 und finde ohngefehr 2 Fuſs als den Durchmeſſer des Inſtruments. Ich ſeze alſo die Länge der Ruthen von der Axe bis zum Mittelpunct der Flügel 1 Fuſs. Ich meſſe nun eine Diſtanz von etwa 204 Fuſs am Ufer eines ſtillen Waſſer ab, führe das Inſtrument darinnen fort und bemerke die Zahl der Umläufe, die alsdann $\frac{204}{6} = 34$ ſein muſs, findet man weniger oder mehr, ſo muſs der Flügel Neigungswinkel gröſſer oder kleiner gemacht werden. Wem es gleichgültig iſt, ob jeder Umlauf genau eine beſtimmte Anzahl Füſſe oder etwas weniger oder mehr halte, der kann das mühſame und verdrieſsliche ajuſtiren der Flügel ſich erſparen. Z. B. ich ſeze die Flügel genau auf 45 Gr., führe das Inſtrument in dem erwähnten Fall 204 Fuſs fort und finde nach verſchiedenen Wiederholungen im Durchſchnitte $32\frac{1}{4}$ Umlauf, ſo iſt jeder Umlauf $\frac{204}{32\frac{1}{4}} = 6{,}32$ Fuſs. — Nur in dem einzigen Falle, wenn man verlangen wollte, daſs die Flügel genau auf beſtimmte Grade ſtehen und zugleich die Umläufe eine beſtimmte Gröſſe haben ſollten, iſt eigentlich eine Rechnung wie die erſt angeführte nach den genauen Wehrten von Z nothwendig. Da aber dergleichen Rechnungen doch nie mit der Erfahrung genau zutreffen, vielmehr bei jedem Inſtrumente anders ſein wird, ſo kann ſie uns nur zum ohngefehren Leitfaden dienen und es beruhet eigentlich ganz allein *auf richtige Ajuſtirung der Flügel, auf richtige Beſtimmung der Zeit und richtige Zählung der Umläufe* die Zuverläſſigkeit und Richtigkeit der Beobachtung ſowol beim Wind- als Strommeſſer. In Anſehung der beiden lezten Punkte bemerke ich noch, daſs es am beſten iſt, die *Zeit* nach einer Secunden-Uhr zu zählen; nur bei täglichen Beobachtungen des Windes kann man mit Sandgläſer die $\frac{1}{2}$ oder 1 Minute laufen, wol auskommen; doch müſſen ſie vorher nach einer Secunden-Uhr geprüft werden, weil ſelten die Gläſer welche man unter den Nahmen $\frac{1}{2}$ Minuten- oder ganze Minuten-Gläſer gewöhnlich kauft, genau 30 oder 60, vielmehr oft 28, 31, 56, 62 u. ſ. w. Secunden halten. Dieſe Fehler müſſen dann in Rechnung gebracht und die Zeit nicht gröſſer oder kleiner als ſie wirklich iſt, angeſehen werden. Was die *Zahl der Umläufe* betrift, ſo kann man vermöge der Einrichtung des Inſtruments dabei höchſtens $\frac{1}{2}$ Umlauf fehlen. Jeder Zahn der Scheibe bezeichnet nämlich einen Umlauf; fällt nun der lezte Zahn am Ende der Beobachtungszeit mit ſeiner Spitze genau auf die Spitze des Zeigers h, (Fig. 10.) ſo kann die Scheibe um die halbe Zahnbreite vorwärts oder rückwärts gleiten, und man bekommt in der Aufzählung $\frac{1}{2}$ Umlauf zu viel oder zu wenig. In allen übrigen Fällen, wo der Index zwiſchen zwei Zähne fällt, iſt die Ungewisheit geringer und wird = 0 wenn der Zeiger genau in die Mitte fällt. Woferne nun die Ruthen beträchtlich lang ſind und ein halber Umlauf nicht aus der Acht zu laſſen iſt, ſo hat man zweierlei Mittel den etwanigen Fehler ſo ſehr als man will, zu mindern: entweder man verlängert die Beobachtungszeit und häuft die Zahl der Umläufe, ſo daſs $\frac{1}{2}$ Umlauf unbeträchtlich wird; oder man wiederholt die Beobachtungen und nimmt aus verſchiedenen das Mittel, wo alsdann das etwanige + und — einander aufheben (auch könnte man endlich den Durchmeſſer des Inſtruments oder die Länge der Ruthen nach Willkühr kleiner nehmen, wodurch dann die Umläufe ſelbſt kleiner und unbeträgtlicher werden). Ich denke ſolchemnach werde jeder, der nur einigermaaſſen gewandte Hände und geübte Augen hat, mit dieſem Inſtrumente ſo genau beobachten können, daſs mit einigen Grunde kein Zweifel dagegen erhoben werden könne. — Reſultate von einigen Beobachtungen, welche mit dieſem Strommeſſer zu Cuxhaven auf dem Elbeſtrom ſind angeſtellt worden, werde am Ende dieſer Abhandlung mittheilen.

§. 38.

Ich habe den Strommeſſer ſo eingerichtet, wie es für groſſe und tiefe Ströme mir am brauchbarſten ſchien. In kleinen Bächen und Waſſerleitungen dürfte der Durchmeſſer des Inſtruments von 1 Fuſs auf ohngefehr $\frac{1}{2}$ Fuſs herabzuſezen ſein. Ebenfals müſſen Ruthen und Flügel kleiner ſein, wenn in den Waſſerrinnen bei Fabriken und Mühlen beobachtet werden ſoll; und da in dieſen Fällen oft nur ein dünner Stral aber mit deſto gröſſer Geſchwindigkeit flieſst, ſo wird man überdem vielleicht genöthiget ſein, eine gröſſere Scheibe mit mehrern Zähnen auf der Peripherie zu nehmen, damit man in der beſtimmten Zeit mehr Umläufe zählen könne, ohne daſs die Scheibe ein oder mehr male ganz umlaufe, wodurch leichte Irrungen entſtehen könnten. Es verſteht ſich aus dem vorhergehenden, daſs wenn das Waſſer an einer ſchiefen Fläche, wie in den Gerinnen herunterflieſst, alsdann der Stab, an welchen das Inſtrument rechtwinklicht befeſtiget iſt, nicht horizontal, ſondern ſenkrecht auf den Boden des Gerinnes ſtehen müſſe, damit die Axe parallel mit dem Waſſerſtral liege. — Ich erinnere noch, daſs Ströme, die Ebbe und Fluth halten, ihre Geſchwindigkeiten alle Augenblicke ändern; will man demnach hier die Geſchwindigkeiten in verſchiedenen Tiefen mit einander vergleichen, ſo müſſen zwei gleiche Inſtrumente an einer Stange befeſtiget und beide Verſuche gleichzeitig bewerkſtelliget werden. — Will man die Geſchwindigkeit der Meersſtröme beobachten, in Gegenden wo kein Ankergrund zu finden, ſo geſchieht dies auf die gewöhnliche Weiſe am beſten bei ſtillem Wetter, wo man in der bei ſich führenden Schaloupe umgehen kann. Man legt die Schaloupe vor einen Treibanker, oder auch vor einen eiſernen Topf oder Keſſel, welchen man auf einige 100 Fuſs tief ins Meer hinabſinkt, — in einer Tiefe z B. von 2 bis 300 Fuſs iſt vielleicht kein Strom mehr. — Dieſer Treibanker, der aus einem Stücke Segeltuch beſteht, oder der Keſſel hält die Schaloupe, daſs ſie von dem Strom an der Oberfläche nicht fortgeführt werde; und man kann alſo den Strommeſſer neben dem faſt unbeweglichen Fahrzeuge in den Strom halten und deſſen Geſchwindigkeit unterſuchen.

§. 39.

Noch eine ſehr nüzliche Anwendung, dünkt mich, könnte von dieſem Strommeſſer bei der Schiffahrt gemacht werden. Der gewöhnliche *Log*, deſſen man ſich bedient die Fahrt des

des Schiffs zu messen, ist zu diesem Gebrauch sehr fehlerhaft. Der hölzerne Triangel, welcher ins Wasser gesenkt wird, hat keine Stabilität; die daran befestigte Schnur ist Ausdehnungen unterworfen; krümmt sich auch nach der wellenförmigen Oberfläche des Wassers und misst nicht die eigentliche Entfernung des Logs vom Schiffe; wenn ein lebhafter Wind weht und man des Logs am meisten bedarf, so kann er wegen der starken Abweichung der Loglinie durch den Stoss des Windes, fast gar nicht gebraucht werden. Zwar hat man eins und anderes zur Verbesserung dieses Werkzeugs gethan, welches hier anzuführen Zeit und Zweck mir nicht erlauben; aus eben dieser Ursache und weil auch mir die Manövrirung des Schiffs zu wenig bekannt ist, kann ich nicht vorschreiben, wie sich dies neue Instrument als *Fahrtmesser* werde appliciren lassen, nur dünkt mich, dass es sich am Leybord des Schiffes jedesmal so befestigen liesse, dass ein einziger Mann die Observation bequem bewerkstelligen könnte, dahingegen die Loglinie zwei bis drei Personen erfodert. Aber je mehr Personen zu einer Beobachtung gebraucht werden, je unzuverlässiger ist gewöhnlich das Resultat. Ich will kürzlich bemerken, was für Abmessung das Instrument haben müsse, um zu diesem Gebrauche bequem zu sein. Man nenne solche Meilen, die 1 Minute des Erdkreises halten, oder wovon 60 = 1 Gr. *kleine Seemeilen;* und seze jede dieser Meilen = 6000 Fuss, welche *Seefüsse* heissen können; so wird der Fahrtmesser am bequemsten sein, wenn jeder Umlauf 6 Seefuss hält. Ein solcher Seefuss ist etwas kleiner als der Rheinländische, und verhält sich zu diesem, wie 197 : 200 oder 6 Seefuss = 5, 91 Rheinl. Fuss. Der Durchmesser des Instruments, das heisst die Entfernung von dem Mittelpunct des andern, wird demnach $= \frac{5{,}91}{3{,}14} = 1{,}88$ Fuss rheinländ. = 2 Fuss hamburg. ohngefehr. Wenn demnach der nach §. 33. und 37. ajustirte Fahrtmesser in $\frac{1}{2}$ Minute m Umläufe giebt, so segelt das Schif $\frac{m.\ 6.\ 120}{6000} = \frac{m.\ 12}{100} = m.\ 0{,}12$ kleine Seemeilen oder Minuten des grössten Kreisbogens in 1 Stunde; eine sehr leichte Berechnung die jeder im Kopfe vornehmen kann. Wie die Einrichtung und Befestigung des Instruments an Bord des Schiffs zu bewerkstelligen sei, überlasse, wie gesagt, den Einsichten und Fleisse geschickter Seeleute. —

§. 40.

Des Herrn Brünings eigene Beschreibung seines verbesserten Strommesser. S. Tab. 3.

(Aus dem holländischen Manuscript übersezt.)

„Nach vielen fruchtlosen Bemühungen ist es mir endlich geglückt, ein Werkzeug zusammen zu sezen, welches, wie bald näher erhellen wird, der Absicht vollkommen entspricht.

ſpricht. *) — Die 14. Fig. ſtellt den vornehmſten Theil oder den eigentlichen Strommeſſer vor. A B C iſt eine Kupferplate in Quadrat, jede Seite 6 rheinl. Zoll haltend, welche bei dem Verſuche rechtwinklicht gegen den Strom ſteht, und durch denſelben zurückgeſtoſſen wird, doch ſo, daſs die Plate eine unveränderte ſich ſelbſt paralſele Lage behält. Zu dem Ende iſt an der Plate Rückſeite, im Schwerpuncte, ein feſtgeſchrobener viereckigter kupferner Stab, a b, lang $9\frac{1}{2}$ Zoll, dick $\frac{7}{16}$ Zoll, verſehen mit dem rechtwinklichten Ellbogen, b c, von $2\frac{1}{16}$ Zoll, woran ein gethertes dünnes Tau befeſtiget iſt, welches in gerader Richtung über die Scheibe E, geht. — Ein zweiter kupferner Stab, d e, lang $5\frac{7}{16}$ Zoll, breit $\frac{1}{4}$ Zoll, hoch $\frac{7}{8}$ Zoll, iſt feſt verbunden mit dem länglichen Stück Kupfer, F G H, und verſehen mit dem rechtwinklichten Ellenbogen e, welcher in einen Bügel die eben erwähnte Scheibe, E, trägt. An Ende dieſes unbeweglichen Stabes bei f, wie auch an den Stück Kupfer F G H, bei g, ſind kleine horizontale und verticale Rollen gemacht, längſt welchen erſt erwähnter beweglicher Stab, a b, abgleitent ſich bewegt. Auf der Oberſeite des unbeweglichen Stabes iſt eine kupferne Scheer oder Streben unterm Winkel von 45 Gr. bei h feſtgeſchroben, um dadurch alle Ausweichungen zu verhindern und das Werkzeug ungeachtet der ſtarken Zugkraft über die Scheibe E, in rechtwinklichten Zuſtande zu erhalten. Durch die Schrauben i k und l wird dieſer Apparat an der gezahnten Stange, I I I, von Mahagony-Holz feſtgeſchroben. Dieſe Stange iſt an eine Seite platt, an der andern dreieckigt. Ihre Stärke beträgt von hinten $1\frac{1}{2}$ Zoll, von vorn $\frac{2}{3}$ Zoll. Die Breite der platten Seite, ohne die Zähne, beträgt 1 Zoll. Die Zähne ſind von Mittel zu Mittel 1 Zoll entfernt. Die Länge der gezahnten Stange iſt 5 Fuſs, auſſer noch am Ende deſſelben eine Lippe von ohngefehr 5 Zoll lang, an deren innern Seite ein kupfernes Stäblein befeſtiget, welche am äuſſern Ende mit einem Wiederhacken verſehen iſt. Eine eben dergleichen gezahnte Stange, welche an einen Ende eine Lippe oder Stäblein, an der andern eine kupferne viereckigte Büchſe, lang 5 Zoll und von derſelben Dicke als die Stange hat, wird an die erſte gefügt, indem die Lippe von der erſten Stange in die Büchſe des zweiten geſteckt wird. Auf die Weiſe fügt man währenden Verſuchen eine Stange an die andere, nach Maaſsgabe der durch vorhergegangne Sondirung befundene Tiefe des Stroms. Bei dem Strommeſſer deſſen ich mich bisher bedient habe, ſind 8 ſolche Stangen welche eine Länge von 38 Fuſs betragen.

Das Werkzeug, ſo, als ich daſſelbe bisher beſchrieben habe, wird an einen eichnen oder führnen Pfal A B B c c (Fig. 15.) dermaaſſen gefügt, daſs die Scheibe, E, (Fig. 14.) mit ihrem Bügel ihren Platz in einer dazu geſchickten Falze des erwähnten Pfals von 2 Zoll tief findet. An der andern oder Vorderſeite des Pfals iſt zugleich eine Falze von der Gröſſe der

*) Anmerk. Es hat in Anſehung ſeiner Wirkung viele Aehnlichkeit mit dem bekannten Windmeſſer von Bouguer. Der Abt Ximenes ſcheint auch davon die Idee von einer ſich ſelbſt parallelen ſchiebenden Plate (Nouvo Sperim. Idraul. p. 181) entlehnt zu haben. Er hat es übrigens meines Wiſſens nicht gebraucht, viel weniger die Werkzeugmäſſige Einrichtung angegeben.

der Stange, worin die gefezt wird, dafs folchergeftallt das Werkzeug längft dem Pfale frei auf und nieder kann gefchoben werden. Und weil die Scheibe E mit dem Tau und daran geknüpften Kette in der hinterften Falze ganz verborgen ift, fo ift diefelbe gegen den Einflufs des Stroms befchirmt; fo wie anderfeits die dreifeitige Geftalt der gezahnten Stange in ihrer Falze verurfacht, dafs diefelbe nicht durchbiegen oder ausweichen kann, wie hoch fie auch an einander gefügt fei. Die 15. Fig. zeigt die Zufammenfügung des Inftruments mit dem Pfale, da man inzwifchen von der hier unfichtbaren Vorderfeite noch einen Theil der gezahnten Stange, I I, oben hervorftecken fieht. Diefe Vorderfeite des Pfals mit der Stangenfalze fieht man in der 16. Fig. — Oben auf den Pfal wird ein Stück, k l M N, (Fig. 16.) von gleicher Schwere, lang 15 Z. an der Vorfeite verfehen, mit eben dergleichen Stangenfalze, und feftgemacht mit zwei eiferne Schienen, wovon die eine, m n zu fehen: und weil das Stück nicht eher aufgefezt wird, bis der Pfal im Waffer fteht, und der Strommeffer daran gefügt ift, fo ift es am beften, die Schienen mit hölzernen Schrauben anzufchrauben, welche am Kopfe mit platten und breiten Handhaben verfehen find, an welchen fie getragen werden. — An der obern Seite diefes Stücks, recht vor der Falze ift eine kupferne Lanterne O P, von 6 Triebftöcken, befeftiget, welche ein jeder in einen Zahn eingreifen, fo dafs eine Umdrehung des Getriebes ein Auf- oder Niedergang der gezahnten Stange von 6 Zähne = 6 Zoll, beträgt. — Um ferner mit Bequemlichkeit wahrzunehmen, wie viel die Stofsplate unter die Oberfläche des Stroms hinabgelaffen oder erhoben fei, ift auf der Fläche der Lanterne eine Zeiger-Plate P, deren Umkreis in 6 gleiche Theile getheilt ift, befeftiget, auf welcher ein Weifer (der durch Mittel einer Stielfchraube auf jeden Theil unbeweglich kann gefezt werden) den Auf- und Niedergang des Strommeffers A B C D (Fig. 15.) in Zollen anweifst, indem man nur allein bemerket, auf welchen Theil der Weifer fteht, wenn die öbere Seite des Strommeffers mit der Oberfläche des Waffers gleich ift. Die andere Fläche der Lanterne ift mit Zähnen verfehen, worin ein Hacken o p, fafst, und den Rücklauf des Getriebes hindert, wodurch alfo der Strommeffer auf jeder gegebenen Höhe gehalten wird. — Das Getriebe wird übrigens durch die Kurbel R Q, bewegt, wie die Figur von felbft anzeigt.

Auf der Hinterfeite des Stücks, k l M N ift ein Brett S T U V (Fig. 15. und 16.) feftgefchroben, welches dienet die Schnellwaage w x (Fig. 15) mit ihrem Zubehör zu tragen. Diefe Schnellwaage hat eine mefsingne Unterlage und einen Zeiger mit Zeigerplate, welche dienet den horizontalen Rand, und bei etwanigen Ofcillationen, das Mittel genau wahrzunehmen. Die Weiferplate hängt an einem Hacken, und wird überdem durch die Schraube x auf dem Brette unbeweglich feftgehalten. — Um die Kette des Strommeffers auf jeder gegebenen Höhe befeftigen zu können, hängt an den kurzen Arm der Schnellwaage ein kupferner Kneifer g r, welcher Fig. 17. beffer zu fehen, und an der innern Seite der Lippen zwei gegen überftehende Spitzen um die Kette defto beffer zu faffen. Der kupferne Stift y, welcher

cher mit einer kleinen Kette an der Wage hängt, dienet dieſelbe in einen unbeweglichen horizontalen oder geneigten Stand zu ſezen. An den langen Arm der Wage ſieht man auſſer der Schale, in welcher die Gewichte gelegt werden noch ein klein Gewicht z, welches zum Gegengewicht der Kette, nach Maaſſe ihrer Länge und Schwere gebraucht wird.

Aus dieſer Beſchreibung, (welche ich um mehr als einer Urſache willen geglaubt habe, einigermaaſſen ausführlich mittheilen zu müſſen,) wird man hoffentlich das Spiel und Augenmerk, und damit die Art der Beobachtung mit dieſem Werkzeug ohne Mühe begreifen. — Die Stoſsplate, A B C D nämlich, wird gegen den Strom gekehrt, und der Wage kurzer Arm wird mit dem Stifte y in einer untern horizont geneigten Lage befeſtiget, ſo daſs der Zeiger auf 4 ſteht, welchenfalls er mit der lothrechten Linie, oder der Wagbalken mit der Horizontallinie, einen Winkel von 40 Gr. machen wird. Hierauf ziehe man die Kette an, ohne jedoch die Plate merklich gegen den Strom zu bewegen, und mache ſie in dieſem Stande feſt zwiſchen den Kneifer, q r. Iſt hierauf der Stift weggenommen, ſo wird die Stoſsplate durch Anziehung der Kette ein weniges gegen den Strom bewegt, um die erſte Reibung und Trägheit zu überwinden. Darnach ſucht man das Gegengewicht, wodurch der Wagbalken nach einigen Oſcillationen auf eine beträchtliche Zeit in horizontalen Stand erhalten wird. Dies Gegengewicht iſt dann zuverläſſig der Kraft des Stroms gleich."

So weit die Beſchreibung des Herrn Brünings, welcher nun aus den ſolchergeſtalt gefundenen, und wegen verſchiedener Reibung und Drückung corrigirten Gewichten, die Geſchwindigkeiten berechnet, nach der gewöhnlichen Regel: *daſs der ſenkrechte Waſſerſtoſs gleich ſei, dem Gewicht einer Waſſerſäule von eben der Grundfläche als die Stoſsplate, und von der Höhe, welche der Geſchwindigkeit des Stroms zugehörigen Höhe gleich iſt.* Einige Verſuche, welche Hr. Br. zur Prüfung des Inſtruments angeſtellt, ſcheinen die Wahrheit der erwähnten Regel und zugleich die Brauchbarkeit ſeines Strommeſſers zu beſtätigen. M. ſ. folgendes Täflein:

	Berechnete Geſchwindigkeiten nach dem Strommeſſer.	Obſervirte Geſchwindigkeiten durch ſchwimmende Sachen.
	Zoll.	Zoll.
Der Mittelpunkt der Stoſs-Plate unverändert 1 Fuſs unter der Oberfläche.	46,08 . .	. . 41,34
	46,87 . .	. . 41,96
	46,87 . .	. . 39,63
	47,76 . .	. . 40,75
	46,08 . .	. . 40,37
	46,08 . .	. . 40,37
	46,87 . .	. . 40,37
	47,76 . .	. . 41,96
	46,87 . .	. . 42,77
	46,08 . .	. . 40,00
	46,08	
	46,87 . .	. . 40,90
	46,69 . .	. . 40,90

§. 41.

§. 41.

Resultate von verschiedenen Beobachtungen, welche mit dem hydrodynamischen Strommesser des Herrn Brünings auf dem Nieder-Rheinstrom; und mit einem hydrotachischen Strommesser auf der Unter-Elbe zu Cuxhaven sind angestellt worden. Nebst einigen Reflectionen über diese Resultate.

Rheinstrom in Geldern in 3 verschiedenen Perpendicularen von 14; 15 und $13\frac{1}{2}$ Fuss Tiefe.

Zahl der Beobachtungen.	Tiefe unter der Oberfl.	Geschwindigkeit.						
	Fuss rheinländ.	Fuss rheinländ.						
1	$\frac{1}{2}$	4,45	30	$1\frac{1}{2}$	4,57	59	$1\frac{1}{2}$	4,62
2	1	4,51	31	2	4,62	60	2	4,62
3	$1\frac{1}{2}$	4,57	32	$2\frac{1}{2}$	4,57	61	$2\frac{1}{2}$	4,62
4	2	4,45	33	3	4,51	62	3	4,29
5	$2\frac{1}{2}$	4,39	34	$3\frac{1}{2}$	4,51	63	$3\frac{1}{2}$	4,40
6	3	4,45	35	4	4,51	64	4	4,45
7	$3\frac{1}{2}$	4,34	36	$4\frac{1}{2}$	4,39	65	$4\frac{1}{2}$	4,51
8	4	4,22	37	5	4,57	66	5	4,51
9	$4\frac{1}{2}$	4,22	38	$5\frac{1}{2}$	4,39	67	$5\frac{1}{2}$	4,51
10	5	4,29	39	6	4,39	68	6	4,51
11	$5\frac{1}{2}$	4,22	40	$6\frac{1}{2}$	4,51	69	$6\frac{1}{2}$	4,51
12	6	4,16	41	7	4,39	70	7	4,45
13	$6\frac{1}{2}$	4,16	42	$7\frac{1}{2}$	4,45	71	$7\frac{1}{2}$	4,51
14	7	4,11	43	8	4,57	72	8	4,39
15	$7\frac{1}{2}$	4,11	44	$8\frac{1}{2}$	4,45	73	$8\frac{1}{2}$	4,39
16	8	4,11	45	9	4,22	74	9	4,45
17	$8\frac{1}{2}$	4,16	46	$9\frac{1}{2}$	4,22	75	$9\frac{1}{2}$	4,45
18	9	4,11	47	10	4,22	76	10	4,29
19	$9\frac{1}{2}$	4,11	48	$10\frac{1}{2}$	4,22	77	$10\frac{1}{2}$	4,22
20	10	4,11	49	11	3,84	78	11	4,16
21	$10\frac{1}{2}$	4,03	50	$11\frac{1}{2}$	3,91	79	$11\frac{1}{2}$	4,22
22	11	4,11	51	12	3,77	80	12	4,03
23	$11\frac{1}{2}$	3,98	52	$12\frac{1}{2}$	3,71	81	$12\frac{1}{2}$	3,91
24	12	3,98	53	13	3,71	82	13	3,64
25	$12\frac{1}{2}$	3,98	54	$13\frac{1}{2}$	3,84	83	$13\frac{1}{2}$	3,84
26	13	3,91	55	14	3,84			
27	$13\frac{1}{2}$	3,84	56	$14\frac{1}{2}$	3,84			
Zweite	Perpen	diculair	Dritte	Perpen	diculair			
28	$\frac{1}{2}$	4,22	57	$\frac{1}{2}$	4,29			
29	1	4,73	58	1	4,57			

Elbe-

Elbeſtrom zu Cuxhaven 1ſte Station ſeitwärts im Strom auf einer Tiefe bei { voller Fluth 33 Fuſs. / hohler Ebbe 24 Fuſs.

2te Station mitten im Strom des ſüdlichen Fahrwaſſers; Tiefe bei { hoch Waſſer 42 Fuſs. / niedrig Waſſer 33 Fuſs.

Zahl der Beobachtung.	Geſchwindigkeit 3 Fuſs unter der Oberfläche.	Gleichzeitige Geſchwindigkeit auf verſchiedenen Tiefen unter der Oberfläche.	Tiefe unter der Oberfläche.
	Fuſs hamb.	Fuſs hamb.	Fuſs hamb.
	Bei der	Ebbe	
1	6,09	4,83	
2	6,46	5,35	13
3	6,61	5,67	
4	5,04	3,85	
5	5,04	3,96	18
6	4,30	3,64	
7	4,41	3,36	23 und 4 Fuſs
8	4,52	3,36	übern Grund.
9	4,51	3,25	
10	4,20	3,57	
11	3,99	3,15	18
12	3,89	3,31	
13	3,57	3,57	
14	3,99	3,89	8
15	3,99	3,76	
16	3,46	1,89	23; 1½ Fuſs
17	3,15	2,10	übern Grund.
18	3,25	1,99	
19	2,84	1,26	24; 1 Fuſs
20	2,73	1,36	übern Grund.
21	2,10	1,25	
	Bei der	Fluth	
22	3,04	1,15	25; 1 Fuſs
23	3,57	1,79	übern Grund.
24	3,46	2,10	
25	4,30	2,94	
26	4,20	3,04	18
27	3,99	3,25	
28	4,20	3,99	
29	4,10	3,62	13
30	4,20	3,46	
	Zweite	Station	
	Bei der	Ebbe	
31	4,88	4,36	
32	5,35	4,62	8
33	5,46	4,62	
34	5,98	4,93	
35	6,30	5,25	8
36	6,40	5,77	
37	6,93	6,32	
38	7,14	6,71	8
39	7,24	6,40	
40	7,14	6,30	
41	6,51	5,88	13
42	6,40	5,67	
43	6,19	5,46	
44	6,30	5,57	13
45	6,09	5,41	
46	5,35	4,93	
47	4,88	4,10	18
48	4,93	4,51	
49	5,35	4,20	
50	4,62	3,89	18
51	5,04	4,36	
52	4,83	4,83	
53	4,72	4,10	24
54	4,72	3,67	
55	4,83	4,20	
56	4,72	3,57	24
57	4,62	3,36	
58	3,46	2,21	
59	3,36	1,79	31; 1½ Fuſs
60	3,15	1,79	übern
61	2,42	1,26	Grund.
62	2,42	1,05	30
63	2,21	0,89	

Aus

Aus diesen Beobachtungen läſst ſich ſchon beim erſten Anblick, dünkt mich, ſchlieſſen, daſs die Ströme, in welchen ſie angeſtellt worden, von der Oberfläche gegen den Grund mit abnehmender Geſchwindigkeiten flieſſen; daſs jedoch die Geſchwindigkeit nahe am Grunde nicht ganz aufhört, vielmehr nur etwas geringer als an der Oberfläche ſei. Auch iſt noch aus den Cuxhavener Beobachtungen (Nr. 22 bis 30) zu bemerken, daſs der Fluthſtrom hierin dem Ebbeſtrom vollkommen ähnlich ſei. Nähere Betrachtungen über dieſe Beobachtungen können hierüber noch nähere Ueberzeuguug gewähren. Zuvorderſt muſs ich noch anführen, daſs des Herrn Brünings Verſuche, die in einen beharlichen Strom angeſtellt worden, geſchickter ſind, die eigentliche Scale der Geſchwindigkeiten ausfindig zu machen, wozu die meinigen, wegen der ſtetigen Veränderung des Stroms durch Ebbe und Fluth nicht brauchbar erachte; auch iſt auch 12 Meilen in der Nähe kein Strom, in welchen ich zweckdienlichere Verſuche anſtellen könnte. Was die Genauigkeit der Beobachtungen anlangt, ſo habe bei den Meinigen einen Lehrling des Waſſerbaues, Namens Joh. Georg Reepſold, und einen Zimmer-Polirer, Joh. Schmidt, beide geübte und geſchickte Leute zur Aſſiſtenz gehabt, und keine Schwierigkeiten dabei angetroffen, auſſer wenn der Strom am ſtärkſten war, da alsdann die lange eiſerne Stange, an welcher die Inſtrumente befeſtiget waren, lebhaft zitterte, welches nicht verhindern können, auch wüſte ich eben keinen Grund, weshalben dieſes Zittern die umlaufenden Flügel könnte beſchleuniget oder verzögert haben. Herr Br. hat ſeine Verſuche theils ſelbſt, theils durch beeidigte Landmeſſer mit vielem Fleiſse und in einer weit gröſſeren Zahl, die in dem Aweede Byvoegzel tot de Verhandeling over de Snelheid etc. zum Theil angeführt, theils im Manuſcript vorhanden, und alle in Anſehung der Regelmäſſigkeit den hier aufgeſtellten ähnlich ſind, weshalben ich mir keinen Zweifel dagegen erlaube, ſondern einmal verſuchen will, ob ſich eine ordentliche Scale der Geſchwindigkeiten aus dieſen Verſuchen beſtimmen laſſe.

§. 42.

Wenn ich 11 Reihen der Brüningſchen Verſuche, bei welchen allen ohngefehr einerlei mittlere Geſchwindigkeit gefunden iſt, zuſammen, und aus denen zu einerlei Tiefe gehörigen Geſchwindigkeit das Mittel nehme, ſo ergeben ſich, mit Weglaſſung eines Verſuchs um den andern, die beiden erſten Columnen in folgenden Täflein:

I. Tiefe

I. Tiefe unter der Oberfläche.	II. Geschwindigkeit.	III. Tiefe unter der Oberfläche.	IV. Verhältniss der Geschwindigkeit.	V. Wehrte von x nach Hrn. Br.	VI. Wehrte von x nach Ximenes.
rheinl. Fuss.	Fuss.	Fuss.		Fuss.	Fuss.
0	4,70	0	1,000	118	72
1	4,68	1,87	0,987	79	51
2	4,64	2,81	0,978	49	65
3	4,55	3,75	0,974	64	42
4	4,55	4,69	0,943	60	52
5	4,50	5,62	0,944	63	56
6	4,47	6,56	0,933	63	65
7	4,43	7,50	0,940	53	71
8	4,33	8,44	0,933	52	55
9	4,27	9,37	0,911	51	61
10	4,21	10,31	0,912	45	54
11	4,08	11,25	0,890	39	51
12	3,90	12,19	0,874	39	51
13	3,83	13,12	0,862		50
		14,06	0,848		66
		15,00	0,780	Mittel 59,6	57,5

In der 3ten und 4ten Spalte dieser Tafel steht eine Reihe Versuche, welche von dem berühmten Ximenes im Jahr 1780 auf dem Arno, gerade in der Absicht sind angestellt worden, um die Scale der Geschwindigkeiten natürlicher Ströme zu erforschen. Er hat sich dazu gleichfalls eines hydrodynamischen Werkzeugs bedient, jedoch von ganz andrer Art als Hrn. Brünings Strommesser, (m. s. die angeführte Preisschr. pag. 100 etc.) gleichwol ergeben, auch diese Versuche, welche der vortrefliche Ximenes auf mancherlei Art verändert hat, durchgehends stuffenweise abnehmender Geschwindigkeiten. Die parabolische Scale zunehmender Geschwindigkeiten des Gugliemeni und anderer, die ihm mit einigen Veränderungen gefolgt sind, ist also hiedurch genugsam widerlegt und nicht viel mehrern Beifall verdient, dünkt mich, die Meinung neuer französischer Schriftsteller, Buat (traité sur les rivieres 1780) und Bernard (Nouveaux Principes d'Hydraulique 1787), dass die Ströme von der Oberfläche gegen

gegen den Grund durchaus mit unveränderter Geschwindigkeit fliessen sollten, da die Erfahrung so übereinstimmend eine regelmässige Abnahme zeigt. *)

Es sei Fig. 12. A H eine gerade Linie, welcher in gleichen Entfernungen die Ordinalen A a, B b, C c, etc; A α, B β, C γ, etc. nach den Verhältnissen der Geschwindigkeiten aus den Beobachtungen von Hrn. Brünings und Ximenes, nach erwähnter II und IV Columne rechtwinklicht angefügt werden, so determiniren die Linien a d g und durch α δ κ durch die Endpuncte der Ordinaten gezogen, die Scalen der Geschwindigkeit, und es scheint, dass sie fast mehr für gekrümmte als gerade Linien zu halten sein. G g und H k sind die Geschwindigkeiten nahe am Grunde, und es ist klar, dass wenn dieser Grund weich und flüssig, oder vielmehr ganz nicht vorhanden wäre, sondern die Wassermasse in unbestimmte Tiefe sich erstrekte, alsdann auch der Strom eine grössere Tiefe erreichen würde. Es sei A k diese Tiefe, so muss die krumme oder grade Linie A H in k schneiden; und a k und A a müssen Functionen von einander sein. Unter allen Hypothesen, die man nun vorläufig annehmen, und nach den Beobachtungen prüfen könnte, verfällt man aus analogischen Gründen, dünkt mich, am natürlichsten darauf, es könnten die Abscissen K A, K B, K C, etc. wol den Höhen, welche den correspondirenden Geschwindigkeiten A a, B b, C c, etc. zugehören, oder welches einer-

*) Anmerk. Wenn Hr. Prof. *Mitterspacher* (Physicalische Erdbeschreibung Wien 1789 pag. 76.) meint, dass die Versuche der Herren Lechi, Lorgne und Michellotti *beweisen*, die Geschwindigkeit des Wassers nehme von seiner Oberfläche an bis zum Boden immer zu; und dass dies schon längstens die Versuche der Bologneser und des Zendrini gegeben hatten; so vermuthe ich, dass Hr. Mitterpacher die neuesten Versuche und Schriften über diesen Gegenstand von den Herrn Ximenes (Nouwe Sperienze idrauliche etc. Siena 1780.) Bonati und Brünings, vielleicht nicht bekannt geworden sind: Und es wird wol nicht überflüssig sein, hier kürzlich zu bemerken, worin eigentlich der Irrthum jener berühmten Gelehrten bestehen mag. Sie haben alle ihre Beobachtungen mit dem Pendel am Quadranten angestellt (wer dies Werkzeug nicht kennt, auch die Schriften erwähnter Authoren nicht zur Hand hat, sehe Hrn. Hofrath *Kästners* Hydrodynamik §. 271. ff.). Damit kann aber weder die Geschwindigkeit noch den Druck des Stroms unmittelbar wahrnehmen; sondern alles was beobachtet wird, ist ein Winkel, den der Faden, welcher im Centro des Quadranten befestiget und am andern Ende mit der Kugel beschwert in den Strom hinabhängt, mit der Verticallinie macht. Aus diesem *Abweichungswinkel* und aus dem bekannten Gewicht der Kugel wird demnächst der Druck und aus dem Druck auf die Geschwindigkeit des Stroms geschlossen. Wenn man annehmen will, dass des Drucks, oder des Stroms Richtung beinahe horizontal geschehe, so sind bei einerlei Pendel unter verschiedenen Abweichungswinkel die Tangenten dieser Winkel dem Druck, und der Druck den Quadranten der Geschwindigkeit des Stroms sehr nahe proporzional. Und diese Schlüsse könnten woll keinen Zweifel haben, wenn die biegsame Schnur, oder Metalldrat, im Strom sich eben so verhielte, als eine unbiegsame, grade mathe-

einerlei iſt, den Quadraten dieſer Geſchwindigkeiten proportional ſein. Unter dieſer Vorauſſezung ſei die Geſchwindigkeit an der Oberfläche, A a, $= c$; K A $= x$; B b, C c, D d etc. $= y$; A B = B C = C D . . . $= a$; ſo hat man folgende Proportion $x : x - a = c^2 : y^2$ oder $x\,y^2 = c^2 x - c^2 a$ folglich $x = \frac{a\,c^2}{c^2\,y}$. Wenn nun für y die Wehrte aus der II und IV Spalte, ſo wie die correſpondirenden a, 2 a, 3 a etc. aus I und III nach und nach, wie es die Proportion erfodert, ſubſtituirt werden, ſo findet man mehrere Wehrte von x, die bei eben derſelben Scale alle einander gleich ſein müſsten, wenn die Vorauſſezung richtig wäre. In der V und VI Abtheilung ſieht man nun dieſe Wehrte von x, wie ſie nach vorſtehender Proportion gefunden ſind; und wenn ich von Hrn. Br. Verſuchen einige wenige, nahe an der Oberfläche, und nahe am Grunde ausnehme, ſo finde mich faſt geneigt, die erwähnte Hypotheſe für ſehr wahrſcheinlich anzunehmen, wonach denn die Scale eine auf dem Scheitel ſtehende halbe Parabel wäre. Die Tiefen verſchiedener Ströme, welche keinen widerſtehenden Grund haben, verhielten ſich dieſem gemäſs, wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten an der Oberfläche; und da man ſowol auf der Erdfläche als in Meeren und Seen nicht leicht ordentliche Ströme finden wird, die mehr als 10 bis 12 Fuſs Geſchwindigkeit halten, ſo kann man die gröſste Tiefe, zu welcher ſich die Ströme unter die Oberfläche erſtrecken können, auf ohngefehr 380 Fuſs ſezen; denn man hat $4{,}7^2 : 12^2 = 59{,}6 : 388$.

Wenn

mathematiſche Linie thun würde, die durch der Kugel und des Quadranten Mittelpunct ginge. Wer ſieht aber nicht, daſs jede biegſame Schnur die mit einem Gewichte beſchwert in dem Strom hinabhängt unter Waſſer eine krumme Linie formiren und über Waſſer eine ganz andere Richtung, als den Ort der Kugel, zeigen würde! Wollte man die Kugel ſehr ſchwer nehmen, um den Faden beinahe gerade zu ziehen; ſo würde dies wenig helfen, weil derſelbe Faden wiederum ſo viel ſtärker und dicker müſte genommen werden und deshalb hinwiederum von dem Strom ſo viel mehr Druck leiden würde. — Sehen kann man nun die gebogne Fadenlinie unter Waſſer nicht; berechnen auch nicht (denn dies würde vorausſezen, daſs man ſchon kennte, was man ſucht, nämlich die Geſchwindigkeit in verſchiedenen Stromſchichten) man muſs ſich alſo mit einer bloſſen Muthmaaſſung über den Ort der Kugel und ihren Abweichungswinkel begnügen, oder dieſen Winkel auch ſo, wie ihn der Faden angiebt (das iſt jedesmal zu groſs) nehmen und dies leztere hat man vermuthlich immer gethan, wenigſtens iſt mir das Gegentheil nicht bekannt. Nun giebt die Natur der Sache, daſs bei einerlei Geſchwindigkeit des Stroms und einerlei Gewicht der Kugel, der Faden deſto mehr von der graden Linie abweichen müſſe, je länger er iſt oder je tiefer er in den Strom hinabhängt; und daſs, die Geſchwindigkeiten in allen horizontalen Schichten des Stroms gleichgeſezt, dennoch das Inſtrument für die untern Stromſchichten gröſſere Abweichungswinkel, folglich gröſſere Geſchwindigkeiten angeben werde. Und weil gerade das der damals herrſchenden Theorie des um die Hydraulik wirklich ſehr verdienten Guglielmini ganz gemäſs war, ſo leidet es wol Entſchuldigung, wenn man ohne ſchärfere Prüfung ſich mit dem begnügte, was das Pendel angab und die Theorie beſtätigte.

Wenn (Fig. 13.) A B horizontal C B die geneigte Stromfläche iſt, das Bette D E F G aber aus Materien von verſchiedener Reſiſtenz, z. B. Kieſel, Sand, Thon und Moor beſteht, ſo wird auch bei einerlei Geſchwindigkeit an der Oberfläche, der Strom bei E und G am tiefſten ſein, wo der Widerſtand des Grundes am geringſten iſt, auch wird das Waſſer nahe am Grunde in krummen Linien und ſo gut von G nach F bergan, als von F nach E bergab laufen können. Hierüber ſind, dünkt mich, manche Irrthümer durch angeſehne Schriftſteller in Umlauf gekommen, welche gröſstentheils darin ihren Grund zu haben ſcheinen; daſs man bei der Theorie ſtrömender Gewäſſer mehr auf die Neigung des Grundes als auf die Neigung der Oberfläche geachtet hat, obgleich jene gar keine weſentliches Requiſitum gröſſer Ströme iſt. — Ich bemerke noch, daſs es ein bloſſer Zufall iſt, wenn beide Scalen ohngefehr einerlei Tiefe oder Wehrte für x geben, und Hr. Brünings und Hr. Ximenes ihre Beobachtungen auf zwei Strömen angeſtellt, die ohngefehr einerlei Tiefe und Geſchwindigkeiten haben. — Es ſteht zu wünſchen, daſs mehrere Verſuche dieſer Art mögen angeſtellt werden.

§. 43.

Da die natürlichen Ströme nicht allein von der Oberfläche gegen den Grund, ſondern auch von der Mitte, oder dem Faden des Stroms, gegen die Ufer mit abnehmenden Geſchwindigkeiten flieſſen und noch zur Zeit keine Hoffnung vorhanden iſt, aus ſo mancherlei Verſchiedenheiten die eigentliche mittlere Geſchwindigkeit eines Stroms nach theoretiſchen Gründen zu finden, ſo erhellt um ſo mehr die Nothwendigkeit eines guten Strommeſſer inſonderheit alsdann, wenn man die Ergiebigkeit eines Stroms oder Waſſerleitung angeben ſoll. Man hat des Endes vielfältige Beobachtungen nicht allein auf verſchiedenen Tiefen unter der Oberfläche, ſondern auch in verſchiedenen Entfernungen von den Ufern anzuſtellen, und aus dieſen die mittlere Geſchwindigkeit zu nehmen, wie dies leztere geſchieht, will ich noch zum Schluſſe dieſer Abhandlung anführen.

I. Es ſei (Fig. 12.) A F eine Perpendiculaire, in welcher an den gleichentfernten Punkten A, B, C etc. die Geſchwindigkeiten Aa, Bb, Cc beobachtet worden, und Aa ſei die Geſchwindigkeit unmittelbar an der Oberfläche, ſo wie F f unmittelbar am Grunde, ſo iſt wenn man die Punkte a, b, c, etc. durch grade Linien connectirt der Flächenraum A a f F die Scale der gefundenen Geſchwindigkeiten, und die mittlere Geſchwindigkeit = c iſt eine Zahl welche mit A F multiplicirt ein Rectangulum = A a f F giebt, es iſt alſo $c = \frac{A\,a\,f\,F}{A\,F}$. Das heiſst, man muſs den Inhalt der Scale mit der Tiefe des Stroms dividiren und der Quotient iſt die mittlere Geſchwindigkeit. Weil nun dieſe Scale aus lauter Trapezien A b, B c, D e beſteht, ſo iſt ihr Inhalt $= A\,B \left(\frac{Aa + Bb}{2} + \frac{Bb + Cc}{2} + \frac{Cc + Dd}{2} + \frac{Ff}{2}\right); = A\,B.$

$\left(\frac{A\,a}{2}\right.$

$\left(\frac{Aa}{2} + Bb + Cc + + + \frac{Ff}{2}\right)$. Wenn die Zahl der Beobachtungen $= n$, so ist $AF = (n-1)\,AB$; und $c = \dfrac{\left(\frac{Aa}{2} + Bb + Cc + + \frac{Ff}{2}\right) AB}{(n-1)\,AB} = \dfrac{Aa + Ff}{2} + Bb +$ $Cc + + + Ee) : (n-1)$; d. h. man muss die halbe Summe der Geschwindigkeiten unmittelbar an der Oberfläche und am Grunde zu den übrigen Geschwindigkeiten thun und die ganze Summe mit der Zahl der Beobachtungen weniger eins dividiren.

II. Wenn aber die Geschwindigkeiten nicht unmittelbar in der Oberfläche und am Grunde beobachtet worden, gleich wie die meisten Instrumente dergleichen nicht verstatten, so sein m, p, r, die gleichweiten Punkte der beobachteten Geschwindigkeiten, mr, pq, rs, ff.; nnd man findet in diesem Falle den Inhalt der Scale $= (mn + pq + rs + + uw)\,AB$; und $C = \dfrac{mn + pq + + uw}{n}$. D. h. die gefundenen Geschwindigkeiten werden summirt und mit der Zahl der Beobachtungen dividirt. Dieser leztern Methode hat sich auch Hr. Br. bedient, und es ist blos ein Versehen des gebrauchten Rechners, dass im 2ten Byvoegzel die mittleren Geschwindigkeiten zu klein angegeben sind. Uebrigens geben beide erwähnte Methoden die mittlere Geschwindigkeit nur alsdann in völliger Schärfe genau, wenn die Scale gradlinigt oder a f aus einer oder mehr geraden Linien besteht; sie geben sie beide etwas zu klein, wenn die Scale gegen a f convex, und etwas zu gross, wenn sie concav gekrümmt ist, allemal aber des zu genauer je grösser die Zahl der Beobachtungen ist und je weniger a f von einer graden Linie abweicht.

III. Nach eben den Regeln, wonach die mittlere Geschwindigkeit in jeder Perpendiculaire gefunden wird, wird sie auch aus mehrern Perpendiculairen für das ganze Profil gesucht. Es sei Fig. 14. A B C ein Profil des Stroms dessen mittlere Geschwindigkeit gesucht wird; so theile man die Breite der Oberfläche in eine beliebige Zahl gleicher Theile, z. B. in 4, A D, D E, E F, F C. In der Mitte jeder dieser Theile stelle man in den Perpendiculairen 1, 2, 3, 4, die Beobachtungen an, und suche die mittleren Geschwindigkeiten jeder Perpendiculaire nach vorerwähnten Methoden; ich seze man fände sie der Ordnung nach a, b, c und d, so muss a als die mittlere Geschwindigkeit des ganzen Stück Profils A D d; und b als die mittlere Geschwindigkeit für D E e d angesehen werden; folglich ist $a \times ADd + b \times DEed + c \times EFfe + d \times FCf$ die Capacität oder Ergiebigkeit des Stroms für 1 Secunde. Sezt man diese $= Q$; so ist $\dfrac{Q}{ACB}$, oder die Quantität des Wassers dividirt durch das Profil, die mittlere Geschwindigkeit des ganzen Stroms. — Hätte man bei den Beobachtungen andere Einrichtung und Verfahren getroffen, so müste man demselben gemäss auch anders rechnen. Meine gegenwärtige Absicht erlaubt es nicht, dieserwegen ausführlicher hydragogische Betrachtungen hier anzustellen.

Nachtrag.

§. 44.

Nachdem das Manufcript vorftehender Abhandlung fchon in des Herrn Verlegers Händen war, habe ich noch Zeit und Gelegenheit gefunden, Verfuche über den Stofs des Windes und des Waffers anzuftellen, wovon hier die erheblichften Refultate in hamburgifchen Maafs und Gewicht tabularifch mitgetheilt werden.

I. Tafel, welche den beobachteten fenkrechten Druck des Windes auf eine Fläche von 1 Quadratfufs bei verfchiedenen Gefchwindigkeiten darftellt.

Zahl der Verfuche	Gefchwindigkeit des Windes.	Beobachteter Druck auf 1 ☐Fufs.	Derfelbe Druck auf dieGefchwindigkeit = 1 Fufs reducirt.	Zahl der Verfuche	Gefchwindigkeit des Windes.	BeobachteterDruk auf 1 ☐ Fufs.	Derfelbe Druck auf dieGefchwindigkeit = 1 Fus reducirt.
	Fufs.	Lothe.	Lothe.				
2	9	3,33	0,0411	30	25	21,30	0,0342
2	10	4,00	0,0400	30	26	23,15	0,0342
1	11	4,66	0,0385	25	27	23,93	0,0328
2	12	5,33	0,0370	16	28	27,23	0,0347
6	13	6,39	0,0378	16	29	29,25	0,0348
2	14	9,00	0,0459	9	30	31,41	0,0349
5	15	10,93	0,0485	14	31	32,27	0,0337
9	16	11,56	0,0452	12	32	36,83	0,0360
12	17	13,00	0,0449	12	33	37,58	0,0343
11	18	14,32	0,0442	9	34	38,70	0,0335
23	19	14,78	0,0409	10	35	42,30	0,0343
20	20	16,11	0,0403	5	36	46,94	0,0362
28	21	16,73	0,0379	6	37	51,10	0,0373
22	22	17,41	0,0360				
32	23	18,14	0,0343				
35	24	20,72	0,0360				
			Summe	406		Mittel	0,0379

Die

Die Verſuche ſind im Julius Monath nahe über der Meersfläche in freier Luft bei verſchiedenen Winden angeſtellt. Und die tägliche Beobachtung zweier gleichen Barometer, wovon das eine 86 Fuſs über das andere erhaben war, giebt die mittlere Differenz $= 0{,}0937$ Zoll. Die Dichtigkeit der Luft zu Queckſilber war alſo $= 0{,}0937 : 86 . 12 = 937 : 10320000$ $= 1 : 11014$. Iſt das Queckſilber 14mal dichter als Waſſer; ſo hat man Dichtigkeit der Luft: Dichtigkeit des Waſſers $= 1 : 787$. Ein Cubicfuſs wiegt mit Waſſer $48\frac{1}{2}$ ℔; mit Luft alſo 1,97 Loth. Um nun den ſenkrechten Stoſs eines Fluidiums nach der gewöhnlichen Regel theoretiſch zu beſtimmen ſei deſſen Geſchwindigkeit $= v$; die Beſchleunigung der Schwere in 1 Sec. $= g$; die Stoſsfläche $= f^2$; das Gewicht eines Cubicfuſses Luft $= p$; ſo iſt $\frac{v^2}{4g} f^2 . p =$ dem ſenkrechten Druck. Im vorliegenden Falle iſt $f^2 = 1$; $g = 17, 11$; $p = 1{,}97$ Loth; alſo der Druck $= \frac{1{,}97}{68{,}44}$ Loth $= 0{,}0288$ Loth; das Mittel aus 406 Beobachtungen giebt 0,0379 Loth; alſo giebt ihn die Theorie um 0,0091 Loth $= \frac{91}{288}$ des Ganzen zu klein; oder wenn der Druck nach der Theorie $= P$; nach der Erfahrung $= Q$ geſezt wird; ſo iſt beinahe $P + \frac{1}{3} P = \frac{4}{3} P = Q$. Das heiſst auch, *der ſenkrechte Stoß des Windes auf eine ebene Fläche verurſacht einen Druck, der gleich iſt dem Gewicht einer Luftſäule, deren Baſis die Stoßfläche und deren Lothrechte Höhe $= \frac{4}{3}$ der Geſchwindigkeit zugehörigen Höhe iſt.* — Die Stoſsflächen deren ich mich bedient, halten 2, 3, 4 und 6 □Fuſs. Der Unterſchied, den gröſſere oder kleinere Flächen für 1 □Fuſs geben, habe nicht erheblich befunden. —

---

§. 45.

§. 45.

Folgende Verfuche über den fenkrechten Stofs des Waffers find im freien Elbeftrom, deffen Gefchwindigkeit alle 6 Stunden von 1 bis 7 Fufs variirt, angeftellt.

II. Tafel, welche den beobachteten Druck ftrömenden Waffers gegen eine fenkrecht widerftehende Fläche darftellt.

Zahl der Verfuche	Gefchwindigkeit.	Obfervirter Druck auf 1 []Fufs.	Derfelbe Druck für die Gefchwindigkeit = 1 Fufs.	Zahl der Verfuche	Gefchwindigkeit.	Obfervirter Druck auf 1 [] Fufs.	Derf. Druk für die Gefchwindigkeit = 1 Fus
	Fufs.	℔	℔				
2	1,75	3,8	1,248	3	4,50	16,8	0,829
1	2,00	4,0	1,000	6	4,75	19,1	0,847
8	2,25	5,1	1,007	5	5,00	23,4	0,936
4	2,50	6,0	0,960	3	5,25	23,1	0,838
5	2,75	6,6	0,874	3	5,50	25,2	0,833
0	3,00	Caret	0	2	5,75	29,3	0,886
4	3,25	10,2	0,966	10	6,00	30,4	0,844
2	3,50	10,2	0,833	8	6,25	31,4	0,804
2	3,75	12,3	0,875	8	6,50	33,5	0,793
4	4,00	13,2	0,825	10	6,75	37,0	0,812
7	4,25	15,1	0,836	4	7,00	38,2	0,780
			Summe	101		Mittel	0,887

Der Elbeftrom befteht hier zum gröfsten Theil aus Seewaffer und 1 Cubicfufs wiegt nahe genug 49 ℔; alfo die Gefchwindigkeit = 1 gefezt giebt die Theorie (§. 44.) den Druck auf 1 []Fufs $= \frac{49}{68{,}44}$ ℔ = 0,716 ℔; die Beobachtungen geben 0,887; giebt alfo die Theorie zu wenig 0,171 ℔ = beinahe $\frac{1}{4}$ des Ganzen: D. h. *die Wafferfäule, welche fo fchwer, als der Stofs, drücken foll, muß die Grundfläche der Stoßfläche, und $\frac{5}{4}$ der Gefchwindigkeit zugehörigen Höhe haben:* — Die gebrauchten Stofsflächen halten 1 und 2 []Fufs.

Die Gefchwindigkeiten des Windes und Stroms find mit dem Wind- und Strommeffer und zwar jedesmal gleichzeitig mit der Beobachtung des Stoffes genommen, auch wegen unabläffiger Aenderung des Windes und Stromes faft bei jedem Verfuche etwas veränderlich befunden worden. Der beobachtete Druck aber war weniger veränderlich und für eine Verfchiedenheit des Windes weniger als von $\frac{1}{2}$ Fufs und des Waffers von weniger als $\frac{1}{8}$ Fufs war kein erheblicher Unterfchied des Drucks zu merken. Aus diefer Urfache hat man es gut geachtet, jene Gefchwindigkeiten von Fufs zu Fufs, und diefe von $\frac{1}{4}$ zu $\frac{1}{4}$ Fufs nieder zu fchreiben, und jede Beobachtung dahin zu zählen, wo fie am nächften correfpondirte, um auf die Weife aus mehrern Verfuchen ein Mittel zu erhalten, welches in Beobachtungen diefer Art ohne Zweifel fehr nöthig ift.

§. 46.

Am meisten ist man in der Hydraulik ungewis über die Gröſſe des Drucks, welcher durch den schiefen Stoſs strömender Massen entsteht; obgleich dieser Stoſs bei allen Maschinen, Schiffen, Deichen etc. am meisten in Betrachtung kömmt. Ich habe versucht auch hierüber durch Erfahrung etwas bestimmtes, wenn es möglich wäre, auszumachen; und folgende 3te, 4te, und 5te Tafel enthalten das Resultat der Bemühung so weit sie bis izt gediehen ist. Vorläufig ist der Erläuterung wegen noch einiges zu erinnern. Der aus dem schiefen Stoſs entstehende Druck wird in dreifacher Rücksicht gewöhnlich betrachtet, die man wol zu unterscheiden hat und folgendes Beispiel allenfalls erläutern kann. Wenn das Steuerruder eines Schiffs schief in den Strom oder Fahrt gehalten wird, so wirkt der Strom so darauf, daſs sich das Ruder um seine Angel oder Hacken drehen will: dies geschieht durch einen Druck 1stens *senkrecht* auf das Ruder; derjenige, welcher die Ruderstange führt, hält diesen Druck das Gleichgewicht, und dann erfolgt eine zusammengesezte Bewegung des Schiffs, es dreht sich, und wird aufgehalten; oder das Ruder wird 2tens *seitwärts* und 3tens *rückwärts* gedruckt. In Hinsicht auf des Stroms Richtung mag der 1ste *eigentlich schiefer Druck*; der 2te *Seitendruck*; der 3te *Paralleler Druck* heisen. Es sei der schiefe Druck $= p$; der Einfallswinkel $= \alpha$; der Radius 1; so ist der Seitendruck $p \operatorname{Cos} \alpha$; und der parallele Druck $= p \operatorname{Sin} \alpha$. Die Hauptsache besteht nun darin, zu wissen, wie p von dem Einfallswinkel abhange, ob es $\operatorname{Sin} \alpha$, oder $\operatorname{Sin} \alpha^{\frac{1}{2}}$ oder $\operatorname{Sin} \alpha^2$ oder irgend einem andern Potenz des Sinus proportional sei. Es könnte um dieses durch Erfahrung auszumachen, allenfalls genügen, nur einen von den dreifachen schiefen Druck durch Versuche zu bestimmen; ich habe sie aber mit einer einzeln Maschine, die gleichwol sehr simpel ist, alle drei beobachtet.

III. Tafel, welche den beobachteten ſchiefen Druck des Waſſers auf 1 □Fuſs und die Geſchwindigkeit = 1 Fuſs reducirt, darſtellt.

Zahl der Verſuche.	Einfallswinkel = α	Schiefer Druck auf 1 □Fuſs = p	Exponent des Sinus = x	Derſelbe Druck nach der Theorie oder Wehrte von P. Sin α
	Grade.	℔		℔
6	90	0,8371		0,8371
6	80	0,8171	1,580	0,8244
6	70	0,7955	0,820	0,7866
6	60	0,7449	0,811	0,7249
6	50	0,6733	0,817	0,6412
6	40	0,5751	0,849	0,5274
6	30	0,4717	0,827	0,4185
6	20	0,3376	0,846	0,2863
6	10	0,1057	1,182	0,1453
		Mittel	0,966	

Den Exponenten habe ich ſo berechnet Sin. tot. x : Sin α^x. = 8371 : p ; alſo x (log. Sin. tot. — log Sin α) = log 8371 — log p; oder $x = \frac{\text{log. } 8371 - \text{log. p.}}{\text{log Sintot.} - \text{log Sin } \alpha.}$ (wo dann für p und α nach und nach die verſchiedenen correſpondirenden Wehrte geſezt werden). Es erhellt daſs x = 0,966, für 1 könne genommen werden. Sezt man alſo den ſenkrechten Druck = P ſo iſt der ſchiefe = p = P Sin α^2. Der Laterale = P Sin α. Coſ. α; der parallele = P Sin α^2. Damit man ſehe, wie viel dieſe Beſtimmungen, welche ich die *Theorie* nenne, von den *beobachteten* Wehrte abweichen, ſind ſie neben einander geſezt worden.

IV.

IV. Tafel, welche den beobachteten lateralen Druck auf 1 □ Fus und die Geschwindigkeit = 1 Fus reduciret darstellt.

Zahl der Beobachtung.	Einfalls Winckel	Observirter Seitendruck.	Derselbe Druck nach der Theorie oder Werthe von P. Sin α. Cos α.
	Grade.	℔	
6	80	0, 163	0, 1431
6	70	0, 291	0, 2090
6	60	0, 403	0, 3625
6	50	0, 479	0, 4122
6	40	0, 4 6	0, 4122
6	30	0, 461	0, 3625
6	20	0, 372	0, 2690
6	10	0, 103	0, 1431

V. Tafel, welche den aus den schiefen Stoss des Wassers und des Windes entstehenden parallelen Druck auf 1 □ Fus und die Geschwindigkeit = 1 reduciret darstellt.

Wasser. Zahl der Beobachtung.	Einfallswinkel.	Observirter Druck.	Theorie oder Wehrte von P. Sin α^2.	Wind. Zahl der Beobachtung.	Einfallswinckel.	Observirter Druck.	Theorie oder P. Sin α^2.
	Grade.	℔	℔			Lothe.	Lothe.
4	90	0, 837	0, 8371	41	90	0, 03701	0, 03701
4	80	0, 816	0, 8118				
4	70	0, 778	0, 7392	41	70	0, 03244	0, 03268
4	60	0, 683	0, 6278				
4	50	0, 536	0, 4912	41	50	0, 02246	0, 0[illegible]172
4	40	0, 378	0, 3459				
4	30	0, 226	0, 2093	41	30	0, 00940	0, 00925
4	20	0, 130	0, 0979				

Sämtliche Beobachtungen des schiefen Wasserstosses sind in einem Schleusen-Gerinne, bei fast unveränderlicher Geschwindigkeit des Stroms = 9, 66 Fus in 1 Sec., angestellt. Die Stossfläche hält 112 Quadr. Zoll. Der Querschnitt des Stroms, wenn er frei war, hielt 564 Quadr. Zoll, wenn die Fläche senkrecht darin stand (welchenfalls sich des Stroms Oberfläche etwas erhob.) 680 Quadr. Zoll.

Mit

Mit der hieraufgeſtelten Theorie, die von einigen Gelehrten, worunter vorzüglich 's Graveſand gehört, angenommen wird, ſcheinen die Verſuche ziemlich gut zu harmoniren. Sonſt lehren die gröſten Mathematiker, Euler, D'Alembert, Käſtner etc. den ſchiefen Stoſs folgendergeſtalt zu berechnen. Wenn eine Fläche unter einem veränderlichen Winkel $= \alpha$ in den Strom gehalten wird; ſo iſt 1, die Quantität des darauf ſtoſſenden Waſſer den Sin α proportional; 2, jedes einzelne Theilchen ſtöſzt mit einer Kraft die gleichfalls dem Sin α proportional ſein mus. Iſt alſo der ſenkrechte Druck $= P$, ſo iſt der ſchiefe P Sin α^2; der Laterale P. Sin α^2 Cos α; der parallele P. Sin α^3. Dieſe leztere Theorie kan durchaus mit der Erfahrung nicht beſtehen; ſie giebt den Druck um vieles zu klein. Meiner geringen Meinung nach dürfte der Irthum in der 2ten Suppoſition, daſs die Wirkung des ſchiefen Stoſſes dem Sinus proportional ſei, liegen. Dis könnte vielleicht wahr ſein in dem Fall, wo ein einzler ſehr dünner Strahl auf eine ebene Fläche ſchief ſtöſst und unter dem Einfallswinkel zurükgeworfen wird; aber es kömt mir nicht wahrſcheinlich vor in dem Falle, wo die Stoſsfläche in den Strom einer ſie ganz umgebenden flüſſigen ſchweren Maſſe gehalten wird, die nicht verſtattet, daſs der anſtoſſende Stral ausweichet. Hier iſt es, dünkt mich, ganz gleichgültig, ob die Stoſsfläche ſchief oder gerade gehalten wird, woferne nur der ſenkrechte Querſchnitt des anſtoſſenden Strahls derſelbe bleibt, ſo würde auch die Kraft, welche nötig iſt, ihn aus dem Wege zu räumen, wol dieſelbe bleiben; das Werkzeug mag eine kürzere und gerade, oder längere und ſchief widerſtehende Fläche ſein. Stöſzt auf dieſer leztern jedes einzle Theilchen gegen jedes einzle Element der Fläche mit weniger Nachdruck, der ſich zum ſenkrechten wie Sin α : rad. verhält; ſo ſind auch der Flächen-Elemente, die geſtoſzen werden, in der umgekehrten Verhältnis rad. Sin α, mehr. — Wohl zu verſtehen, daſz hier von dem eigentlich ſchiefen und nicht von dem parallelen Druck die Rede iſt. Denn von zwei ſonſt gleichen Schiffen, wird dasjenige, was mit einem Bug (proue) verſehen, ohne Zweifel weniger Widerſtand leiden, als das andere, welches vorn ganz platt wäre. Bei einer Proue komt blos der *parallele* Widerſtand, welcher dem Sin ^{2} proportional iſt, in Betracht. — Die neueſten in Toſcana angeſtellten Verſuche von Herrn Ximenes geben, den ſchiefen Druck gleichfalls den ſimplen Sinus ſehr nahe proportional. Sie ſind in groſſer Zahl angeſtellt; aber es iſt ſehr Schade darum, daſz man aus ihnen kein Mittel nehmen kann. Statt in jeder Perpendiculaire immer einerlei Winkel

zu

zu nehmen, und die Gewichte danach zu reguliren, hat Ximenes umgekehrt fast so mancherlei Winkel als Versuche. Sein Werkzeug nennt er eine Hydraulische Fahne (ventola hydraulica) und es ist in seinem Buche, Nuovi Sperienze, wie auch in des Herrn Prof. Frisi Mechanica universa (Mediolani 1783) p. 11. lib. I. cap. I. und in des Herrn Brünings mehrerwähnte Abhandlung beschrieben. Frisi scheint den Versuchen des Ximenes nicht viel zu trauen, weil sie eine abnehmende Scale der Geschwindigkeiten in den Strömen geben, die, wie er meint, nicht statt finden könne, und durch so vielen andern Beobachtungen mit dem Quadranten, der Hydrometrischen Flasche, der Pilotschen Röhre, widerlegt werde. Mich dünkt, Frisi rechne hier mehr auf die Quantität als Qualität der Beobachtungen. —

Um meinen Versuchen völligen Credit zu verschaffen, wäre nöthig, die Werkzeuge, Einrichtung, Correctionen und Reductionen, derselben umständlich vorzustellen, damit man sehen könte, ob alles gehörig sei erwogen und berechnet worden. Dis könte auch wol in der Folge noch geschehen; gegenwärtig, wo ich nicht eigentlich eine Hydrodynamik, sondern nur eine nüzliche Anwendung des Wind- und Strommessers habe geben wollen; würde mich das zu weit führen. — Was aber izt zu verschweigen die Dankbarkeit mir nicht erlaubt, ist die besondere Grace meiner Herren Obern, der Hochlöblich Ritzebüttelschen Stackdeputation, welche mir Zeit und Werkzeugen zu diesen Beobachtungen (die ich noch ferner prüfen und fortsetzen werde) auf eine äusserst ermunternde Art geneigtst bewilliget haben.

§. 47.

Weitere Ausführung des 39 §. den Fahrtmesser betreffend.

Ich würde ohngefähr folgende Einrichtung proponiren. Auf den Bord- und Oberverdeck gegen die Mitte des Schiffes, würde zu jeder Seite einen eisernen Zapfen nebst einen kleinen aufrechtstehenden mit einer Klaue oder Gabel versehenen Pfeiler befestigen. Eine eiserne Stange, am einen Ende mit dem Fahrtmesser versehen, würde ohngefehr in der Mitte mit einem Ring oder Loch auf dem Zapfen im Bord des Schiffes, und mit dem andern Ende in die Klaue des auf dem Verdeck stehenden Pfeilers gelegt, so, dass sie von dem Schiffe abwärts schräg hinunter ins Meer reichte. Das Instrument würde ich mit einer Fahne so einrichten, dass es sich von selbst in die Fahrt stellte, oder falls ich dabei Schwierigkeiten anträfe, würde ich ihm zwei beflügelte Achfen geben, die beide mit einem Faden zugleich angezogen und nachgelaffen würden, und wovon die eine mit dem Schiffe jedesmal parallel die andere aber darauf fenkrecht ftände. Jene würde die Fahrt nach dem *fcheinbaren* Cours, diefe die *Abtreibung*, die Diagonallinien alsdann den *rechten* Cours und die *wahre* Fahrt angeben. Uebrigens halte noch dafür, dafs es am beften fei, die beiden Flügel, (zwei können nämlich an jeder Achfe genügen) an jedem Fahrtmeffer genau auf 45 Grad zu fezen; die Ruthen aber fo einzurichten, dafs man fie mittelft einer Schraube etwas verlängern, oder verkürzen, und auf die Weife das Inftrument fo ajuftiren können, dafs jeder Umlauf genau 6 Seefufs gebe.

Für denjenigen Seemann, der Luft und Gelegenheit haben mögte, einen Verfuch diefer Art zu machen, will ich noch folgendes zur etwanigen Aufmunterung, wenn es fein könte, anführen.

Von den Methoden den Weg zur See zu finden, fcheint diejenige, welche fich auf den Gebrauch eines guten Compafs und Log gründet im allgemeinen die anwendbarfte und nüzlichfte zu fein. Diejenige, welche auf bloffe aftronomifche Beobachtungen der Sonne, Mond und Planeten fich gründet, erfodert Kentniffe und Fähigkeiten, die fich von dem gröfsten Theil der Seefahrer nicht erwarten laffen, auch vergehen oft einige Tage hinter einander, wo wegen Nebel und Dünfte diefe Methode nicht practicabel ift. Von der dritten Methode, die auf einen untrüglichen Zeitmeffer fich hauptfächlich gründet, merkt Ximenes (l. c.) mit Recht, dünkt mich, an, dafs wenn es auch von Zeit zu Zeit einigen feltenen Künftlern gelingen mögte, vollkomne Uhren zu verfertigen, felbige dennoch wegen geringer Zahl und Koftbarkeit fchwerlich je in allgemeinen Gebrauch für die Schiffahrt kommen könte. Die erftere Methode hingegen fezt nur Leute von fehr mittelmäffigen Fähigkeiten voraus, und hängt nicht von Tag und Nacht, von Nebel oder Unwetter ab, fondern ift zu allen Zeiten brauchbar. Zwar für fehr entfernte Seereifen in andere Welttheile, ift fie allein vielleicht nicht zureichend (und in fo ferne ift es nicht zu tadeln, dafs man jene Methoden durch anfehnliche Prämien vorzüglich begünftiget und befördert hat) aber für die Europäifche Schiffarth, im Baltifchen Meere, im Nord-Meer, im Ocean längft den Portugififchen und Spanifchen Küften, und im Mittelländifchen Meere find gute Seekarten, ein guter Fahrtmeffer und Compafs, unverwerfliche Wegweiweiser; auch glaube ich dafs unter 20 Commerzschiffen in diesen Gewässern kaum eins sei das aus dem Laufe der Jupiters-Trabanten, oder aus Sonn- und Mondesdistanzen sich Raths erholet oder erholen könnte; alle aber wissen Compafs und Log, oder statt des leztern jeden andern eben so simplen Fahrtmesser zu gebrauchen, und allenfalls die Sonnenhöhen zu beobachten und danach die Breite, welche bei der Europäischen Schiffart mehr als die Länge in Betracht kömmt, zu corrigiren. Wenn nun die Trüglichkeit des gewöhnlichen Logs in der That allgemein bekant ist, und einige Schiffer so gar es eben so sicher halten, ihre Estime nach einer ohngefähren Schäzung der Windstärke, oder nach dem Schaume auf dem Wasser zu machen; so dünkt mich, dafs derjenige, welcher dem Seefahrer einem zuverläfsigen Fahrtmesser in die Hand gäbe und gebrauchen lehrte, sich nicht weniger um die Seefahrt verdient machte als ein Hadley, Mayer und Harrisson, die sich unsterblichen Ruhm und die Dankbarkeit aller Seefahrenden durch ihre glückliche Bemühungen erworben haben. Es fehlt auch nicht an angesehnen Männer die sich bestrebt haben bessere Fahrtmesser anzugeben, Hr. Bouguer, Hr. Vallois, Hr. Ximenes haben Vorschläge gethan, die aber keinen Beifall finden können, weil die Werkzeuge, auf welche das Wasser einen erheblichen Druck ausüben sollte, eben deswegen unbequem und ein Spiel der Wellen sein mufsten.

Bevor ich diese Materie verlasse, mufs ich noch einen Einwurf berühren. *Alle Fahrtmesser, wie sie auch immer beschaffen sein mögen, wenn sie in stehendem Wasser die Fahrt des Schifs richtig angeben, können dasselbe nicht thun in Strömen. Wo also die Meere Ströme haben, da ist jeder Fahrtmesser wesentlich unvollkommen.* Ich antworte hierauf, dafs uns diese Unvollkommenheit in der Natur der Sache im mindesten nicht abhalten könne, das Instrument an sich vollkommen zu machen und vollkommen gut zugebrauchen. Man erwäge nur, dafs es mit den Meersströmen nicht eine solche Bewandnis habe, wie mit dem Winde, der heute so, Morgen anders wehet, oder wie mit Landströmen, die bald geschwinder, bald langsamer fliessen, nachdem sie mehr oder minder von Regen angeschwellt sind. Die Meersströme sind gröfsten Theils eine Folge der Ebbe und Fluth und haben alle ihre unveränderliche Gesetze und periodische Wiederkunft. Es genügt, sie mit einem guten Strommesser einmal zu beobachten, so kennt man sie für ewig. Schon sieht man einige neue Englische Seekarten, auf welchen die Richtung und Geschwindigkeit der Ströme und die Zeit der Ebbe und Fluth genau verzeichnet stehen. Aus dieser Ursache mus man also den Fahrtmesser eben so wenig vernachlässigen, als man den Compass deswegen verachten darf, dass er nicht an allen Orten und zu allen Zeiten einerlei Abweichung hat: genug, wenn man für jeden Ort das Gesez der Variation kent. Ich würde übrigens jedem Steuerman rathen, auch einen Windmesser an Bord zu haben, und die Geschwindigkeit des Windes (nicht die absolute, denn die kan auf einem fortgehenden Schiffe nicht gemessen werden, sondern diejenige womit der Wind in die Segel stösst) fleissig zu beobachten, und selbige mit der Fahrt zu vergleichen. Das dürfte ihn bald in den Stand setzen, auch in unbekanten Gewässern so gleich über das Dasein eines Stroms und dessen Estime richtig zu urtheilen.

E N D E.

Die erheblichsten Druckfehler.

Seite 7 Zeile 13 sind die Worte: *wie Wind oder Wasser, welche in der Richtung* &c. einmal wegzustreichen, weil sie zweimal unmittelbar nach einander gedruckt worden.

9 — 6 von unten, statt trennen, lese man *treffen.*

10 — 4 von unten, — Cosa, — Cosα

— — 5 von unten, statt $90-a$ lese man $90-\alpha$

Die lateinischen Buchstaben bezeichnen Linien, die griechischen Winkel. Es ist aber auf dieser Seite und in der Folge für α immer y gedruckt worden. Der Zusammenhang wird jedesmal ergeben, ob y eine Linie oder Winkel bedeutet.

12 — 13 statt $\frac{360:n}{57,29\cdots t}$ lese man $\frac{360.\,n}{57,29\cdots t}$

15 — 3. 4. 5. statt $\frac{v}{a}$ lese man $\frac{u}{a}$

— — 16. 17. u. f. statt Cos α^2 lese man Cos α^2

16 — 3 von unten, statt: der Sache der Natur, lies: der Sache Natur.

17 — 1 von unten, statt: $\frac{1}{2}(Z2-b2)-\frac{2}{3}\frac{Z-b^3}{Z}$. lese man:

$$\tfrac{1}{2}(Z^2-b^2)-\tfrac{2}{3}\left(\frac{Z^3-b^3}{Z}\right)$$

18 — 3 statt $\frac{a^4-b^4}{Z}$ lies $\frac{a^4-b^4}{Z^2}$

— — 2 statt $\frac{a^3+b^3}{Z}$ lese man $\frac{\frac{2}{3}a^3+b^3}{Z^2}$

— — 7 von unten, statt $\frac{a+b}{Z}$ lese man $\frac{a+b}{2}$

19 — 5 statt $\frac{1}{01}(a\frac{1}{01}b)$ lese man $\frac{1}{10}(a+b)$

Uebrigens steht auf dieser, wie auf den vorhergehenden und nachfolgenden Seiten, bald Z, hald z, welehes aber, wie der Zusammenhang leicht ergiebt, immer dieselbe Grösse bedeutet.

22 — 4 von unten, statt Cos$\alpha=\frac{1}{3}$ lese man Cos$\alpha=\sqrt{\frac{1}{3}}$

28 — 15 statt Sin in Cos lese man Sin und Cos

33 — In der vorlezten Spalte der Tafel muss Tage statt Fuss gelesen werden, und in der lezten Spalte muss unter Geschwindigkeit *Fuß* stehen.

37 — 19 statt horizontal lese man vertical.

Seite	38	Zeile	20 nach dem Wort *Entfernung* iſt einzuſchalten: des Mittelpunkts des einen Flügel.
	44		11 ſtatt *auch* 12 leſe man auf 12
	—		10 von unten, ſtatt Awende leſe man erwähnten
	46		12 ſtatt ak leſe man AK
	—		3 von unten, ſtatt Quadranten leſe man Quadraten
	47		4 ſtatt $\frac{ac^2}{c^2y}$ leſe man $\frac{ac^2}{y^2-c^2}$
	51		2 von unten, ſtatt: der Unterſchied, muſs heiſſen *den*
	54		3 von unten, ſtatt: $p = P\sin\alpha^2$ leſe man $p = P\sin\alpha$

Dieſe und andere weniger erhebliche Druckfehler wolle der Leſer wegen meiner Entfernung vom Druckorte gütigſt entſchuldigen.

Nachricht.

Wenn das Anemometer weit verſchickt, und des Endes eingepackt werden muſs, ſo können Axe und Ruthen nicht aus einem Stücke beſtehen, ſondern müſſen vermittelſt Schrauben zuſammen gefügt, und von einander genommen werden können.

Wer dergleichen Wind- oder Strommeſſer in Hamburg will verfertigen laſſen, kann ſich an den Mechanicus *Boſſe* in der Spitalerſtraſſe, in Menzen Hof, Litt. I. wenden, welcher in Verfertigung dieſer Inſtrumente bereits geübt iſt.

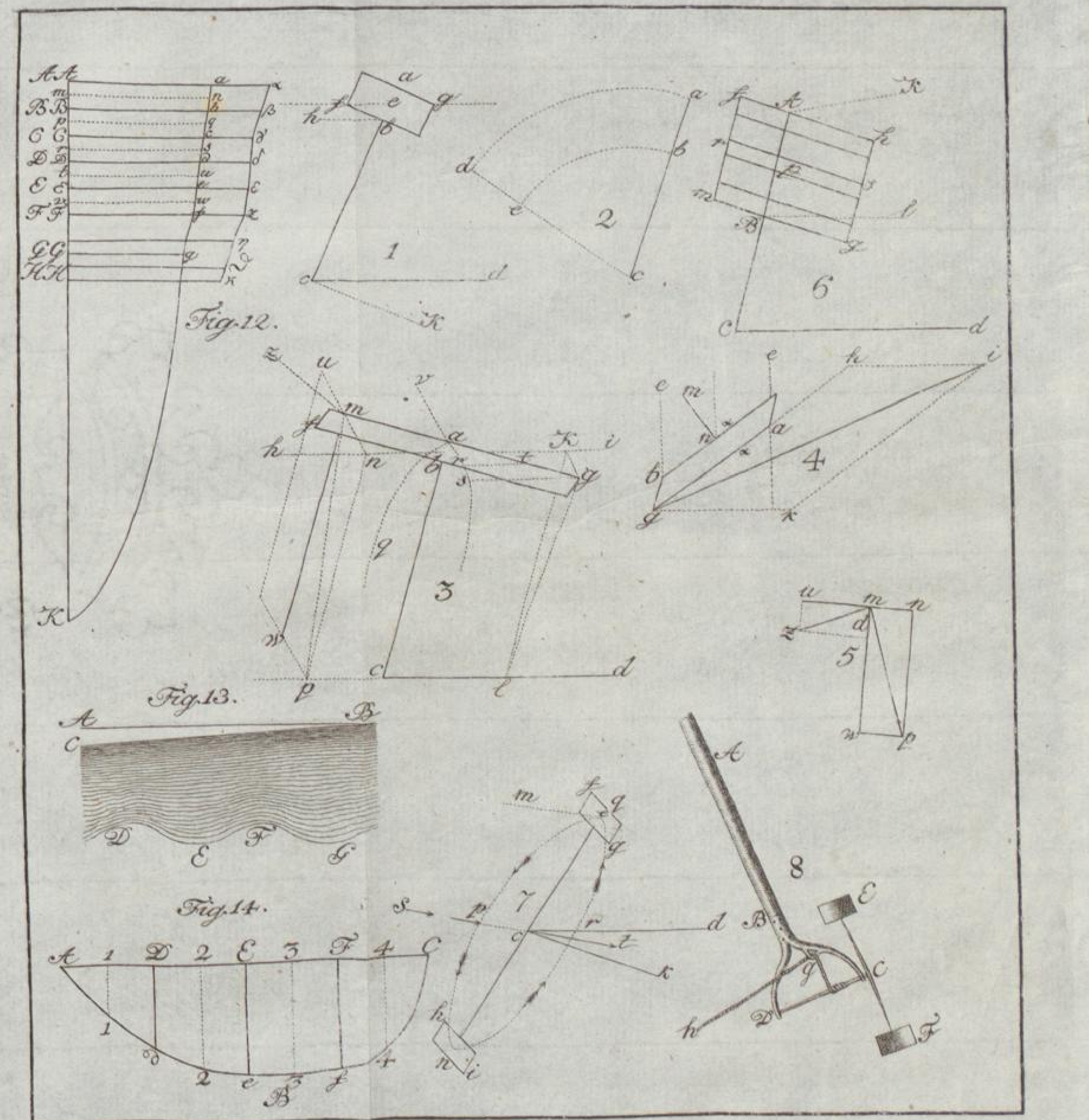


Fig.12.
Fig.13.
Fig.14.
1
2
3
4
5
6
7
8

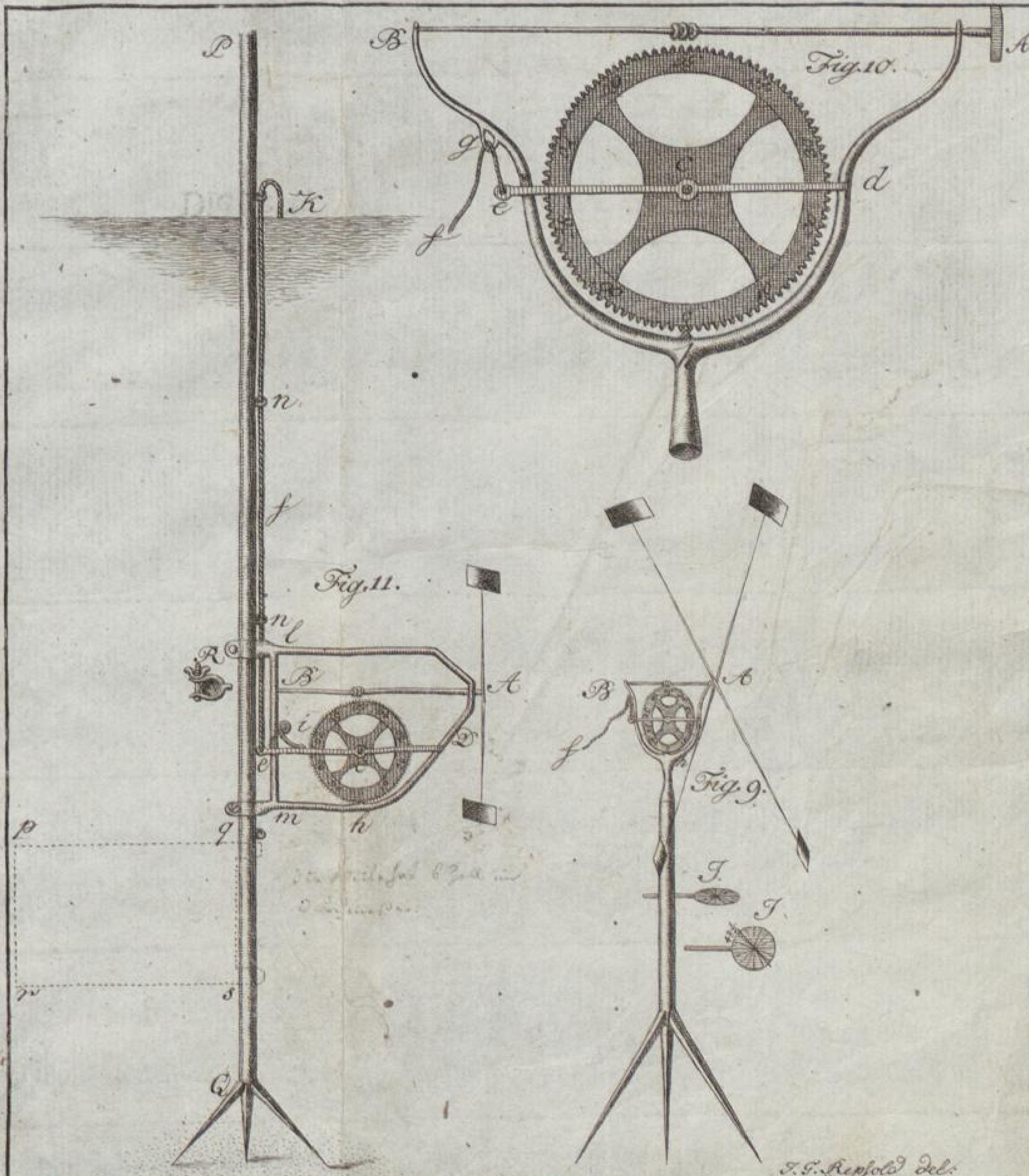
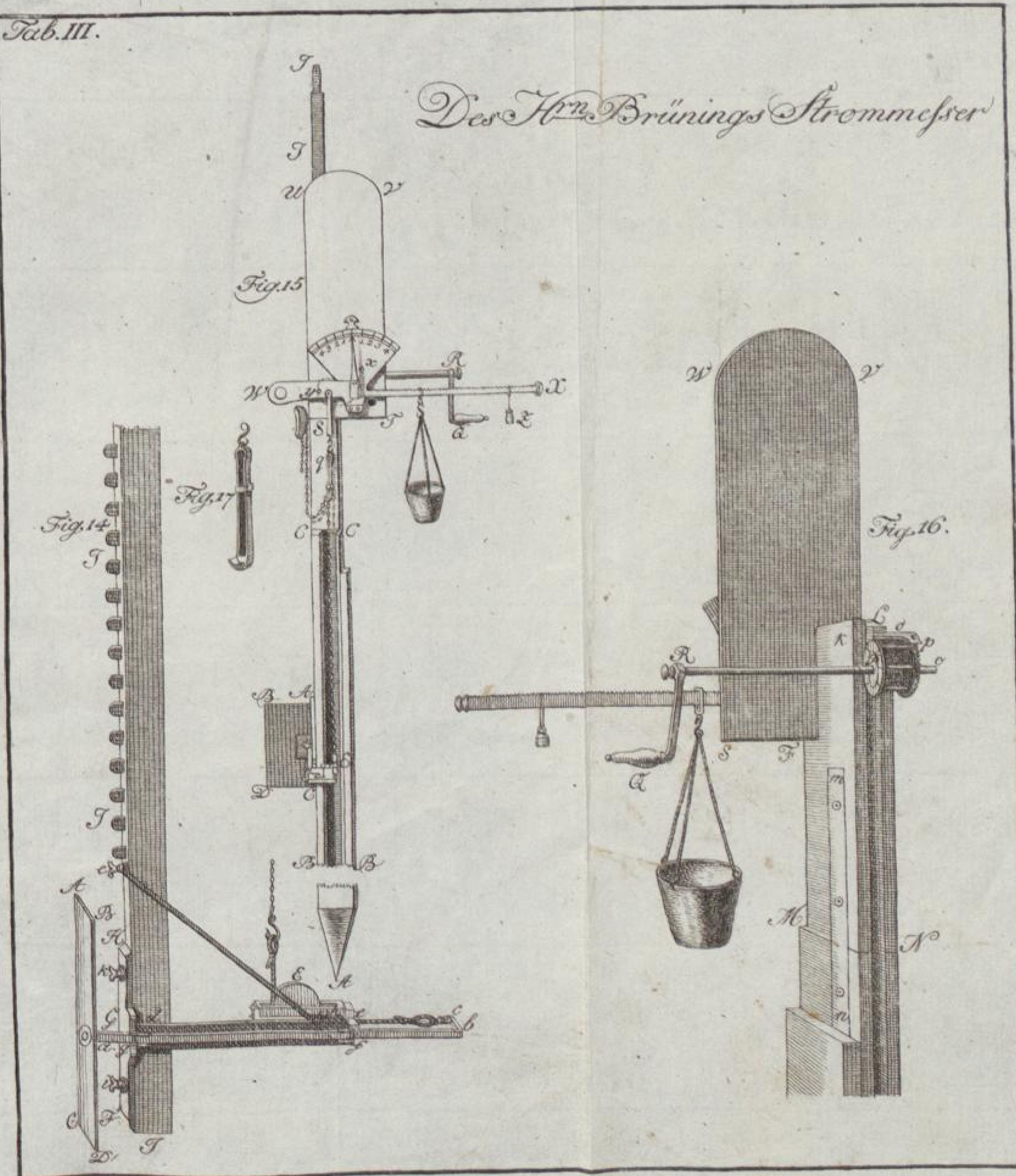


Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 9.
J. G. Repsold del.


Tab. III.
Des Hrn. Brünings Strommesser
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.