

903.

Za. 182.

2.





Vorschläge  
zur  
Vervollkommnerung  
der  
S c h i f f a h r t.

Den  
Seefahrenden Nationen  
gewidmet.



---

Berlin 1787.

Den Sigismund Friedrich Hefe.

KOEN. FRIED.  
UNIVERS.  
ZU HALLE

Die aufs Meer zu Schiffe gehn,  
und ihr Geschäft in großen Wassern treiben,  
die sehn Jehovens Thaten,  
Seine Wunder im tiefen Meer!  
Denn Er gebeut — der Sturmwind gehorcht,  
und Er verwandelt — Sturm in sanften Wind;  
die sollen Jehova für Seine Gnade danken,  
und Seine Wunder den Menschen preisen;  
Sie sollen Ihn in der Versammlung des Volks erheben,  
und Ihn im Parlamente loben.

Psalm 107, 23-32.

Den  
Seefahrenden  
Nationen

X 2

©

U N I O T T O R

gewidmet

von

dem Verfasser.



**W**enn ich als ein Arzt, und als ein Mann, der von der See entfernt lebt, und mit den Wissenschaften unbekannt ist, welche das Nachdenken großer Männer erfunden hat, um ihrer fürchterlichen Gewalt zu trohen, doch ein Buch schreibe, in der Absicht, das zu verbessern, was ein vielhundertjähriges Nachden-

ten erfunden, und eine eben so lange Erfahrung berichtet hat, so kann ich vermuthen, daß sehr viele über ein solches Vornehmen, wenn nicht spotten, doch wenigstens lächeln werden. Dis, und das Schicksal, welches meine in gleicher Absicht vor 10 Jahren herausgegebne Schrift, deren ich in der nachfolgenden Vorrede gedenke, gehabt hat, könnten mich sehr leicht von meinem Vorsatz abbringen, wenn auf der andern Seite nicht Gründe wären, deren Gewicht mir größer zu seyn scheint, als jene künftige Stunne oder auch vielleicht laute Vorwürfe.

Es ist wahr, ich bin weder ein Schiffsbau- noch überhaupt ein See-Verständiger, kein Mann, der die See und ihre Gefahren aus eigner, noch weniger aus einer langen  
und

und vielfachen Erfahrung kennt, um durch  
ihre Erkenntnis auf Mittel ihnen zu begegnen  
geleitet worden zu seyn, ich bin selbst in der-  
ienigen Wissenschaft, welche das Fundament  
aller Seekenntnisse ist, in der Mathematik nur  
ein Laye, ich habe weder Zeit, noch Gelegen-  
heit, noch Bücher gehabt, den Bau eines See-  
schiffes genau kennen zu lernen, ich habe nur  
eine sehr kurze Reise zur See gemacht, die  
für nicht mehr als Spazierfahrt gelten kann,  
und habe in derselben die Gefahren eines  
Sturms nur von weitem kennen lernen, mei-  
ne ersten in diesem Fach öffentlich bekannt  
gemachten Gedanken haben überdem noch das  
Schicksal gehabt, daß man sie auch nicht der  
geringsten Achtung, nicht eines einigen Ver-  
suches werth gehalten hat, dem ohnerachtet  
wage ich es, noch einmal aufzutreten, und



meine Schrift selbst denen Nationen zuzueig-  
nen, welche alle dieienigen Kenntnisse im wei-  
testen Umfange besitzen, die mir fast insge-  
samt fehlen, da sie gänzlich außer dem We-  
ge liegen, auf den mich Wahl und Bestim-  
mung geleitet haben. Ich habe mich zwar  
wegen dieses zweiten Schrittes in der nachste-  
henden Vorrede bereits gerechtfertiget, ich hal-  
te es aber nicht für überflüssig, die Orts  
noch einen Grund bezubringen, der in mei-  
nen Augen von Gewicht ist.

Eine jede Wissenschaft hat ihre Principe,  
auf welche, als auf ihren Grund, sie erbaut  
ist. Um Kenntniß von diesen Principen zu  
erlangen, ist es nicht nothwendig, das ganze  
Gebäude zu kennen, das auf sie gebaut ist  
worden, oder auch nicht gebaut ist worden,  
aber

aber doch auf sie gebaut werden kann. An-  
genommen nun, daß sich ein Mann von der-  
gleichen Principen eine gründliche Erkenntnis  
erworben habe, so kann ohne Zweifel auch er  
aus diesen Principen richtige Sätze herleiten,  
die eben sowohl Wahrheit seyn können, als  
diejenigen Sätze welche andre aus ihnen schöp-  
fen, und daher gleiche Achtung verdienen.  
Es kommt hiebey alles darauf an, ob die ge-  
fundnen Principe unumstößlich wahr sind, (wel-  
ches nicht schwer auszumitteln ist) und ob im  
Schlusse aus ihnen kein Fehler ist gemacht  
worden.

Dies ist der Weg den ich gegangen bin.  
Bey der Schiffahrt, in so weit man bloß die  
leichtere, schnellere, und die sichrere Fortbewe-  
gung des Schiffs sich zum Augenmerk mache,

ist ohne Zweifel Kennntnis des Wassers und  
der bewegenden Kraft die Hauptsache, und  
richtige Principe vom Widerstande des Was-  
sers, von den Mitteln, ihn auf die leichteste  
Art zu überwinden und zu benutzen, und von  
den Mitteln, die bewegende Kraft auf die  
vortheilhafteste Weise anzubringen, ein wahrer  
und fester Grund, auf den man mit Sicher-  
heit bauen kann. Von diesem Grunde sich  
eine reelle Erkenntnis zu verschaffen, und dar-  
auf ein sichres und dauerhaftes, wenn auch  
kein glänzendes Gebäude aufzuführen, dazu  
kann auch ein Mann bey mäßigen Kennntnißen  
der Natur und ihrer Bewegungen gelangen.

Welches meine Erkenntniße und Principe  
in diesem Fache sind, und wie demnach der  
Grund beschaffen sey, auf welchen ich meine  
Vor-

Vorschläge baue, das ist aus nachstehendem  
Buche klar, besonders aus S. 3. 10 = 16.  
51 = 58. 71 u. 110. 114. 141 u. 179. 208.  
233. und dem Epilog; Principe, deren Wahr-  
heit nicht allein a priori und aus der Erfah-  
rung kann erwiesen werden, sondern welche  
die allgemeine Lehrerin der Menschen, die Na-  
tur, durchgängig bestätigt.

Wenn es ein in der Vernunft gegrün-  
deter, und daher ein in allen Wissenschaften  
untrüglicher Satz ist, daß das, was aus rich-  
tigen Principen richtig geschlossen wird, Wahr-  
heit ist und seyn muß, so können auch Erfin-  
dungen, welche aus keiner richtigen Theorie,  
und aus unumstößlichen Grundsätzen hergelei-  
tet sind, nicht leere Phantasien seyn, und so  
müssen auch Vorschläge, welche auf diese Theo-  
rie

die nach richtigen Regeln erbaut sind, nützlich und anwendbar seyn, und darum ist nach aller Wahrscheinlichkeit zu hoffen, daß auch die von mir vorgetragnen Erfindungen und Vorschläge brauchbar seyn werden. Diese Gründe berechtigen mich nicht allein, von jedem einsichtsvollen Manne ein billiges Urtheil zu erwarten, sondern sie machen es mir auch zur Pflicht, meine Vorschläge, da für ihre Brauchbarkeit so vieles spricht, nicht zurück zu halten.

Dis ist die Ursache, welche mich bewegt, diesen zweiten Versuch öffentlich bekannt zu machen, in der Hoffnung, daß er so glücklich seyn werde, zu dem Zweck beförderlich zu seyn, zu dem er bestimmt ist, nämlich meinen Mitbrüdern nützlich zu seyn. Wenn  
die

Die Aufnahme des ersten Versuchs meiner Erwartung so ganz widersprach, so befremdet mich das jetzt weniger, da ich ihn nun selbst als eine unreife Frucht erkenne. Spreu und Korn waren in demselben unter einander gemengt, und die erstere verdeckte das letztere, aber ich kann auch nicht umhin, darüber öffentlich meine Verwunderung zu bekennen, daß auch das Gute, welches in meiner ersten über diese Materie herausgegebenen Schrift erweislich enthalten ist, von einsichtsvollen und Sachverständigen Männern so ganz, und durch so viele Jahre ist verkannt worden, und daß nicht Einer von ihnen durch Sichtung (von welcher ich selbst durch mancherley andere Geschäfte zc. abgehalten wurde) des Guten von dem Schlechten, und durch Bearbeitung und Vervollkommnung des ersten sich  
das

das Verdienst zugeeignet hat, welches die gegenwärtige Schrift beabsichtigt, den Zeitgenossen und der Posterität, in einem so wichtigen und großen Geschäfte, als die Schifffahrt ist, nutzbar zu werden. Graubenz den 22ten März 1787.

D. Berger.



Vor-

## Vorrede.

**I**m Jahr 1777 machte ich verschiedne <sup>1</sup>  
Vorschläge zu Beförderung der Schif-  
fahrt durch den Druck bekannt, unter  
dem Titel: Dédale, c. a. d. inventions nou-  
velles pour l'avantage de la navigation en gé-  
néral et principalement sur mer. à Berlin  
chez G. A. Lange. in 4. mit 3 Kupfertafeln,  
'wovon der Verleger, aber ohne mein Wissen, <sup>2</sup>  
1781 die (schon 4 Jahr vorher von mir selbst  
gemachte) deutsche Uebersetzung herausgab.  
X Hätte

Hätte ich von dieser Ausgabe Nachricht gehabt, so würde ich sie verhindert oder verbessert haben.

3 Von den Vorschlägen, welche jene Urschrift und diese Uebersetzung enthält, ist meines Wissens keiner versucht worden. Man hat sich ohne Zweifel theils von der eingebildeten Gefahr, 4 die man damit für verbunden hielt, 'theils von der scheinbaren Unwahrscheinlichkeit eines guten 5 Erfolgs, 'theils von den in meiner Abhandlung 6 gefundenen Fehlern davon abhalten lassen, 'vielleicht haben auch die mit den Versuchen verbundene 7 Kosten abgeschreckt. Dis sind ohne Zweifel die Ursachen, welche den Versuch verhindert haben. 8 Daß der Versuch meiner Vorschläge ohne alle Gefahr könne gemacht werden, und daß ein guter Erfolg im höchsten Grade wahrscheinlich sey, das beweise ich in der nachstehenden Abhandlung aus Gründen und 9 Erfahrungen. Die Mängel und Unvollkommenheiten, welche meine damaligen Vorschläge und ihr Vortrag noch hatten, (denn sie waren größtentheils zu früh abgebrochne Früchte, die ihre Reife noch nicht hatten) habe ich mich bemüht, in der gegenwärtigen Schrift zu verbessern, 10 'und was die Kosten anbetrifft, so glaube ich, daß man in einer Sache, deren Vorwurf von so großer Wichtigkeit ist, und der die Kosten der Versuche einmal tausendfältig u. vergüten kann, diese, in Vergleichung mit einem auch nur wahrscheinlich guten Erfolg äußerst geringen Kosten, nicht achten müsse.

Die

Die von mir im Dedale gemachte Vorschlä: <sup>12</sup>  
ge sind folgende:

- 1) Die Segelstangen und Segel an schiefe Laue zu bringen, welche durch eine Querstange an einem im Schiffsvordertheil befindlichen Mast befestiget sind.
- 2) Dem Vordertheil der Schiffe unterm Wasser die Gestalt eines Fischkopfes zu geben.
- 3) An die hohen Seeschiffe senkrechte prismatische Hohlrunder zu appliciren.
- 4) Das Schiff ohne Anker, durch Fallthüren, bey dem größten Sturm in der See fest zu machen.
- 5) Andre Steuerruder zu bauen.
- 6) Die Caiüte auf das Vordertheil des Schiffs zu bringen.

Von diesen Vorschlägen hat man ohne Zweifel <sup>13</sup>  
folgendermaßen geurtheilt:

- 1) Die Anhängung der Segel an schiefe Laue findet, außer andern Schwierigkeiten, welche damit verbunden sind, darum bey Seeschiffen nicht Statt, weil man auf der See gewöhnlich schief fährt, und den Wind nach der Länge des Schiffs auffängt, indem man alsdenn die Segel von allen drey Masten brauchen kann.

X 2

2) Ein

- 2) Ein Vordertheil wie ein Fischkopf wird von den Wellen in die Tiefe gedrückt werden.
- 3) Die Hohlrunder wirken weniger als die platten, und ihre Zurückbringung nach vorn hält den Lauf des Schiffs auf, weil man sie nicht aus dem Wasser heben kann.
- 4) Die Schuppen oder Fallthüren unterm Schiff sind  $\alpha$ ) von geringer Wirkung, weil sie dem Wasser eine schiefe Fläche entgegensetzen,  $\beta$ ) gefährlich, wegen Durchbohrung des Schiffbodens.
- 5) Die Wirkung des Steuerruders ist von einer falschen Seite angesehen worden.
- 14 Diese Einwürfe, die man vermuthlich (denn mir selbst sind keine Beurtheilungen darüber zu Gesichte gekommen) wider meine Vorschläge gemacht hat, sind zum Theil gegründet,  
 15 zum Theil sind sie es nicht. Ich kann darauf verschiednes antworten:
- 16 1) Ist die Application der Segel an schiefe Laue bey Seeschiffen nicht vortheilhaft, so wird sie es doch bey Stromschiffen seyn. Davon im folgenden.
- 17 2) Die Vermuthung oder Furcht, daß die Wellen ein Vordertheil, wie ein Fischkopf gestaltet, niederdrücken werden, ist ungegründet, so scheinbar sie auch auf den ersten  
 ersten

- ersten Blick ist. Die wichtigen Erfahrungsgründe, die ich angeführt habe, versichern das Gegentheil.
- 3) Würfen Hohlrudder weniger als die platten, so muß man bey den letztern bleiben. Senkrecht aber müssen sie seyn. Wie man ihre Bewegung nach dem Vordertheil für den Lauf des Schiffs unschädlich machen könne, das zeige ich in der gegenwärtigen Abhandlung.
- 4) Die Schuppen oder Thüren unterm Schiff bleiben von großer Wirkung, wenn sie auch hohl sind und eine schiefe Fläche haben. Die Durchbohrung des Schiffs ist nicht notwendig. Man kann sie noch auf eine andre und bessere Weise öffnen. Davon in der Folge.
- 5) Das Steuerruder wird in der nachstehenden Abhandlung richtig beurtheilt, und auf diese richtige Beurtheilung seine Verbesserung gebaut. In der ersten Beurtheilung fehlte ich, aber fehlte nicht in der Beurtheilung der Ruder überhaupt. Große Mathematiker fehlten in beyden, in der Beurtheilung der Ruder überhaupt, die sie vor heterodromische Hebel hielten, und in der Beurtheilung des Steuerruders insbesondre, wovon ich den Beweis sehr leicht führen könnte; Also ist mir dieser Fehler um so eher zu verzeihn.

21 Das Vordertheil unterm Wasser, in der  
 Gestalt eines Fischkopfes, ist der wichtigste von  
 22 meinen Vorschlägen. Die Erfahrung wird es  
 23 beweisen, daß die Furcht, es werde von den  
 Wellen in die Tiefe gedrückt werden, ganz eitel  
 24 sey. Die Gründe, welche ich deshalb beyge-  
 bracht habe, lassen es aufs gewisste hoffen.  
 25 Die Erfahrung, d. h. der Versuch, kann hier  
 allein entscheiden, und die von mir angeführ-  
 26 ten Gründe umstoßen. Diesen Versuch zu  
 machen, ist nicht nöthig, daß man sich der Ge-  
 fahr eines Sturms aussetze. Wenn ein Schiff  
 mit einem solchen Vordertheil vor Anker gelegt  
 und das Vordertheil dem Strom entgegenge-  
 stellt wird, oder den Wellen eines mäßig star-  
 ken Windes, bey dem die Schiffe noch segeln  
 können, und es wird da nicht in die Tiefe ge-  
 drückt, so geschieht es ganz gewiß auch im  
 27 Sturm nicht, und da viel weniger, weil die  
 Wellen im Sturm weit weniger durch ihre  
 Schwere wirken, als bey einem mäßigen Win-  
 de, indem sie bey dem Sturm ihre Kraft weit stär-  
 ker in der Horizontallinie äußern, da diese die  
 Directionslinie ihrer bewegenden Kraft, näm-  
 lich des Windes ist. (S. 5. f.)

28 Würde ein solches Vordertheil von den  
 Wellen niedergedrückt, so könnte ein Wallfisch  
 (und andre Fische) dessen Kopf so groß ist als  
 manches Schiffsvordertheil, selbst nicht bey  
 29 niedrigen Wellen, oben schwimmen. Sein  
 Kopf

Kopf würde, alles seines Bestrebens ohngeachtet, besonders da der Kopf der Fische keine bewegliche Artikulation mit dem Rückgrad hat, beständig niedergedrückt werden, und mit ihm sein halber Körper. Dem widerspricht die Erfahrung. Gesezt aber, die Sache wäre ausgemacht, wie sie es nicht ist, geiezt die Vorderteil würde von der Last der Wellen niedergedrückt, hätte aber andre große Vortheile, sollte man um deshalb, an statt so ein Vorderteil gleich zu verwerfen, nicht vielmehr auf Mittel denken, jener Niederdrückung zu begegnen oder ihr vorzubauen? In dem folgenden schlage ich ein solches Mittel vor, auch habe ich es bereits im Dedale gethan.

Das gewöhnliche Vorderteil der Seeschiffe 32  
 fe leidet einen starken Widerstand des Wassers, der sie in ihrem Lauf zurückhält, und ihre Geschwindigkeit verringert. Das gewöhnliche 33  
 Vorderteil ist überdem die Ursache der stärksten Inclinationen, weit stärkerer, als das Fischvorderteil jemals haben kann. Diese Inclinationen 34  
 bey den gewöhnlichen Seeschiffen können nicht allein gefährlich für das Schiff werden, sondern sie halten es auch sehr in seinem Lauf zurück, weil das Schiff in lauter Bogen fortgetrieben wird, und einen Schlangengang hat.

Ein Vorderteil wie ein Fischkopf leidet einen weit schwächern Widerstand vom Wasser, einen

- einen mehr als 6 mal geringern (§. 31. e. f.)  
 36 wie ein gewöhnliches Vordertheil. Es muß  
 daher den schnellen Lauf des Schiffs sehr beför-  
 dern. Ist der Widerstand des Schiffs auch  
 nur viermal geringer, so ist seine Geschwindig-  
 keit doppelt so groß. Ein Schiff mit der Fisch-  
 prore segelt aber  $2\frac{1}{2}$  mal schneller nach §. 31. f.  
 37 Ein solch Vordertheil kann nach den von mir  
 vorgelegten Gründen, in seinem Lauf keinen  
 Inklinationen ausgesetzt seyn, es muß und wird  
 in der geraden Linie wie ein Fisch gehn, und  
 auch um deshalb schneller segeln.
- 38 Aus diesen Ursachen und Gründen, die ich  
 in der nachstehenden Abhandlung beweise, und  
 darum, daß die mathematische Weisheit Got-  
 tes, die, in allen ihren Einrichtungen unendlich  
 vollkommen und unfehlbar, stets das Beste  
 wählt, keinem Fische ein andres Vordertheil  
 39 angebaut hat, als dasjenige, welches ich vor-  
 schlage, verdient die Vordertheil Aufmerksam-  
 keit, 'und durch wiederholte Versuche mit ver-  
 schiednen Vordertheilen, besonders solchen, die  
 dem Kopfe schnellschwimmender Fische ähnlich  
 sind, experimentirt zu werden, wenigstens auf  
 Strömen vorher experimentirt zu werden, wo  
 die Kosten des Experiments geringe sind, um  
 das beste Vordertheil zu entdecken.
- 40 Daß die Ruder eine höchst vortreffliche Er-  
 findung sind, das hat noch niemand geleugnet;  
 daß

daß sie eben sowohl auf der See wie auf Strö- 41  
men von großen Vortheilen seyn müssen, das  
ist offenbar, weil man eben sowohl auf der See  
wie auf Strömen bald konträren, bald schwach-  
en, bald gar keinen Wind hat, in welchen  
Fällen ein Schiff ohne Ruder entweder gar nicht,  
oder nur wenig fortkommt; 'daß sie wirklich 42  
vortheilhaft sind, das beweist ihr Gebrauch auf  
Galeeren und andern Seeruderschiffen, die man  
sonst gar nicht brauchen, sondern die Galeeren-  
sclaven zu andern nöthigen Arbeiten anwenden  
würde; 'daß aber auch die Ruder bey hohen 43  
Seeschiffen große Schwierigkeiten voraussehn  
lassen, schiefe Horizontalruder nämlich, und daß  
dergleichen Horizontalruder, wie sie auf Galee-  
ren und Stromschiffen sind, wegen der Höhe  
der andern Seeschiffe, wegen der großen Mens-  
chenzahl die sie erfordern, und wegen andrer  
großen Unbequemlichkeiten ꝛ. bey hohen See-  
schiffen nicht brauchbar sind, das ist eben so ge-  
gewis.

Die gewöhnlichen Galeerenruder haben die 44  
größten Unvollkommenheiten, und doch behält  
man sie bey. Der Nutzen, den man von ihnen  
hat, muß also doch noch größer seyn als alle  
Kosten, die sie durch den Unterhalt so vieler  
Menschen ꝛ. verursachen.

Daß die Schifffahrt ausnehmende Vorthei- 45  
le davon haben würde, wenn man auch die ho-  
hen

- hen Seeschiffe durch Ruder fortbewegen könnten, zu der Zeit da sie keinen Wind haben, oder durch einen schwachen Wind nur langsam fortgetrieben werden, das bedarf keines Beweises.
- 46 Wenn die Seereisen dadurch auch nur um den 47 vierten Theil abgekürzt würden, (es werden aber Schiffe mit starker Besatzung ohngleich mehr als den vierten Theil, wahrscheinlich die Hälfte, gewinnen) und ein Schiff mit Beyhülfe der Ruder seinen Lauf in sechs Wochen (auch wohl vier) oder Monatzen vollendete, wozu es sonst achte brauchte, so würde der Vortheil, den die seefahrenden Nationen davon haben würden, jährlich, wenn nicht in die Millionen, doch in die hunderttausende laufen.
- 48 Es ist eine schon sehr glückliche Reise, wenn ein Schiff auf einem weiten Wege, z. B. nach Ost- oder Westindien, im Durchschnitt jede Stunde eine deutsche oder geographische Meile macht. Dergleichen Reisen sind sehr selten.
- 49 Es macht ein Schiff wohl bisweilen 2 bis 3 Meilen in einer Stunde, auch wohl noch mehr, aber dagegen muß es auch Tage, ja wohl bisweilen Wochen, wegen Mangel des Windes auf einer Stelle bleiben, besonders in der Nähe des Aequators, desgleichen bey Contrawind.
- 50 Mit Hülfe der von mir vorgeschlagenen senkrechten Ruder aber kann ein Seeschiff, selbst nur bey mäßiger Mannschaft, jede Stunde eine deutsche Meile ohne alle Beyhülfe des Windes zurücklegen.

Die

Die Segel bleiben immer eine weit vortref- 51  
lichere Erfindung als alle Ruder, das ist gewis,  
weil man den Wind umsonst hat, und durch  
Hülfe der Segel auch wenige Menschen ein  
Schiff fortbringen können, da hingegen, wenn  
man ein Schiff durch Ruder mit einer ansehn-  
lichen Geschwindigkeit fortbringen will, allezeit  
viele Menschen dazu erfordert werden. Indes 52  
hebt dis den Nutzen der Ruder nicht auf. Neun-  
hundert Thaler sind freylich mehr als dreyhun-  
dert, weßen aber beyde Summen sind, der be-  
sist doch mehr als der, welcher nur die erstere  
hat.

Seeschiffe, welche wenig Menschen an Bord 53  
haben, z. B. 5, 8, 10 Mann, können sich  
freylich keine so große Vortheile von den Ru-  
dern versprechen, als Schiffe mit vieler Mann-  
schaft, aber wenn die Vortheile auch nur klein  
sind, so sind es doch Vortheile, deren sie vor-  
her entbehrten.

Große Schiffe haben gewöhnlich eine starke 54  
Mannschaft an Bord, die auf den ostindischen  
Handlungsschiffen bis 100, 150 steigt, oft 2,  
3, 400 u. wenn sie zugleich zum Transport  
von Menschen dienen. Auf Kriegsschiffen fehlt 55  
es noch weniger an Menschen, die meist unthä-  
tig sind, und aus Mangel der Arbeit skorbu-  
tisch werden, welche Krankheit, nach der Er- 56  
fahrung, in einem Seekriege immer mehr Men-  
schen wegrafft, als das Pulver.

Auf

57 Auf Schiffen mit starker Besatzung, und auf Kriegsschiffen, werden also die senkrechten Ruder vorzüglich brauchbar seyn.

58 Wenn konträrer, oder schwacher, oder gar kein Wind ist, da ist die Schiffsbesatzung müßig, denn die Segel können nicht gebraucht werden, oder verlangen nur wenig Menschen. Das ist aber die Zeit, in welcher man die Ruder brauchen kann. Es leidet also das Schiff bey dem Gebrauch der Ruder nicht, und die Ruder nehmen dem Schiff die Matrosen nicht, die es zur Direction der Segel braucht. Es ist daher nicht nöthig des Ruderns wegen mehr Mannschaft mitzunehmen als gewöhnlich, denn man rudert alsdenn, wenn auf dem Schiffe nichts zu thun und die Mannschaft müßig ist. Diese Leibesbewegung wird also nicht allein die Reisen abkürzen, sondern auch die Mannschaft gesund erhalten.

62 Bey hohen Seeschiffen müssen die Ruder nothwendig entweder senkrecht seyn, oder sich doch der senkrechten Linie nähern. Die gewöhnlichen schiefhorizontalen Ruder sind bey Seeeschiffen wegen ihres hohen Bordes gar nicht anwendbar, aus mehr als einer Ursache.

64 Die Hauptsache bey allen Rudern ist, den Widerstand des Wassers gegen die Schaufel aufs möglichste zu verstärken, und bey senkrechten  
65

ten Rudern, die im Waſer bleiben müſſen, den Widerſtand des Waſers gegen die Schaufel, wenn ſie nach vorn gebracht wird, zugleich zu vermindern.

Wenn man einen Keil mit ſeiner Baſis oder 66  
platten Fläche gegen das Waſer bewegt, ſo wi-  
derſteht das Waſer ſehr ſtark, bewegt man ihn  
mit ſeiner Schärfe gegen das Waſer, ſo wird  
der Widerſtand des Waſers dadurch überaus  
verringert. Ich ſchloß daher vermüthe des Ge- 67  
genſatzes, daß der Widerſtand des Waſers ge-  
gen die Hohlfläche eines ausgehöhlten Keils ſo-  
viel ſtärker ſeyn werde, wie gegen die platte  
Baſis, um ſoviel er gegen ſeine Schärfe gerin-  
ger iſt, weil das Waſer in einem hohlen Keil,  
beſonders wenn er oben und unten zu iſt, nicht  
ausweichen kann: Aber ich dachte nicht daran, 68  
daß die Wirkung eines Körpers auf den andern  
allezeit von der Größe des Einfallwinkels ab-  
hängt, und daß dieſer Winkel bey der äußerli-  
chen und innerlichen Fläche des Keils einerley  
ſey. Ein nachher angeſtellter Verſuch, der 69  
mich belehrte, daß der Widerſtand des Waſers  
gegen eine platte Fläche ſtärker iſt als gegen ei-  
nen hohlen Keil, leitete mich erſt auf dieſen Ge-  
danken.

Dieſen Verſuch, den andere vermuthlich 70  
ebenfalls gemacht haben, und eher als ich, der  
ich ihn für ganz überflüſig hielt, hat mich ge-  
ndthiget,

nöthiget, auf eine andre Art von Rudern zu denken.

71 Jener Versuch, oder der Gedanke vom nothwendigen gleichem Widerstande der äußerlichen wie der innerlichen Keilfläche, hat es vielleicht verursacht, daß man es für ohnmöglich gehalten, Ruder an hohe Seeschiffe mit Vortheil anzubringen, indem die hohlen Ruder nicht soviel Widerstand haben als die platten, die platten Ruder aber, wenn sie im Wasser nach vorn gezogen werden, das Schiff eben so viel  
72 und noch mehr zurücktreiben, als es vorwärts durch die Bewegung der Ruder nach hinten ist gebracht worden, und dis wegen des größern Raums, in welchem sie durchs Wasser nach  
73 vorn bewegt werden, 'man müßte sie denn äußerst langsam nach vorn bewegen, da aber der Nutzen des Ruderns sehr verringert werden würde. Bey hohen Schiffen aber kann man die Ruder nicht anders als senkrecht appliciren, da denn ihre Schaufeln im Wasser bleiben müssen, wenn sie nach vorn wieder gebracht werden sollen.

74 Dis alles ist wahr, aber die Ruder sind von so großer Wichtigkeit in der Schifffahrt, und der Nutzen, den man von ihnen erwarten kann, ist so ansehnlich, so weit, und so dauernd, daß es wohl der Mühe werth ist nachzudenken, ob diese Schwierigkeiten nicht könnten gehoben werden.

werden, 'denn wer sich Schwierigkeiten will 75  
abschrecken lassen, der wird niemals etwas wich-  
tiges zu Stande bringen.

Die platten Ruder sind die besten, das ist 76  
gewiß, denn das Wasser widersteht ihnen un-  
ter einem rechten Winkel, wo sein Widerstand  
am stärksten ist, wenn man sie also könnte im  
Wasser nach vorn bewegen, ohne Nachtheil  
des Laufs vom Schiff, ohne sonderlichen Zeit-  
verlust, und ohne zuviel Menschenkraft, d. h.  
ohne daß ihnen das Wasser allzusehr widerstün-  
de, so könnte ihr nützlicher Gebrauch bey See-  
schiffen, und die großen Vortheile, welche man  
davon haben würde, nicht bezweifelt werden.

Dies kann man, außer der langsamen Be- 77  
wegung nach vorn (die hier nicht Statt findet,  
weil bey ihr die Zeit verlohren geht) auf drey-  
erley Art erlangen: 1) indem man das Ruder 78  
nach vorn prismatisch und nach hinten platt  
macht. Das Ruder wird dadurch dem Schif- 79  
fe nicht zur Last, oder schwerer zu bewegen,  
weil das Holz im Wasser sein Gewicht nicht be-  
hält. 2) indem man das platte Ruder mit 80  
Ventilen versieht, die sich, wenn das Ruder  
nach vorn gezogen wrd, öffnen. 3) wenn man 81  
die Ruderschaukel aus zwey Hälften nach der  
Länge baut, und sie durch Charniere verbindet,  
so daß sich das Ruder, wenn es nach vorn be-  
wegt wird, zusammenlegt, und wenn man es  
nach

nach dem Hintertheil des Schiffes stößt, in eine  
 82 breite Fläche öffnet. Es muß sich aber die  
 Schaufel nicht ganz zusammen legen, sondern  
 eine kleine Oefnung nach hinten behalten, sonst  
 kann sie nicht so schnell als es nöthig ist, wieder  
 83 geöffnet werden. Auf diese Weise rudern die  
 schwimmenden Vögel, und vermuthlich auch  
 die Fische. Wenn die Schwäne u. die Pfote  
 nach vorn und an den Bauch ziehn, so fällt sie  
 zusammen, und wenn sie dieselbe nach hinten  
 von sich stoßen, so öffnet sie sich in eine platte  
 84 Fläche. Welche von diesen drey Arten die be-  
 ste sey, das müßte die Erfahrung lehren.

85 Die vortheilhafteste Art, die Ruder mit  
 dem geringsten Widerstande nach vorn zu brin-  
 gen, wäre ohne Zweifel die, wenn man das  
 platte Ruder, ehe man es nach vorn bringt, im  
 Wasser wenden könnte, ohne viel Kraft anwen-  
 den zu dürfen, so daß es, indem es nach vorn  
 gebracht wird, mit seiner Schärfe das Wasser  
 durchschneide, und sobald es nach vorn gebracht  
 ist, daselbst wieder gewendet würde, um sich  
 mit seiner platten Fläche nach hinten bewegen  
 86 zu können. Wie und auf welche Weise dis zu  
 bewerkstelligen sey, das trage ich in der nach-  
 stehenden Abhandlung vor, wo ich zugleich den  
 großen Vorzug der senkrechten Ruder vor den  
 87 üblichen Horizontalrudern vor Augen lege. Da  
 übrigens die von mir vorgeschlagne senkrechte  
 Ruder die Erbauung eines neuen Schiffes nicht  
 nöthig

nöthig machen, wie die Fischprora, auch nicht nöthig machen, daß ein Schiff auf die Seite geleyet werde, wie es wohl der Anbau der Fallthüren und meiner Steuerruder erfordert, sondern da man sie sogleich an jedes Seeschiff appliciren kan, so ist ihre Brauchbarkeit auch am ersten und leichtesten zu experimentiren.

Keine Erfindung würde für die Seefahrer so wichtiger seyn, als wenn man ein Schiff vor allem Scheitern verwahren könnte. Ein Schiff scheidert 1) wenn es entweder von den Wellen zerschlagen wird; oder 2) auf Felsen und Sandbänke stößt. Das erstere geschieht a) wenn das Schiff schon zu alt ist, oder b) nicht die gehörige Festigkeit im Bau hat, oder c) wenn es fest sitzt. Wider a und b kann man kein Mittel erfinden, denn altes faules Holz kann man nicht wieder jung und frisch, und ein schlecht gebautes Schiff zu keinem gut und fest gebauten machen. Das Festsitzen aber auf einer Sandbank, wo die Schiffe von den Wellen zerschlagen werden, muß man zu verhindern suchen. Die Scheiterung an Felsen, sowohl als das Zerschlagen eines auf der Sandbank feststehenden Schiffs, würde verhindert werden, wenn man das Schiff in der See dergestalt befestigen könnte, daß es vom Sturm nicht fortgerißen, und an Felsen oder auf Sandbänke mit Heftigkeit geworfen werden, als durch welche Gewalt allein die Schiffe scheitern.

X X

Das

- 94 Das gewöhnliche und einzige Mittel, ein Schiff in der See unbeweglich zu machen, ist  
 95 der Anker. Der Anker kann aber nur alsdenn  
 gebraucht werden, a) wenn man noch Anker-  
 grund erreichen kann, b) wenn der Grund des  
 Meers Sand u. und nicht Fels, c) wenn der  
 96 Sturm nicht zu heftig ist. Viele Klippen und  
 Ufer steigen fast senkrecht aus dem Meeresgrund  
 herauf, und man kann keinen Ankergrund vor  
 ihnen finden, so daß das Schiff von den Wel-  
 97 len ohne Rettung an sie geworfen wird. Ist  
 der Grund des Meeres Fels, so kann der Anker  
 98 nicht greifen. Ist der Sturm zu heftig, so darf  
 man keinen Anker werfen, sondern muß wohl  
 gar die Ankertaue kappen, wenn das Schiff soll  
 erhalten werden. Man muß also das Schiff  
 der Gnade des Windes und der Wellen über-  
 lassen.
- 99 Es kann kaum etwas schrecklicher gedacht  
 werden, als wenn ein Schiff scheitert, wenn  
 Menschen, und Ladung, und Schiff von der  
 See verschlungen werden, und doch scheitern  
 alle Jahre nicht einige wenige, sondern hunder-  
 te, und eine Menge Menschen und Reichthü-  
 mer finden in den Meeresfluthen ihr Grab.
- 100 Darum verdient es die ernsthafteste Ueberle-  
 gung, ob und wie dieser Gefahr vorgebeugt  
 werden kann.
- 101 Die meisten und fast alle Schiffe scheitern  
 in der Nähe vom Lande. Auf hoher See ist  
 das

das was seltnes, weil da verborgne Felsen und Sandbänke zwar sind, aber selten sind. Will man also ein Schiff vor dem Scheitern sichern, so kann das nur auf zweierley Art geschehn: 1) wenn man verhindert, daß das Schiff auf Felsen und Sandbänke geiagt wird, oder wenn dis nicht immer zu verhindern ist, wenn man es 2) dahin bringen kann, daß es wenigstens nicht mit Heftigkeit geschehe.

Daß die See in gewissen Tiefen auch beym größten Sturm ruhig seyn müsse, darauf haben mich meine eigne Betrachtungen geführt, aus Gründen welche ich Dedale S. 108 anführe. Eben das vermuthete schon lange vorher der berühmte Robert Boyle. Seine Vermuthung wurde durch ungezweifelte Erfahrungen bestätigt, welche man im folgenden S. 179 lesen kann. Diese Erfahrungen sind um so sicherer, weil man sie auch nachher gemacht hat, und um desto zuverlässiger, da sogar die Vernunft ihre Nothwendigkeit einsieht.

Nach einer der Erfahrungen des Robert Boyle, hat das Meerwasser schon in einer Tiefe von 24 Fuß, selbst beym Sturm wenig Bewegung. Dis ist wahrscheinlich, wenn man überlegt: 1) welche Gewalt dazu gehöre, eine große Fluth Wasser bis zu einer so ansehnlichen Tiefe zu bewegen; 2) daß die Direktion des Windes, als der bewegenden Kraft, nicht in die Tiefe, sondern horizontell geht. Diese zweite

Ursache ist vorzüglich überlegenswerth und beweisend.

- 109 Es ist Vernunft- und Erfahrungsmäßig, daß bey einem sehr heftigen und lange anhaltenden Sturme das Wasser auch in einer sehr an-
- 110 sehnlichen Tiefe in Bewegung komme. Diese Bewegung aber kann bey einer ansehnlichen Tiefe nicht groß seyn. Die Geschwindigkeit des
- 111 untern und tiefern Wassers sey nach Unterschied der Stärke und Dauer des Windes welche sie sey, so ist soviel gewiß, daß sie mit zunehmender Tiefe beständig abnehmen, und in einer Tiefe von 20, 30, 40 Fuß überaus viel geringer seyn müsse, als die Geschwindigkeit des obern Wassers.
- 112 Diese geringere Geschwindigkeit des untern Wassers, von der man bey der Schiffahrt bisher noch keinen Gebrauch gemacht hat, habe ich zu Befestigung oder Arretirung des Schiffs
- 113 in der See zu nützen gesucht. Ich habe deshalb vorgeschlagen, daß man unter das Schiff Thüren bauen solle, welche man aufstoßen und
- 114 offen erhalten kann. Sobald man im Sturm das Vordertheil des Schiffs dem Sturm entgegenstellt, so ist offenbar, daß das untre Wasser mit seiner Kraft der Ruhe, oder der geringern Geschwindigkeit, diesen nach hinten offenen Fallthüren, und durch sie dem Schiffe und seinem Rückgange widerstehn müsse, wenn das Schiff von dem vordern Wasser zurückgetrieben
- 115 wird. Auf diese Weise können die Wellen das Schiff

Schiff nicht anders als sehr langsam zurücktrei-  
ben. Das Schiff wird von seinem Kurs we- 116  
nig verschlagen, kann schwerlich ans Land ge-  
jagt werden, und wenn es ja auf Untiefen oder  
Felsen getrieben wird, so geschieht es nur lang-  
sam, und das Schiff wird nie davon etwas lei-  
den, 'denn daß die Schiffe scheitern, das verur- 117  
sacht vorzüglich die Schnelligkeit, und also auch  
die Stärke, womit sie auf Sandbänke und an  
Felsen getrieben werden. Wie diese Thüren, 118  
ohne den Schiffboden zu durchbohren, können  
geöffnet und offen erhalten werden, das zeige  
ich im folgenden.

Daß ein Schiff mit dergleichen Thüren im 119  
Sturm schwer weichen muß, das ist sogleich  
auf den ersten Blick höchst wahrscheinlich, theils  
weil das tiefe Wasser auch im stärksten Sturm  
fast stille steht, theils weil das Wasser hinter den  
Thüren als stillstehend anzusehen ist, indem es,  
von dem vordern Wasser durch die Thüren ab-  
geschnitten, keine Bewegung von ihm erhalten  
kann. Wenn nun das Schiff zurück weichen  
soll, so muß es seine offne Thüren gegen das  
hintere Wasser bewegen, und dieses Wasser wi-  
dersteht, wie alles Wasser, der Fläche die sich  
gegen dasselbe bewegt. Ist das Schiff 40 Fuß  
breit, und hat durch 90 Grad offne Thüren von  
20 Fuß Tiefe, so ist hinter ieder Thüre eine  
Fluth Wasser von 16000 Kubikfuß oder  
1,120000 ℔ Wasser. Und diese Fluth Was-  
ser sollte nicht einen sehr ansehnlichen Wider-  
stand

- stand leisten, wenn eine Fläche von 800 □ Fuß sich ihr gerade entgeg. bewegt, und das Schiff sollte nicht in seinem Rückgang aufgehalten werden, wenn das Wasser 7, 8 solchen Flächen widersteht, deren jede gegen eine solche Fluth
- 120 Wasser bewegt wird? Widersteht aber das Wasser diesen Thüren, und kann also das Schiff durch diese Thüren, wenn nicht ganz doch größtentheils unbeweglich in der See gemacht, und das Schiff also vorm Scheitern gesichert werden, so ist der Werth dieser Erfindung dem Werth des Lebens aller der Menschen, der Schiffe und der Güter gleich, die durch sie, so lange Schiffahrt auf der See dauern wird, erhalten werden.
- 121 'Verdiente eine Erfindung von so großem Werth und von so großer Wahrscheinlichkeit, und von so beständiger Dauer, nicht versucht zu werden? und kann irgend ein Versuch zu kostbar seyn, um zu erfahren, ob diese Erfindung das wirklich leiste was sie verspricht?
- 122 Hat man aber doch in einer so wichtigen Sache, von der die Erhaltung so vieler tausend Schiffe und Menschen abhängt, keinen Versuch gemacht, (denn die Zeitungen würden davon so wenig wie von andern Versuchen geschwiegen haben), so hört man auf sich zu wundern, wenn man wahrnimmt, daß auch keiner mit der Fischprova ist gemacht worden, wo das Experiment im Großen, mit einem Seeschiffe, welches dazu müßte gebaut werden, mit größern Kosten verbunden ist. Aber auch hier spricht alles für einen guten Erfolg,

Erfolg, ähnliche Versuche, Berechnung, und was mehr als beydes ist, — die Natur. Diese Gleichgültigkeit, oder wie man es nennen will, gegen Vortheile, die eben so groß als wahrscheinlich sind, wäre ganz und gar unglaublich, wenn die Erfahrung sie nicht bezeugte. Aber manche Erfindungen haben ihr eignes Schicksal, und es liegt, wie der Prediger sagt, Cap. 9, 11. alles an der Zeit und am Glück.

Die von mir vorgeschlagenen Fallthüren <sup>123</sup> müssen aufs allergetöseste der Gewalt der Wellen sehr stark widerstehn, denn es ist absolut nothwendig, daß das Wasser hinter den Thüren, weil es ohne Bewegung ist, dem Laufe des Schiffes, das solche offne Thüren hat, widerstehn muß und es aufhalten, es gehe vor- oder rückwärts. Die Wirkung kann indes <sup>124</sup> nicht bey allen Schiffen einerley seyn, sondern sie hängt von der Menge und Tiefe der Thüren ab. Gesezt aber, wie es doch nicht wahrschein- <sup>125</sup> lich, ja fast unmöglich ist, das Wasser behielte hinter den Thüren einige Beweglichkeit, so nimmt diese Beweglichkeit mit jedem Fuß Tiefe ab, und der Nutzen für schon tief gehende Schiffe ist also größer. Ein Schiff das schon 24 Fuß tief im Wasser geht, und noch 20 Fuß tiefe Fallthüren öffnet, muß den Widerstand des Wassers von 24 bis 44 Fuß Tiefe. Ein Schiff <sup>26</sup> das 15 Fuß tief im Wasser geht, und 20 Fuß tiefe Fallthüren öffnet, muß nur den Widerstand des Wassers in einer Tiefe von 15 bis 35 Fuß.

- 127 Fuß. In dieser geringern Tiefe kann das Wasser nicht so stark widerstehn als in einer größern Tiefe, weil es in dieser geringern Tiefe schon in stärkerer und mit dem obern Wasser gleichförmigen Bewegung ist, es widersteht aber doch, indem es auch in dieser geringern Tiefe weit weniger Bewegung hat, als das obere Wasser.
- 128 Diese Thüren sind also für alle Schiffe vorthailhaft, für tiefe Schiffe aber am meisten. Es ist aber in einem hohen Grade glaublich, daß auch das untiefere Wasser hinter den Thüren, weil es von dem vordern Wasser gänzlich abgeschnitten ist, und deshalb keine Bewegung von ihm erhalten kann, ebenfalls in seiner Wirkung des Widerstandes als stillstehend könne angenommen werden.
- 130 Da die vorgeschlagne Fallthüren von so großem und ungezweifelten Nutzen seyn müssen, indem sie nicht allein die Scheiterung des Schiffs verhindern werden, sondern auch verhindern, daß ein Sturm oder heftiger Contrawind es nicht, oder nicht soviel wie sonst, zurück oder von seinem Kurs seitwärts treibe, welches bey starken und lange anhaltenden Stürmen oft 100 und
- 131 mehr Meilen ausmacht, da ferner diese Fallthüren keine sogar erhebliche Kosten machen können, das Schiff nicht belasten, weil sie im Wasser sind, und alles Holz im Wasser schwimmt, d. h. das Schiff eher noch trägt, als daß es dasselbe in die Tiefe ziehn sollte, da sie endlich an jedem Schiff können angebracht werden, ohngeachtet

geachtet des sonderen Baues der Schiffe, 'so <sup>133</sup>  
 muß man sich in der That wundern, daß man  
 einen so offenbar nützlichen, mit gar keiner Ges-  
 fahr, und mit nur mäßigen Aufwand verbund-  
 nen Vorschlag, noch keines Versuches werth  
 gehalten hat, den man bey jedem Winde hat  
 machen können, da hingegen andre, weit we-  
 niger erhebliche und weniger nutzbare, und weit  
 weniger wahrscheinliche Vorschläge sind exper-  
 mentirt worden.

Im folgenden §. 219. l. habe ich berechnet, <sup>134</sup>  
 daß ein Schiff mit dergleichen Fallthüren vom  
 heftigsten Orkan nicht  $\frac{1}{2}$  einer deutschen Meile  
 in einer Stunde wird können zurückgetrieben  
 werden, wenn ein Schiff von der gewöhnlichen  
 Bauart fast  $2\frac{1}{2}$  teutsche Meilen in einer Stun-  
 de zurückgejagt wird, 'und daß das erstre mit <sup>135</sup>  
 einer 121 mal schwächern Gewalt als das letz-  
 tere vom Sturm an Felsen und auf Untiefen  
 kann getrieben werden. Baut man mehr Fall- <sup>136</sup>  
 thüren unter das Schiff, so weicht ein Schiff  
 mit mehrern Thüren auch noch weniger, 'und <sup>137</sup>  
 die Gewalt, womit es an Felsen u. getrieben  
 wird, ist noch schwächer.

Das Fischvordertheil, die Fallthüren, die <sup>138</sup>  
 Progressiv- und Steuerruder, sind die haupt-  
 sächlichsten meiner Vorschläge. Ich schmeichle <sup>139</sup>  
 mir sie in der nachstehenden Schrift gründlich  
 abgehandelt, auf zuverlässige und bekannte Er-  
 fahrungen gebaut, und durch richtige Berech-  
 nung erwiesen zu haben, 'so daß ihre Brauch- <sup>140</sup>  
 barkeit

- barkeit allein durch wirkliche Versuche, nicht aber durch bloße Einwürfe, Gegenrechnungen  
 141 und Gegenbeweise, 'als welche die Waage bloß ins Gleichgewicht bringen, (wenn sie stark genug sind) und daher nichts entscheiden, kann umge-  
 142 stoßen werden, 'welche Versuche die Wichtigkeit der Sache in ieder Betrachtung verdienet,  
 143 'am meisten wegen der Autorität Gottes beym Bau des Kopfs der Fische, in dessen Veranstellungen noch kein Fehler ist entdeckt worden, noch  
 ie entdeckt werden wird noch kann, da sie hingegen desto häufiger in dem angetroffen werden,  
 144 was das Werk der Menschen ist, 'die Berechnungen und mathematischen Demonstrationen der größten Mathematiker nicht ausgenommen, die erweislich oft bis zum Erstaunen einander widersprechen z. B. in der Bestimmung der Schwere der Sonne und der Planeten.
- 145 Alle Vortheile zusammengenommen, welche man von den nachfolgenden Vorschlägen sich mit Wahrscheinlichkeit versprechen kann, glaube ich, daß man durch dieselben eine Reise in einer Woche vollenden kann, wozu man sonst  
 146 einen Monath gebraucht hat, 'und daß die Seereisen durch sie eben so angenehm und sicher können gemacht werden, als sie bisher unangenehm und gefährlich gewesen sind, gefährlich für Gesundheit und Leben zc.
- 147 Die gegenwärtige Schiffsbaukunst ist zu einem so hohen Grade der Vollkommenheit gestiegen, und es haben Männer von so entschiednen, gründ-

gründlichen mathematischen Kenntnissen, und von so weittläufigen Erfahrungen daran gearbeitet, daß ein jeder, der etwas an ihr zu verbessern findet, oder zu finden glaubt, nicht anders als mißtrauisch seyn kann, sowohl wenn er seinen eignen vermeintlichen Verbesserungen Glauben beymessen, und noch mehr wenn er sie öffentlich bekannt machen will. Die Autorität großer Männer, dergleichen auch die Schiffsbaukunst aufzuweisen hat, muß einen Mann, der sich weder gleicher Kenntnisse in diesem Fach der Wissenschaften, noch gleicher Erfahrungen rühmen kann, nothwendig schüchtern, und er sich selbst deßhalb den Vorwurf machen, wie so ganz unwahrscheinlich es sey, daß so große Männer, und durch so lange Zeit, etwas zur Sache gehöriges sollten übersehn haben, und daß es ihrer Scharfsicht sollte unentdeckt geblieben seyn, was er gefunden zu haben glaubt. Von der andern Seite aber bestätigt es die Erfahrung noch täglich, daß auch große Männer manches übersehn, und durch Jahrhunderte übersehn können, was weder tief verborgen noch weit entfernt war. Wäre dis nicht, so würden nicht so viele Verbesserungen und Erfindungen für unsre Zeiten übrig geblieben seyn, so wie ihrer noch genug auch für unsre Nachkommen übrig bleiben werden. Man kann daher niemanden die bloße Autorität großer Männer entgegensetzen, noch darf sich Jemand, bey aller schuldigen Achtung und Ehrerbietung für das Verdienst dieser Wohlthäter

ter

ter des Menschengeschlechts, abschrecken lassen,  
 152 seinen eignen Gang zu gehn. Die größten Er-  
 findungen haben wir fast alle dem Zufalle, oder  
 einem glücklichen Gedanken, und, zur Demü-  
 thigung des sich so leicht erhebenden menschlichen  
 Verstandes, nicht dem Verstande großer Män-  
 153 ner zu danken. Oft ist auch ein minder gelehr-  
 ter oder ganz ungelehrter Mann auf eine Erfin-  
 154 dung gekommen '(oder sie zu ihm —), welche  
 der Scharfsicht aller großen Männer entgangen  
 155 ist. Das geschieht noch immer, und ist noch  
 alle Tage gleich möglich, so daß ein scharfsinni-  
 ger Mann unsrer Tage ganz richtig bemerkt, daß  
 man sich nicht so sehr über diese und jene neue  
 Erfindung wundern müsse, als darüber, daß  
 156 man sie nicht schon längst gemacht habe. Die  
 Autorität großer Männer verdient immer große  
 Achtung, aber sie ist nicht größer, sondern von  
 weit geringerm Gewicht als a) die Autorität  
 der Natur, denn diese hat einen noch größern  
 Baumeister als alle große und tiefgelehrte u.  
 Männer sind, die in der Welt gelebt haben und  
 künftig leben werden, und b) nicht größer als  
 die Autorität der Beweise.

157 Für meine Vorschläge spricht die Natur und  
 sprechen die Beweise, welche ich in dem nachste-  
 158 henden Aufsatz anführe. Ich glaube daher mich  
 nicht scheuen zu dürfen, sie dem Publikum vor  
 Augen zu legen, wenigstens wird, wie ich hof-  
 fe, ieder einsehende und billige Mann mir das  
 Zeugnis geben, daß, wenn aller Wahrschein-  
 lichkeit

lichkeit ohngeachtet, der Erfolg der Versuche ihrer Erwartung nicht entsprechen sollte, diese meine Vorschläge doch nicht in die Reihe leerer und grundloser Einfälle gehören, noch aus der Luft gegriffen sind, sondern sich auf richtige Lehr- und Erfahrungssätze gründen. Es ist aber ganz <sup>159</sup> und gar nicht glaublich, daß dieß geschehn werde, nicht glaublich, daß keiner dieser Vorschläge und in keiner Betrachtung brauchbar und ausführbar sey, denn die Natur kann sich nicht selbst widersprechen, weder in ihren Wirkungen noch in ihren Gesetzen. Träte aber auch <sup>160</sup> dieser unangenehme und höchst unwahrscheinliche Fall ein, so wird diese meine Arbeit doch wenigstens dazu nützen, einen andern, das Beste seiner Mitbrüder suchenden Mann, von dem Wege abzuhalten, auf welchem er es nicht findet, und ihn auf einen andern zu leiten, wo sein Verstand vielleicht nicht vergeblich suchen und arbeiten wird. Graudenz den 1. August 1786.

D. Christian Gottlieb Berger

Physikus des Culmischen Freystes in Westpreussen.



Inhalt.



## Inhalt.

Vorrede von der höchstwahrscheinlichen Brauchbarkeit  
und dem Nutzen dieser Vorschläge 1-160.

### Erstes Kapitel. Von Masten.

Vorkenntnisse von der Wirkung der Masten. §. 1-4.  
Vorschlag, statt der Masten Laue zu brauchen. §. 5.  
Ursache der gegenwärtigen Position der Masten. §. 6.  
Veränderte Situation der Masten. §. 7.  
Boegspriet am Hintertheil. §. 8.

### Zweites Kapitel. Vom Vordertheil im Wasser.

Vorkenntnisse vom Widerstande, den ein Körper und den  
das Schiff in seinem Laufe vom Wasser leidet. §.  
9-22.  
Berechneter Widerstand des Wassers gegen ein Vorder-  
theil wie ein Fischkopf gestaltet, und gegen ein ge-  
wöhnliches. §. 23-31.  
Nachtheile der gewöhnlichen Vordertheile der Schiffe. §.  
32-36.

Von

## Inhalt.

- Von den Inclinationen der Schiffe. §. 37-46.  
Mittel darwider. §. 47.  
Empfehlung und Sicherheit der Versuche mit der Fisch-  
prora. §. 48-50.

### Drittes Kapitel.

#### Von Rudern.

- Vorkenntnisse zur Theorie der Ruder. §. 51-58.  
Von der Bewegung der Schiffe durch Ruder. §. 59-61.  
Angestellter Versuch mit einer Galeere. §. 62-73.  
Große Unvollkommenheit der gewöhnlichen Ruder.  
§. 74.  
Von senkrechten, platten, wendbaren Rudern. §. 75-  
113.  
Beschreibung derselben. §. 76-97.  
Berechnung ihrer Wirkung. §. 98-108.  
Ihre Bewegung. §. 109-113.

### Viertes Kapitel

#### Von Steuerrudern.

- Vorkenntnisse von der Wirkung des Steuerruders. §.  
114-124.  
Berechnung vom Widerstande des Wassers beym Lenken  
und Wenden eines Schiffes. §. 125-134.  
Unvollkommenheiten des gewöhnlichen Steuerruders und  
Vorschlag von bessern. §. 135-158.  
Besondre Ruder, das Schiff fortzubewegen, zu lenken  
und zu wenden. §. 159-171.

### Fünftes Kapitel.

#### Von der Kaiüte. §. 172-178.

### Sechstes

## Inhalt.

### Sechstes Kapitel.

#### Von Fallthüren unterm Schiff.

Vorkenntniße von der geringen Bewegung des tiefern Wassers im Meer. S. 179-184.

Beschreibung der Fallthüren. S. 186-202.

Berechnung der Gewalt eines Sturms auf ein Schiff und des Widerstandes der Fallthüren im Sturm, ihre Einrichtung und Gebrauch u. S. 203-221.

### Siebentes Kapitel.

#### Von der Länge, Breite, Tiefe und Basis der Schiffe.

Vergleichung der Vor- und Nachteile der unterschiednen Bauarten. S. 226-230.

Berechnete Gewalt der Welle bey einer Seiteninclination oder um die Longitudinalaxe des Schiffs. S. 231-232.

Berechnete Gewalt der Welle bey einer Inclination nach vorn und hinten, oder um die Latitudinalaxe des Schiffs. S. 233-234.

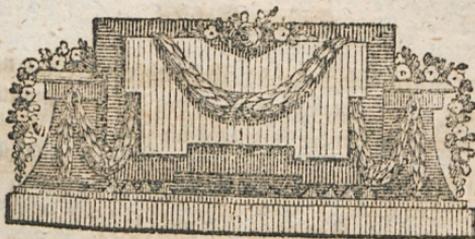
(Vorthelle langer Schiffe. S. 235-236.)

Von der Figur der Carina und der Schiffsbasis. S. 232-247.

Von Dämpfung eines auf dem Schiff entstandnen Feuers und von Korkamischlern. S. 248.

Nachrede über die vorbergehende Materien. 1-112.





Erstes Kapitel.  
Von Masten.

§. I.

**E**s sey der Körper ABCD, fig. 37. Tab. III.  
 und in der Mitte defselben eine unbewegliche  
 Stange EF befestiget. Ein Mensch in K ergreife mit  
 einer Hand den Stock EF in G, ziehe ihn nach K,  
 und suche dadurch den Körper ABCD in der Direkti-  
 onslinie GK = EN fort zu bewegen, oder er stehe in <sup>b</sup>  
 P und suche durch den Druck in G nach K den Körper  
 ABCD nach K zu bewegen, so wird er dazu viel Kraft  
 anwenden müssen, und, sobald der Körper ABCD  
 nicht überaus leicht beweglich ist, (wie das was auf <sup>c</sup>  
 dem Wasser schwimmt) ihn gar nicht bewegen können.  
 Ergreift er den Stock in H, und zieht nach L, so wird <sup>d</sup>  
 er den Körper ABCD leichter bewegen, noch leichter  
 wenn

u

wenn er den Stock von I nach M oder gar von c nach e zieht, am leichtesten wenn er den Körper unmittelbar von O aus in der Linie ON an sich zieht. Zieht er ihn von f nach g, so wird es ihm schwerer, als wenn f er ihn von c nach e zieht. Auch wenn er ihn in der Linie Dh zieht, so wird es ihm nicht so leicht als in der Linie ON. Es wird ihm ferner leichter, wenn die Stange FE nicht bloß bis d sondern bis E, aber nicht h bis i geht. Es muß aber der Mensch nicht G mit einer Hand, und mit der andern H ergreifen, nicht die Hand in G unbeweglich machen, und die Hand Han sich nach L ziehn, denn sobald er das thut, so bewegt er zwar den Körper ABCD leichter, aber das geschieht durch den homodrischen Hebel GHE, wozu er den Stock GE machet, indem die Kraft in H, die last in E und der Widerstandspunkt in der Hand G ist, dessen Wirkung nach P geht.

## §. 2.

a Es stoße ein Mensch eben denselben Körper ABCD mit einer Stange WO. VE. US. UA. aR. TS. QR. so wird er den Körper durch die Stange WO und aR am schwersten fortstoßen, weniger schwer durch US, noch weniger schwer durch VE, sehr leicht durch TS, b und am leichtesten durch QR. Er wird ihn auch leichter durch die Stange US als durch die Stange UA c fortbringen. Auch durch die Stange bc stößt er ihn d nicht so leicht fort als durch die Stange QR. Eben so wird es ihm gleich schwer werden, den Körper an sich zu ziehn durch den Strick OZ und RX in der Direktionslinie OZ und RX, weniger schwer durch den Strick EY in der Linie EY, noch leichter durch on und e Dh, am leichtesten durch ON. Auch zieht er leichter durch den Strick EY als durch den Strick mY in der Linie EY und mY.

## §. 3.

## §. 3.

Diese Sätze §. 1. 2. bedürfen keines Beweises, a denn es wird nicht leicht Jemand seyn, dem sie nicht sogleich als wahr einleuchten, nicht leicht Jemand seyn, der keine Erfahrung davon hätte, oder sie nicht so fort machen könnte. Aus dieser Ursache übergehe ich die b Beweise davon, weil sie ohnedem bekannt, und der Grund, worauf sie ruhn, zugleich in den folgenden Sätzen enthalten ist. Es liegen demnach in dieser c 37. Figur nachstehende Wahrheiten.

- I) Ein Körper wird schwerer bewegt, wenn die d bewegende Kraft (GK) durch eine Linie (GE) applicirt wird, die mit der Direktionslinie der Bewegung des Körpers (GK = EN) einen rechten Winkel macht (KGE = GEN), und noch e schwerer, wenn sie einen stumpfen Winkel (kYE) macht.
- II.) Vermöge des Gegensatzes muß also ein Körper f am leichtesten bewegt werden, wenn die bewegende Kraft in einer Linie applicirt wird, welche mit der Direktionslinie der Bewegung oder des bewegten Körpers einen äußerst spitzigen Winkel (TSQ, und noN) macht, und am leichtesten, g wenn sie gar keinen Winkel mit dem Körper macht d. h. wenn die bewegende Kraft durch eine Linie applicirt wird, die mit der Direktionslinie der Bewegung parallel ist. (bc. Dh. pA. Bq.)
- III.) Die bewegende Kraft wirkt allezeit desto stärker, h ie näher sie dem Mittelpunkt der Schwere und der durch diesen Mittelpunkt gehenden Direktionslinie der Bewegung ist. Daher wirkt i die Kraft in H stärker als in G, die in I stärker als

A 2

als

als in H, die in c stärker als in I, und die in E stärker als in d und i; So würckt auch US stärker als UA und YE stärker als Ym. Daher würckt auch die Kraft EY stärker als mY, OZ, und RX, und die Kraft VE stärker als die Kraft WO und aR, US stärker als UA und aR.

- k IV.) Am stärksten würckt eine Kraft, wenn sie in einer Linie (ON. QR.) applicirt wird, welche mit der Linie der Bewegung (RN), die allezeit durch den Mittelpunkt der Schwere geht, oder gehn soll, gar keinen Winkel macht, besonders wenn sie im Mittelpunkt der Schwere selbst angebracht werden kann.

## §. 4.

- a Dis ist die Vorstellung, welche ich mir von der Bewegung des Schiffs durch die Masten und Segel mache, nach welcher ich glaube, daß sie eine Verbesserung annehme, und daß die Kraft des Windes durch eine andre Einrichtung der Masten und Segel vortheil-
- b haster könne genußt werden. Bey der gegenwärtigen Stellung der Masten wird die Kraft des Windes vermittelst der Segel und Segelstangen dem Schiffe eben so mitgetheilt, wie fig. 37. die Kraft GK. HL. IM. durch die Linie FE dem Körper ABCD, und so auch die Kraft der Pferde zc. wenn Schiffe gezogen werden. Dis ist also die am wenigsten würksame Application der Kraft. In der Richtung WO. VE. US. TS. wird sie auf Stromschiffen durch die Füße derer bengebracht, die das Schiff durch Stangen fortstoßen, welche auf dem Grunde des Stroms oder am Ufer zc. c angestemmt werden. In der Linie pAB werden die f Schiffe durch Horizontalruder fortgebracht. Diese letzte Art würde die vortheilhafteste unter den dreyn seyn,

seyn, wenn aus Ursachen, die ich bey den Rudern anzeigen werde, nicht soviel Kraft bey den Rudern verlohren gienge, welcher Verlust die Stangen wirksamer macht. Auch würden die Ruder stärker wirken, g wenn sie in der Linie RO könnten applicirt werden, wie die, welche ich in der Folge vortrage. Die Segel h sind nur deshalb die vortheilhafteste Art, weil die Kraft des Windes kein Geld kostet, wie die Kraft der Menschen und Pferde. Aus fig. 37 erhellet ferner, daß i hohe Masten und die obersten Segel sehr wenig helfen müssen, und daß die tiefen Segel am stärksten wirken. Ueberdem müssen die obersten Segel das Schiff k auf der See heftig incliniren, sobald die Wellen nur etwas hochgehn. Bey niedrigen Wellen und niedrigern Masten wird das sehr wenig geschehn, denn es müssen schon Inclinationen da seyn, wenn die hohen Segel das Schiff stark incliniren sollen.

## S. 5.

Auf diese Idee, welche ich mir, in Vergleichung a mit andern Bewegungen, von der Bewegung des Schiffs durch Masten und Segel mache, gründet sich meine Vorstellung, wie und auf welche Weise die Kraft des Windes vortheilhafter könne genützt und das Schiff durch ihn schneller fortgetrieben werden, 'und b deren Brauchbarkeit auf der See, '(denn auf Strö- c men scheint sie außer Zweifel zu seyn) ich, so wie auch meine nachfolgenden Vorschläge, dem Urtheil Sachverständiger Männer und dem Ausspruch der Versuche überlasse. Meine Idee ist folgende: Es sey fig. d 36 AB ein Mast im Vordertheil des Schiffs, CD eine starke Querstange von der Breite des Schiffs, die in F am Mast locker und beweglich befestiget ist, wie jede Segelstange. CED ist ein Spanntau, das in

A 3

E über

E über eine Rolle geht, und als Spanntau verhindert, daß die Enden C und D der Stange CD nicht abbrechen können. Die Rolle E ist hinter dem Mast, kann bis B herunter gelassen werden, und mit ihr die Stange CD. Die Rolle E ist durch einen starken eisernen Haken an ein Tau befestiget, welches über eine in A senkrecht befestigte Rolle, und dann vor dem Mast herunter geht. Durch dieses Tau wird die Stange CD in der Höhe gehalten. Sobald dieses Tau nachgelassen wird, so senkt sich die Stange CD wegen ihres eignen Gewichtes und der Last der an ihr in C und D befestigten Tawe zc. von selbst herab. Diese starken Tawe CT und DU sind am Hintertheil des Schiffs, in der Horizontalfäche, welche durch den Mittelpunkt der Schwere des Schiffs nach der Länge geht, innerhalb oder außerhalb des Borde unter einem scharfen Winkel befestiget, dessen Schärfe von der Entfernung des Masts AB und seiner Höhe abhängt. GH, LM, e PQ, IK, NO, RS sind Segelstangen. Durch diese Tawe CT und DU wird das Schiff vom Winde vermittelst der an ihnen befestigten Segelstangen und Segel gleichsam fortgezogen, denn alle Kraft (oder doch die meiste) wird dem Hintertheil des Schiffs durch die Tawe mitgetheilt. Die Stange CD muß stark seyn, weil sie eine große Last trägt, besonders wenn f sie aufgezogen wird, denn wenn der Wind in die an die Segelstangen GH, IK, zc. befestigten Segel bläst, so trägt sie wenig, weil dann der Wind die Last trägt, d. h. weil die Horizontalkraft des Windes die g Schwerkraft der Segel zc. schwächt. Die Segelstangen GH, IK zc. langen eben so weit außerhalb als innerhalb des Schiffs, so daß viel Wind von den h großen Segeln kann gefaßt werden. Die Segel müssen sehr nachgeben, und nicht straff zwischen GL und KO seyn, sonst würckt der Wind wie auf die schiefe Fläche

Fläche de und also schwächer. 'Die obern Segel kön-  
nen oben so groß als unten seyn, denn sie können das  
Schiff nicht incliniren.

## §. 6.

Da man auf der See Raum genug hat, und es a  
vorthellhafter ist, den Wind schief von der Seite auf-  
zufangen (weshalb mein Vorschlag §. 5 nicht so brauch- b  
bar zu seyn scheint auf der See als auf Strömen),  
oder das Schiff schief gehn zu lassen, weil man nicht  
allein von den schiefen Winden dazu genöthiget wird,  
(diese schaden meinem Vorschlage nichts, denn man  
kann auch den schiefen Wind von hinten fangen) 'son- c  
dern weil man auch, selbst bey einem Winde, der ge-  
rade dahin geht, wohin man segeln will, auf diese  
Weise die Segel nach der ganzen Länge des Schiffs  
brauchen kann, so ist der gegenwärtige Stand der  
Masten für diesen Zweck sehr gut. Indes ist die d  
Menge des Windes, welche man durch den schiefen  
Gang der Schiffe fangen kann, wohl nicht die einzige  
Ursache davon. Der starke Wind inclinirt wahr- e  
scheinlich wegen der höhern Wellen die Schiffe zu stark,  
wenn er von hinten gefangen wird, und macht durch  
diese Inclinationen ihren Lauf langsamer. Dis ist f  
vielleicht eine Hauptursache mit, warum man lieber  
den Wind von der Seite fängt, denn obgleich alsdenn  
das Schiff auch inclinirt wird, nämlich auf die Sei-  
te (weil das Schiff 3, 4 mal schmaler als lang ist)  
wie das allezeit bey der gegenwärtigen Einrichtung der  
Masten und Segel, besonders wegen der Höhe der  
Masten und ihrer Last, die auf eine Seite hängt,  
nothwendig ist, so hält doch diese Seiteninclinatio-  
nen den Lauf des Schiffs nicht sehr und fast gar nicht auf.  
Wenn man sich vor den Inclinationen nach vorn und g

hinten, ober um die latitudinalare des Schiffs, nicht so sehr zu fürchten hätte, z. B. bey einem Schiff mit der Fischprova, wo diese Inclinationen nicht zu erwarten seyn, so käme es auf einen Versuch an, ob die Einrichtung mit den Tauen und einem einzigen Masten nicht vorzüglicher seyn würde. Selbst bey diesen Inclinationen käme es auf einen Versuch an, ob, wie es höchst wahrscheinlich ist, ein Schiff mit seinen sechs Segeln an den zwey Tauen und einem Mast, wenn es den Wind gerade von hinten fängt, nicht weit schneller segeln würde, als ein Schiff mit den neun Segeln an den drey Masten, das den Wind schief von hinten fängt; denn erstlich so werden und müssen diese sechs Segel mehr Fläche haben als jene neun, weil sie weit über Bord langen, zweitens so würk durch sie die bewegende Kraft des Windes durch die am Hintertheil unter einem scharfen Winkel befestigten Tawe weit stärker, nach §. 3. I. II., als bey den gewöhnlichen Masten.

## §. 7.

a Da der mittlere Mast den Schiffen wegen seiner Höhe, Schwere und Position (indem das Schiff die stärksten Inclinationen durch ihn leidet,) sehr gefährlich ist, so könnte man billig die Frage aufwerfen, ob es (im Fall die Tawe §. 5. unübersteigliche Schwierigkeiten hätten) nicht rathsamer wäre, an seiner Statt zwey andre Masten zu errichten, d. h. dem Schiffe vier Masten statt drey zu geben, und sie wegen der Seiteninclinationen nicht in der mittlern longitudinalen Linie, sondern in einer schiefen Linie nach der Schiffslänge zu positioniren, fig. 36. V. W. X. Y. so daß der b vorderste und hinterste Mast an den Bord käme. Die untere Segelstange des vordersten und hintersten Mastes

stes reichte bis in die Mitte des Schiffs, und eben so viel über Bord. Es würde also durch die Segel des c hintern und vordern Mastes mehr Wind gefangen, als durch die Segel der jetzt gewöhnlichen drey Masten. Segelte das Schiff in der geraden Linie, so d würden die Segel der mittlern Masten gar nicht aufgezogen. Daß ein Schiff ohne Schaden die Masten e an den Seiten oder am Bord würde tragen können, daran ist nicht zu zweifeln, da es die große Last der Kanonen auf der Seite tragen kann. Seiteninclina- f tionen würden diese Masten am Bord dem Schiffe eben so wenig machen als die weit schwerern Kanonen bey Kriegsschiffen, im Gegentheil würden sie dazu beytragen, das Schiff mehr im Gleichgewicht zu erhalten, indem die gegenseitige Last des einen Mastes der diesseitigen des andern das Gegengewicht halten könnte. Ganz anders ist es, wenn die Masten alle g drey in der Mittellinie nach der Länge seyn, denn wenn das Schiff von den Wellen gegen eine Seite inclinirt wird, so neigt sich die Last von allen drey Masten auf diese Seite, ohne auf der andern Seite ein Gegengewicht zu haben, welches, besonders wegen der Höhe und Schwere des mittlern Mastes, dem Schiffe sehr gefährlich werden kann, und oft auch wird, 'indem h dadurch sogar die Schiffe umgelegt werden können, da denn wegen der Last der Masten es sehr schwer seyn muß, das Schiff wieder in seine rechte Lage zu bringen. Man kann auch die vier Masten ins Viereck i stellen, zwey am Bord des Vordertheils auf beyden Seiten, und zwey am Hintertheil, wie die vor der Borrede abgedruckte Bignette zeigt, welcher die Hohl- ruder (Borrede Nummer 66 - 67) noch beygestochen sind. Diese vier Masten fangen den Wind eben sowohl k von der Seite, haben aber wegen der über den Bord reichenden Segelstangen mehr Segelfläche als die gewöhn-

1 wöhnlichen drey Masten. Dieses Schiff der Bignete, Thalassocrator, würde noch weit besser ins Auge fallen, wenn es mit einem an der Raiütenscharfe aufgerichteten Mast AB fig. 36 und mit seinen Lauen m und vollen Segeln gestochen wäre. Wenn dis Schiff, Thalassocrator, gerade segelt, so braucht es blos die n Segel der zwey vordern Masten. In vieler Betrachtung scheinen diese im Viereck oder in der schiefen Linie gestellten vier Masten besser zu seyn als die gewöhnlichen drey, dem ohnerachtet aber möchten die Laue §. 5. doch noch vor beyden Arten der Stellung dieser vier Masten erhebliche Vortheile voraus haben.

## §. 8.

a Auf den Schiffen hat man einen schiefen Mast, den Boegspriet, den man aber mehr zum Lenken als b Segeln braucht. Zum Segeln wird man ihn wahrscheinlich darum nicht wohl brauchen können, weil er, c bey'm schiefen Lauf des Schiffs '(wo seine Segel auch nur allein Wind bekommen können) nach seinem Orte, und nach der Wirkung seiner Segel, 'vermöge der Geseze des Hebels, das Schiff zu sehr auf eine d Seite lenken muß. Man könnte ihn aber vielleicht auch zum Segeln vortheilhaft brauchen, wenn man einen solchen schiefen Mast aZ fig. 36. ebenfalls am Hintertheil des Schiffs anbrächte, weil dieser hintere Boegspriet der nachtheiligen Wirkung des vordern bc das Gleichgewichte, nich so auszudrücken, halten e würde. Diesen hintern Boegspriet könnte man eben sowohl zum Lenken brauchen wie ienen, sobald die Segel des andern außer Wirkung gesezt, d. h. eingezo- f gen sind. Das Schiff würde also mehr Segel zum Segeln und Lenken bekommen, zum Lenken, wenn der vordre Boegspriet außer Stand, zerbrochen &c. ist.

Zwei

## Zweites Kapitel.

## Von dem Vordertheil unterm Wasser oder von der Prora.

## §. 9.

Ein Schiff segelt allezeit mit einer größern Geschwindigkeit als die Wellen und das untre Wasser haben, und darum widersteht ihm das Wasser. Haben die Wellen *ic.* die Geschwindigkeit von 4 Fuß in 1 Secunde, und das Schiff von 8 Fuß, so ist der Widerstand des Schiffs  $= 8^2 - 4^2 = 48$ .

## §. 10.

Je geringer der Widerstand ist den das Schiff in seinem Lauf leidet, ie schneller kommt es fort. Das gilt von allen Bewegungen in der Natur. Um also den Lauf des Schiffs zu beschleunigen, kommt es vorzüglich darauf an, den Widerstand, den das Schiff leidet, zu verringern.

## §. 11.

Ein Körper weicht und läßt sich dahin am leichtesten bewegen, wo er den wenigsten Widerstand findet. Man drücke das Wasser nach unten, nach vorn, oder nach der Seite, so hat es unter, vor und neben sich allezeit eine große Fluth Wasser (auch wohl gar unbewegliche Erde, Ufer *ic.*) die schwer weicht, und der Widerstand ist also stark; treibt man das zu bewegende Wasser aber nach oben, so treibt man es gegen die Luft, die leicht weicht, und daher muß der Widerstand des unmittelbar nach oben bewegten Wassers der geringste seyn.

## §. 12.

## §. 12.

a Je geringer die Fluth Wasser, welche ein Körper über sich hat, d. h. je geringer die Tiefe ist, in welcher er das Wasser nach oben treibt, je leichter muß das Wasser weichen, und je weniger muß es dem Körper widerstehn, weil eine kleinere Menge Wasser auch weniger widerstehende Kraft hat.

## §. 13.

a Alles Wasser kann allein nach oben weichen, denn b weder der Boden, noch die Ufer weichen, noch läßt sich das Wasser selbst zusammendrücken: es muß daher nothwendig weichen, weil es sich nicht zusammendrücken läßt, und da sonst nirgend Raum für das weichende Wasser ist, als nach oben d. h. gegen die Luft, c so muß und kann das Wasser allein nach oben weichen.

## §. 14.

a Ein ieder Körper wird am leichtesten bewegt, wenn man ihn in der Linie bewegt, in welcher er am b leichtesten weichen kann. Das ist sehr natürlich. Da nun das Wasser am leichtesten weicht, und am wenigsten widersteht, wenn es gegen die Luft getrieben wird, die ihm nicht widersteht d. h. in die Höhe, so muß ein Körper, der wegen seiner Figur in seiner Fortbewegung das Wasser gegen die Luft d. h. nach oben treibt, den wenigsten Widerstand vom Wasser leiden, und seine Fortbewegung muß die schnellste seyn, weil das Wasser seiner Bewegung am wenigsten widersteht.

## §. 15.

a Ein jeder Körper wird am leichtesten bewegt, wenn man ihn in der Direktionslinie bewegt, wohin man ihn

ihn haben will. §. 3. f. 'Wenn nun das Waſer b aus ſeinem Raum ſoll bewegt werden, und dem Schiffe Plaß machen, und wenn man das Waſer nach oben bewegen will, weil es nach oben am leichtesten zu bewegen iſt, und am wenigſten widerſteht, und weil es nur allein nach oben weichen kann, ſo folgt, daß ein anderer Körper, welcher das Waſer unmittelbar nach oben treibt, den wenigſten Widerſtand leidet, und das Waſer am leichtesten aus ſeinem Wege ſtoßt, weil der Körper in der Direktionslinie das Waſer fortſtoßt, in welcher es ſoll bewegt werden.

§. 16.

Wenn man alſo einen Körper im Waſer mit der möglichſten Leichtigkeit bewegen will, ſo muß man ihm eine ſolche Figur geben, welche das Waſer mehr in die Höhe als vorwärts, oder auf die Seite, oder wohl gar in die Tiefe ſtoßt.

§. 17.

Alle dieſe Wahrheiten ſind auf den erſten Blick a und ohne alle mathematiſche Demonſtration ſo einleuchtend und überzeugend, daß ſie keines Beweiſes nöthig haben, 'und eben ſo einleuchtend iſt es, daß b um dieſer Wahrheiten willen ein Schiffsvordertheil, welches das Waſer vorzüglich in die Höhe treibt, nothwendig und durchaus dasienige ſeyn müſſe, welches den wenigſten Widerſtand vom Waſer leidet, und alſo den Lauf des Schiffs am beſten befördern kann.

§. 18.

Aus dieſen Gründen der größten Wahrſcheinlich- a  
keit verdiente alſo ein ſolches Schiffsvordertheil ſchon  
allein

<sup>b</sup> allein versucht zu werden, 'wenn wir auch nicht wahrnehmen müßten, daß das von mir vorgeschlagne Vordertheil eben dasjenige ist, welches die mathematische und physikalische Weisheit Gottes allen Fischen vorgebaut hat, 'als die in ihrer Bewegung eben den Widerstand vom Wasser leiden, den das Schiff in seinem Lauf leidet.

## §. 19.

<sup>a</sup> Nach den mit großer Genauigkeit angestellten Versuchen des berühmten Gravesand ('s Gravesand Elem. Phyl. T. I. L. III. C. XV.) verhält sich der Widerstand des Wassers gegen einen mit seiner Spitze wider das Wasser bewegten Keil BCD, fig. 38 zum Widerstande des Wassers wider seine Basis BD, wenn <sup>b</sup> man sie gegen das Wasser bewegt, wie AB: BC. Da hier der Widerstand sich nach der Größe des Einfallswinkels und seines Sinus richtet, so muß auch bey dem Keil BCD der Widerstand seyn wie AB: BC, und gegen den halben Keil, wie  $\frac{AB}{2}$ : BC.

## §. 20.

<sup>a</sup> Da ich zuerst auf den Gedanken kam, daß der Widerstand des Wassers notwendig sehr verschieden seyn müsse, je nachdem es 1) senkrecht oder schief in die Höhe, oder in die Tiefe, oder horizontal fortgestoßen wird, 2) je nachdem der Körper in einer geringern oder größern Tiefe ist, und daß 3) das Wasser notwendig der Bewegung, welche es in die Höhe treibt, am wenigsten widerstehn müsse, weil es in die Höhe am leichtesten weichen kann, so hielt ich, da ich diesen Gedanken auf die Schifffahrt und das unter dem Wasser befindliche Schiffsvordertheil oder die Prora

an-

anwendete, ein Vordertheil ABC fig. 38 für das beste, weil es das Wasser allein nach oben treibt. Ich b freute mich diese meine Idee durch den Bau der Fische bestätigt zu sehn, deren Köpfe insgesammt sich herabsenken, bemerkte aber zugleich, daß die untre Kinnlade zugleich aufstieg, bey manchen Fischen, bey denen nämlich welche langsamer schwimmen, mehr, z. B. bey den Karpfen; bey andern, welche sehr schnell schwimmen, weniger, z. B. dem Hecht. In der c Ueberzeugung daß der mathematische Verstand Gottes nicht irren könne, und daß ein solches Vordertheil, welches nicht allein absteigt AC fig. 39, sondern sich auch hebt BC, nothwendig besser seyn müsse als dasjenige, welches allein absteigt, ACD, 'ob es gleich scheint, d daß ein solch Vordertheil einen stärkern Widerstand haben müsse als ACB, weil das Wasser der Fläche BC, die das Wasser nach unten treibt, stärker widerstehn muß als der Fläche AC, die es nach oben bewegt, wo es sehr leicht weicht. In dieser Ueberzeugung forschte ich nach den Ursachen dieses sonderbaren Baues, und fand ihn in der Theilung AB in die zwey Linien AD und DB.

§. 21.

Die Stärke des Wassers, welches sich mit der a Geschwindigkeit von 1 Fuß in 1 Secunde auf eine ebne Fläche von 1 □Fuß unter einem rechten Winkel bewegt, oder der Widerstand des Wassers gegen eine ebne Fläche von 1 □Fuß, die sich horizontell im stillen Wasser durch 1 Fuß in 1 Secunde bewegt, ist nach den Versuchen ein Pfund, wenn die Fläche nicht tief ins Wasser getaucht ist, 'denn daß dieser Wider- b stand in verschiednen Tiefen nicht einerley seyn könne, sondern daß der Widerstand des bewegten Wassers in 30 Fuß Tiefe stärker seyn müsse als in 20 Fuß Tiefe, und

und dieser wieder stärker als in 10 Fuß Tiefe, das ist auch ohne Versuche klar, weil das in einer Tiefe von 20, 30 Fuß fortgestoßne Wasser ebenfalls nicht anders weichen kann, als in die Höhe, und eben so klar ist es, daß die größere Fluth eines 20, 30 Fuß tiefen Wassers, der Bewegung des fortgestoßnen Wassers nothwendig ungleich stärker widerstehn muß als die geringe Fluth eines 10 Fuß tiefen Wassers.

## §. 22.

<sup>a</sup> Im 32. §. des Dädalus habe ich angenommen, daß wenn der Widerstand des horizontell fortgestoßnen Wassers, den man allein, soviel mir bekannt ist, durch Versuche ausgemittelt hat, ein Pfund ist, der Widerstand des von der Fläche AC fig. 39. nach oben bewegten Wassers  $\frac{1}{2}$  ℥, und des von der Fläche BC <sup>c</sup> nach unten bewegten Wassers 2 ℥ seyn werde. Die letzte Annahme ist zu hoch. Man kann den Widerstand nach unten wohl nicht stärker als höchstens  $1\frac{1}{2}$  ℥ <sup>d</sup> annehmen. Es ist aber bey Bestimmung des Widerstandes des Wassers folgendes in Acht zu nehmen: Man muß nothwendig einen Unterschied machen, wenn sich das Wasser gegen einen Körper, und wenn der <sup>e</sup> Körper sich gegen das Wasser bewegt. Im letztern Fall muß der Widerstand geringer seyn, wenn auch die Geschwindigkeit des bewegten Körpers gegen ein stillstehendes Wasser, der Bewegung des Wassers gegen einen stillstehenden Körper völlig gleich ist, weil der bewegte Körper das Wasser vor sich hin stößt und f dadurch seinen Widerstand schwächt. Die Erfahrung bestätigt dis auch. Nach den Versuchen des Mr. Bouguer ist der Widerstand einer eisernen Kugel von 1 Fuß Durchmesser, die 40, 50 Fuß tief in die See <sup>g</sup> gelassen wird, (in welcher Tiefe man das Wasser ganz ruhig befunden hat, auch bey einer Geschwindigkeit

keit

Zeit des Schiffs von 5 Seemeilen in einer Stunde, also bey einem sehr starken Winde) wenn das Schiff in einer Stunde 1 Seemeile macht, d. h. 17106 pariser Fuß segelt, 168 Unzen = 10 ℥ 8 Unzen. Weil nun nach den sehr accuraten Versuchen des Gravesand der Widerstand gegen eine Kugel  $\frac{1}{3}$  (nach andern  $\frac{2}{3}$ ) geringer ist als gegen die Diametralfläche derselben, so würde der Widerstand gegen die letztre 15 ℥ 12 i Unzen, und gegen eine Fläche von 1 □Fuß 18 ℥ 6 Unzen gewesen seyn. 17106 Fuß in 1 Stunde, al-k

so in 1 Secunde =  $\frac{17106}{60^2} = 4\frac{7}{8}$  Fuß. Nach dem 1

angenommenen erfahrungsmäßigen und sehr bekannten Satz, daß der Widerstand von einer ebenen □Fläche von 1 Fuß, die sich in 1 Secunde durch 1 Fuß bewegt, ein Pfund ist, ist der Widerstand gegen 1 □Fuß Fläche, die sich in 1 Sec. durch  $4\frac{7}{8}$  Fuß bewegt =  $(4\frac{7}{8})^2 = 22\frac{1}{2}$  ℥. Nach Mr. Bouguer m Versuchen aber ist er blos 18 ℥ 6 Unzen, und also

in 1 Sec. durch 1 Fuß =  $\frac{18\ \text{℥}\ 6\ \text{Unzen}}{(4\frac{7}{8})^2} = \text{nur } 12$

Unzen, (statt 16 Unzen oder 1 ℥) und was weniges mehr als 1 Quentgen, selbst in so großer Tiefe, und n. also wahrscheinlich in einer Tiefe von 10, 15, 20 Fuß, bey weitem keine 12 Unzen oder  $\frac{1}{2}$  ℥, vielleicht keine  $\frac{2}{3}$  ℥. Da die Erfahrung des Hrn. Bouguer vielfach, und also ohne Zweifel richtiger, oder wenigstens hier anwendbarer ist, weil der Körper gegen das Wasser, und nicht das Wasser gegen den Körper ist bewegt worden, so ist der aktive Widerstand des Wassers, und der passive des Schiffs in seinem lauf, wenden und lenken, in allen nachfolgenden Berechnungen  $\frac{1}{3}$  und bey geringrer Tiefe, von 10, 20 Fuß, auch wohl  $\frac{1}{2}$  weniger anzunehmen, wenn die Bewegung anhal-

B

tend

pend ist, welches aber bey den Rudern nicht Statt findet, deren Bewegung nur 1 Secunde dauert, daher man ihren Widerstand für ein volles Pfund gegen eine Fläche von 1 □Fuß annehmen kann, im stillen Wasser. Dis, daß die Kugel von Eisen, und also weit schwerer als eine hölzerne gewesen, und darum weniger Widerstand gehabt habe, kann die Ursache dieses ansehnlichen Unterschiedes nicht seyn, denn, bey großen Geschwindigkeiten wenigstens, würde Eisen und Holz keinen sonderlichen Unterschied machen. Die wahrscheinlichste Ursache bleibt also wohl die, daß ein Körper, der sich im Wasser bewegt, gleichsam einen Fluß vor sich hermacht, und dadurch bewürkt, daß der Widerstand des Wassers geringer wird.

## §. 23.

a Wir wollen nunmehr ein Schiffsvordertheil, das sich nicht erhebt, mit einem das sich erhebt, vergleichen, so werden wir finden, daß das letztre große Vordrüge hat. Die Carina fig. 1. AB EF. LNIK soll 30 Fuß breit seyn und 15 Fuß tief d. h. 15 Fuß im Wasser gehn, so ist EI = 15 Fuß und EB = 30 Fuß, und die Fläche BEIN = 450 □Fuß. Es sey BQMEIN das Vordertheil welches sich nicht erhebt, und IM = 30 Fuß, so verhält sich nach dem Gravesand der Widerstand des Wassers, den dieses keilsförmige Vordertheil oder die Fläche BQME leidet, zum Widerstande der platten Fläche BEIN wie  $\frac{EI}{2}$  zu EM, denn wenn nach fig. 38. der Widerstand von BCD zum Widerstande von BD ist wie BA zu BC, so ist der Widerstand  $\frac{BCD}{2} = BCA = \frac{BA}{2}$ . Also ist der Widerstand

stand

ſtand des Waſers gegen EM, wenn EI = 15 Fuß  
und IM = 30 Fuß, ohngefähr wie  $7\frac{1}{2}$  zu  $33\frac{1}{2}$ ; ich  
kann alſo ſagen:

$$33\frac{1}{2} : 7\frac{1}{2} = 450 : 100. \frac{2}{7}.$$

Wir wollen den Widerſtand des Waſers gegen EM b  
zwiſchen  $\frac{1}{2}$  und 1  $\mathbb{W}$  annehmen, nämlich  $\frac{1}{4}$   $\mathbb{W}$ , ſo iſt c  
der Widerſtand der ganzen Prora =  $100 \times \frac{1}{4}$   $\mathbb{W}$   
= 75  $\mathbb{W}$ , wenn ſie ſich in 1 Secunde durch 1 Fuß  
bewegt, und nach Mr. Bouguer = 50  $\mathbb{W}$ . (§. 22,  
n. o.)

§. 24.

Laſſen wir die Prora ſich durch 5 Fuß erheben, a  
und theilen die Linie EI in H, ſo daß EH = 10 Fuß  
und HI = 5 Fuß, ſo bekommen wir ſtatt eines Keils  
BQMEIN ihrer zwey, nämlich BCDEHG und  
GCDHIN, von welchen die Baſis des erſten 300,  
und des letztern 150  $\square$  Fuß iſt. Auf dieſes mathe- b  
matiſche Meiſterſtück Gottes würde vielleicht kein  
Menſch gekommen ſeyn. Der Widerſtand von BGEH c  
verhält ſich zum Widerſtande von BCDE wie ED zu  
EH  
 $\frac{EH}{ED}$  d. h. wenn HD = 30 Fuß, ohngefähr wie  $31\frac{1}{2} : 5$ .

Man kann alſo ſagen:

$$31\frac{1}{2} : 5 = 300 : 47\frac{1}{2}.$$

Nun wollen wir ebenfalls den Widerſtand des Waſ- d  
fers gegen ED zu  $\frac{1}{4}$   $\mathbb{W}$  annehmen, wie gegen EM, ob  
er gleich ſchwächer iſt, ſo iſt der Widerſtand =  $47\frac{1}{2}$   
 $\times \frac{1}{4} = 35\frac{1}{2}$   $\mathbb{W}$ . Der Widerſtand von NGH I zu  
NCDI iſt wie ID:  $\frac{IH}{ID}$  d. h. ohngefähr wie  $30\frac{1}{2}$  zu

$2\frac{1}{2}$ . Man kann alſo ſagen:

$\mathbb{W} a$

$30\frac{1}{2} :$

$$30\frac{1}{2} : 2\frac{1}{2} = 150 : 12\frac{1}{2}$$

c Den Widerstand des Wassers auf DI wollen wir zwischen 1 und  $1\frac{1}{2}$   $\text{ff}$  d. h. zu  $\frac{1}{4}$   $\text{ff}$  annehmen, so ist der Widerstand =  $12\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = 15\frac{1}{8}$   $\text{ff}$ . Der Widerstand des ganzen Vordertheils ist also =  $35\frac{1}{2} + 15\frac{1}{8} = 50\frac{1}{8}$  (also  $25 - \frac{3}{8}$   $\text{ff}$  weniger als das Vordertheil EMI) und nach Mr. Bouguer  $33\frac{1}{2}$   $\text{ff}$ .

## §. 25.

a Wenn EH = 11 und HI = 4 Fuß, so ist der Widerstand des ganzen Vordertheils ohngefähr  $57\frac{1}{2}$   
 b  $\text{ff}$ , nach Mr. Bouguer 35  $\text{ff}$ , und ist EH = 12 und HI = 3 Fuß, so ist der Widerstand zwischen  $55\frac{1}{2}$  und  $56$   $\text{ff}$ , nach Mr. Bouguer zwischen 37 und  $37\frac{1}{2}$   
 c  $\text{ff}$ . Wenn also der Widerstand des Wassers so ist, wie er hier angenommen wird, nämlich von  $\frac{1}{2}$  bis 1  
 d und von 1 bis  $1\frac{1}{2}$   $\text{ff}$  (denn von der Bestimmung dieses Widerstandes hängt die Bestimmung der Figur der Prora lediglich und allein ab) so ist die Abtheilung in 10 und 5 Fuß besser.

## §. 26.

a Wenn EH = 9 und HI = 6 Fuß, so ist der Widerstand des ganzen Vordertheils ohngefähr 51  $\text{ff}$ ,  
 b nach Mr. Bouguer 34  $\text{ff}$ . Also ist die Abtheilung in 10 und 5 Fuß doch noch etwas, obgleich nur wenig ( $\frac{1}{2}$   $\text{ff}$ ) besser als in 9 und 6 Fuß. Dieses  
 c Vordertheil mit der Abtheilung von 9 und 6 Fuß,  
 d wird sich aber besser und fester bauen lassen. Verlangt man für eine geringere oder größere Tiefe, als 15 Fuß sind, die beste Abtheilung, so ist es leicht sie zu finden, wenn man die Länge des Vordertheils weiß.

## §. 27.

§. 27.

Der Widerstand eines nur 20 Fuß langen und a  
10 Fuß tiefen Vordertheils, welches wegen seiner ge-  
ringern Länge fester und leichter zu bauen seyn wird,  
ist ohngefähr  $\frac{7}{8}$  und  $\frac{1}{4}$ , denn wenn HD = 20, EH  
= 7 und HI = 3 Fuß, so ist ED =  $21\frac{3}{8}$  und ID  
=  $20\frac{7}{8}$ . Es ist also der Widerstand von EH und  
HI zum Widerstande von ED und ID wie ED und ID  
zu  $\frac{EH}{ED}$  und  $\frac{HI}{ID}$  beynabe =  $21\frac{3}{8} : 3\frac{1}{2}$  und  $20\frac{7}{8} :$

$1\frac{3}{8} = \frac{7}{8}$  und  $\frac{1}{4}$ . Wäre das Schiff nun 45 Fuß b  
breit, so wäre seine Durchschnitsfläche =  $45 \times 10$   
= 450 Fuß, und dis Schiff ladete also eben soviel  
als jenes, dessen Breite 30 und seine Höhe oder Was-  
sertiefe 15 Fuß hatte, 'der Widerstand dieser Prora, c  
wo die absteigende Prora 7 Fuß und die aufsteigende  
3 Fuß senkrecht Höhe hat, wäre also =  $\frac{45 \times 7 \times \frac{1}{4}}{6}$

+  $\frac{45 \times 3 \times \frac{1}{4}}{14} = 39\frac{3}{8} + 11\frac{7}{8} = 51\frac{3}{8}$  ℔ und  
nach Mr. Vouguer  $33\frac{3}{8}$  ℔.

§. 28.

Das Vordertheil von 30 Fuß Breite und 15 Fuß a  
Tiefe mit einer 30 Fuß langen Prora war nach §. 24  
=  $50\frac{1}{8}$  und das von 45 Fuß Breite und 10 Fuß  
Tiefe mit einer 20 Fuß langen Prora ist nach §. 27  
=  $51\frac{3}{8}$  ℔, also ist der Unterschied  $\frac{1}{8}$  ℔, welche  $\frac{1}{8}$   
℔ das letzre Vordertheil mehr Widerstand hat. Es b  
hat aber in der That weit weniger Widerstand als  $51$   
 $\frac{3}{8}$  ℔, und segelt schneller als jenes, weil es nur 10  
Fuß tief geht, 'und in dieser geringern Tiefe das Was- c  
fer an sich, und auch das vom Winde bewegte Was-  
fer

fer, weniger widersteht als in einer Tiefe von 15 Fuß, wo die dem Wasser und den Wellen mitgetheilte fließende Kraft schon schwächer ist. Es haben aber breitere Schiffe, außer dem Vortheil, daß ihre kürzere Prora fester kann gebaut werden, den Nachtheil, daß sie im Sturm wegen ihrer Untiefe und Breite der Caüte und der Prora selbst mehr zurückgetrieben werden.

c Weniger tiefe Schiffe segeln aber schneller, und können auch schneller gelenkt und gewendet werden. Vortheil und Nachtheil ist also genau abzuwiegen.

## §. 29.

a Weniger tiefe Schiffe segeln schneller, weil der  
 b Widerstand des obern Wassers nicht so stark ist. Der Widerstand des Wassers nimmt nicht allein deshalb mit jedem Fuß Tiefe zu, weil, je tiefer das Wasser, je entfernter es von der Oberfläche des Wassers ist, nach der es am leichtesten weicht, sondern auch um deshalb, weil, je tiefer das Seewasser ist, iemehr es sich einem gleichsam ganz stillstehenden Wasser nähert.

c Bey gutem Winde hat das Wasser, oder haben die Wellen, eine mit dem Lauf des Schiffs gleichförmige Bewegung. Die Wellen fliehn gleichsam vor dem Schiffe her. Der Widerstand eines fliehenden Feindes aber ist allezeit schwächer. Der Widerstand einer fliehenden Welle ist allezeit um das Quadrat ihrer Geschwindigkeit schwächer als der Widerstand des stillstehenden Wassers, und eben soviel ist der Widerstand der mit gleicher Geschwindigkeit dem Schiff entgegen bewegten Welle stärker als der Widerstand des stillstehenden Wassers, z. B. die Geschwindigkeit der fliehenden Wellen ist 4 Fuß in 1 Secunde, des Schiffs 6 Fuß, so wäre der Widerstand des Schiffs im stillstehenden Wasser =  $6^2 = 36$ , nun aber ist er  $6^2 - 4^2 = 20$ , und also braucht die bewegende Kraft, welche

welche das Schiff in 1 Sec. durch 6 Fuß treibt, nur 20 zu ſeyn. 'Da aber mit jedem Fuß Tiefe die Geſchwindigkeit der Wellen abnimmt, ſo iſt der Widerſtand bey 20 Fuß Tiefe, wenn in dieſer Tiefe die Geſchwindigkeit des Waſers 1 Fuß wäre, =  $6^2 - 1^2 = 35$ . Darum müſſen tiefgehende Schiffe nothwendig langſamer ſegeln. Iſt der Wind konträr, und die Welle hat die Geſchwindigkeit von 4 Fuß in 1 Sec., ſo iſt der Widerſtand des Schiffs, wenn es in 1 Sec. wider Wind und Wellen (durch Ruder) doch 6 Fuß machen ſoll =  $6^2 + 4^2 = 52$ , bey einem konträren Winde von 2 Fuß Geſchwindigkeit der Wellen =  $6^2 + 2^2 = 40$ . 'In der Tiefe iſt aber dann i der Widerſtand des Waſers geringer als oben.

§. 30.

Das Schiff habe 45 Fuß Breite, 10 Fuß Tiefe und eine 20 Fuß lange Prora. Die keilförmige Caſüte (davon unten) ſey 30 Fuß lang. Durch dieſe 30 Fuß verengre ſich das Schiff auf ieder Seite, ſo tief es im Waſer geht, durch 5 Fuß, ſo haben dieſe 5 Fuß den gewöhnlichen Widerſtand des Waſers, wenn eine Fläche das Waſer in der Horizontallinie vor ſich hinstößt, und der zu 1 ℥ iſt angenommen worden. Wir bekommen einen halben Keil ADC. fig. 38, deſſen Baſis AD = 5 Fuß und ſeine Länge

AC = 30 Fuß. DC iſt alſo =  $\sqrt{AC^2 + AD^2} =$

$\sqrt{30^2 + 5^2} = \sqrt{529} = 30\frac{1}{2}$  ohngefähr. Der

Widerſtand iſt alſo wie  $\frac{AD}{2}$ : DC =  $2\frac{1}{2}$ :  $30\frac{1}{2} =$

$\frac{1}{12\frac{1}{2}}$

welches  $\frac{1}{12\frac{1}{2}}$  ſeyn mag. Dieſe Verengung bedeckt eine Fläche von  $5 \times 10 = 50$  □Fuß. Der Widerſtand 1 ℥ =  $\frac{1}{12\frac{1}{2}} = 4\frac{1}{12\frac{1}{2}}$  ℥ und von beyden Seiten

2 4

= 8 $\frac{1}{2}$

$\approx 8\frac{7}{8}$  ℔. Die Durchschnittsfläche des Schiffs war  
 450 □Fuß. Davon diese 100 □Fuß ab, bleiben  
 350 □Fuß für die Prora. Der Widerstand von  
 450 □Fuß ist nach §. 27 =  $51\frac{3}{8}$  ℔.  $450 : 50\frac{3}{8} =$   
 $b$   $350 : 39\frac{3}{8}$  ℔. Der Widerstand der Prora ist also  
 noch keine 40 ℔. Hiezu iene  $8\frac{7}{8}$  ℔ =  $48\frac{7}{8}$  ℔ —  
 $c$  Der Widerstand ist also geringer als §. 27. Wenn  
 ohne Prora das Schiff 160 Fuß lang, 45 breit und  
 10 Fuß tief ist, so ist sein Inhalt 72000 Kubikfuß.  
 Durch die Verengerung verliert es  $5 \times 10 \times 30 =$   
 1500 Kubikfuß Raum.  $\frac{72000}{1500} = 48$ . Also ver-  
 liert es  $\frac{7}{8}$  am Raum, und gewinnt  $\frac{3}{7}$  + an der  
 Verringerung des Widerstandes. Demnach ist diese  
 Verengerung im Ganzen doch vortheilhaft.

## §. 31.

- $a$  Da die gewöhnlichen Vordertheile der Schiffe so  
 sehr stumpf und platt sind, so wird man kaum anneh-  
 men können, daß ihr Widerstand dem Widerstande  
 der Kugelfläche gleich seyn werde, der zum Widerstan-  
 de einer platten Fläche sich nach Gravesands Versu-  
 $b$  chen verhält, wie 2 : 3. Haben die gewöhnlichen  
 Schiffe den Widerstand der Kugel, so dürfen wir nur  
 $\frac{2}{3}$  von ihrer größten Durchschnittsfläche abziehen, so  
 haben wir ihren Widerstand in Pfunden, denn da sie  
 das Wasser mehr in der Horizontallinie fortstoßen, so  
 ist der Widerstand des Wassers gegen eine Fläche von  
 1 □Fuß, die sich in 1 Sec. durch 1 Fuß bewegt =  
 $c$  1 ℔. Der Widerstand eines Schiffs mit dem ge-  
 wöhnlichen Vordertheil, wenn es ebenfalls 30 Fuß  
 breit und 15 Fuß tief im Wasser geht, ist demnach =  
 $d$   $\frac{30 \times 15}{3} \times 2 = 300$  ℔. Der Widerstand meiner  
 Prora verhält sich demnach zum Widerstande der ge-  
 wöhn-

wöhnlichen wie 51 : 300. nach §. 27. und nach §. 30. o  
 ohngefähr wie 49 zu 300. Also verhält ſich die Ge-  
 ſchwindigkeit des Schiffs mit der Fiſchprora zu der  
 Geſchwindigkeit des Schiffs mit einem gewöhnlichen

Vordertheil wie  $r_{300} : r_{49} = 17\frac{1}{2} : 7$ . Es ſe- f  
 gelt demnach ein Schiff mit der Fiſchprora  $17\frac{1}{2}$  Mei-  
 len, wenn ein Schiff mit dem gewöhnlichen Vorder-  
 theil 7 Meilen macht, und wenn man die Inclina-  
 tionen, welche ein gewöhnliches Schiff wegen des  
 Baues ſeines Vordertheils leidet, und die es in ſeinem  
 Lauf aufhalten, in Ueberlegung zieht, ſo wird ein  
 Schiff mit der Fiſchprora 21 Meilen machen, ehe das  
 andre 7 zurücklegt, und eine Reiſe bloß des Vorder-  
 theils wegen in dem dritten Theil der Zeit vollenden,  
 die ein gewöhnliches Schiff braucht.

§. 32.

Es iſt eine Erfahrung, daß die Seſchiffe, wenn a  
 ſie wellan fahren, weit ſchneller laufen als wellab. b  
 Dieſe Erfahrung iſt ſehr merkwürdig, und ein Beweis c  
 von dem unterschiednen Widerſtande des Waſers, ie  
 nachdem die Figur des Körpers oder ſeine Direktion  
 das Waſer nach der oder iener Richtung bewegt. Da- c  
 her ſagt Herr Euler in ſeiner ſcientia navalis p. 173 :  
 verum aquae preſſiones, quando eius ſuperficies non  
 eſt horizontalis, longe diverſas leges ſequi viden-  
 tur, quarum ne veſtigium (ſchlimm) adhuc inno-  
 tuit, (dieſe leges können durch Verſuche leicht entdeckt  
 werden) obſervantur enim naves per undas ascende-  
 re motu accelerato, descendere vero motu retar-  
 dato. Wenn ein Schiff wellan geht, ſo iſt ſein Hin- d  
 tertheil tiefer, und wenn es wellab geht, ſo iſt ſein  
 Vordertheil inclinirt, und das Hintertheil erhaben.  
 Im erſten Fall wird den Segeln durch das Hintertheil  
 kein Wind genommen, aber im zweiten Fall geſchieht  
 B 5 das,

das, und also könnte man glauben, daß bis die Ursache von diesem Phänomen sey: aber bis kann die wahre Ursache nicht seyn, 1) weil man diese Ursache nicht hätte übersehn, und sich also auch nicht über ihre Wirkung wundern können; 2) weil diese Ursache nur alsdenn Statt hat, wenn das Schiff in der geraden Linie segelt, wenn es aber in der schiefen Linie segelt, wie fast allezeit geschieht, so erhält es den Wind von der Seite, und das Hintertheil kann ihm keinen Wind rauben; 3) weil man ohne Zweifel diese Erfahrung vorzüglich, oder doch zugleich im Sturm gemacht, da das Schiff alle Segel eingezogen hat. Es müssen also andre Ursachen von dieser Erfahrung seyn, und da sie in einer stärkern oder schwächern Wirkung der bewegenden Kraft nicht bestehen, so müssen sie nothwendig in einem stärkern oder schwächern Widerstande liegen. Herr Euler sucht die Ursache also ganz recht in dem unterschiednen Druck, oder eigentlicher in dem unterschiednen Widerstande des Wassers, je nachdem das Wasser in einer andern als horizontalen Richtung vom Schiffe fortgestoßen wird. Wenn ein flacher Körper AB fig. 2. sich direkte im Wasser nach D bewegt, so stößt er das Wasser in der horizontalen Linie CD vor sich her; bewegt sich eine schiefe Fläche EF fig. 3. horizontell gegen das Wasser d. h. in der Linie GH, so wird das Wasser von G nach I d. h. in die Tiefe und unter das Schiff reflektirt, die es wieder in die Höhe stößt, aber mit einer schwachen Gewalt, weil der Winkel EGI sehr spizig ist, und also vom rechten Winkel sehr abweicht, und darum würkt auch GH sehr schwach; bewegt sich aber eine schiefe Fläche KL gegen das Wasser in der Linie MN fig. 4, so wird das Wasser von M nach O d. h. gegen die Luft reflektirt, wo es am leichtesten weichen kann. Der zweite und dritte Fall ist der Widerstand des Wassers bey der von

mit

mir vorgetragnen Prora, und es ist offenbar, daß, wenn ia die Fischprora einigen Inclinationen sollte ausgesetzt seyn, sie es doch alsdenn nicht seyn kann, sobald diejenige Proportion zwischen EH und HI fig. 1. getroffen wird, nach welcher der Widerstand des Wassers in G fig. 3, der die Prora hebt, dem Widerstande des Wassers in M. fig. 4, der die Prora niederdrückt, gleich ist, so daß die Prora von der sich an ihr spaltenden Welle weder kann gehoben noch niedergedrückt werden, sondern nothwendig in der geraden Linie fortgehn muß, ohne die geringste Inclination. Alsdenn würde, wenn der Widerstand des obern Wassers  $\frac{3}{4}$  und des untern  $\frac{1}{4}$  wäre, die Abtheilung S. 26 in 9 und 6 Fuß die beste seyn, doch müßte sie noch etwas über 9, und eben soviel unter 6 Fuß seyn. Wäre das Schiff 16 Fuß tief, so müßte die oberste Abtheilung der Inclinationen wegen = 10, und die untre = 6 seyn. Wenn aber auch diese Proportion p. in der Figur der Prora, nämlich in der Höhe ihres Auf- und Absteigens nicht so genau getroffen wird, und besonders bey Seeschiffen, wegen der verschiedenen Höhe *ic.* der Wellen nicht so genau getroffen werden kann, so widersteht die Fischprora schon an sich und darum den Inclinationen, weil der absteigenden Prora die Resistenz des untern Wassers, und der aufsteigenden die Fluth des obern Wassers (da hingegen bey den gewöhnlichen Schiffen über der Prora Luft ist) widersteht, welches alsdenn durch sein Gewicht zugleich wirkt, wenn die Prora schnell in die Höhe steigen soll. Die Resistenz des untern Wassers ist desto stärker (wenn die Prora soll niedergedrückt werden) je weniger sich ID fig. 1. erhebt, da sich die wenig aufsteigende Fläche einer Fläche nähert, welche mehr perpendikulär, und also unter einem rechten Winkel ins Wasser gedrückt wird, wo der Widerstand des  
 Was-

r Wassers *ic.* am stärksten ist. Es ist also dieses Vordertheil nicht bloß wegen des durch seine Figur verringerten Widerstandes des Wassers, und des dadurch beförderten schnellen Laufs des Schiffes das beste, sondern es ist auch dasjenige, welches wegen seiner Figuren Inclinationen, die den Lauf des Schiffes eben so sehr aufhalten als sie ihm gefährlich sind, am meisten widersteht und widerstehn muß, ob es gleich dem ersten Anschein nach sie zu begünstigen scheint. Hieraus folgt, daß ein Schiff mit der Fischprora auf der See ohne alle Inclinationen und in so gerader Linie laufen werde, und bey jedem Winde, bey starkem Winde wie bey schwachem, als ein Schiff auf dem Strome. Dieser Vortheil ist schon allein von großem Werth.

## §. 33.

Wenn eine schiefe Fläche *PQ* fig. 5. sich horizontal, in der Linie *RS*, gegen das Wasser bewegt, welche Fläche bey den meisten Seeschiffen ist, so wird das Wasser von *R* nach *T* reflectirt. Das Wasser von *T* resistirt nach *R*, und stößt die Fläche *PQ* in die Höhe, und das um so mehr, wenn sich das Vordertheil inklinirt, und die Richtung *EF* fig. 3. bekommt, weil dann das Vordertheil in der Linie *GA* ins Wasser, und dieses in eben der Linie zurückwürft.

## §. 34.

a Der Widerstand des Wassers ist auf *ACB* fig. 2. am stärksten, weil die Fläche *AB* das Wasser gerade vor sich hinstößt, und die Wasserfläche mit der Fläche *b* des Körpers einen rechten Winkel macht. Schiffe mit einem Vordertheil, das sich mehr einer perpendicularen Fläche nähert, müssen also nothwendig einen starken

starken Widerstand haben. Ein solch Vordertheil <sup>c</sup> haben die meisten Seeschiffe, als welche sich nicht sonderlich schief nach vorn erheben, und auch wenig nach vorn verengern, sondern ein ziemlich stumpfes und mehr perpendikulär aufstiegenes Vordertheil haben. Alteram navium speciem vento destinatam videmus <sup>d</sup> parte antica satis obtusa praeditam, quae parum sit idonea ad resistentiam diminuendam. Euler l. c. p. 384. Obgleich Hr. Euler meint, daß es bey Segel- <sup>e</sup> schiffen auf die Verringerung des Widerstandes vom Wasser soviel nicht ankomme, so irrt doch dieser große Gelehrte in diesem Fall gewis. Warum man die <sup>f</sup> Schiffe vorn so stumpf macht, davon ist ohne Zweifel die Ursache, weil die Erfahrung wird gelehrt haben, daß dergleichen Schiffe nicht so gar starke Inclinationen leiden werden und können, als Schiffe, welche sich mehr schief erheben, denn obgleich alle <sup>g</sup> Schiffe, welche sich nach vorn schief erheben und zugleich verengern, das Wasser vornämlich horizontell nach der Seite wegen der Verengung reflektiren, so reflektiren sie es doch auch nach unten, wegen ihrer nach vorn erhabnen Fläche, und haben also einen gemischten Widerstand. Die Inclinationen sind bey <sup>h</sup> den gewöhnlichen Seeschiffen um so notwendiger, weil oberhalb des Vordertheils nichts als Luft ist, die der Gewalt des Wassers nicht widersteht, hinten aber ist <sup>i</sup> die Resistenz des Wassers nicht so stark als die heben- de Kraft des vordern Wassers, weil das Hinterteil sich wegen des Steuerruders so sehr verengert. Dis <sup>k</sup> ist aber nicht bey der Fischprora, wo über dem Vordertheil ebenfalls Wasser ist, welches theils durch die entgegengesetzte Wirkung nach unten, wenn sich die Prora erheben und gegen das obere Wasser bewegen will, vielleicht auch zum Theil durch seine Last der Erhebung des Vordertheils widersteht.

## §. 35.

a Unter tief gehende Schiffe kann sich die Welle, und das mit ihr zusammenhängende untre Wasser nicht so leicht, oder doch nicht mit solcher hebenden Gewalt ziehn, daher müssen sie auch um deshalb we-

b niger Inclinationen leiden. Die Inclinationen scheinen also die Ursache zu seyn, daß man die Seeschiffe vorn mehr gerade in die Höhe steigen läßt und sie tief

c baut, 'denn nach dem Scheitern sind die Inclinationen der gefährlichste Zufall für Seeschiffe, welche das Schiff in seinem Lauf zugleich überaus aufhalten, weil es immer fig. 6 in den Linien AB. BC. CD. DE. EF. FG geht, da hingegen ein Schiff mit einem Vordertheil wie ein Fischkopf, in der geraden Linie AG laufen wird und laufen muß, aus den angeführten Gründen, und weil der Wallfisch und ieder andre große Fisch wegen der Gestalt seines Kopfs auf der Meeresfläche in dieser Linie durch die Wellen schwimmt.

## §. 36.

a Wenn ein Schiff wellan getrieben wird, so sind zwey Ursachen seines beschleunigten Laufs: a) das Wasser der Welle wird vom Schiff in die Höhe gegen die Luft gestoßen, wo es am leichtesten weichen kann und am wenigsten widersteht. b) Die Menge Wasser, die vor dem Schiff ist, ist geringer, denn wenn das Vordertheil in B ist fig. 7 und das Wasser in der Linie AB vor sich hinstößt, so ist vor B wenig Wasser sondern Luft. Aber vor D fehlt es nicht an

b Wasser. 'Diese Erfahrung von dem schnellern Lauf der Schiffe wellan, und von ihrem langsamern Lauf wellab, beweist meine vorhergehende Sätze, beweist die großen Vortheile des von mir vorgeschlagenen

c Schiffsvordertheils, 'und widerlegt zugleich die irri-  
Mei

Meinung, daß bey Segelschiffen auf den größern oder geringern Widerstand des Waßers nicht viel ankomme.

§. 37.

Da die Inclinationen oder Schwankungen des Schiffs, nach vorn, hinten, und nach der Seite, so wichtig für die Conservation des Schiffs sind (*inclinationo, a qua navis incolumitas potissimum* sagt Euler) so will ich noch wenige Worte darüber sagen.

§. 38.

Die Inclinationen des Schiffs kann man ohne Zweifel nach den Regeln des Hebels beurtheilen, denn das Schiff stellt gleichsam einen Hebel vor, der sich um eine longitudinalaxe bey Seiteninclinationen, um eine latitudinalaxe bey den Inclinationen nach vorn und hinten, und um eine Verticalaxe bey dem Lenken und Wenden bewegt.

§. 39.

Die Inclinationen nach vorn und hinten, auf welche ich mich hier besonders einschränken will, werden von mehrern Ursachen bewürkt: 1) von den hohen Wellen; 2) von den hohen Masten, den Segeln, und dem Ort ihrer Applikation; 3) von der vordern Figur der Schiffe.

§. 40.

Bey mäßigen Winde und Wellen sind die Inclinationen mäßig. Je höher der Mast, temehr neigt er das Schiff. Bey starkem Winde können daher die obersten Segel gar nicht gebraucht werden, weil  
das

das Schiff davon zu starke Inclinationen bekommt. <sup>b</sup> Bey starkem Winde habe ich auch auf Strömen, Schiffe durch die Segel ganz auf die Seite gelegt gesehen, selbst das Vordertheil vom Segel stark inclinirt, da der Wind von hinten gefangen wurde. Darum leiden die Galeeren, wenn sie durch Ruder fortbewegt werden, keine Inclinationen. Daß die Prora an den Segelschiffen eine Ursache der Inclinationen ist, das wird aus dem folgenden §. deutlich werden.

## §. 41.

Es sey fig. 8. ABC das Vordertheil des Schiffes und EFD die Welle. Während dem daß sich die Basis der Welle E unter das Vordertheil nach C zieht, so hebt sie das Vordertheil, und der Theil der Welle F kann dann das schon etwas in die Höhe gehobene Vordertheil BA um so leichter recliniren. Indem das Vordertheil in die Höhe gehoben wird, so steigt das Hintertheil in die Tiefe. Dieses wird vom Widerstande des Wassers wieder gehoben, und das Vordertheil abermahl in die Tiefe gepreßt, und so dauern die Inclinationen fort, selbst bey nur mäßigem Winde und einer mäßigen Höhe der Wellen.

## §. 42.

<sup>a</sup> Die gewöhnliche Figur der Prora, die sich doch allezeit mehr oder weniger nach vorn zu erhebt, ist also immer mit eine Ursache von den Inclinationen; und wenn die Schiffe eine ganz senkrechte Prora hätten, so würdt sie doch in der schiefen Linie ins Wasser, weil die hohen Masten den Anfang der Inclinationen machen. Eine Welle stoße auf diese oder iene Weise gegen das Schiff, oder ziehe sich unter dasselbe, so hebt sie das Vordertheil allezeit in die Höhe, und stößt  
das

Das Schiff im ersten Fall zugleich zurück, d. h. verhindert es in seinem schnellen Lauf. Die Inclinationen b sind also bey dem gewöhnlichen Bau der Schiffe durchaus nothwendig, ob sie gleich durch die mehr senkrechtete Prora verringert werden; aber man laße nach fig. 9. eine Welle, nämlich ihre Basis auf das Vordertheil ABC losstürmen, so theilt sich das Wasser in B, und läuft zum Theil auf AB hinauf, zum Theil zieht es sich unter BC. Von dem Stoß auf AB hat man nichts zu befürchten, weil das Wasser wie die Welle in der Linie DB geiagt wird, und es also auch in dieser Linie würfelt, nicht aber unterwärts, so wenig als eine horizontal geschossne Canonenkugel, oder eine über weichen Thon mit Stärke oder Hirtigkeit geschobne Kugel, als welche nur alsdenn mit ihrer Schwere anfangt zu wirken und Eindrücke in den Thon zu machen, wenn die ihr in der Horizontallinie mitgetheilte Kraft schwächer wird. Je stärker aber der Wind ist, je stärker ist die Bewegung der Welle in der Horizontallinie, und je geringer die Kraft welche nach unten würfelt. Flöhe die Welle nicht bey gutem Winde vor dem Schiff her, und bey heftigen Gegenwinde oder Sturm gegen das Schiff, und wäre also die Horizontalkraft der Welle nicht stärker als die perpendikuläre, wäre ferner unter dem Vordertheil kein Wasser, das der Wirkung der obern Welle durch seinen Widerstand und Reaction das Gleichgewicht hielte, und wäre statt Wasser nur Luft unter der Prora, wie bey dem gewöhnlichen Schiffen über der Prora, so würde sie frenzlich in die Tiefe gepreßt werden, da aber bis nicht ist, so haben wir nicht im geringsten zu befürchten, daß die Fischprora von den Wellen werde in die Tiefe gedrückt werden; denn eine Welle kann nie auf die Weise wie ein fallender Körper wirken, weil sie stets mit dem Wasser unter ihr zusammenhängend bleibt,

es sey denn daß der oberste Theil der Welle sich abreiße, welches selten geschehn wird. Es kann sich auch nur ihre oberste Höhe, und demnach ein geringer Theil Wasser abreißen.

## §. 43.

Wenn die Welle sich unter die Prora zieht, so kann sie die Linie CB fig. 9. recliniren. Aber diese Reclination kann nicht anders als sehr schwach seyn, und das aus folgenden Gründen: a) muß die hebende Kraft der Welle den Widerstand des Wassers oder der Welle überwinden, die in diesem Augenblick auf der absteigenden Fläche der Prora ist, denn wenn B sich recliniren soll, so bewegt sich AB gegen das Wasser auf AB, und das obere Wasser widersteht dieser Bewegung mit dem  $\square$  der Geschwindigkeit der Bewegung, welcher Widerstand doch immer Widerstand ist, wenn er auch, da das Wasser nach oben bewegt wird, nicht so stark ist. b) Wird der Stoß der Welle, der überdem mehr horizontal ist, von der sehr schiefen Fläche der aufsteigenden Prora überaus geschwächt. Die Welle gleitet mehr an ihr hinab, als daß sie die Prora in die Höhe stoßen sollte wie bey der gewöhnlichen Prora, die sich eben soviel mehr einer senkrechten Fläche nähert als die von mir vorgeschlagne einer horizontalen.

## §. 44.

- a Die Galeren leiden heftige Inclinationen im Sturm, und können deshalb schwerlich die See halten. Sie leiden aber doppelte Inclinationen, um die  
 b longitudinal- und latitudinalare. Wegen der erstern können sie leicht umgeworfen werden, und die Ursache davon ist, weil sie die gehörige Breite nicht haben.  
 An

An den Inclinationen um die latitudinalare iſt ihr a Vordertheil die Urfache, denn ein Vordertheil AB fig. 10. wird von dem entgegenkommenden Waſer noch mehr in die Höhe geſtraßen als das Vordertheil ABC fig. 8. weil über dieſem Vordertheil kein Waſer iſt, das der hebenden Krafft widerſtehn kann wie bey der Fiſchprore. Daß aber die Galeren außerm Sturm e in die vor ihnen her durch den Wind getriebnen Wellen hineinfetzen können, ohne Inclinationen zu leiden, das kommt von der ganz horizontalen Direktion der Krafft, welche durch die Ruder dem Schiff applicirt wird. Hieraus iſt klar, daß nicht blos die Wellen, f welche das Schiff tragen, und die bey ſtarkem Winde für ein lang Schiff zu kurz ſind, ſondern daß die hohen Maſten bey den Segelſchiffen, und die Geſtalt ihres Vordertheils die vornehmſte Urfache der Inclinationen auch bey gutem Winde ſeyn muß. Das Schiff g verurſacht die Inclinationen ſelbſt, und zwingt gleichſam die Wellen zum Gegenstoß in die Höhe, der um ſo ſtärker iſt, ie ſtärker der Stoß iſt, den das Waſer vom Schiff bekommt d. h. ie ſchneller das Schiff ſegelt. Fallen dieſe zwey Urfachen weg, ſo fallen auch h die Inclinationen weg, denn eine fliehende Welle i würkt bey gutem Winde vermöge der Direktion ihres Laufs dem Schiff nicht in die Höhe entgegen, wenn dieſe Gegenwürkung nicht gleichſam durch iene zwey Urfachen erzwungen wird.

§. 45.

Die Geſtalt der Fiſchprore läßt keine Inclinationen beſorgen, und die Furcht iſt ganz ungegründet die man deſhalb hat, aber alsdenn könnte ſie Inclinationen leiden, wenn bey der Ladung des Schiffs die gehörige Sorgfalt und die nöthigen Regeln des Hebels

C 2

nicht

nicht in Acht genommen, und die Lasten nicht so vertheilt würden, daß das Schiff genau im Gleichgewicht bleibt, denn wenn man es bey dem Laden versteht, so würde dieser Fehler Inclinationen machen, an denen die Gestalt der Prora ganz unschuldig wäre.

## §. 46.

**a** Bey den gewöhnlichen Schiffen ist sowohl die Gestalt der Prora im als überm Wasser Schuld an den starken Inclinationen, weil beyde von gleicher Gestalt sind, und die hohen Wellen an das Vordertheil überm Wasser stoßen. Das ist bey dem von mir vorgeschlagenen Bau auch in Ansehung der obern Prora nicht zu besorgen, weil die keilsförmige Caiüte den hohen Wellen keine nach vorn inclinirte Fläche darbietet.

## §. 47.

**a** Es ist also aus den vorhergehenden Gründen gar nicht wahrscheinlich, daß die Fischprora Inclinationen leiden könne, sondern im Gegentheil höchstwahrscheinlich, daß sie eben diejenige sey, welche unter allen möglichen Proren die geringste oder gar keine Inclinationen leiden werde. Diese Gründe können allein durch wirkliche Versuche und durch keine Gegengründe umgestoßen werden, denn sie sind zu stark.

**c** Beweiset die Erfahrung das Gegentheil, so ist die

**d** Sache entschieden, und zuverlässig entschieden. Entscheldet aber auch wider alle Wahrscheinlichkeit die Erfahrung zum Nachtheil der Fischprora, und leidet sie eine Niederdrückung, so wäre es unrecht, sie deshalb sogleich und mit einmal aufzugeben, da sie mit so großen anderweitigen Vortheilen verbunden ist, indem sie offenbar zu einem geschwinden Lauf die geschickteste ist, vorzüglich bey langen Schiffen z. B. von

160 Fuß, an welche man auch eine proportionirlich lange Prora z. B. von 30 Fuß bauen kann, denn freylich ist eine Prora von 30 Fuß für ein Schiff von 80 bis 100 Fuß Länge zu unproportionirt und zu lang. Je kürzer aber die Prora ist, je mehr Widerstand hat sie, je länger, je weniger. Daher ist der Vortheil für längre Schiffe größer. Vorausgesetzt aber der fast g unmögliche Fall ereignete sich, und die Fischprobe würde von den Wellen in die Tiefe gedrückt, so müßte man bey diesem ganz unwahrscheinlichen Fall auf Mittel denken, dieses Niederdrücken der Prora zu verhindern, ohne sie darum ganz aufzugeben. Diese Mittel sind da. Außerdem daß, wenn die Prora sollte niedergedrückt werden, dis nur hauptsächlich bey kürzern Schiffen geschehn wird, bey langen Schiffen aber weit weniger, so kann man dem Niederdrücken der Prora auch dadurch entgegen gehn: indem man dem Schiffe einen Schwanz AB fig. 12. anbaut, d. h. die Basis des Schiffs, sie sey platt oder etwas konvex, 10, 15, 20 Fuß hinten hinaus verlängert. Bey den gegenwärtigen Schiffen geht das nicht wohl an, bey einem Schiffe aber mit der Puppis, wie ich sie vorschlage, geht es sehr wohl an, weil sie sich wenig oder gar nicht verengert. Fürchtet man daß der Schwanz von dem Widerstande des Wassers unter oder über ihm (welcher Widerstand senkrecht und also sehr stark ist) abbrechen, der Bruch bis ins Schiff gehn, und durch das eindringende Wasser der Untergang des Schiffs verursacht werden könnte, so kann man auch diese Furcht wegräumen, a) wenn man diesen Schwanz unter der Basis des Schiffs befestiget, so daß auf einen solchen Fall, wenn die große Gewalt den Schwanz abbricht, nur die eisernen Nägel, welche ihn an den Schiffboden befestigten, herausgezogen werden. Er soll aber nicht brechen dieser Schwanz, n

daher kann man ihm b) durch Balken AD die nöthige Stärke geben, welche verhindern, daß der Schwanz weder durch den Widerstand des obern noch untern Wassers abbreche. Der Punkt D ist über der Wasserfläche. Dieser Schwanz AB, er sey so lang und stark er sey, belastet weder das Schiff, weil das Holz im Wasser schwimmt, noch hindert er das Schiff in seinem Lauf. Dieser Schwanz scheint alle Inclinationen der Prora fast unmöglich zu machen, oder doch, so geringe daß sie unschädlich sind.

## §. 48.

a) Daß die Fischprora Inclinationen werde ausgefest seyn, das befürchte ich nicht, ich befürchte bloß, daß es schwer halten werde, ihr die gehörige Länge zu geben, und sie bey dieser Länge auch stark genug zu b) machen. Sollte man sie aber auch nicht 30 Fuß lang machen können, so wird es doch durch 20, 24 Fuß c) möglich seyn. Indes finde ich, daß doch auch bey den gewöhnlichen großen Seeschiffen die Erhebung des Vorderstevens bis zur Spitze des Gallions oder Schnabels bis 25 Fuß in der Horizontallinie beträgt, und so kann es keine Schwierigkeit haben, eine eben so lange und noch längere Fischprora zu bauen, und sie d) gehörig fest und stark zu machen. Wenn man nur der Fischprora so lange die Festigkeit geben kann, daß sie nicht abbricht, bis sie im Wasser ist, so hat es keine Noth, denn im Wasser kann sie nie nach unten abbrechen, und wenn sie 50, 100 Fuß lang wäre, weil sie im Wasser gar kein Gewicht hat, aber eher nach oben, weil selbst das Eichenholz leichter als Seewasser e) ist, und also in die Höhe steigt. Um so viel also das Holz der Prora leichter ist als Wasser, um so viel muß die Prora noch dazu beladen werden, wenn man sie auch nicht beladen wollte.

## §. 49.

§. 49.

Wenn der Versuch mit der Prora bey einem mäßigen Winde gemacht wird, da er bey jedem Winde gemacht werden kann, wenn man ihm die Prora entgegenstelle, und sie leidet keine, oder doch keine stärkere Inclinationen als ein gewöhnliches Schiff, so kann der Versuch auch im Sturme ohne Furcht gemacht werden.

§. 50.

Das Schiff, welches bey dem Versuch das Schiff mit der Fischprora begleitet, um ihre Geschwindigkeit bey dem Segeln zu erforschen, muß gleiche Breite, Wassertiefe, Masten und Segelfläche haben.

---

### Drittes Kapitel.

## Von Rudern.

---

§. 51.

Die Ruder sind homodromische Hebel, und nach der Theorie von diesen Hebeln können sie allein richtig beurtheilt und verstanden werden. Das ist von mir Dab. §. 54. deutlich erwiesen worden, obgleich Hr. Euler in der Vorrede zu seiner Scientia navalis ganz anderer Meinung ist, und sich folgendermaßen darüber ausdrückt: postquam enim iam Aristoteles vim remorum ex natura vectis infelici cum successu explicare est conatus, recentiores mathematici eius quidem

C 4

erro.

errorem agnoverunt, sed nemo hoc negotium pro dignitate expedivit.

## §. 52.

**a** Bey jedem Hebel, er sey homodromisch oder heterodromisch, würckt die Kraft des mittlern Punktes der Kraft und Richtung der beyden Endpunkte gerade entgegen, und widersteht den Kräften der beyden Endpunkte. (§. 53. Däd.) Die Kraft des mittlern Punktes ist bey jedem Hebel den Kräften der beyden Enden gleich, wenn der Hebel ohne Bewegung ist, und sie würckt in die Endpunkte mit verschiedner Kraft, je nachdem ihre Entfernung von demselben beschaffen ist.

## §. 53.

Das Verhältnis der Kräfte der Endpunkte unter sich erhält man, wenn man die Kraft eines jeden mit seiner Entfernung vom mittlern Punkte multiplicirt.

## §. 54.

Es sey fig. 13. ABC. ein Hebel, und E sey das Gewicht, so zieht das Gewicht in E = 12 ℔ den Hebel durch den Punkt B von B nach E d. h. nach unten, und die Gewichte D und F = 8 + 4 = 12 ℔ ziehn den Hebel in A und C nach G und H d. h. nach oben. Ist in A eine Unterlage, so würckt ihr Widerstand in die Höhe nach L, und die zwey Gewichte IK würcken nach unten. In beyden Fällen ist die Direction der Wirkung des mittlern Punktes der Direction der Wirkung der Endpunkte entgegen.

## §. 55.

Ende des Ruderns in §. 55.

Soll der Hebel AC im Gleichgewichte seyn, so muß  $F \times BC = D \times AB$  seyn. F aber ist 4 und BC ist 2, und  $2 \times 4 = 8$ .  $D = 8$  und  $AB = 1$  und  $8 \times 1 = 8$ .

§. 56.

Soll das Gewicht E gehoben werden, so muß die in die Höhe wirkende Kraft in A und C stärker seyn als die Kraft welche in die Tiefe wirkt. Ueberwiegt die Kraft in D und F die Kraft in E weit, so steigt das Gewicht schnell. Diese Schnelligkeit oder Bewegung der Last in E in gewissen Zeiträumen ist größer oder kleiner, je nachdem die Kräfte in A und C größer sind als in B. Das will ich jetzt nicht untersuchen, sondern diese wenigen Sätze aufs Ruder anwenden.

§. 57.

Es sey fig. 14. ABC der Hebel, E die Last = 12 ℔ welche in die Tiefe drückt, D die Kraft = 8 ℔, welche A nach G in die Höhe hebt, so muß das Fulcrum F in C, welches von der Last E mit einer Kraft = 4 ℔ gedrückt wird, mit einer Kraft = 4 ℔ widerstehn. Es ist also in C der Widerstand des Fulcrums oder der Unterlage, wenn sie nicht weicht, dem Gewicht F fig. 13. gleich.

§. 58.

Es sey nun der Hebel ABC fig. 14. ein Ruder <sup>2</sup> ABC fig. 15, AB der innere Arm, BC der äußere, und in B der Nagel (oder die Aye) um welchen sich das Ruder bewegt, und der im Bord des Schiffs feststeckt. Wir wollen diesem Hebel die Richtung DBE geben, und E sey ein festes Fulcrum welches

E 5

nicht

nicht weicht z. E. Land, Ufer, an welches sich das Ruder anstammt. Es soll der Hebel DE in die Lage AC gebracht werden, indem in D nach A scharf angezogen wird. Da das Ende E nicht weicht, weil das Fulkrum nicht weicht, woran es sich stämt, so muß nothwendig von der Bewegung der Kraft von D nach A und G die Last in B fortbewegt werden und von B bis I kommen, wenn der Hebel die Richtung GE = AC wieder bekommen soll. Der Nagel d. h. der Punkt des Schiffs in welchem er steckt, hat also den Raum BI durchlaufen, der dem Sinus EF gleich ist, und in dieser Zeit hat sich der Ruderknecht auf dem ihn mitnehmenden Schiffe durch den Raum DA bewegt. Weicht aber das Fulkrum in E bis L, so entsteht der kürzere Sinus LM = HB = dem durchlaufenen Raume des Nagels in B d. h. des Schiffs. So viel Fuß also das Fulkrum weicht, so viel Fuß macht das Schiff weniger.

## §. 59.

Die größte Geschwindigkeit hat das Schiff alsdenn, wenn das Ruder angezogen wird. Braucht der Ruderknecht, um das Ruder von D nach A zu bringen, eine Secunde, so ist die Geschwindigkeit des Schiffs in dieser ersten Secunde = BI = Sinus EF des Bogens EC fig. 15.

## §. 60.

Das Schiff läuft fort, auch alsdenn wenn die Ruder nicht angezogen werden, und hört, wenn es in einem stillstehenden Wasser bewegt wird, in seiner Bewegung nach und nach völlig auf. Die Geschwindigkeiten des Schiffs nehmen mit ieder Secunde ab, indem der Widerstand des Wassers, den das Schiff in seinem

seinem fortgesetzten Lauf beständig zu überwinden hat, die applicirte Kraft beständig vernichtet. In welcher Art aber die Geschwindigkeit des Schiffs abnimmt, ist, so viel mir wissend, noch nicht durch Versuche ausgemacht worden. Ich vermuthete, daß die Geschwindigkeiten des Schiffs eben so wie bey steigenden Körpern in ungeraden Zahlen abnehmen werden, denn was die Schwere bey einem steigenden Körper ist, das ist der Widerstand des Wassers bey dem Schiff. Hat also das Schiff in der ersten Secunde die Geschwindigkeit von 9 Fuß, so ist seine Geschwindigkeit in der zweiten Secunde 7 Fuß &c. nach folgender Tabelle:

ite Secunde	9 Fuß
2	7
3	5
4	3
5	1
6	$\frac{1}{3}$
7	$\frac{1}{5}$
8	$\frac{1}{7}$
9	$\frac{1}{9}$
10	$\frac{1}{11}$
11	$\frac{1}{13}$
12	$\frac{1}{15}$
13	$\frac{1}{17}$
14	$\frac{1}{19}$
15	$\frac{1}{21}$

Wenn also das Schiff in der ersten Secunde durch 9 Fuß bewegt wird, so bewegt es sich in der ersten Secunde schon keinen Zoll, wenn nämlich der Versuch im stillstehenden Wasser gemacht wird, denn außerdem nimmt der Strom oder die Wellen das Schiff mit fort, oder die Contrawellen &c. hemmen seine Fortbewegung zeitiger.

## §. 61.

<sup>a</sup> Die Bewegungen in der Natur folgen alle einerley Gesetzen. Bey der Bewegung der Körper ist die applicirte Kraft der Bewegung allezeit dem Quadrat <sup>b</sup> der Zeit oder der Geschwindigkeit gleich. Das lehren außer mehrern Erfahrungen am deutlichsten die steigenden und fallenden Körper, und eben dasselbe lehren auch die Erfahrungen von der Bewegung der Körper <sup>c</sup> im Wasser. Es ist daher nicht zu zweifeln, daß auch die folgenden Bewegungen der Körper im Wasser, in Ansehung der Zeit und Geschwindigkeit selbst, eben gleich und in ungraden Zahlen fortgehn werden.

## §. 62.

<sup>a</sup> Es ist mir von der Kraft der Ruder kein Versuch bekannt, außer dem, welcher in den Memoires der Pariser Akademie von 1702 Seite 98 vorkommt, und den auch Daniel Bernoulli in seiner Hydrodynamik und Euler in seiner Scientia navalis untersuchen. Nach diesem Versuch haben 1) 260 Ruderer, <sup>b</sup> 2) deren Schaufeln, soweit sie ins Wasser kamen, insgesamt 130 □Fuß ausmachten, und welche Ruderer 3) in 1 Minute das Ruder 24 mal zogen, also jede  $2\frac{2}{3}$  Sec. einmal, 4) die Galere in 1 Sec. durch  $7\frac{1}{2}$  Fuß d. h. in einer Stunde durch 25920 Fuß fortbewegt; es war aber 5) der innere Arm des Ruders 6 Fuß, und der äußere Arm 12 Fuß lang; 6) der erste beschrieb einen Bogen von 6 Fuß, und der äußere von 12 Fuß bey der Bewegung des Ruders, dem Anschein nach, weil der innere Arm sich durch 6 Fuß bewegte, so mußte der äußere, der noch einmal so lang war, sich in eben der Zeit durch 12 Fuß zu bewegen scheinen. <sup>c</sup> In Ermangelung mir bekannter anderer und neuerer Erfahrungen will ich diesen Versuch bey

bey der Abhandlung von den Rudern zu benutzen suchen, und es wird sich dann von selbst zeigen, wie viel vortheilhafter die senkrechten Ruder vor den Schief-  
Horizontalrudern sind.

§. 63.

Rechnet man daß die Carina, oder der Theil der Galere, welcher im Wasser ist, 16 Fuß Tiefe und 18 Fuß Breite hat, so ist der breiteste Durchschnitt =  $16 \times 18 = 288$  □Fuß. Es sey der Widerstand des Wassers wegen der langen und scharfen Prora =  $\frac{1}{4}$ , so ist der Widerstand der Galere =  $\frac{288}{4} = 72$  ℔,

wenn sie sich in 1 Sec. durch 1 Fuß bewegt, bewegt sie sich in  $\frac{1}{2}$  Sec. durch 1 Fuß, so ist ihr Widerstand = 104 ℔. Der Widerstand der Galere kann etwas stärker seyn als  $\frac{1}{4}$ , aber da die Breite der Durchschnittsfläche, die sich doch nach unten verengert, durchgängig 18 Fuß, der Inhalt dieser Fläche daher zu 288 □Fuß, und also größer ist angenommen worden als er wirklich ist, so kompensirt eines das andre.

§. 64.

Die Galere hat in 1 Sec.  $7\frac{1}{2}$  Fuß gemacht, in 2 Sec. 14 $\frac{1}{2}$  und in 2 $\frac{1}{2}$  Sec. 18 Fuß. Nimmt nun die Geschwindigkeit des Schiffs in ungleichen Zahlen ab, wie es höchstwahrscheinlich ist, so sind die Geschwindigkeiten der Galere folgende gewesen:

1te Sec.	9	
2	—	7
2 $\frac{1}{2}$	—	$\frac{1}{2}$
		18 $\frac{1}{2}$

Um

Um dieses halben Fußes willen wäre der Widerstand der Galere, die nur 18 Fuß in  $2\frac{1}{2}$  Sec. machte, noch etwas geringer als ich ihn annehme.

## §. 65.

<sup>a</sup> Die Resistenz der Galere bey der Geschwindigkeit von 1 Fuß in 1 Sec. war 72 ℔, welche nach Bouguer 48 ℔ betragen. Also ist sie bey 9 Fuß =  $9^2 \times 48 = 3888$  ℔ gewesen. Weil aber bey dem folgenden Zuge des Ruders die Galere noch eine Geschwindigkeit zwischen 5 und 3 Fuß hatte, und wir diese = 4 annehmen wollen, so ist die Kraft ihrer Geschwindigkeit noch  $4^2 \times 48 = 768$  ℔. Diese (nicht aber die 4 von 9 Fuß) 768 ℔ von 3888 ℔ abgezogen, bleiben 3120 ℔, welche 3120 ℔ lede  $2\frac{1}{2}$  Sec. applicirt, der Galere eine Geschwindigkeit gaben, daß sie iede Secunde  $7\frac{1}{2}$  Fuß machte. Hat aber die Galere keine 16 Fuß Wassertiefe gehabt, sondern nur 9 Fuß, wie sie manche Galeren haben sollen, so ist ihre breiteste Durchschnittfläche nur  $18 \times 9 = 162$  □Fuß, und diese nicht einmahl, weil die Breite der Galere nach dem Kiel zu abnimmt, so daß die Widerstandsfläche kaum 150 Fuß könnte gewesen seyn.

## §. 66.

<sup>a</sup> Wenn man die Schaufel (pala) zu 8 Zoll Breite annimmt, so hatte sie im Wasser 3 Fuß Länge und □Fuß Fläche, und die Galere hat  $\frac{130}{2} = 65$  Ruder gehabt, oder 64 Ruder zu 4 Mann und 2 Ruder <sup>b</sup> zu 2 Mann. Weil diese 3 Fuß Schaufel nicht einerley Bogen im Wasser beschreiben, so will ich das Mittel annehmen, nämlich den 11ten Fuß. EB fig. 15 sey also 11 Fuß,

## §. 67.

S. 67.

Wenn die Schaufel in 1 Sec. durch 3 Fuß weicht a  
 = DA fig. 16. nämlich von 11 bis 10, von 10 bis  
 9 und von 9 bis 8 Fuß, so müssen die 3 Sinus von  
 11 bis 10, 10 bis 9, und 9 bis 8 Fuß Bogen in  
 der Summa  $9 \times 3$  betragen, weil die Galere in der  
 ersten Secunde die beständige Geschwindigkeit von 9  
 Fuß haben mußte. Was also die Galere in dem er- b  
 sten Drittheil dieser Secunde zuviel Geschwindigkeit  
 hat, das kommt dem letzten Drittheil zu Gute. Es c  
 sind aber die Sinus von 11, 10, 9 Fuß Bogen (wenn  
 der Sinus totus, oder der äußere 12 Fuß lange Arm  
 des Ruders, der sich durch 12 Fuß zu bewegen schien,  
 zu 11 Fuß angenommen wird) welche die Schaufel  
 beym Weichen beschreibt, beynah 26 Fuß,

denn der Sinus von 11 Fuß =  $57^\circ. 19' = 9, 25$  Fuß  
 — — — 10 — =  $52^\circ. 6' = 8, 67$  —  
 — — — 9 — =  $46^\circ. 54' = 8, 3$  —  
 25, 95 Fuß

Es kommen demnach auf die erste Secunde  $\frac{25, 91}{3}$  d

=  $8\frac{2}{3}$  Fuß, welches denn nach S. 64 in  $2\frac{2}{3}$  Secun-  
 den  $18\frac{2}{3}$  Fuß macht. Da wir aber nur 18 Fuß in  
 $2\frac{2}{3}$  Sec. nach S. 64 brauchen, so haben wir doch noch  
 etwas über 18 Fuß, wenn auch die 3 Sinus, anstatt  
 26 Fuß nur 25, 95 Fuß machen. Es kann aber die e  
 Zeit, in welcher die Schaufel durch 3 Fuß gewichen  
 ist, keine Secunde seyn, sondern weniger. Hr. Eu-  
 ler nimmt die drey Bewegungen beym Ruder, näm-  
 lich 1) das Heben des Ruders aus dem Wasser, 2)  
 die Bewegung des innern Arms nach dem Hintertheil  
 und des äußern nach dem Vordertheil, und 3) das  
 Anziehen des innern Arms, und die Pressung des auß-  
 fern

fern gegen das Wasser von gleicher Dauer, nämlich zu  $\frac{2}{3}$  Sec. an, da denn die  $2\frac{2}{3}$  Sec. herauskommen, weil  $3 \times \frac{2}{3} = 2\frac{2}{3}$  Sec. Wenn also die Geschwindigkeit des Schiffs in den  $\frac{2}{3}$  Sec. des Anziehens auch nicht  $\frac{18}{2\frac{2}{3}}$  Fuß wäre, so wäre sie es doch reichlich in

der vollen Secunde, indem die Geschwindigkeit des Schiffs im ersten  $\frac{1}{3}$  von dem zweiten Tempo von  $\frac{2}{3}$  Sec. dazu kommt. Wir wollen diese  $\frac{2}{3}$  Secunden auch annehmen.

§. 68.

a. Ist der Widerstand des Wassers gegen eine Fläche von 1 □Fuß, die sich gerade und in der Horizontalinie gegen das Wasser in 1 Sec. durch 1 Fuß bewegt = 1 ℔ (nach §. 22, p) so ist er, wenn sie sich b in  $\frac{2}{3}$  Sec. durch 1 Fuß bewegt =  $1\frac{1}{2}$  ℔. 130 □Fuß durch 3 Fuß in 1 Sec. =  $130 \times 3^2 = 1170$ , und bey  $\frac{2}{3}$  Sec. sagt man:

$$5^2 \left(\frac{2}{3}\right) : 6^2 \left(\frac{2}{3}\right) = 1170 : 1684\frac{2}{3}.$$

§. 69.

Es sind also 1685 ℔ Widerstand auf die 130 □Fuß aller Ruderschaukeln gekommen. Aus diesem Widerstande kann nun die Kraft, welche die Ruderknechte oder Galerensclaven haben anwenden müssen, leicht berechnet werden.

§. 70.

a. Da der innere Arm des Ruders 6 Fuß lang war, und an demselben nicht mehr als 4 Scaven gesetzt haben werden, weil sie sonst nicht Raum gehabt hätten,

ten, ob man gleich auch bis 5 ansetzt, (da dann aber das ganze Ruder länger als 18 Fuß, und so auch der innere Arm länger als 6 Fuß) so ist es nothwendig, daß diese 4 Schläven das Ruder an verschiednen Orten müssen gefaßt und angezogen haben. Eine geringere Distanz als  $1\frac{1}{2}$  Fuß kann man wegen der Schultern nicht annehmen. Es mögen also die Punkte, an denen die Schläven die Hände applicirt haben, vom Nagel ab folgende seyn:  $1\frac{1}{2}$ , 3,  $4\frac{1}{2}$ , 6 Fuß. 'Dafür wollen wir annehmen, als wenn alle Schläven im 4ten Fuß vom Nagel an hätten faßen können. Es verhält sich also nach den Regeln des Hebels der Widerstand des Wassers gegen die Schaufeln der Ruder, zu der Kraft der Ruderknechte d. h. die Kraft am langen Ende des Hebels oder Ruders, verhält sich zur Kraft am kurzen Ende des Ruders, wie 4 : 11, oder  $4 : 11 = 1685 : 4634$ . Auf die Ruderknechte sind also 4634 ℔ gekommen und demnach auf jeden  $\frac{4634}{4} = 1158\frac{1}{2}$  also beynähe 18 ℔ gekommen. Nach §. 65 mußten bey ieder neuen Bewegung der Ruder 3120 ℔ applicirt werden, wenn die Galere alle  $2\frac{1}{2}$  Sec. 18 Fuß machen sollte. Nun ist aber die bewegende Kraft der Galere aus der sichern Berechnung ihrer Geschwindigkeit durch die Sinus =  $1685 + 4628 = 6312$ , welche 6312 ℔ iede  $2\frac{1}{2}$  Secunde sind angewendet worden. 'Demnach sind  $6312 - 3120 = 3192$  ℔ Kraft verlohren gegangen, 'oder die Galere müßte einen weit stärkern Widerstand als  $\frac{1}{7}$  (Euler nimmt ihn gar  $\frac{1}{7}$  bis  $\frac{1}{3}$  an) gehabt haben, welches man aber bey der Gestalt ihres Vordertheils nicht wohl annehmen kann. Hätte die Galere nur 150 □ Fuß in ihrer breitesten Durchschnitfläche gehabt, nach §. 66. so wäre ihr Widerstand bey 9 Fuß Geschwindigkeit in der ersten Sec. =  $\frac{150}{4} \times 9^2$

D

80.

gewesen, wenn ihr Widerstand wegen der scharfen und langen Prora  $\frac{1}{3}$  ist.  $\frac{150}{4} \times 9^2 = 3037$  und nach dem

Bouguer 2024  $\mathcal{L}$ . Hiervon abgezogen nach §. 66 768  $\mathcal{L}$ .  $2024 - 768 = 1256$   $\mathcal{L}$ , welche 1256  $\mathcal{L}$  jede  $2\frac{1}{2}$  Sec. zu appliciren waren. Nun sind aber 6312  $\mathcal{L}$  Kraft jede  $2\frac{1}{2}$  Sec. applicire worden.  $6312 - 1256 = 5056$ . So wären denn gar 5056  $\mathcal{L}$  Menschenkraft verlohren worden.

§. 71.  
 Der Verlust der bewegenden Kraft bey den gewöhnlichen Ruderschiffen kommt theils von dem Fußstöß, theils von der Richtung, in welcher die bewegende Kraft der Ruder bey der Galere und allen Ruderschiffen angebracht wird. Wenn der Ruder knecht in F das Ende C des Ruders FC fig. 16 durch den Bogen CD = 12 Fuß in der Luft nach vorn bewegt, und bey D ins Wasser fallen läßt, so hat er sich mit dem Ende F nach G bewegt. In H ist der Nagel. Nun zieht er das Ruder wieder von G nach F und bringt es in eine mit FC parallele Richtung. (GE = AC fig. 15) die es vorher hatte. Während dieser Bewegung und in dieser Zeit läuft das Schiff durch die Sinus, die zwischen DA und MB fallen, vorwärts, nimmt den Nagel H und das an ihm liegende Ruder FC mit, und das Ruder FC ist zwischen D und A gekommen und hat eine Richtung, die parallel mit FC ist. Die Hände des Ruder knechts und der Widerstand des Wassers gegen die Schaufeln wirken wegen der Richtung GD des Ruders in den Nagel H in der Linie HI, und also wird die bewegende Kraft dem Schiffe, welches in der Linie HE sich bewegen soll, in der Linie HI applicirt, in welcher Linie d. h. in der senkrechten, auch das



Darum müssen sie nothwendig schwer zu regieren seyn und viel Menschenkraft erfordern. Macht man sie kürzer, wie bey diesem Versuch geschehn ist, so beschreiben sie einen zu großen Bogen in Graden, und schaden von dieser Seite. Also sind die horizontellen Ruder keiner Verbesserung fähig. Ist der Verlust  $\frac{7}{7}$  wegen der Direction HI fig. 16. so beträgt er  $\frac{6311}{17} \times 7 = 2597 \text{ \textasciix} \text{ \textasciix}$ , denn 6311  $\text{ \textasciix} \text{ \textasciix}$  war nach §.

17

70. die Kraft aller Ruder. Nach §. 70. g. wurden 3192 und nach §. 70. k gar 5056  $\text{ \textasciix} \text{ \textasciix}$  bewegende Kraft verlohren. Wenn 2597  $\text{ \textasciix} \text{ \textasciix}$  durch die Direction HI verlohren gehn, so bleiben im erstern Fall 3192 - 2597 = 595  $\text{ \textasciix} \text{ \textasciix}$  und im zweiten 2459  $\text{ \textasciix} \text{ \textasciix}$  auf den Fußstoß. Im letztern Fall beträgt der Verlust durch den Fußstoß = 2459, noch mehr als die Kraft des widerstehenden Wassers gegen die Schaufeln der Ruder, denn diese war blos 1685  $\text{ \textasciix} \text{ \textasciix}$  (§. 68. b.) Wenn man den Verlust der Kraft, welcher durch den Fußstoß bewirkt wird, (und den man, durch ausgestopfte Strohsäcke unter den Fuß, meist heben könnte) dem Widerstande des Wassers gegen die Schaufeln gleichschätzt, wie man das thut, so schließt man nicht richtig, denn man übersieht die Kraft der Arm u. Muskeln, die ihr Fulkrum in dem gegenwärtigen Fall nicht blos da haben, wo der Fuß sich anstämmt, sondern auch zum Theil blos an dem Orte wo sie anhängen, und ihr Fulkrum ist zugleich das Gewicht des Körpers überhaupt oder seine Schwere, und hier zugleich die Direction seines zurückgebognen Körpers, (welche die Schaufel durch 3 Fuß, so fällt der Körper des Slaven am Ende des innern Arms wegen dieses Weichens fast durch  $1\frac{1}{2}$  Fuß zurück, die übrigen  $4\frac{1}{2}$  Fuß weil das fortgehende Schiff das Ruder

in

in die schiefe Lage bringt, in welcher es scheint, daß es einen Bogen von 12 Fuß beschrieben habe, oder durch 12 Fuß gewichen sey) d. h. die Last des Körpers selbst, nach den Gesetzen von der schiefen Fläche, denn ein Mensch hat auch eine bestimmte Kraft der Armmuskeln, wenn er sich mit den Füßen gar nicht anstammt, z. E. wenn er auf der Erde liegt und etwas an sich zieht. Den Verlust in der Linie HI fig. 16. n leiden auch die Schiffe, wenn sie schief segeln, und durch die Inclinationen, da hingegen Schiffe, welche gerade hinsegeln und keine Inclinationen leiden, allezeit in der Diagonale und also den nächsten und kürzesten Weg laufen. Dieser Verlust würde nicht selten größer seyn, als der Vortheil, den man durch diese schiefe Auffangung des Windes durch alle Segel erhalten kann, (besonders weil man alsdenn nur eines von den Segeln brauchen kann, die man außerhalb dem Schiff an den seitwärts über Bord hinausgehenden Stangen befestiget) wenn man dadurch nicht wiederum den ähnlichen Verlust durch die Inclinationen ersparte.

§. 73.

Bei perpendicularen Rudern leidet das Schiff in seinem geraden Lauf nach vorn durch die Erhebung des Ruders von C nach D fig. 16. zwar nichts, aber die Kraft wird doch etwas geschwächt, wenn der Winkel DHC zu groß ist. Die Direction der bewegenden Kraft der Ruderer und der Widerstand des Wassers geht zwar allezeit nach vorn, aber zugleich in die Höhe. So wenig das beträgt, so würde doch gewonnen werden, wenn die Direction der bewegenden Kraft mit der Wasserfläche gar keinen oder doch nur einen sehr scharfen Winkel machte (§. 4. f.) und das erhält man,

D 3

man,

man, wenn das Ruder, und besonders der Arm im Wasser d. h. der untere bey senkrechten Rudern, lang ist. Die bewegende Kraft, welche an den beyden Enden des Ruders applicirt wird, vereinigt sich in dem mittlern Punkt, wo das Ruder das Schiff berührt, wie bey dem Hebel §. 52, und wirkt dem Widerstande des Wassers gegen das Schiff gerade entgegen. Das dem Schiffe widerstehende Wasser wirkt von vorn nach hinten, und der Widerstand verringert sich da, wo die bewegende Kraft sich vereinigt, nämlich an der Aye des Ruders, und die bewegende Kraft an beyden Enden des Ruders, nämlich die Menschenkraft am kurzen Ende des Ruders, und die Kraft des Widerstandes vom Wasser gegen die Schaufel, am langen, wirkt gerade nach vorn, genau so wie fig. 13 §. 54. Die Menschenkraft ist das Gewicht D fig. 12, der Widerstand des Wassers gegen die Schaufel ist das Gewicht F, und der Widerstand des Wassers gegen das Schiff ist das Gewichte E. Jene zwey wirken von A und C nach G und H und dieses von B nach E. Ist nun die bewegende Kraft in D und F stärker als E, so bewegt sich der Punkt B in der Richtung AG und CH. Völlig so bewegt sich das Schiff, und es ist daher nichts offener, als daß die Ruder homobromische Hebel sind. Es sey ABC fig. 11 das Ruder, in A die Menschenkraft, C im Wasser und in B die Aye oder der Nagel des Schiffs. Das Ruder werde in die Lage DE gebracht und von D nach A gezogen in der Linie DM, so widersteht das Wasser der Schaufel in der Linie BE, und der Widerstand des Schiffs wirkt in der Linie By. In der Lage DE wirkt die bewegende Kraft nach BO, welche also mit QB den Winkel OBQ macht. Wird der Arm BC verlängert, so wirkt die bewegende Kraft, welche sich in B vereinigt, in der Linie PB, die mit QB den Winkel

fel

fel  $PBQ$  macht, der schärfer ist als  $OBQ$ . Unter dem Winkel  $PBQ$  wird das Schiff leichter bewegt nach  $S$ . 2. f., denn die Linie  $PB$  entfernt sich von der Linie der Bewegung  $BQ$  weniger. Da indes die Linie  $OB$  bey senkrechten Rudern einerley Richtung mit der Linie der Bewegung hat, nämlich nach vorn, hlos nach oben geht, und die Fortbewegung wenig hindert, nicht so wie  $IH$  fig. 16 bey horizontalen Rudern, und da der Hebel  $AI$  mehr Menschenkraft fordert als  $AC$ , weil  $BI = 4 AB$  und  $BC$  nur  $2 AB$ , so scheint es nicht vortheilhaft, am wenigsten bey senkrechten Rudern, wo  $OB$  nicht so schädlich ist als bey horizontalen Rudern, den Arm  $BC$  zu lang zu machen, welches ich  $S$ . 86 näher untersuchen will.

$S$ . 74.

Wegen des Schadens vom Fußstoß und der falschen Applikation der Kraft der Ruder in der Linie  $HI$  fig. 16 hat man daher aus der Erfahrung gefunden, daß es allezeit vortheilhafter sey, Stromschiffe mit Stangen fortzustößen, wenn nur irgend Grund zu erlangen ist, in einer so konträren Direktion hier auch die bewegende Kraft dem Schiffe mitgetheilt, und so viel auch dadurch verlohren wird, wenn man überlegt, daß die bewegende Kraft gleichsam aus der Tiefe herauskommen, und vermittelst des gekrümmten Körpers des Ruder knechts durch seine Füße, und meist in einer absteigenden Direktion mitgetheilt werden muß. Es haben aber die gewöhnlichen Ruder, e außer der Direktion  $HI$  fig. 16 und dem Fußstoß, noch andre große Unvollkommenheiten, wodurch die Kräfte der Ruderer erschöpft, und der Lauf des Schiffs aufgehalten wird, z. B. 1) der Ruder knecht kann d sich an nichts anhalten oder anstünnen, wenn er sei-

D 4.

nen

nen nach dem Vordertheil des Schiffs reclinierten Körper aufhebt und wieder nach dem Hintertheil zu bringt, nach welchem er sein Gesicht wendet. 2) Er muß das schwere Ruder aus dem Wasser heben. Beydes erfchöpft seine Kräfte; 3) ist der Wind nur ein wenig stark, so ist, er komme woher er wolle, die Bewegung der Ruder sehr beschwerlich. Diese und andre Unbequemlichkeiten und Nachteile sind nicht bey den senkrechten Rudern, darum hat die Natur ihren lebenden und schwimmenden Schiffen senkrechte und keine horizontelle Ruder anerschaffen. Bey senkrechten Rudern kann 1) der Fußstoß nicht nur ganz verhütet, sondern auch bey dem Zurückbringen des Ruders, oder der Schaufel nach vorn, zum Vortheil des Laufs des Schiffs angewandt werden. 2) Die bewegende Kräfte werden in eben der Direction, welche der Lauf des Schiffs hat, nämlich nach vorn zu applicirt. 3) Die Kräfte der Ruder knechte werden geschont, denn sie können sich bey dem Zurückbringen, nämlich der Schaufel nach vorn, anstammen, und dieses Anstammen befördert sogar den Lauf des Schiffs. 4) Das Ruder ist mehr in der Tiefe, und kann von den Wellen nicht so leicht beleidiget werden. 5) Der untere Arm des Ruders kann so lang und stark gemacht werden, als man es irgend nützlich findet, er belastet deshalb das Schiff nicht mehr, noch ist er wegen seiner größern Last und Länge schwerer zu regieren, weil das Holz im Wasser kein Gewicht hat. 6) Es fehlt dem Ruder nie am Wasser, auch können sie bey jedem Winde gebraucht werden, und von beyden Seiten. 7) Der Ruder knecht braucht ganz und gar nichts von seiner Kraft wegen der Last des Ruders aufzuwenden, da er hingegen bey horizontalen Rudern dasselbe aus dem Wasser heben und den schweren langen Arm, indem er ihn nach vorn bringt, außer dem Wasser schwebend

und

und im Gleichgewicht mit dem innern erhalten muß, welches ihm um so mehr Kräfte kostet, weil er seine hebende Kraft am kurzen Arme des Ruders applicire.

## §. 75.

Nach dieser Vorausschickung wende ich mich zur Abhandlung von den senkrechten Rudern, bey welcher ich mich bemühen werde, die bisherige Untersuchung von dem mit der Galere angestellten Versuch zu benutzen.

## §. 76.

Bei hohen Seeschiffen können keine andre als senkrechte Ruder angebracht werden, denn die schief horizontale Ruder würden weit länger seyn müssen, als bey den Galeren, dadurch weit schwerer an sich werden, und auch weit mehr Kraft erfordern, wenn man sie aus dem Wasser heben und nach vorn bringen wollte, denn außerdem daß wegen des langen Arms am kurzen um soviel mehr Kraft muß angewandt werden, als iener länger ist, so kommt hier auch eine sehr schiefe Fläche vor, und ist das Ruder um soviel schwerer aus dem Wasser zu heben und nach vorn zu bringen, je schief und tiefer absteigend das Ruder ist, weil die Last des Ruders in dieser schiefen Richtung einer Last gleich ist, die in einer schiefen Fläche hinaufbewegt wird und auf der schiefen Fläche nachher soll erhalten werden. Schiefe horizontale Ruder an hohen Seeschiffen würden also noch mehr Menschen erfordern, um sie zu regieren und zu bewegen, als die Galereneruder, welche große Menschenzahl man selten auf hohen Seeschiffen hat.

zum andern man s. 77.

<sup>a</sup> Bey den senkrechten Rudern, welche im Wasser bleiben müssen, kommt es vorzüglich auf zwey Sachen an: 1) den Widerstand des Wassers gegen die Schaufel zu verstärken, damit das Ruder nicht allzu groß dürfe gemacht werden, das Ruder so wenig als möglich im Wasser weiche, und das Wasser gleichsam <sup>b</sup> als ein festes Fulkrum widerstehe; 2) das Zurückbringen der Schaufel nach vorn mit dem geringsten Nachtheil für das Schiff zu bewerkeln.

## S. 78.

<sup>a</sup> Die Erfindung senkrechter Ruder an sich ist nicht neu. Man prakticirt sie auf kleinen Rähnen täglich, wenn der Ruderer im Rahn stehend rudert, da er denn die eine Hand zum mittlern Punkt des Ruders macht, und durch sie und durch seinen Körper die bewegende Kraft dem Rahn, obgleich unter einer höchst nachtheiligen Direktion, nämlich durch den senkrechten Stand seines Körpers, durch seine Füße dem Boden des Rahns applicirt, und dem ohnerachtet den <sup>b</sup> Rahn ziemlich schnell fortbewegt. An Seeschiffen hat man sie schon vor mehr als 60 Jahren in Frankreich versucht. Nachdem ich ebenfalls auf diese Idee gekommen war, so fand ich in den Memoires der Pariser Akademie vom Jahr 1720 oder 21, daß diese Erfindung schon zu tener Zeit ist gemacht und versucht worden, eben sowohl wie die Versüßung des Seewassers durch die Destillation. Der Versuch ist im Hafen zu Nantes oder Rochelle (wenn mich mein Gedächtnis nicht trügt) gemacht worden, und zwar <sup>a</sup> mit zwey großen platten Rudern. Diese Ruder haben sehr gut gewürkt, aber da ein so großes Ruder von den Wellen in der offenbaren See ohnfehlbar müß-

te

te zer schlagen werden, seine Bewegung nach vorn, wenn sie auch in längerer Zeit geschieht, doch dem Lauf des Schiffs sehr nachtheilig ist, so hat man ohne Zweifel wegen dieser und anderer Schwierigkeiten die Idee von senkrechten Rudern wieder aufgegeben.

## §. 79.

Mein erster Gedanke von senkrechten Rudern führte mich ebenfalls auf große, trianguläre, platte Ruder, mit Ventilen, welche sich bey der Bewegung des Ruders nach vorn öffneten, und bey seiner Bewegung nach hinten schlossen: weil ich aber sehr bald erkannte, daß dergleichen Ruder vielen Schwierigkeiten ausgesetzt wären, und in dem Vorurtheil stand, daß das Wasser einer Hohlfläche ungleich mehr widerstehn müsse als einer platten Fläche, so verwechselte ich die Idee von platten Rudern mit der Idee von prismatischen Hohlrudern, welche mit ihrer Schärfe nach vorn bewegt, und mit ihrer prismatischen Cavität nach hinten gestossen würden.

## §. 80.

Ein nachher angestellter Versuch hat mich belehrt, daß das Wasser prismatischen Hohlrudern weit weniger widerstehe, als einem platten Ruder von gleicher Größe, selbst wenn das Hohlruder oben und unten zu, und nur nach hinten offen ist. Indes schien mir der Nutzen von den Rudern zu groß und zu wichtig, als daß ich die Idee von senkrechten Rudern sogleich aufgeben sollte. Ich bemühte mich daher eine bessere und brauchbarere Art senkrechter Ruder zu finden, die mit Vortheil an hohen Seeschiffen könnten angebracht werden. Ob ich in meinem Suchen glücklich gewesen bin,

bin,

bin, das wird die Erfahrung entscheiden, und ich hoffe zum Vortheil meiner Erfindung, entscheiden.

## §. 81.

<sup>a</sup> Das Wasser widersteht einer ebenen Fläche, welche sich unter einem rechten Winkel gegen das Wasser bewegt, am stärksten, und also müssen die platten <sup>b</sup> Ruder beygehalten werden, da aber senkrechte Ruder im Wasser bleiben, und ihr Zurückbringen nach vorn, es geschehe denn äußerst langsam, dem Schiff so nachtheilig ist, daß der Nutzen von den Rudern dadurch fast gänzlich aufgehoben wird, oder doch so überaus verringert, daß sie der Kosten und der Arbeit nicht mehr werth bleiben die sie verursachen, so muß man darauf Bedacht nehmen, diese Ruder auf eine solche Weise zurück zu bringen, daß der Schaden, den das Schiff in seinem Lauf dadurch leidet, unbedeutend sey. Dis kann auf folgende Weise geschehn.

## §. 82.

<sup>a</sup> Man befestige eine hölzerne oder eiserne Aye BC fig. 31 über der Meeresfläche außerhalb in der Seite des Schiffs, welche Aye sich in eine Kugel A endiget. <sup>b</sup> Ueber diese Kugel bewegt sich locker eine andre Kugel, die aus zwey halben Hohlkugeln DEF und GHD zusammengesetzt, wovon eine Hohlkugel oben die andre <sup>c</sup> unten ist. Auf ieder dieser Halbkugeln, in ihrer äußerlichen Mitte ist ein senkrechter hohler Cylinder E und H, in welche der obere und untere Arm des Ruders eingefest wird, oder ein Zapfen, welcher in die Arme paßt. Dieser obere Arm wird durch horizontelle lange Stangen vom ersten Berdeck gestossen, <sup>d</sup> davon in der Folge. Damit man das Ruder wenden könne, so hat jede Halbkugel, da wo die Aye hinein geht,

geht, einen horizontalen Ausschnitt von 90 Grad Länge und dem halben Diameter der Aye Fl. IS. Die Höhe des Ausschnitts von beyden Kugeln ist also der Höhe gleich, die der Diameter der Aye hat = FG. Vermittelst dieses Ausschnittes kann man das ganze Ruder durch 90 Grad d. h. so wenden, daß bald die Fläche, bald die Schärfe des Ruders nach hinten oder nach vorn kommt. Der Ausschnitt der obern Kugel F muß von der Höhe (etwas mehr als der halbe Durchmesser der Aye = IF fig. 31.) seyn, daß der Rand der obern Halbkugel nicht auf der Aye, sondern die innere Halbkugel auf der obern Kugel A ruhe und sich auf ihr bewege, weil sonst die Aye bald würde ausgeschliffen werden und daher ihre Stärke verlieren. Der Ausschnitt in der untern hohlen Halbkugel muß von der Tiefe seyn, (ebenfalls etwas mehr als der halbe Durchmesser der Aye IG) daß sich, so oft es nöthig ist, die Breite der Schaufel ganz an der Seite des Schiffs fest anlegen kann, sobald der obere Arm nach außen gestoßen und befestigt wird, oder falls man diesen abnehmen will, der untere Arm an die Seite des Schiffs kann befestiget werden. Wenn z. E. die Aye h BC einen oder  $1\frac{1}{2}$  Schuh außerm Schiffe, und ihre Höhe FG 3 Zoll ist, (sobald sie von Eisen) so müßte der Ausschnitt IF der obern Halbkugel etwas über  $1\frac{1}{2}$  Zoll und der Ausschnitt IG der untern Halbkugel noch was mehr betragen. Die obere Halbkugel ist mit Leder durchbohrt, durch welche sie kann eingeschnürt werden, wozu Talc mit etwas Theer vermischt, am besten seyn wird, weil Theer allein zu bald eine Pechrinde macht. Beyde Hohlkugeln können, so oft es nöthig ist, (z. E. um von der Kugel A das überflüssige Pech abzustößen, wie von einer Wagenare) voneinander genommen werden. Zu diesem Behuf haben sie einen an drey, vier u. Orten durchbohrten Rand,

Rand, vermittelst welchem sie an einander befestiget werden können.

§. 83.

Eine ähnliche Veranstaltung zur Bewegung vermittelst einer Kugel finden wir in den meisten thierischen Artikulationen, besonders in der Artikulation des Schenkelbeins mit dem Hüftbein.

§. 84.

a Vermittelst der Befestigung der zwey Halbkugeln auf einander, und des obern und untern Armes in ihren Cylindern, werden alle Theile dieses Ruders zu b einer zusammengesetzten steifen Linie. In den Oberarm wird dann an einem beliebigen Orte ein Querrisen oder Querriegel gesteckt, der von einem Matrosen, so oft das Ruder soll gewendet werden, durch 90 Grad rechts oder links gedreht wird.

§. 85.

a Der obere Arm muß bey diesen senkrechten Rudern kürzer als der untere seyn, eben so wie der innere bey den horizontalen kürzer als der äußere, wenn das b Schiff soll schnell fortgebracht werden. Man würde nichts gewinnen, wenn man beyde Arme gleich lang, (nach dem de la Hire, wenn ich nicht irre,) oder wenn man gar nach Vorschrift des Mr. Bouguer, den äußern Arm kürzer machen wollte als den innern, denn obgleich alsdenn mehr Widerstand auf die Schaufel käme und man weniger Ruder knechte brauchte, so müssen sich doch diese, selbst schon bey einer mäßigen Geschwindigkeit des Schiffs, durch einen so großen Raum bewegen, daß sie es nicht aushalten könnten. Der

Der größte Raum, durch den ein Mensch vorwärts oder zurückfallen kann bey der Bewegung des Ruders, geht nicht über sechs Fuß, er sitze oder stehe. Sisset er, so muß er noch dazu die Hände sehr ausstrecken und an sich ziehen, wenn er das Ende G fig. 16. von G bis F = 6 Fuß bewegen soll. Faßt er zwischen G a und H das Ruder an, so braucht er zwar nicht durch 6 Fuß zurück (bey senkrechten Rudern vorwärts) zu fallen und sich durch eben so viel Fuß wieder aufzurichten, aber er muß davor mehr Kraft anwenden als in G, um das Ruder zu bewegen. Wenn der Ruderer das Ruder, dessen äußerer Arm HD 3. B. 12 Fuß, und der innere GH 6 Fuß ist, bey D ins Wasser setzt, und das Ruder weicht im Wasser von D bis A = 3 Fuß nach S. 67, so ist die Geschwindigkeit des Schiffs in der Zeit, da der Ruderer das Ruder an sich zieht und zurückfällt d. h. in  $\frac{1}{2}$  Sec. (S. 67.)  $8\frac{3}{4}$  Fuß S. 67. In der Zeit, da der Ruderer das Ruder an sich zieht, hat das Schiff seine größte Geschwindigkeit S. 59. 60. und diese Geschwindigkeit kann nicht größer seyn als DM fig. 16, wenn in D ein Fulcrum ist, das gar nicht weicht, und bis nach den Regeln des Hebels. Ist der Zwischenraum zwischen zwey Ruderbewegungen  $3 \times \frac{1}{2}$  Sec. =  $2\frac{1}{2}$  Sec., so ist zu Ende der ersten  $\frac{1}{2}$  Sec. das Ende E fig. 15. in L, da nun KL parallel ist AC, so scheint E bis C sich bewegt zu haben, welches aber nicht wahr ist, denn sonst könnte sich das Schiff nicht einen Zoll oder eine Linie fortbewegt haben, so wenig als wenn das Ruder in der Luft von E bis C bewegt würde. Das Ende E darf durchaus nicht weiter als bis L weichen, wenn die Last in B, oder das Schiff, und der Nagel im Schiff, woran sich das Ruder preßt, bis H kommen soll, nach der Regel des homodynamischen Hebels, nach welchem allein die Fortbewegung des Schiffs

Schiffs durch die Ruder deutlich und begreiflich ist.  
 k Wenn also der Ruderer von G fig. 16. bis F fällt, so  
 fällt er eigentlich in  $\frac{1}{2}$  Sec. wegen DA nur bis 2, und  
 wegen des fortgehenden Schiffs in eben diesen  $\frac{1}{2}$  Sec.  
 von a bis F, denn siele der Ruderer nicht von G bis  
 F, so könnte das Ruder nicht wieder in die Lage KL  
 l fig. 15. die parallel mit AC ist, kommen. Ist nun  
 fig. 16. AB = 8 Fuß, und die größte Geschwindigkeit  
 des Schiffs in der ersten  $\frac{1}{2}$  Sec. zwischen DM und  
 AB, bey welcher der Ruderer von G bis F fällt d. h.  
 durch 6 Fuß, und man wollte die Sache umwenden,  
 und um Menschenkraft zu ersparen, den innern Arm  
 zweymal länger machen als den äußern, so würde der  
 Ruderer von C nach D in  $\frac{1}{2}$  Sec. fallen müssen d. h.  
 durch 12 Fuß, welches nicht möglich ist, und die größte  
 Geschwindigkeit des Schiffs wäre dann nicht größer  
 als der Sinus zwischen GW und aQ, und so nach die  
 folgenden Geschwindigkeiten in den folgenden zwey  $\frac{1}{2}$   
 m Sec. verhältnismäßig noch weniger. Wenn man  
 also schnell rudern will, so muß der Arm, der im Was-  
 ser ist, notwendig länger seyn, als der, an welchem  
 n die Menschenkraft applicirt wird. Macht man den  
 Arm HC fig. 16. viermal so lang als FH d. h. HC =  
 24 Fuß, wenn FH = 6 Fuß, und G wird in  $\frac{1}{2}$  Sec.  
 bis F bewegt, so bewegt sich, wenn AB = 8 Fuß war,  
 (bey HC = 12 Fuß,) das Schiff durch 17 $\frac{1}{2}$  Fuß in  
 $\frac{1}{2}$  Sec. (erstaunende Geschwindigkeit) aber man muß  
 dann 4 mal soviel Menschen dazu haben, als bey der  
 Geschwindigkeit von 8 $\frac{1}{2}$  Fuß = Sinus zwischen DM  
 o und AB. Indessen ist dis schon ein sehr großer Vor-  
 theil, und kann von großem Nutzen seyn, besonders  
 bey Courierschiffen, daß man im Stande ist eine so  
 große und eine noch größere Geschwindigkeit zu erthei-  
 len, sobald man die gehörige Menschenzahl anwenden  
 p will und kann; macht man aber den äußern Arm kür-  
 zer

zer als den innern, z. E.  $FH = 2 HC$  und  $HC$  wäre der innere oder obere Arm, und  $FH$  der Arm im Wasser, der äußere oder untere, so kann, man wende noch so viel Menschenkraft in  $C$  an, doch nur eine sehr geringe Geschwindigkeit erhalten werden, nie eine größere Geschwindigkeit als von 2 Fuß in  $\frac{1}{2}$  Secunde, denn wenn fig. 16.  $AB = 8$  Fuß, so ist  $aQ = 4$  Fuß, und da sich ein Mensch nicht durch 12 Fuß =  $CD$ , sondern nur bis  $R = 6$  Fuß bewegen kann, so entsteht statt des Sinus  $aQ = 4$  Fuß ein Sinus von 2 Fuß, (oder eigentlich  $2\frac{1}{2}$  Fuß) welches dann die größte Geschwindigkeit ist, die man einem Schiffe geben kann, sobald der innere Arm zweymal so lang ist als der äußere, man brauche so viel Menschen als man wolle. Es kommt aber die angegebne Geschwindigkeit nicht einmal heraus, denn wenn  $GH = 6$  Fuß, so ist der Sinus  $GW$  nur 5,05 oder  $5\frac{1}{2}$  Fuß, denn der Winkel  $FHG = 57^\circ 20'$  (eigentlich nur  $57^\circ 19' 30''$ ) also noch nicht die Hälfte von  $DM$  der = 10, 1 Fuß. Weicht  $GH$  nur durch 3 Fuß, da sich der Matrose in  $C$ , wenn  $HC = 12$  Fuß, nur durch 6 Fuß bewegen kann, so hat der Bogen von 3 Fuß  $28^\circ 40'$  und sein Sinus ist 2, 87 Fuß. Nun weicht aber die Schaufel zwischen  $GH$  eben sowohl wie die Schaufel zwischen  $HD$ , wenn  $HD$  im Wasser ist, und wir wollen annehmen, daß sie nur 1 Fuß weicht, so ist die größte Geschwindigkeit, welche man geben kann = 1, 57 Fuß. Es muß aber die Schaufel, wenn sie nur 1 Fuß weichen soll, 16 mal größer seyn als zwischen  $HD$ , denn wenn die Schaufel in  $D$  in einerley Zeit durch 4 Fuß weicht, so ist der Widerstand des Wassers gegen sie  $4^2$  mal stärker als wenn sie durch 1 Fuß weicht, will ich also diesen 16 mal stärkern Widerstand bey 1 Fuß erhalten, so muß die Fläche, welche den Widerstand leidet, 16 mal größer seyn. Eine Schau-

E

Schau-

Schaufel, die 16 mal breiter ist, würde aber vielen Beschwerlichkeiten ausgesetzt seyn, und da dem ohnerachtet die Geschwindigkeit doch nur 1. 87 Fuß wäre, so ist gar nicht daran zu gedenken, den Arm im Wasser kürzer, oder auch nur gleich lang mit dem innern <sup>u</sup> oder obern Arm zu machen. Ein angestellter Versuch <sup>v</sup> würde die Wahrheit davon beweisen. Will man also schnell fortkommen, so muß der Arm mit der Schaufel allezeit länger seyn, um wie viel aber, das ist willkürlich, und dependirt von der Geschwindigkeit, die man verlangt, und von der Zahl Menschen, die man <sup>w</sup> ans Ruder stellen kann. Diese zwey Bedingungen allein bestimmen das Verhältnis der Länge der Arme des Ruders gegen einander. Man kann den Arm im Wasser zehnmal so lang machen, als den andern, und dann macht ein solch Schiff eben so viel größere Schritte, als ein Strauß wegen der langen Beine größere <sup>x</sup> Schritte machen kann wie ein Huhn, denn auf eben die Weise, wie Menschen und Thiere sich fortbewegen, auf eben die Weise wird auch ein Schiff durch die Ruder <sup>y</sup> fortbewegt. Die Natur applicirt die bewegende Kraft allezeit auf eben die Weise, nämlich sie spart die Kraft nicht, sondern die Zeit, und applicirt die Muskeln da, wo die Bewegung am schwersten ist. In Conformität mit der Natur könnte man daher bey den Rudern die bewegende Kraft auch zwischen H C fig. 16 anbringen, und dann würde eben das gelten, nämlich will man eine schnelle Bewegung, so muß die bewegende Kraft nahe an H gebracht werden, aber diese Einrichtung ist bey den Rudern mit vielen Schwierigkeiten verbunden, und wir würden nichts dabey gewinnen.

§. 86.

Das beste Verhältniß der Länge von beyden Armen des Ruders läßt sich also nicht überhaupt bestimmen. In den nachstehenden Berechnungen habe ich angenommen, daß sich der obere Arm zum untern wie 1 zu 2 verhalte. Hat man viel Menschen, so kann man das Verhältniß wie 2 : 5, auch wie 1 : 3, oder wohl gar wie 1 : 4 oder 1 : 5 u. s. w. machen. Nach der Menschenzahl, welche man zum Rudern entbehren kann, und nach der Geschwindigkeit, welche man verlangt, muß man also die Ruder einrichten. Ist b der untere Arm des Ruders 12 Fuß lang, und der obere 6 Fuß, so kann man nicht mehr als 18 oder 18½ Fuß in 2½ Sec. machen, weil alsdenn der Matrose in G fig. 16 schon durch 6 Fuß seinen Körper bewegen muß, welches schon sehr viel ist. Einen größern Bogens CD muß das Ruder auch nicht beschreiben, weil sonst nach fig. 11. (S. 73. g.) die bewegende Kraft nicht vortheilhaft applicirt wird. Lange Ruder sind in ieder Betrachtung, wo Tiefe genug ist, wie auf der See, nützlicher z. E. wenn der untere Arm 24 Fuß ist, und der obere 6 Fuß, so kann man damit 36 bis 37 Fuß in 2½ Sec. machen, der Bogen CD, den das Ende C fig. 16 denn beschreibt, ist 24 Fuß, aber der Ruderfnecht bewegt sich doch in G nur durch 6 Fuß. Soll er sich nicht durch 6 Fuß bewegen, und ermattet ihn das zu sehr, so kann er zwischen GH seine Stange ansetzen, durch welche er das senkrecht Ruder von oben herabstößt. Wenn der Arm f BL, fig. 11, lang ist, so kann man alle Geschwindigkeiten geben. Bewegt der Matrose das Ende D nur durch 3 Fuß, so bewegt sich das Ende H durch 12 Fuß, wenn BH = 4 DB, wird D durch 6 Fuß bewegt, so I durch 24 Fuß u. s. w. Eben z

E 2

so

so kann man den obern Arm auch länger machen, denn es kommt nicht auf seine Länge, sondern auf den Ort an, wo die stoßende Stange angefest wird. Z. B. So kann, wenn der untere Arm 12 Fuß lang ist, der obere es auch seyn, und von 3 Zoll zu 3 Zoll Löcher haben, durch die man einen Niegel stecken kann, welcher verhindert, daß die bewegende Stange nicht tiefer geht als man will. Z. B. fig. 11. so kann man, wenn man viel Menschen hat, die bewegende Kraft in D appliciren, und bey wenig Menschen in R oder zwischen R und D. Wenn in R, so braucht man nur, wenn  $RD = DB$ , den 4ten Theil Menschen wie in D, aber das Schiff hat dann auch nur die halbe Geschwindigkeit. Also kann man diese Ruder, welche gleiche Arme haben, brauchen wie man will, und bey ieder Menschenzahl. Das Generale ist also dieses: da der größte Raum, durch den das Ende G fig. 16 kann bewegt werden, d. h. durch den der Matrose sich bewegen kann, 6 Fuß ist, und da ohne Nachtheil für die Bewegung des Schiffs der Bogen CD auch nicht über 12 Fuß seyn muß, so darf HC nicht kürzer als 12 Fuß seyn, wenn man die Geschwindigkeit von 18 1 Fuß in  $2\frac{1}{2}$  Sec. verlangt. Besser ist es, man macht m HC länger, 15 bis 18 Fuß = 3 mal GH. Verlangt man aber eine Geschwindigkeit von 36 Fuß in  $2\frac{1}{2}$  Sec., so muß HC nicht kürzer als 24 Fuß seyn, wenn  $GH = 6$  Fuß. Die Schaufel bleibt darum immer von einerley Größe. Macht man die Schaufel größer, als ich sie in der Folge annehme, so ist der Widerstand des Wassers gegen sie stärker, also weicht sie weniger, und so wird der Bogen DA fig. 16 kleiner, aber der Sinus AB und also auch die Geschwindigkeit des Schiffs etwas größer. Ist die Schaufel noch einmal so groß, so wächst die Geschwindigkeit um  $\frac{OD}{2}$ , welches

ches nicht beträchtlich ist. Breite Schaufeln haben p  
 aber auch Unbequemlichkeiten, die ienem Zuwachs  
 von Geschwindigkeit =  $\frac{OD}{2}$  vielleicht das Gleichge-

wicht halten. Wenn HD fig. 16 = 12 Fuß und DC <sup>9</sup>  
 = 12 Fuß, so ist die Direction der bewegenden Kraft  
 = DP, und AS, im Anfange der Bewegung, der Di-  
 rection des Schiffs = DM immer sehr zuwider, ob sie  
 gleich nach und nach = CT wird (weil in der Zeit als r  
 D bis A weicht, das Schiff fortgeht, und das Ruder  
 die Richtung HC wieder erhält, oder eigentlich die  
 Richtung OA, die mit HC parallel ist, so daß in die-  
 ser Zeit alle Tangenten von D bis C vorkommen) und  
 man zur mittlern Direction RU annehmen kann, so  
 bleibt es doch für die Bewegung des Schiffs immer  
 vortheilhafter, wenn HC = 4 GH = 24 Fuß wäre,  
 und CR = 12 Fuß, weil RU der Bewegung des  
 Schiffs nicht so zuwider ist als die Tangente DP,  
 und man also die mittlern Tangenten zwischen R und  
 C als die Directionslinie der bewegenden Kraft anneh-  
 men könnte, die sich denn von der Directionslinie des  
 Laufs vom Schiff = TC nicht viel entfernt. Aus s  
 diesen Tangenten ist offenbar, daß das Wasser den  
 Rudern, und ieder Fläche die sich im Bogen gegen  
 dasselbe bewegt, (also auch beym Wenden und Lenken  
 des Schiffs, und bey seinen Inclinationen) allezeit  
 in der Tangente und also unter einem rechten Winkel  
 TC auf HC widerstehe, in ieder Minute oder Se-  
 cunde des Raums, weil die Zirkellinie selbst aus lau-  
 ter unendlich kleinen Tangenten, so wie iede krumme  
 Linie aus lauter unendlich kleinen geraden Linien zu-  
 sammengesetzt ist. Es irren sich also diejenigen, wel- t  
 che glauben, daß das Wasser dem Ruder BE fig. 15  
 in der Linie EF (und also unter einem scharfen Win-  
 kel)

Fel) widerstehe, weil es dem Ruder BC in der Linie FO als der Fortsetzung von EF widersteht. Das Wasser widersteht dem Ruder in der Direction BE eben sowohl unter einem rechten Winkel als in der Direction BC. Wenn fig. 16.  $HC = 24$  Fuß und  $FH = 6$  Fuß, so ist der Sinus RV größer als der Sinus DM, wenn  $HC$  und  $CD = 12$  Fuß. Auch braucht sich im erstern Fall der Matrose nur durch 3 Fuß zu bewegen, wenn C sich durch 12 Fuß bewegt. Dies ist eine große Erleichterung, aber man braucht dann doppelt soviel Menschen als im letztern Fall. Wir wollen diese Sache genauer unteruchen. Ist der obere Arm GH (fig. 16) = 6 Fuß und der untere Arm im Wasser =  $HD = 24$  Fuß, und er beschreibt ebenfalls einen Bogen von 12 Fuß, der dann, weil EC noch einmal so groß ist als wenn  $HC = 12$  Fuß, nur bis R geht, so ist der Bogen  $RC = 12$  Fuß =  $28^\circ 39' 40''$  und sein Sinus = RV (wenn wir auch die  $40''$  wegwerfen) = 11, 5 Fuß, da bey  $HD = 12$  Fuß,  $DC = 57^\circ 20'$  und der Sinus DM nur 10, 1 Fuß, also um 1, 4 Fuß kleiner ist. Es ist also die Geschwindigkeit um  $\frac{1}{7}$  überhaupt geringer, welches im Ganzen etwas ansehnliches beträgt, denn das Schiff, dessen Ruder einen 24 Fuß langen Unterarm haben, macht eben den Weg in 7 Wochen ꝛ., wozu das andre 8 Wochen ꝛ. braucht, welches nur solche Ruder hat, deren Unterarm 12 Fuß lang ist. Es erfordern aber 24 Fuß lange Ruder mehr Menschenkraft, wenn BI fig. 11. = 4 AB oder 2 BC, so müßten nach den Regeln des Hebels bey  $BI = 2 BC$  doppelt so viele Menschen seyn als bey BC. Das kann man aber hier nicht so gerade weg annehmen, sondern man muß den Widerstand des Wassers gegen die Schaufel mit in Rechnung bringen ꝛ. Die Kraft eines Ruderknechts ist nach dem folgenden §. 104 wegen

gen der bey senkrechten Rudern mit in Rechnung kommenden Schwere seines vorfallenden Körpers (diese y Schwere wirkt stärker, wenn  $HC = 12$  und  $FH = 6$  Fuß, da der Matrose durch 6 Fuß vorfällt, und weit schwächer, wenn  $HC = 24$  und  $FH = 6$  Fuß, weil er da nur durch 3 Fuß vorfällt) = 90 ℔, für 2 Ruderknechte = 180 ℔. Der Widerstand der Schaufel ist  $\frac{180}{2} = 90$  ℔, also die Kraft des ganzen Ruders

$3 \times 90 = 270$  ℔. Ist der Arm im Wasser 24 Fuß lang, und bewegt sich scheinbar, eben sowohl wie das 12 füßige Ruder durch 12 Fuß (eigentlich aber nur 2 durch die 4 Fuß, durch welche die Schaufel nach dem folgenden §. 102 weicht) so bleiben die 90 ℔ Widerstand des Wassers gegen die Schaufel unverändert. Nun ist es wohl wahr, daß, um das Ende der Schaufel durch ihren bestimmten Raum, nämlich durch 4 Fuß zu bewegen, wenn fig. 11.  $AB = \frac{BL}{4}$  wäre, in

A vier Matrosen seyn müßten, anstatt daß nur zwey Matrosen nöthig sind, wenn  $AB = \frac{BC}{2}$ , aber

dafür wäre auch die volle Kraft des Ruders =  $4 \times 90 + 90 = 5 \times 90 = 450$  ℔, die vorher nur  $2 \times 90 + 90 = 3 \times 90 = 270$  ℔ war.  $450 - 270 = 180$ .  $180 : 270 = 2 : 3$ , also ist die Geschwindigkeit, welche das Schiff dadurch erhält =  $r3 : r2$ .

§. 87.

Verlangt man, daß der untere Arm des Ruders nicht senkrecht heruntersteige, sondern schief wegen Divergenz der Schiffseite, so braucht man nur den hohen

E.4]

len Cylinder, in welchem der Arm befestiget ist, bar- nach einzurichten, und ihn nicht senkrecht auf die un-  
 tere Halbkugel zu setzen, sondern schief nach der Schiff-  
 b seite. Besser ist es, das Ruder steigt gerade herab, denn wegen des tiefern Ausschnitts in der untern Halb-  
 kugel kann es doch an die Schiffseite angelegt werden,  
 c sobald man nicht rudern will. Der untere Arm kann bis zur Wasserfläche rund seyn, sobald er aber diese erreicht, so verwandelt er sich in ein plattes Ruder.

## §. 88.

a Das senkrechte Ruder wird durch Stangen gestos- sen, welche vom obersten Berdeck am Bord auswärts  
 b herabgehen. Jeder obere Arm kann an seinem Ende eine metallne Kugel haben, durch welche die bewegende Kraft sehr verstärkt wird, und so schwer seyn darf, daß nur die Zurückbringung des Ruders, wenn sich der Matrose wieder aufrichtet, nicht zu beschwerlich  
 c und nicht zu langsam ist. Wenn die Matrosen die Ruder stoßen, so wenden sie ihr Gesicht nach dem Vordertheil, fallen mit dem Körper auf die Stange vorwärts, und setzen zugleich einen Fuß vorwärts, welchen sie dann, wenn sie sich aufrichten, wieder zurückbringen, um ihre völlige Höhe wieder zu bekommen.  
 d Dieser Fußstoß bey dem Fallen nach vorn, und bey dem in die Höhe richten, geht nach vorn, und befördert also den Lauf des Schiffs. An ieder Stange sind nur  
 e 2 Matrosen, welche sie stoßen, deshalb hat ieder Stange ein Querholz, auf welches sich die Last des vorfallenden Körpers und die fortstoßende Kraft der Armmuskeln anstämmt, so daß die Ruder nicht blos durch die Kraft der Armmuskeln, sondern auch durch die  
 f Last des vorfallenden Körpers bewegt werden. Die Ruderstangen haben unterwärts einen eisernen Ring,  
 den

den der Oberarm nicht ganz ausfüllt, damit das Ruder ohne Schwierigkeit in diesem Ringe kann gewendet werden.

## §. 89.

Die Stangen der Ruderknechte müssen möglichst lang seyn, und mit dem Oberarm einen Winkel machen, der sich so viel möglich einem rechten Winkel nähert, denn 1) ist unter diesem Winkel jede applicirte Kraft am wirksamsten, 2) in welcher Direction die bewegende Kraft an dem senkrechten Ruder AC fig. 11. in A applicirt wird, in dieser Direction wird sie nach B fortgepflanzt. Ist die Direction DT, so ist sie in B = BU, nun ist aber BQ die Directionslinie der Bewegung, und wenn die bewegende Kraft in dieser Linie applicirt wird, so ist die Bewegung am leichtesten, also muß man dahin sehn, daß der Winkel QBU so scharf als möglich werde. Es müssen also die Matrosen möglichst weit vom Ruder entfernt seyn, das vor ihnen ist. Auch neben der Kajüte am Vordecktheil können Ruder angebracht werden.

## §. 90.

Am vordern und hintern Theil des Oberarms, gleich über der Kugel, und an der Seite des Schiffs, sind Stricke oder Ketten befestiget, welche verhindern, daß das Ruder weder vor- noch rückwärts zu weit weiche. Diese Stricke verhindern zugleich, daß die Ruderknechte nicht fallen, wenn sie einmal zu stark stoßen. Noch besser ist es, wenn man die Ruder durch Ketten aneinander hängt, und nur das vorderste und hinterste Ruder an die Schiffsseite befestiget, daß keines sich nicht zu weit vorwärts, und dieses sich nicht zu weit rückwärts bewegen kann.

### Drittes Kapitel.

§. 91.

**a** Die Ruder müssen nicht allzunahе auf einander folgen, sondern so weit von einander seyn, als es der **b** Raum erlaubt. Die allzugroße Nähe der Ruder schwächt wahrscheinlich ihre Wirkung, wenn nicht viel, doch etwas. Doch kommt bis auf einen Versuch an.

§. 92.

**a** Die Ruder knechte stehn auf Strohsäcken, um den Stoß des Fußes, den sie nicht vorsetzen, unschädlich zu machen, ob er hier gleich überhaupt wenig Nachtheil bringt, weil er mehr in die Tiefe geht.

§. 93.

**a** Zur Zeit des Sturms, oder wenn man nicht rudern will, wird der untere Arm entweder herausgenommen, oder man stößt, wie schon erinnert worden, den oberen Arm nach außen und befestigt ihn, so **b** legt sich die Schaufel an die Seite des Schiffs. Dann wird von den Wellen kein Ruder zerbrochen werden, und geschähe es auch, so wäre dieser Verlust sehr bald zu repariren.

§. 94.

**a** Hat sich zwischen den zwey Halbkugeln und auf der Kugel A fig. 31. zuviel festes Pech erzeugt, welches die Bewegung des Ruders hindert, so werden die Hohlkugeln abgenommen, und das überflüssige Pech wird abgestoßen, welches eben nicht oft nöthig seyn wird, wenn zwischen beyden Kugeln ein gehöriger **b** Raum ist. Am besten wird man sie reinigen können, wenn man die Are so in die Seite des Schiffs einsetzt,

seht, daß sie, sowohl wenn man sie reinigen will, als zur Zeit des Sturms, sammt dem Ruder kann herausgenommen und ins Schiff hinaufgehoben werden.

## §. 95.

Die Schaufeln haben von der Wasserfläche an (denn bey gutem Winde, oder wenn der Wind von hinten kommt, widersteht das oberste Wasser der Schaufel am stärksten) bis zu ihrem Ende gleiche Breite und Dicke, sind von der einen Seite platt und von der andern konver, fig. 17, einen Fuß breit, in der Mitte 2 Zoll dick, an den Rändern scharf, und mit Kupfer beschlagen.

## §. 96.

Damit die vier Ruderbewegungen, nämlich 1) <sup>a</sup> das Bringen des untern Arms vom Ruder nach vorn mit der Schärfe des Ruders und des obern Arms nach hinten, oder in die senkrechte Lage; 2) das Wenden des Ruders, bey dem es sich durch 90 Grad dreht, und die nach vorn gefehrte Schärfe nun gegen die Schiffsseite kommt; 3) die Stosung oder Bewegung des platten Ruders und des untern Arms nach hinten und des obern Arms nach vorn; 4) das Wenden, so daß die Schärfe des Ruders wieder nach vorn und parallel mit der Schiffsseite kommt; ich sage, damit diese 4 Ruderbewegungen bey allen Rudern gleichförmig zu rechter Zeit geschehen, so ist es nöthig, daß ein Aufseher die Matrosen kommandirt, so wie ein Officier seine Soldaten bey dem Exerciren. Eine kurze Uebung wird hier sehr bald, so wie bey den Rudern auf den Galeren, eine Fertigkeit verschaffen.

## §. 97.

§. 97.

- a Wenn der Matrose die Schärfe des Ruders nach vorn bringt, und den Oberarm nach hinten, so stämmt er, indem er sich in die Höhe richtet, den einen Fuß an eine zu dieser Absicht gemachte Erhöhung.
- b Dieser Fußstoß ist zum Vortheil des Schiffs, indem er nach vorn geht, und wiegt wahrscheinlich den Nachtheil auf, den das Schiff von der Bewegung des Ruders mit seiner Schärfe nach vorn leidet.

§. 98.

- a Nach §. 70. e kann man die Kraft eines Galerensclavens zu 18 ℔ rechnen. Versuche aber haben gelehrt, daß man die beständig wirkende Kraft eines Menschen, der ohne Aufhören 3. E. in der Karre zieht, bis 32 ℔ annehmen kann, wobey er den ganzen Tag auszuhalten im Stande ist, weil er nicht so viele Kräfte durch andre fremde Bewegungen verliert, wie der Galerensclave §. 74. d. e. Bey iener Galere geschah jede  $2\frac{1}{2}$  Sec. eine Vibratton des Ruders. Wir wollen aber 4 Sec. Zeit dazu bestimmen, um die Kräfte der Ruder knechte zu schonen. Weil nun bey der Bewegung der Ruder ein Mensch nicht beständig seine Kräfte anwendet, sondern nur zu der Zeit, da er das Ruder stößt, d. h. eine von 4 Secunden, und da er in der übrigen Zeit gleichsam ausruht, so kann man ohne Bedenken die Kraft dieses Stoßes zu 60 ℔ rechnen.

§. 99.

- a Ist der Widerstand eines Schiffs von 15 Fuß Tiefe und 30 Fuß Breite nach §. 24 = 50 ℔ (und nach Bouguer 33 $\frac{1}{2}$  ℔. Man kann daher, sobald wir den Widerstand nach dem Bouguer berechnen, die

die nachfolgende Rechnung auch auf ein Schiff anwenden, welches 45 Fuß Breite hat und 15 Fuß tief im Wasser geht. Dessen sein Widerstand wäre dann auch nicht stärker als 50 ℔, wenn es sich in 1 Secunde durch 1 Fuß bewegt) so ist er durch 9 Fuß in der ersten Secunde =  $9^2 \times 50 = 4050$ . Davon kommen  $\frac{2}{3}$  auf die Ruder knechte =  $\frac{4050}{3} \times 2 = 2700$ ,

und die Kraft eines Ruderers zu 60 ℔ gerechnet, so haben wir  $\frac{2700}{60} = 45$  Ruder knechte nöthig, um das

Schiff jede Secunde durch 6 Fuß zu bewegen, nach der Progression  $9 + 7 + 5 + 3 = 24$  Fuß, (S. 64) so daß auf jede der vier Secunden im Durchschnitt 6 Fuß kommen. Zu Ende der vierten Secunde aber hat das Schiff noch die Geschwindigkeit zwischen 3 und 1 Fuß, die 2 Fuß seyn wird, also sind nur  $(9^2 - 2^2) \times 50 = 3850$  ℔ bewegende Kraft jede vierte Secunde dem Schiffe zu erthellen. Davon kommen  $\frac{2}{3}$  auf die Ruderer = 2566 ℔. Die Kraft eines Ruder knechts, der nur alle 4 Sec. einmal das Ruder zieht, zu 60 ℔ gerechnet, so brauchen wir  $\frac{2566}{60} = 43$  Ruderer.

## §. 100.

Wenn die Schaufel 12 Fuß lang und 1 Fuß breit ist, und der 12te Fuß bewegt sich durch 1 Fuß, so bewegt sich der 11te Fuß durch  $\frac{11}{12}$  Theile von 1 Fuß, der 10te durch  $\frac{10}{12}$  u. s. w. Es ist also die Summe des Widerstandes der Schaufel von 1 bis 12 Fuß = der Summe der  $\square$  von 1 bis 12, dividirt mit  $12^2 = 4\frac{1}{2}$  ℔, denn anstatt der Bewegung des 12ten Fußes

ses durch 12 Fuß, wo der Widerstand =  $12^2$  wäre, bewegt er sich nur durch 1 Fuß =  $\frac{1}{12}$  von 12 Fuß, also ist seine Geschwindigkeit =  $\frac{1}{12}$  und also sein Widerstand =  $\frac{1}{12^2}$  von  $12^2$  Fuß =  $\frac{12^2}{12^2} = 1$  W, bey dem 11ten Fuß =  $\frac{11^2}{12^2}$ , bey dem 10ten =  $\frac{10^2}{12^2}$  W u. s. f. vom

§. 101.

Also ist der Widerstand der ganzen Schaufel von 12 Fuß Länge, wenn sich ihr Ende oder letzter d. h. der 12te Fuß in 1 Sec. durch 1 Fuß bewegt, =  $4^{\frac{1}{2}}$  W, durch 4 Fuß in 1 Sec. =  $4^2 \times 4^{\frac{1}{2}} = 72$  W, in  $\frac{1}{4}$  Sec. durch 1 Fuß = 122 W.

§. 102.

- a Wenn das äußerste Ende der Schaufel, oder des 12 Fuß langen Arms im Wasser, durch 4 Fuß in einer Secunde weicht, d. h. vom 12ten bis zum 8ten Fuß, so ist die Geschwindigkeit des Schiffs in der ersten  $\frac{1}{4}$  Sec. der 4te Theil des Sinus, der zwischen 12 und 11 Fuß Bogen fällt, in der zweiten  $\frac{1}{4}$  Sec. der 4te Theil des Sinus zwischen 11 und 10 Fuß Bogen, in der dritten  $\frac{1}{4}$  Sec. der 4te Theil des Sinus zwischen 10 und 9 Fuß Bogen, in der letzten  $\frac{1}{4}$  Sec. der vierte Theil des Sinus zwischen 9 und 8 Fuß Bogen, dafür wollen wir den mittlern Sinus von 10 Fuß Bogen nehmen, und der ist, wenn der Sinus totus 12 Fuß hat = 8, 88 Fuß, und sein Bogen von b 10 Fuß enthält 47 Grad 46 Minuten. Diese 8, 88 Fuß wollen wir für volle 9 Fuß annehmen, da der Unterschied eine Kleinigkeit ist, nämlich  $\frac{1}{100}$ , und wir

wir im vorigen §. die bewegende Kraft stärker angenommen haben als sie nöthig ist.

## §. 103.

Nach §. 98 kann man die Kraft eines Ruderers <sup>a</sup> 60 ℔ rechnen. Hiezu kommt aber, daß die senkrecht Ruden von oben nach unten gestoßen werden, und daß also der Ruderer außer seiner Muskelkraft auch mit der Last seines durch 5, 6 Fuß vorfallenden Körpers auf das Ruder würkt, welche ich 30 ℔ rechnen will. Man kann also die ganze Kraft, womit das <sup>b</sup> Ruder vom Matrosen gestoßen wird, 90 ℔ rechnen. Die Last des so tief vorfallenden Körpers ist ohne Zweifel mehr als 30 ℔. Sollten also die angenommenen 60 ℔ Muskelkraft zuviel dünken, so ist hingegen die Last des vorfallenden Körpers zu geringe angenommen worden. Aber auch jene 60 ℔ sind eher zu wenig als zu viel.

## §. 104.

Nach §. 99. <sup>a</sup> kamen auf die Ruderer, wenn sich ein Schiff von 15 Fuß Tiefe und 45 Fuß Breite in der ersten Sec. durch 9, in der 2ten durch 7, in der 3ten durch 5, und in der 4ten durch 3 Fuß bewegt, und also überhaupt in 4 Secunden durch 24 Fuß = 2566 ℔. Dazu gehörten 43 Ruderknechte; aber <sup>b</sup> da man wegen des vorfallenden Körpers die ganze Kraft eines Ruderers 90 rechnen kann, so haben wir  $\frac{2566}{90} = 28\frac{2}{3}$  Ruderknechte nöthig. Jedes Ruder zu

2 Mann giebt  $14\frac{2}{3}$  Ruder. Für jedes Ruder ein Matrose der es wendet, sind 42 Mann. Die Kraft <sup>c</sup> eines Ruders ist also  $90 \times 3 = 270$  ℔, nämlich  $2 \times 90$  ℔

90  $\text{ff}$  für die 2 Ruderer, und 90  $\text{ff}$  Widerstand der Schaufel. Weil nach §. 201 der Widerstand der Schaufel nur 72  $\text{ff}$  ist, so muß sie entweder etwas breiter seyn, oder es muß das Ruder ein klein wenig schneller gestossen werden, 3. E.  $\frac{7}{8}$  Sec. und nicht einmal so schnell, denn bey  $\frac{4}{5}$  Sec. ist der Widerstand schon 122  $\text{ff}$ , also weit stärker als 90  $\text{ff}$ . Wir bedürfen also nicht mehr als 42 Mann, um ein so ansehnliches Schiff jede Secunde durch 6 Fuß, und in einer Stunde durch 21600 Fuß zu bewegen, welches nicht viel weniger als alle Stunden eine deutsche oder geographische Meile ist, in 12 Stunden 10 $\frac{3}{4}$  oder fast 11 deutsche Meilen, die Meile zu 23664 rheinl. Fuß gerechnet. Die Galere würde bey 6 Fuß Geschwindigkeit in 1 Sec. 180 Mann gebraucht haben, denn  $(7\frac{1}{2})^2 : 6^2 = 260 : 180$ , obgleich die Galere nicht halb so groß ist als dieses Schiff. Nehmen wir den Widerstand eines gewöhnlichen Schiffes zu  $\frac{2}{3}$  an, und man wollte ein Schiff von der gewöhnlichen Bauart, angenommen, daß es ebenfalls 45 Fuß Breite und 15 Fuß Wassertiefe hätte, durch Galerenruder in 1 Sec. durch 6 Fuß bewegen, so bräuchten wir 1125 Menschen (und den Widerstand zu  $\frac{2}{3}$   $\text{ff}$  gerechnet, doch 750 Menschen) dazu, an statt daß wir nun zu einem gleich großem Schiffe mit senkrechten Rudern und mit einer Fischprore nur 45 Mann nöthig haben —. Beweis. Wäre der Widerstand der Galere  $\frac{2}{3}$  statt  $\frac{4}{5}$  gewesen, so hätte sie bey 6 Fuß Geschwindigkeit 480 Sclaven haben müssen, denn  $\frac{4}{5} : 180$  (Zahl der Ruderer bey 6 Fuß Geschwindigkeit) =  $\frac{2}{3} : 480$ . Es verhält sich aber 288 (breitester Durchschnitt der Galere) : 480 = 675 (breitester Durchschnitt des Schiffes von 45 Fuß Breite und 15 Fuß Wassertiefe) : 1125. Hat die Galere weniger als 280  $\square$  Fuß im breitesten Durchschnitt gehabt,

habt, so würde die Zahl 1125 bey weitem nicht zu-  
reichen.

§. 105.

Der Widerstand des senkrechten Ruders von 12  $\text{Fu}\beta$  Länge und 1  $\text{Fu}\beta$  Breite, wenn es sich in 1  $\text{Sec.}$  um seine Verticalaxe rund herum d. h. durch 360 Grad bewegte, wäre ohngefähr 45  $\text{W.}$  (die Berechnungsart kommt bey den Steuerrudern vor) es bewegt sich aber auf ieder Seite die Hälfte der Breite des Ruders nur durch 90 Grad bey'm Drehn, und also die ganze Fläche des Ruders nur durch 90 Grad, also ist der Widerstand bey'm Wenden =  $\frac{45}{4^2} = 2\frac{3}{4}$   $\text{W.}$ ,

welcher Widerstand noch kleiner ist, wegen der Con-  
verität der Ruderschaukel auf der einen Seite. Wird  $\text{L}$   
das Ruder in  $\frac{2}{3}$   $\text{Sec.}$  gewendet, so ist sein Widerstand  
 $6\frac{1}{3}$   $\text{W.}$ , in  $\frac{1}{4}$   $\text{Sec.}$  = 5  $\text{W.}$

§. 106.

Der Widerstand des 12  $\text{Fu}\beta$  langen untern Ru-  $\text{a)}$   
ders, wenn man dasselbe mit seiner Schärfe (da es  
ganz Schaufel durch alle 12  $\text{Fu}\beta$  ist) nach vorn bringt,  
wird nach §. 100 berechnet. Der Widerstand der  $\text{b)}$   
Schaufel durch 1  $\text{Fu}\beta$  in 1  $\text{Sec.}$  war  $4\frac{1}{2}$   $\text{W.}$ , also  
durch 12  $\text{Fu}\beta$  in 1  $\text{Sec.}$  =  $12^2 \times 4\frac{1}{2} = 648$   $\text{W.}$   
Ist die Schaufel 1  $\text{Fu}\beta$  breit und 2 Zoll dick in der  
Mitte (von beyden Seiten abgeschärft und mit Kupfer  
beschlagen), so ist die Widerstandsfläche, welche sich  
gegen das Wasser bewegt =  $\text{AB}$  fig. 17. = 2 Zoll =  
 $\frac{\text{CD}}{6} = \frac{1}{3}$   $\text{Fu}\beta$ , und ihr Widerstand ist wie  $\frac{\text{AB}}{2}$  zu

$\text{GA}$  (§. 19), also ohngefähr wie 1 :  $6\frac{1}{3}$ .  $\text{AB} = \frac{\text{CD}}{6}$ ,

§

demnach

demnach ist der Widerstand einer 12 Fuß langen und  
2 Zoll breiten  $\left( = \frac{CD}{6} \right)$  Fläche, wenn sie sich in

c 1 Sec. durch 12 Fuß bewegt =  $\frac{648}{6} = 108$  ℔. Da

nun der Widerstand von AC zum Widerstande von  
AB wie  $\frac{AB}{2}$  zu AC = 1 :  $6\frac{1}{2}$ , so ist der Widerstand

=  $\frac{108}{6\frac{1}{2}} = 17$  ℔, denn man kann sagen  $6\frac{1}{2} : 1 = 108 :$

17 ℔, und für den Oberarm =  $17 \times 2 = 34$  ℔, also  
d für jeden Matrosen 17 ℔. Ist AB 3 Zoll dick, so  
ist der Widerstand von CA zum Widerstande von AB

=  $\frac{AB}{2} : CA = 1\frac{1}{2} : 6\frac{1}{2}$ . Wenn der Widerstand von

CD = 648, so ist der Widerstand von AB = 3 Zoll =  
 $\frac{648}{4} = 162$ , und man kann also sagen  $6\frac{1}{2} : 1\frac{1}{2} =$

162 :  $36\frac{1}{4}$  ℔, für den Oberarm  $36\frac{1}{4} \times 2$ , und  
also für jeden Matrosen, wenn er sich aufrichtet und den  
e Oberarm nach sich zieht =  $36\frac{1}{4}$  ℔. Dis ist zuviel,  
und würden die Matrosen zu bald müde werden, also  
f muß man das Ruder nicht, oder nicht viel über 2 Zoll  
dick machen. Es wäre denn, daß man durch einen be-  
g sondern Matrosen das Ruder zurückbringen liesse. Die  
Schaufel, wenn sie auch nicht 3 Zoll dick ist, wird  
Stärke genug haben, wenn sie von Eichenholz ist, auch  
h bey 2 Zoll dicke. Ruder von Eisen würden schwer zu  
bewegen seyn, weil ihre Last die Friction zwischen den  
Kugeln zu stark machen würde, die bey hölzernen Ru-  
dern, welche ihr Gewicht im Wasser verthehren, sehr  
geringe ist, und also bey der nothwendigen Krafft der  
Ruder-

Ruderknechte auch nicht in Rechnung gekommen ist.

## §. 107.

Wenn das Ruder in 4 Secunden einmal nur bewegt wird, so können wir die 4 Ruderbewegungen, nämlich 1) das Stoßen der platten Schaufel nach hinten, welcher Stoß das Schiff fortbewegt, 2) ihr Wenden, 3) die Zurückbringung der Schärfe der Schaufel nach vorn, 4) ihr Wenden, nicht gleichzeitig oder gleichdauernd annehmen. Gewendet kann es sehr schnell werden, weil dazu keine 3  $\frac{1}{2}$  (S. 105.) Kraft in 1 Sec. gehören, und also der Ruderknecht seine Kraft bloß auf die Schnelligkeit des Wendens richten darf. Vielleicht kann er es in  $\frac{1}{2}$  Sec. wenden. Wir wollen indes  $\frac{2}{3}$  Sec. rechnen, und auf beyde Wendungen  $1\frac{1}{3}$  Sec. Nehmen wir nun an, daß der Stoß der Schaufel nach hinten in 1 Sec. geschieht, und  $1\frac{1}{3}$  Sec. auf die 2 Wendungen aufgehn, so bleiben  $1\frac{1}{3}$  Sec. für die Zurückbringung der Schaufel nach vorn, und der Ruderer behält 3 volle Secunden Zwischenzeit, ehe er das Ruder aufs neue stößt, nämlich  $\frac{2}{3}$  Sec. ehe er sich in die Höhe richtet, in welcher Zeit das Ruder gewendet wird,  $1\frac{1}{3}$  Secund. wenn er sich durch die 5 oder 6 Fuß in die Höhe richtet, durch welche er vorwärts gefallen ist, (eben wie die Sclaven bey iener Galere, nur daß jene mit dem halben Körper rückwärts nach dem Vordertheil des Schiffs sinken, und dieser mit dem ganzen Körper nach vorn fällt) wobey er das Ruder nach vorn bringt, und noch  $\frac{2}{3}$  Sec. wenn er sich schon in die Höhe gerichtet hat, weil in diesen  $\frac{2}{3}$  Sec. das Ruder abermal gewendet wird.  $\frac{1}{3}$  Sec. ruht er also, indem das Ruder gewendet wird, gleichsam aus, und  $1\frac{1}{3}$  Sec. hat er Zeit sich

sich aufzurichten und das Ruder während dem nach vorn zu bringen. Seine Arbeit ist also ungleich weniger ermüdend als die iener Galerensclaven, die, statt hier in 4 Secunden, jede  $2\frac{1}{2}$  Sec. das Ruder ziehn, überdem noch das schwere Ruder (und es kam die doppelte Last des äußern Arms auf sie, weil der innere Arm nur halb so lang war als der äußere) aus dem Wasser heben, und sich ebenfalls durch 6 Fuß, aber in  $\frac{1}{2}$  Sec. in die Höhe richten mußten, ohne sich weder mit den Händen ans Ruder halten (weil dis die Bewegung des innern Arms vor sich hin, nach dem Hintertheil des Schiffs zu, nicht erlaubte) noch mit den Füßen irgendwo so anstammen zu können, damit sie sich dadurch die Aufrichtung erleichterten.

## §. 108.

- a Wird die Schaufel in  $1\frac{1}{2}$  Sec. nach vorn mit ihrer Schärfe gebracht, so ist ihr Widerstand um soviel geringer als 17  $\mathbb{H}$ , (§. 106. c) um soviel das  $\square$  der Zeit von  $1\frac{1}{2}$  Sec. größer ist als von 1 Sec. und man kann sagen  $(1\frac{1}{2})^2 : 1^2 =$  oder  $2\frac{1}{2} : 1 = 17 : 6\frac{2}{3}$ .
- b Es kommen also auf den Oberarm  $12\frac{2}{3}$   $\mathbb{H}$ , und auf jeden Matrosen  $6\frac{2}{3}$   $\mathbb{H}$ , da man denn die Schaufel gar wohl 3 Zoll dick machen kann. Wird aber das Ruder in weniger Zeit als 1 Sec. mit der breiten Fläche nach hinten gestoßen, und jede Wendung geschieht in  $\frac{1}{2}$  Sec., so bleibt auch noch mehr Zeit auf die Zurückbringung des Ruders nach vorn übrig, und der
- c Widerstand ist noch schwächer. Den Widerstand, welchen das Schiff in den  $\frac{1}{2}$  Sec. des Wendens des Ruders leidet, indem es während der Zeit fortläuft, und das Ruder gegen das vordre Wasser bewegt wird, und den Widerstand, den das Schiff in seinem Lauf leidet, wenn das scharfe Ruder nach vorn gebracht wird,

wird, und welcher letztere  $= 12 \frac{5}{8} + 3 \frac{3}{8} = 15 \frac{2}{8}$  W, wollen wir auf den Vortheil rechnen, den die Bewegung des Schiffs durch den Fußstoß der Ruderer nach vorn bey dem Vorfallen des Matrosen und bey seinem in die Höhe richten erhält. Der Nachtheil bey dem Wenden ist sehr gering, denn in der Zeit des Wendens halten die Matrosen das Ruder nicht fest, und es schwimmt gleichsam dem Schiffe nach, auch bekommt es schnell durch das Wenden den Widerstand CA fig. 17. Will man die Schaufel oder den untern Arm länger machen als 12 Fuß, z. E. 18, 20, 24 Fuß lang, um eine größere Geschwindigkeit zu erhalten, so ist die Berechnung nach dem vorhergehenden leicht zu machen. Bey der Länge von 24 Fuß und 12 Fuß Geschwindigkeit jede Secunde oder 22 deutschen Meilen in 12 Stunden sind  $45$  (S. 104.)  $\times 2^2 = 180$  Ruderknechte nöthig. Der Widerstand des Wassers h bey einem 24 füssigen Ruder, wenn es gewandt und durch 12 Fuß nach vorn gebracht wird, ist so wenig größer als bey einem 12 füssigen, daß er keine Aufmerksamkeit verdient.

## §. 109.

Mehr als einmal habe ich meine Beobachtungen über zwey Schwäne angestellt, wovon einer den andern verfolgte. Der Verfolger ruderte in großer Wuth und mit der größten Anstrengung seiner Kräfte (wie ich deutlich sah) dem Fliehenden nach, und nie habe ich gesehen daß er ihn einholte. Der Verfolger hatte zwar seine Flügel in die Höhe gebogen, und litt deshalb Widerstand von der Luft, welcher Widerstand indes zu gering ist, als daß er in Betrachtung kommen könnte. Beyde Schwäne aber ruderten auf ganz verschiedene Weise. Der Verfolger ruderte allezeit mit

beyden Füßen zugleich, zog beyde mit einmal an sich und stieß sie auch mit einmal von sich. Der Verfolgte, der sichtbar keine stärkern Kräfte hatte, sie auch weniger anstrengte, und doch nicht konnte eingeholt werden, ruderte mit seinen Füßen abwechselnd. Diese Bemerkung machte mich um so mehr aufmerksam, (und veranlaßte den 85. §. im Däd.) da ich wahrnahm, daß alle Wasservögel gewöhnlich auf diese Weise schwimmen, nämlich daß sie einen Fuß nach dem andern ziehn, auch wenn sie schnell schwimmen.

Offenbar war dieses wechselseitige Ziehn der Füße die Ursache, daß der verfolgte Schwan von dem Verfolger nicht konnte eingeholt werden, der doch dem Augenschein nach mehr Kräfte zu haben schien als der Verfolgte, außerdem auch dieser nicht würde geflohn und iener ihn nicht verfolgt haben, denn wer sich schwächer an Kräften fühlt, (und dieses Gefühl ic. haben auch die Thiere, wie man sehr oft und vorzüglich an den Hunden wahrnimmt) wird den Stärkern nicht leicht verfolgen, noch wird dieser fliehn. Der verfolgte Schwan ruderte also bey weniger oder doch nicht stärkerer Kraft, oder doch mit einer dem Augenschein offenbaren geringern Anwendung seiner Kräfte eben so schnell als iener, der mehr Kräfte wahrscheinlich hatte und auch anwandte, und vom Zorn zum Narren gemacht, seine Absicht so wenig erreichte, als sie ein Mensch erreichen würde, der einen andern verfolgte, und mit beyden Füßen zugleich springen wollte. Nach dieser Erfahrung ist es außer Zweifel, daß man weniger Kraft auch bey Ruderschiffen brauchen würde, um eine gewisse Geschwindigkeit zu erhalten, oder mit gleicher Kraft eine größere Geschwindigkeit sich verschaffen können, wenn man die Ruder wechselseitig zöge. Der Vortheil davon ist ansehnlicher als man es glauben würde, und läßt sich zwar bey senkrechten

rechten Rudern noch besser erlangen, aber ist auch bey den gewöhnlichen Rudern zu erhalten, wenn die Ruder des Vorder- und Hintertheils nicht zugleich, sondern übers Kreuz oder überzwerch gezogen werden. Ich will mich bemühen, diesen Vortheil durch die Berechnung zu bestimmen.

## §. 110.

Es ist klar, daß wenn ein Körper in der ersten Secunde durch 9 Fuß, in der zweiten durch 7, in der dritten durch 5, und in der vierten durch 3 Fuß steigt, er am Ende der ersten Secunde nicht mehr die Geschwindigkeit und Kraft haben kann, die er in ihrem Anfange hatte, und vermittelt welcher er in einer Secunde durch 9 Fuß steigt, weil die folgende Geschwindigkeit in der 2ten Secunde nur 7 Fuß ist, und zwischen diesen zwey Geschwindigkeiten eine mittlere fällt. Ein Körper der in der 1 Sec. durch 9 Fuß steigt, braucht dazu 60 Tertianen. Also kämen auf jede Tertia, (den Fuß zu 10 Zoll gerechnet)  $1\frac{1}{2}$  Zoll. Er muß aber in der ersten Tertia nothwendig höher als  $1\frac{1}{2}$  Zoll und in der letzten weniger als  $1\frac{1}{2}$  Zoll steigen, weil seine Geschwindigkeit von der ersten Tertia an beständig abnimmt. Der Körper steigt also in der ersten d halben Secunde höher als  $4\frac{1}{2}$  Fuß und in der zweiten weniger als  $4\frac{1}{2}$  Fuß, und diese  $4\frac{1}{2} +$  und  $4\frac{1}{2} -$  machen zusammen 9 Fuß aus. Es ist wahrscheinlich, e und beynaher nothwendig, daß zwischen diese ungerade Zahlen die geraden fallen, und daß die Geschwindigkeit der Körper zu Ende jeder Secunde die gerade Zahl ist, so daß wenn der Körper in der ersten Secunde durch 9 Fuß steigt, da er denn in der ersten halben Secunde eine Geschwindigkeit über, und in der andern unter 9 Fuß hat, so ist am Ende derselben seine

ne Geschwindigkeit = 8 Fuß und also zu Anfang = 10  
 f Fuß. Mit dieser Geschwindigkeit von 8 Fuß und ih-  
 rer Kraft fängt er die 2te Secunde an, steigt die er-  
 ste halbe Secunde mit der Geschwindigkeit von 8 bis  
 7 Fuß und die andre halbe Secunde von 7 bis 6 Fuß,  
 so daß er zu Ende der zweiten und Anfang der dritten  
 g Secunde die Geschwindigkeit von 6 Fuß hat. Be-  
 wegt sich nun ein Schiff mit Rudern in der Ordnung  
 der Bewegung von aufsteigenden u. Körpern, näm-  
 lich in den ungeraden Zahlen z. E. 9, 7, 5, 3, (S. 60.)  
 und nimmt die Kraft der Bewegung eben so bey ihnen  
 ab, wie bey andern Bewegungen, so ist seine Ge-  
 schwindigkeit zu Ende der zweiten Secunde = 6 Fuß =  
 h  $6^2$  Kraft. Es fehlen ihm also zur Geschwindigkeit  
 von 9 Fuß noch  $10^2 - 6^2 = 64$  Kraft. Zieht man  
 dem Schiff also zu Ende ieder 2ten Sec. die Kraft 64,  
 so hat es die Kraft 64, und die Kraft 36, welche ihm  
 noch übrig war, = 100, und es bewegt sich nun in der  
 dritten Sec. wieder durch 9 Fuß, und in der folgen-  
 i den durch 7 Fuß. Zieht man also die Hälfte der Ru-  
 der alle 2 Secunden, so brauchen wir jede 2te Sec.  
 64 Kraft und jede 4 Secunden 128 Kraft, und das  
 Schiff hat die Geschwindigkeit  $9 + 7 + 9 + 7 = 32$   
 k in 4 Secunden und 8 Fuß in ieder Secunde, 'dabey  
 hat das Schiff eine gleichförmigere Bewegung, und  
 bewegt sich nicht in Stößen wie der Schwan, und wie  
 l sie auch bey Galeren seyn wird. Applicirt man zu  
 Ende ieder 4ten Secunde die Ruderkraft, so hat das  
 Schiff noch die Geschwindigkeit, welche zwischen 3  
 und 1 fällt = 2 und seine Kraft ist  $2^2$ , um ihm also  
 die Geschwindigkeit von 9 Fuß wieder zu ertheilen, so  
 brauchen wir  $10^2 - 2^2 = 96$  Kraft, die das Schiff  
 mit einmal erhält, an statt daß wir vorher die Kraft  
 m  $64 \times 2 = 128$  auf zweymal ertheilten. Auf diese  
 Weise brauchen wir die Kraft = 32 mehr, aber diese  
 meh-

mehrere Kraft kommt in keine Betrachtung gegen den  
 ansehnlichen Gewinnst den wir erhalten, denn das  
 Schiff hat nun die beständige Geschwindigkeit von 8  
 Fuß, da ienes nur die Geschwindigkeit von 6 Fuß  
 hatte.  $6^2 : 8^2 = 96 : 170\frac{2}{3}$ . Der Gewinnst ist  
 also  $170\frac{2}{3} - 96 = 74\frac{2}{3}$  nämlich  $\frac{74\frac{2}{3}}{96}$ , also gewinnt man  
 man mehr als drey Viertheile der bewegenden Kraft,  
 welcher Gewinnst, und durch ein so klein und gering  
 scheinendes Mittel doch gewis sehr annehmens-  
 werth ist.

## §. III.

Noch vortheilhafter scheint es aus den angeführ-  
 ten Gründen zu seyn, wenn alle Secunden der 4te  
 Theil der Ruder gezogen wird, so behält das Schiff  
 die beständige Geschwindigkeit von 9 Fuß in 1 Sec.  
 und man muß jede Secunde  $10^2 - 8^2 = 36$  und also  
 in 4 Sec.  $36 \times 4 =$  die Kraft 144 appliciren, bey  
 der 8 süßigen Geschwindigkeit aber nur  $64 \times 2 =$  die  
 Kraft 128. Es verhält sich aber die Kraft der Ge-  
 schwindigkeit von  $8^2 : 9^2 = 128 : 162$ . Also gewin-  
 nen wir  $162 - 128 = 34$ , nämlich  $\frac{34}{128}$ . Bey der 6  
 süßigen Geschwindigkeit verhält sich  $6^2 : 9^2 = 96 :$   
 $216$ , also ist der Gewinnst  $= 216 - 96 = 120$ . Es d  
 werden daher beynähe  $\frac{2}{3}$  an der bewegenden Kraft ge-  
 wonnen. Hieraus ist das Meisterstück Gottes in dem  
 Gang der vierfüßigen Thiere klar, und zugleich klar,  
 daß ein vierfüßiges Thier, wenn es Schritt geht,  
 $\frac{3}{4}$  Theile weniger Kraft anzuwenden braucht, als  
 wenn es trabt, daher im Trab um  $\frac{3}{4}$  mehr ermü-  
 det, und im Schritt bey gleichem Aufwand von Kräf-  
 ten einen  $\frac{3}{4}$  weitem Weg machen d. h. fast noch  
 halb

halb so weit im Schritt als im Trab kommen kann, welches auch die Erfahrung beweist.

## §. 112.

Es wird aber der Vortheil vom wechselseißen Ziehn der Ruder noch von einer andern Seite nützlich und größer werden, und zwar aus der Ursache, weil die Geschwindigkeit von 9 Fuß eher kann erreicht werden, wenn von der Geschwindigkeit = 6 Fuß *z.* angefangen wird, als wenn man von der Geschwindigkeit = 2 Fuß aufsteigen soll, denn dort sind nur 3 Räume der Geschwindigkeit, 7, 8, 9, von der neu applicirten Kraft zu durchlaufen, und hier 7 Räume 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Die erstern drey Räume müssen eher zu durchlaufen, und die größere Geschwindigkeit also eher zu erlangen seyn, obgleich bey einer schwächern Kraft. Soll die stärkere Kraft so schnell die 7 Räume durchlaufen als die schwächere Kraft ihre 3 Räume, so verhalten sich beyde Geschwindigkeiten wie 3 : 7 und die Stärke der Kraft muß wie  $3^2 : 7^2$  seyn, *d* = 9 : 49 also  $5\frac{1}{2}$  mal größer seyn. Ob nun gleich hier wieder andre mitwirkende Ursachen sind, die diese Größe der Kraft nicht nöthig machen, so erhellet doch so viel, daß das Schiff die Geschwindigkeit = 9 Fuß bey dem wechselseißen Ziehn weit eher erhalten muß, besonders wenn die Kraft alle Secunden applicirt wird, welches ihm und seiner Bewegung natürlich zum Vortheil gereichen muß.

## §. 113.

Ein Schiff also, auf dem die Ruder wechselseiße gezogen werden, braucht kaum  $\frac{2}{3}$  der Menschenzahl, *ia* nach §. 111. *c. d* nicht die halbe Menschenzahl, die man brauchen würde, wenn man die Ruder auf einmal

mal zöge. Dieser Vortheil ist im Ganzen der Schif- b  
 fahrt, wo auch die kleinsten Vortheile in der Sum-  
 me, und noch mehr in der Dauer groß werden, sehr  
 ansehnlich. 'Bey Stromschiffen kann man die senk- c  
 rechten Ruder eben sowohl brauchen, wie auf der See,  
 ob es gleich den meisten Strömen an Tiefe fehlt, um  
 die Ruder gehörig lang machen zu können. Indes d  
 wenn der untre Arm auch nur 8, 9 Fuß Länge hat,  
 ('die Aye muß da freylich oben am Bord seyn, da e  
 auch große Stromschiffe selten so tief gehn), so kann  
 er doch schon einen ansehnlichen Bogen und Sinus  
 machen. Auf untiefen Strömen kann man indes nie f  
 so schnell mit den kürzern senkrechten als mit den lan-  
 gen Horizontalrudern fortkommen, wenn auch die letz-  
 ten ungleich mehr bewegende Kraft erfordern, 'man g  
 müste denn ein klein Gerüste am Bord bauen, um die  
 Aye höher bringen zu können. Auf tiefen Strömen h  
 aber, wäre ihre gewöhnliche Tiefe auch nur 12 Fuß,  
 sind die senkrechten Ruder vortreflich zu brauchen, be-  
 sonders wenn sie ebenfalls abwechselnd gezogen werden.  
 Auch kann man die Schaufeln auf Strömen etwas i  
 größer machen. Uebrigens kann man die Ruder auf k  
 diese und iene Weise ziehn: entweder fig. 18. zuerst a,  
 darnach d, alsdenn b, zuletzt c. Das ist der Schritt  
 der vierfüßigen Thiere, und die beste Art der Ruders-  
 bewegung; oder a und d, b und c zugleich, das ist  
 ihr Trab; oder a und b zugleich und c und d zugleich,  
 das ist ihr Galop, der aber weit mehr Kräfte erfor-  
 dert als der Trab, (aus Ursachen, welche aus dem Bau  
 der vierfüßigen Thiere zugleich zu erklären sind) daher  
 sie ihn auch nicht so lange aushalten als den Trab.  
 a und b abwechselnd, das ist der Schritt bey den Men-  
 schen zc. ab zugleich und cd zugleich, ad und cb zu-  
 gleich, findet auch bey Ruderschiffen statt. 'Aber wenn l  
 man a, darnach d, alsdenn b und endlich c brauchen  
 wollte,

wollte, so würde das Schiff in einem beständigen Zick-  
 zack gehn. Indes wäre daran nichts gelegen, denn  
 es käme doch weiter, als wenn a und b und c und d,  
 oder wenn a und d, und b und c zugleich gezogen wü-  
 rden, so wie es im letzten Fall weiter kommt, als wenn  
 a b c d zugleich gezogen werden. Den Schaden, wel-  
 chen das Ruderschiff vom Zickzack hätte, den hat es  
 auch, wenn a und b, und c und d, oder a und d,  
 und b und c zugleich gezogen werden, wegen der Linie  
 HI fig. 16. §. 71. d. §. 72. a. es gewinnt aber den  
 vorher berechneten Vortheil §. 111. b. Bey senk-  
 rechten Rudern findet aber dieses Zickzack nicht statt,  
 wenn auch die Ruder in der Ordnung a. hernach d,  
 denn b, endlich c gezogen werden, welche Ordnung  
 ebenfalls besser ist als a. b. c. d. oder a. c. d. b. oder  
 a. b. d. c. re. aus Gründen, deren Untersuchung ich  
 übergehe. Wir können auch ohne Berechnung uns  
 auf die Natur sicher verlassen, und ihr ohne Furcht  
 folgen. Das wechselseitige Ziehen der Ruder ist ein  
 neuer Beweis von den unverbesserlichen Vollkommen-  
 heiten aller Einrichtungen in der Natur, die daher  
 unsre Aufmerksamkeit und Nachahmung verdienen,  
 und demnach auch die senkrechten Ruder selbst, wie  
 nicht weniger die Fischprova.

## §. 114.

Die vortheilhafteste Art die Ruder zu bewegen ist  
 ohne Zweifel die, daß sie getreten werden, weil ein  
 Mensch bey einer anhaltenden Arbeit nie mit einer  
 Kraft wirken kann, welche der Schwere seines Kör-  
 pers gleich wäre. Es ist ferner die Stärke der Men-  
 schen verschieden, und so auch die Stärke, mit wel-  
 cher dieser und iener Matrose das Ruder stößt oder  
 zieht. Ob nun zwar bis bey allen Ruderschiffen ist,  
 daß

daß man nicht Sklaven von gleicher Leibesstärke ans Rudern stellen, dieser und iener auch seine Kräfte anstrengen oder schonen kann, die Ruder aber dem ohnerachtet ihre Dienste thun, so wäre es doch besser wenn die bewegende Kraft bey allen Rudern einerley wäre. Dis kann am besten durch das Treten der Ruder erlangt werden, denn obgleich die Schwere der Menschen ebenfalls nicht einerley ist, so kann doch der Matrose, welcher um 5, 10, 15  $\text{P}$  leichter als ein anderer ist, sich bald eben so schwer machen, wenn er das ihm fehlende Gewicht an sich hängt, ob er gleich dadurch daß er es trägt, auch etwas zeitiger oder mehr ermüdet wird.

Aus dem vorigen erhellet, daß das Ruder allezeit e möglich lang seyn, und der untre Arm mit der Schaufel allezeit länger, der obere Arm aber kürzer seyn müsse. Ruder von 30, 36 Fuß Länge sind besser, als wo fig. 16.  $HC = 12$  und  $FH = 6$  Fuß, 1) weil die bewegende Kraft bey langen Rudern zweckmäßiger applicirt wird (S. 77. q), sowohl die bewegende Kraft des Widerstandes der Schaufel, als die der Matrosen in G, welche mit PD. SA  $\text{r}$ . stets parallel ist, 2) f weil man mit diesen Rudern, so bald man Menschen genug hat, eine größere Geschwindigkeit, ia eine doppelte erlangen kann: denn wenn  $HC = 24$  Fuß, und man bewegt C bis D = durch einen Bogen von 24 Fuß, so ist der Sinus der Geschwindigkeit DM doppelt so groß als wenn  $HC = 12$  Fuß, und die Matrosen, (deren 4 mal mehr seyn müssen) bewegen ihren Körper doch auch nur durch 6 Fuß, denn sie setzen die Stange in der Mitte zwischen GH an, = X, und weil  $XH = \frac{HD}{4}$ , so ist der Bogen, den X beschreibt, allezeit der vierte Theil des Bogens

gens, den C macht, wenn also  $HC = 24$  und  $CD = 24$  Fuß, so ist der Bogen, den X beschreibt  $= \frac{24}{4} = 6$  Fuß, so wie, wenn  $HC = 12$ ,  $CD = 12$

und  $FH = 6$  Fuß, der Bogen von F bis G  $= \frac{CD}{2}$

$\frac{12}{2} = 6$  Fuß ist.

h Man gewinnt zwar auch, wie ebenfalls schon vorher bewiesen worden ist, am Sinus der Geschwindigkeit bey langen Rudern, weil, wenn  $HC = 24$  Fuß und  $CR = 12$  Fuß, der Sinus  $RV = 11, 5$ . Da wenn  $HC = 12$  und  $CD = 12$  Fuß, der Sinus  $DM$  nur  $10, 1$  ist, nach §. 86. v, aber wenn der Sinus  $RV$ , und also auch die Geschwindigkeit des Schiffs, größer ist, so ist auch der Widerstand des Schiffs größer, und erfordert also mehr bewegende Kraft. Sey die Geschwindigkeit wie  $10$  und  $11$ , so ist der Widerstand wie  $10^2 : 11^2 = 100 : 121$ . Nun ist aber der Widerstand der Schaufel, die durch  $4$  Fuß weicht, und die Kraft der Ruder knechte auf die geringere Geschwindigkeit eingerichtet, und es kann also die größere nicht durch eben dieselbe Kraft der Matrosen und des Widerstandes der Schaufel erreicht werden, ob es gleich wegen des größern Sinus möglich ist, sie zu erreichen, wenn man beyde um  $\frac{2}{10}$  vermehren will.

i Bey langen Rudern also hat man blos den Vortheil, daß die bewegende Kraft in einer bessern Direktion applicirt wird, und daß man durch sie größere Geschwindigkeiten erhalten kann, wenn man sie nöthig findet, und wenn man Menschen genug hat, welches bey

bey kurzen Rudern nicht angeht, denn so kann sich, wenn HC fig. 16 nur 12 Fuß lang ist, C durch keinen größern Bogen als CD bewegen, weil CD schon zu groß ist, auch kann, wenn GH = 6 Fuß, der Matrose höchstens nur von F bis G fallen = durch 6 Fuß. Wenn HC = 24 Fuß und CR = 12 Fuß, und XH<sup>k</sup> = 6 Fuß, so wird die Kraft des Matrosen, obgleich XH nur 6 Fuß, doch in einer weit bessern Direction applicirt, als wenn HC = 12 und CD = 12 und GH = 6 Fuß, denn die Direction, in welcher die Matrosen ihre bewegende Kraft appliciren, ist allezeit mit der Direction des Widerstandes der Schaufel parallel, und also ist die Direction der bewegenden Kraft in b = RU und die Tangenten zwischen R und C. Es ist also vortheilhafter, wenn der Oberarm viermal kürzer ist. Ist  $FH = \frac{HC}{4} = 6$  Fuß und CR = 12 Fuß und

wenn in F 4 Matrosen sind, so ist ihre Kraft =  $4 \times 90$  und der Widerstand der Schaufel =  $90 = 5 \times 90$ ;  
Wenn  $FH = \frac{HC}{2} = 6$  Fuß und RC = 12 Fuß, so

brauchen wir nur 2 Matrosen, aber die Kraft des Ruders ist auch nur  $2 \times 90$  + dem Widerstande der Schaufel =  $90 = 3 \times 90$ . S. 86. aa. Die letzten Matrosen müssen ihren Körper durch 6 Fuß bewegen, die erstern aber nur durch 3 Fuß, wenn beyde Ruder einerley Bogen = CR beschreiben. Es können also die erstern die Arbeit länger aushalten. Wenn man also 4 Menschen an ein Ruder bringen, und den obern Arm des Ruders 4 mal kürzer als den untern machen will, so gehören an das letztere Ruder 5 Menschen, nämlich 4 Matrosen die es stoßen und einer der es wendet, und die Kraft des ganzen Ruders =  $5 \times 90$ .  
Bei einem Ruder von 2 Matrosen muß man doch den dritten

dritten zum Wenden haben, und die Kraft des Ruders ist  $3 \times 90$ . Also wenn dort 5 mal 90 Kraft und 5 Menschen, und hier 3 mal 90 Kraft und 3 Menschen sind, so ist das einerley, weil aber iene sich nur durch 3 Fuß bewegen, und daher die Arbeit länger aushalten, so ist die Abtheilung von  $HC = 4$   $HX$  besser. Hieraus sind denn alle Veränderungen, die man irgend mit dem Ruder vornehmen kann und will, oder die man wegen der Menschenzahl die man hat, oder wegen der Größe und Höhe des Schiffs außerm Wasser, seiner Tiefe im Wasser ic. vornehmen muß, sehr leicht zu reguliren und zu berechnen.

o Es sey fig. 36 der Unterarm BC des Ruders 24' im Wasser (und durch diese 24' ganz Schaufel) und p 3' überm Wasser. Der Durchmesser der 2 Halbkugeln sey 1 Fuß, (wenn die inwendige Kugel von Holz. Ist alles von Eisen, Ire, Kugel und Halbkugeln, so ist freylich ein halber Fuß hinreichend) so ist der ganze Unterarm =  $27\frac{1}{2}$  Fuß. Der Oberarm sey, den halben Fuß der Kugel mit einbegriffen,  $\frac{27\frac{1}{2}}{4} = 6\frac{3}{8}$

4 Fuß, so bewegt sich das Ende A vom Oberarm durch 3 Fuß Bogen, wenn sich das Ende des Unterarmes r durch 12 Fuß Bogen bewegt. Die ganze Länge des Ruders ist also  $27\frac{1}{2} + 6\frac{3}{8} = 34\frac{1}{8}$  Fuß, und daher beynabe so lang als die gewöhnlichen Galerenruder.

s §. 72. c. Es werde am Oberarm, (der länger seyn kann, weil es nicht auf seine Länge ankommt, sondern auf den Ort wo die Stange angefest wird,)  $6\frac{3}{8}$  Fuß über der Kugel, und also  $10\frac{3}{8}$  Fuß über der Wasserfläche ein Tau AGHI befestiget, welches über eine Rolle G ins Schiff geht, die  $10\frac{3}{8}$  Fuß über der Meeresfläche in der Seite des Schiffs horizontal eingesetzt ist.

ist. Diese Rolle muß eine gehörig breite Vertiefung t haben, damit das Tau einen freyen Spielraum hat, denn weil der Oberarm, =  $6\frac{1}{2}$  Fuß, einen Bogen von 3 Fuß = DE macht (wenn der Unterarm durch 12 Fuß sich bewegt, und in diesem Bogen durch den Sinus AF von 3 Fuß Bogen ( $6\frac{1}{2}$  oder 7 Fuß der Sinus totus) = 0, 7 Fuß von der scheinbaren Horizontalinie nach und nach absteigt, so muß die Breite der innern Vertiefung der Rolle ohngefähr 7 Zoll haben, außer der Dicke des Taus, welches auch gegen 1 Zoll ist. 'Zwey oder drey Fuß von dieser Rolle G, u innerhalb des Schiffs ist eine senkrechte Rolle H unterm Verdeck, befestiget, über welche das Tau ebenfalls weggeht, und von ihr so tief herunterhängt, als es nöthig ist. An diesem herunterhängenden Tau ist v ein großer Steigbügel I befestiget, in den die Matrosen treten. Das Tau wird also durch die Schwere w der Matrosen herunter gezogen, wenn sie in den Steigbügel treten, und zwar durch einen Raum, welcher der Sehne GFE des Bogens GAE von 3 Fuß, den der senkrechte Oberarm AB beschreibt, gleich, und also etwas weniger als 3 Fuß ist, ohngefähr  $2\frac{2}{3}$  Fuß, denn die Sehne GFE besteht aus zwey Sinus GF und FE, deren Bogen  $1\frac{1}{2}$  Fuß und der Sinus totus  $6\frac{1}{2}$  Fuß. 'Sechs Fuß (damit der Oberarm k sich auch durch 6 Fuß bewegen kann, wenn man es verlangt,) hinter der Horizontalrolle G in der Schiffseite ist eine andre der ersten völlig gleiche horizontale Rolle K in die Seite des Schiffs befestiget, und eine zweite senkrechte Rolle L im Schiff, mit einem Steigbügel M am Tau, in welchen der Matrose tritt, der den Oberarm des Ruders wieder nach hinten und den Unterarm mit seiner Schärfe nach vorn bringt. Zwischen beyden Rollen ist ein Loch N, durch welches ein Matrose das Ruder wendet. Summa 4 Mann zu

B iedem

z jedem Ruder. Die zwey Matrosen, welche die breite Fläche der Schaufel oder den untern Arm dem hintern Wasser entgegen, und den Oberarm nach dem Vordertheil bewegen, stehn nach dem Vordertheil des Schiffs zu, der einzelne Matrose steht nach dem Hintertheil zu, mit dem Gesicht nach dem Vordertheil, und 6 Fuß von den 2 Matrosen entfernt, jene zwey Matrosen aber haben ihr Gesicht gegen das Hintertheil gerichtet wie bey den Galeren. Jeder Matrose hat neben sich einen Absatz  $1\frac{1}{2}$  Fuß hoch, auf den er, wenn der Steigbügel in der Höhe ist, mit einem Fuße steigt, den andern noch  $1\frac{1}{2}$  Fuß höher hebt und in den Steigbügel setzt, und so durch die Schwere seines Körpers den Steigbügel wieder durch 3 Fuß herunter zieht, während dem sich der Unterarm nach dem Hintertheil zu bewegt.

ab Dieses Steigen durch 3 Fuß alle 4 Secunden ist die ganze Arbeit des Matrosen, die ihn daher weit weniger ermüden muß, als wenn er das Ruder durch die Stange stößt, seinen Körper durch 3 Fuß vorwärts sinken läßt, und ihn durch 3 Fuß wieder in die Höhe richtet. Die 4 Ruderbewegungen bleiben unverändert.

ac Angenommen daß die Schwere des Matrosen 150 ℔ sey, so hänge er, da seine Arbeit so leicht ist, noch 30 ℔ an sich, und mache sich also 180 ℔ schwer, so ist die bewegende Kraft = der Schwere von beyden Matrosen =  $2 \times 180 = 360$  ℔, und der Widerstand der Schaufel, weil der Oberarm 4 mal kürzer als der untere, =  $\frac{360}{4} = 90$  ℔. Also ist die ganze Kraft des Ruders  $360 + 90 = 450$  ℔. Im 103. S. und S. 104. c. war sie blos  $3 \times 90 = 270$  ℔. bey 3 Matrosen weil die 2 Matrosen, welche den Unterarm nach

nach hinten stießen, ihn auch nach vorn bringen mußten, wozu hier ein aparter Matrose gebraucht wird.  $3 : 4 = 270 : 360$  und  $450 - 360 = 90$ , also werden 90  $\text{℔}$  Kraft gewonnen bey jedem Ruder, welche auf das Reiben bey den Rollen nicht aufgehn. Gingen sie aber auch auf, so bleibt das Treten doch allezeit die vorzüglichste Art die Ruder zu bewegen, weil die Arbeit der Matrosen bey derselben weit weniger ermüdend ist, als bey dem Stoßen der Ruder, und die Matrosen sie also länger aushalten. Für den Matrosen, der die Schärfe des Ruders nach vorn bringt, ist die Arbeit noch weniger ermüdend, weil der kein Gewicht an sich zu hängen braucht, und wenn er auch nur die Schwere eines Knabens hätte. Man kann alle 5 Ruder fig. 36 zusammenhängen, und dann kann sie ein einziger Mensch zurückbringen durch Treten. Es braucht also blos in f und g eine Rolle und ein Mensch zu seyn, der alle 5 Ruder zurückbringt, die andern Rollen sind blos zur Bewegung. Wir brauchen also zu allen 20 Rudern 64 Matrosen. Ihre bewegende Kraft  $= (20 \times 180 \times 2 + 90) = 20 \times 450 = 9000 \text{ ℔}$ . Die Geschwindigkeit des Schiffs

ist nach §. 99. a.  $= \sqrt{\frac{9000}{50}} = 13\frac{1}{2}$  Fuß in der

ersten Secunde und nach §. III. d. über 27 Fuß, wenn das Ruder lang genug ist. Bey den Stromschiffen, wo die Aue des Ruders oben am Bord ist, oder bey sehr niedrigen Seeschiffen, braucht man blos 3 bis 4 Schuh von einander ein Holz am Bord senkrecht zu errichten, mit einer senkrechten Rolle, über welche das Tau weggeht, und der Matrose steigt vom Bord in den Bügel. Hier kann es, da die Ruder meist nicht groß seyn können, so eingerichtet werden, daß eben derselbe Ruderer, der das Ruder tritt, es auch wendet,

wendet, und indem er es wendet, dasselbe zugleich zu  
 ai rückbringt und nochmals wendet. Es kommt hier blos  
 auf einige Handgriffe, eine kurze Uebung und Hurtig-  
 keit an, denn schwer und Stärke erfordernd ist keine  
 ak einzige der vier Ruderbewegungen. Es ist wahr-  
 scheinlich, daß, die Nachteile der gewöhnlichen Ru-  
 der vom Fußstoß und von der falschen Applikation der  
 Kraft dazu gerechnet, ein einiger Ruderer mit einem  
 senkrechten Ruder so viel thun werde, als wenigstens  
 al 4 Leute bey den gewöhnlichen Rudern. Will man  
 die Aere durch ein Gestelle einige Fuß über Bord brin-  
 gen, um den untern Arm länger machen zu können,  
 so muß man dafür sorgen, daß das Gestelle mit dem  
 am Bord einen möglichst scharfen Winkel mache. Dann  
 kann man dem Schiffe ebenfalls eine größere Ge-  
 schwindigkeit geben, weil ie länger der Unterarm, ie  
 größer der Bogen, und desto größer der Sinus der  
 Geschwindigkeit.

an Ich habe angenommen, daß das Ruder, wenn  
 es gestoßen wird, in einem Quadranten EC fig. 16  
 ao seinen Bogen CD oder CR beschreibt. Dis ist wegen  
 des Stoßens geschehn, denn wenn der Matrose von  
 F bis G das Ruder stößt, und die Schwere seines vor-  
 fallenden Körpers mit nützen soll, so muß das Ruder  
 FHC senkrecht seyn, von F bis G sich abwärts bewe-  
 gen und im Fallen bleiben, bewegt sich aber die Ru-  
 derschaukel von O bis E und der Oberarm von N bis  
 D fig. 15, so kann der Matrose nur durch AD fig. 15  
 = YZ fig. 16 mit der Schwere seines vorfallenden  
 ap Körpers wirken. Die Kraft dieser Schwere, mit  
 welcher der Matrose ins Ruder würfelt, verhält sich zu  
 jener wie der Sinus versus FY zum Sinus versus FW,  
 als durch welche Sinus versus der Matrose seinen Kör-  
 ar per vorfallen läßt. Wenn der Matrose von F bis G  
 fällt,

fällt fig. 16, d. h. durch einen Bogen von 6 Fuß, und wenn FH = 6 Fuß, so ist der Sinus GW = 5, 05, und der Bogen hat  $57^{\circ} 20'$ . Man bekommt aber den Sinus versus FW, wenn man den Cosinus von  $32^{\circ} 40'$  vom Sinus totus = 6 Fuß abzieht. Der Cosinus von  $32^{\circ} 40' = 3, 238$ . Es ist demnach der Sinus versus FW =  $6 - 3, 238 = 2, 762$  oder  $2\frac{3}{4}$  Fuß, durch welche der Körper des Matrosen vorwärts sinkt. Die bewegende Kraft, welche das Ruder dadurch erhält, ist denn nach der Größe des Matrosen und der Schwere seines Körpers nach den Gesetzen von der schiefliegenden Fläche leicht zu berechnen. Der Sinus versus FY = Sinus totus - Cosinus,  $as$   $61^{\circ} 20' = 6 - 5, 26 = \frac{1}{2}$  Fuß. Da denn der Matrose sehr wenig mit seiner Schwere würken würde, wenn er nur durch  $\frac{1}{2}$  Fuß vorsiele, nicht zu gedenken, daß er fig. 15 von NA das Ruder auch  $\frac{1}{2}$  Fuß in die Höhe stoßen muß. Werden aber die Ruder getreten, und wir haben auf die angeführte Ursache der Bewegung, nämlich auf das Vorfallen des Körpers, nicht zu sehn, so kann man das Ruder so bewegen, daß die Hälfte EC des Bogens EO, den das Ruder beschreibt, in den einen Quadranten fällt, und die andre Hälfte = CO in den andern Quadranten des halben Zirkels. Dadurch erhalten wir größere Sinus der Geschwindigkeit, denn nun ist die größte Geschwindigkeit = der Sehne EO = Sinus EF + FO. Wäre der Unterarm = 12 Fuß, EO = 12 Fuß und also CE = 6 Fuß, so wäre der Sinus EF = 5, 75, und FO = 5, 75, also die Sehne EFO = 11, 5. Ist aber HC fig. 16 = 12 und CD = 12 (wie ECO fig. 15) so ist DM = 10, 1. Der wahre Vortheil aber besteht bey EO fig. 15 wiederum darinnen, daß die bewegende Kraft gleichförmiger mit der Directionslinie der Bewegung des Schiffs applicirt wird. Wenn

also von HC fig. 16 = 24 Fuß, sich C durch 24 Fuß bewegen müßte, d. h. einen Bogen von 24 Fuß beschreiben, so fielen doch die Direktionlinien zwischen RC, weil von diesen 24 Fuß, 12 Fuß auf RC kämen. Die größte Geschwindigkeit = 2 Sin. RU, wäre denn = 23 Fuß, denn wenn HC = 24 und CR = 12, so ist Sin. RV = 11,5 und 2 RU = 23 Fuß.

az Wenn man daher Menschen genug daran wendet, das Ende C einen Bogen von 48 Fuß beschreiben d. h. den 24 Fuß langen Unterarm = HC bis D = 24 Fuß bewegen und den Oberarm 8 bis 16 mal kürzer machen wollte, so würde man dem Schiffe eine ganz ungläubliche Geschwindigkeit geben können.

ba Beschreiben die Galeren mit ihren Rudern den Bogen EO fig. 15, so ist der Verlust der bewegenden Kraft wegen der falschen Direktion nicht so groß, als er §. 71. 72. a ist angenommen worden.

bb Wenn bey den Rudern, welche getreten werden, der Bogen ND fig. 15 (no. t.) = 3 Fuß und AB =  $6\frac{2}{3}$  oder 7 Fuß, da vorher AD = 3 Fuß war, so ist der Sinus versus, durch welchen das Ruder sinkt, weit kleiner als 0,7 Fuß, nur 0,17 Fuß, und es braucht also die Rolle auch keine so breite Vertiefung von 0,7 Fuß oder beynähe 7 Zoll zu haben, sondern nur eine Vertiefung von 0,17 Fuß = 2 Zoll, und für das Lau

bc 1 Zoll = 3 Zoll, 'es wäre denn daß sie aus Vorsicht so breit gemacht würde, wenn man auch eine doppelte Geschwindigkeit dem Schiffe geben könnte, indem man den Unterarm durch 24 Fuß und den Oberarm durch 6 Fuß sich bewegen läßt, die bewegende Kraft aber nicht tiefer als  $6\frac{2}{3}$  Fuß am Oberarm anbringt.

---

Vier:

---

Viertes Kapitel  
Von Steuerrudern.

---

§. 115.

Wenn man sieht, daß ein Schiff durch das Steuer-  
ruder gelenkt wird, so ist man sehr geneigt zu glauben:  
1) daß bis von der Kraft des Steuermannes kom-  
me, und von dem Bau des Steuerruders nach den  
Regeln des ungleicharmigen Hebels, indem der innere  
Arm des Steuerruders, oder die Steuerpenn, der  
Steuerstock, viel länger als der äußere Arm, nämlich  
als das senkrecht Steuer selbst; 2) daß das Schiff b  
auch durch das Steuerruder könne gewendet werden,  
weil das Wenden blos eine fortgesetzte Bewegung des  
Lenkens ist. In diesem Irrthum war ich bey Verfas- c  
sung des 4ten Kapitel im Dädalus, und wahrschein-  
lich war ich unter denen, deren Metier die Schif-  
fahrt und Steuermannskunst nicht ist, nicht allein  
barinnen.

§. 116.

By genauerem Nachdenken über die Wirkungen a  
des Steuerruders habe ich gefunden, daß das Steu-  
erruder zu nichts weniger da sey als das Schiff zu  
wenden d. h. das Vordertheil dahin zu bringen, wo  
vorher das Hintertheil war, 'dergestalt daß es sogar b  
nicht einmal möglich ist, das Schiff durchs Steuer-  
ruder

runder völlig zu wenden, außer auf einem stillstehenden Wasser, da die Wendung aber nicht allein sehr langsam geschehn würde, sondern auch das Steuerruder eben so wie ein andres Ruder beständig müßte bewegt werden.

## §. 117.

- <sup>a</sup> Das Steuerruder hat blos den Zweck das Schiff zu lenken, ihm eine gewisse Richtung zu geben und es darinmen zu erhalten; dazu ist es vollkommen geschickt, und dazu ist es nach seinem Bau auch allein geschickt.
- <sup>b</sup> Die Wendung des Schiffs wird bey Seeschiffen durch die Segel vollbracht, und bey Stromschiffen durch
- <sup>c</sup> ordentliche Ruder am Vorder- oder Hintertheil. So ungeschickt indes das Steuerruder auch aussieht, so
- <sup>d</sup> ist es doch eine der vorzüglichsten Maschinen. Ich will die Idee, welche ich mir davon mache, vorlegen,

## §. 118.

- <sup>a</sup> Es sey BCD fig. 19 der Steuerstock, AB das Steuerruder, B die Axe oder der Nagel, und EH die rechte Seite des Schiffs. Der Steuermann in D drückt den Steuerstock von D nach H, und der äußere kürzere Arm AB, des Hebels ABD, geht nach G zu, die Axe B, oder das Hintertheil des Schiffs, wendet sich nach E, also haben wir hier den offenbarsten homodromischen Hebel d. h. die bewegende Kraft und die bewegte Last haben einerley Direktion, eben so wie bey
- <sup>b</sup> den homodromischen Rudern. Die dem Ende G, oder die dem Steuer oder äußerem Arm AB oder GB widerstehende Kraft des Wassers, treibt die Last d. h. das mit dem Nagel in B verbundene Hintertheil des Schiffs ebenfalls nach E, so wie es die Menschenkraft in H
- <sup>c</sup> thut. Wenn das Schiff vorwärts geht, so widersteht

steht dem Steuer das Wasser, welches vom Vordertheil des Schiffs entweder vom Strom oder vom Winde in der Linie ON gegen GB, oder das senkrecht heruntersteigende Steuer getrieben, oder indem das Steuer GB dem Wasser entgegen geführt wird. Genau so ist die Wirkung bey dem homodromischen Hebel fig 14. Stößt die bewegende Kraft von A nach G, so bewegt sich die Last H von H nach I, also in gleicher Richtung, d. h. Kraft und Last gehn nach einem Orte hin, welches das griechische Wort homodromisch ausdrückt. Bey dem heterodromischen Hebel ist das umgekehrt, da haben Kraft und Last eine entgegengesetzte Bewegung, wie man an ieder Wage sieht, da, wenn der eine Arm nach unten steigt, der andre sich in die Höhe bewegt. Bey heterodromischen Hebeln oder bey Wagen ist der mittlere Punkt unbeweglich, und die Enden bewegen sich nach entgegengesetzten Richtungen, bey homodromischen Hebeln ist das eine Ende unbeweglich, und das andre Ende, wo die Kraft applicirt wird, bewegt sich mit dem mittlern Punkt in gleicher Richtung. AG bewegt sich mit BL und mit HI parallel nach gleicher Richtung, und diese Richtung hat auch die resistirende Kraft des unbeweglichen Widerstandes F, denn die Unterlage, oder das Fulkrum in F widersteht in der Linie FK. Beyde Arten von Hebeln, der heterodromische, oder der Hebel der ersten Art, und der homodromische, oder der Hebel der zweiten Art, haben übrigens das übereinstimmende, daß der mittlere Punkt beyden Enden allezeit entgegen würkt, denn bey dem heterodromischen Hebel oder bey einer Wage würken beyde Enden nach unten, obgleich ihre Bewegung bey ungleichen Gewichten verschieden ist, und die mittlere Kraft würkt nach oben, zieht den mittlern Punkt nach oben, sonst würde die ganze Wage sich nach unten bewegen, und bey dem ho-

modromischen Hebel würrt die Last B fig. 14, welche gehoben wird, auch durch ihre Schwere nach unten, nämlich nach M. S. 52. 54. Beyde Hebel sind also nur im zufälligen, nicht im wesentlichen unterschieden.

## §. 119.

a Die steife Linie oder der Hebel ABD fig. 19 würrt also wie ein homodromischer Hebel, und wie ein andres Ruder, das scheint derienige sehr wohl erkannt zu haben, der dem Steuerruder den Namen eines Ruders gegeben hat, und es ist auch gar nicht daran zu zweifeln, denn wäre das Steuerruder ein heterodromischer Hebel, so müßte B fig. 19 unbeweglich in c Ansehung der Punkte A und D seyn. Man kann auch nicht sagen, daß das Steuerruder ein solcher heterodromischer Hebel sey, wo der mittlere Punkt beweglich ist, wie bey Wagen, welche an einer Schnur hängen, und die man auf- und nieder lassen kann, wie man im Kramladen solche Wagen hat, denn um eine solche Wage in die Höhe zu bringen oder herabzuziehen, muß man an ihrem Mittelpunkt die hinausschossende oder herabziehende Kraft verstärken, da hingegen bey dem Steuerruder keine in B applicirte Kraft, das Hintertheil des Schiffs B bewegt, sondern die das Hintertheil B bewegende Kraft wird in G oder auf GB allein applicirt, denn würrte die Kraft des widerstehenden Wassers nicht auf GB in der Linie NO, so würde sich das Schiff nicht in der Linie BL drehn, und der Steuermann könnte ohne den geringsten Erfolg des d Lenkens immer von D bis H gehn. Sobald aber in G ein Widerstand ist, so wird auch B von H bewegt, mit einer Kraft, welche sich nach der Länge HB richtet, eben so wie bey dem homodromischen Hebel AC fig. 14. Ist in C keine Unterlage welche widersteht, so kann

Kann weder E noch H von der Kraft in A bewegt werden, ist aber in C ein Fulcrum, so wirkt der Arm AB oder AN nach dem Verhältnis, in dem er mit BC oder NC steht. Giebt das Fulcrum F in C nach, und ist kein unbewegliches Fulcrum, so entsteht ein beweglicher homodromischer Hebel, und der Raum, durch den die Last E oder H bewegt wird, ist um so viel geringer, um so viel das Fulcrum F weicht, wie dis von mir §. 58 ist gezeigt worden. Das Steuerruder d. f. h. der Arm BD fig. 19 und der Arm GB mit dem an ihm befestigten absteigenden Steuer, ist also kein heterodromischer Hebel, wie andre dafür halten, sondern ein homodromischer, wie jedes andre Ruder. Es ist aber der Hebel ABD blos das Mittel, einem g andern sehr großen und heterodromischen Hebel die nöthige Richtung zu geben, und dieser große Hebel ist das Schiff selbst.

## §. 120.

Das Schiff ist nach seiner Länge und Breite für a eine steife unbiegsame Linie zu halten, an der man, wie an ieder andern steifen Linie, drey Punkte annehmen kann, zwey Endpunkte und einen mittlern Punkt zwischen beyden, und daher kann man das Schiff als einen Hebel betrachten, und zwar als einen hetero- b dromischen, weil sich das Vorder- und Hintertheil des Schiffs, oder die beyden Endpunkte, mögen sich nach oben oder nach unten, wie bey den Inclinationen, oder nach der Seite bewegen, wie bey dem Wenden und Lenken, oder das Schiff inclinire sich auf die eine oder die andre Seite, so bewegen sich allezeit die Endpunkte nach entgegengesetzten Richtungen, wie bey dem heterodromischen Hebel, bey den Inclinationen nach vorn und hinten, um die Latitudinalaxe, bey den Sei-  
ten.

Lenkinationen um die longitudinalare, und beyrn  
Wenden und Lenken um die Vertikalare.

§. 121.

Es sey ABC fig. 20 das Schiff, welches nach D zu segelt. Wenn dis Schiff nach E soll gelenkt werden, so wird das Steuer FA, d. h. die senkrechte breite Steuerfläche, welche an Seeschiffen am Hintertheil, an das es beweglich befestiget ist, hinabsteigt, nach G gebracht, indem der Steuermann in I den Steuerstock AI oder den innern Arm des Steuerruders, von I nach L bringt. In L bleibt der Steuermann, und das ganze Steueruder GL behält die Richtung GL unbeweglich. Indem der Steuermann von I nach L geht, so bewegt sich das Ende I nach L und das Ende F nach G, und es scheint das Steueruder ein heterodromischer Hebel zu seyn. Aber man irr. Wenn fig. 19 D nach H und A nach G geht, so scheint das Steueruder zwar ein heterodromischer Hebel zu seyn, aber ist es nicht, denn so wie D sich nur einen Zoll von D nach H zu bewegt, so bewegt sich zwar das Ende A nach G zu, und behält nicht mehr die Richtung AB, so wie es aber diese Richtung AB nicht mehr behält, in welcher es, während daß das Schiff im Lauf ist, keinen Widerstand vom Wasser leidet, (denn das Steuer wird vom Schiff, welches das Steuer mit sich nimmt, dem Wasser entgegengeführt) sondern sich nur ein wenig von A nach G zu bewegt, so stößt das Wasser in der Linie ON auf das schiefe Steuer GB, oder das schiefe Steuer GB wird vom Schiffe dem Wasser in der Linie GB entgegengeführt, und wirkt in das Wasser NO in der Linie GB, das Wasser widersteht in der Linie ON, und in dem Augenblick ist auch der homodromische Hebel da, denn

denn die Last, oder der Punkt B, d. h. das Hintertheil des Schiffs, wird nach L bewegt. Wäre ABD ein heterodromischer Hebel, so würde GB vom Widerstande des Wassers ON von G wieder nach A, und H nach D getrieben werden, und der Punkt B, oder das Hintertheil des Schiffs unbeweglich bleiben, so aber wird B wie die Last bey dem homodromischen Hebel bewegt. Es würde ein heterodromischer Hebel seyn, und das Ende G würde von G nach A weichen, wenn die Kraft in H es erlaubte, die beständig nach M zu drückt, und nicht zuläßt, daß G nach A, und also H nach D sich bewegen kann. Der Steuermann in H macht sich zum Fulcrum das nach M wirkt. Wenn nun der Widerstand des Fulcrum in H, die bewegende Kraft ON, die das Ende G nach A oder I treibt, und die Bewegung des mittlern Punkts B, der nach E oder L sich bewegt, einerley Richtung zeigen, wie hier, so ist dis aufs genaueste der homodromische Hebel AC fig. 14, wo der Widerstand des Fulcrum F, die Bewegung der Last E, und die bewegende Kraft in A, einerley Richtung beobachten, indem sie alle drey in den Linien CK, BL und AG in die Höhe wirken. Während der Bewegung des Endes I fig. 20 oder des Steuermanns in I nach L, und des Endes F nach G, wirkt also das Steuerruder GL schon als ein homodromischer Hebel, denn indem sich der Steuermann von I nach L zu bewegt, so widersteht das Wasser, welches auf AG drückt, nach F zu, will G nach F drücken, und das Schiff oder das Hintertheil A, der mittlere Punkt des homodromischen Hebels GAL bewegt sich von A nach H zu. Alle drey Bewegungen gehn nach einem Orte hin, und daher ist es ein homodromischer Hebel, und wirkt als ein homodromischer Hebel. Was hier sowohl wie bey den Rudern sehr leicht irre führen kann, ist dis, daß beyde bewegliche Hebel sind, Hebel,

Hebel, wo alle drey Punkte beweglich sind, auch das  
 Fulcrum, wozu man entweder das widerstehende  
 Waſer (und mit mehrerm Recht) oder den Steuer-  
 mann machen kann. Während der Bewegung ist  
 das Waſer nach vorn offenbar das Fulcrum, sobald  
 aber die Bewegung des Steuerruders aufhört, so hört  
 gleichsam der ganze Hebel auf, und es tritt ein anderer  
 Hebel an seine Stelle. Der bewegte Körper A  
 nimmt, wie bey den Rudern, die bewegende Kraft in  
 L oder I mit sich. GA ist das was die Schaufel bey  
 den Rudern ist. Wenn bey den Rudern sich I nach L  
 bewegt, in der Linie IL, so bewegt sich F nach G, und  
 das Waſer widersteht in der Linie FN *ic.* GM. Bey-  
 de Kräfte, die Kraft des widerstehenden Waſers,  
 welches in der Linie MG würkt, und die Kraft des  
 Ruderknichts in L, der in der Linie PL das Ruder an  
 sich zieht, oder in der Linie TL es von sich stößt, be-  
 wegen den Punkt A in der Linie AO, und bey dem Len-  
 ken in der Linie AH. Es ist hier blos der Unterschied,  
 daß das Progressivruder, um den Widerstand MG  
 des Waſers zu erhalten, immer aufs neue muß be-  
 bewegt werden, da hingegen der Widerstand des Waſ-  
 sers KG auf das Steuer GA beständig, und so lange  
 fortbauert, als das durch Segel oder Ruder fortbe-  
 wegte Schiff das Steuer GA dem Waſer entgegen-  
 führt. Sobald das Steuerruder GAL in die Rich-  
 tung GAL gebracht ist, und darinnen unbeweglich  
 bleibt, so hört zwar die Wirkung nicht gänzlich vom  
 homodromischen Hebel GAL auf, denn die widerste-  
 hende Kraft des Steuermanns in L, der nach P zu  
 drückt, damit das Ende G vom Waſer KG nicht nach  
 F getrieben werde, bewegt das Schiff auch noch in  
 der Linie AH, (und es ist also nicht einerley, ob man  
 das Ende L, wenn es nach L gebracht worden ist,  
 daselbst durch einen Strick PL befestige, daß es nicht  
 nach

nach I zurückweiche, oder ob der Steuermann durch seinen Druck in der Richtung LP das Ende L in L erhalte) aber es entsteht hier noch was anders, denn der Arm AB, des Hebels oder des Schiffs ABC, wird durch GA um QA länger. Das in dieser Richtung GA unbeweglich gehaltne Steuer AG, macht nun mit dem ganzen Schiff eine feste Linie aus, d. h. es macht den gebrochnen oder winklichten Hebel GABC, der in B, (oder zwischen AB nahe an B) um eine Vertikalaxe wie ein heterodromischer ungleicharmiger Hebel beweglich ist. Wenn nun das Steuer GA von dem fortlaufenden Schiffe mitgenommen, und dem vordern Wasser entgegengeführt wird, so ist das eben so viel, als wenn das Wasser auf AG stieße. Durch diesen Stoß, Druck, oder überhaupt durch diesen Widerstand des vordern Wassers auf GA, wird das Hintertheil A nach H zu beständig gedrückt, da sich dann das Vordertheil C nach E drehn muß, weil ABC, oder GABC ein heterodromischer Hebel ist, dessen Mittelpunkt in B oder nahe bey B ist.

## §. 122.

Wenn das Schiff in der Linie CD fig. 20 vom a Winde durch die Segel fortgetrieben wird, so werden auch die Wellen in dieser Linie vom Winde getagt. In b jedem Falle muß das Schiff einen schnellern Lauf haben als die Wellen, wenn es vom Steuerruder soll gelenkt werden. Diesen schnellern Lauf hat auch das Schiff, wenn die das Schiff bewegende Kraft nur nicht allzugerung ist, denn das Schiff, wenn es nicht zu tief geht, wird von den Wellen fast mit eben der Geschwindigkeit, die sie selbst haben, fortgetragen und fortbewegt, und braucht also nur eine schwache bewegende Kraft, um schneller zu laufen als die Wellen, geht aber das Schiff

Schiff schon etwas tief, so muß seine Bewegung schon viel langsamer seyn als die der Wellen, weil das untere Wasser die Geschwindigkeit des obern Wassers nicht hat, auch stärker widersteht, und das untere Wasser doch eben dasienige Wasser ist, welches das Schiff auf seinem Rücken forträgt, wenn es ohne andre bewegende Kraft ist. Auf Strömen ist das was anders, da hat das Schiff, wenn es dem Strom allein überlassen wird, allezeit die Geschwindigkeit des Stroms, weil dessen Geschwindigkeit in der Höhe und Tiefe gleich, oder doch überaus wenig unterschieden ist, ist aber zugleich Wind, der Wellen macht, so hat zum Theil eben die Wirkung statt, wie auf der See.

f Ist die Geschwindigkeit der Wellen und des untern Wassers größer als des Schiffs, und das Schiff setzt  $x$  in der Linie AC fig. 20, nach D, so würde, wenn das Steuerruder die Richtung GAL hätte, das Schiff dadurch nach R bewegt werden, denn das hintere Wasser würde in der Linie SG auf GA wirken, nämlich auf die hintere Fläche von GA (da das vordere Wasser auf die vordere Fläche drückt), und es nach M zu treiben, ohnerachtet der Steuermann von L nach P zu drückte, als dessen Druck von der stärkern Kraft des Wassers gegen G in der Linie SG vernichtet werden würde. Ist die See ohne alle Wellen, und das Schiff steht stille, so kann es durch das Steuer gar nicht gelenkt werden, denn das Steuer GA erfährt keinen Widerstand des Wassers weder von hinten noch von vorn, es kann nicht anders gelenkt werden, als wenn das Steuerruder GAL so wie ein ander Ruder bewegt wird, und da würde eine sehr ansehnliche Zeit dazu gehören, das Schiff zu lenken, weil der äußere Arm so viel kürzer als der innere ist, h nach S. 85. Um die Wirkung des Steuerruders berechnen zu können, wollen wir annehmen, daß die

Ge

Geschwindigkeit des Schiffs, die es durch Hülfe der Segel oder Ruder erhält, 10 Fuß in 1 Secunde sey, und die Geschwindigkeit der Wellen und des untern Wassers = 4 Fuß. Wird nun das Steuer GA den weit langsamer, nämlich nur mit der Geschwindigkeit von 4 Fuß, bewegten Wellen, und untern Wasser mit der Geschwindigkeit des Schiffs = 10 Fuß entgegen bewegt, so widerstehn diese langsamer fließenden Wellen zc. dem schneller gegen sie bewegten Steuer mit einer Kraft, die =  $10^2 - 4^2 = 84$  B auf jeden □Fuß in den obern Theil des Steuerruders, angenommen, daß das Steuerruder ihnen unter einem rechten Winkel entgegen wirkte. Das tiefere Wasser, welches vom Winde weniger bewegt wird, widersteht noch stärker, wir wollen aber den Widerstand des obern und untern Wassers gleich stark annehmen. Das Steuer soll von oben bis unten gleiche Breite haben, nämlich es soll 6 Fuß breit, und 24 Fuß tief seyn. Der Ruderstock sey 24 Fuß lang, so verhält sich der äußere Arm, = 6 Fuß, zum innern = 24 Fuß, wie 1 : 4. Bewegt sich der Steuermann durch 12 Fuß, so bewegt sich G durch 3 Fuß fig. 19. AG ist also 3 Fuß, und der Widerstand des Wassers gegen das Steuer =  $\frac{IG}{2}$  : GB, also ohngefähr, weil IG nicht

viel (nur 0, 13, denn  $IG = 2, 87$  Fuß) weniger als  $AG, = 1\frac{1}{2} : 6$ . Wir wollen den Widerstand des 1 Wassers gegen das Steuerruder also  $\frac{1}{4}$  annehmen für alle Directionen des Steuers, d. h. der Winkel ABG sey größer oder kleiner. Ist das Steuer 24 Fuß tief m und 6 Fuß breit, so ist seine Fläche =  $6 \times 24 = 144$

□Fuß. Sein Widerstand =  $\frac{1}{4}$  also =  $\frac{144}{4} = 36$  b. f.

S

der

der Widerstand des Steuerers von 24 Fuß Länge, 6 Fuß Breite und bey der Defnung FAG fig. 20 oder Direktion AG ist also 36 ℔, wenn es vom Schiff in 1 Sec. gegen das vordre Waſer durch 1 Fuß bewegt wird. Wird es durch 10 Fuß bewegt, ſo iſt ſein

$$\text{Widerſtand} = \frac{84 \times 144}{4} = 3024 \text{ ℔ oder } 36 \times$$

$n(10^2 - 4^2) = 36 \times 84 = 3024 \text{ ℔}$ . Weil nun der innere Arm  $AL = 4 \text{ GA}$ , (denn die Länge des Arms GA iſt nicht nach der Breite, welche das Steuer oben hat, ſondern nach der unterſten oder größten Breite anzunehmen, und die iſt bey großen Steuern gegen 6

Fuß) ſo kommen auf  $L = \frac{3024}{4} = 756 \text{ ℔}$ , (nach dem

Bouguer 556 ℔) weſhalb ein einiger Menſch das Ende L nicht würde halten können und in dieſe Richtung bringen, (auch wenn man, da das Steuer oben ſchmäler, den Widerſtand des ganzen Steuerers um  $\frac{1}{4}$  verringert) wenn man nicht durch Maſchinen die Kraft des Steuerers zu vergrößern ſuchte, wodurch aber viel Zeit verlohren geht, ehe das Ruder in die verlangte Lage gebracht wird, und alſo iſt das Lenken ſlangſam, nicht zu gedenken, daß am Ende L bloß die preßende Gewalt des Steuerers, nach Abzug des Fußstoßes, in Rechnung kommen kann, ſo daß man ſie, wo man Maſchinen braucht, faſt ganz übergehen kann. Es iſt hieraus klar, warum man die Steuereruder den größern Schiffen nicht proportionirlich gegen die Steuer von kleinern Schiffen baut, denn wollte man die Steuer breiter bauen, ſo müßte man auch den Steuerſtock länger und ſtärker bauen, weil ein breiteres Steuereruder wegen ſeiner größern Fläche auch größern Widerſtand hat, und alſo eine ſehr große Gewalt

Gewaltleiden würde. Wäre das Steuer 12 Fuß breit, so müßte der Steuerstock 48 Fuß lang seyn oder die Kraftsparenden Maschinen noch einmal so stark wirken. Im erstern Fall würde der Steuerstock kaum selbst zu regieren seyn, wegen seiner nothwendigen größern Stärke, im zweiten Fall würde doppelt so viel Zeit dazu gehören, um dem Steuer die gehörige Defnung zu geben, und also das Schiff noch langsamer gelenkt werden. Aus diesen Ursachen kann man die Steuerruder nicht wohl vergrößern. Da nun große Schiffe einen viel stärkern Widerstand beym Wenden und Lenken haben, und man proportionirlich große Steuerruder ihnen nicht anbauen kann, weil sie noch weniger würden können regiert werden durch einen einzigen Mann, durch Maschinen aber die Zeit verloren wird; so ist offenbar, daß große Schiffe sich langsam müßen lenken lassen, wenn man ihnen nicht auf eine andre Weise zu Hülfe zu kommen weiß. Daher ist nur kürzlich der intendirte Bau eines Schiffs von 120 Canonen in Frankreich aufgegeben worden, und zwar aus der Ursache, laut den Novellen, weil es zu schwer zu regieren sey.

## §. 123.

Je stärker die Wirkung des Wassers auf das Steuer ist, ie schneller wird das Schiff gelenkt. Es ist aber die Wirkung des Wassers auf das Steuer stark, wenn das Schiff schnell segelt (§. 122.) und bey Contrawind, wenn das Schiff durch Ruder den Wellen entgegen getrieben wird, oder wenn ein Schiff wider den Strom segelt. Bey gutem Winde erhält man die lenkende Kraft, wenn man das  $\square$  der Geschwindigkeit der Wellen und des untern Wassers (und des Flusses auf Strömen) von dem  $\square$  der Geschwindigkeit

digkeit des Schiffs abzieht (§. 122.), und bey Con-  
 c trawind, wenn man beyde addirt. Bey völliger  
 Windstille, wenn das Schiff durch Ruder fortbewegt  
 wird, ist die lenkende Kraft dem  $\square$  der Geschwindig-  
 keit des Schiffs gleich.

## §. 124.

a Daß sehr viel am schnellen Lenken des Schiffs ge-  
 legen seyn müsse, und daß es Fälle geben kann, da  
 wohl gar die Erhaltung des Schiffs davon abhängt,  
 das weiß ieder der nur ein wenig die Gefahren kennt,  
 denen ein Schiff ausgesetzt ist. Daher sagt auch Eu-  
 ler §. 525, l. c. cum promptitudo gubernaculi in  
 omnibus navibus summo studio desiderari soleat.  
 b Da nun große Schiffe sich weit langsamer lenken las-  
 sen, so ist es um so nothwendiger, die schnellere Len-  
 kung des Schiffs noch auf eine andere Art zu bewür-  
 ken, und zwar dergestalt, daß das Schiff dadurch zu-  
 gleich kann gewendet werden, wenn entweder aus  
 Mangel des Windes, oder im Sturm, da man keine  
 Segel brauchen kann, das Schiff durch die Segel  
 weder gelenkt noch weniger gewandt werden kann.

## §. 125.

a Daß der Widerstand eines großen Schiffs bey  
 Lenken und Wenden überaus ansehnlich ist, das ist  
 aus nachstehender Berechnung klar, die bey jedem  
 Winde eben dieselbe ist, er komme von hinten, von  
 vorn, oder von der Seite, weil, um soviel die eine  
 Seite und Hälfte des Schiffs, z. B. das Vordertheil  
 weniger Widerstand hat, um soviel mehr Widerstand  
 die andre Seite, oder das Hintertheil leidet. Der  
 Widerstand ist also dem Widerstande im stillen Was-  
 b ser gleich. Obgleich aber der Widerstand des Schiffs  
 beynt

beym Wenden und Lenken, bey jedem Winde und bey jeder Geschwindigkeit desselben einerley ist, so ist doch der Widerstand des Steuers nicht einerley.

## §. 126.

Beym Wenden des Schiffs durchläuft jede Hälfte<sup>a</sup> desselben, nämlich das Vorder- und Hintertheil, einen Bogen von 180 Grad, wenn das Schiff so gewendet wird, daß das Vordertheil an den Ort kommt, wo vorher das Hintertheil war. Dieser halbe Zirkelbogen besteht aus einer Menge von kleinern Zirkelbögen, die innerhalb den größern können gezogen werden. Z. B. wenn die halbe Schiffslänge 80 Fuß ist, so beschreibt der 80ste Fuß einen größern Bogen als der 79ste, der 79ste einen größern Bogen als der 78ste Fuß u. s. w. Jeden dieser Bogen durchläuft<sup>c</sup> eine Fläche, die einen Fuß breit, und so tief ist, als tief das Schiff im Wasser geht. Der Widerstand<sup>d</sup> aller senkrechten und einen Fuß breiten Flächen der Carina, die sich in diesen Bogen oder halben Zirkeln von verschiedner Größe, in gleicher Zeit, aber mit ungleicher Geschwindigkeit, (weil die Bogen nicht gleich groß sind) bewegen, bestimmt den Widerstand des Schiffs beym Wenden, und daher auch beym Lenken, als der Bewegung des Schiffs durch einen Theil dieses halben Zirkels. Die Peripherie eines Diameters<sup>e</sup> von 160 Fuß, oder eines Radius von 80 Fuß = 502, 40 Fuß, welche 100 Theile ich übergehe, so wie in manchen andern Rechnungen die kleinen Brüche, wo auf dergleichen Kleinigkeiten nichts ankommt. Die Peripherie eines Diameters von 80 Fuß = 251 Fuß. Die Geschwindigkeiten verhalten sich also wie 502:251<sup>f</sup> Fuß r. und die Resistenzen und bewegende Kräfte wie  $502^2:251^2$ .

## §. 127.

- In einer Länge von 160 Fuß (ich will die Berechnung nach einem Schiff von 160 Fuß Länge und 24 Fuß Wassertiefe anstellen) sind 80 unterschiedne Durchmesser, und also 80 Peripherien von unterschiedner Größe, wenn der Radius in Füße, d. h. in 80 Fuß getheilt wird. Die Quadratzahl der Füße, die jeder von diesen halben oder ganzen Zirkelbogen enthält, ist gleich dem Widerstande einer ebenen Fläche von 1 □Fuß, die sich in 1 Secunde durch alle diese größern und kleinern Zirkelbogen bewegt. Den Widerstand eines □Fusses, der sich im stillen Wasser (das kann man hier annehmen, nach §. 125.) in 1 Sec. durch 1 Fuß bewegt, will ich 1 ℥ annehmen.
- Die Rechnungen betragen also nach Mr. Bouguer alle  $\frac{1}{3}$  weniger.

## §. 128.

- Weiß man den Inhalt der Fläche, (hier 24 Fuß tief und 1 Fuß breit = 24 Fuß nach dem vorhergehenden §.) die sich durch den und ienen halben oder ganzen Zirkelbogen von unterschiedner Größe in einer bestimmten Zeit, z. B. in 1 Secunde bewegt, und man multiplicirt den Inhalt der Fläche mit dem □ des durchlaufnen Raums, so hat man den Widerstand dieser Fläche. Thut man das mit der ganzen Schiffseite (da beyde halbe Seitenflächen sich bewegen, und diese zusammen eine ganze Seite machen) und multiplicirt sie mit den □Zahlen der unterschiednen Bogengrößen, die jeder □Fuß in der ganzen Länge und Tiefe des Schiffs beschreibt, so hat man den Widerstand des Schiffs, angenommen, daß es sich in 1 Sec. um seine Vertikalaxe bewegen könnte, obgleich diese erstauwende Geschwindigkeit nicht möglich ist, das Schiff auch

auch alsbenn vom Widerstande des Wassers ganz un-  
 fehlbar würde zerschmettert werden. Weiß man die-  
 sen Widerstand, so ist es sehr leicht, den Widerstand  
 des Schiffs bey ieder Geschwindigkeit im Wenden, z.  
 B. in  $\frac{1}{2}$ , 1, 2 Minuten, und im Lenken z. B. durch  
 5, 10 Fuß in 1 Sec. zu berechnen. Ich will diese  
 Berechnung nun vorlegen.

§. 129.

Die Summe der □Zahlen aller Zirkelbogen von a  
 2 bis 160 Fuß Durchmesser oder Länge des Schiffs,  
 oder aller 80 Zirkelbogen, die ein Radius von 80 Fuß  
 beschreibt, ist 6. 838. 450. und also wäre der sum-  
 mirte Widerstand eines □Fußes, der sich in 1 Sec.  
 durch alle diese unterschiedne Peripherien bewegt, oder  
 einer ebenen Fläche z. B. eines Balkens von 1 Fuß  
 Breite und 80 Fuß Länge, wenn er sich rund herum  
 durch 360 Grad in 1 Sec. im Wasser bewegen könn-  
 te, wenn der Widerstand eines □Fußes, der sich in  
 1 Secunde durch 1 Fuß bewegt, 1 ℔ ist = 6. 838.  
 450 ℔ = a. Er ist also für eine Fläche von 80 Fuß b  
 Länge und 24 Fuß Tiefe = a × 24 = 164. 122.  
 800 ℔ = b. Weil aber der Widerstand durch die c  
 konvexe Figur der Seite des Schiffs verringert wird,  
 so will ich annehmen, daß die Seite des Schiffs den  
 Widerstand der Kugel habe, d. h. dieser Widerstand  
 der Schiffseiten soll sich zum Widerstande der ebenen  
 Fläche verhalten wie 2 : 3 (nach Gravesands' Versu- d  
 chen, nach des Ritters de Borda wie 2 : 5. Sehr  
 beträchtlicher Unterschied!) so ist der Widerstand ei-  
 ner solchen Fläche von 24 Fuß Tiefe und 80 Fuß Län-  
 ge, wenn sie sich in 1 Sec. durch 360 Grade wen-  
 det =  $\frac{b}{3} \times a = 109. 415. 200 \text{ ℔} = c.$  Wendet sie e

§ 4

sich

fich in 1 Sec. durch 180 Grad, oder einen halben

Zirkelbogen, so ist ihr Widerstand =  $\frac{c}{2^2} = 27.353.$

f 800 ℔ = d. (Die Seitenwände des Schiffs, da sie mehr senkrecht herunter steigen, und sich das Schiff nur gegen den Kiel zu stark verengert, werden bey nahe einen noch größern Widerstand als den Widerstand  $\text{B}$  der Kugel haben.) Da aber ein Schiff zwey solche Flächen von 80 Fuß Länge und 24 Fuß Tiefe hat, deren sich jede durch 180 Grad bewegt (wenn das Vordertheil an die Stelle des Hintertheils kommen soll) nämlich die halbe Seite der einen Hälfte des Schiffs, oder die eine, z. B. die rechte Seite des Vordertheils, und die linke Seite des Hintertheils, so ist der Widerstand des ganzen Schiffs, wenn es sich in 1 Sec. so wenden könnte, daß das Vordertheil in die Stelle des Hintertheils käme

$$= 2d = 54.707.600 \text{ ℔} = e.$$

$\text{h}$  Wendet sich das Schiff durch 180 Grad in

1 Minute, so ist sein Widerst. =  $\frac{e}{60^2} = 15.196 \text{ ℔} = f.$

$\text{a}$  — — — =  $\frac{f}{2^2} = 3.799 \text{ ℔} = g.$

$\text{b}$  — — — =  $\frac{f}{3^2} = 1.688 \text{ ℔} = h.$

$\frac{1}{2}$  — — — =  $f \times 2^2 = 60.748 \text{ ℔} = i.$

$\text{i}$  Soll es sich in 1 Secunde nur durch 1 Fuß bewegen, so ist der Widerstand durch

1 Fuß

$$1 \text{ Fuß in } 1 \text{ Sec.} = \frac{e}{251^2 (180^\circ)} = \frac{868 \text{ ℔}}{8} = k.$$

$$5 \text{ — — — — —} = k \times 5^2 = 21.700 \text{ ℔} = l.$$

$$10 \text{ — — — — —} = k \times 10^2 = 86.800 \text{ ℔} = m.$$

Wir können daher sagen:

$$251^2 (180^\circ) : e = 1 \text{ Fuß} : \frac{e}{251^2}$$

$$251^2 : e \times 7^2 = 7 : \frac{e}{251^2}$$

Auf diese Weise können wir die anzuwendende Kraft und den Widerstand des Steuerruders bey jeder Geschwindigkeit im Lenken und Wenden so gleich finden. Doch ist dieser Widerstand ansehnlich (vielleicht  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$ ) geringer, weil ein Schiff nach seiner Länge nicht gleich tief im Wasser geht, indem es sich nach hinten und vorn erhebt, und soviel es sich da und dort erhebt, um so viel auch weniger als 24 Fuß tief da und dort im Wasser geht. Wir können nach §. 100. den Widerstand aber noch auf eine kürzere Art finden, wenn man die □ Zahlen von 1 bis 80 summiert, mit  $80^2$  dividirt, den Quotienten mit der Tiefe des Schiffs = 24 Fuß multiplicirt, und vom Produkt  $\frac{1}{3}$  wegen des verringerten Widerstands durch die Rundung der Seiten abzieht. Wir können also sagen:

$$\frac{\text{Summa von } 1^2 \text{ bis } 80^2}{80^3} \times \frac{24}{3} \times 2 = y = 434\frac{4}{3} = \frac{k}{2} \text{ d. h.}$$

$$\frac{173880}{6400} \times 8 \times 2 = 434\frac{4}{3} \times 2 = \dots$$

für das halbe Schiff, oder die eine halbe Seite des Schiffs, z. B. das rechte Vordertheil, wenn es sich auf die rechte Seite wendet. Da sich nun die linke Seite des Hintertheils zu gleicher Zeit auf die linke Seite wendet, und daselbst ebenfalls einen Bogen von 180 Grad durchläuft, wie die rechte Seite des Vordertheils auf der rechten Seite, so ist der Widerstand wenn sich das äußerste Vorder- und Hintertheil in 1 Sec. durch 1 Fuß bewegt =  $2y = k = 869\frac{2}{3}$  ff. Oder

$$\frac{\text{Summa von } 1^2 \text{ bis } 80^2}{80^3} \times 502^2 (360^\circ) \times 24 = b,$$

$$\text{d. h. } 27\frac{2}{3} \times 252004 \times 24 = 164.307.592 = \psi = b,$$

da wir denn fast gleiche Produkte erhalten, zum Beweis, daß beyde Rechnungen richtig seyn. Die letztere Berechnung ist genauer, weil die weggeworfenen Hunderttheile (S. 126.) in den Peripherien nicht ver-

lohren gehn; sie beträgt  $\frac{\psi}{\psi - b} = \frac{1}{\frac{1}{27\frac{2}{3}}}$

S. 130.

Der Widerstand eines Schiffes von 160 Fuß Länge und 15 Fuß Wassertiefe, (S. 28.) welches sich in 1 Sec. durch 180 Grad bewegt, ist, wenn wir den Widerstand ebenfalls nur zu  $\frac{2}{3}$  annehmen

$$= \frac{2 \times 15}{3}$$

$$= \frac{2 \times 15}{3} \times \frac{2}{2^2} \times 2 = 34.192.250 \text{ \textcircled{L}} = n.$$

$$\text{in 1 Minute} = \frac{n}{60^2} = \text{ } = 9498 \text{ \textcircled{L}} = o.$$

$$- 2 \text{ --- } - \frac{o}{2^2} = \text{ } = 2374 \text{ \textcircled{L}} = p.$$

$$- 3 \text{ --- } - \frac{o}{3^2} = \text{ } = 1055 \text{ \textcircled{L}} = q$$

$$- \frac{1}{2} \text{ --- } o \times 2^2 = \text{ } = 37992 \text{ \textcircled{L}} = r.$$

$$- \frac{1}{4} \text{ --- } o \times 4^2 = \text{ } = 151968 \text{ \textcircled{L}} = s.$$

$$\text{in 1 Sec. durch 1 Fuß} = \frac{n}{251^2} = 542 \text{ \textcircled{L}} = t.$$

$$\text{--- } 5 \text{ --- } = t \times 5^2 = 13550 \text{ \textcircled{L}} = u.$$

$$\text{--- } 10 \text{ --- } = t \times 10^2 = 54200 \text{ \textcircled{L}} = v.$$

oder man kann kürzer sagen: 24 Fuß Tiefe verhalten b  
sich zu 15 Fuß Tiefe = 868 : 542, welches dann die  
Richtigkeit der Rechnung beweist. Geht das Schiffe  
nur 10 Fuß im Wasser, (S. 28.) so ist sein Wider-  
stand in 1 Sec. durch 1 Fuß nur 361 \textcircled{L}, denn 24 :  
10 = 868 : 361.

S. 131.

Die Länge des Schwanzes s. 47. sey 20 Fuß, a  
seine Dicke  $1\frac{1}{2}$  Fuß, sein Widerstand, da er an den  
Seiten abgerundet werden kann, ebenfalls  $\frac{1}{2}$ , so ist  
sein Widerstand, wenn er sich in 1 Sec. durch 180  
Grad

Grad bewegt = der Summe der Quadratzahlen aller  
Umkreise von 162 bis 200 Fuß Durchmesser, divi-  
dirt mit  $2^2$ , ohne  $\frac{1}{2}$  abzuziehn, weil statt  $1\frac{1}{2}$  Fuß  
Widerstandsfläche nur 1 Fuß gerechnet wird,

$$= \frac{6.475445}{2^2} = 1.618861 \text{ \textcircled{R}} = \alpha$$

$$\text{b in 1 Minute} = \frac{\alpha}{60^2} = 449\frac{2}{3} \text{ \textcircled{R}} = \beta$$

$$\text{— 2 —} = \frac{\beta}{2^2} = 112\frac{2}{3} \text{ \textcircled{R}} = \gamma$$

$$\text{— 3 —} = \frac{\beta}{3^2} = 50 \text{ \textcircled{R}} = \delta$$

$$\text{— } \frac{1}{2} \text{ —} = \beta \times 2^2 = 1799 \text{ \textcircled{R}} = \epsilon$$

$$\text{— } \frac{1}{4} \text{ —} = \beta \times 4^2 = \epsilon \times 2^2 = 7196 \text{ \textcircled{R}} = \zeta$$

$$\text{in 1 Sec. durch 1 Fuß} = \frac{\alpha}{251} = 25\frac{2}{3} \text{ \textcircled{R}} = \eta$$

$$\text{— 5 —} = \eta \times 5^2 = 641 \text{ \textcircled{R}} = \theta$$

$$\text{— 10 —} = \eta \times 10^2 = 2567 \text{ \textcircled{R}} = \iota$$

S. 132.

a Die Länge der Fischprora sey 30 Fuß, ihre Höhe  
15 Fuß, die beständig verhältnismäßig abnimmt,  
und am Ende des 30sten Fußes in eine scharfe Run-  
dung sich endigt; ihr Widerstand sey ebenfalls  $\frac{1}{2}$ , weil  
die Seiten abgerundet sind, so findet man ihren Wi-  
derstand, wenn sie sich in 1 Sec. durch 180 Grad  
bewegt,

bewegt auf die Weise: 1) Man berechnet die Peripherien von 152 bis 210 Fuß Durchmesser, und multiplicirt die □Zahl von ieder dieser 30 Peripherien mit dem Theil der Seitenfläche der Prora, die diese oder jene Peripherie durchläuft, als welche Seitenfläche mit jedem Fuß abnimmt, und summirt dann das Produkt von allen 30 Peripherien, die mit ihren Flächen, von welchen sie durchlaufen werden, multiplicirt sind; 2) man vermindert diese Summe um  $\frac{1}{3}$ , weil die Prora an den Seiten nicht platt sondern abgerundet; und 3) man dividirt die erhaltne Summe mit  $2^2$ , d weil die Prora nicht 360 sondern nur 180 Grad, oder bloß einen halben Zirkelbogen durchläuft.

1) Die Summe der Quadratzahlen aller Peripherien von 152 bis 210 Fuß Durchmesser, jede □Zahl mit der ihr zukommenden Seitenfläche der sich mit jedem Fuß verengernden Prora multiplicirt — = 67. 739. 587 ℔ = λ

$$2) \frac{\lambda}{3} \times 2 \text{ — } = 45. 159. 724 \text{ ℔} = \mu$$

$$3) \frac{\mu}{2^2} \text{ — } = 11. 289. 681 \text{ ℔} = \nu$$

Also ist der Widerstand der Prora, wenn sie sich in 1 Sec. durch 180 Grad bewegt = 11. 289. 681 ℔ = ν

$$1 \text{ Min. — } = \frac{\nu}{60^2} = 3136 \text{ ℔} = \xi$$

$$2 \text{ — } = \frac{\xi}{2^2} = 784 \text{ ℔} = \rho$$

3 Min.



$$31 \text{ Min.} \quad \text{---} \quad = \frac{\xi}{3^2} = 348 \text{ W} = \pi$$

$$\frac{1}{2} \text{ ---} \quad \text{---} \quad = \xi \times 2^2 = 12544 \text{ W} = \varrho$$

$$\frac{1}{4} \text{ ---} \quad \text{---} \quad = \varrho \times 2^2 = 50176 \text{ W} = \sigma$$

$$\text{in 1 Sec. durch 1 Fuß} = \frac{v}{251^2} = 179 \text{ W} = \tau$$

$$\text{---} \quad \text{---} \quad 5 \text{ ---} = \tau \times 5^2 = 4475 \text{ W} = \nu$$

$$\text{---} \quad \text{---} \quad 10 \text{ ---} = \tau \times 10^2 = 17900 \text{ W} = \phi.$$

S. 133.

a Der Widerstand des Schwanzes ist wie 2:3 oder  $\frac{2}{3}$  angenommen worden. Schärft man ihn von der Seite so ab, daß  $ab = \frac{ad}{4}$  fig. 21, so ist sein Wider-

stand  $\frac{1}{4}$  statt  $\frac{2}{3}$ , und in 1 Secunde durch 1 Fuß =  $8\frac{1}{2}$  W =  $\chi$ . Es verhält sich also die Resistenz eines Schiffes von 24 Fuß Tiefe und 160 Fuß Länge ohne Fischprore und Schwanz, zu einem Schiffe von 15 Fuß Tiefe und 160 Fuß Länge, mit einer Fischprore von 30 Fuß und einem Schwanz von 20 Fuß Länge, =  $k : t + \tau + \chi = 868 : 542 + 179 + 8\frac{1}{2} = 868 : 729$ .

S. 134.

a Durch die Fischprore und den Schwanz (hoch dieser letztere will nicht viel sagen) wird also der Widerstand beim Wenden und Lenken verstärkt, indes kommt dieser mäßig vergrößerte Widerstand beim Wenden und Lenken in keine Betrachtung gegen die Vortheile, die man von der Fisch-

Fischprore und dem Schwanz erwarten kann. Ein <sup>b</sup> Schiff von 100 Fuß Länge und 18 Fuß Tiefe, wenn es sich in 1 Sec. durch 1 Fuß dreht, hat keinen stärkern Widerstand als  $140\frac{1}{2}$  ℔, da iener des Schiffes von 160 Fuß und 24 Fuß Tiefe 868 ℔ ist, woraus zu ersehn, daß sich große Schiffe überaus und nothwendig sehr langsam müssen lenken und wenden lassen. Sey auch der Widerstand der Schiffsseite geringer als  $\frac{2}{3}$ , z. E.  $\frac{2}{3}$ , da denn  $\frac{2}{3} = \frac{2}{3} = 868 : 520$  ℔, und ziehe man auch von diesen 520 ℔ noch  $\frac{1}{3}$  ab, weil sich Vorder- und Hintertheil erheben, so bleiben doch noch 346 ℔ Widerstand, wenn sich ein Schiff von 160 Fuß Länge und 24 Fuß Tiefe in einer Secunde durch einen Fuß dreht. Ist aber nach Mr. Bouguer der d Widerstand des Wassers  $\frac{1}{3}$  geringer, als er ist angenommen worden (S. 127. d), so bleiben von 346 nur 230 ℔, und also von 868 ℔ nur 230 ℔ übrig.  $\frac{2}{3} : \frac{2}{3}$  (c) = 729 (S. 133. b) : 437. Sonach würde <sup>e</sup> <sup>f</sup> der Widerstand eines Schiffes von 24' Tiefe und 160' Länge, sich zu dem von 15' Tiefe und 160' Länge mit einer Fischprore und Schwanz sich verhalten wie 346 (c) : 437 (e), oder wie 230 : (d) zu 291. Aber g da iener Widerstand wegen der Erhebung des Hinter- und Vordertheils um  $\frac{1}{3}$  geringer ist angenommen worden, und dieses wohl zuviel ist, bey der Berechnung vom Widerstande des letztern Schiffes mit der Fischprore, auch noch eine Frage wäre, wo die Verticalaxe anzunehmen ist, um welche sich dieses Schiff mit einem so unterschiednen Vorder- und Hintertheil dreht, so möchten wohl beyde Schiffe ziemlich gleichen Widerstand haben. Wenn indes ienes Schiff 24 Fuß <sup>h</sup> tief geht, und dieses Schiff mit der Fischprore von 15 Fuß Tiefe doch gleichen Widerstand hätte, so würden Schiffe mit der Fischprore sich doch immer ansehnlich langsamer drehn, denn da der Widerstand des letztern

uur

nur 15 Fuß tiefen Schiffes = dem Widerstande eines 24 Fuß tiefen ohne Prora und Schwanz, so würde der Widerstand eines 160 Fuß langen und 15 Fuß tiefen Schiffes ohne Prora sich zu dem gleich langen und tiefen mit Fischprora und Schwanz sich verhalten = 15 : 24 und also die Geschwindigkeit  $r_{24} : r_{15}$ , also ohngefähr wie 5 : 4, so daß also ein Schiff von 160 Fuß Länge und 15 Fuß Tiefe ohne Schwanz und Fischprora sich in 4 Secunden durch einen Raum dreht, wozu ein gleich tiefes und langes Schiff aber mit einer 30 Fuß langen Prora und einem 20 Fuß i langen Schwanz 5 Secunden braucht. Ein Schiff von 160 Fuß Länge und 15 Fuß Tiefe, ohne Fischprora, hatte (nach S. 130. t) 542 ℔ Widerstand. Diese 542 ℔ Widerstand sind nach S. 134. c. d =  $143\frac{1}{2}$ , denn  $868 : 230 = 542 : 143\frac{1}{2}$ . Der Widerstand eines Schiffes von 160 Fuß Länge und 15 Fuß Tiefe ohne Fischprora verhält sich demnach zu einem gleichen Schiff mit Fischprora und Schwanz =  $143 : 291$  (f) und beyder Geschwindigkeiten im Wenden und Lenken  $r_{291} : r_{143} =$  beynah 17 : 12, welche Geschwindigkeit größer als 5 : 4, aber man muß auch in Betrachtung nehmen, was (g) gesagt ist, auf welches bey 17 : 12 noch keine Rücksicht genom- k men worden. Ist der Widerstand statt 868 ℔ nur 230 ℔, so können die übrigen Widerstände S. 129. leicht darnach berichtet werden. h ist dann = 447, denn  $868 : 230 = 1688 : 447$ .

## S. 135.

<sup>a</sup> Das Schiff wird nach S. 118. gelenkt, indem das vordre Wasser dem, vom segelnden 2c. Schiffe mitgenommenen, u. durch den Steuerstock unbeweglich b gemachten Steuer AG fig. 20 widersteht. Machte das

das Steuer AG mit AB einen rechten Winkel, so würde das Steuer das Schiff gar nicht lenken, sondern das Schiff würde vom vordern Wasser zurückgestoßen werden. Diese zurückstoßende Kraft bleibt bey jedem Winkel, den das Steuer AG mit AB macht, sie ist aber um so viel schwächer, je kleiner dieser Winkel ist.

§. 136.

Die lenkende Kraft des Steuers ist allezeit dem a Widerstande des vordern Wassers gegen die Fläche des Steuers gleich, oder dem Druck des vordern Wassers auf das Steuer. Ist das Steuer 6 Fuß breit b und 24 Fuß tief, so ist seine Fläche = 144 □Fuß. Definet man es durch 4 Fuß Sinus, so ist sein Widerstand (nach §. 23. a) =  $\frac{4}{3} : 6 = 2 : 6 = \frac{144}{3} =$

48 ℔ und nach Mr. Bouguer 32 ℔, wenn sich das Schiff in 1 Sec. durch 1 Fuß bewegt. Eben so stark ist aber auch die zurückstoßende Kraft, denn weil das Schiff durch das Steuer mehr Widerstandsfläche erhält, wenn es offen ist, und diese Widerstandsfläche dem Sinus der Defnung des Steuers, mit der Länge desselben multiplicirt, gleich ist, so ist klar, daß das Schiff mit einer Kraft in seinem Lauf zurückgehalten wird, welche der lenkenden gleich ist. Es ist daher nothwendig, daß das Schiff bey offenem Steuer, oder im Lenken langsamer sich fortbewege, das Steuer sey hinten oder auf der Seite. Also muß ein Schiff, das den Wind von der Seite fängt, auch deshalb (man sehe §. 72. n o) langsamer segeln, weil da das Steuer beständig lenken und das Schiff in einer gewissen Richtung erhalten muß, ein Schiff hingegen, das gerade zu fährt, und den Wind von hinten

ten fängt, muß schneller segeln, weil es sein Steuer dann nicht braucht, und also einen kleinern Widerstand hat. Das Steuer bringt demnach, von dieser Seite betrachtet, dem Schiffe Nachtheil, und einen beträchtlichen Nachtheil. Nach §. 24. f war der ganze Widerstand des Schiffs mit der Fischprore nur  $33\frac{1}{2}$   $\mathcal{R}$ , und der Widerstand vom Steuer käme ihm  $\mathcal{R}$  daher fast gleich. Aber dis hat nichts zu sagen, denn ein Schiff mit der Fischprore braucht kein Steuer weit feltner, und hauptsächlich nur im Sturm zum Lenken, wo ihm dieser Widerstand nützlich und nicht schädlich ist. Schief fährt es feltner, (weil es keine Inclinationen hat, §. 6. g) wenigstens nicht bey gutem Winde, der einerley Direktion mit seinem Cours hat, und wenn es nicht des schiefen Laufs wegen das Steuer braucht, so kann es durch ordentliche Progressiruder hinter der Puppis gelenkt werden (davon in der Folge) und könnte man sogar diese Ruder selbst bey dem schiefen Lauf brauchen, wenn sie anhaltend bewegt werden, k um das Schiff in einer Linie zu erhalten. Diese Ruder vermehren den Widerstand des Schiffs gar nicht.

## §. 137.

a Wird das Schiff vom Widerstande des vordern Wassers gelenkt, so ist klar, daß sobald das Schiff so weit mit dem Vordertheil auf die Seite, nach welcher das Steuer gerichtet ist, sich dreht, daß das Steuer von dem vordern Wasser gleichsam abgeschnitten wird, und so zu sagen ein todtes Wasser zwischen dem Vordertheil und dem Steuer entsteht, die lenkende Kraft des Steuers nothwendig dadurch sehr geschwächt werden muß, weil das Steuer seine Kraft zu lenken von dem freyen Impuls der Wellen und des vordern Wassers

fers auf dasselbe erhält, welcher Impuls der Wellen  $b$  und des vordern Wassers aber durch die Direction des Schiffs, nämlich des halben Schiffs oder des Vordertheils verhindert und gleichsam aufgefangen wird, wenn er auch nicht ganz aufhört.

## §. 138.

Das Steuerruber ist ohne Zweifel die einzige Ursache von der ansehnlichen Verengerung der Schiffe im Hintertheil, so weit es im Wasser ist. Wären  $b$  die Seeschiffe am Hintertheil der Carina auch nur 12 Fuß breit, so würde das Steuer, sobald es 6 Fuß Breite hat, gar nicht wirken, denn die sechs Fuß Breite auf ieder Seite des Spiegels deckte es dann völlig gegen den Impuls des vordern Wassers. Daher muß auch der obere Theil des Steuers, weil das Hintertheil der Carina in der Höhe noch eine ziemliche Breite hat, das Steuer aber noch dazu oben viel schmaler ist als unten, wenig wirken; seine größte Wirkung muß sich daher in der Tiefe äußern, wo das Schiff sich beynahe in eine Schärfe verengert. Das Steuer muß zugleich um deshalb in der Tiefe  $d$  stärker wirken, weil das untere Wasser an der Geschwindigkeit der Wellen weniger Theil nimmt, und daher stärker widersteht.

## §. 139.

Es sey  $AB$  fig. 23 noch die etwannige Breite der hintersten Wand der Puppis, so schießt das Wasser, wenn das Schiff segelt, bey  $A$  und  $B$  vorbei, und formirt den dreneckigen Schwanz  $ACB$ , der um desto länger ist, je schneller das Schiff segelt. Segelt es langsamer, so wird der Schwanz kürzer =  $ADB$ . Das Wasser in diesen dreneckigen Räumen ist ohne Wirkung

fung auf das Steuer, daher nennt man es todt<sup>c</sup>es Wasser. So weit also das Steuer noch innerhalb dieses Wassers ist, so weit wirkt es äußerst wenig, weshalb man es, wegen seiner Unwürksamkeit auf das Steuer auch todt<sup>c</sup>es Wasser nennt. Es wirkt aber darum wenig, weil das Wasser in dem engen Raum zwischen dem Steuer und der Hinterwand, oder dem Spiegel, gänzlich von dem vordern Wasser abgeschnitten ist, es hat also auch nichts von dessen stoßenden Gewalt, sondern kann blos mit der Kraft seiner Schwere oder Un<sup>d</sup> beweglichkeit widerstehn, welche gering ist, 1) weil die Quantität Wasser zwischen dem Spiegel und dem seitwärts bewegten Steuer gering ist, 2) wegen der schiefen Fläche des Steuers, welche die Kraft dieses schon schwach wirkenden Wassers noch mehr schwächt.

## §. 140.

<sup>a</sup> Dieses todt<sup>c</sup>e Wasser zwischen ABC fig. 23 ist indes nicht in ieder Betrachtung und für jede Bewegung todt und unwürksam, sondern nur für das gegenwärtige Steuer. Für die Bewegung einer Maschine in der Linie AB und BA ist es so lebendig wie anderes Wasser, und wird diesen Bewegungen wegen seines starken Schusses oder Triebes noch mehr zu statten kommen. Davon in der Folge.

## §. 141.

• Aus der bisherigen Betrachtung über die Wirkung des Steuerruders ist klar, daß dasselbe nicht nothwendig hinter der Puppis seyn müsse, sondern daß man es auch an die Seite des Hintertheils AB fig. 20 an jedem Orte bauen könne, sobald nur auf der andern Seite ebenfalls eins ist, und es ist klar, daß es an diesem Orte das Schiff eben so gut wenden werde,

werde, als hinter der Puppis, wie mich auch ein Versuch, den ich im Kleinen deshalb angestellt habe, von der Wahrheit meiner Vermuthung überzeugt hat. Nach der Lehre vom Hebel würkt das Steuer stärker, wenn es hinter A kommt, weil dadurch der Arm AB, von dem ganzen Hebel (= der Schiffslänge) AC, einige Verlängerung leidet, und also die Lenkung durch eine geringere Kraft bewegt wird, als wenn  $AB=BC$ . Da aber diese Verlängerung im Verhältnis gegen die Länge des Schiffs sehr unbedeutend ist, so ist es auch die größere Würkung. Ist das Schiff 160 Fuß lang, und das Steuer 6 Fuß breit, so ist  $AB = \frac{160}{2} = 80$  und AB wird um  $\frac{6}{80} = \frac{1}{13}$  bloß länger als BC.

§. 142.

Das Steuer kann in jedem Punkte zwischen A und B applicirt werden, und wird in jedem Punkte das Schiff wenden, nur daß es einen desto stärkern Widerstand oder Druck vom Wasser erfordert, je näher es B ist. Wäre das Steuer in I fig. 20 eingehakt, so muß es um so viel mal größer seyn, als A von B weiter entfernt ist als I, wenn es so viel würken soll als in A, nach den Regeln des Hebels.

§. 143.

Der Vortheil, den man also bey Seeschiffen davon hat, daß das Steuer hinter A, und nicht 6 Fuß vor A ist, beträgt nicht mehr als  $\frac{1}{13}$ . Ein Vortheil, der von den Nachtheilen, welche das Schiff von dem gegenwärtigen Steuerruder hat, unendlich übertroffen wird.

## §. 144.

- a Ich will die Vortheile und Nachteile beyder Steuer, des in A oder hinter dem Schiff, und des vor A oder an der Seite des Schiffs, gegen einander halten, und es wird nicht schwer seyn zu entscheiden, welches von beyden den Vorzug verdient.
- b 1) Das Steuer hinter der Puppis wirkt in der Höhe wenig (§. 138. c) ist es aber an der Seite und vor A, so bekommt es nach seiner ganzen Fläche den Stoß des Wassers, und muß also nothwendig stärker wirken als das Steuer hinter A. Dieser Vortheil ist wahrscheinlich allein schon stärker als der Vortheil des  $\frac{1}{2}$  §. 141. 'besonders weil das Steuer oben meist nur 3 Fuß breit bis zu einer gewissen Tiefe ist, (weil es oben ohnedem nichts wirken würde, wegen der oben breitem Puppis, auch wenn es breiter wäre) wodurch die ganze Fläche des Steuers, und also auch sein Widerstand und die lenkende Kraft, verringert wird.
- e 2) Es trifft sich nicht selten, daß das Steuer zu Schaden kommt, daß es von Wellen zerbrochen, im Kriege zertrübsen u. wird. Dann ist das Schiff ohne f Steuerruder. Ist das Steuer an der Seite, so kann es von der Gewalt der Wellen schwerlich verletzt werden, weil man es, wie ich bald zeigen werde, stützen kann, welches bey dem gewöhnlichen Steuer nicht angeht. Sollte aber das eine Seitensteuer ia einmal schadhast werden, so ist doch das andre da, mit dem man das Schiff wenigstens auf eine Seite lenken kann.
- h 3) Da die Schiffe, um dem hintern Steuer lebendiges Wasser zu verschaffen, nach hinten überaus müssen

müssen verengert werden, so können sie nunmehr im Hintertheil auch weniger laden.

4) Das Steuer hinter der Puppis ist eine von den vornehmsten Ursachen der Inclinationen, welche das Schiff um seine latitudinalaxe leidet, nämlich von den Inclinationen der Prore und Puppis, denn weil die Puppis wegen des Steuers sehr verengert und nach unten keilförmig ist, so widersteht das untre Wasser der schmalen und scharfen Puppis und ihrem Einsinken wenig, wenn das Vordertheil von einer Welle in die Höhe gestoßen wird, und das untere Wasser, unter der Puppis, fängt erst alsdenn an, mit der nöthigen Stärke entgegen zu wirken, wenn die Puppis so tief ins Wasser gedrückt ist, bis wo sie anfängt wieder breit zu werden.

5) Bey einem heftigen Sturme weicht das Schiff stärker zurück. Wenn das Hintertheil im Wasser platt und breit wäre, so widerstände ihm das hintre und untre Wasser stärker, indem die vörderen Wellen die Prore zurückstoßen, weil aber das gewöhnliche Hintertheil im Wasser wegen des Steuers keilförmig ist, so widersteht das hintere Wasser dem zurückgetriebnen Schiffe weniger.

Diese Nachteile, welche die Seeschiffe von dem 1 Steuerruder haben, sind von Wichtigkeit, und die Hebung derselben muß es daher auch seyn. Sie werden aber alle gehoben, wenn das Steuer nicht hinter, sondern an der Seite der Puppis angebracht wird.

S. 145.

Die zwey Seitensteuer, welche man länger machen kann als das hintere, werden auf eben die Weise wie

wie das letztere durch einen Steuerstock, und beyde zugleich durch Einen Steuermann regiert, indem er nie mehr als ein Steuer offen zu erhalten brauchet.

## §. 146.

- a Fände man es unbequem, (welche Unbequemlichkeit aber doch gering ist) daß der Steuermann, wenn er den Steuerstock auf der einen Seite festgemacht, (und also auch das mit demselben verbundene Steuer) auf die andre Seite gehn müßte, um ienes Steuer zu öffnen, falls es nöthig ist, so können beyde Steuerstangen LC und MF fig. 24 an einer mittlern GH
- b durch den Strick CF vereinigt werden. Soll sich DE öffnen, so geht der Steuermann von H nach C zu, dann folgt ihm das äußerste Ende F nach, weil F von H durch den Strick HF nachgezogen wird, und das
- c Steuer öffnet sich. Soll es sich schließen und AB sich öffnen, so geht der Steuermann von C nach H zurück, dann preßt der Druck des Wassers das Steuer DE wieder an das Hintertheil, und wenn sich der Steuermann über H hinweg nach F zu bewegt, so öffnet
- d sich AB. Der Steuermann behält bey dieser Einrichtung das Steuerruder ebenfalls in seiner Gewalt, daß
- e es sich nicht zu schnell (das geht ohnedem wegen des Wassers zwischen dem Schiff und Steuer nicht an) schließen, an die Schiffsseite oder das Hintertheil anschlagen, und dadurch dem Schiffe Schaden thun kann.

## §. 147.

- a Wir wollen annehmen, daß ein Schiff von 24 Fuß Tiefe und 160 Fuß Länge ein Steuer von 6 Fuß Breite und 24 Fuß Höhe habe, und daß das Steuer nach seiner ganzen Fläche den Widerstand des vordern
- Wassers

Wassers leide, ohne daß ihm vom Spiegel welcher genommen werde (welches aber doch geschieht) so ist die Fläche des Steuers =  $6 \times 24 = 144$  □Fuß, und, sein Widerstand wäre 144 ℔, wenn es einem stille stehenden Wasser unter einem rechten Winkel z. B. durch Ruder bey völliger Windstille, entgegen bewegt würde, nämlich in 1 Sec. durch 1 Fuß. Nach dem Bouguer wäre der Widerstand  $\frac{2}{3} = 96$  ℔. Dieses b Ruder soll sich durch 45 Grad öffnen, so ist der Sinus von 45 Grad, (da der Sinus totus 6 Fuß), =  $4\frac{1}{2}$  Fuß und der Widerstand gegen das Steuer verhält sich nach §. 23. a wie der halbe Sinus des Einfallswinkels zum Sinus totus  $\frac{4\frac{1}{2}}{6} : 6 = 2\frac{1}{8} : 6$ . Also c

ist der Widerstand des Steuerruders bey der Geschwindigkeit des Schiffs von 1 Fuß = 34 ℔, denn  $6 : 2\frac{1}{8} = 96 : 34$ . Sey nun auch der Widerstand d des Schiffs, wenn es sich in 1 Sec. durch 1 Fuß dreht, nach §. 134. d = 230 ℔, so brauche das Schiff doch  $\frac{230}{34} =$  beynähe  $6\frac{1}{2}$  Secunden, ehe es sich bey dieser Geschwindigkeit des Schiffs von 1 Fuß in 1 Sec. durch 1 Fuß dreht, denn auf den Druck des Steuermanns kann man nicht viel rechnen, besonders wenn er Kraft verstärkende Maschinen braucht, z. B. den Flaschenzug. Etwas anders aber ist es, wenn e man bloße Menschenkraft anwenden will, die Steuerstange nicht so lang macht, und die Matrosen, welche die Steuerstange bewegen, auf Strohsäcken stehn läßt, da wirkt die Menschenkraft eben so thätig nach den Regeln des Hebels zum Lenken des Schiffs, wie bey den ordentlichen Rudern zu seinem Lauf.

148.

Hieraus erhellet, daß sich ein Schiff, wenn es sehr langsam segelt, d. h. bey wenig Winde, auch sehr langsam muß lenken lassen, da alsdenn freylich ein einziger Mann das Schiff zu steuern auch ohne Maschinen hinreicht. Es sey aber die Geschwindigkeit des Schiffs auch nur 8 Fuß in 1 Sec., der Wellen und des untern Wassers überhaupt 3 Fuß, so ist die Resistenz des Wassers =  $8^2 - 3^2 = 55$ . Der Widerstand bey 45 Grad Defnung war (S. 147. c) = 34 ℔, wenn sich das Schiff in 1 Sec. durch 1 Fuß bewegt. Also ist er bey 8 Fuß Geschwindigkeit =  $34 \times 55 = 1870$  ℔, und das Schiff dreht sich von diesen 1870 ℔ Widerstande doch noch nicht durch volle 3 Fuß in 1 Sec., denn da ist der Widerstand =  $3^2 \times 230$  (S. 134. d) = 2070 ℔. Ist der Steuerstock 24 Fuß lang, so kömen auf den Steuermann  $\frac{1870}{4} = 467\frac{1}{2}$  ℔.

um das Steuerruder in dieser Defnung zu erhalten, oder in einem Winkel von 45 Grad, den das Steuer d mit der longitudinalare des Schiffs macht. Es ist dann nothwendig, Kraftsparende Maschinen zu brauchen, (und dann geht es langsam her, ehe das Steuer f in die nöthige Lage kommt) oder das Steuer muß mit der longitudinalare des Schiffs einen weit kleineren Winkel machen, da denn aber der Widerstand des Schiffs wegen der schiefen Fläche des Steuers sehr geringe wird, und also auch die lenkende Kraft, weil der Widerstand des Wassers mit dem Sinus des Einfallswinkels wächst und abnimmt.

S. 149.

Die Fläche der gewöhnlichen Steuerruder, lauch <sup>a</sup> an hohen Seeschiffen, wird selten 144 □Fuß, höchstens 120 □Fuß halten, denn ob sie gleich an hohen Schiffen bis 30 Fuß hoch, und unten bis 5½ Fuß breit seyn, so sind sie oben, wie ich gefunden habe, doch nicht über 3 Fuß breit. Auch ist der Steuerstock <sup>b</sup> BD fig. 19 länger als 4 AB, wohl 5 AB. Denn die <sup>c</sup> Breite des Steuerers ist nicht nach der obern, sondern nach der untern zu berechnen, wenn man nach den Regeln des Hebels das Steuer und seine Wirkung, und die Kraft <sup>c</sup>. des Steuermanns beurtheilen will. Sey er also 5 AB, so kommen auf den Steuermann <sup>d</sup>  $\frac{1870}{5} = 374 \text{ ℔}$ . Enthielte also das Steuerruder <sup>e</sup>

auch nur 72 □Fuß Fläche im Wasser, und wäre also sein Widerstand nur halb so groß = 17 ℔ §. 34. c. so kämen doch 187 ℔ auf den Steuermann. Auch diese 187 ℔ sind zuviel, und muß sich der Steuermann alsdenn mit Maschinen helfen, besonders bey einer größern Geschwindigkeit des Schiffs. Aber wäre das Steuer nur 72 □Fuß, und also sein Widerstand nur halb so groß, so wird das Schiff noch langsamer gelenkt. Ist das Steuer unten 6 Fuß breit, <sup>g</sup> so muß der Steuermann, wenn der Steuerstock 30 Fuß lang ist, sich durch 10 Fuß bewegen, ehe sich das Steuer durch 2 Fuß bewegt, wodurch dann ebenfalls das Lenken langsam wird. Noch langsamer <sup>h</sup> schiebt es, wenn der Steuermann, um seine Kraft zu verstärken, Maschinen braucht. Ueberhaupt kann <sup>i</sup> sich alsdenn, wenn der Steuerstock 30 Fuß, und das Steuer höchstens 6 Fuß lang ist, das Steuer nicht mehr als 4 Fuß weit öffnen, und also durch keine 45 Grad, weil der Steuermann alsdenn durch 20 Fuß <sup>j</sup> sich

sich bewegen muß, und viel mehr als 2 mal 20 Fuß der Raum auch auf den größten Schiffen nicht ist, durch den sich der Steuermann mit dem Steuerstock bewegen kann.

## §. 150.

- a Die gegenwärtige Gestalt der Steuer ist ohngefähr fig. 22 FAICDBG, davon werden wenigstens 6 Fuß = FA. GB überm Wasser seyn, wenn GD = 30 Fuß.
- b Der ganze Widerstand, den das Steuer leidet, sammlet sich in F, weil FAIC frey ist, und von nichts unterstützt wird, daher wird der Widerstand des Steuerers nicht auf die Banden oder Fingerlinge, in welchen das Steuer hängt, mit vertheilt, sondern er kommt alle auf F, und von F nach G oder dem Nagel, vom Nagel aber  $\frac{1}{2}$  auf den Steuermann, wenn der
- c Steuerstock = 5 CD. Wenn man also das Steuer in F, oder an einem oder etlichen Orten zwischen F und C unterstützen könnte, so würde nicht der ganze Widerstand durch F auf G kommen, sondern nur die Hälfte, und die andre Hälfte käme auf die Stützen. Es hätte also der Steuermann nur  $\frac{1}{2}$  des Widerstandes zu überwinden. Bey dem gewöhnlichen Steuer hinter der Puppis geht das nicht an, aber bey den Seitensteuern. Davon will ich sogleich sagen.

## §. 151.

- a Es sey ABC fig. 25 eine Seite des Schiffs am Hinterteil, AB sey das Seitensteuer = 6 Fuß. Das Steuer soll sich durch 3 Fuß = Sinus EG = 30°. öffnen, und zwar durch eine starke Stange oder kleinen Balken DF, der durch die Schiffseite hindurch
- b geht. Dieser Balken DF ist in D an das Steuer AB rechtwinklig befestiget, und in F hängt er mit dem hintern

hintern Ende des Arms FH des Steuerstocks FI zusammen. Wenn nun das Ende F nach D gestoßen oder gezogen wird, indem der Steuermann in I nach P geht, so entfernt sich der Punkt A, des Steuerers AB, von dem Punkt A in der Seite des Schiffs, und beschreibt den Bogen AE, von dem EG der Sinus ist. Während daß sich A nach E bewegt, so bewegt sich die Stange DF bis Q, und F und nimmt die Stange FD mit, und wenn A nach E gekommen, so ist das Ende F der Stange DF in Q. Es hat sich also die Stange DF von A bis Q durch den Sinus versus AG, =  $\frac{2}{3}$  Fuß bewegt, (denn der Cosinus von  $60^\circ = 5\frac{1}{2}$  Fuß. Nun ist aber der Sinus versus = Sinus totus - Cosinus =  $6 - 5\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$  Fuß.) Nunmehr theilet sich der Widerstand des Wassers auf EB, und es kommt die Hälfte auf B und die andre auf E, und durch E auf Q, oder das Ende des Armes QH. Im §. 150 bg war der Widerstand in F (fig. 22) = 5, und die bewegende Kraft des Steuermanns = 1, die Last in G wurde also durch eine Gewalt bewegt, =  $5 + 1$  nach den Regeln des homobromischen Hebels. Sobald nun die Steuer AB fig. 25 nicht durch den mit dem Steuer AB fig. 24 verbundenen Arm LC bewegt wird, wie das gewöhnliche Steuer, da denn der Nagel in N, und fig. 25 in B wäre, sondern wenn es durch die Stange DF herausgestoßen wird, so theilt sich der Widerstand beyden Orten mit, an welche sich das Steuer stützt, nämlich E oder K und B, oder der Schiffsseite durch die ganze Diese des Steuerers, d. h. durch 24 Fuß, an den Orten, wo die Haken oder Zapfen des Steuerers in den Banden oder Fingerlingen sich bewegen, welche an die Schiffsseite, in einer von B senkrecht absteigenden Linie, befestiget sind. Auf den Steuermann kommt also blos die Hälfte des Widerstandes, welcher vorher auf ihn kam.

§. 152.

§. 152.

a Am Ende des Armes FH in F fig. 25 ist eine  
 senkrechte Are, durch welche der Hebel FHI mit FD  
 vereinigt wird, weil DF in F einen eisernen Ring hat,  
 FH = AB = EB = 6 Fuß, und HI = 30 oder 24 Fuß,  
 b oder so lang man ihn machen will und kann. In H  
 ist eine senkrechte Are, wo sich die lenkende Kraft von  
 c E sammlet. Wenn FD das Steuer ausstoßen soll,  
 so bewegt sich der Steuermann in I nach P, und F,  
 das Ende von FH, beschreibt eben den Bogen von F  
 d bis Q, den A bis E beschreibt. Wenn F nach Q ge-  
 kommen, so bleibt es daselbst so lange als das Steuer  
 offen bleiben, oder doch die Defnung AE behalten soll,  
 e und das Steuer behält die Richtung EB. Der Bal-  
 ken DF braucht eben kein starker Balken zu seyn, denn  
 wenn ihn der Widerstand aufs Steuer zerbrechen soll,  
 so muß es nach der Länge geschehn, und dazu gehört  
 eine sehr starke Gewalt. Ein eichner Balken von 6,  
 f 8 Zoll ins  $\square$  wird stark genug seyn. Dieser Balken  
 muß denn diejenige Länge haben, daß man durch ihn  
 die größte Defnung, die man dem Steuer geben will,  
 g erhalten kann. Die größte Defnung wird aber nicht  
 über  $45^\circ$  seyn dürfen, sonst wird das Schiff vom Wi-  
 derstande des vordern Wassers beym Lenken zu sehr zu-  
 rück gepreßt, und dadurch seine Geschwindigkeit ver-  
 h ringert. Meist wird seine Defnung ansehnlich unter  
 $45^\circ$  seyn können. Also ist auch der Widerstand, den  
 das Steuer dem Schiff in seinem Lauf macht (§. 136.)  
 geringer. Ist die größte Defnung eines 6 Fuß lan-  
 gen Steuers (= AB)  $45^\circ$ , und also ON =  $4\frac{1}{2}$  Fuß,  
 (§. 147. b.) so brauchte H von B nur  $4\frac{1}{2}$  Fuß zu seyn,  
 aber wenn HI = 5 FH, so muß der Steuermann sich  
 durch  $5 \times 4\frac{1}{2} = 21\frac{1}{2}$  Fuß bewegen, wenn F bis N  
 i sich bewegen soll. Beyde Steuerstücke kann man wie  
 in

in fig. 24 durch ein Tau CF vereinigen, und wenn in H ein eiserner Ring ist, in dem der Steuermann steht, so ist auch die Stange GH unnöthig. Es ist auch nicht nöthig, daß der Balken FD fig. 25 das Steuer eben in der Linie EC fig. 22 berühre, sondern es kann in der Linie FK geschehn, und dann braucht der Balken FD fig. 25 nur halb so lang zu seyn, und der Steuermann in I sich auch nur durch den halben Raum zu bewegen. Es wird dadurch auch Platz für den hintern Schieber. Auch FHI ist ein homodromischer Hebel, denn die bewegende Kraft in I, und die Kraft des Widerstandes in E und Q würcken nach einerley Richtung, nämlich nach K, und treiben die zu bewegendende Last in H, d. h. das Schiff nach eben dieser Seite. Wenn  $HI = 5 FH$ , so kommt auf den Steuermann 0, 1. des Widerstandes auf EB, und 0, 5. auf die Bänder in B durch die Länge des Steuers hinter, und 0, 5. auf Q und durch Q auf H.

## §. 153.

Es sey HCDB fig. 22 das Seitensteuer, = HB a = 6 Fuß (man kann HB auch länger machen, wenn man schneller lenken will, und auf den dadurch vergrößerten Widerstand zu der Zeit nicht zu reflectiren hat, denn die Ursachen, welche ein längeres Steuer hinter der Puppis vorbieten, z. B. die schwerere Regierung des Steuers bey starkem Winde wenn es groß ist, und daßles abbrechen oder dem Schiffe da Gewalt anthun kann, wo es mit ihm zusammenhängt zc. sind nicht bey Seitensteuern) und  $HC = 24$  Fuß, gleich der Wassertiefe des Schiffs, so muß in der Schiffseite die Oeffnung H, durch welche das Holz FD fig. 25 geht, höher seyn, weil sonst das Wasser ins Schiff dringen würde. Es muß also das Seiten-  
ruder

ruder sich eben sowohl einige Fuß über die Wasserfläche erheben wie das gewöhnliche. Man kann es also a noch 6 oder mehr Fuß höher bauen, bis E. In E ist also das Holz (FD fig. 25), durch welches das Steuer von der Seite abgestoßen wird, befestiget. c Dis zu bewürken ist nicht nöthig, daß das ganze Steuerruder HB bis EG geführt werde. Es ist hinreichend, wenn der Balken HE bis E geführt ist, und das Steuer behält seine vorige Gestalt HCDB. Es ist aber besser das ganze Steuer bis EG, ia noch höher als 6 Fuß über HB hinauf zu führen, um auch ielenkende Kraft der über die Wasserfläche erhobnen Wellen zu nützen.

## §. 154.

a Das Holz DF, kann zwischen AG oder AN auf einer in der Seite des Schiffs befestigten beweglichen Walze ruhn, um das Reiben auf dem Holze der b Schiffswand desto gewisser zu verhindern. Es ist aber auch diese Walze nicht nöthig, sondern es ist genug, wenn die Höhe der Oeffnung in der Seite des Schiffs so groß ist, daß das Holz DF frey durchgehn kann, so daß es hinreichend ist, wenn zwischen dem Holz DN oder DF und der Oeffnung in der Schiffseite nur so viel Raum oben und unten ist, daß sich das Holz DF nicht klemmt, sondern hindurch kann, z. B. eine Linie. c Das Wasser, welches dann ins Schiff dringt, wenn etwa einmal eine Welle anspült, oder wenn das Schiff den Wind von der Seite fängt, und also auf der andern Seite tiefer im Wasser geht, will gar nichts sagen, und kann sehr leicht gesammelt werden. a Wenn das Steuer 6, 8 Fuß überm Wasser ist, und also auch diese Oeffnung in der Schiffseite, (doch ist es besser sie niedriger zu machen) so wird auch das Schiff,

Schiff, wenn es schief segelt, nie so tief auf die andre Seite inclinirt werden, daß das Wasser eindringen könnte. Aber indem das Holz  $FD$  von  $A$  nach  $G$  oder gar bis  $N$  weicht, wenn das Steuer sich bis  $O$  öffnen soll, so macht die eine große Oeffnung notwendig, nämlich  $AG$  oder  $AN$  + der Dicke des Balkens  $FD$ . Durch diese große Oeffnung, die bey  $AG$  ohngefähr  $\frac{1}{2}$  Fuß lang, (geht aber  $DF$  nicht am Ende  $A$  des Steuers  $AB$  heraus, sondern ist es in die Mitte des Steuers, zwischen  $NB$  ans Steuer befestiget, so ist bey der Oeffnung  $AE$  dieser Raum nur  $\frac{1}{2}$  Fuß) und eben so hoch als der Balken  $FD$  stark ist, kann viel Wasser hereindringen, sobald eine Seitenwelle anschlägt, oder das Schiff durch die Segel mehr auf die eine Seite gelegt wird. Dem ist aber dadurch abzuhelfen, daß man vor und hinter  $A$  fig. 25 (oder vor und hinter  $N$ ) zwey Schieber macht die in Falzen gehn. Zwischen diesen beyden Schiebern bewegt sich der Balken  $DF$ . Diese Schieber werden durch Stricke, welche überhalb und unterhalb dem Balken weggehn, aneinander gehangen, so daß sie sich mäßig an den Balken  $DF$  von beyden Seiten anschließen, und etwa eine Linie Raum lassen, damit der Balken zwischen ihnen hindurch frey nach außen und nach innen kann gestossen werden. Wenn nun das Ende  $D$  fig. 25 heraus getrieben wird, und das Steuer öffnet, so steigt  $D$  im Bogen  $AE$  nach  $E$  hinauf, und  $QE$  bewegt sich durch den Raum  $AG = \frac{1}{2}$  Fuß. In dem Raum  $AG$  ist der vordere Schieber, dieser wird also von dem Holze  $FD$  vorwärts nach  $B$  zu geschoben, weil das Holz  $FD$  sich von  $A$  nach  $B$  zu bewegt, und den Schieber  $AG$  oder  $AN$  wegschiebt. So wie aber der Balken  $FD$  von  $A$  nach  $B$  zu geht, so zieht er den Schieber hinter  $A$  nach sich, weil er mit dem vordern Schieber zusammenhängt, und es verschließt also der hintere Schieber.

Schieber die Oeffnung wieder, welche das Holz DF, da es sich nach G zu bewegte, und da QF würde, hinter sich ließ. Es kann also nur überaus wenig Wasser eindringen (den engen Raum über und unter dem Balken verschließen sogar wieder innerhalb des Schiffs die Stricke, durch welche die Schieber zusammenhängen) und dieses wenig Wasser kann sehr leicht durch eine schiefe Fläche, welche unter AG oder AN angebracht ist, in ein Gefäß gesammelt werden.

§. 155.

<sup>a</sup> Es lehrt sogleich der Augenschein, daß die stützende Kraft in E fig. 22 eben so wenig gut angebracht ist, als bey den ordentlichen Rudern in F, wo das Ende F, vom kurzen Arm FG des Steuerstocks, gleichsam die Stelle der Stütze vertritt. Wenn E und F von IC zu weit entfernt sind, so leidet die untere Fläche in beyden Steuern (ebensfalls nach der Regel des ungleicharmigen Hebels) große Gewalt vom Wasser, und sie muß daher sehr stark seyn, wenn sie von der <sup>c</sup> Gewalt des Wassers nicht soll zerbrochen werden. Am schicklichsten würde die stützende Kraft in der Mitte, nämlich in I oder etwas unter I, applicirt werden, dergestalt, daß das Holz FD fig. 25 auf I fig. 22 senkrecht <sup>d</sup> aufsteht. Dis geht aber innerhalb des Schiffs nicht an, denn wenn aus dem Schiff in der Mitte seiner Wassertiefe (= I fig. 22) das Holz FD fig. 25 sollte herausgetrieben werden, so würde sich zu viel Wasser durchsickern, ohngeachtet der Veranstaltung mit dem Schieber §. 154 g-l. Auch wäre der Steuerermann nicht am rechten Orte. Dem allen kann abgeholfen werden, wenn man den Balken DF hinter die Puppis bringt.

Man

Man baue also die Steuer AB fig. 25 so, daß f  
 GA über den Spiegel (der Leser bleibe mit seiner Ima-  
 gination bey der folgenden Erklärung beständig hinter  
 dem Spiegel des Schiffs) hinausgeht, und der Bal-  
 ken FD um DG (d. h. um  $\frac{7}{2}$  Fuß, wenn die größte  
 Deynung des Steuerers EG ist) vom Spiegel GK ent-  
 fernt ist. Geht das Schiff 24 Fuß tief im Wasser, g  
 und das Steuer ist 24 Fuß hoch, = HB fig. 22, so ist  
 also DF 12 Fuß tief im Wasser, (wenn der Balken  
 DF fig. 25 das Steuer in I fig. 22 aufstoßen soll)  
 übrigens aber mit AB in A (oder I fig. 22) ebenfalls  
 unter einem rechten Winkel befestiget. Wenn also h  
 das Steuer anliegt, so ist FD vom Spiegel GK um  
 DG oder FK entfernt, und wenn das Steuer bis E  
 offen ist, so liegt F in Q am Spiegel an. Das Holz i  
 FD kann dann ein starker Balken seyn, denn im Was-  
 ser erschwert seine Stärke die Bewegung äußerst we-  
 nig, weil Holz das Gewicht im Wasser verliert. FD k  
 ist also 12 Fuß tief im Wasser hinter dem Spiegel,  
 und in der Horizontalrichtung. In F ist der Balken l  
 FD mit einem senkrechten (bey einer senkrechten Papp-  
 pis, bey einer schief aufsteigenden aber mit einem schief  
 aufsteigenden) Hebel verbunden, der gleicharmig, und  
 12 Fuß im Wasser, so wie 12 Fuß außer oder über  
 dem Wasser ist. Dieser Hebel bewegt sich als ein he- m  
 terodromischer Hebel um eine Horizontalaxe, welche  
 in der Linie der Wasserfläche, oder etwas höher, aus  
 dem Spiegel tritt, er wirkt aber als ein gleicharmiger  
 homodromischer, der er auch ist. Da dieser Hebel n  
 sich nicht wohl vor- und rückwärts schieben läßt, wel-  
 ches doch wegen des Raums AG, durch welchen sich  
 DF bewegen muß, nothwendig wäre, so muß der un-  
 tere Arm dieses senkrechten Hebels mit F durch eine  
 Kette zusammenhängen, die  $\frac{7}{2}$  Fuß lang ist. Ist o  
 das Steuer geschlossen, so ist FK diese Kette, ist aber  
 R 2 das

das Steuer offen, so ist das untere Ende des senkrecht gleicharmigen 24 füssigen Hebels in S, weil er wegen der  $\frac{1}{2}$  Fuß langen Kette zwischen ihm und F um  $\frac{1}{2}$  Fuß weiter über Q hinaus reicht, und sich bey seiner Bewegung durch QS nach dem Steuer zu erhebet, und die Kette ist QS. Also dient diese Kette zu dem Bedürfnisse, daß F, wenn sich das Steuer öffnet, bis nach G, um den Raum  $AG = \frac{1}{2}$  Fuß, weichen kann, indem das Ende S des senkrechten Hebels, wenn es sich von F nach A bewegt, um das Steuer bis E zu öffnen, sich um eben diesen Raum von  $\frac{1}{2}$  Fuß erhebet.

Das obere Ende dieses senkrechten gleicharmigen und 24 Fuß langen Hebels ist also 12 Fuß überm Wasser. Um nun das obere Ende des senkrechten Hebels zu bewegen, der sich wie das untere Ende, durch einen Bogen = FS auf der andern Seite bewegt, muß ein horizontaler Hebel angebracht werden, der die Stelle des eigentlichen Steuerstocks vertritt. Dieser horizontale Hebel ist, wie der ordentliche Steuerstock, ebenfalls homodromisch und ungleicharmig, der hintere Arm s kurz und der vordere lang. Da der senkrechte Hebel gleicharmig ist, so bewegt sich sein Oberarm, wenn sich der Unterarm durch den Bogen FS in einer Tiefe von 12 Fuß im Wasser bewegt, durch einen gleich großen Bogen außer dem Wasser auf der andern Seite. Weil der obere Arm des senkrechten Hebels, sobald er sich rechts oder links bewegt, wegen seines Bogens die wahre Horizontallinie beschreibt, und der horizontale Hebel in seiner horizontalen Bewegung die falsche Horizontallinie, so würde endlich der senkrechte Hebel den horizontalen verlassen, und unter ihn sinken, wenn er nicht über  $\frac{1}{2}$  Fuß über den horizontalen Hebel in die Höhe ragte. Weil ferner der kurze Arm des horizontalen Hebels in seiner Bewegung durch einen Bogen = FS um UQ sich, von dem senkrechten Hebel

ent-

entfernt, so muß der kurze Arm des horizontalen Hebels ebenfalls etwas mehr als  $\frac{1}{2}$  Fuß über den senkrechten Hebel hinausstehn, wie dieser über ienen etwas mehr als  $\frac{1}{2}$  Fuß in die Höhe steht. Dann verlieren beyde Hebel einander bey der Bewegung nicht, sondern glitschen übereinander hin. Man würde die Enden beyder Hebel, das obere Ende des senkrechten Hebels und das hintere Ende des horizontalen, mit einer Kette vereinigen können, wenn beyde Hebel nicht ganz verschiedne Bögen beschrieben, der senkrechte einen Bogen von oben nach unten, der horizontale einen von hinten nach vorn. Wenn der senkrechte Hebel, der nahe am Spiegel herabgeht, und mit dem Balken FD durch die Kette FK vereinigt ist, den Balken FD herausstößt, so daß das Ende F des Balkens FD nach Q kommt, so steigt das Ende des senkrechten Hebels wegen der Kette FK bis S in die Höhe, und das obere Ende des Balkens eben so viel in die Tiefe. Es weicht also der untere Arm um die Linie FS von der scheinbaren Horizontallinie ab, in der sich der Balken FD, welcher sich in QE verwandelt, bewegt, und erhebt sich um FS über den scheinbaren Horizont (12 Fuß tief im Wasser), und um eben soviel muß auch der obere Arm des senkrechten gleicharmigen Hebels sich von der scheinbaren Horizontallinie 12 Fuß über dem Wasser herabsteigend entfernen, und also den horizontalen Steuerstock, durch den er bewegt wird, um so viel verlassen, und unter ihn hinabsinken, weil der horizontale Steuerstock sich nur allein in der scheinbaren Horizontallinie bewegen kann. Darum muß der obere Arm des senkrechten Hebels länger seyn um FS, daß er von dem horizontalen Hebel, oder dem kurzen Arm des Steuerstocks nicht nach unten abspringen kann, sondern an ihm blos herabglitscht. So wie der senkrechte Hebel, nämlich der Oberarm, indem er

K 3

seinen

seinen Bogen beschreibt von der scheinbaren Horizontalinie absteigt, welche die Tangente seines Bogens ist, so bewegt sich der kurze Arm des Steuerstocks, indem er seinen horizontalen Bogen beschreibt, von der Tangente seines Bogens weg, nach vorn, und würde den Oberarm des senkrechten Hebels verlassen, wenn er nicht über den senkrechten Hebel hinausreichte.

ab Nun kann also der Oberarm des senkrechten Hebels nach unten, und der kurze Arm des Steuerstocks an

ac ihm nach vorn gleitschen. Beyde Hebel müssen also rund, und wo sie einander berühren, eingeschmiert

ad seyn, um das Abgleitschen zu erleichtern. Man könnte auch blos den hintern Arm des Steuerstocks an den Oberarm des senkrechten Hebels so bringen, daß er ihn fast berührt, und sie durch eine Kette zusammen-

ae hängen. Bey dieser Einrichtung mit einem doppelten Hebel, bewegt sich der Steuermann mit dem Ende des langen Arms des horizontalen Hebels nach dem Steuer zu, welches sich öffnen soll.

af Das Schiff wird bey dieser Veranstaltung durch den Mittelpunkt des senkrechten Hebels gelenkt, d. h. 12 Fuß tief im Wasser, und das ist auch der eigentliche und beste Ort, wo die lenkende Kraft kann applicirt werden, wenn nichts von ihr soll verlohren

ag gehn. Der Widerstand des Wassers auf das Steuer ruder theilt sich dem Balken DF oder EQ mit, dieser dem Unterarm des senkrechten Hebels und der Aye, und diese theilt dem Oberarm die Hälfte mit, der seine Hälfte dem kurzen Arm des Steuerstocks und seiner Aye mittheilt, und  $\frac{1}{7}$  davon dem Steuermann, wenn der lange Arm des Steuerstocks 5 mal länger als der

ah kurze ist. Der hintere kurze Arm des Steuerstocks treibt das Schiff nach der Seite hin, nach welcher es soll gelenkt werden, und die Aye treibt es nach der

ent-

entgegengesetzten. Nun ist aber die Kraft der Aye = der Kraft von beyden Enden, also würdt die Gewalt der Aye des hier würklich heterodromischen Steuerstocks auf die entgegengesetzte Seite mit einer Kraft, welche blos um soviel stärker ist, als die bewegende Kraft am langen Ende beträgt, diese aber ist, wenn das lange Ende 5 mal länger ist, =  $\frac{1}{5}$  von der Kraft am kurzen Ende, und dieses  $\frac{1}{5}$  würdt dem Lenken entgegen. Stämmt sich aber der Steuermann sehr stark <sup>ak</sup> mit den Füßen an, so wird dieses  $\frac{1}{5}$  durch den Fußstoß wieder ersetzt, als welcher nach der Seite hingehet, nach welcher das Schiff gelenkt wird. Ist das Steuer <sup>ak</sup> er in der gehörigen Oeffnung, und das lange Ende des horizontalen heterodromischen Hebels oder des Steuerstocks wird angehangen, damit das Steuer die erlangte Oeffnung behalte, so hört der ganze Hebel auf in seiner Wirkung, und das Schiff wird allein durch den Widerstand des Wassers auf das Steuer gelenkt. Ohngeachtet ich mich in dem, was ich bis <sup>ak</sup> her vorgetragen habe, möglichst deutlich ausgedrückt, daß alles auch ohne Figur verständlich ist, so will ich doch meinen bisherigen Vortrag im folgenden §. noch deutlicher vorstellen.

## §. 156.

Es sey  $ab\beta\gamma$  die rechte Kante der Puppis,  $ab$  12<sup>a</sup> Fuß überm Wasser und  $b\gamma$  24 Fuß im Wasser. Es sey ferner  $de$  das Steuer, (ebenfalls 24 Fuß tief im Wasser) welches  $\frac{1}{2}$  Fuß über das Hinterteil hinausragen soll.  $lc$  sey der Balken, der auf  $de$  in  $c$  rechtwinklig befestiget ist. Zwischen  $ec$  und  $dc$  können auf <sup>b</sup> den Balken  $lc$  die Stüßbalken  $xy$  und  $xz$  gehn, welche den Enden  $d$  und  $e$  Unterstützung geben. <sup>c</sup>  $qpm$  ist <sup>c</sup> der senkrechte Hebel hinter dem Spiegel, gleicharmig, <sup>c</sup> doch

doch kann man den obern Arm  $pq$  länger und kürzer machen, je nachdem es für den Steuermann bequem ist, und die Höhe des Schiffs es erfordert. Hier ist  $qp = pm = 12$  Fuß. Zwischen dem untern Ende  $m$ , des Hebels  $qm$ , und dem Ende  $l$ , des Balkens  $lc$ , der das Steuer  $de$  aufstößt, und welcher Balken  $lc$  von  $m$   $\frac{2}{3}$  Fuß nach hinten (nicht nach unten, wie es hier hat müssen gezeichnet werden) absteht, ist eine Kette  $ml = \frac{2}{3}$  Fuß. Bewegt sich der Oberarm  $pq$  nach  $r$ , so bewegt sich der Unterarm  $pm$  nach  $o$ . So wie  $m$  sich anfängt nach  $n$  und  $o$  hin zu bewegen, so wird die Kette  $ml$  angezogen, nimmt den Balken  $lc$  mit, und  $l$  kommt nach  $k$ , wenn  $m$  in  $o$  angelangt ist. Der Balken  $lc$  hat dann die Lage  $kh$ , liegt am Spiegel an, und wird von der Kette  $ok$  in dieser Lage erhalten. So wie  $l$  in  $k$  ist, so ist  $c$  in  $h$ , denn der Balken wird durch das von  $k$  bis  $h$  sich öffnende Steuer um  $\frac{2}{3}$  Fuß näher nach dem Spiegel gebracht. Nun ist das Steuer geöffnet, und seine Öffnung  $= kh = 3$  Fuß,  $=$  dem Sinus  $kh$  des Bogens  $ch$ , darum ist auch  $f$  und  $g$  um  $hi =$  dem Sinus versus  $kc = \frac{2}{3}$  Fuß ohngefähr, höher oder eigentlicher der Puppis näher gebracht, und das Ende des Steuerruders  $fg$  fällt nun mit der Kante der Puppis, die nur bis  $G$  ging, bey der Veranstellung mit dem Hebel hinter der Puppis, fig. 25, weil das Steuer  $AB$  um  $AG$  über die Puppis hinausreichte, in eine gerade Linie  $EG$ . Es sey  $xy$  der hintere Arm des horizontalen heterobromischen Hebels der im Schiffe ist, oder der hintere und kurze Arm vom Steuerstocke,  $= 6$  Fuß, der den senkrechten Arm  $qp$  in  $q$  auf der Seite  $qa$  berührt, und den ich der Deutlichkeit wegen so gezeichnet habe, wie er gezeichnet ist. Es bewege sich das Ende  $y$  des Armes  $xy$  nach  $s$ , so verläßt es, sogleich wie es sich von  $y$  nach  $s$  hin zu bewegen anfängt, das Ende

Ende q des senkrechten Armes qp, und könnte es unmöglich nach r treiben, wenn der Arm pq in q, und der Arm  $\alpha\gamma$  in  $\epsilon$  oder in  $\gamma$  nicht verlängert wären: so aber reicht der Arm pr bis u und der Arm  $\alpha s$  bis t, und so kann nun der Arm  $\alpha t$  den Arm pu fassen und q bis r treiben, denn beyde Enden glitschen über einander weg, und dis um so leichter, weil und wenn sie rund sind, wie sie es seyn müssen. Daß diese Bewegung nicht allein möglich, sondern auch leicht sey, davon kann man sich sogleich durch einen Versuch überzeugen, wenn man ein kleines rundes Holz  $\alpha\gamma$  auf eine Horizontalfläche horizontal auflegt, so daß es wie  $\alpha\gamma$  über die Fläche hinausragt, und ein andres Holz  $\alpha pq$  senkrecht an dieser Fläche befestigt, daß das Ende q über die Fläche in die Höhe ragt, und beyde Hölzer, wo sie sich berühren, einen rechten Winkel machen. Dreht man nun  $\alpha\gamma$  bis  $\alpha s$ , so entfernt sich s um  $\delta s$  nach vorn und q steigt um  $\delta r$  nach unten, weil aber s bis t und r bis u verlängert ist, so verlassen beyde Hölzer einander nicht, sondern glitschen an einander ab, und die Bewegung geschieht mit Leichtigkeit. Man darf nur 2 Federposen so anstecken, eine auf den Tisch und die andre an die Seite des Tisches, so kann man sich augenblicklich davon überzeugen. Da q von der Kante des Hintertheils a nur 3 Fuß absteht, und der vordere Arm  $\alpha w$  des horizontalen Hebels oder Steuerstocks  $s w$  weit länger ist als  $\alpha s$ , 5 mal länger wenn  $\alpha q = 6$  und  $\alpha w = 30$  Fuß, so kommt das Ende w, wenn  $\gamma$  sich durch den Bogen  $\epsilon s$  bewegt, weit über den Bord des Schiffs. Angenommen der Bogen  $\epsilon s$  sey 3 Fuß, so bewegt sich das Ende w, wenn  $\alpha w = 30$  Fuß = fünf  $\alpha s =$  durch 15 Fuß, und also 12 Fuß über Bord. Es müßte also das Ende w durch eine Stange über Bord gestossen werden. In des wird dis nicht nöthig seyn, denn man kann beyde

R 5

hori.

horizontale Hebel, oder beyde Steuerstöcke, welche die beyden Steuer bewegen, in der Mitte des Hintertheils nahe bey einander befestigen, 3, 4 Fuß von einander, so daß der Steuermann zwischen beyden geräumig stehn kann. Man hängt dann jeden Steuerstock  $\alpha\gamma$ , der von seinem Arm  $pq$  fast um die halbe Schiffsbreite – ja entfernt seyn kann, mit demselben durch <sup>r</sup> eine Kette zusammen. Diese Kette wird  $\frac{2}{3}$  Fuß über  $q$  hinauf an  $pq$  und  $\frac{2}{3}$  Fuß über  $\varepsilon$  hinaus an  $\alpha\gamma$  befestiget, so preßt sich  $pq$  nicht an den Spiegel, weil die Kette  $\frac{2}{3}$  Fuß über  $\varepsilon$  hinaus an  $\alpha\gamma$  befestiget ist, und <sup>s</sup> die Bewegung geschieht leicht. Verlängert man  $pq$  und  $\alpha\gamma$  mehr als um  $\frac{2}{3}$  Fuß, so kann man auch das Steuer weiter durch sie öffnen. Man kann sie also um 1 oder  $1\frac{1}{2}$  Fuß verlängern. Und so muß man alsdenn auch, wenn  $\alpha\gamma$  und  $pq$  von einander entfernt seyn, die Kette an  $pq$  höher als  $\frac{2}{3}$  Fuß über  $q$ , und an  $\alpha\gamma$  mehr als  $\frac{2}{3}$  Fuß über  $\varepsilon$  oder  $\gamma$  hinaus anhängen, so kann man das Steuer auch weiter öffnen. Bey  $\frac{2}{3}$  Fuß kann es sich nur durch den Bogen  $AE$  <sup>t</sup> öffnen fig. 25. Man kann auch beyde Steuerstöcke in der mittlern Longitudinalinie des Schiffs an Eine Aye  $H$  bringen, wie die Steuerstöcke, welche das Steuer  $AB$  durch die Seite des Schiffs öffnen. (S. 152. o p q.)

## §. 157.

<sup>a</sup> Es sey das Steuer 6 Fuß breit und 24 Fuß tief, so ist sein Widerstand nach §. 147.  $a = 96$  ℔. Es sey die Defnung  $EG$  fig. 25 = 3', so verhält sich der Widerstand des Wassers gegen das Steuer =  $\frac{EG}{2}$

$EB = \frac{3}{2} : 6 = 1\frac{1}{2} : 6 = \frac{1}{4} = \frac{24}{4} = 24$  ℔ bey der Geschwindigkeit, in welcher das Schiff 1 Fuß in 1 Sec. zurück-

zurücklegt, und das Steuer dem vordern Wasser in eben dieser Geschwindigkeit entgegen fährt. Es sey  $b$  die Geschwindigkeit des Schiffs = 8 Fuß, der Wellen und des untern Wassers = 3 Fuß, so ist der Widerstand =  $8^2 - 3^2 = 55$  ℔ für 1 □Fuß, und also für das ganze Steuer =  $24 \times 55 = 1320$  ℔. Sey  $c$  nun der Widerstand des Schiffs beym Lenken auch nur nach §. 134  $d = 230$  ℔, so ist  $r = \sqrt{\frac{1320}{230}} =$  der Geschwindigkeit des Lenkens =  $r = 5\frac{1}{2}$  Fuß ohngefähr, denn  $(2\frac{1}{2})^2 = 5\frac{1}{2}$ . Also würde das Schiff  $d$  von 1320 ℔ Widerstand des Wassers gegen das Steuer in 1 Sec. durch 2, 4 Fuß gewendet. Von  $e$  diesen 1320 ℔ kommen 660 ℔ auf den Oberarm  $p$  und der theilt sie dem hintern Arm  $tz$  des Steuerstocks an dem Ort mit, wo sie sich einander berühren nämlich in  $z$ . Es sey nun  $\alpha w = 5$  mal  $\alpha t$ , so kommt  $f$  auf den Steuermann in  $w = \frac{620}{5} = 124$  ℔, wenn

nämlich das Steuer in  $E$  fig. 25 keine Unterstützung hätte, sondern wie das gewöhnliche Steuer, oder wie in fig. 24 geöffnet würde. Da aber die Hälfte des Widerstandes nunmehr auf  $E$  und die andere Hälfte auf  $B$  kommt, indem sich der Widerstand auf  $E$  und  $B$  gleich vertheilt, weil nicht allein  $B$  sondern auch  $O$  unterstützt wird, so kommen auf den Steuermann nur  $\frac{124}{2} = 62$  ℔.

## §. 158.

Macht man den Balken  $lc$  etwas länger, so kann  $a$  man das Steuer auch weiter öffnen. Den Hebel  $qm$   $b$  kann man anbringen, wo man will. Ist  $lc = 6$  Fuß, so kann die Axt  $p$  von der Kante des Hintertheils  $b$  auch

auch 6 Fuß seyn, es kann aber  $p$  in  $p$  bleiben d. h. 3 Fuß von  $b$ , und  $lc$  kann doch 6 Fuß und darüber seyn, ja man kann  $p$  in  $b$  selbst anbringen, (besonders wenn der horizontale Hebel  $szw$  in der Mitte des Hintertheils angebracht wird) d. h. an der Kante des Schiffs  $c$  und wenn  $lc$  auch 12 Fuß lang wäre. Dieser Ort, nämlich in  $b$ , oder an der Kante des Schiffs wäre der beste, denn an diesem Orte nimmt uns der senkrechte Hebel, der nun =  $ak$  wäre, bey seiner Bewegung nicht denjenigen Platz weg, den wir zu andern Rudern brauchen, denn an sich nimmt seine Bewegung wenig Platz weg, und ist  $p$  in  $b$  nur durch den Raum  $prq$ , und so auch auf der andern Seite, so daß wir bey nahe das ganze Hintertheil, so weit es im Wasser ist, frey behalten, und den kleinen Raum  $rpq$  ausgenommen, auch das Hintertheil über dem Wasser bis  $q$  d. h. durch 12 Fuß, denn das Ende  $o$  bewegt sich in die Oeffnung, welche das Steuer macht, hinein, und also fällt auch der Raum  $mop$  in die Oeffnung des  $d$  Steuers. Die Kette  $ml$  kann man ebenfalls befestigen wo man will, am besten aber ist es, sie allezeit am Ende des Balkens, nämlich in  $l$  zu befestigen, auch wenn er 12 Fuß lang wäre, denn je weiter die  $e$  Kette vom Ende  $m$  ist, je besser ist es. Ist der Balken  $lc$  länger, so können die Stüßbalken  $xy$  und  $xz$  vortheilhafter angebracht werden, denn man kann  $f$  sie auch alsdenn nahe an  $l$  bringen. Wenn der Balken  $lc$  oder einer von den Armen des Hebels  $qm$ , oder die Are  $p$  u. s. w. einmal Schaden leidet, zerschossen wird  $re$ , so wird das Steuer frey, und könnte dem Schiffe Schaden thun. Diesem Schaden ist leicht vorzubauen, wenn aus der Seite des Schiffs, wo das Steuer anliegt, an einem oder zwey Orten derselben Tawe herausgehn, von so viel Fuß Länge, als die möglichst

möglichst große Oeffnung des Steuers beträgt, oder noch länger, welches nicht schadet. Das Tau hängt g dann zwischen der Schiffseite und der inwendigen Steuerfläche herab, und verursacht also, daß sich das Steuer um die Dicke des Taus nicht genau anschließen kann. Stark brauchen diese Taue nicht zu seyn, k von zwey Zollen sind sie übrig stark. Sie gehn durchs Steuer, und werden außerhalb durch ein Quereisen befestiget. Die Löcher, durch welche diese Taue in i der Schiffseite des Hintertheils gehn, werden gut verstopft, daß neben den Tauen nichts durchsickern kann. Ereignet sich einmal der Fall, daß das Steuer frey k wird, so werden diese Taue ins Schiff gezogen, und so das los gewordne Steuer an das Schiff so lange befestiget, bis alles wieder in Stand gesetzt ist. Außer l einem solchen Fall schließt sich das Ruder allezeit selbst, wenn das Schiff segelt, vom Widerstande des vordern Wassers, auch kann der horizontale Hebel, der es öffnet, wenn man ihn nicht nöthig hat, eingehangen werden, da sich denn das Steuer nie öffnen kann. Das Seitensteuer hängt in B fig. 25 durch seine gan- m ze Tiefe in den Fingerlingen, welche aus der Schiffseite herausgehn. Weil aber das Steuer in B durch n seine ganze Höhe ein Balken ist, und dieser Balken, wenn das Steuer geschlossen ist, dem segelnden Schiffe Widerstand macht, so kann vor diesem Balken ein 24 Fuß hoher Keil angenagelt werden. Ist die Länge dieses Keils = ad fig. 21 = 4 ab, so ist sein Widerstand  $\frac{1}{8}$ , also ist der Widerstand des Balkens, wenn er 1 Fuß dick =  $\frac{2^3}{8} = 3$  ff bey 1 Fuß Geschwindigkeit des Schiffs. Die Löcher für die Canonen gehn durch o Keil und Steuer hindurch.

## §. 159.

**a** Außer den wichtigen Vortheilen, welche diese Seitensteuer vor dem gewöhnlichen Steuer voraus haben (§. 144.), und außer dem Vortheile, daß wir nur eine halb so stark bewegende Kraft brauchen (§. 157. g), hat man aber auch noch diesen von ihnen, daß man beynah die ganze Fläche hinter der Puppis, frey **b** behält. Diese Fläche ist ansehnlich, da, wenn die Steuer auf der Seite sind, sich die Puppis nicht zu **c** verengern braucht. Von diesem Raume können wir einen sehr vortheilhaften Gebrauch machen, und Ruder daselbst placiren, welche durch die breite Puppis vor den Wellen, die vom Vordertheil nach dem Hintertheil gehn, und vor dem Impuls des vordern Wassers gebedt sind, und zu allem können gebraucht werden, zum Lenken, zum völligen Wenden, und zur Fortbewegung des Schiffes selbst.

## §. 160.

**a** Die Einrichtung und Beschaffenheit dieser Ruder ist eben dieselbe wie bey den Seitenrudern, nur daß der Matrose bey den Rudern hinter der Puppis sein **b** Gesicht nach dem Hintertheil kehrt. Es sey AB fig. 27 das Hintertheil des Schiffes, CFE das Ruder, CF der Oberarm und FE der untere Arm. E liegt an der Basis des Hintertheils des Schiffes beynah an, und C steht um so viel vom Hintertheil ab, als **c** der Bogen beträgt, durch den sich C bewegt. Wenn der Matrose das Ende C an sich zieht, so bewegt sich E vom Hintertheil weg. Der Widerstand des Wassers gegen E und die Kraft des Matrosen in C wirken also in der Linie, in welcher das Schiff läuft, nämlich **d** sich vorwärts. Gewendet wird das Ruder auf eben die Weise, nur müssen die Ausschnitte in den zwey Hal-

Halbkugeln etwas größer seyn nach ihrer Höhe und Tiefe, daß sich beyde Arme incliniren und recliniren können. Die Aze in D ist so lang als der Sinus des Bogens, den C beschreibt.

## §. 161.

Diese Ruder können getreten werden, wie die andern, und zwar sind die Progressivruder hinter der Puppis vorzüglich dazu geschikt, weil sich bey ihrer Bewegung der Oberarm nach dem Hintertheil zu bewegt, und die Scheibe, über welche der Strick geht, im Spiegel befestiget seyn kann. Die Ruder zum Wenden bekommen zwey Scheiben, eine horizontale im Spiegel, und eine senkrechte im Schiff. Der Strick darf also nur verlegt werden, wenn man die Progressivruder zum Lenken und Wenden brauchen will. Dann muß aber der Ausschnitt der Halbkugeln 180 Grad betragen statt 90 (§. 32. d). Besser ist es also, man braucht die Progressivruder blos zur Fortbewegung des Schiffs, und die Lenkruder blos zum Lenken (§. 160. h. i. k.)

## §. 162.

Das todtte Wasser hinter der Puppis ist zur Bewegung dieser Ruder so lebendig als ein anderes, und noch wirksamer und widerstehender, weil es einen starken Zug hat. §. 140.

## §. 163.

Es ist wahrscheinlich, daß die Progressivruder hinter der Puppis vor denen an den Seiten vieles voraus haben werden, aus mehr als einer Ursache. Daß durch sie das Schiff schnell werde fortbewegt werden, das

das lehret schon die Erfahrung, denn man rudert auf Strömen sehr häufig auf diese Weise, daß man das Ruder ans Hintertheil bringt, und das Schiff durch den Widerstand des Wassers gegen die Schaufel und die Kraft des Ruderknechts fortstößt. Die bewegende Kraft wird dann an dem Orte dem Schiffe mitgetheilt, wo das Ruder auf dem Hintertheil des Schiffes oder Rahnes auflieft.

## §. 164.

a Vermittelt die Ruder hinter der Puppis kann man selbst einem kleinen Sturme entgegen rudern, weil sie durch das Hintertheil vor Sturm und Wellen gedeckt sind. Ist der Sturm mäßig, so kann man das Schiff durch diese Ruder unbeweglich auf seinem Platze erhalten, indem man es allezeit soviel wieder vorwärts rudert, als es von den Wellen zurückgetrieben wird, um so mehr da die scharfe Fischprore den Stoß des zurücktreibenden vordern Wassers eben so schwächt, als sie den Widerstand des Wassers schwächt, wenn das Schiff dem Wasser entgegen geführt wird.

## §. 165.

Es ist indes offenbar, daß diese Ruder nur bey solchen Schiffen anwendbar sind, deren Hintertheile sich nicht so verengern, wie es bey den gewöhnlichen Schiffen wegen des Steuerruders geschieht.

## §. 166.

Da es nicht selten nöthig ist, daß sich ein Schiff schnell wende, besonders im Treffen, so wird man die Ruder hinter der Puppis sehr wohl dazu brauchen können, vorzüglich bey Windstille oder schwachem Winde.

be, weil sich alsdenn die Segel gar nicht, oder langsam wenden, wenn der Wind ganz mangelt oder sehr schwach ist.

§. 167.

Eben das findet auch beym Lenken statt bey schwachem Winde, wenn das Schiff sich nur sehr langsam fortbewegt, oder wenn ein stille stehendes Schiff im Hafen einem andern ausweichen soll, weil man alsdenn das Steuer zum Lenken nicht wohl brauchen kann, als welches blos lenkt, wenn das Schiff im Lauf ist; steht es aber stille, so würde man durch das gewöhnliche Steuer sowohl wie durch die Seitensteuer das Schiff äußerst langsam wenden können.

§. 168.

Durch Hülfe dieser senkrechten Ruder an den Seiten und am Hintertheil des Schiffs, kann sich dasselbe ohne fremde Hülfe in den Hafen hinein und aus ihm heraus bugsiren.

§. 169.

Die Ruder hinter der Puppis werden dem Schiffe eben die Dienste thun, die der Schwanz den Fischen thut, als welche durch den Schwanz ihren Körper nicht allein lenken, sondern auch mit großer Geschwindigkeit fortbewegen können, wie man dis besonders am Wallfisch bemerkt, der sich durch seinen Schwanz mit erstaunender Geschwindigkeit fortbewegen kann, indem er ihn ohne Zweifel langsam nach der Seite und nach vorn krümmt, und denn schnell ihn wieder gerade zieht. Wie der Wallfisch mit dem Schwanz einen Bogen nach der Seite macht, so machen

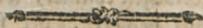
c chen ihn die hintern Progressivruder nach unten. Wenn die Lachse über die Rechen springen, so kann das ebenfalls nur durch ihren Schwanz geschehn, mit dem sie schnell einen Bogen nach unten machen, nachdem sie d sich auf die Seite gelegt haben. Wahrscheinlich bewegen sich die Fische eben so viel durch den Schwanz, e als durch die Flossen vorwärts. Es sind also auch diese hintern Ruder der Natur gemäs und deshalb von einem ungezweifelten guten Erfolg und von einem sichern Nutzen.

## §. 170.

Ob die Steuer an der Seite des Hintertheils eben das leisten werden, was das gewöhnliche Steuerruder thut, das kann man schon durch einen Versuch mit jedem Kahn auf einem Strome erfahren.

## §. 171.

Unter den nöthigen Abänderungen und Einschränkungen ist alles, was von der Prora, von Progressiv- und Steuerrudern der Seeschiffe gesagt worden ist, auch auf Stromschiffe anwendbar, und der Nutzen also noch ausgebreiteter.



Fünf-

Fünftes Kapitel.  
Von der Kaiüte.

§. 172.

Daß ein Schiff mit der von mir fig. 36 gezeichneten keilförmigen Kaiüte auf dem Vordertheil des Schiffs sehr prächtig ins Auge falle, das lehrt schon die bloße Vorstellung in der Zeichnung, daß es anständiger sey, den erhabensten und schönsten Theil des Schiffs, den Kopf desselben, vorangehn zu lassen, und nicht hinten nach zu schleppen, das lehrt die Natur, und daß es auch nützlicher sey, die Kaiüte vorn zu bauen, das lehrt die Berechnung und das wird auch die Erfahrung lehren.

§. 173.

Es ist wahrscheinlich, daß die hohe Kaiüte auf großen Seeschiffen den Segeln vielen Wind nimmt, und demnach Schaden thut, weil der Wind auf eine nachgebende Fläche stärker wütht, als auf die nicht nachgebende Kaiüte, von der er elastisch wieder zurückprallt. Indes will ich dis gegenwärtig nicht untersuchen, da der Schaden nicht beträchtlich seyn kann.

§. 174.

Der vornehmste Nutzen einer keilförmigen Kaiüte auf der Prova ist der, daß sich die hohen Wellen beim Sturm

Sturm an ihr spalten, und also mit einer geschwächten zurücktreibenden Kraft gegen das Schiff wirken können, die sich gegen ihre volle Kraft, welche größtentheils die andern Schiffe erfahren, verhalten muß, wie die halbe Breite der Kaiüte zu ihrer schiefen Länge, sobald die Einfassung des dreyeckigen Raums zu beyden Seiten der Kaiüte, ganz niedergelassen ist, oder nur aus einem Geländer von eisernen Stäben besteht.

## §. 175.

a Dieser Raum zu beyden Seiten der Kaiüte, wird wegen des Wassers, das die Fischprora hinanläuft, immer etliche Fuß hoch Wasser haben, sobald die Einfassung aus Stäben besteht. Daher können diese dreyeckigen Räume zu einem Bade für das Schiffsvolk dienen, welches Baden, besonders in heißen Gegenden, das Schiffsvolk ausnehmend stärken und d seine Gesundheit erhalten wird. Will man aber diese Plätze zu einem andern Gebrauch trocken haben, so umgiebt man sie mit einer reclinirten wasserdichten Einfassung, welche man hinter den Stäben anbringen, und sie ganz herablassen kann, sobald man sie wenigstens bisweilen, oder einen davon, zum Bade brauchen will.

## §. 176.

Das gewöhnliche Vordertheil, da es so stumpf ist, wird im Sturm (und auch außer dem Sturm) von den Wellen mit großer Gewalt zurück und in die Höhe gestossen. Dadurch werden die heftigsten Inclinationen verursacht. An der von mir vorgeschlagenen keilförmigen Kaiüte spalten sich die Wellen, und die Inclinationen werden dadurch gänzlich verhindert.

## §. 177.

## §. 177.

Dein Boegspriet kann man entweder oben von der Kajüte, oder weiter unten aus ihrer Schärfe hinausführen.

## §. 178.

Wenn der Nutzen sich mit der Schönheit verträgt, <sup>a</sup> so würde Jedermann mit Recht getadelt werden, wenn er das minder schöne dem mehr schönen, insofern der Nutzen von beyden gleich ist, vorziehn wollte. Der <sup>b</sup> Werth einer schönen Sache ist bey allen Menschen entschieden, und man ist wohl gar zufrieden, etwas an der Nutzbarkeit eines Dinges zu verlieren, wenn man nur durch die Schönheit entschädiget wird. Wenn aber eine Sache schöner und dabey auch nutz- <sup>c</sup> barer als eine andre ist, wer wird sich da einen Augenblick bedenken, welche von beyden er wählen soll. Das ist der Fall mit der von mir vorgeschlagenen keil- <sup>d</sup> förmigen Kajüte auf dem Vordertheil des Schiffs, deren große Vortheile im Sturm das nächstfolgende Kapitel zeigen wird.



Sechstes Kapitel.  
Von Fallthüren unterm Schiff.

§. 179.

<sup>a</sup> Jeder Wind, er sey schwach oder stark, kann das Wasser nur bis auf eine gewisse Tiefe bewegen, und ihm auch nur die Richtung geben, die er selbst hat. Das lehret uns schon die gemeinste Kenntniss der Naturkräfte. Denn da die Kraft eines jeden Windes eine bestimmte Größe hat, die von seiner Geschwindigkeit abhängt, so kann auch seine Wirkung nur von einer bestimmten Größe seyn. Eben so vernunftmäßig ist es, daß ein Wind, dessen Bewegung horizontal ist, wie fast aller Winde, nach dieser Direction auch wirkt, und nach dieser Direction in die Körper wirkt, auf die er stößt, und sie in dieser Richtung <sup>d</sup> auch allein bewegt und bewegen kann. Ein horizontaler Wind kann also nach der Direction seiner bewegendenden Kraft nicht in die Tiefe des Meeres wirken. <sup>e</sup> Das tiefe Wasser kann also nur blos wegen des Zusammenhanges mit dem obern Wasser in einige Bewegung gebracht werden, und die kann deshalb nicht anders als gering seyn, ausgenommen wo Ströme im Meer sind. Diese Vernunftschlüsse hat die Erfahrung vollkommen bestätigt, wie aus der Anmerkung zu §. 109. Däd. erhellet, die ich hier nochmals einzurücken will. \*) Vermöge dieser Erfahrung ist gewis, daß

\*) Robert Boyle de fundo maris. Sect. III.

daß die Wirkung des stärksten Sturms nicht über 24 Fuß ins Wasser von einiger Bedeutung sey, und daß der Wind kaum bis 12, 15 Fuß tief das Wasser bewege, wenn er mäßig ist. §. 22. g.

Vt utique paradoxo huic (de malacia maris profundi) fidem faciam, memorabilem relationem, quam ab urinatores alibi nominato, qui machinae beneficio morari aliquot horis sub aqua poterat, habeo, adducam. \*) Ex eo cum quaererem, an ventorum ullam operationem in fundo maris profundiori senserit? respondit, vento *vehementiori* flante, i cum fluctus *sex, septem pedibus* superficiem aquae excederent, ad 15 orgyas *ne signum quidem* eius se observasse, si vero is spiraret diutius, limum in fundo commotum ac aquam crassiorem et tenebrosam fuisse factam.

Pro ulteriori confirmatione addam, quae k retulit magnus aliquis peregrinator, qui lucrosae unionum piscationi in India orientali interfuerat. Interrogatus enim, an non e conversatione cum urinatoribus quaedam de tempestatibus ad fundum maris non penetrantibus cognoverit, 'vidisse se respondit eo tempore, cum adeo saeviret mare, ut portu exire vererentur naves, urinatores mare ingredienti, qui inde reversi, omnia se in fundo tranquilla invenisse, narraverunt.

§ 4

Nec

\*) Die Schale des lateinischen Styls empfiehlt sich nicht durch Schönheit, aber der Weise ist weniger für die Schale als für den Kern besorgt.

m Nec leve fortassis momentum addet praecedentibus, si quae senex aliquis navigator, cuius merita ad dignissima illum munia vocaverant, mihi narravit, recitavero. Is enim non adfirmavit tantum opinionem, quam de maris in fundo malacia habebam, sed et mitiores ventos saepe non ad eam profunditatem, ut ipsi quidem navigatores haecenus existimant, pertingere ajebat. Majoribus enim o navibus, quarum inferiora ad 12 vel 15 pedes mari immerfa, vectus, cum se nonnunquam ad carinas usque navium in medio illarum cursu in mare demiserat, agitationem aquae magnopere ad *tam exiguam* a superioribus fluctuum partibus distantiam imminutam ac *valde languidam* observavit.

P Incidi denique in magnum aliquem Navarchum, qui in observationibus maritimis curiosus, et in iis accurate instituendis erat *solicitissimus*, qui, cum de re ista sermones cum q illo miscerem, narravit: fuisse se non ita pridem in loco, *ubi procellis et tempestatibus satis agitatam mare, certisque sibi signis cognitum, quod procellae non ad quatuor orgyas infra superficiem aquae cum efficacia quadam pertingant.*

§. 180.

a Diese Erfahrungen können von mehr als einer Seite genutzt werden. Es erhellet daraus offenbar, daß der vom Winde verringerte Widerstand des fließenden Wassers, vorzüglich nur denjenigen Schiffen zu Gute kommen müsse, die mehr flach sind, und daß  
des

deshalb tiefe Schiffe nothwendig einen weit stärkern Widerstand haben müssen, z. B. Schiffe, welche 20, 24 Fuß (und ich habe gefunden, daß manche Schiffe b bis 30 Fuß tief gehn. Bernoulli Reisen 4ter Band S. 300.) tief im Wasser gehn, einen weit stärkern Widerstand als Schiffe, welche nur 10, 15 Fuß tief gehn, ohne noch darauf zu sehn, daß der Widerstand tiefer Schiffe auch um deshalb stärker ist, weil das von ihnen fortgestoßne Wasser viel weiter nach der Oberfläche hat, als das weniger tiefe Wasser, oder daß die Gegenwirkung einer größern Fluth Wasser, die durch ihre Kraft der Ruhe oder der geringern Bewegung dem Stoß des Schiffs widersteht, weit ansehnlicher und stärker seyn muß, als einer weit geringern Fluth Wasser.

§. 181.

Es sind also sehr wichtige Erfahrungen, die der um die Naturwissenschaft so verdienstvolle Robert Boyle von der Ruhe oder dem Stillstande des Wassers in gewissen Meertiefen, bey verschiedenen, obgleich unbestimmten Geschwindigkeiten des obern Wassers, bey gutem Winde und im Sturm gesammlet hat.

§. 182.

Aus der jedesmaligen Geschwindigkeit des Windes, aus der durch sichere Erfahrungen bestätigten Kraft der Luft und des Windes, aus seiner verschiedenen Direction, und aus der Dauer des Sturms, würde man sehr leicht bestimmen können, bis in welche Tiefe ieder Sturm von einer gewissen Geschwindigkeit und Dauer das Seewasser bewegen, und welche Schnelligkeit er dem untern Wasser vermittelst des Zusammenhangs mit dem obern mittheilen könnte.

**b** Diese Untersuchung würde von großem Nutzen seyn,  
 und verdiente vorzüglich als eine Preisfrage aufgege-  
**c** ben zu werden. Das Fundament dieser Untersuchung  
 ist die durch sichere Erfahrungen bestimmte Kraft des  
 Windes, aus welcher man denn die Kraft der Segel  
**d** ebenfalls bestimmen könnte, 'nachdem man vorher den  
 Unterschied der Wirkung des Windes gegen eine hohe,  
 trockne und feuchte Leinwandfläche und ihre unter-  
 schiedne Vertiefungen, und gegen eine nicht nachge-  
 bende ebne und harte Fläche von Holz ꝛc. experimen-  
**e** tirt hat, 'denn wenn man die Kraft des Windes dar-  
 um für 800 mal schwächer annimmt als die des Was-  
 sers, weil die Luft 800 mal leichter ist (oder seyn soll),  
 so nimmt man, wie ich dafür halte, ein ganz falsches  
 Princip zum Fundament an, nämlich daß die Stoß-  
 kraft ieder Sache um soviel schwächer sey, je leichter  
**f** sie ist. Die Erfahrungen, welche man von der ge-  
 waltigen Stärke des Windes hat, widersprechen auch  
 dieser Theorie. Ein Sturm könnte nie so schreckliche  
 Verwüstungen anrichten, wosern seine Kraft nicht stär-  
 ker als  $\frac{1}{28}$  der Kraft des Wassers wäre, denn so  
 müßte der Wind mehr als 28 Fuß in 1 Secunde  
 durchlaufen, wenn sein Stoß auf eine Fläche von 1  
 □Fuß auch nur so stark seyn sollte, als der Druck  
 des Wassers auf eben diese Fläche, wenn es sich in 1  
**g** Sec. durch 1 Fuß bewegt. Wie langsam müßten  
 auch die Schiffe durch die Passatwinde fortkommen,  
 welcher Winde gewöhnliche Geschwindigkeit meist nur  
**h** 12 Fuß in 1 Secunde ist. Die Geschwindigkeit des  
 stärksten Orkans, der gemauerte Kirchen und Thür-  
 me umwirft, ist nur etwa 80 Fuß in 1 Secunde.  
**i** Wäre der durchgängig als wahr angenommene Satz,  
 daß die Kraft eines Körpers sich nach seiner Masse  
 und Schwere richte, wahr, welche Kraft könnte wohl  
 das Feuer, und die vom Feuer ausgehnten und allein  
 würf-

wirksam gemachten Wasserdämpfe haben? welche Kraft könnte unser Nervensaft zc. haben, der Centner hebt, und dessen Gewicht, wenn er ja welches haben sollte, im ganzen Körper höchst wahrscheinlich kein Loth ist? Die elementarischen und geistigen Kräfte folgen ohne Zweifel ganz andern Gesetzen, auch nach ihrer Einwirkung und Bewegung, als die mehr materiellen Kräfte grober und schwerer Körper, sie folgen ohne Zweifel ganz entgegengesetzten Regeln, und ihre Wirkung ist höchstwahrscheinlich eben soviel stärker, als leichter und mit weniger Schwere und grober Materie sie verbunden ist.

§. 183.

Wenn die Geschwindigkeit des Windes 50 Fuß in 1 Secunde ist, welches dann schon ein fürchterlicher Sturm seyn würde, so ist die Stärke eines 3 Fußes Wind nach dem angenommenen Princip =  $3\frac{1}{2}$  W, welche Stärke des Windes das Wasser nicht einmal mit der Geschwindigkeit von 2 Fuß in 1 Secunde bewegen könnte, und wäre die Geschwindigkeit des Sturms = 100 Fuß in 1 Secunde, dergleichen Sturm vielleicht noch nie gewesen, so wäre seine

Kraft doch nur =  $\frac{100^2}{800} = 12\frac{1}{2}$  W, die das Wasser

mit keiner größern Geschwindigkeit als  $3\frac{1}{2}$  Fuß bewegen würde, besonders da er nur stoßweise wütht, so daß nie eine Welle eine größere Geschwindigkeit haben könnte, als  $3\frac{1}{2}$  Fuß, auch wenn der Wind unablässig hinter ihr bliese und sie fortstöße. Ehe und bevor also die Stärke des Windes durch die zuverlässigsten Versuche bestimmt ist, ehe kann man nicht bestimmen, wie tief ein Sturm von jeder Geschwindigkeit das

das Seewasser bewege, und wir müssen uns blos an die Erfahrungen halten, die wir darüber haben, und besonders an die so bestimmten, die uns Robert Boyle mitgetheilt hat.

§. 184.

a Die Richtung der Stürme ist fast insgesammt horizontal. Das beweist schon allein der Zug der Wol-  
 b ken. Es kann also der Sturm vermöge seiner Di-  
 c rection die Wellen nicht in die Tiefe stoßen, (und da-  
 her auch nicht das von mir vorgeschlagne Vordertheil,  
 die Fischprora, in die Tiefe drücken) und dadurch dem  
 tiefen Wasser ebenfalls eine schnelle Bewegung geben.  
 d Eben so wenig können das die Wellen thun, weil die-  
 e se eben die Direction vom Winde bekommen, die er  
 selbst hat. Es muß also die Bewegung des untern  
 Wassers hauptsächlich oder allein von dem Zerfließen  
 der Wellen entstehen, wenn eine hohe Welle vermöge  
 der Schwere des Wassers sich absenkt und dadurch  
 f breiter wird. Der Stoß oder Druck, den das untere  
 Wasser davon bekommt, kann nicht stark seyn, weil  
 die Welle sich ebenfalls in einer Direction absenkt, die  
 g mehr horizontal ist. Diese und andre Gründe beweisen  
 es, daß die Gewalt des Sturms ohnmöglich tief  
 ins Wasser gehn kann, und sie beweisen die Wichtig-  
 h keit der vom Robert Boyle angeführten Erfahrungen,  
 die um desto zuverlässiger sind, 1) weil Robert  
 Boyle erweislich und in ieder Betrachtung, in Be-  
 trachtung seiner Gelehrsamkeit und Genauigkeit, und  
 in Betrachtung seiner sich auszeichnenden Rechtschaf-  
 fenheit der glaubwürdigste Zeuge ist; 2) weil dieser  
 kluge Mann in einer so wichtigen Sache nicht wird  
 ermangelt haben, die Glaubwürdigkeit seiner Zeugen  
 zu prüfen; 3) weil diese Männer von einem falschen  
 Zeuge

Zeugnis keinen Vortheil haben könnten, es auch nicht wagen durften, da die Wahrheit ihres Zeugnisses bey jedem Sturm oder starken Winde durch einen Taucher konnte geprüft werden; 4) weil dieser Zeugen mehrere sind; 5) weil sie mit neuern Erfahrungen übereinstimmen; 6) weil sie auch mit den Erfahrungen des Grafen Marsigli und andrer von der Höhe der Wellen übereinkommen, nach welchen die Höhe der Wellen im stärksten Sturm selten über 6, 7 Fuß über die stille Meeresfläche ist, und also ihre ganze Höhe nicht über 12, 14 Fuß, so daß also die Kraft, mit welcher diese Wellen in das tiefere Wasser würfen, und also auch die Bewegung desselben ohnmöglich stark seyn kann.

§. 185.

Auf diese gewisse Erfahrungen von der Malacie des Meeres, d. h. der geringen Bewegung des tiefern Wassers in der See, gründe ich meine Vorschläge, das Schiff in der See ohne Anker zu befestigen, und es dadurch vor dem Verschlagen von seinem Wege, vor dem Jagen ans Land, und also vor der Scheiterung zu verwahren, und ich glaube daß meine Vorschläge um dieser Gründe willen Aufmerksamkeit, und, da die Sache selbst von so großer Wichtigkeit ist, das Leben so vieler tausend Menschen und die Erhaltung großer Reichthümer alljährlich damit verbunden ist, versucht zu werden verdiene, um so mehr da diese Versuche mit mäßigen Kosten verknüpft und ohne Gefahr sind.

§. 186.

Ich habe deshalb vorgeschlagen, Fallthüren unter das Schiff zu befestigen, und sie zur Zeit des Sturms hinab-

<sup>b</sup> hinabzustößen. Ohngeachtet ich glaube, daß nach der von mir (§. 112. Dädal.) angegebenen Figur der Stangen und der Löcher im Schiff, die auswärts und innwärts conisch sind, und von den conischen Enden der cylindrischen Stangen so fest wie durch einen Zapfen können verschloßen werden, kein Wasser ins Schiff dringen kann, die Fallthüren mögen offen seyn oder anliegen, so haben wir doch alle diese Weitläufigkeiten nicht nöthig.

## §. 187.

<sup>a</sup> Man besetzte nach der ganzen Schiffslänge, quer unter der Schiffsbasis, starke Thüren, von 10, 15 20 u. Fuß Länge, die durch Haken oder Zapfen in ihren Haspen oder Bändern hängen, und sich öffnen und schließen können, wie eine jede andre Thüre.

<sup>b</sup> Diese Thüren kann man so stark machen als man will, ohne daß das Schiff dadurch belastet wird, weil alles schwimmende Holz im Wasser keine Schwere hat, und schwere Körper hebt, so daß sie das Schiff eher entlasten als belasten.

## §. 188.

Die Converität der Carina, oder des untern Schiffs, so weit es im Wasser ist, ist dem Anbau dieser Thüren nicht entgegen, weil man sie der Krümmung des Schiffs akkommodiren kann.

## §. 189.

Der Kiel ist dem Anbau dieser Thüren nicht entgegen, er verhindert blos, daß diese Thüren nicht in ununterbrochener Linie quer unter dem Schiff weggeh'n können.

## §. 190.

§. 190.

Weil alles Holz im Wasser schwimmt, so wird es nicht nöthig seyn, diese Thüren außer dem Sturm von beyden Seiten durch ein Tau 2c. an den Schiffboden fest anzuziehn, weil sie sich von selbst an die Basis 2c. des Schiffs anpreßen werden.

§. 191.

Diese Thüren werden so angebaut, daß sie sich nicht völlig schließen können, sondern nach hinten zu etwas offen bleiben, damit sie, wenn das mit der Prora dem Sturm und den Wellen entgegengekehrte Schiff zurückgetrieben wird, durch den Widerstand des tiefen und ruhigern Wassers selbst geöffnet werden.

§. 192.

Zu diesem Zweck kann man entweder aus dem Schiffboden selbst einige Erhabenheiten hervorgehn lassen, C. F. H fig. 28. C. E fig. 29, oder sie an die Fallthüren bringen, in D fig. 28, in P. Q 2c. fig. 29. AB fig. 28 ist der Schiffboden, und NC. EF. GH sind die Fallthüren. Besser ist es, diese Erhabenheiten an den Schiffboden vor jede Thüre zu bringen, so verhindert diese Erhabenheit, daß sich die Thüre nicht weiter als durch 90 Grad öffnen kann, oder daß sie der Widerstand des tiefen Wassers nach vorn über-schlage, da dann ihre ganze Wirkung aufhören würde.

§. 193.

Es sey AB fig. 29 der Schiffboden, CD. EF. GH sind die geöffneten Thüren, L und M sind Querbalken an der Schiffsbasis vor der Fallthüre.

§. 194.

## §. 194.

Es ist offenbar, daß die ganze Gewalt des Wassers, welche den Thüren CD. EF. (fig. 29) widersteht, wenn das Schiff von B nach A zurückgetrieben wird, auf die Balken L. M. *ic.* kommt. Man könnte daher besorgen, daß, da die Thüre von D bis L festen Halt hat, als am Balken L, sie in D, und zwischen DL, vom Widerstande des Wassers leicht zerbrechen könne. Ob diese Besorgnis gegründet sey, werde ich in der Folge untersuchen, vorläufig merke ich nur an, daß man sie dadurch heben könne, wenn man an die letzte Thüre auf ieder Seite ein starkes Tau K befestiget, und alle Thüren durch Ketten DF. FN. NO. *ic.* an einander hängt. Die Gewalt wird nunmehr auf die Balken L. M. *ic.* und das Tau K getheilt, oder kommt auf das Tau allein, wenn die Thüren nicht genau durch 90 Grad geöffnet sind, oder die Erhabenheiten D fig. 28 an der Thüre festgemacht sind. Da es aber immer ein möglicher Fall bleibt, daß diese Tawe, besonders wenn sie alt und mürbe werden, (das muß man sie nicht werden lassen, so wird kein Tau reißen, wenn es hinlänglich stark ist) reißen können, so ist es sicherer beydes zu brauchen, Tawe und Balken vor den Thüren.

## §. 195.

Aus der nachstehenden Berechnung erhellet, daß der Widerstand, den diese Thüren leiden, sehr groß ist. Es müssen daher nicht allein die Ketten DF. FN. *ic.* eine gehörige Stärke, sondern auch das Tau K auf ieder Seite die Stärke eines Ankertaues haben.

## §. 196.

§. 196.

Weil alle Thüren durch Ketten aneinander hängen, so können durch das Tau K, wenn es aufgewunden wird, alle Thüren an den Schiffboden gehörig befestiget werden, ob sie sich gleich schon von selbst anpreßen.

§. 197.

Wenn das Schiff im Sturm von den Wellen, welche an das Vordertheil des Schiffs stoßen, und von dem Wasser unter den Wellen zurückgestoßen wird, so widersteht das tiefere Wasser mit seiner geringern Geschwindigkeit, der größern Geschwindigkeit, mit welcher das Schiff zurückweicht, und öffnet die Fallthüren, indem es in die Oeffnung AN *ic.* fig. 28 eindringt. Weil aber die nöthige Oeffnung nicht bald genug entstehen möchte, so wird die vorderste Thüre HB, fig. 29 durch eine starke Stange ZH aufgestoßen, die dann alle mit ihr verbundene Thüren öffnet.

§. 198.

Da, wenn die Kette DF. FN *ic.* riße, fig. 29, alle Thüren vor D *ic.* frey werden würden, und die Balken L. M *ic.* die Fallthüren zwar noch offen erhalten, aber das Zerbrechen der Thüren vielleicht nicht verhindern würden, so wird es sicherer seyn, die Thüren noch durch andere Ketten PR *ic.* an einander zu hängen, auch solche Ketten von einer Thüre zur andern nicht blos an beyden Seiten der Thüren und des Schiffs, sondern auch in der Mitte derselben, quer unterm Schiff anzubringen.

M

§. 199.

## §. 199.

- <sup>a</sup> Der herabsteigende Balken ZH fig. 29 hat Zähne, und die vorderste Thüre HB hat in H einen eisernen aus dem Balken etwas hervorgehenden Cylinder, damit das Ende H des Balkens ZH mittelst des <sup>b</sup> eisernen Cylinders die Thüre öffnen kann. Es ist aber auch dis nicht nöthig, sondern schon hinreichend, wenn das Ende H der Stange ZH, wenn es auch durch mehrere Fuß von dem Ende H der Thüre HB absteht, mit ihr durch eine Kette zusammenhängt, so öffnet das Holz ZH die Thüre HB mittelst dieser Kette.
- <sup>c</sup> Der Balken ZH kann wegen seiner Zähne eben so leicht die Thüre HB öffnen, indem er hinabgewunden wird, wie ein Lastwagen durch die bekannte Wagenwinde in die Höhe gewunden wird.

## §. 200.

Es ist sicherer, nicht allein die Thüren unter einander durch die Ketten DF. FN 2c. fig. 29 zusammenzuhängen, sondern auch die Ketten untereinander zugleich zu verbinden, so daß die Kette FN in F und N nicht allein mit der Thüre, sondern auch durch ein besonderes Glied noch mit der vordern und hintern Kette zusammenhänge, damit die Spannung aller Ketten, und die mit ihr verknüpfte Deffnung der Thüren nicht aufgehalten werde, wenn auch einmal eine Thüre da oder dort zerbricht.

## §. 201.

- <sup>a</sup> Daß diese Thüren mit Kosten verbunden sind, das ist gewiß, und es könnte wohl kommen, daß sie den <sup>1</sup>oten Theil von dem betrügen, was das ganze Schiff <sup>b</sup> zu erbauen kostet. Indes wenn das ganze Schiff, und

und also 9 Zehnthelle, durch ein Zehnthheil der Kosten, und überdem mit allen Waaren und Menschen, welche erstern den Werth des Schiffs oft, und die letztern allezeit übersteigen, dadurch kann erhalten werden, so glaube ich nicht, daß der Einwurf von den großen Kosten Achtung verdiene, sonderri glaube, daß man wider seinen eignen Vorthheil handeln würde, wenn man sich in Gefahr setzen wollte, wegen eines so geringen Aufwandes, den man nicht machen will, zehnmal mehr zu verlieren. Macht ein Schiff mit dergleichen Thüren auch nur 10 Seereisen (und wie viel mehrere machen nicht die meisten Seeschiffe, wenn die Reisen nicht nach Ostindien gehn) und die Kosten der Thüren sind  $\frac{1}{10}$  von den Kosten der Erbauung, so kommt auf iede Reise  $\frac{1}{100}$ . Wer wird es aber nicht annehmen, wenn er das Schiff mit sammt der Ladung und den Menschen mit 1 pro Cent vom Werth des bloßen Schiffs absekuriren kann?

§. 202.

Die Ketten der hintern Thüren müssen immer stärker werden, weil auf sie der Widerstand aller Thüren vor ihnen kommt, wenn sie durch weniger als 90 Grad geöffnet werden. Die letzte Kette DF fig. 29 muß also am stärksten seyn. Uebrigens kann ein Schiff von diesen Thüren nie Schaden leiden, wenn eine oder die andre zerbricht, ia nicht wenn sie alle mit einmal zerbrächen oder los würden, welches indes nicht zu besorgen, wenn das Tau K und die Ketten stark genug sind. Besorgt man Untiefen, so daß die Fallthüren aufstoßen und davon abbrechen könnten, so öffne man sie durch weniger als 90 Grad, denn sie widerstehen auch bey einer geringen Oeffnung, obgleich sodann ihr Widerstand verhältnismäßig geringer ist. Uebrigens

M 2

kann

kann es nicht schaden, so wie zwey Ketten DF fig. 29 und PQ seyn, also auch zwey Laue K und V zu befestigen, im Fall ia einmal K reifen sollte.

S. 203.

Es sey die Länge des Schiffs 160 Fuß. Jede Thüre sey 20 Fuß lang, so kann man 8 Thüren unter die Schiffsbasis bringen; da aber eine Thüre über der andern liegen kann, so können ihrer 16 seyn. Ich will ihrer nur 12 annehmen, davon eine die andre zum Theil bedeckt, wie bey Fischen eine Schuppe die andre, und nach diesen 12 Thüren eine Berechnung des Widerstandes anstellen.

S. 204.

Um die Wirkung dieser Thüren zu berechnen, will ich den fürchterlichsten Orkan annehmen, der die Wellen 18 Fuß hoch thürmt (welche Höhe doch wider die Erfahrung ist, oder wenigstens höchst selten seyn wird), und also 9 Fuß über die gewöhnliche Wasserfläche oder die wahre Horizontallinie. Ich will ferner annehmen, daß der Sturm eine solche Welle durch 10 Fuß in 1 Secunde jagt, welche Geschwindigkeit bey der gewöhnlichen Theorie von der Luft nach S. 183. ganz ephmöglich wäre. Wenn das Schiff 40 Fuß breit, und die Kälüte auf dem Vordertheil des Schiffs 40 Fuß lang ist, so verhält sich ihr Widerstand gegen den Widerstand einer ebenen Fläche, wie ihre halbe Breite zu ihrer schiefen Selte, oder zu ihrer Hypothenuse =  $20 : \sqrt{(20^2 + 40^2)}$  = beynah wie 20 : 45. Also ist ihr Widerstand =  $\frac{2}{3}$ . Die Welle ist 18 Fuß hoch, und soll die Kälüte in dieser ganzen Höhe treffen. Es geht also ihr Stoß gegen eine Fläche von 40 Fuß Breite und 18 Fuß Höhe.  $40 \times 18 = 720$

□ Fuß.

□Fuß. Es ist aber der Widerstand der Raitüte =  $\frac{4}{9}$ , demnach  $9 : 4 = 720 : 320$ . Der Widerstand, den die Raitüte leidet, ist also bey 1 Fuß Geschwindigkeit in 1 Secunde = 320 ℔, und bey 10 Fuß Geschwindigkeit =  $320 \times 10^2 = 32000$  ℔.

§. 205.

Den Widerstand der Fischprora, die beständig im Wasser ist, müssen wir ebenfalls zu 1 ℔ annehmen für den □Fuß, weil das Wasser wider das Schiff bewegt wird, und wir keinen Strom annehmen dürfen, den das Schiff bey dem Segeln u. durch seine anhaltende und beständige Einwirkung ins Wasser gleichsam vor sich her macht, so wie ieder Körper, der sich gegen das Wasser anhaltend bewegt. Er ist also nach §. 24 = 50 ℔ bey der Geschwindigkeit von 1 Fuß in 1 Secunde. Hat die Welle die Geschwindigkeit von 10 Fuß in 1 Sec., so wollen wir die Geschwindigkeit des Wassers unter der Welle, von der Basis der Welle an bis zu einer Tiefe von 15 Fuß im Durchschnitt = 8 Fuß annehmen, welches immer viel, und gewis zuviel angenommen ist. Der Widerstand der Fischprora ist also =  $50 \times 8^2 = 3200$  ℔.

§. 206.

Es ist ferner zu überlegen, daß die vorderste Fallthüre selbst von dem vordern Wasser gestoßen wird. Ist sie 20 Fuß tief und 40 Fuß breit, so bedeckt sie eine senkrechte Fläche = 800 □Fuß. Hat das Wasser in einer Tiefe von 15 bis 35 Fuß die Geschwindigkeit von 6 bis 1 Fuß, wovon ich die mittlere = 3 Fuß annehmen will, so ist der Stoß oder Druck des Wassers auf sie =  $800 \times 3^2 = 7200$  ℔. Es ist demnach die ganze Gewalt, welche das Schiff von dem

vordern Waſer leidet =  $32000 + 3200 + 7200 =$   
 a  $42400 \text{ \text{fl.}}$ . Weil aber nicht alle Secunden eine Welle  
 an das Schiff anſtoßt, noch anstoßen kann (noch jede  
 Welle mit 18 Fuß Höhe und 40 Fuß Breite, wel-  
 ches ich aber übergehe) ſo wollen wir ſetzen, daß es  
 c alle 4 Secunden geſchehe. Es iſt alſo die Summe  
 der ſtets fortbauernenden Gewalt, mit welcher das Schiff  
 zurückgetrieben wird =  $\frac{32000}{4} + 3200 + 7200 =$   
 $18400 \text{ \text{fl.}}$ .

## §. 207.

a Giebt man der erſten Thüre, welche die andern  
 Thüren vor dem Druck des vordern bewegten Waſers  
 deckt, die Geſtalt HB fig. 29 = 45 Fuß, und ſie wird  
 durch 20 Fuß geöffnet, ſo iſt ihr Widerſtand gegen  
 den Widerſtand der ebenen Fläche =  $\frac{GH}{2} : HB =$

b  $\frac{2}{3} : 45 = 10 : 45 = \frac{2}{9}$ . Es iſt aber 45 : 10 oder  
 c  $9 : 2 = 7200$  (§. 206.) : 1600. Demnach iſt die  
 ganze Gewalt, welche dieſes Schiff von dem heftig-  
 ſten Orkan leiden kann =  $\frac{32000}{4} + 3200 + 1600$   
 $4$

d = 12800 fl. Iſt der Widerſtand der ſchiefen Thüre  
 nicht ſtärker als 1600 fl., ſo braucht auch die herab-  
 windende Gewalt auf ieder Seite nicht ſtärker als  
 800 fl zu ſeyn, welches gegen die Gewalt, die man  
 anwenden muß, einen ſchweren Anker aus der Tiefe  
 zu winden, eine Kleinigkeit iſt. Alſo braucht der  
 herabſtoßende Balken auch nur mäßig ſtark zu ſeyn, z.  
 E. 1 Fuß breit und  $\frac{2}{3}$  Fuß oder 8 Zoll dick, und die-  
 ſer Balken leidet doch die größte Gewalt.

## §. 208.

Das Wasser hinter den Fallthüren ist von dem a vordern Wasser gänzlich abgeschnitten, und kann deshalb keine Geschwindigkeit von ihm erhalten. Der Beweis davon ist das todtte Wasser hinter der Puppis §. 139. c. Es ist daher ebenfalls als ein stillstehendes und todttes Wasser zu betrachten, und der Widerstand dieses Wassers gegen einen  $\square$  Fuß = 1  $\mathcal{L}$  anzunehmen, weil es keinen Strom vor sich her machen kann. Von dieser Seite betrachtet würden die Thüren gleich stark, blos nach der Fläche der Thüren, das Schiff gehe mehr oder weniger tief im Wasser. Man wird hier vielleicht einwerfen, daß diese Thüren das nicht thun werden, was ich glaube, denn wenn z. E. das vordere Wasser, mit der Geschwindigkeit = 3 auf die erste Thüre würde, und also diese Thüre auch mit dieser Geschwindigkeit zurücktreibe, so würde diese Thüre mit eben dieser Geschwindigkeit in das Wasser hinter ihr, und treibe es mit eben dieser Geschwindigkeit zurück. Dieses Wasser hinter der ersten Thüre, das mit der Geschwindigkeit = 3 von der ersten Thüre vor sich her gestossen würde, weil sich die Thüre selbst mit dieser Geschwindigkeit bewege, stoße nun mit eben dieser Geschwindigkeit auf die zweite Thüre u. s. w. und diese auf die dritte u. s. w. und so wichen denn alle Thüren mit eben der Geschwindigkeit wie die erste, und könnten also nichts helfen. Auf gleiche Weise würde der Stoß der Wellen auf die Rähite, und der Druck des untern Wassers auf die Prora in die Thüren. Diese doppelte Gewalt werde der ersten offenen Thüre mitgetheilt, diese werde dadurch mit einer gewissen Geschwindigkeit sammt dem Schiff, das sie mitnimmt, zurückbewegt, stieße und bewege mit eben dieser Geschwindigkeit das Wasser hinter ihr,

dieses stieße dann mit gleicher Geschwindigkeit auf die nächste Thüre u. s. w. Es werde also das Schiff, es habe offene Thüren oder nicht, mit gleicher Geschwindigkeit zurückgetrieben.

i Ich führe hier zuerst an, daß der angenommene Satz, daß das von der ersten Thüre bewegte Wasser hinter ihr, mit gleicher Geschwindigkeit auf die zweite und das Wasser hinter der zweiten mit gleicher Geschwindigkeit auf die dritte u. s. w. stoße, falsch sey, und wider alle Erfahrung von den bewegenden Kräften laufe, die auf ihrem Wege Widerstand finden, k denn nicht zu gedenken, daß jede endliche Kraft, auch wenn sie bey ihrer Bewegung gar keinen Widerstand findet, als eine endliche Kraft nicht ins Unendliche, und noch weniger mit immer gleicher und ungeschwächter Kraft fortlaufen kann, wie man sich das von der endlichen Centrifugalkraft u. einbildet, sondern als endliche Kraft ihr Ziel nach Raum und m Zeit haben muß, wo sie ganz aufhört, so muß sie um so eher ihr Ziel erreichen, und auf ihrem Wege immer schwächer werden, wenn sie auf ihrem Wege Widerstand findet, in dessen Ueberwindung sich ihre n Kraft verzehrt. Nun widersteht aber die Fluth Wasser zwischen allen Thüren der Kraft des vordern Impulses dergestalt, daß wenn sie an die zweite Thüre gelanget, sie schon ansehnlich schwächer ist als hinter der ersten, und sobald sie an die dritte u. Thüre kommt, noch schwächer, weil sie durch den Widerstand der großen Fluth Wasser zwischen der 2ten und 3ten Thüre eine zweite u. Verminderung ihrer Kraft o erlitten, u. s. w. So wahrscheinlich also auch dieser Einwurf aussieht, so widerstreitet ihm doch Vernunft und Erfahrung, es widerstreitet ihm aber noch eine andre unumstößliche Erfahrung, und widerlegt ihn ganz.

gänzlich, denn wenn dis richtig geschlossen wäre, so P  
wären die Galerenruder ohne alle Wirkung, das erste  
auf ieder Seite ausgenommen, denn weil die Gale- 1  
renruder kaum 3, 4 Fuß weit von einander ins Was-  
fer gelassen werden, und in einer und eben derselben  
Linie, so müßte, wenn der Widerstand des Wassers  
gegen das zweite Ruder nicht stärker wäre als der  
Stoß des Wassers, das vom ersten Ruder aufs zweie-  
te bewegt wird, die Wirkung des 2ten, und so des  
3ten, 4ten, 10ten, 20ten Ruders u. ganz ohne  
Kraft seyn, d. h. das Wasser hinter dem 2ten Ruder r  
könnte nicht widerstehn, weil es von dem Druck des  
Wassers hinter dem ersten Ruder aufs 2te eine Be-  
wegung nach hinten bekommen, vermöge welcher es  
der zweiten Schaufel, die mit gleicher Geschwindig-  
keit wie die erste bewegt wird, gar nicht widerstehn  
könnte. Es könnte also auch der Ruder knecht keinen  
Widerstand erhalten, und er müßte also das Ruder  
im Wasser eben so leicht wie in der Luft bewegen, und  
nur die zwey ersten Ruder müßten einen Widerstand  
vom Wasser bekommen. Dem aber widerspricht die  
Erfahrung. An jedem Ruder sitzen gleich viel Scla- t  
ven. Die 4 Sclaven am ersten Ruder bewegen ihr  
Ruder gegen das Wasser mit der Kraft = a, d. h. das  
erste Ruder treibt das Wasser hinter ihm mit der Kraft  
= a auf das 2te Ruder. Die Kraft der zweiten Ru- u  
derschaufel ist der Kraft der ersten gleich, weil am  
zweiten Ruder ebenfalls 4 Sclaven sitzen, welche die  
Schaufel des 2ten Ruders gegen das Wasser bewe-  
gen und gleiche Kraft anwenden, also gleichen Wi-  
derstand vom Wasser erfahren. Es widersteht also v  
das Wasser hinter der Schaufel des zweiten Ruders  
ebenfalls mit der Kraft = a, wie das Wasser hinter  
der Schaufel des ersten Ruders mit der Kraft = a  
widersteht.

R 5

Die

w Die Thüren haben die vollkommenste Aehnlichkeit mit den Ruderschaukeln, denn beyde sind ebne Flächen, welche hintereinander in einer bestimmten Entfernung sich befinden, und in dieser Entfernung von einander nach hinten bewegt werden, nur daß die bewegende Kraft verschieden ist, welches zur Sache  
 x nichts beyträgt. Bey den Thüren ist die bewegende Kraft der Stoß der Welle auf die Kaiüte, und die drückende Kraft des vordern Wassers auf die Prova  
 y und die erste schiefe Thüre. Diese dreysache Gewalt wirkt am ersten und nächsten auf die erste schiefe Thüre, wenigstens wirkt der Druck des untern Wassers auf die Prore und die äußere Fläche der ersten Thüre, zunächst und zuerst auf die erste Thüre, wenn auch der Stoß auf die 40 Fuß lange Kaiüte zunächst  
 z und zuerst mit auf die zweite Thüre wirkt. Bey den Rudern ist die bewegende Kraft die Kraft der Galeerensclaven, welche der Schaukel durch die Länge des Ruders mitgetheilt wird.

aa Es ist kein Zweifel, daß das von der ersten Schaukel bewegte Wasser auch auf die zweite Schaukel wirke, und die zweite Schaukel nach hinten treibe, denn wenn die erste Schaukel z. B. durch 4 Fuß in 1 Sec. weicht, d. h. sich durch 4 Fuß gegen das hintere Wasser bewegt, so treibt sie das Wasser nach hinten, und also auch die zweite Schaukel, die sich in einer gewissen Distanz hinter der ersten Schaukel im  
 ab hintern Wasser befindet. Es weicht aber das von den Schaukeln bewegte Wasser nicht allein nach hinten, sondern auch weit mehr nach oben, weil sich das  
 ac Wasser nicht zusammendrücken läßt. Daß das Wasser nach oben weicht, das kann man mit Augen sehn, denn es erhebt sich in Wellen vom Stoß und Druck  
 ad der Schaukel. Wenn nun die Schaukel mit der Kraft

Kraft = 10 würkt, so treibe sie mit einem Theil dieser Kraft das Waſer nach oben, und mit dem andern nach hinten, also kommt nicht die volle Kraft der erſten Schaufel = 10 auf die Bewegung des Waſers nach hinten. Dis iſt auch daraus klar, daß wenn <sup>ae</sup> die zweite Schaufel, oder überhaupt ein jedes andre ſchwimmende Stück Holz ꝛc. von der erſten um einen anſehnlichen Raum z. B. um 20 Fuß von der erſten entfernt wäre, und da im Waſer frey hieng, ſie von dem von der erſten Schaufel bewegten Waſer wegen dieſer Entfernung wahrſcheinlich nicht durch 1 Fuß in 1 Sec. würde bewegt werden. Also nimmt die Stoß-<sup>af</sup> kraft, welche das Waſer von der erſten Schaufel erhält, mit jedem Fuß ab, und das iſt auch ſehr natürlich, denn wenn auch die Kraft = 10 das Waſer in einem Raum von 5 Fuß mit einer gewiſen Geſchwindigkeit bewegte, ſo kann es doch das Waſer in einem Raum von 20 Fuß nicht mit gleicher Geſchwindigkeit bewegen, weil eine Fluth Waſer von 20 Fuß mehr widerſtehende Kraft hat als die Menge Waſer in einem Raum von 5 Fuß. Ein Menſch kann wohl <sup>ag</sup> einen Stein von 20 ℔ in eine gewiſe Höhe werfen, aber darum nicht einen Stein von 100 ℔ in eine gleiche Höhe.

Kann man das Waſer laut ſichern Erfahrungen ah nicht zuſammendrücken, ſo kann es allein nach oben weichen. Wird also die freyhängende zweite Schau-<sup>ai</sup> fel auch von dem von der erſten Schaufel bewegten Waſer nach hinten getrieben, ſo muß es nicht allein mit einer viel ſchwächern Kraft geſchehn, weil von der Kraft = 10 ſchon viel Kraft vom Widerſtande des Waſers iſt vernichtet worden, ehe die Kraft zur zweiten Schaufel gelangte, ſondern es iſt dis auch nur <sup>ak</sup> allein auf die Weiſe möglich, daß das nach oben und ſchief

schief nach hinten bewegte Wasser sie nach hinten <sup>al</sup> wegt. Denn indem die Schaufel das Wasser nach hinten in der Horizontallinie preßt, dieses Wasser aber nicht nach hinten weichen kann, weil da auch Wasser ist, und dieses sich nicht zusammendrücken läßt, so <sup>am</sup> weicht es nach oben. Es weicht also senkrecht nach oben, welches man mit Augen sehn kann, es weicht aber wegen der horizontalen Bewegung der Schaufel auch schief nach oben, d. h. in einer Linie nach oben, die sich der horizontalen Bewegung des Ruders <sup>an</sup> nähert. Diese schiefe Bewegung nach oben treibt dann die zweite Schaufel nach hinten, weil durch diese schiefe Bewegung nach oben das obere Wasser gleichsam über das untere Wasser weggeschoben wird, aber allezeit zugleich nach oben, und daher niemals ohne eine Erhebung des Wassers oder ohne kleine Wellen.

<sup>ao</sup> Der Stoß, den das hintere Wasser vom ersten Ruder erhält, wird also von zwey Ursachen entkräftet, daß er nicht mit voller Stärke bis zum zweiten Ruder gelangen kann, 1) weil das hintere Wasser dieser bewegenden Kraft der Schaufel mit der Kraft der Ruhe, die ieder Materie eigen ist, widersteht, und durch diese Kraft der Ruhe und der Unbeweglichkeit <sup>ic.</sup> eben so viel von der bewegenden Kraft vernichtet, und sie in ihrer Fortbewegung aufhält, als die Kraft der Un-  
<sup>ap</sup> beweglichkeit ausmacht. 2) Weil das Wasser nach  
<sup>aq</sup> oben getrieben wird. Es soll eine Fläche von einem Fuß, KH fig. II, die senkrecht im Wasser ist, sich horizontal im stillen Wasser bewegen, durch einen  
<sup>ar</sup> Raum von 9 Fuß in 1 Sec. Nothwendig muß das Wasser, in diesem Raum von 9 Fuß, der sich durch ihn bewegenden Fläche weichen, und weil das Wasser nur nach oben weichen kann, so muß es auch nach  
<sup>as</sup> oben weichen. Diese Fläche wird also, gesetzt, daß sie

sie das Wasser durch einen Raum von 50 Fuß, gleich dem Horizont des Wassers BK, in Bewegung setzte, einen Keil Wasser bewegen, = HBK. In B hat also die bewegende Kraft ihren endlichen Termin, eben so wohl wie ieder steigende Körper seinen Termin hat, wo seine steigende Kraft, vom Widerstande der Schwere des steigenden Körpers und der widerstehenden Luft endlich verzehret, ganz aufhört. Der Widerstand sey welcher er wolle, so verzehret er endlich iede mitgetheilte bewegende Kraft, und daher kann iede bewegende Kraft nur bis zu einem gewissen Punkte wirken. Die Fläche KH hat den Widerstand des Wassers in dem Raume HKB zu überwinden, und ist dieser Widerstand des materiellen Wassers in dem Raum HKB der bewegenden Kraft gleich, so hört die bewegende Kraft in B gänzlich auf. Wenn also ein Körper hinter B ist, in A, so wird er nicht mehr bewegt, weil die bewegende Kraft nicht bis dahin reicht. Wenn auch in aF oder WC eine ähnliche Fläche wäre, von der Größe HK, so trifft sie blos die bewegende Kraft zur Hälfte, weil  $WC = \frac{HI}{2}$ , und was zwischen

Wb ist, wird von der bewegenden Kraft nicht getroffen, weil die bewegende Kraft der Fläche KH durchaus in der Linie HB wirken muß, weil das Wasser allein nach oben weichen kann. Weil aber nach S. 60. die bewegende Kraft im Wasser eben so abnimmt, und nach der Analogie nothwendig abnehmen muß, wie beym Steigen der Körper, so ist, wenn z. E. die bewegende Kraft 9 Secunden Zeit brauchte, um von K bis B zu kommen, die Bewegung von WC = 1 wenn sie in H 9 ist, =  $\frac{1}{9}$  nach S. 60. e, und die Stoßkraft ist in WF =  $1^2 = 1$ , wenn sie in H =  $9^2 = 81$

az  $9^2 = 81$  war. 'Sie ist aber nur  $\frac{1}{3}$ , weil  $WC = \frac{1H}{2}$ ,

also ist die Bewegung von WC nur  $= \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{1}{3}$ .

ba Wenn das Wasser der Schaufel, und jedem Körper, der sich gegen dasselbe bewegt, mit einer Kraft widersteht, die der gleich ist, mit welcher der Körper in das Wasser würt, woher kann die Kraft kommen, die doch auch das Wasser vor dem Körper her bewegt? Antwort. Es kann die dem Körper widerstehende Kraft des Wassers, keine andre seyn, als die Ruhkraft zc. des Wassers in dem ganzen Keil HKB, durch den das Wasser bewegt wird, 'denn eine andre widerstehende Kraft ist sonst nicht denkbar, außer etwa die Kraft des Zusammenhangs der Wassertheile untereinander, die ich hier übergehe, weil sie nicht wider, sondern für mich ist, und weil sie die bewegende Kraft noch früher destruiert. Diese Kraft des Zusammenhangs ist auch hier im Ganzen von keiner Bedeutung, weil der ganze Keil HKB gleichsam fortgestoßen wird.

bd Hieraus ist also klar, 1) daß die bewegende Kraft, durch welche das Schiff zurückgetrieben wird, nothwendig durch die Ruhkraft zc. einer gewissen Quantität Wasser, wenn diese Ruhkraft kann gefaßt werden daß sie widersteht, (wie es durch die Thüren geschieht) muß können vernichtet werden. 2) Daß die hinteren Thüren am Schiff, weil das Wasser alles nach oben bewegt wird, am meisten widerstehn müssen. Denn angenommen, daß die ganze zurückstoßende Kraft eines Sturms sich in der ersten Thüre HK fig. 11 sammelte, und daß diese Kraft eine Fluth Wasser bewegen könnte von der Länge des Schiffs  $= KB$ , so müßte auch

auch hier die Fluth Waſer den Keil HKB formiren. Die zurücktreibende Gewalt auf KH würde in dem bg Raum HKXY am ſtärkſten wirken, in dem Raum XYZ weit weniger, wenn bloß eine Thüre nämlich HK wäre. In WC in der Mitte des Schiffs, würde bh die zurücktreibende Kraft alſo ſehr ſchwach ſeyn (ay). Dieſer Keil von fortbewegtem Waſer exiſtirt nicht, bi wenn von B bis K offene Thüren ſind, welche den freyen Strom dieſes Keils nicht erlauben, aber in ihrer Kraft wirkt die zurückstoßende Gewalt ganz gewiß in dieſem Keile. Auf die Thüren zwiſchen HK und B bk wird die zurücktreibende Gewalt in dieſem Keile ver-

theilt, und auf die Thüre Cb kommt  $\frac{1}{9 \times 2}$  der Be-

wegung und  $\frac{1}{81 \times 2}$  der zurücktreibenden Gewalt,

weil die Thüre in C = Cb nur halb = WC getroffen wird.

Wie weit ein ſolcher Keil HKB reiche, d. h. wie bl lang die Linie KB ſey, wenn ſich eine Fläche von 1 Fuß in 1 Sec. durch 1 Fuß bewegt, iſt mir nicht bekannt, wahrſcheinlich auch nicht experimentirt und b<sub>m</sub> ausgemacht, und auch ſchwer zu experimentiren und auszumachen, weil der Terminus ad quem ſchwer zu beſtimmen ſeyn würde, denn wer kann die Bewegung des Waſers in Linien genau experimentiren, da ſie ſchon in Zollen ſchwer zu beſtimmen ſeyn wird. Die- b<sub>n</sub> ſer Verſuch iſt auch nicht nöthig. Wenn wir nur die Kraft des Widerſtandes des Waſers gegen eine ebne Fläche wiſſen, ſo iſt das hinreichend zu unſerm Zweck, der Keil habe dieſe oder iene Länge. Sey die zurück- b<sub>o</sub> treibende Gewalt, welche das Schiff im Sturm lei- det, nach S. 207, = 12800 ℔, ſo fragt es ſich, wie ſchnell

schnell wird von einer solchen Gewalt eine Fläche von  
 40 Fuß Breite und 20 Fuß Tiefe in 1 Sec. zurück-  
 getrieben? dis ist leicht zu finden. Ist der Wider-  
 stand des Wassers gegen eine Fläche von 1 □Fuß, die  
 sich in 1 Sec. durch 1 Fuß gegen ein stillstehendes  
 Wasser bewegt, = 1 ℔, wo kein Strom kann ge-  
 macht werden, (der hier nicht anzunehmen ist, weil  
 das Wasser zwischen den Thüren eingeschlossen ist) so  
 wird diese Thüre in 1 Sec. durch  $r \frac{12800}{40 \times 20} = r 16$

= 4 Fuß getrieben, denn wenn eine Fläche von 800  
 □Fuß sich durch 1 Fuß bewegt, so ist ihr Widerstand  
 = 800 ℔, und bewegt sie sich durch 4 Fuß in 1 Sec.,  
 so ist ihr Widerstand =  $800 \times 4^2 = 12800$  ℔. Hät-  
 te also das Schiff hinter der ersten schiefen Thüre auch  
 nur eine einzige senkrechte absteigende Thüre von 20  
 Fuß Tiefe, und man rechnete auch den Widerstand  
 des Wassers hinter der schiefen Thüre gar nicht, der  
 doch auch ansehnlich ist, so würde das Schiff doch von  
 dieser großen Gewalt nicht stärker als 4 Fuß in 1 Sec.  
 zurückgetrieben werden. Hat also das Schiff von 40  
 Fuß Breite eine senkrechte Puppis, die sich nicht ver-  
 engert, und das Schiff geht 20 Fuß tief im Wasser,  
 so widersteht ein solches Hintertheil schon allein der zu-  
 rücktreibenden Gewalt eines Sturmes eben so stark  
 (bp) und wenn das Schiff auch gar keine Thüren hat.  
 Und dis mag wohl eine von den Hauptursachen seyn,  
 warum man die Schiffe so tief baut, denn obgleich die  
 verengerte Puppis weniger widersteht, so widersteht  
 doch eine tief gehende Puppis weit mehr, als eine die  
 nicht so tief geht.

Man kann nun nicht den Einwurf machen, daß  
 wenn das Schiff zurück weiche, die erste Thüre das  
 Wasser

Wasser auf die zweite, die zweite auf die dritte u. s. w. stoße, und so das Schiff durch die Thüren selbst zurückgetrieben werde, wenn das Schiff gar keine Thüre hat, und blos mit seinem Hintertheil dem Rückgan- ge widersteht. Es ist aber auch dieser Einwurf, wie so eben ist erwiesen worden, ohne allen Grund, und widerspricht allen Begriffen und Erfahrungen, die man von einer endlichen Kraft überhaupt sich machen muß, und die man von einer endlichen Kraft hat, welche auf ihrem Wege Widerstand findet. Die ganze Summe der pressenden Kraft von allen Thüren = der Gewalt der Wellen und des vordern Wassers = 12800  $\text{ff}$ , denn von dieser generellen Gewalt bekommt jede Thüre ihre specielle zurückpressende Kraft, und kann sie von nichts anders her haben. Sind also 8 Thüren, so ist die zurückstoßende Gewalt jeder Thüre =  $\frac{12800}{8} = 1600 \text{ ff}$ . Jede

Thüre, und also das ganze Schiff, weicht demnach in 1 Sec. =  $\sqrt{\frac{1600}{32}} = \sqrt{50} = 7,07$  = zwischen  $1\frac{1}{2}$  und  $1\frac{3}{4}$  Fuß, denn  $(1\frac{1}{2})^2 = 2\frac{1}{4}$  und  $(1\frac{3}{4})^2 = 2\frac{9}{16}$ .

Dis ist der Beweis a priori, daß die Thüren nothwendig das Schiff beym Sturm in der See arretiren müssen, nämlich aus der bewegenden Kraft der vordern Gewalt nach hinten nach fig. 11; ich will nun aber auch den Beweis a posteriori, vom Widerstande führen. Die letzte Ruderschaukel am Hintertheil des Schiffs treibt das Wasser hinter ihr nach hinten. Dieses widersteht, und würrt mit seinem Widerstande in die Schaukel. Die letzte Schaukel kann aber eben so wenig, wie die Schaukeln welche vor ihr seyn, die erhaltene widerstehende Kraft des hintern Wassers dem Wasser vor ihr mittheilen. Die Kraft des Widerstandes

standes welche die Schaufel erhält, geht nicht durch das Ruder hindurch in das vordere Wasser, sondern bleibt im Holz des äußern Arms, und wird durch dasselbe dem Nagel mitgetheilt, an dem das Ruder liegt.

eb Hier endigt sie sich nach den Regeln und Erfahrungen vom Hebel, bey dem allezeit die Kraft beyder Enden in einem Punkte zwischen den beyden Endpunkten cc sich vereinigt und zusammenkommt. Wäre dis nicht, sondern theilte sich der Widerstand des hintern Wassers gegen die Schaufel dem vordern Wasser vor der Schaufel mit, bliebe also nicht in der Schaufel, sondern ginge durch sie hindurch, so fühlte der Ruderknecht keinen Widerstand, sondern es wäre eben so viel, als wenn er ein Netz gegen das Wasser bewegte.

ed Man kann auch nicht sagen, daß nur ein Theil des Widerstandes vom hintern Wasser dem vordern mitgetheilt würde, denn man müßte das beweisen, und die Ursachen angeben können, warum die andern Theile ee des Widerstandes nicht auch durchgingen. Hätte die Schaufel keinen Widerstand, und theilte sich derselbe nicht dem Nagel und durch ihn dem Ruderer mit, sondern ginge durchs Ruder hindurch, so könnte auch dieser mit seiner Kraft nicht das Schiff bewegen, denn es fehlte nunmehr dem Ruder oder Hebel ABC fig. 14 (fig. 15) an einem Fulcrum F, und wenn dis fehlte, so könnte die Last B, die hier der Nagel B (fig. 15) d. h. das Schiff ist, von der bewegenden Kraft in A, oder von der bewegenden Kraft cf des Ruderers in D fig. 15 gar nicht gehoben, bewegt, und das Schiff bis I oder H gebracht werden. Es würde also das Schiff durch die Ruder gar nicht bewegt, weder von der bewegenden Kraft des Matrosen, der gleichsam sein Ruder in der Luft bewegte, noch vom Widerstande des Wassers gegen die Schaufel des Ruders. Die widerstehende Kraft gegen die voro

vorleste, gegen die 2te, 3te, 4te u. Schaufel von hinten nach vorn gezählt, ist also lediglich in dem hintern Wasser, welches den Raum zwischen zwey Schaufeln ausfüllt, muß in ihm seyn, und kann nur allein in ihm seyn, denn das Wasser vor der Schaufel kann nicht widerstehn, und sonst ist nichts da, was widerstehen könnte. Sey die Schaufel no. 6, von der Prora an gezählt, so kann ihr allein das Wasser zwischen no. 6 und no. 7 widerstehn. Das Wasser zwischen no. 5 und no. 6 kann ihr nicht widerstehn, weil sie sich nicht gegen dasselbe bewegt, und da das Wasser hinter no. 7 kann ihr aus drey Ursachen nicht widerstehn, 1) weil es von dem Ruder no. 7 in eine fliehende Bewegung ist gebracht worden; 2) weil es allein seinem Ruder no. 7 widerstehn kann; 3) weil sein Widerstand durchs Holz von no. 7 nicht durch kann. Soll das Wasser hinter n. 7. 8. 9. der 6ten Schaufel no. 6. 5. 4. u. widerstehn, so kann es den nächsten Rudern nicht widerstehn, und die widerstehende Kraft müßte durch no. 7. 8. 9. u. durchgehn können, wovon man weder die Möglichkeit angeben, noch den Nutzen einer solchen Einrichtung anzeigen kann. Es ist also offenbar, daß jeder Ruderschaukel das Wasser widersteht, welches unmittelbar hinter ihr ist, und mit eben der Kraft widersteht, mit welcher die große Fluth Wasser hinter dem letzten Ruder am Hintertheil diesem letzten Ruder widersteht, denn wenn widerstände das Wasser zwischen zwey Ruderschaukeln weniger, und wäre sein Widerstand geringer als des letzten Ruders, so müßten die Galerensclaven bis so gleich fühlen, die Schaufel müßte, bey gleicher Anzahl Ruderer, weiter im Wasser weichen, der Ruderer also tiefer mit seinem Körper fallen u., welches aber alles von der Erfahrung verneint wird. Widersteht nun das Wasser in einem Raume, in welchem

es nach allen Seiten Freiheit zu weichen hat, widersteht es sogar in der Nähe der Oberfläche, wohin es sogleich weichen kann, und widersteht es in einem so kleinen Raume von auch nur 3, 4, 5 Fuß, durch welchen die Schaufeln von einander entfernt seyn, und widersteht es einer so schmalen Fläche wie das Ruder ist, von der es so leicht abgleiten kann, widersteht es ihr, sie werde mit noch so großer Stärke oder Geschwindigkeit gegen dasselbe bewegt, und widersteht dieses wenige Wasser mit eben der Stärke der Schaufel, mit welcher das Wasser hinter der letzten Schaufel widersteht, 'so muß das Wasser zwischen den Thüren in einem Raume von 10, 20 Fuß um so eher einer großen Fläche, die mit weit weniger Hurligkeit und so auch mit weit weniger Stärke gegen dasselbe bewegt wird, widerstehn, und um so mehr widerstehn, da die Thüren tief sind, und die Oberfläche des Wassers, nach welcher das Wasser weicht, so viel weiter entfernt ist. Ist dieses, wie es nothwendig seyn muß, so darf man nur den Widerstand, den alle Thüren vom widerstehenden Wasser hinter ihnen leiden, wenn das Schiff mit einer gewissen Geschwindigkeit zurückgeht, und seine Thüren also mit eben dieser Geschwindigkeit dem hintern Wasser entgegenführt, und sie gegen das widerstehende Wasser bewegt, eben so summiren, wie man den Widerstand des Wassers gegen alle Schaufeln, die dem hintern Wasser entgegengesührt und gegen dasselbe bewegt werden, summiren kann, so muß dieser summirte Widerstand dem Impuls des vordern Wassers gegen Raiten, Fischprore und erste Thüre gleich seyn. 'Das Wasser hinter ieder Thüre muß also der Thüre, und durch sie dem rückgehenden Schiffe widerstehn, das beweist die Erfahrung von dem Widerstande der Ruder unumstößlich, 'sie beweist, daß das Wasser zwischen und hinter ieder Thüre mit einer

einer Kraft widersteht und widerstehn muß, welche dem □ der Geschwindigkeit gleich ist, mit der das Schiff zurückweicht, d. h. dem □ der Geschwindigkeit gleich ist, mit welcher die Thüre dem Wasser hinter ihr entgegen bewegt wird, weil das Wasser den gegen sie bewegten Rudern nach dem □ der Geschwindigkeit der Ruder widersteht. Das Wasser in dem engen Raume zwischen zwey Schaufeln widersteht eben so stark, als die große Fluth Wasser hinter der letzten Schaufel, weil die Ruder knechte an den vordern Rudern eben die Kraft anwenden müssen, das Ruder zu bewegen, als die Ruder knechte am letzten Ruder. Man kann also nicht sagen, daß blos das Wasser hinter der letzten Thüre dem Rückgange des Schiffs widerstehe, indem das Wasser hinter den Thüren vor ihr, keinen Halt habe, um widerstehn zu können, weil die hintere Thüre weiche, die gleichsam alle dem Wasser vor ihr zwischen den übrigen Thüren zum Halt oder statt Fulkrum wäre, indem die Thüren alle nur einen gemeinschaftlichen Widerstand hätten, und dis der Widerstand des Wassers hinter der letzten Thüre wäre, diesem Vorgeben widerspricht also die Erfahrung bey den Rudern mit lauter Stimme. Jede Thüre leidet einen eben so starken Widerstand vom Wasser hinter ihr, wie die letzte Thüre. Sobald dis gewiß ist, daß das Wasser hinter ieder Thüre der rückgehenden Thüre nothwendig eben so widerstehn muß, wie das Wasser hinter ieder Schaufel der sich bewegenden Schaufel widerstehn muß, obgleich der Raum des Wassers zwischen zwey Schaufeln nicht über etliche Fuß beträgt, so folgt, daß der Widerstand aller Thüren eine gewisse Summe ausmachen müsse. Da nun der Impuls des vordern Wassers nothwendig eine bestimmte Größe haben muß, die in Pfunde muß können reducirt werden, und auch der Widerstand des

hintern Wassers gegen die Thüren, so folgt, daß wenn dieser Widerstand lenem Impulse gleich ist, die Quadraturwurzel davon, d. h. die Quadraturwurzel des Widerstandes die Geschwindigkeit selbst ausdrücke, mit welcher das Schiff zurückgetrieben wird. So wie nun der Widerstand des Wassers gegen die Schaufel, sich nicht durch die Schaufel hindurch dem Wasser vor ihr mittheilt, sondern in der Schaufel bleibt, und vermittelst des äußern Arms, an dem die Schaufel ist, dem Nagel mitgetheilt wird, und da erst das Ruder verläßt und in das Schiff übergeht, so theilt auch jede Thüre den Widerstand vom hintern Wasser dem Wasser vor ihr nicht mit, der Widerstand geht nicht durch die Thüre hindurch und ins vordere Wasser, sondern dieser Widerstand bleibt in der Thüre und ihrem Holze, steigt in der Thüre in die Höhe, wie beym Ruder, theilt sich den Haken oder Zapfen mit, und durch diese den Bändern oder Fingerlingen des Schiffes, in welchen die Haken der Thüren hängen, und so dem Schiff selbst.

Es ist daher aus diesen Gründen, die ich in der Absicht zu überzeugen, und Einwürfen und Bedenklichkeiten zc. im voraus zu begegnen, so ausführlich vor Augen gelegt habe, ganz und gar nicht zu zweifeln, daß das Wasser allen Thüren gleich stark widerstehen werde und müsse, und daß die Thüren wirken würden, und wenn sie auch nur 4, 5 Fuß von einander entfernt wären.

S. 209.

Hat das Schiff 10 Thüren, von 20 Fuß Länge, ohne die vorderste Thüre, welche länger ist, um den Impuls des vordern Wassers durch ihre schiefe Fläche zu schwächen, so ist der Widerstand dieser 10 Thüren,

ren, wenn das Schiff in 1 Sec. durch 1 Fuß weichen soll = einer ebenen Fläche von soviel □Fuß, als alle diese Thüren enthalten. Jede Thüre aber enthält  $b$   $20 \times 40 = 800$  □Fuß Fläche, und 10 Thüren =  $8000$  □Fuß. Ist nun der Widerstand eines □Fuß-fes, der sich in 1 Sec. durch 1 Fuß bewegt = 1 ℔, weil hier kein Strom vor den Thüren gemacht werden kann, indem das Wasser eingeschlossen ist, so ist der Widerstand gegen alle Thüren, wenn das Schiff durch 1 Fuß zurück weichen soll =  $8000$  ℔. Den  $d$  Widerstand der ersten 45 Fuß langen Thüre HB fig. 29 wollen wir von der innern Fläche eben so stark annehmen als von der äußern, ob er gleich etwas stärker seyn wird, wegen des eingeschlossnen Wassers, nämlich  $\frac{2}{3}$  nach S. 207. Er ist also =  $178$  ℔, denn  $9:2 = 800:177\frac{2}{3}$  ℔. Der Widerstand des Spiegels,  $e$  wenn sich das Hintertheil nicht verengert, =  $15 \times 40 = 600$  ℔, weil das Schiff 15 Fuß tief im Wasser geht und 40 Fuß breit ist. Also ist der ganze Widerstand  $f$  des Schiffes, wenn es in 1 Sec. durch 1 Fuß zurückweicht =  $8000 + 178 + 600 = 8778$  ℔, und wenn das Schiff  $1\frac{1}{2}$  Fuß in 1 Secunde weicht, =  $13715$  ℔, denn  $1^2:(1\frac{1}{2})^2 = 8778:13715$ . Nun  $g$  aber ist die Gewalt, mit welcher das Schiff in dem angenommenen heftigsten Orkan zurückgetrieben wird, nach S. 207. =  $12800$  ℔ (sey sie auch  $13600$  ℔, weil das Schiff 40 Fuß Breite hat, und S. 205. b. der Widerstand nur zu  $50$  ℔ ist angenommen worden, welches der Widerstand einer Prore von 30 Fuß Breite war, nach S. 24. Der Widerstand der Prore ist also  $\frac{3200}{4}$  (S. 205. d.) =  $800$  ℔ größer. Also

ist klar, daß wenn das Schiff auch nur iene 11 Thüren hat, dieser heftige Sturm es noch keine 15 Zoll

in 1 Sec. zurücktreiben kann, das Schiff weicht also in 1 Stunde noch keine  $60^2 \times 1\frac{1}{2}$  Fuß 2c. = noch kein  $\frac{1}{2}$  einer deutschen oder geographischen Meile, diese zu 23664 rheinl. Fuß gerechnet, und also in 24 Stunden des stärksten Sturms ein wenig über  $4\frac{1}{2}$  deutsche Meilen. Macht man nun mehrere oder längere Thüren, oder ist der Sturm nicht so schrecklich, so weicht das Schiff auch weniger. Es ist daher wahrscheinlich, daß ein mäßiger Sturm ein solch Schiff mit Thüren schwerlich mehr als eine deutsche Meile zurücktreiben werde, wenn er auch 24 Stunden anhält. Der Widerstand des Wassers gegen die Thüren schadet dem Schiffe nichts, denn er wird auf eben so viele Haken vertheilt, als in den Thüren sind, und also auf eben so viele Bänder am äußern Schiffboden, welcher Schiffboden gar nichts davon leiden kann, und keinen Schaden nehmen würde, wenn die Kraft des Widerstandes auch zehnmal größer wäre.

## §. 210.

Ein gewöhnlich Schiff von der gegenwärtigen Bauart legt man (wie ich gelesen) dem Contrawind mit einer Seite entgegen, und verhindert dadurch, daß es nicht so schnell zurückgetrieben wird, als es außerdem geschehn würde. Wollte man dis bey einem so heftigen Orkan thun, so ließe man Gefahr, daß das Schiff von den Wellen umgeworfen oder zer schlagen würde. Man muß also einem so heftigen Sturme ebenfalls das Vordertheil entgegenstellen, das wegen seines festen Baues die stärkste Gewalt aushält. Hielte der Spiegel eben diese Gewalt aus, so wäre es bey gewöhnlichen Schiffen vielleicht besser, das Hintertheil dem Sturme entgegen zu stellen. Die Gewalt des vordern Wassers würde durch das verengerte Hin-

Hintertheil sehr geschwächt werden, obgleich die Gewalt der hohen Wellen gegen das platte Hintertheil über dem Waſer oder den obern Spiegel ſtärker ſeyn müſte. Ich will nunmehr unterſuchen, mit welcher Gewalt und Geſchwindigkeit ein Schiff von der gewöhnlichen Bauart, ohne Thüren, von einem ſo heftigen Orkan wohl möchte zurückgetrieben werden.

§. 211.

Die Vordertheile der meiſten Seechiffe ſind in und außer dem Waſer ſehr ſtumpf gebaut, und ſchwerlich wird der Widerſtand geringer ſeyn, als der von der Kugel. Das Schiff habe, der Gleichheit in der Berechnung wegen, ebenfalls nur 15 Fuß Tiefe und 40 Fuß Breite, ſo iſt ſeine Widerſtandsfläche gegen die 18 Fuß hohe Welle =  $18 \times 40 = 720$  □Fuß, und der Stoß der Welle von 10 Fuß Geſchwindigkeit =  $10^2 \times 720 = 72000$  ℔ jede 4te Secunde, alſo

$$\text{ſo jede Secunde} = \frac{72000}{4} = 18000 \text{ ℔. Diese Gewalt}$$

um  $\frac{1}{3}$  wegen der Kugelgeſtalt verringert = 12000 ℔, die Gewalt des untern Waſers auf die Prora unterm Waſer =  $40 \times 15 \times 8^2$  (§. 205.) = 38400, und um  $\frac{1}{3}$  verringert = 25600 ℔. Alſo iſt die ganze Gewalt, welche ein dergleichen Schiff von dieſem Orkan leiden würde =  $12000 + 25600 = 37600$  ℔.

§. 212.

Die Puppis im Waſer an den gewöhnlichen Seechiffen verengert ſich wegen des Steuerruders ſehr, und am ſtärkſten unten. Ich will annehmen, daß ihr Widerſtand um  $\frac{1}{3}$  verringert werde, und alſo  $\frac{2}{3}$  ſey,

so ist er für 600  $\square$ Fuß (= 40 Fuß Breite  $\times$  15 Fuß  
Wassertiefe) =  $\frac{600}{4} = 150$   $\mathcal{L}$ , bey 1 Fuß Geschwin-

digkeit. Die zurückstoßende Gewalt = 37600, und  
der Widerstand der Figur der Puppis = 150. Es  
ist also die zurückstoßende Gewalt der Wellen und des  
vordern Wassers =  $\frac{37600}{150} = 250$  mal stärker als der

Widerstand von der Figur der Puppis, und die Ge-  
schwindigkeit, mit welcher das Schiff zurückgetrieben  
wird =  $\sqrt{250}$ , also beynabe 16 Fuß in 1 Secunde.

\* Weil aber die Puppis bey den gewöhnlichen Schiffen  
sich so sehr verengert, so kann man fast gar kein still-  
stehendes Wasser hinter ihr annehmen, indem das  
vordere Wasser von beyden Seiten der Puppis, beson-  
ders unten gleich zusammenfließt, und eben die Ge-  
schwindigkeit hat wie das vordere, dessen Geschwin-  
digkeit im Durchschnitt zu 8 Fuß ist gerechnet worden.  
† Indes wollen wir dis nicht einmal in Anschlag brin-  
gen, sondern blos die volle Geschwindigkeit von 16  
Fuß annehmen.

## §. 213.

\* Weil die Kraft und Wirkung allezeit dem  $\square$ der  
Geschwindigkeit gleich ist, hier aber die Geschwindig-  
keit beyder vom Sturm zurückgetriebnen Schiffe wie  
16 :  $1\frac{1}{2}$  Fuß ist, nach §. 212. b. 209. f., so ver-  
hält sich die Gewalt, welche beyde Schiffe durch die-  
se Geschwindigkeiten erhalten, wie  $16^2 : (1\frac{1}{2})^2 =$   
b  $256 : 1\frac{1}{4} = 164 : 1$ . Wenn daher das Schiff ohne  
Thüren, und nach der gewöhnlichen Bauart, auf  
eine Sandbank gelagt, oder gegen einen Felsen ge-  
schleudert wird, so geschieht es mit einer 164 mal stär-  
kern

Fern Gewalt als bey dem Schiff mit Thüren. Diese Proportion bleibt denn bey allen Stürmen gleich. Hieraus ist wohl mehr als wahrscheinlich, daß es ein höchst seltner und fast unmöglicher Fall seyn wird, daß ein Schiff mit Thüren scheitert, auch wenn es wirklich an Felsen getrieben wird, indem es mit einer 164 mal schwächern Kraft oder Gewalt darauf getrieben wird als andre Schiffe, die sonst von der 164 mal stärkern Gewalt von einem einzigen Stoß müßten zerschmettert werden, welches wir doch selten bemerken, nämlich daß das Schiff in einem Augenblick und beym ersten Stoß scheitert, sondern es reißt nur vieles aus den Fugen, und die Wellen, die eigne Last, und die folgenden Stöße der Wellen zerbrechen es vollends, oder es sinkt durch das hineingetretne Wasser.

§. 214.

Segelschiffe suchen allezeit die hohe See, und fahren nicht leicht, wenn sie es nicht thun müssen, in zu großer Nähe am Lande hin, aus Furcht eines Sturms, der sie gegen das Land iagen könnte. Es überfalle aber ein so heftiger Sturm, der gegen das Land zu stürmt, und dessen 18 Fuß hohe Wellen eine 10 füsige Geschwindigkeit haben, ein Schiff ohne Thüren, wäre das Schiff auch in einer Entfernung von 20 deutschen Meilen vom Lande, so bringt der Sturm das Schiff doch in 8 $\frac{1}{2}$  Stunde ans Land (wegen der Inclinationen wird es etwas langsamer getagt, weil diese seinen schnellen Lauf aufhalten) und zerschmettert es ohne Rettung. Ein Schiff mit Thüren kann auch nicht ganz und gar, durch die Thüren allein, unbeweglich gemacht werden, das ist gewis, aber eben dieser Sturm muß nicht 8 oder 9 Stunden, sondern 105 Stunden oder 4 Tage und 9 Stunden anhalten, und

ig.

in gleicher Stärke, ehe er das Schiff mit den Thüren ans Land bringt. So lange aber dauert kein Sturm, wenigstens nicht mit gleicher Heftigkeit und in gleicher Direction. Ehe also ein solch Schiff ans Land geiagt wird, welches Thüren hat, ehe werden alle Schiffe, welche 13 mal weiter vom Lande sind, ans Land geiagt, die dann alle ohne Ausnahme bey einem solchen Sturm scheitern, da hingegen ein Schiff mit Thüren zwar nach einer Zeit von 4 Tagen und 9 Stunden wohl auch ans Land kommen kann, wenn der Sturm mit unveränderter Heftigkeit so lange gegen das Land zu anhält, aber eben dieser heftige Sturm kann es doch nur mit einer 164 mal geringern Gewalt ans Land treiben, von welcher geringern Gewalt keine Scheiterung zu befürchten ist. Man kann also wohl mit Recht behaupten, daß, ehe ein einzig Schiff mit Thüren scheitert, tausend und zehntausend von den gewöhnlichen scheitern, ia daß es beynabe ohnmöglich sey, daß ein solch Schiff mit Thüren, wenn es ia von einem langwierigen Sturme ans Land gebracht wird, an demselben scheitern könne, denn sobald seine offne Thüren den Grund erreichen, so stämmt sich das Schiff durch dieselben an den Grund langsam an, und bleibt unbeweglich stehn. Die Wellen mögen dann immer an der Fischprora hinauf rollen und sich an der Kalüte spalten. Sollte man fürchten, daß die Thüren von diesem Anstämmen abbrechen möchten, weil sie senkrecht offen sind, so kann man ihnen durch die hintern Laue K und V. fig. 29 eine etwas schiefe Richtung geben, ehe sie den Grund erreichen, da dann die Thüren nicht abbrechen werden.

Man kann mir nicht einwerfen, daß die vielen Ketten das Schiff belasten. So lange ihr Gewicht nicht so groß wird, daß das Schiff davon tiefer geht, so verdient dieser Einwurf keine Aufmerksamkeit. Es müssen aber diese Ketten 9000  $\text{P}$  wiegen, wenn sie machen sollen, daß ein Schiff von 40 Fuß Breite und 160 Fuß Länge auch nur  $\frac{1}{4}$  Zoll tiefer geht. Die Kosten, welche diese Ketten verursachen, können ebenfalls nicht ansehnlich seyn, wenigstens nicht verhältnismäßig gegen den Nutzen der Fallthüren. Uebrigens sind diese Ketten von einer ewigen Dauer, und können sie zu 10 Schiffen gebraucht werden. Um indes die Stärke der Ketten zu verringern, weil bey einer Oeffnung der Thüren von weniger als 90 Grad, der halbe (denn halb theilt er sich dem Schiffbodem mit,) Widerstand der vordern Fallthüren auf die hintern kommt, und also auch auf ihre Ketten, weshalb die Ketten immer stärker werden müssen, so könnte man, an statt alle Thüren durch eine Stange ZH fig. 29 zu öffnen, immer drey und drey Thüren durch eine Stange öffnen, fig. 32. Zu Ende jeder dritten Thüre können dann auch ein oder zwey mächtige Laue = K und V fig. 29 seyn, welche aber ebenfalls durch den Quadranten, den die Thüre beschreibet, wenn sie sich öffnet, Kette seyn können. Bey dieser Veranstellung sind die Querbalken vor den Thüren entbehrlich, denn wegen der Stangen EF. CD fig. 32 und wegen der Laue K und V können sich die Thüren niemals weiter öffnen als man es verlangt, und sie sind dann völlig entbehrlich, sobald die Thüren sich nicht durch volle 90 Grad öffnen. Freylich verliert man dadurch den Widerstand des tiefern Wassers, weil eine durch weniger als 90 Grad geöffnete Thüre nicht so tief greift,

greift, auch wird der Widerstand der Fallthüre geringer, weil sie zur schiefen Fläche wird, indes kann man diesen Nachtheil durch eine größere Menge von Thüren ersetzen, und die Thüren näher an einander bringen, (die Thüren und Ketten auch alsdenn schwächer machen) sobald man wichtige Ursachen hat, eine geringere Oeffnung der Thüren der von 90 Grad vorzuziehen. Die Ruder sind den Stangen, welche die Thüren öffnen, sobald man sie nicht volle 90 Grad öffnen will, nicht im Wege, wie man aus fig. 32 erkennen. Auch könnten die herabstoßenden Stangen, gesetzt sie wären auch 1 Fuß breit und  $\frac{3}{4}$  Fuß dick, der Bewegung der Ruder kein Hindernis in den Weg legen, weil diese Stangen hart an der Schiffseite hinabgehen, und die Aren der Ruder mit ihren Kugeln den nöthigen Raum von der Schiffseite abstehen können. Wir brauchen überhaupt keine große Anzahl von Rudern, an den Schiffseiten, da wir sie hinter der Puppis placiren können, sobald das Steuer auf der Seite ist, und es ist daher an den beyden Seiten der Schiffe allenthalben für sie Platz.

## §. 216.

<sup>a</sup> An statt der Lauge K und V, an der letzten oder an jeder dritten Thüre, könnte man auch an jede Thüre besonders einige kurze Ketten WX fig. 29 von 10 zu 10 Fuß quer unter dem Schiff hinweg von einander befestigen, die keine größere Oeffnung als zu 90 <sup>b</sup> Grad erlauben. Diese kurze Ketten zwischen dem Schiffboden und den Thüren machen die Balken vor den Thüren gänzlich überflüssig, deren vorderster, nämlich vor der ersten oder schiefen Thüre ein Keil ist, <sup>c</sup> fig. 36, um den Widerstand zu schwächen. Die Thüren, oder eigentlich die Balken der Thüren, sind nach fig. 39 an der Schiffsbasis befestigt. Es sey abcd  
der

der Balken einer Thüre, der an der Schiffsbasis ad anliegt, und f sey der Balken, welcher quer unter dem Schiffe weggeht. Der Balken abcd ist in d mit der Basis durch das Band de verbunden. Wenn nun die Thüre sich öffnet, und das Ende ab herabsteigt nach gh, so kommt die Ecke c des Balkens abcd, an die Kante i des Balkens f, die Fläche dc nimmt den leeren Raum di an der Basis ein, und der Thürbalken hat den senkrechten Stand digh. Die Balken a EF. CD fig. 32 brauchen die Thüren nur ein wenig, 3. E. einen oder etliche Fuß zu öffnen, so öffnet sie dann das hintere Wasser vollends, gegen welches das Schiff durch die Gewalt des vordern Wassers getrieben wird. Weil die Thüren durch Ketten miteinander verbunden sind, so öffnet eine Thüre die andere, wenn nur die erste Thüre durch den herabsteigenden Balken ZH fig. 29 geöffnet wird. Der Balken ZH oder die Balken EF. CD ic. fig. 32 f erhalten die Thüren in der verlangten Oeffnung, und werden daher befestiget, sobald die Thüren ihre Oeffnung haben. Zum öffnen und offen erhalten sind die absteigende Balken stark genug, (wenn auch die Taue K und V fig. 29 fehlen) und wenn sie auch nur die Stärke von 2 Fuß hätten, die an ihnen befestigten eisernen Zähne müssen nur ihre gehörige Stärke haben, und die eiserne Stange, aus welcher die Zähne hervorgehn, fest genug mit dem absteigenden Balken verbunden werden. Die absteigenden Balken können bloß nach der Länge zerrissen werden, wozu eine ungeheure Gewalt gehört. Unter diesen verschiedenen Abänderungen, bey welchen ich mit Vorsatz weitläufig gewesen bin, kann man denn die wählen, welche man für die besten hält, wenn man nicht für gut findet, sie insgesammt beizubehalten und zu vereinigen. Sollte man durch einen Versuch, welcher mit jedem 2 platten

platten Stromschiff, auf jedem, besonders auf stillstehendem Wasser leicht zu machen ist, wahrnehmen, daß das Wasser in dem Raume di dem Balken und der Thüre abcd Widerstand thut, auch nur von mäßiger Größe, so müßten die Querbalken f ganz fortgeschafft werden, und man müßte bey den Ketten WX fig. 29 bleiben, von der ieder Thürbalken ihrer zwey bekäme, in a und b, c und d, e und f zc. fig. 42. Auch müßte dann ein Querbalken gh der ganzen Thüre Festigkeit geben. Diese Thüren blos mit den Ketten WX fig. 29 ohne die Querbalken f fig. 30 schliessen genau aneinander an, wenn sie an der Schiffsbasis sind, und machen keine Zwischenräume di fig. 30.

## §. 217.

2 Von dem Widerstande des hintern Wassers, welcher auf die Thüren kommt, kann keine zerbrochen werden, nur müssen sie fest genug in ihren Bändern mit der Schiffsbasis zusammenhängen. Wenn das Schiff 40 Fuß breit, und also 40 Fuß breite Thüren hat, so daß jede Thüre aus 5 oder 6 Balken AB zc. fig. 42 zu 1 □Fuß besteht, so wird der Widerstand der Thüre auf 6 Balken vertheilt. Ist der Impuls der Wellen und des vordern Wassers nach §. 207 = 12800 ℔, so kommt auf jede der 12 Thüren

$$\frac{12800}{12} = 1066 \text{ ℔, und also auf jeden Balken =}$$

$$\frac{1066}{6} = 161 \text{ ℔, welches für die Stärke des Bal}$$

dens für nichts zu achten, denn ein Balken von 1 □Fuß und 20 Fuß Länge, wenn er horizontal, und nur mit dem letzten Fuße auf einer Unterlage auflegt, mit 19 Fuß aber in der Luft ist, bricht durch seine eigene

eigne Schwere nicht ab, sondern kann noch sehr viel tragen, selbst am Ende tragen, obgleich das Gewicht der eignen Schwere von diesen 19 Fuß, welche in der Luft sind, über 1216 ℔ beträgt, die Schwere des Eichenholzes zum Wasser zu 0,925, und den Kubfuß Wasser zu 70 ℔ gerechnet. Die Querbalken vor den Thüren, wenn sie auch nur 1 Fuß hoch wären, würden also hinreichend seyn, daß sich die 90° offene Thüre an sie anstammen kann ohne zu zerbrechen, und wenn sie 30 Fuß lang wäre, und senkrecht sich dem tiefsten Wasser, das am meisten widersteht, entgegenstellte.

§. 218.

Eben so wenig können die Haken und Bänder, a durch welche die Thüre in A. C. E. ic. fig. 42 mit dem Schiff verbunden ist, zerbrochen werden, wenn sie auch nur mäßig stark sind, denn da die Hälfte der Gewalt der ganzen Thüre auf den öffnenden Balken EF fig. 32 kommt, so leiden die 6 Angel der Thüre A. C.

E fig. 42 nur eine Gewalt =  $\frac{1066}{2} = 533$  ℔, also

kommt auf jeden blos  $\frac{533}{6} = 89$  ℔. Was können b

und müssen aber nicht die Bänder an großen mit vielem Eisen belasteten Thüren, z. B. an Stadthoren ic. tragen! Die Zwischenräume ACBD fig. 42 können c blos mit starken Brettern oder Bohlen ausgefüllt werden.

Die Thüren unter dem Schiff sind also nichts we- d niger als eine sehr kostbare Veranstaltung, denn ist das Schiff 40 Fuß breit, 160 lang, und hat nur 8 Thü-

Thüren zu 18 Fuß Länge, so gehören zu einem so großen Schiffe nicht mehr als 48 Balken zu 18 Fuß Länge, ieder Balken nicht stärker als 1 □Fuß. Es kämen dann auf jede Thüre, da ihrer 8 statt 12 sind,

$$\frac{12800}{8} = 1600 \text{ ℔, auf jeden Balken } 266 \text{ ℔ und}$$

auf jede Angel in A. C. E. r. 133 ℔.

f Macht man mehrere Thüren, so daß sie übereinander liegen, z. B. 12 Thüren zu 20 Fuß bey einem Schiffe von 160 Fuß Länge, so wird dadurch der Widerstand des Schiffs etwas vergrößert, welches aber g sehr wenig beträgt. Hat ein Schiff von 160 Fuß Länge 8 Thüren zu 18 Fuß Länge, so wird der Widerstand des ganzen Schiffs in seinem Lauf um die 6 □Fuß der ersten 6 Balken, und um die Dicke der Querwände ACBD fig. 42 = vermehrt, welche Dicke h etwa 2, 3 Zoll ist. Will man diesen Widerstand verringern, (denn er beträgt bey 6 Fuß Geschwindigkeit doch  $6 + \frac{3}{4} \times 6^2 = 14\frac{3}{4} \times 36 = 522 \text{ ℔}$ ) so können vor die ersten 6 Balken Keile genagelt werden, die den Widerstand schwächen, und die Querholzer, welche der Schiffsbasis am nächsten sind, werden abgeschärft. Behält man die Querbalken nebst den Ketten WX fig. 29, so deckt der vorderste Balken alle Balken und Thüren. Da er 1 Fuß ins □ hat, so ist seine Widerstandsfläche, wenn das Schiff 40 Fuß breit ist = 40 □Fuß. Nagelt man vor ihm einen Keil von 4 Fuß Länge, so ist der Widerstand dieses Keils  $\frac{1}{2} : 4 = \frac{1}{8}$ , und also der Widerstand des Balkens =  $\frac{40}{8} = 5 \text{ ℔}$ , wenn sich das Schiff durch 1 Fuß k bewegt, und nach dem Vouguer =  $3\frac{1}{2} \text{ ℔}$ . Um die Länge dieses Keils ist dann die letzte Thüre kürzer. l liegen die Thüren übereinander, nach fig. 28, z. E. will man 16 Thüren zu 20 Fuß Länge bauen, so ist die

die Widerstandsfläche, die vorher = 1 Fuß bey den Balken war, nun für alle 15 folgende Thüren =  $2 \times 40$  Fuß (Schiffbreite) = 80 Fuß. Der Widerstand verhält sich wie die halbe Entfernung der Enden E. G. K fig. 28 von der Schiffsbasis zur Länge der Thüre = 1 : 20. Also ist er für die ganze Thüre bey 1 Fuß in 1 Sec. =  $\frac{1}{20} = 4$  ℔, und bey 6 Fuß in 1 Sec. =  $6^2 \times 4 = 144$  ℔. Dieser Widerstand hätte nichts zu sagen, wenn man ihn nur von einer Thüre annehmen darf, und die folgenden Thüren durch die erste vor dem Widerstande geschüst würden; sollte aber jede Thüre diesen Widerstand haben, oder auch nur halb haben, weil sie von der andern Thüre halb bedeckt wird, so können und dürfen sie nicht übereinander, sondern müssen hintereinander liegen, so daß sie, wenn sie sich an die Schiffsbasis anschließen, gleichsam eine zweite Basis machen, welche 1 Fuß in ihren Balken dick und sich an die Schiffsbasis fest anschließt.

§. 219.

Das Schiff fig. 36 habe ohne Fischprore und ohne Schwanz 160 Fuß. Die Kaiüte sey 40 Fuß lang, und unter ihr eine 40 oder 35, 36 Fuß lange Thüre, (weil der Keil vor der Thüre 4 Fuß lang ist) die so weit geöffnet ist, daß der Sinus des Bogens, durch welchen sie geöffnet wird, der Länge der Thüren hinter ihr gleich ist, damit sie diese Thüren, wenn sie durch 90 Grad geöffnet sind, völlig vor dem Widerstande des vordern Wassers decke. Ist die Kaiüte 40 Fuß lang, so bleiben für das übrige Schiff 120 Fuß, und für den Schwanz 20 Fuß = 140 Fuß. Dis würde 7 Thüren geben, jede zu 20 Fuß gerechnet, wenn die letzte Thüre unter den Schwanz kommt. Weil aber vor jeder Thüre ein Balken von 1 Fuß ist,

ist, = f fig. 30, und zwischen diesem Balken und der Thüre der Raum  $di = 1$  Fuß, so ist jede Thüre 18 Fuß lang. Denn  $18 \times 7 + 7 = 133$ . Die Thüre unterm Schwanz verstärkt die Festigkeit desselben, und wird abgeschärft wie der Schwanz, so daß sie die Gestalt ACD fig. 38 hat, und mit dem Schwanz BCA zugleich, den völligen Keil BCD formirt, damit der Widerstand beym Lenken und Wenden durch die platte Fläche des Schwanzes und dieser Thüren nicht zu sehr verstärkt werde. Die Fläche dieser 7 Thüren ist also, wenn das Schiff 40 Fuß breit, =  $40 \times 18 \times 7 = 5040$  □Fuß, und das ist auch ihr Widerstand, wenn sie sich in 1 Sec. durch 1 Fuß bewegen. Der Widerstand der Thüre unter der Raiüte =  $\frac{1}{2}^3 : 35 = \frac{1}{35}$ , weil sie 35 Fuß lang und durch 18 Fuß tief geöffnet ist. Sie bedeckt eine Fläche von  $18 \times 40 = 720$  □. Ihr Widerstand ist also 185 ℔, denn  $35 : 9 = 720 : 185$ . Der Widerstand aller 8 Thüren ist also =  $5040 + 185 = 5225$  ℔. Der Stoß, den die Raiüte von der Welle erhielt, war nach §. 206. d = 8000 ℔. Der Druck des untern Wassers auf die 30 Fuß breite Prora war §. 205. = 3200, und auf eine 40 Fuß breite Prora ist sie also = 4000 ℔. Der Druck des noch tiefern Wassers auf die 35 Fuß lange und durch 18 Fuß geöffnete erste Thüre =  $\frac{18 \times 40 \times 9}{35} \times 3^2 = 185 \times 3^2 = 1665$  ℔. Es ist

also der Widerstand des ganzen Schiffs =  $8000 + 4000 + 1665 = 13665$  ℔. Der Widerstand der Thüren = 5225. Hierzu den Widerstand der hintern k Puppis =  $15 \times 40 = 600$ . Der Widerstand der Thüren und der Puppis ist demnach = 5825 ℔. Es weicht

also das Schiff in 1 Sec. durch  $r \frac{13665}{5825} = r 2 \frac{2}{3}$

b. h

d. h. etwas sehr wenig mehr als  $1\frac{1}{2}$  Fuß, (noch keine  $1\frac{1}{2}$  Fuß) also weicht es in einer Stunde ohngefähr in 4500 Fuß, noch nicht  $\frac{1}{3}$  einer deutschen Meile, da ein gewöhnlich Schiff 16 Fuß in 1 Secunde, also

$$\frac{16}{1\frac{1}{2}} = \text{fast } 11 \text{ mal weiter, und fast } 2\frac{2}{3} \text{ Meilen in } 1\frac{1}{2}$$

Stunde weicht §. 212. Wird es mit einer 11 mal n größern Geschwindigkeit zurück getrieben, so stößt es mit einer  $11^2 = 121$  mal größern Gewalt an Felsen und Sandbänke als das Schiff mit den Thüren. Läßt man die Querbalken f fig. 30 weg, und behält man bloß die Ketten WX fig. 29 bey, so können wir 7 Thüren zu 20 Fuß Tiefe machen. Ihr Widerstand =  $7 \times 20 \times 40 = 5600$  ℔. Der Widerstand der ersten Thüre =  $\frac{1}{3} = 206$  ℔, denn  $35 : 10 = 720 : 206$ . Der Widerstand der Puppis = 600 ℔. Also ist der ganze Widerstand =  $5600 + 206 + 600 = 6406$  ℔. Der Impuls auf die erste Thüre =  $\frac{1}{3} = 18 \times 40 \times 10$

$$\frac{18 \times 40 \times 10}{35} \times 3^2 = 1851. \text{ Demnach ist der Wi-}$$

derstand des ganzen Schiffs =  $8000 + 4000 + 1851 = 13851$  ℔. Es weicht also das Schiff in 1 Secunde =  $\sqrt{\frac{13851}{6406}} = \sqrt{2\frac{1}{2}}$ , und also noch nicht  $1\frac{1}{2}$

Fuß in 1 Sec., noch nicht einmal  $1\frac{1}{2}$  Fuß. Die Kette WX fig. 29 kommt an die Seite der Thürbalken, a. b. c. d. fig. 42 und etwas schief an die Schiffsbasis, die den Räumen AC. CE entgegensteht, so kann die Kette nie zwischen Balken und Basis fallen, sondern sie fällt auf die Bohlen AC ic. wo Platz für sie genug ist, und die Balken können sich genau an die Schiffsbasis anschließen.

§. 220.

- a Wenn man damit zufrieden ist, daß das Schiff auch nur mit einer mäßigen Geschwindigkeit weicht, und wenn man die Kosten zc. vieler Thüren scheut, so kann man blos zwey Thüren bauen, die dann auch nur den vierten Theil der Kosten machen können.
- b Man baue also blos die vordere schiefe Thüre, welche sich durch eine senkrechte Liefe von 20 Fuß öffnet, und 45 Fuß lang ist, und gleich hinter ihr die zweite von 20 Fuß Länge, die sich, sobald sie durch 90 Grad offen ist, und also senkrecht hinabsteht, an die erste Thüre hart anlegt, so beschützt sie die erste Thüre nicht allein gegen den Druck des vordern Wassers, sondern c sie dient ihr auch zur Stütze. Beyde Thüren formiren also einen hohlen Keil, der zu beyden Seiten offen ist, und dessen Basis die zweite Thüre ist.
- d Die Widerstandsfläche der schiefen Thüre ist also die zweite Thüre, d. h. eine Fläche von 40 Fuß Breite und 20 Fuß Liefe = 800 □Fuß. Ihr Widerstand ist wie die halbe Liefe zur schiefen Fläche =  $10 : 45 = \frac{2}{9} = 177 \text{ ℔}$ , denn  $9 : 2 = 800 : 178 \text{ ℔}$ .
- e Der Widerstand der zweiten Thüre = 800 ℔, und der Widerstand der durch 15 Fuß senkrecht absteigenden und sich nicht verengernden Puppis =  $40 \times 15 = 600$ . Der hintere Widerstand des ganzen Schiffs ist also = f  $178 + 800 + 600 = 1578 \text{ ℔}$ . Der Impuls der Wellen und des vordern Wassers ist nach §. 207. = 12800 ℔, und wegen der 40 Fuß breiten Prora 800 ℔ mehr §. 219.  $h = 13600 \text{ ℔}$ . Demnach ist die Geschwindigkeit, mit welcher es in diesem fürchterlichen Orkan weicht, =  $r \frac{13600}{1578} = r 8\frac{2}{3} =$  (noch
- g nicht volle 3 Fuß in 1 Sec. Es weicht also dieses nur

nur 15 Fuß tiefgehende, und blos zwey Thüren habende Schiff doch ungleich weniger als ein gewöhnlich Schiff, das auch 15 Fuß tief im Wasser geht, und dessen Breite 40 Fuß ist, denn dieses Schiff leidet von vorn die Gewalt = 37600 ℔, nach S. 211., der Widerstand seines Hintertheils = 150 ℔, (S. 212.) und demnach die Geschwindigkeit, mit welcher es weicht, =  $r \frac{37600}{150} = r 250\frac{2}{3} =$  beynähe 16 Fuß in

1 Sec. 'Diese Geschwindigkeit scheint nicht möglich zu seyn, weil die Geschwindigkeit des vordern Wassers, ja selbst der Wellen nicht 16 Fuß ist, aber sie ist gar wohl möglich, denn so wie das Schiff von dem am Vordertheil erhaltenen Impuls in 1 Sec. durch 16 Fuß weicht, so schießt das vordere Wasser mit eben dieser Geschwindigkeit wegen des Drucks, (der schon allein hinreichend wäre, wenn auch der Sturm nicht ohnedem schon das Wasser gegen das Schiff tagete) der vordern Fluth Wasser, in den Raun, den das Schiff verläßt, und da das vordere Wasser seine Geschwindigkeit beständig behält, so stößt es das Schiff auch beständig mit dieser Geschwindigkeit und Gewalt zurück, 'ia es wird nunmehr das Schiff noch k schneller zurückgestoßen, weil das vordere zuschießende Wasser durch das weichende Schiff noch eine größere Geschwindigkeit und also noch mehr Stärke erhalten hat, so daß es auch das Schiff mit dieser vermehrten Stärke und Geschwindigkeit noch stärker zurückstoßen kann. Den Wellen und dem vordern Wasser kann also das Schiff durch die größere Geschwindigkeit seines Rückganges nicht entrinnen, selbst den Wellen nicht, denn auch zur Seite des Schiffs sind Wellen, welche, so wie das Schiff zurückweicht, vor dem Vordertheil des Schiffs, das sie vorher trennte, zusammen-

men fließen und das Schiff stoßen, und das um so eher und leichter, weil das weichende Schiff nicht mit gleicher Geschwindigkeit weicht, denn wenn alle 4 Sec. eine Welle anschlägt, so hat das Schiff in dieser ersten Sec. die größte Geschwindigkeit, welche aber zu Ende der vierten Sec. ansehnlich abgenommen, weil das Schiff in den nachfolgenden 3 Sec. bloß vom Druck u. des untern vordern Wassers zurückgestoßen wird. Schießt das Wasser wegen des weichenden Schiffs zugleich nach (h), so schließen auch die Wellen mit nach, welche das untere nachschießende Wasser trägt.

Dieses Schiff stößt also mit einer  $\frac{250}{9} =$

28 mal stärkern Gewalt auf Felsen und Untiefen. Sey das Schiff 24 Fuß tief, 45 Fuß breit, so ist seine breiteste Fläche = 1080 □Fuß, und der Widerstand, wenn der Widerstand der Puppis  $\frac{1}{4}$ ,

$q = \frac{1080}{4} = 270$  ℔. Sein Widerstand von vorn =

67680 ℔, denn  $600 : 1080 = 37600 : 67680$ ,

daher weicht es mit einer Geschwindigkeit =  $r \frac{67680}{270} :$

$r 250 \frac{2}{3}$ , also mit eben der Geschwindigkeit wie das vorige 15 Fuß tiefe Schiff. Sey nun auch der Widerstand des Hintertheils nur  $\frac{1}{2}$ , so weicht es doch mit

der Geschwindigkeit =  $r \frac{67680}{540} = r 125 \frac{1}{3} =$  mit

einer noch größern Geschwindigkeit als 11 Fuß in 1

Sec. und stößt mit einer  $\frac{125}{9} = 14$  mal größern Gewalt auf Untiefen und an Felsen an. Erstaunende

Wor.

Vorthelle! und durch eine solche Kleinigkeit, wie zwey Thüren sind, zu erlangen!

Beym Laviren wird das Schiff dem Winde und den Wellen quer vorgelegt, damit es von dem Contrawinde und den Contrawellen nicht so schnell zurückgetrieben werde. Diesen Vortheil erlangt es, weil t durch das querliegende Schiff das vordere Wasser vom hintern getrennt wird, und dem letztern also vom erstern die Geschwindigkeit nicht kann mitgetheilt werden, die es hat. Es ist daher als todtes Wasser zu betrachten, wie das Wasser hinter den Thüren. In v einem mäßigen Sturm wird man das auch thun, nämlich laviren können, aber in einem starken Sturm wird man es nicht wagen dürfen, weil die Stärke der Wellen das Schiff auf die andre Seite zu stark incliniren, oder es wohl gänzlich umlegen, auch das Schiff von den östern an die schwächere (als das Vorderrheil) Schiffseite schlagenden Wellen endlich leck oder gar zerschlagen werden würde. Welche Gewalt ein Schiff w von dem angenommenen Orkan leiden, und mit welcher geringern Geschwindigkeit, wenn es laviren dürfte, dasselbe würde zurückgetrieben werden, ist aus der nachfolgenden Berechnung klar, aus welcher zugleich deutlich wird, was man überhaupt durchs Laviren gewinnt.

Sey das Schiff 20 Fuß überm Wasser und 15 x Fuß im Wasser, und seine Länge 160 Fuß, so ist seine Widerstandsfläche im Wasser (ohne Rücksicht, daß es sich nach vorn und hinten erhebt, und also in der Tiefe kürzer ist) =  $160 \times 15 = 2400$  □Fuß. Die Geschwindigkeit des untern Wassers sey nach S. 205. = 8 Fuß in 1 Sec., so ist der Druck des Wassers gegen die Schiffseite =  $2400 \times 8^2 = 38400$  ℔. Es y

sey ferner die Welle so lang als die Schiffsseite, so ist ihre Widerstandsfläche nach §. 204. =  $18 \times 160 = 2880$  und der Stoß der Welle =  $2880 \times 10^2 = 288000$  ℔ jede 4te Secunde, =  $\frac{288000}{4} = 72000$ ,

2 und die ganze Gewalt, welche das Schiff leidet, =  $38400 + 72000 = 110400$  ℔. Der Widerstand wegen der Figur der Seiten sey  $\frac{2}{3}$ , (er ist stärker, denn über dem Wasser ist die Schiffsseite fast eine völlig platte Fläche) also ist die Gewalt  $\frac{1}{3}$  weniger =  $73600$  ℔.

2a Die Widerstandsfläche auf der andern Seite =  $2400$  Fuß, ihr Widerstand  $\frac{2}{3}$  weniger =  $1600$  ℔, das Schiff wird also mit einer Geschwindigkeit zurückgetrieben =  $r \frac{73600}{1600} = r 46 = 6\frac{2}{3}$  Fuß in 1 Secunde.

ab Würde es aber das Vordertheil den Wellen entgegen stellen, so wiche es nach §. 212. a. b beynah 16 Fuß ac in 1 Sec. Also ist der Gewinnst =  $16 - 6\frac{2}{3} = 9\frac{1}{3}$ , ad noch etwas über  $\frac{2}{3}$  der Geschwindigkeit. Sey bey Contrawind die Gewalt der Wellen und des untern Wassers zusammengenommen =  $4^2$ , und gegen eine Fläche von 20 Fuß Tiefe, nämlich 15 Fuß unterm Wasser und 5 Fuß über demselben, so ist die Gewalt =  $160 \times 20 \times 4^2 = 51200$ , und  $\frac{2}{3}$  abgenommen, =  $34132$  ℔. Die Geschwindigkeit mit welcher es weicht, ist also =  $r \frac{34132}{1600} = r 21\frac{1}{2} =$  ohngefähr

$4\frac{1}{2}$  Fuß. Der Widerstand der Prora ist bey Contrawind =  $\frac{34132}{4} = 8533$  ℔, weil die Prora den

4ten Theil der Seitenfläche ausmacht, iene zu 40 Fuß Breite und diese zu 160 Fuß Länge, und von bey-

beyden, von Seite und Prore, den Widerstand  $\frac{3}{4}$  angenommen. Die Fläche der Prora =  $20 \times 40 =$

$$800 = \frac{160 \times 20}{4}. \text{ Es weicht also das Schiff, da}$$

der Widerstand der Puppis 150 W ist (S. 212.) in

$$1 \text{ Sec.} = \sqrt{\frac{8533}{150}} = \sqrt{56\frac{1}{3}} = \text{ohngefähr } 7\frac{1}{2} \text{ Fuß.}$$

$7\frac{1}{2} - 4\frac{1}{2} = 2\frac{1}{2}$ . Demnach ist der Gewinnst =  $2\frac{1}{2}$  ae von  $7\frac{1}{2}$  oder  $\frac{2}{3}$  der Geschwindigkeit. Der Vortheil af des Lavirens überhaupt ist aus der Figur des Vorder- und Hintertheils und der Seiten zu bestimmen. Eine Seite ist der andern gleich, und wenn auch das Vordertheil den Seiten gleich ist, und der Widerstand von Vordertheil und Seite =  $\frac{3}{4}$ , des Hintertheils aber  $\frac{1}{4}$  ist, so verhält sich der Nutzen bey dem Laviren wie  $\frac{3}{4}$  zu  $\frac{1}{4}$  der Kraft, und wie  $\sqrt{\frac{3}{4}} : \sqrt{\frac{1}{4}}$  der Geschwindigkeit.  $\frac{3}{4} : \frac{1}{4} = \frac{3}{1} : \frac{1}{1}$ , also verhält sich die Geschwindigkeit  $\sqrt{3} : \sqrt{1} = 1.73 : 1$ , beynah wie 2 : 3. Beym Laviren ist der Widerstand von beyden Flächen gleich, nämlich  $\frac{3}{4}$ , aber bey Vorder- und Hintertheil ist der vordere Widerstand  $\frac{3}{4}$  und der hintere  $\frac{1}{4}$ , also macht dieser Unterschied der Figur alles aus, denn auf die Größe der Fläche kommt nichts an. Widersteht das Schiff, als wenn es lavirt, wegen der 4 mal größern Seitenfläche 4 mal stärker, so ist auch der Impuls auf der andern Seite 4 mal stärker, angenommen daß die Wellen lang sind, und meist die ganze Schiffseite treffen, denn sonst macht es einen großen Unterschied. Demnach wird der Gewinnst bey dem Laviren sich wie 3 : 2 verhalten, und ein Schiff 2 Meilen nur zurückgehn, wenn ein Schiff, welches das Vordertheil entgegenstellt, 3 Meilen weicht. Aber der Gewinnst muß al doch größer seyn, weil das Hintertheil des Schiffs, da

da wo es den stärksten Widerstand haben sollte und könnte, nämlich in der Tiefe, am meisten verengert ist. Also kann sich wohl der Vortheil beyhm Laviren wie 4 : 2 verhalten. Ein Vortheil, der gegen den Vortheil der Thüren immer noch sehr geringe ist.

am Sollte das Schiff durch Laviren noch mehr gewinnen, so wäre dis ein Beweis, daß das Hintertheil der gewöhnlichen Schiffe einen noch schwächern Widerstand als 4 hätte, woraus denn leicht begreiflich ist, warum sie im Sturm oft so weit zurückgejagt und verschlagen werden, und daß sie wirklich mit einer noch größern

an Schnelligkeit weichen, als das Wasser selbst hat. Es ist daher klar, daß man durch diese Thüren das Schiff nicht allein im Sturm, sondern noch vielmehr bey starkem Contrawind fast unbeweglich in der See machen kann, so daß weder iener noch dieser es von seinem Wege viel verschlagen oder zurücktreiben kann.

ao Dieser Vortheil allein wird die Kosten, welche die Fallthüren verursachen, reichlich ersetzen, denn rechnet man, um wie viel dis jede Reise verlängert, wenn ein Schiff von Sturm und Contrawind zurück- und seitwärts getrieben wird, und diesen Theil des Weges dann zweymal machen muß, berechnet man, um wie viel größer dadurch die Reisekosten werden, und selbst die Gefahr des Schiffs, und summirt alle diese Kosten von allen Reisen, welche das Schiff gemacht hat, so werden diese Kosten die Kosten der Thüren gewiß sehr weit übersteigen.

## §. 221.

a Bey dem Gebrauch der Thüren ist es notwendig, daß die Prora den Wellen allezeit gerade entgegen gestellt werde, doch wird man, da die Fischprora keine Inclinationen leidet, sobald der Sturm nur nicht nach

nach dem Lande zu geht, oder von dem Wege zu weit abweicht, den das Schiff hat, mit einem solchen Sturm ohne Gefahr segeln können. Es ist denn blos nothwendig, daß das Schiff ein wenig hurtiger segle als die Wellen laufen, damit keine Welle das Hintertheil erreiche, 'In welcher Absicht das Schiff niedrige Segel brauchen könnte, welche, damit sie nicht vom Sturm zerrissen würden, aus lauter kleinen Quadraten bestehn könnten, die auf Stricke angenäht sind, fig. 33. Aber da das Schiff schon schnell dläuft, so wird eine Welle, wenn sie auch das Hintertheil trifft, ihm keinen sonderlichen Schaden thun. Ein andres wäre es, wenn das Schiff ganz oder bey nahe still stünde, dann erlitte es den ganzen Stoß der Welle, wie die Kaiüte wenn die Thüren offen sind, da es denn könnte zerschlagen werden, sowohl wie ein Schiff, welches auf einer Sandbank festsetzt, 2) weil es eine ebne Fläche ist, und die Gewalt der Welle nicht durch die Figur gebrochen wird, 3) weil ihm die Stärke des Vordertheils im Bau fehlt; so aber f ist 1) der Stoß der Welle um das  $\square$  der Geschwindigkeit, welche das Schiff hat, schon schwächer, 2) es widersteht das Schiff dem Impuls der Welle nicht wie ein unbeweglicher Körper, sondern das Schiff weicht vom Impuls der Welle nach vorn, und läuft schneller, giebt also nach, und schwächt daher durch beyde Ursachen die zerbrechende Gewalt der Wellen. Man kann auch einen vortheilhaften Sturm auf die 2 Weise nützen, daß man die Prora dem Sturm entgegenstellt, die Thüren nicht öffnet, und so mit der Puppis voran geht. Dann sey der Sturm noch so h heftig, so kann man sich ihm sicher überlassen, da die Prora und Kaiüte stark gebaut sind, und auf diesen Fall allezeit eine ungleich schwächere Gewalt von den Wellen leiden, wenn das Schiff weicht, als wenn es durch

durch die Thüren beynahe unbeweglich gemacht wird.  
 i Auch an Schiffe mit dem gewöhnlichen Vordertheil  
 kann man die Thüren anbauen, obgleich ein solch  
 Schiff wegen mehrerer Ursachen starken Inclinationen  
 ausgesetzt ist, und stärkere Gewalt von den Wellen  
 wegen seines stumpfen Vordertheils leidet als die keil-  
 förmige Kaiüte. Das gewöhnliche Vordertheil wird  
 k ebenfalls die Gewalt der Wellen aushalten, traute  
 man ihm aber dis wegen seines Baues oder wegen des  
 Alters des Schiffs und der abgenommenen Stärke des  
 Holzes nicht zu, so müßte man entweder die Thüren  
 nicht ganz öffnen, oder man müßte nur so viele und  
 so lange Thüren machen, als es die Stärke des Vor-  
 dertheils erlaubt, und die es mäßig zurückhalten, da-  
 mit es durch das  $\square$  der Geschwindigkeit, mit welcher  
 es weicht, den Impuls und Stoß der Wellen schwä-  
 che. Z. E. weicht es 4 Fuß in 1 Sec., und die Ge-  
 schwindigkeit der Welle = 8 Fuß, so wird der Stoß  
 der Welle nur =  $8^2 - 4^2 = 48$ , der, wenn das  
 Schiff nur durch 1 Fuß weicht =  $8^2 - 1^2 = 63$ , und  
 dann weicht es vom wirklichen Stoß der Welle auch  
 selbst eben so viel stärker, und schwächt um eben so  
 viel ihre Wirkung, so daß der Stoß, den es erhält, =  
 $64 - 32 = 32$ , da das Schiff, welches nur 1 Fuß  
 weicht, einen Stoß aushalten muß, der =  $64 - 2 = 62$ .  
 m Kommt ein Sturm von hinten, und man braucht noch  
 dazu kleine und niedrige Segel, oder Segel nach fig.  
 33, die nicht leicht können zerrissen werden, so muß  
 ein Schiff mit der Fischprore, da sie keine Inclina-  
 tionen leidet, und ihr Widerstand von vorn wegen der  
 Gestalt ihrer Prore, und wegen der großen Geschwin-  
 digkeit der stehenden Wellen in einem vortheilhaften  
 Sturm so überaus geringe ist, mit einer erstaunenden  
 a Geschwindigkeit fortgebracht werden können. Daß  
 übrigens die keilförmige Kaiüte, wenn das Schiff  
 seine

seine Thüren offen hat, den Stoß der Wellen vom heftigsten Sturme aushalten werde, daran ist keinen Augenblick zu zweifeln, da die Prora der gewöhnlichen Schiffe, die doch wegen ihrer stumpfen Figur einen gewaltigen Widerstand aushalten muß, den Widerstand des vordern Wassers aushält, bey einer Geschwindigkeit von drey deutschen Meilen in einer Stunde, welche die gewöhnlichen Schiffe bey sehr gutem Winde bisweilen zurücklegen, welches beynah eine Geschwindigkeit von  $16\frac{1}{2}$  rheinländ. Schuhen in 1 Sec. ist. Sey auch die Geschwindigkeit alsdenn von den Wellen und dem vordern Wasser = 6 Fuß (und die hat es wenigstens in der Tiefe nicht, weshalb das Schiff in der Tiefe eine noch größere Gewalt leidet, so ist der Widerstand, den das Vordertheil leiden muß, doch  $= (16,105)^2 - 6^2 = 236$  ℔ für ieder  $\square$  Fuß, und für ein Schiff von 45 Fuß Breite und 24 Fuß Tiefe = 254880 ℔. Rechnet man auch wegen des Widerstands der Kugel  $\frac{1}{3}$  ab, so bleiben doch noch 169.920 ℔, da hingegen die Gewalt, welche das Schiff mit der Fischprore und keilförmigen Kaitüte litte, nach S. 207. nur 12800 ℔ (oder wegen der 40 Fuß breiten Prore, wenn sich das Schiff nicht durch 40 Fuß vor der Prora verengert, = 13600 ℔. Die Verengung der Prora würde indes wenig Unterschied im Widerstande machen, da die 10 Fuß, durch welche sie sich verengert, auch Widerstand haben, ob er gleich sehr gering ist, nämlich  $\frac{5}{80} = \frac{1}{16}$ , da er nach S. 24.  $= \frac{5}{32} = \frac{1}{6.4}$  ist.  $16 : 9 = 800 = 450$  ℔. Es ist also der Unterschied 350 ℔ im ganzen Widerstande = 12450 ℔.) war. Hält also das Vordertheil eines gewöhnlichen Schiffs einen solchen Widerstand aus, so hält es auch den Widerstand (und einen 4, 5 mal stärkeren) aus, der auf dasselbe kommt, wenn es Thüren hat, und so viele Thüren, daß es eben

ebenfalls nur 1 Fuß weicht in 1 Sec., denn da war sein Widerstand nach §. 211 nur 37600 ℔.

§. 222.

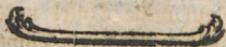
a Wenn ein Schiff im Sturm die Thüren offen hat, und die Prora den Wellen entgegengestellt, so darf man nicht fürchten, daß wenn ein größerer Theil der Welle auf die eine Seite der Kajüte trift, das Schiffvordertheil dadurch werde gedreht, und dadurch die Seite des Schiffs den Wellen entgegen gebracht werden, denn 1) so sind die Wellen alle sehr lang, und c treffen daher jede Seite der Kajüte gleich stark; 2) wenn auch das Vordertheil des Schiffs etwas sollte gedreht werden, 3. E. auf die linke Seite, so trift eben diese Welle in wenigen Secunden das Hintertheil, welches sich auf die rechte Seite gewendet hat, treibt es ebenfalls auf die linke Seite, und bringt sonach das Schiff wieder in die gerade Linie. Dis muß allezeit d geschehn. Eine ungleiche Portion der Welle kann auch um deshalb das Vordertheil nur wenig auf die Seite drehn, weil die ungleiche Portion doch so sehr e stark nicht seyn kann. Wenn drey Vierteltheile des Wassers einer Welle auf die eine Seite kommen und ein Vierteltheil auf die andre, so ist die Gewalt dieser  $\frac{3}{4} = \frac{3}{4}$  von 32000 ℔ nach §. 204 = 24000. Auf die andre Seite kommen also 8000 ℔, und auf diese f demnach 16000 ℔ mehr. Dadurch kann das Vordertheil eines Schiffs nach §. 129. i (k) durch 
$$r \frac{16000}{868} = r 18\frac{1}{2} = \text{ohngefähr } 4\frac{1}{2} \text{ Fuß in 1 Secun-}$$
 de gedreht werden, und nach §. 134. d durch 
$$r \frac{16000}{230} = r 69\frac{1}{2} = \text{ohngefähr } 8\frac{1}{2} \text{ Fuß, ein Schiff}$$
 mit

mit der Fischprore aber nach §. 134. g. durch weniger Fuß. Diese Lenkung will also nichts sagen. Es ist **E** auch zu überlegen, daß die Resistenz des Schiffs bey den Wenden im Sturm stärker ist, wegen der Höhe der Wellen, die bey den Wenden und Lenken des Schiffs alsdenn auch widerstehn, und also das Lenken selbst erschweren, weil die Widerstandsfläche dann größer ist, als die Höhe oder Tiefe der Carina. Dis vergrößert auch bey starken Winde, wegen der Höhe der Wellen, den Widerstand des Schiffs bey dem Lenken, worauf in der Berechnung des Widerstandes bey dem Lenken nicht einmal ist reflektirt worden, da doch dadurch der Widerstand des Vorder- und Hintertheils größer wird. Wegen der Stange, welche die Thüre **l** öffnet, ist noch zu erinnern, daß diese Stange, indem sie herabsteigt, allezeit sich vor- oder rückwärts bewege. Es sey fig. 25 ABC die Schiffsbasis, an der **a** die Thüre AB liegt, und FHI die Schiffsseite. MA sey der Balken, durch den sie aufgestoßen wird, so mag man dem Balken MA eine Richtung geben, welche man will, FD, oder KA oder MA, oder eine andre, so bleibt er nie in der Richtung die er anfangs hatte, sondern er weicht. Wenn die Thüre sich von A nach **k** E öffnet, so weicht die Stange FD durch den Sinaus versus AG. Wenn aber AB durch  $90^\circ = AT$  sich öffnen soll, so muß man der Stange eine schiefe Direction geben, z. E. MA, da sie dann von M bis L weicht, wenn A bis O herabsteigt, und von L nach M wieder zurückkommt, wenn sich die Thüre von O vollends bis T öffnet. Ist die Thüre 19 Fuß lang, und der Balken die Sehne AT, so ist ML = etwas über 8 $\frac{1}{2}$  Fuß. Es können also in diesem Raume keine Ruder seyn, obgleich im übrigen, da diese Stangen nicht über 8 Zoll dick seyn, und die Axen der Ruder über sie hinausreichen, sie durch ihre schiefe Länge die

**P** **De.**

Bewegung der Ruder nicht hindern, wenn die Schaufel  
 über 8 Zoll vom Schiffe abstehend ist. Aber auch der  
 Raum LM hindert die Ruder nicht, denn wenn man  
 die Ruder braucht, so braucht man nicht die Thüren,  
 und sobald man die Thüren braucht, und also auch den  
 freyen Raum ML, so kann die Ruderare, welche in  
 diesem Raum ist, aus der Schiffsseite heraus, und  
 sammt dem Ruder hinauf ins Schiff gezogen werden.  
 Die Maschine also, durch welche die Stange hinab-  
 gestossen wird, muß so eingerichtet werden, daß sie  
 an der Stange oder dem Balken folgt. Uebrigens ist es  
 wohl sehr wahrscheinlich, daß wenn man die Thüre  
 nur etwas öffnet, der Widerstand des hintern Was-  
 sers beim Zurückweichen des Schiffs sie bis zu 90  
 Grad selbst öffnen werde. Hängen die Thüren alle  
 an einander durch Ketten fig. 29, so öffnet ein einziger  
 Balken auf ieder Seite alle Thüren. Diese Ketten  
 brauchen denn auch nicht stark zu seyn, weil man sie,  
 da die Querbalken oder die Ketten WX fig. 29, al-  
 lein hinreichend sind die Thüre durch 90 Grad offen  
 zu erhalten, zu nichts weiter braucht, als daß durch  
 sie eine Thüre die andre öffne, und nur durch wenige  
 Fuß öffne, weil das andre der Widerstand des hin-  
 tern Wassers vollendet, 'es wäre denn, daß man die  
 Thüren bisweilen durch weniger als 90 Grad öffnen  
 wollte, (da dann keine Thüre unter den Schwanz  
 kommen könnte, auch die letzte Thüre die Taue K. V.  
 fig. 29 oder einen absteigenden Balken erhalten müß-  
 te, der sie, und die Thüren vor ihr, in dieser gerin-  
 gern Deffnung erhielte) und dazu von den Untiefen  
 genöthiget würde, da dann die Hälfte des Widerstand  
 der Thüre auf die Kette kommt. Die hintern  
 Stangen CD. LM fig. 32 öffnen, und vertreten  
 denn zugleich die Stelle der Taue K und V fig. 29.  
 Die allervorderste und schiefe Thüre kann durch ihre  
 eignen

eignen 2 Balken (auf ieder Seite einen) geöffnet werden, und der Sinus ihres Bogens muß allezeit so groß seyn, daß sie die Thüren hinter der ersten völlig vor dem Druck des vordern Wassers deckt. Weil in der Tiefe keine Wellen sind, und die Bewegung des tiefen Wassers horizontal ist, so darf man nicht besorgen, daß die geringe Bewegung, welche das Wasser in einer Tiefe von 35 Fuß noch haben könnte, sich auch den Thüren hinter der schiefen mittheilen werde, denn wenn das geschehen sollte, so müßte das tiefe Wasser steigen, welches wider seine Natur und horizontale Bewegung ist, und wegen der aufsteigenden Last des obern Wassers ebenfalls nicht angeht. Sobald das Schiff wieder anfängt zu segeln ic., so legen sich die Thüren von selbst, langsam in die Höhe schwimmend, wieder an die Basis an, sobald man die festgemachten abstoßenden Balken von ihrer Befestigung frey macht.



---

 Siebentes Kapitel.

 Von der Länge, Breite, Tiefe und  
 Basis der Schiffe.
 

---

§. 223.

<sup>a</sup> Zu Robert Boyle Zeiten, also noch gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts, waren es nach §. 179. o schon große Schiffe, welche 12 bis 15 Fuß tief im Wasser gingen, jetzt aber soll man sie, die großen ostindischen Kauffardeschiffe wenigstens, bis 30 Fuß <sup>b</sup> tief bauen. Da tiefe Schiffe große Unvollkommenheiten haben, die Vortheile aber, welche man von ihnen hat, auch ansehnlich seyn müssen, weil man sie sonst so tief nicht bauen würde, so verdient die Wichtigkeit der Sache, daß man sie genau prüfe, und Vortheil und Nachtheil genau gegen einander halte.

§. 224.

<sup>a</sup> Herr Leonhard Euler behauptet in seiner *Scientia navali*, daß wenn ein Schiff die gehörige Stärke haben soll, seine Wassertiefe nicht größer seyn müsse als die halbe Breite der Carina, und seine Höhe <sup>b</sup> über dem Wasser gleich der Tiefe im Wasser. Ist die Breite der Carina mehr als 2, wenn ihre Tiefe 1 ist, so hat das Schiff nach Hrn. Euler mehr Festigkeit. Er meint ferner, daß die Schiffe noch Stärke genug haben, wenn ihre Länge zur Breite sich <sup>c</sup> wie

wie 6 und 7 zu 1, ja wohl gar wie 10 zu 1 verhalte.

§. 225.

Bei dem Bau der Seeschiffe beobachtet man diese Regeln nicht, denn ihre Tiefe ist gewöhnlich mehr als die Hälfte der Breite, und ihre Länge noch nicht volle 4 Breiten.

§. 226.

Ich will die Vortheile und Nachtheile der verschiedenen Bauarten, so viel ich, ohne einsichtsvollem Männern so wenig hier als anderswo in meinem Urtheil vorgreifen zu wollen, sie beurtheilen kann, vor Augen legen und gegen einander halten.

§. 227.

Die Vortheile eines langen Schiffes sind nach meiner Einsicht folgende:

I.) Es ladet um so viel mehr als es länger ist, und hat doch keinen stärkern Widerstand als ein kürzeres. Es erfordert also auch nicht mehr bewegende Kraft der Segel oder Ruder als ein kürzeres. Ein Schiff von 150 Fuß Länge ladet dreymal soviel als eines von 50 Fuß Länge, und kommt eben so schnell fort als dieses, wenn alles andre, bewegende Kraft, Tiefe, Breite und Vorderrheil, die Länge allein ausgenommen, gleich ist.

II.) Man kann mehr Segel nach der Schiffslänge anbringen, und dadurch dem Schiff einen schnelleren Lauf geben; auch mehr Ruder kann man anbringen, und dazu mehr Mannschaft auf dem Schiffe wegen des größern Raums halten.

g III.) Es leidet keine so starke Inclinationen nach vorn und hinten, weil es der Gewalt der Wellen theils durch seine größere Last, theils durch seine größere Länge widersteht. Die Inclinationen des Hebels AB fig. 35 sind weit stärker als die des Hebels CD, wenn i beyde gleichen Stoß leiden. Die Stärke der Inclinationen richtet sich nicht nach der Zahl der Füße, sondern nach der Zahl der Grade, die B und D bey ihrer Bewegung im Bogen durchlaufen, und diese Zahl ist bey AB größer, wenn die inclinirende Gewalt bey beyden gleich stark ist.

k Die Nachtheile hingegen, welche ein langes Schiff leidet, sind folgende:

l 1) Es läßt sich langsamer wenden und lenken, dagegen aber kann auch eine schiefe Welle im Sturm es weniger und schwerer lenken, und was das völlige Wenden betrifft, so wird es, außer bey Kriegsschiffen, selten nothwendig seyn, da sich der Wind selten auf einmal so herum setzt, um es nothwendig zu machen. Fangen die Schiffe den Wind schief von der Seite, so muß man das Schiff oft von einer Seite zur andern lenken, durch eine gewisse Anzahl von Graden, und deshalb wird man es vorzüglich verlangen, daß sich Schiffe schnell lenken lassen, denn was die Gefahr betrifft, so sieht man sie meist zeitig genug voraus.

n 2) Es kommt zwischen den Eischollen, Felsen und Sandbänken nicht so gut fort, kann sich auch im Hafen nicht so frey bewegen.

o Das sind alle Nachtheile eines langen Schiffs, oder doch die hauptsächlichsten, und man sieht, daß sie von keiner großen Bedeutung sind. Das langsame  
mere

mere Lenken, wenn das Schiff den Wind schief von hinten mit allen Segeln nach der Schiffslänge auffängt, wo es sich öfters mit dem Vordertheil bald auf die eine bald auf die andre Seite drehn muß, ist ein Hauptnachtheil, aber auch der ist nicht beträchtlich, denn während dem etwas langsamem Lenken auf die andre Seite, wenn das Schiff den Wind von der Seite bekommt, so segelt es doch schneller, segelt auch schnell während diesem langsamem Lenken, und wird dadurch nicht in seinem Lauf aufgehalten. An die Pole schicke man zum Wallfischfange, wegen der Eischollen, durch die sich ein Schiff oft hindurch arbeiten muß, kürzere Schiffe. Krumme Wege muß freylich ein lang Schiff vermeiden. Wenn es aber aus dem Hafen nicht mit dem Vordertheil kann, weil sich das lange Schiff wegen Mangel des Raums nicht wenden kann, so rudere es sich mit dem Hintertheil heraus. Das schnelle Lenken kann bey den Seltensteuern, und den Rudern hinter der Puppis doch bewürkt werden, wenn auch das Schiff lang ist. Die Vortheile eines langen Schiffs u überwiegen demnach seine Nachtheile sehr weit. Es käme also darauf an, ob es nicht rathsamer seyn würde, den Schiffen eine zehnmal größere Länge als Breite zu geben, weil sie nach Hrn. Eulers Versicherung bey dieser Proportion noch die nöthige Stärke haben. Man muß sie nur vor den Seitenwellen zu verwahren wissen. Im Gegentheil dürfen die Stromschiffe nicht zu lang gebaut werden, weil man sich nach den Krümmungen des Stroms richten muß, sowohl in seinen Ufern als zwischen den Untiefen, Sandbänken und Inseln. Doch müssen auch Stromschiffe im Verhältnis gegen ihre Breite so lang seyn, daß sie nur von keiner Seitenwelle können umgeworfen werden (und allenthalben durchkommen können) da es Stromschiffen oft an Raum und Tiefe des Stroms

fehlt, das Vordertheil den Wellen entgegen zu setzen, wenn sie von der Seite kommen. Starke Breter rund um auf den Bord horizontell, oder etwas schief in die Höhe genagelt, weil bey der Inclination diese schiefe Fläche doch unter einem rechten Winkel ins Wasser wücket §. 86. f. die einen Fuß breit oder auch etwas breiter über Bord gehn, werden das Stromschiff vor dem Umwerfen schützen, auch verhindern, daß die Wellen nicht hineinschlagen und es versenken. Diese Breter verhindern also, daß von der einen Seite die Wellen nicht ins Schiff schlagen, und es mit der andern Seite nicht ins Wasser incliniren können.

§. 228.

**a** Ein breites Schiff hat folgende Vortheile:

- I.) Es ladet um so viel mehr als es breiter ist wie ein anderes.
- II.) Es leidet von den Seitenwellen keine so heftige Inclinationen wegen fig. 35.
- III.) Es lenkt und wendet sich schneller, wenn es eben so viel kürzer als breiter ist.

**b** Die Nachtheile hingegen sind diese:

- 1) Es hat einen eben so viel stärkern Widerstand als es breiter ist wie ein anderes, und segelt also langsamer als ein schmaler aber länger Schiff, welches eben so viel ladet.
- 2) Man kann nicht so viele Segel anbringen als auf einem Schiffe, welches gleich tief, schmaler und länger ist.
- 3) Es wird vom Sturm schneller zurückgetrieben, weil die Kajüte breiter, und also ihr Widerstand gegen

gen die Welle geringer ist, ob es gleich wegen seiner größern Breite auch breitere Thüren hat.

Da man bey der Schiffahrt ganz vorzüglich auf <sup>c</sup> die Schnelligkeit der Schiffe und die Abkürzung der Länge der Reisen sehn muß, wodurch Gefahr und Kosten gespart werden, so behält ein schmaler Schiff den Vorzug, 'denn das schnellere Lenken ist von nicht so <sup>d</sup> großem Werth als die größere Geschwindigkeit des Schiffs, und man kann durch die Seitensteuer und die Ruder hinter der Puppis auch schnell lenken. Was <sup>e</sup> die Seiteninclinationen betrifft, so braucht man um ihrentwillen die Schiffe nicht breiter zu machen, sobald man bey dem Sturm den Wellen allezeit die Proa entgegen stellt.

§. 229.

Die Untersuchung von der Tiefe der Schiffe ist <sup>a</sup> so wichtig, wie die von ihrer Länge und Breite. Die <sup>b</sup> Vortheile von tiefen Schiffen sind folgende:

I.) Es ladet mehr.

II.) Es leidet schwächere Inclinationen um die longitudinal- und latitudinalare. Weil, das Schiff <sup>c</sup> tief geht, und daher schwerer ist, so widersteht es mit seiner größern Schwere der hebenden Gewalt der Wellen &c. auch stärker, 'denn die hebende Kraft der Wellen und des obern Wassers muß durch seine Geschwindigkeit (oder Resistenz bey dem Segeln) nicht allein den Widerstand des Wassers gegen das einsinkende Hintertheil &c., sondern auch die Last des Schiffs zum Theil überwinden.

III.) Es kann weder im Sturm noch Contrawind <sup>e</sup> so stark zurückgetrieben werden, als weniger tiefe Schiffe.

**Schiffe.** Da das Wasser in der Tiefe weniger Geschwindigkeit hat, so widersteht es der zurückgetriebenen Puppis im Sturm mehr, obgleich die gewöhnliche Puppis wegen ihrer Verengerung wenig Widerstand leidet. Bey Contrawind, wenn man ihm die Seite des Schiffs entgegenstellt, ist dieser Vortheil weit größer, wie aus der Berechnung S. 220 s. 29 erhellet.

**h** Die Nachtheile sind diese:

1) Tiefe Schiffe segeln langsamer, weil der Widerstand des Wassers gegen das Schiff mit jedem Fuße zunimmt, und es bey dem geringern Widerstande des obern Wassers bey gutem Winde, doch auch den Widerstand des tiefen Wassers zu überwinden hat, der stark ist, weil die bewegende Kraft des Windes, welche das Wasser vor dem Schiff hin bewegt, und dadurch seinen Widerstand schwächt, nicht tief ins Wasser dringt, oder doch mit sehr geschwächter Kraft, **i** da hingegen nicht tief gehende Schiffe die Geschwindigkeit des obern Wassers nützen, ohne den stärkern Widerstand des tiefern Wassers zu erfahren.

**k** 2) Sie sind der Gesundheit äußerst schädlich, weil die Luft nicht so gut in der Tiefe renovirt werden kann, und diese auch die Luft in den Verdecken über ihr verdirbt. Daher sterben so viele Menschen am Skorbut, von der stagnirenden faulen Luft.

**l** 3) Sie scheitern leichter auf Untiefen, und bleiben leichter auf Sandbänken sitzen, über welche weniger tiefe Schiffe hinweg gehn.

4) Sie lenken und wenden sich langsam.

5) Sie können wegen ihrer Tiefe in viele Hasen und Ströme nicht einlaufen.

Ueber-

Ueberlegt man nun, a) daß ein solch Schiff, welches wegen seiner Tiefe doppelt so viel ladet, auch fast doppelt so viel zu erbauen kosten wird; b) doppelten Widerstand hat, und also auch eine 2 mal größere bewegende Kraft erfordert als ein halb so tiefes Schiff, und mehr als eine doppelte, weil sein Widerstand wegen des stärkern Widerstandes des tiefern Wassers mehr als doppelt ist; c) daß es doch aber wegen seiner Tiefe nicht um einen Fuß mehr Wind fassen kann, als ein andres, das eben so lang und breit, aber weniger tief ist; d) daß ein solch Schiff so viel leichter scheitert ꝛ.; e) daß man die Inclinationen um die Latitudinalare ebenfalls durch die größere Länge, und nicht bloß durch die größere Schwere und Tiefe des Schiffs verringern, den Inclinationen um die longitudinalare aber ausweichen kann, 'so bleibt kein Vortheil für sie übrig, als daß sie im Sturm und bey Contrawind weniger zurückgetrieben werden, welches aber auch so gar viel nicht seyn kann, da sich die Puppis in der Tiefe so sehr verengert. Die Inclinationen sind freylich eine Hauptsache, aber da die Fischprora keine Inclinationen leiden kann, so dürfen wegen der Inclinationen die Schiffe mit der Fischprora um keinen Fuß tiefer gehn, 'und weil man das Zurückweichen durch die Thüren weit stärker hindern kann als durch die Tiefe der Schiffe selbst, so brauchen sie auch zum derentwillen nicht tiefer gebaut zu werden.

§. 230.

Tiefe Schiffe haben also sehr erhebliche Nachteile, welche die Vortheile derselben weit übertreffen. Ihr Widerstand ist im Segeln, Lenken und Wenden stärker, im Segeln nicht bloß deswegen stärker, weil sie tiefer sind, und daher mehr Widerstandsfläche haben,

Haben, sondern auch darum, weil, wie schon gesagt worden ist, das tiefe Wasser ihnen beym Segeln stärker widersteht, theils weil es tiefer ist, und alles Wasser nur nach oben weichen kann, theils weil der Wind, besonders ein mäßiger, nur das obere Wasser bewegen kann, (welches dann um das  $\square$  seiner Geschwindigkeit dem Schiff auch weniger widersteht) und nicht das untere. Bey diesem stärkern Widerstande hat, wie auch schon erwähnt worden, ein tiefes Schiff doch nicht mehr Segel und Segelkraft, als ein andres das halb so tief ist, und daher wenigstens  $\frac{2}{3}$  mal schneller  $\&$  fortkommt. Blos daß ein tiefes Schiff im Sturm, und besonders in Contrawind weniger weichen und geringere Inclinationen haben wird, das giebt ihm den Vortheil. Man muß also beydes sehr hoch schätzen, wenn man diesen zwey Vortheilen tiefer Schiffe alle die Vortheile aufopfert, welche weniger tiefe Schiffe voraus haben. Diese zwey Vortheile tiefer Schiffe hat aber ein Schiff nach meinem Vorschlag ebenfalls, ohne deshalb die Vortheile aufzutopfern, die weniger tiefe Schiffe haben, denn wegen der Fischprova ist es keinen Inclinationen ausgefekt, und wegen seiner Fallthüren weicht es im Sturm und Contrawind weit weniger als ein Schiff, und wenn es 60 r. Fuß tief im Wasser ginge.

## §. 231.

Die Wichtigkeit der Inclinationen (S. 37.) kann man außer der Erfahrung am besten aus der Berechnung ersahn. Es sey fig. 34 AB die Höhe des Schiffs = 48 Fuß, und EB die Höhe der Carina = 24 Fuß. Indem AE = 24 Fuß, nach C von der Welle F gestoßen wird, so wird die untere Hälfte des Schiffs, die Carina ED dem Wasser unter der Welle entgegen bewegt.

Bewegt. Wenn also ein Schiff von 160 Fuß Länge, b  
48 Höhe überhaupt, und 24 Fuß Wassertiefe, von  
einer Seitenwelle getroffen wird, so daß es sich um  
seine Longitudinalaxe inclinirt, welche wir mit der  
Wasserfläche parallel in E annehmen, also im 24ten  
Fuß, wenn das Schiff 24 Fuß im Wasser und außer  
demselben ist, und wenn der Widerstand des Was-  
sers gegen einen □Fuß des sich inclinirenden Schiffes  
1 ℔ ist, wenn er sich in 1 Sec. durch 1 Fuß incli-  
nirt, so ist der Widerstand von ED, auf welchen  
vorzüglich zu sehn ist, weil der Stoß der Welle auf  
EC ihm gleich, und also daraus zu berechnen ist,  
wenn B nach D sich durch 1 Fuß bewegt, = der Sum-  
me der □Zahlen von  $\frac{1^2 \text{ bis } 24^2}{24^2}$  (§. 100.) multi-

plicirt mit der Länge des Schiffes (160 Fuß)  
=  $\frac{2^2 7^2 0^2}{3^2} \times 160 = 1371 = a$ . Bewegt sich D durch d.  
4 Fuß, so ist der Widerstand =  $a \times 4^2$  u. s. w. Auf e  
den Widerstand von EC ist nicht zu reflectiren, denn  
wenn C durch 1 Fuß inclinirt wird, so inclinirt sich  
der nächste Fuß über E durch  $\frac{1}{24}$  Fuß. Inclinirt  
sich C durch 4 Fuß, so incliniren sich die 4 nächsten  
Fuß über E, der unterste durch  $\frac{4}{24}$ , der 2te durch  $\frac{3}{24}$ ,  
der 3te durch  $\frac{2}{24}$ , und der 4te durch  $\frac{1}{24}$  Fuß. Der f  
Widerstand ist daher so gering, daß wir ihn gänzlich  
übergehn können, denn keine Welle ist auf der andern  
Seite des Schiffes, in welche sich CE incliniren könn-  
te, da denn der Widerstand, wenn sie 18 Fuß hoch  
wäre, schon ansehnlich seyn würde, weil 18 Fuß von  
EC ins Wasser der Welle kämen. Wenn sich C durch g  
1 Fuß inclinirt, so ist der Widerstand des 1ten Fuß-  
ses über E =  $(\frac{1}{24})^2 \times 160 = \frac{1}{3} \frac{5}{7} \frac{2}{3}$  ℔. Inclinirt sich  
C durch 4 Fuß, so ist der Widerstand der 4 nächsten  
Fuße

$$\text{Fuße über E} = \left( \frac{4 + 8 + 12 + 16}{24} \right)^2 \times 160$$

$$\text{oder} \left( \frac{2 + 4 + 6 + 8}{12} \right)^2 \times 160 = \frac{120 \times 160}{144}$$

$$= 133 \text{ ff. Man kann auch so rechnen: } \frac{1^2 \text{ bis } 4^2}{24^2}$$

$\times 160 \times 4^2$ , oder da sich der 4te Fuß von E durch  $h \frac{2}{3}$  Zoll bewegt,  $\frac{1^2 \text{ bis } 4^2}{4^2} \times (\frac{2}{3})^2 \times 160$ . Diesen

geringen Widerstand wollen wir also nicht in Rechnung bringen. Ich will nun zur deutlichern Uebersicht der Gewalt, welche ein Schiff von verschiedner Tiefe und Länge bey verschiednen Seiteninclinationen leidet, nachfolgende Tabelle entwerfen:

			Widerstand
160 Fuß Länge, 24 Fuß Tiefe, Inclination	1 Fuß =	1371 ff	
- - - - -	4 - =	21936 -	
- - - - -	10 - =	137100 -	
- - - - - 20 -	1 - =	1148 -	
- - - - -	4 - =	18368 -	
- - - - -	10 - =	114800 -	
- - - - - 15 -	1 - =	882 -	
- - - - -	4 - =	14112 -	
- - - - -	5 - =	22050 -	
- - - - -	10 - =	88200 -	
120 - - - 24 -	1 - =	1020 -	
80 - - - 24 -	1 - =	680 -	

k Weil im vorigen der Widerstand der Schiffseite = dem Widerstande der Kugel =  $\frac{2}{3}$  ist angenommen worden, so müssen auch alle diese Widerstände um  $\frac{2}{3}$  herabgesetzt werden. Auch sind sie um deshalb etwas

was geringer anzunehmen, weil hier, so wie in andern Berechnungen, immer das volle Maas genommen worden, ohne darauf zu reflektiren, daß sich das Schiff nach vorn und hinten verengert und erhebt. Wenn man dis allezeit hätte mit in Rechnung bringen wollen, so würden die Rechnungen weitläufiger, und doch nicht nützlicher geworden seyn, denn meine Absicht ist einen generellen Begriff von dem und jenem Widerstande zu geben, und dazu ist jene Genauigkeit nicht nöthig. Das Verhältnis, an dessen Kenntnis am meisten gelegen ist, bleibt eben dasselbe, wenn auch der Widerstand  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{3}$  &c. größer oder kleiner ist.

§. 232.

Wenn die Welle von der rechten Seite kommt, a und die Carina geht 24 Fuß tief im Wasser, so wird ED dem Wasser unter der Welle entgegen bewegt, wenn sich EC auf die linke Seite inclinirt. Es hat aber ED außer dem berechneten Widerstande auch noch den Widerstand der Geschwindigkeit des untern Wassers zu überwinden. Wenn sich also z. B. das c Schiff durch 10 Fuß inclinirt, nämlich der Bord C, und ist die Geschwindigkeit des untern Wassers von 1 bis 24 Fuß Tiefe im Durchschnitt = 6 Fuß, so ist die Gewalt des untern Wassers =  $6^2$ , welche von der obern Welle, die gegen CE schlägt, ebenfalls muß überwunden werden, weil das untere Wasser mit der Geschwindigkeit von 6 Fuß auf die ihr entgegen bewegte Carina ED stößt. Dieser Widerstand, oder d Impuls, oder Druck von 6 Fuß Geschwindigkeit des untern Wassers auf die Carina ED = 24 Fuß tief und 160 Fuß lang, ist bey der Inclination durch 10 Fuß = 132240 ℔. Der Widerstand von ED ist also, wenn

wenn C durch 10 Fuß incliniert wird, = 137100 +  
 e 138240 = 275340 ℔, und so stark ist demnach  
 auch der Stoß der Welle auf EA, der EA in die Rich-  
 tung EC bringt, und welcher Stoß eben EB die Rich-  
 f tung ED giebt. Es kommen also auf die ganze Schiff-  
 f eite 275. 340 × 2 = 550. 680, und  $\frac{1}{3}$  abgezogen,  
 g 367. 120 ℔. Man darf sich also nicht wundern,  
 daß ein Schiff, wenn es auf einer Sandbank festsißt,  
 und die volle Stärke einer Welle erfährt, eben darum  
 weil es fest sißt, (denn indem das von einer Seiten-  
 welle erreichte Schiff der anstoßenden Welle weicht,  
 so wird dadurch der Stoß sehr verringert) so bald von  
 h den Wellen zerschlagen wird. Ist die Welle, welche  
 die Seite des Schiffs trifft, so lang als das Schiff =  
 160 Fuß, trifft sie also die Schiffseite EC in einer Höhe  
 von 18 Fuß, und ist ihre Geschwindigkeit = 10 Fuß  
 in 1 Sec., so ist die Gewalt, welche das Schiff erfährt,  
 = 160 × 18 × 10<sup>2</sup> = 288000 ℔, ( $\frac{1}{3}$  wegen des  
 Widerstands abgerechnet, = 192000 ℔) und die ganz-  
 ze Gewalt, welche die Schiffseite erfährt, wäre gar  
 576000 ℔. ( $\frac{1}{3}$  abgerechnet = 384000 ℔, welches  
 i mit f = 367. 120 ℔ nahe zusammentrifft.) Die Ge-  
 walt, welche ein Schiff von einer schnellen und groß-  
 sen Seitenwelle leidet, sey übrigens welche sie wolle,  
 so ist aus dieser Berechnung, wenn man sie auch we-  
 gen des Widerstandes der Kugel  $\frac{1}{3}$  kleiner annimmt,  
 doch immer so viel klar, daß sie sehr groß ist (wie das  
 auch das Zerschlagen eines festsißenden Schiffs be-  
 weist), und daß ein Schiff in der See, wenn es auch  
 nicht festsißt, sofern es nicht stark gebaut ist, von Sei-  
 tenwellen in der offenen See kann zerschlagen werden.  
 k Man erkennt auch, daß eine so große Gewalt der  
 Wellen ein Schiff sehr wohl umwerfen kann, wovon  
 l man auch Erfahrungen hat. Es ist zugleich deutlich,  
 daß tiefe Schiffe nicht leicht können umgeworfen wer-  
 den,

den, denn wenn auch die Welle 18 Fuß hoch an EC schlägt, so widersteht doch das untere Wasser durch 24 Fuß der Carina = ED, und also der Inclination selbst, und daher macht der Widerstand des untern Wassers, daß bey tiefen Schiffen die Inclinationen wohl nie so stark werden können, daß sie ein Schiff umwerfen. Aber der heftige Schlag der Welle an EA kann ihm sowohl wie einem andern Schiffe gefährlich werden. Aus der Tabelle ist zugleich klar, daß ein Schiff von 15 Fuß Tiefe, von der Gewalt, welche das Schiff von 24 Fuß Tiefe durch 4 Fuß inclinirt, noch nicht durch völlige 5 Fuß inclinirt werde, so daß also ein Schiff von 15 Fuß Tiefe so gar viel mehr eben nicht von Inclinationen zu besorgen hat, als das so viel mehr tiefere Schiff von 24 Fuß, nicht zu gedenken, daß in einer Tiefe von 15 Fuß die Geschwindigkeit des Wassers auf ED stärker ist, als von 15 bis 24 Fuß, wodurch die Inclination auch verhältnismäßig geringer wird. Wo die Wellen kurz sind, z. B. nur 30, 40, 80, 100 Fuß lang oder breit, wie man es nennen will, und es trifft eine 50 Fuß lange Welle ein Schiff von 160 Fuß Länge, so inclinirt es dasselbe ungleich weniger, als wenn eben diese Welle ein Schiff von 120 Fuß trifft. Also kann auf diesen Fall die größere Länge des Schiffs auch die Inclination verringern.

§. 233.

Wenn ein Schiff von 160 Fuß Länge, 24 Fuß<sup>a</sup> Tiefe, und 40 Fuß Breite um seine latitudinalaxe inclinirt wird, so daß bald das Hinter- bald das Vordertheil des Schiffs in die Tiefe gestossen wird, so ist, wenn wir die Breite des Schiffs, = 40 Fuß, <sup>c</sup> und die ganze Länge des Schiffs gleich annehmen, der Wi-  
D
der.

derstand des sich inclinirenden Hinter- oder Vordertheils, wenn es sich in 1 Secunde ('und geschieht die Inclination in kürzerer Zeit, wie es glaublich, so ist die Gewalt bey diesen so wie bey den Seiten noch größer, als die Berechnung sie angiebt,) durch 1 Fuß inclinirt, =  $\frac{1^2 \text{ bis } 80^2}{80^2} \times 40 = 26\frac{1}{2} \times 40 = 1046 \text{ \AA}$ .

e Weil aber die Schiffsbasis nicht platt ist, sich auch d das Hintertheil stark verengert, '(weshalb es auch wohl tiefer wird inclinirt werden als das Vordertheil,) und auch das Vordertheil sich etwas verengert, so will ich sogleich  $\frac{1}{3}$  in der nachstehenden Tabelle abrechnen.

160	—	—	—	1 Fuß =	697	—
—	—	—	—	4 — =	11132	—
—	—	—	—	10 — =	69700	—
120	—	—	—	1 — =	547	—
100	—	—	—	1 — =	458	—
80	—	—	—	1 — =	368	—

e Diese Gewalt ist für das ganze Schiff ebenfalls f doppelt zu nehmen. Bey den Inclinationen nach vorn und hinten würfelt auch die Geschwindigkeit des tiefen Wassers, welches vom Vordertheil herkommt, g und muß von der inclinirenden Gewalt zugleich mit h überwunden werden. 'Es ist aber dieser Widerstand i des tiefen Wassers nicht ansehnlich. Wenn das Schiff 160 Fuß lang, so ist das sich inclinirende Vordertheil oder Hintertheil = 80 Fuß. Es sey fig. 41. AB die Schiffsbasis, EB das Hintertheil, welches sich inclinirt, und BD = 10 Fuß, so ist der Widerstand des tiefen Wassers, nämlich des Wassers in einer Tiefe von 24 Fuß, gegen ED wie  $\frac{BD}{2}$  zu ED. ED =

$\sqrt{(EB^2 + BD^2)}$ . Also wie 5 : 80  $\frac{1}{2}$  = ohngefähr  $\frac{1}{12}$ . Die

Die Widerstandsfläche ist  $BD \times 40 = 400$ .  $\frac{400}{25} = 16$   
 25  $\frac{1}{2}$ . Die Geschwindigkeit des untern Wassers  
 wird bey 24 Fuß Tiefe nicht über 2 Fuß seyn, also ist  
 sein Widerstand  $= 25 \times 4^2 = 150$  und  $\frac{1}{3}$  abgenommen =  
 100  $\frac{1}{2}$ . Weil aber die Puppis sich sehr verengert, u. sich  
 da verengert, wo der Widerstand am stärksten ist, näm-  
 lich am Ende, so ist der Widerstand von der Geschwin-  
 digkeit des untern Wassers noch weniger, und deshalb  
 können wir ihn ganz übergehn. Wenn sich das Vor-  
 dertheil inclinirt = AF, so würdt die vor A herkom-  
 mende Geschwindigkeit des tiefen Wassers der Inclina-  
 tion AF nicht so entgegen, als der Inclination des  
 Hintertheils BD, sondern stößt mehr auf AF, und  
 hält das Schiff in seinem Lauf etwas auf, oder stößt  
 es etwas zurück. Wenn das von vorn kommende  
 Wasser der Inclination des Hintertheils = ED nicht  
 noch etwas widerstünde, so müßte es sich noch etwas  
 tiefer incliniren, als es sich schon wegen seiner veren-  
 gerten Puppis incliniren wird, indes beträgt dis sehr  
 wenig. Das Vordertheil wird sich mehr recliniren =  
 CE, als incliniren = FE, denn bey der Reclination  
 CE stößt es das vordere Wasser mit in die Höhe, und  
 die wegen ihrer Verengung tief einsinkende Puppis  
 BD befördert die Reclination CE oder AC. Da der  
 Widerstand des untern Wassers gegen die verengerte  
 Puppis nicht so stark seyn kann, so wird das Hinter-  
 theil im Gegentheil mehr inclinirt werden = ED, als  
 reclinirt = EG. Also wird das Vordertheil mehr in  
 die Höhe als in die Tiefe, und das Hintertheil mehr  
 in die Tiefe als in die Höhe gestoßen werden, welches  
 sich denn auch wohl in der Erfahrung so verhalten wird.  
 Der Widerstand eines Schiffs von 160 Fuß Länge,  
 15 Fuß Tiefe, mit einer 30 Fuß langen Prora, und  
 einem 20 Fuß langen Schwanz wie fig. 36, welches  
 nach diesem Maasstab gezeichnet ist, wenn es In-

inclinationen litte, wäre =  $\frac{1^2 \text{ bis } 105^2}{105^2} \times 40 =$

1420  $\text{℔}$  ohne  $\frac{1}{2}$  abzuziehn, weil ein solch Schiff sich nach hinten gar nicht, und nach vorn sehr wenig verengert, und eine ganz oder meist ganz platte Basis hat. Soll sich dieses Schiff durch 10 Fuß incliniren, so ist der Widerstand 142000  $\text{℔}$ . Der Widerstand der Fläche ED verhält sich zum Widerstande von BD wie  $\frac{BD}{2}$  : ED = ohngefähr wie 5 : 105. =  $\frac{1}{21}$ . Die

Widerstandsfläche =  $BD \times 40 = 400 \square$  Fuß, und der Widerstand, weil das Schiff nur 15 Fuß tief geht, sey  $6^2$ , d. h. die Geschwindigkeit des 15 Fuß tiefen Wassers sey noch 6 Fuß in 1 Sec. (die gewiß nicht seyn wird, so wenig als 4 Fuß bey 24 Fuß) =  $\frac{400 \times 6^2}{21} = 686 \text{ ℔}$ .  $142000 + 686 = 142686$ .

Es gehört also eine mehr als doppelt so große Gewalt dazu, ein solch Schiff zu incliniren, denn ienes Schiff von 160 Fuß Länge wurde von 69700  $\text{℔}$  schon durch 10 Fuß inclinirt. Man hat sich also vor den Inclinationen eines solchen Schiffs mit der Fischprora nicht zu fürchten. Litte die Fischprora wirklich Inclinationen, wie es doch auf keine Weise wahrscheinlich ist, so wäre der Widerstand des untern Wassers am gefährlichsten, denn daß das obere Wasser sie in die Tiefe drücken werde, diese Furcht ist vollends ohne allen Grund, und wird von dem durch die Wellen schwimmenden Wallfisch und andern großen Fischen täglich widerlegt. Im Sturm aber haben die Wellen noch weniger eine niederdrückende Kraft, ihre Kraft ist da fast ganz horizontal, so wie die Kraft einer Kugel, die mit

mit starker Horizontalkraft über eine Rhombfläche geschoben wird, welche nicht einsinkt, und daher fast gar nicht durch die Kraft ihrer Schwere würkt. Aber <sup>aa</sup> man darf sich auch nicht fürchten, daß die Prora vom Widerstande des untern Wassers abbrechen werde, auch wenn sie Inclinationen lichte, wenn man nur nicht in ihrem Aufbau Fehler gemacht, und ihr die gehörige Befestigung, und Stärke zu geben unterlassen hat. Die Berechnung wird bis deutlich machen. Wenn <sup>ab</sup> die inclinirende Gewalt = 142686 ℔ ist, so kommt auf die 30 Fuß lange und breite Fischprora ('denn <sup>ac</sup> weil diese größere Bögen beschreibt, so ist auch ihr Widerstand stärker) ohngefähr die Hälfte von diesem Widerstande des ganzen Vordertheils AE fig. 41 = 71343 ℔, und also auf jeden der 30 Balken, aus denen sie gebaut ist =  $\frac{71343}{30} = 2378$  ℔. Nun aber <sup>ad</sup>

ist nach §. 216. das Gewicht eines Balkens von 30 Fuß = 1920 ℔, und er wird so wenig wie keiner von 19 Fuß von seiner eignen Schwere brechen. Es <sup>aa</sup> kommt daher alles auf die Befestigung der Prora mit dem Schiff an, und die kann man ohne Schwierigkeit so stark machen, wenn die Balken der Prora etliche Fuß auf der Basis des Schiffs noch hinlaufen, und an sie durch eiserne Stäbe gut befestiget seyn, die durch beyde Balken durchgehn, und oben und unten tiefe Schrauben haben, oder eiserne Riegel, daß keine Welle die Prora abbrechen kann, sonst müßten auch die gewöhnlichen Vordertheile abbrechen §. 48. v. Welche Gewalt müßte auch das untere Wasser haben, welches die Prore reclinirt, wenn sie die Prora abbrechen sollte? Dieses Wasser inclinirt die Puppis, und <sup>ab</sup> der Widerstand des hintern Wassers, der die Puppis reclinirt, und die Prora inclinirt, ist der Kraft des vordern

- ag vordern Wäfers gleich. Ich will gar nicht gedenken, daß der sich hebenden Prora das obere Wafer mit dem  $\square$  der Geschwindigkeit der sich hebenden Prora widersteht, sondern ich will einmal annehmen, daß die Gewalt des untern Wäfers, in einer Tiefe von 10 bis 15 Fuß, als so weit die Prora fig. 1 im Wafer geht, und welches untere Wafer sich unter DI zieht und in der Linie RS auf sie stößt, nicht die Prora in der Linie
- ah RS zurückstoße, welches doch seyn muß, weil die Direction RS ist, und die Kraft des Wäfers also in dieser Direction, und also von vorn nach hinten, und
- ai nicht nach oben würkt, 'ich will annehmen, daß das reflektirte Wafer in der Linie ST nicht unter die Schiffsbasis gleite, und von beyden Seiten des
- ak Schiffs in die Höhe steige, 'sondern ich will, wider alle Erfahrungen von der Würkung der Kräfte und des bewegenden und bewegten Wäfers, annehmen, daß das untere Wafer mit der Kraft, mit welcher es auf die Linie DI würkt, und welche =  $\frac{HI}{2}$  ist, das
- al Vordertheil in die Höhe stoße. Sey die Prora 30 Fuß breit, und die untere Prora 5 Fuß hoch, so ist ihre Widerstandsfläche 150  $\square$  Fuß. Ihr Widerstand war nach §. 24. c = 15  $\frac{1}{2}$   $\mathcal{L}$ , also müßte die Geschwindigkeit des untern Wäfers seyn
- $$= r \left( \frac{71343}{15 \frac{1}{2}} \right) = r 4652 = 68 \text{ Fuß in 1 Secunde.}$$
- am 'Da nun diese Geschwindigkeit selbst das obere Wafer, ia selbst keine Welle noch nicht gehabt haben kann, so lange die Welt steht, indem kaum der Wind diese Geschwindigkeit bey dem heftigsten Sturme viel weniger das 800 mal schwerere Wafer hat, so ist klar, daß sich die Fischprora nie durch 10 Fuß incliniren, daß sie also auch nie abgebrochen werden kann, und daß es sogar eine physikalische Unmöglichkeit sey, daß die

die Prora von der Kraft des Wassers, die es in diesem Fall hat und irgend haben kann, könne abbrechen werden. Es könnte sogar die Prora von dieser unmöglichen Gewalt, von 71343 ℔, nicht abbrechen, wenn das Schiff auch völlig unbeweglich wäre, und von dieser anstößenden Gewalt weder zurückwiche, noch sich in die Höhe höbe, sobald die Balken der Prora auf den Balken der Schiffsbasis gut befestiget sind. Gehn durch beyde Balken eiserne Stangen, <sup>10</sup> welche oben und unten, 1, 2 Zoll von ihrem Ende, ein Loch haben, durch welches ein eiserner Kiegel von 1 oder 2 Zoll Stärke geht, so müßte dieser Kiegel zerbrechen, oder das Eisen über ihm ausreißen, wenn die Prora abbrechen sollte. Dazu aber ist eine Kraft <sup>ap</sup> von 2378 ℔ für jeden Balken und seinen Kiegel viel zu schwach. Die vornehmste Gewalt kommt auf I <sup>aq</sup> fig. 1, d. h. auf die erste eiserne Stange und ihren Kiegel, die a) durch den Balken ID, b) durch den Keil, welcher zwischen dem Ende I des Balkens ID und dem Balken IK der Schiffsbasis liegt, und dem Balken ID die Direction ID giebt, und c) durch den Balken IK. Der Zwischenkeil, der mit seiner Basis nach vorn steht, hat einen andern Keil vor sich, um den Widerstand des Wassers zu schwächen. Die Basen beyder Keile sind also aneinander. Kann nun <sup>as</sup> bey einer solchen Befestigung die Prora ohnmöglich abbrechen, wenn das Schiff unbeweglich wäre, so ist es noch unmöglicher daß sie abbrechen kann, wenn das Schiff nach hinten und nach oben weicht, denn dadurch wird die abbrechende Gewalt des Wassers fast gänzlich, oder doch größtentheils vereitelt. Ueberdem <sup>at</sup> so verhindert der Schwanz (der ganz gewiß nicht einmal nöthig seyn wird) schon den Anfang aller Inclinationen, der denn, damit er vom Widerstande des untern Wassers nicht abbreche, eben so wie die Prora be-

befestiget wird, auch Stüßbalken bekommen kann, welche so angebracht werden können, daß sie die Bewegung des Hebels hinter der Puppis, welcher die <sup>au</sup> Seitensteuer öffnet, nicht hindern. Aber auch ohne diese Stüßbalken wird der Schwanz nicht abbrechen, wenn seine Balken einige Fuß auf der Basis der Puppis <sup>av</sup> hinlaufen. Die Inclinationen der Fischproa könnten bloß von unten anfangen, und die Prora in <sup>aw</sup> die Höhe stoßen, d. h. recliniren. Diesen Reclinationen widersteht der Schwanz, und zunächst schon das Wasser über der Prora mit dem  $\square$  der Geschwindigkeit der sich hebenden Prora. Von oben nach unten können die Inclinationen der Prora nicht anfangen, denn die ankommende Welle würkt mit ihrer starken Horizontalkraft auch nur in der Horizontallinie, <sup>ay</sup> und stößt das Schiff in dieser Linie zurück, 'sie würkt aber nicht nach unten, oder überaus wenig, und kann <sup>az</sup> also die Prora nicht incliniren, 'denn dieser geringen Kraft widersteht 1) das untere Wasser, welches der absteigenden Prora  $\text{ID}$  fig. 1 mit dem  $\square$  ihrer Geschwindigkeit entgegen würkt, 2) ebenfalls der Schwanz, oder das Wasser über demselben, das seine Erhebung mit dem  $\square$  der Geschwindigkeit des Schwanzes <sup>ba</sup> hindert. Ueberhaupt kommt sehr viel und fast alles darauf an, daß man den Widerstand des Wassers durch Versuche ausmittle, je nachdem eine Fläche, senkrecht oder schief, entweder 1) im Wasser in die Höhe, oder 2) in die Tiefe bewegt wird, oder 3) je nachdem eine unter dem oder jenem Winkel auf- oder absteigende Fläche gegen das Wasser horizontal bewegt wird. <sup>bb</sup> Aus diesen Versuchen wird dann sehr leicht können bestimmt werden, welche Abtheilung bey dieser und jener Länge der Prora, sowohl für die Geschwindigkeit des Schiffs, als zur Vermeidung der Inclinationen <sup>bc</sup> die beste sey. Diese Versuche können am besten mit kleinen

Kleinen Proren auf einem Fluße gemacht werden; wegen der Inclinationen, denn um die Geschwindigkeit bloß zu erfahren, ist auch ein stehendes Wasser hinreichend. Ein Gewicht, welches die Prora zieht, <sup>bd</sup> und die Abmefung der Zeit, in welcher diese und jene Prora einen bestimmten Raum durchläuft, wird dann die beste Abtheilung der Höhe von der untern und obern Fläche der Prora selbst angeben. Da auch in <sup>be</sup> Ansehung des Widerstandes der Figur die Mathematiker sehr von einander abgehn, indem Gravesand bey'm Keßel (der vollkommen auf den Keil kann applicirt werden) den Widerstand dem halben Sinus des Einfallwinkels gleich schätzt, andre dem ganzen Sinus des Einfallwinkels, Hr. Euler aber gar den Widerstand um das  $\square$  des Sinus vom Einfallwinkel verringert, so müßte auch der Widerstand der Figur der Körper im Wasser aufs gewisseste bestimmt werden, welches <sup>bf</sup> ohne große Mühe geschehen kann, und genau, wenn die Versuche mit großen keilförmigen Proren gemacht werden, die wenigstens eßliche Fuß haben, weil da <sup>bg</sup> seltner ein Fehler vorgehn kann, als wenn die Versuche in Ansehung der Figur mit allzukleinen Körpern, die nur eine Zollgröße haben, gemacht werden, wie von dem berühmten Gravesand geschehn ist. Uebrigens <sup>bh</sup> ist aus dem vorhergehenden klar, daß man die Größe der Inclinationen um die Latitudinalaxen am besten durch die Länge der Schiffe verringern kann, wie auch schon aus fig. 35 erhellet, woraus denn folgt, hi daß man auch den Inclinationen um die Longitudinalaxen am besten durch breite Schiffe vorbeugen könnte, wenn andre Umstände es nicht verhinderten.

S. 228, c - c.

§. 234.

Da ein Schiff von 80 Fuß Länge schon von der Hälfte der Gewalt eben so stark inclinirt wird als ein Schiff von 160 Fuß, so ist es deutlich, daß die Länge der Schiffe sowohl den Inclinationen um die latitudinal als longitudinalare widerstehe, sobald die Wellen nicht allezeit so groß sind, daß sie die ganze Schiffseite treffen. Es geht demnach allenthalben herfür, daß die Schiffe im Verhältnis zu ihrer Tiefe und Breite nicht lang genug sind, und daß lange Schiffe vor tiefen die größten Vortheile voraus haben, daß man aber, um sie vor der Gefahr einer Seiteninclinacion in Sicherheit zu setzen, etwas breiter machen müsse. Wenn man auch die Fische betrachtet, so finden wir an ihnen fast insgesammt, besonders bey schnell schwimmenden, daß die Natur in ihrer Proportion der Länge zur Tiefe und Breite sehr weit von der Proportion abgeht, welche unsre See-schiffe haben, und daß sie weit länger baut. Ohne geachtet fig. 36, ohne Schwanz (20 Fuß) und ohne Fischvordertheil (= 30 Fuß) doch 160 Fuß lang und nur 40 Fuß breit ist, so beweist es doch gleich der Augenschein auf den ersten Blick dieser Figur, daß dieses Schiff gegen seine Breite zu kurz ist, und doch ist es verhältnismäßig länger als andre.

§. 235.

Für lange Schiffe spricht demnach alles, und wider kurze und tiefgehende Schiffe spricht auch alles. Ein breiter und tiefer Schiff haben beyde stärkern Widerstand, weil sie dem Wasser mehr Fläche darbieten, aber zwischen beyden ist noch ein großer Unterschied, und das tiefe Schiff wird, bey gleicher Segelkraft, wegen des stärker widerstehenden tiefen Wassers, allezeit

zeit weit langsamer segeln, als dasienige Schiff, welches um eben so viel breiter ist, als ienes tiefer. Vlos alsdenn, wenn dem Winde und den Wellen entgegen gerudert wird, widersteht das obere Wasser stärker als das tiefere. Man würde gewiß ansehnlich gewinnen, wenn man, anstatt 24 Fuß tief im Wasser gehende Schiffe zu bauen, sie nur 12 Fuß tief machte, und die abgenommenen 12 Fuß theils durch eine größere Länge, theils durch eine größere Breite ersetzte, oder lieber 2 Schiffe von 12 Fuß Tiefe von gleicher Länge und Breite erbaute.

§. 236.

Ein Schiff von 200 Fuß Länge, 60 Fuß Breite und 12 Fuß Tiefe, ladet fast so viel als ein Schiff von 160 Fuß Länge, 40 Fuß Breite und 24 Fuß Tiefe. Der Unterschied ist nicht größer als  $\frac{1}{3}$ , also noch nicht  $\frac{1}{2}$ . Jenes Schiff segelt aber wahrscheinlich noch einmal so schnell, und wird allen Gefahren der See weit besser widerstehn wie dieses.

§. 237.

Daß man die Schiffe lieber tiefer als breiter baut, davon sind wahrscheinlich zwey Ursachen: erstlich weil man aus der Erfahrung wird seyn überzeugt worden, daß tiefe Schiffe dem Sturm und Contrawind besser widerstehn, und nicht so stark zurückgetrieben werden; denn so wenig auch das Hintertheil der gewöhnlichen Schiffe widersteht, so widersteht es doch an einem tiefen Schiffe 1) wegen des tiefen Wassers stärker, 2) weil es mehr Widerstandsfläche hat, 3) weil die zurückstoßende Kraft am Vordertheil nicht verhältnismäßig stärker ist, indem sie nach der Tiefe abnimmt, da hingegen ein weniger tiefes Schiff nach seiner

seiner ganzen Fläche von einem stärker bewegten Wasser zurückgestoßen wird. No. 1 und 3 gelten auch bey Contrawind, wenn das Schiff lavirt, denn obgleich ein tiefes Schiff keine so starke Seiteninclinationen hat, indem ED fig. 34 widersteht, so treibt doch der Druck auf ED das Schiff eben sowohl zurück, als der Stoß auf EC. Zweitens weil bey breitem Schiffen der convexe Bau der Carina mehr Schwierigkeiten machen wird. Daß man aber die Carina convex baut, welche convexe Construction doch weitmühsamer seyn muß, als wenn man den See- wie den Stromschiffen einen platten Boden gäbe, davon in der Folge.

## §. 238.

Das erste große Seeschiff, und ohne Zweifel das größte, welches seit der Schöpfung ist gebaut worden, wurde nach der Angabe des ohne Widerspruch größten Schiffsbaumeisters gebaut, 1 B. Mos. 6, 14. 15. Es war aber dieses Schiff 300 Ellen lang, 50 breit, und 30 hoch, ging höchstens (wegen seiner nicht schweren Ladung, z. B. Heu, Stallungen der Thiere) 15 Ellen im Wasser, und war eben so hoch außer dem Wasser. Es lud also, wenn man dieses Schiff als ein Parallelepipedium berechnet, 157. 500 Centner, oder 7875 Tonnen. Das hebräische Wort, welches Luther durch Elle übersetzt hat, bedeutet den Vorderarm eines Menschen. Dieses Maas habe nun diese oder jene Länge, sey 1 oder 1½ oder 2 Fuß zc. (Da die Menschen vor der Sündfluth nach aller Wahrscheinlichkeit, und nach den noch jetzt ausgegrabnen Knochen, der in der Sündfluth ersäufeten Thiere z. E. des Elephanten zc. zu schließen, Büßfons Epochen der Natur. 1. Theil, S. 151. folg.

we.

wenigstens noch einmal, auch wohl 3, 4 mal größer können gewesen seyn, als sie jetzt sind, und also auch ihr Vorderarm) so bleibt das Verhältnis eben dasselbe, nämlich die Länge war 6 Breiten und 10 Höhen des Schiffs überhaupt, oder 20 Wassertiefen. Bey 200 Fuß Länge des Schiffs wäre also die Breite =  $33\frac{1}{3}$  Fuß, die ganze Höhe des Schiffs = 20 Fuß, d. h. 10 Fuß im Wasser und 10 Fuß überm Wasser. Dis ist ohne Zweifel der allervollkommenste Maasstab, nach dem man ein Schiff bauen kann, sobald man sich vor dem Sturm nicht fürchten darf, d. h. sobald man dem Sturm allezeit das Vordertheil entgegen stellen kann, denn es ist aus physikalischen Gründen wahrscheinlich und erweislich, daß, so lange das Wasser der Einfeldfluth über die hohen Berge ging, kein Sturm gewesen ist, den man auch aus andern Gründen nicht annehmen kann.

S. 239.

Ohngeachtet alle von mir gemachte Vorschläge, die Masten, die Fischprora, die Progressiv- und Steueruder an den Seiten des Schiffs, die Thüren unter dem Schiff, und der Schwanz hinter der Puppis auch bey Schiffen mit einer converen Carina anwendbar sind, so sind sie es doch mit weit mehr Bequemlichkeit zc., wenn die Basis des Schiffs eine ebne Fläche ist, und die Seiten des Schiffs entweder senkrecht, oder, welches ungleich besser ist, divergent und geradlinig in die Höhe gehn, fig. 40 ab. Cb. Die Thüren werden dem konveren Schiffboden accommodirt, und gehn bis an den Kiel. Sobald man die Balken der Thüren mit der Schiffsbasis durch die Ketten WX fig. 29 zusammenhängt, und sie noch dazu hinter sich einen Querbalken haben, an den sich der letzte Fuß

des

des Thürbalkens stämmen kann, so ist es nicht nöthig, daß die Thüren der einen Seite mit den Thüren der andern Seite durch Ketten, welche über den Kiel weggehen, zusammenhängen. Auch die Seitensteuer können an die sich verengernde Puppis der gewöhnlichen Seeschiffe angebracht werden, nur daß sie alsdenn nach §. 146. 151. müßten eingerichtet werden, und nicht nach §. 155. Es sind aber diese Vorschläge weit bequemer und vortheilhafter anzubringen, wenn die Basis des Schiffs eine platte Fläche wäre, und sich die Puppis nicht verengerte, weil durch diese Verengerung zugleich die Ruder verlohren gehn, welche man hinter eine sich nicht verengernde Puppis placiren kann.

## §. 240.

a Man hat ohne Zweifel sehr wichtige Ursachen gehabt, warum man die Carina der Seeschiffe anders baut, als die Carina der Stromschiffe, d. h. warum man ihnen keine platte Basis giebt, sondern eine convere, und warum man unter dieselbe einen Kiel macht, da sie doch sowohl wegen des Kiels als wegen der Krümmung verschiednen Nachtheilen ausgesetzt sind; b 'denn 1) so gehn sie aus beyden Ursachen tiefer, und stoßen also leichter auf; 2) sie laden wegen der Converität weniger; 3) sie schieben sich in eine Sandbank fester ein, da eine platte Basis dis ganz und gar verhindert; 4) sie leiden weit größere Gewalt, wenn der Kiel, auf den das ganze Schiff gebaut ist, auf einen Felsen stößt, als wenn eine platte Basis aufstößt; 5) sie können nicht so fest gebaut werden als ein Schiff mit einer flachen Basis, die aus lauter Balken besteht; 6) sie leiden wegen ihres converen Baues im Wasser stärkere Inclinationen um die longitudinalare, weil

weil alle runde Körper im Wasser beweglicher seyn, als Körper, welche platte Flächen haben, denn eine Walze kann, so wie auf dem festen Boden also auch im Wasser, weit leichter um ihre Aye bewegt werden, als ein Balken. 7) Sie leiden stärkere Inclinationen nach vorn und hinten. 8) Sie können sich (ohne Kiel) schwerer wieder in die Höhe richten, wenn eine Seitenwelle sie umgelegt hat. Diese Punkte will ich nunmehr beweisen.

§. 241.

1) Wird niemand bezweifeln, denn wenn der a Kiel 3. B. 3 Fuß tief geht, wie bey großen Schiffen, so geht das Schiff drey Fuß tiefer, als wenn es keinen Kiel hätte. 2) Daß sie weniger laden, ist eben b falls ohne Zweifel. Es sey fig. 40 PAKDE ein Schiff mit einem converen Boden, und PABKDE eines mit einem flachen Boden BC, so ladet ienes um die Räume ABKA und KCDK weniger. Giebt man c dem letztern Schiff schiefe Seiten aB und bC, so ladet es auch um die ansehnlichen Räume aPB und Ebc mehr, denn an den gewöhnlichen Seeschiffen sind die Seiten überm Wasser AP und DE meist ganz senkrecht. 3) Ist von sich selbst klar. 4) Weil sich der Stoß a mehr in der breiten Schiffsbasis vertheilt, auch ehe er an den Rand der Basis kommt, wo die Schiffseiten eingesezt sind, schon schwächer ist. Stößt das Schiff auf eine Sandbank auf, so wird der Stoß einer größern Fläche mitgetheilt, und dadurch geschwächt. Wenn man einen Menschen mit einer breiten Fläche e schlägt, 3. B. mit einem Bret, so empfindet er den Schlag weit weniger, schlägt man ihn aber mit der Schärfe des Bretes, so fühlt er den Schlag sehr heftig, wenn auch die Gewalt, womit man schlägt, in beyden

f beyden Fällen gleich ist. Ein widerstehender Körper  
 wirkt mit eben der Kraft zurück, womit in ihn ge-  
 wirkt wird, daher ist der Gegenstoß, den das Schiff  
 erhält, wenn der Kiel auf eine Sandbank zc. aufstößt,  
 g sehr heftig. 5) Weil die Rippen des Schiffs das  
 nicht aushalten und tragen, was Balken tragen.  
 h 6) Davon im folgenden Paragraph. 7) Wenn  
 das Vordertheil des Schiffs von einer Welle gestossen  
 wird, oder wenn das in die Inclinationen gebrachte  
 Schiff von dem Gewichte der Masten noch stärker in-  
 clinirt wird, so sinkt das Vorder- und Hintertheil um  
 so tiefer ins Wasser, wenn die Basis konver ist, weil  
 ihr das Wasser um  $\frac{1}{3}$  weniger, als einer ebenen Fläche  
 widersteht. 8) Davon ebenfalls im folgenden §.

## §. 242.

a Ob eine platte oder konvexe Basis den Vorzug  
 verdiene, das wird uns die 40ste Figur am deutlich-  
 sten belehren können. Es sey PAKDE ein Querdurch-  
 schnitt von einem gewöhnlichen Schiff. PA. ED =  
 der Fläche außerm Wasser = 20 Fuß, UK = die Was-  
 fertiefe = 20 Fuß, AD = 40 Fuß und AKD die kon-  
 vexe Carina. KS der Kiel,  $2\frac{1}{2}$  Fuß breit und 3 Fuß  
 tief. aBCb hingegen sey ein Schiff mit einer flachen  
 Basis BC, und mit Seiten, welche oben durch aP =  
 b Eb = 10 Fuß divergiren. Beyde Schiffe sollen sich  
 um ihre longitudinalare U durch 10 Fuß = FH incli-  
 niren, so bekommen beyde die Lage, welche die Figur  
 zeigt, und man erkennt zugleich aus PM, und über-  
 haupt aus der Linie MZ und QR, daß eine Inclina-  
 tion von 10 Fuß schon eine sehr fürchterliche Inclina-  
 c tion seyn muß. Es ist aus der Figur klar, daß wenn  
 sich H durch 10 Fuß inclinirt, E bis Z in die Höhe,  
 und P bis M in die Tiefe steigt, und A sich durch den  
 Bogen

Bogen AN = HF, und D durch den Bogen DG = HF bewegt. Bey dieser Bewegung braucht die Carina d AKD nicht aus ihrer Linie AKD heraus zu treten, und hat wie eine Walze, die sich im Wasser um ihre Are bewegt, ohne sich aus ihrem Raum heraus zu bewegen, keinen andern Widerstand als das Reiben von AKD am Wasser, welches in keine Betrachtung kommt. Es widersteht also die konvexe Carina weder mit der Hälfte AK noch KD, weil sich keine dem Wasser entgegen bewegt, (außer wenn das ganze Schiff von der Welle zugleich auf die andre Seite getrieben wird, da dann auch bey einer convexen Carina der §. 231. i berechnete Widerstand entsteht) sondern es widersteht blos die Fläche KD dem untern Wasser, welches in der Linie OX auf dasselbe stößt. Im 232. §. b ist f die Geschwindigkeit des untern Wassers in einer Tiefe von 24 Fuß von D an zu 6 Fuß in 1 Sec. angenommen worden. Wir wollen sie in einer Tiefe von DC = 30 Fuß zu 6½ Fuß, und in der Tiefe AI nur zu 5 Fuß annehmen. Der Widerstand des untern Wassers auf DK ist also  $UK \times$  der Länge des Schiffs =  $160 \text{ Fuß} \times (6\frac{1}{2})^2 = 20 \times 160 \times 42\frac{1}{4} = 135.200 \text{ \textit{fl}}$ , davon  $\frac{1}{4}$  abgezogen, weil DK den Widerstand der Kugel hat =  $90.133 \text{ \textit{fl}}$ . DK widersteht also mit  $90.133 \text{ \textit{fl}}$  der inclinirenden Gewalt der Welle, die an ED schlägt. Den sehr geringen Widerstand von PA, welches sich durch den Raum PMN gegen das Wasser bewegt, wollen wir nicht rechnen, weil wir blos den Widerstand der platten und convexen Carina vergleichen. Es lehrt der Augenschein, daß der Widerstand von der Fläche aB, die sich durch den Raum aQI dem Wasser entgegen bewegt, stärker sey. Den Widerstand auf YC können wir dem Widerstande auf DC gleich annehmen, denn obgleich derselbe wegen der schiefen Fläche YC etwas schwächer ist, so ist doch auch

R

auch

auch um eben so viel der Stoß der Welle auf Yb schwächer als auf ED. Wenn die flache Basis BC von B nach I in die Tiefe absteigt, so bewegt sich B von BK durch den Raum BI = 13 Fuß ohngefähr, und der Widerstand (welcher = 1 ℔ §. 86. s wegen des Vogens, und über 1 ℔, weil das Wasser gerade in die Tiefe gepreßt wird, =  $\frac{1^2 \text{ bis } 20^2}{20^2}$  (= BK)  $\times 13^2 \times$

160 =  $7\frac{7}{10} \times 169 \times 160 = 193.920$  ℔.  $193.920 \times 135.200 = 329.120$  ℔ = der Kraft mit welcher das Schiff PBKCE oder abKCb mit einem flachen Schiffboden der Inclination widersteht 'ohne noch den Widerstand des Wassers VS auf IL mit einer gewissen Geschwindigkeit, zu rechnen. 'Es ist also offenbar, daß da der Widerstand des Schiffs mit der converen Carina nur 90.133 ℔ war, ein Schiff mit einer flachen Schiffbasis nie so stark könne inclinirt, und also auch nicht so leicht umgelegt werden, wenn der Schiffboden BC breit genug ist. Hieraus ist klar, daß es bey einer converen Carina blos der Kiel seyn kann, der die heftigen Inclinationen verhindert, und der das Schiff auch wieder in seine vorige Lage bringt, wenn es von einer starken Welle ist umgelegt worden. Ist der Kiel 3 Fuß tief, so ist seine Fläche  $3 \times 160 = 480$  □Fuß, ohne die Steven, welche auch eine beträchtliche Fläche dem untern Wasser entgegenstellen. Habe das Wasser am Kiel die Geschwindigkeit =  $5\frac{1}{2}$  Fuß, so ist der Widerstand oder Druck =  $(5\frac{1}{2})^2 = 30\frac{1}{4} = 480 \times 30\frac{1}{4} = 14520$  ℔. Den Druck des Wassers auf die Steven zu 5480 ℔ angenommen = 20000 ℔.  $20000 + 90.133 = 110133$  ℔, welches erst  $\frac{1}{3}$  von 329.120 ℔ ist. Setzt man auch die 114.800 ℔ §. 231. i hinzu, und  $\frac{1}{3}$  abgezogen = 76532, so kommen doch nur 186665 ℔ heraus. 'Weil

‘Weil KD den Widerstand der Kugel hat, und DC den vollen Widerstand, so ist der Widerstand der converen Carina schon um deshalb und überhaupt  $\frac{3}{4}$  schwächer, ohne noch auf den starken Widerstand des tiefen Wassers VS gegen die absteigende Fläche KB oder IL noch auf die Geschwindigkeit des Wassers VKS auf IL zu sehn. Der Widerstand bey Seiteninclinationen ist S. 231 blos nach der Linie DC berechnet, welche sich durch eben den Bogen wider das untere Wasser bewegt, in welchem Bogen DE von der Welle auf die andre Seite und in die Höhe getrieben wird. Dieser Gewalt der Welle widersteht KD blos mit dem vorher berechneten Widerstande des untern Wassers auf KD, welches sich aus der Linie KD nicht heraus gegen das Wasser XO bewegt, wenn das Schiff nicht auf die andre Seite weicht, aber CD oder CY widersteht, außer dem Widerstande auf CD und CY, zugleich mit dem  $\square$  der Geschwindigkeit, womit es sich dem untern Wasser entgegen bewegt, und die ist (den Widerstand von CY dem Widerstande von CD gleich gerechnet, weil der Stoß der Welle um eben so viel schwächer auf Yb als DE ist) =  $\frac{1^2 \text{ bis } 20^2}{20^2}$  (= DC)

$\times 160 \times 10^2$ , wenn die Inclination 10 Fuß ist =  $7\frac{7}{10} \times 160 \times 10^2 = 114560$ .  $114560 + 328.320 = 442.880$  ℔. Der Widerstand von KD war =  $\vee 186665$  ℔. Nehmen wir nun an, daß der Widerstand von Kiel und Steven, wenn sich das unterste Ende vom Kiel durch einen Bogen von 10 Fuß bewegt, für ieden  $\square$  Fuß =  $10^2$  wäre, der er doch nicht voll ist, so wäre der Widerstand des Kiels und der Steven bey einer Inclination von 10 Fuß  $480$  ( $\square$  Fuß des Kiels)  $+ 181$  (für die Steven, denn  $14520 : 5480 = 480 : 181$ )  $\times 10^2 = 66100$  ℔.  $186.665 + 66100$

+ 66100 = 252765 ℔, welcher Widerstand nicht  
 w viel über die Hälfte von 442 : 880 ℔. Also ist hier-  
 aus klar, daß das Schiff aBCb den Inclinationen  
 ohngleich mehr widerstehe, auch ohne Kiel, als das  
 Schiff PAKDE mit Kiel, aber auch klar, daß der  
 Kiel bey einer converen Carina den Inclinationen ge-  
 x waltig widerstehe, und daß also die reclinirende Ge-  
 walt der flachen Basis durch einen Kiel noch stärker  
 könne gemacht werden als sie schon ist.

y Der Kiel schützt demnach die Schiffe mit einer con-  
 veren Carina vor dem Umlegen, und der ununterbrochne  
 Druck des untern Wassers auf ihn und auf die Steven,  
 das mit dem □ seiner Geschwindigkeit würkt, ist Ur-  
 sache, daß sich ein umgelegt Schiff wieder in die Hö-  
 he richten kann, denn sonst ist keine andre Ursache ab-  
 zusehn, die es bewürken könnte, man müßte denn  
 das Schiff völlig umbrehn, daß das Hintertheil nach  
 vorn käme, welches im Sturm fast ohnmöglich seyn  
 wird, da man das Steuerruder gar nicht wird brau-  
 chen können, und die Segel sehr schwer, und auch nur  
 alsdenn, wenn man das umliegende Schiff wenig-  
 z stens zum Theil gewendet hat. Es würkt aber auch  
 das untere Wasser mit seiner Geschwindigkeit, wenn  
 das Schiff inclinirt ist, nicht allein auf YPL, welche  
 Wirkung gleich seyn mag der auf DL, sondern es  
 würkt zugleich auf LI, so daß also ein Schiff mit ei-  
 nem flachen Boden von gehöriger Breite auch oh-  
 na ne Kiel sich wieder recliniren würde. Demnach ist  
 es ganz und gar nicht wahrscheinlich, daß Schiffe mit  
 einem flachen Boden größerer Gefahr ausgesetzt sind,  
 als Schiffe mit einer converen Carina und einem Kiel,  
 ab wenn sie nur die gehörige Breite haben. Schmale  
 Schiffe aber sind großer Gefahr ausgesetzt, wenn sie  
 keinen Kiel haben, ob sie gleich sich schwerer incliniren  
 lassen,

lassen, als schmale u. convere Schiffe selbst mit Kiel, weil der Druck auf IP oder IPY nicht hinreichend seyn möchte, sie zu recliniren, besonders wenn sie einen hohen Bord haben, die Welle daher nicht über sie weggeh'n kann, sondern die Seite mit ihrer ganzen Höhe trift, auch der Sturm beständig auf RW drückt. Man <sup>as</sup> hat also weiter nichts nöthig, als Schiffen mit einem flachen Boden ebenfalls einen Kiel zu geben, so sind sie der Gefahr, umgelegt zu werden, weit weniger ausgesetzt, (ihre Breite sey welche sie sey) als Schiffe von gleicher Breite, aber mit einer convexen Carina und Kiel, können sich auch eher recliniren. Daß aber <sup>ad</sup> Schiffe mit einem flachen Boden im Stande sind die See zu halten, das beweisen die chinesischen Schiffe, welche einen flachen Boden haben. Mit diesen ihren <sup>ae</sup> Schiffen fahren die Chinesen nach Japan, um welche Insel die See doch sehr stürmisch ist, ia sie sind ehemals bis in den Bengalischen Meerbusen gekommen, wie man denn zu Negapatnam noch einen chinesischen Thurm sieht, 'und obgleich Hr. Sonnerat von den <sup>af</sup> chinesischen Schiffen behauptet, daß sie sich nicht in die Höhe wieder richten können, wenn sie umgelegt sind, und daß die Hälfte derselben untergehe (wel- <sup>ag</sup> ches zu beweisen dem Hrn. Sonnerat, der in allem sehr wider die Chinesen eingenommen ist, wohl ohne ein zuverlässiges Register von den untergegangnen und nicht untergegangnen Schiffen ziemlich schwer seyn möchte), 'davon können andre Ursachen seyn, und <sup>ah</sup> müssen es seyn, da der flache Boden es durchaus nicht seyn kann. Die vornehmste Ursache ist ohne Zweifel <sup>ai</sup> der hohe Bord, denn Hr. Sonnerat sagt selbst, daß der Bord ihrer Schiffe oder Sommer erstaunlich hoch sey. Ist dis, so setzen sie sich der ganzen Ge- <sup>ak</sup> walt einer hohen Welle aus, nicht zu gedenken der Gewalt des Sturms, der in den hohen Bord eines

schon umgelegten Schiffs noch beständig fortwüch,  
 al Ferner so sind die chinesischen Schiffe vielleicht nicht  
 breit genug, sondern mehr tief und schmal als breit.  
 am Auch dann können sie leicht umgelegt werden und sich  
 an schwer wieder in die Höhe richten; und endlich so hat  
 ihr flacher Boden höchst wahrscheinlich (ja ganz ge-  
 wiß, wegen der vorigen Berechnung) keinen Kiel.  
 ao Da sie aber dem ohnerachtet Seereisen und in stürmi-  
 schen Seen unternehmen, und sonst weite Seereisen  
 unternommen haben, so ist dis ein Beweis, daß der  
 ap flache Boden ohne Gefahr sey, 'denn hätten die Chi-  
 nesen ehemals die Schiffe nach europäischer Art, oder  
 ihre flache Basis mit einem Kiel gebaut, so würden  
 sie es noch thun, da sie dem Herkommen in allen Din-  
 gen äußerst getreu sind, und da sie auch die Vortheile  
 davon hätten erfahren müssen, und ihre Schiffe mit  
 einem flachen Boden und Kiel, wenn sie nicht zu  
 schmal gewesen, nicht hätten umgelegt werden, oder  
 sich doch leicht wieder in die Höhe richten können, da  
 dis aber nicht ist, und sie also ohne allen Zweifel ihre  
 Schiffe beständig mit einem flachen Boden und ohne  
 Kiel werden gebaut haben, so sind ihre weiten See-  
 reisen ein Beweis, daß der flache Boden vortreflich  
 sey, und selbst andre Fehler, z. B. des hohen Vor-  
 aq des wieder gut mache, 'denn wäre das richtig, daß  
 die Hälfte von ihren Schiffen unterginge, so würden  
 sie vorlängst alle Seeschiffahrt eingestellt haben, und  
 einstellen haben müssen.

## §. 243.

a Wenn man das Schiff bey einem heftigen Sturm  
 mit der Prora den Wellen allezeit entgegen stellt, so  
 b kann es keine Seitenwelle incliniren. Es muß dis  
 aber in einem starken Sturm nicht immer möglich  
 seyn,

seyn, sonst würde es wohl geschehn. Vielleicht kann e das gewöhnliche Steuer in einem heftigen Sturm nicht regiert werden, da es hinter der verengerten Puppis der Gewalt der Wellen so blos gestellt ist. Viel- d leicht ist aber durch die Seitensteuer, und durch die vor aller Gewalt des vordern Wassers durch die breite Puppis gesicherte Ruder hinter ihr die Lenkung des Schiffs möglich, und dann bräuchten die platten Schiffsboden keinen Kiel. Vielleicht thun auch die geöffneten Thüren eben die Dienste. Wenn ein Schiff 8 Thüren hat, jede zu 20 Fuß, und ieder Thürbal- ken einen □Fuß stark ist, so hat es, wenn die Thü- ren offen sind, eben so viele Kiele als Balken, und es widerstehn alle diese Balken der Inclination des Schiffs mit einer Fläche von 160 □Fuß. Indes f können diese 160 □Fuß Balken nicht so viel wirken, als 160 □Fuß vom Kiel und den Steven, denn da die Balken zu tief gehn, das Wasser aber in der Tiefe keine so große Geschwindigkeit hat, so wirkt es auch nicht mit der Stärke die Reklination des Schiffs, (daher muß der Kiel bey weniger tiefen Schiffen stär- ker wirken, und ein kleinerer Kiel bey diesen Schiffen eben das thun, was ein größerer bey tiefen Schiffen thut) 'es wäre denn, daß bey einer platten und brei- g tern Basis keine so große reclinirende Kraft nöthig wäre, weil die Inclination nie so stark wird werden können. Gesezt aber dis wäre auch, so kann man h doch nicht lauter große und breite Schiffe bauen, son- dern auch kleinere und daher auch schmalere, deren platter Boden daher eines Kiels bedarf.

§. 244.

Der Kiel wirkt wie ein unbewegliches Steuer, a und giebt dem Schiffe durch den Widerstand des un- tern

tern Wassers die Richtung wieder, welche es durch den Stoß der Welle an die obere Hälfte der Schiffseite verlohren hatte. In dieser Absicht braucht der Kiel nicht fest zu seyn, sondern er könnte eine Art Steuer seyn, welches längst dem Schiff unter ihm wegginge, und wie das ordentliche Steuer, in seinen Bändern unter der Basis des Schiffs hänge. Von der Tiefe desselben wäre der ordentliche Kiel der Maasstab, doch würde es nichts schaden, sondern im Gegentheil von großem Nutzen seyn, wenn er auch etliche Fuß tiefer wäre als man ihn gewöhnlich baut. In jeder Betrachtung, auch wenn er 4, 5 Fuß tief wäre, würde er die Seiteninclinationen kräftig verhindern.

Man müßte ihn dann so bauen, daß er könnte geöffnet, und an die Basis des Schiffs, sobald der Sturm vorbei ist, wieder angelegt werden. Auf der Seite wo der Kiel anläge, wären dann die Thüren um die Breite des Kiels schmaler. Geöffnet und offen erhalten würde er wie die Thüren, durch eine Walze innerhalb und einen schief herabgehenden Balken außerhalb der Puppis. Am besten aber ist es, man baut ihn wie bisher fest und unbeweglich, um die Breite der Thüren nicht zu verringern, und baut, dafür das Schiff weniger tief.

## §. 245.

In vorigen Zeiten baute man die Schiffe nicht so tief, denn noch im vorigen Jahrhundert war ein Schiff von 12, 15 Fuß Wassertiefe schon eines der größten. Man baute sie also wahrscheinlich auch nicht so breit wie jetzt. Der Kiel und die convexe Carina ist wahrscheinlich schon sehr alt, und vor den Zeiten der Erfindung des Kiels baute man vermuthlich die Schiffe noch weniger groß und tief und daher auch schmaler,

so

so daß also Ihre platte Basis ohne Kiel den Sturm nicht aushalten konnte. Die Erfindung des Kiels ist, wie die meisten Erfindungen, wahrscheinlich nicht das Werk des Nachdenkens, sondern eine Nachahmung der Natur. Der erste Erfinder wollte vermuthlich den Rückgrad und die Rippen der Thiere, und besonders der Fische nachahmen, und das Schiff wie einen Fisch bauen, und siehe da, so verkehrt auch hier die Nachahmung der Natur war, so that sie doch vortrefliche Dienste, und das neu inventirte Schiff hielt die See weit besser. Nun wurden alle Schiffe so gebaut, ohne die Ursache zu entdecken, warum bey diesem Bau die Schiffe die See besser hielten, und weniger der Gefahr des Umlegens ausgesetzt waren. Man schrieb wohl gar diese Ursache der Conexität der Carina zu, welche die Inclinationen doch vorzüglich befördert, sonst würde man sehr bald auf den Gedanken seyn geleitet worden, der platten Schiffsbasis ebenfalls einen Kiel anzubauen. Wäre man die Erfindung des Kiels dem Nachdenken schuldig, und wäre der Erfinder desselben durch ähnliche Gedanken, als der S. 242. enthält, darauf geführt worden, so würde er den Kiel an die platte Schiffsbasis und die Carina der Schiffe nie convergebaut haben. Man habe nun aber den Kiel einem glücklichen Ohngefähr, oder einer verkehrten Nachahmung der Natur, oder dem Suchen des Nachdenkens zu verdanken, so bleibt er immer eine der simpelsten und größten Erfindungen, sowohl wie das Steuerruder, mit dem er in der Wirkung völlig übereinstimmt. Die senkrecht herabgehende längliche Flosse vor dem Schwanz der Fische scheint zu eben diesem Zweck bestimmte zu seyn, nämlich die Fische im Schwimmen aufrecht zu erhalten.

## §. 246.

a Daß der convexe Bau der Carina mehrere Umstände und Kosten mache, oder mit andern Nachtheilen verbunden sey, welche die platte Basis vorzüglich machen, davon ist dis der Beweis, daß man diese Bauart auf den Strömen nicht nachahmt. Es haben die meisten oder alle die kleinen Schiffe, welche das preussische Haff befahren, obgleich dis Haff schon ansehnliche Wellen wirft, nur eine platte Basis. Ich habe eines gesehen, welches nicht über 5, 6 Fuß im Wasser ging, und eine nicht über 12 Fuß breite Basis hatte. Die oberste Breite des Vords war nur 15 Fuß.

## §. 247.

a Da man die Höhe über dem Wasser der Tiefe des Schiffs im Wasser bey Seeschiffen gewöhnlich gleich macht, so geht freylich eine Welle, welche höher ist als das Schiff außerm Wasser, über dasselbe weg. b Da dis aber häufig bey kleinen Schiffen geschehn muß, und ohne Nachtheil des Schiffs geschieht, so ist die geringere Höhe des Schiffs außerm Wasser kein Einwurf gegen weniger tiefgehende Schiffe. Im Gegentheil kann ein solch Schiff, über welches die Welle weggeht, nicht so stark inclinirt werden. Ist ein Schiff 12 Fuß außerm Wasser, und eine Seitenwelle von 18 Fuß Höhe trifft seine Seite, so gehn 6 Fuß der Welle über das Schiff weg, und diese 6 Fuß incliniren nicht, würden aber ebenfalls incliniren, wenn das Schiff 18 oder 19 Fuß überm Wasser wäre. Bey einem so heftigen Sturm ist alles, was auf dem Berdeck ist, fest gemacht, und die Mannschaft ist unterm Berdeck. Der Steuermann kann auf dem obersten Berdeck der keilförmigen Kaiüte, wohin keine Welle reicht,

reicht, oder aus den Fenstern der Kabinen, die ebenfalls keine Welle erreicht, die Wellen beobachten, und durch Schnuren, welche unter den Verdeckeln bis zum Steuerruder gehn, den daselbst postirten Matrosen die nöthigen Signale geben, wie das Schiff soll gelenkt werden. Es kann auch die hintere kleinere Kabinen so hoch gebaut werden, daß die Wellen über sie nicht wegsülen, und der Steuermann oder die Matrosen daselbst postirt seyn, um das Schiff zu lenken. Da man es übrigens in unsern Tagen so hoch in der Schiffbaukunst gebracht hat, so wird es den Meistern in derselben ein Geringes seyn, den Schwierigkeiten, welche sich bey den vorhergehenden Vorschlägen in der Praxi noch zeigen möchten, abzuheffen, die Lücken auszufüllen, welche ich, als ein in dieser Kunst ganz unerfahrer Mann, gelassen, und die Fehler zu verbessern, die ich, aus Mangel der Erkenntnis in diesem Felde der Wissenschaften, begangen habe.

S. 248.

Da nach neuern Erfahrungen, Holz mit geschlammten Ehon 3 Theilen, und 1 Theil Mehlkleister bestrichen, von der Flamme nicht angegriffen wird, könnte man deshalb nicht einige Fässer von dieser Mischung auf jedem Schiffe haben, um bey Feuersnoth damit zu löschen? Das Feuer würde schneller gedämpft werden, weil das einmal mit dieser Mischung begoffene Holz nicht wieder aufs neue Flamme fangen kann. Da es ferner bekannt ist, daß Kork die Menschen eben sowohl überm Wasser hält als Blasen, sollte nicht dadurch das Leben vieler Menschen gerettet werden, wenn in der Gefahr des Schiffbruchs jeder Matrose u. ein dick Camisol von Kork um sich legte und also jeder damit versorgt würde? Da die meisten d  
Schiffe

Schiffe in der Nähe des Landes scheitern, so würde  
vermittelst des Korks der Mensch in kurzer Zeit von  
den Wellen ans Land gebracht werden, denn da ihn  
der Kork beständig über dem Wasser hält, so kann ein  
solcher Mensch durch die Länge der Zeit wohl verhun-  
gern &c., wenn sein mitgenommener Proviant zu Ende  
ist, aber nicht ertrinken. Selbst schlafen kann ein  
Mensch auf diese Weise schwimmend &c., welches er  
auf dem höchst unsichern Stücke Holz nicht thun kann,  
das er in der Noth zu seiner Rettung ergreift, wenn  
er noch so glücklich ist, eines zu bekommen und sich  
darauf zu erhalten, welches Glück unter hunder-  
ten vielleicht nicht einem zu Theil wird. Indes wird  
man bey dem Gebrauch der Thüren unterm Schiff  
des Korks nie nöthig haben. Es können aber andre  
Fälle sich ereignen, wo man ihn nöthig hat.

Nach

## N a c h r e d e.

Dies sind die Vorschläge, durch welche, wie ich glaube, die Schiffahrt überhaupt könnte kürzer, und die Schiffahrt auf der See zugleich sicherer und angenehmer gemacht werden. Es müßten alle Wahrscheinlichkeiten trügen, wenn diese Vorschläge insgesammt unbrauchbar seyn sollten, wenn keiner davon, selbst nicht zum Theil, anwendbar wäre, weder auf der See noch auf Strömen, auch alsdenn nicht, wenn er hier und da verbessert und den Regeln der Schiffsbaukunst affkommodirt würde. Ich will in dieser Nachrede noch einiges über diese Vorschläge nachholen.

Daß die Masten auf den gewöhnlichen Seeschiffen eine Hauptursache mit von den Inclinationen sind, das ist außer allem Zweifel, und daß sie dieselben so stark machen können, daß der Untergang des Schiffs davon zu besorgen ist, das bestätigt die Erfahrung, weil man so oft den großen Mast in heftigen Stürmen abhauen muß. Dieser mittlere Mast schadet besonders 1) durch seine Höhe, 2) durch seine Stärke und Schwere, 3) durch seinen Stand. Hohe Masten scheinen überhaupt mehr zu schaden als zu nützen, denn die sehr hohen Segel sind  $\alpha$ ) schwer zu regieren,  $\beta$ ) wirken wenig, weil sie nur klein seyn können, und weil nach fig. 37 die Kraft in G applicirt, am wenigsten thut,  $\gamma$ ) sie incliniren das Schiff stärker, auch bey mäßigem Winde, und vernichten also den Nutzen selbst,

selbst, den sie durch die mehrere Segelkraft gewähren.  
 5) Endlich so schaden hohe Masten ganz besonders auch durch den Schwung, den sie bey Inclinationen erhalten, und welches Schwunges Gewalt in das Schiff wieder würkt, und es nicht allein stärker inclinirt, sondern auch die Festigkeit seines Baues überaus schwächt. Mit welcher fürchterlichen Gewalt ein solcher Schwung würkt, ist daraus klar, weil dadurch sogar Masten abbrechen. Diese Gewalt wäre aus der Schwere des Holzes, und aus dem  $\square$  des Bogens, den ieder Fuß bey einer Inclination beschreibt, leicht zu berechnen. Bey den Inclinationen nach vorn und hinten ist die Höhe der Masten nicht so gefährlich, denn wenn die Länge des Schiffs 160 Fuß lang, so wird der 80ste Fuß vom Mast, wenn das Vorder- oder Hintertheil durch 10 Fuß inclinirt wird, auch nur durch 10 Fuß inclinirt, aber bey einer Seiteninclination wird der 80ste Fuß, wenn das Schiff 40 Fuß breit ist und durch 10 Fuß inclinirt wird, durch einen Bogen von 40 Fuß in 1 Secunde (vielleicht gar in  $\frac{1}{2}$  Secunde) geschleudert. Die Gewalt dieses 80sten Fußes =  $40^2 = 1600$ , und wenn die Inclination in  $\frac{1}{2}$  Secunde =  $1600 \times 2^2 = 6400$ . Ist nun der Mast noch höher, so ist auch die Gewalt noch stärker.  
 6) Der mittlere Mast schadet besonders durch seinen Stand, denn wenn das Schiff nach vorn inclinirt wird, so befördert zwar auch der Fockmast die Inclination, aber es widersteht ihr hingegen der Bezaanmast, und im Gegentheil, wenn das Schiff nach hinten inclinirt wird, so ist der Fockmast gleichsam das Gegengewicht vom Bezaanmast, aber der mittlere oder große Mast hat kein Gegengewicht, und vermehrt durch seinen Stand in der Mitte beyde Inclinationen.  
 7) Daher scheinen 4 Masten besser zu seyn als drey, und weil die Masten in der mittlern longitudinalen

Einmalinie die Seiteninclinationen befördern, und nie ein Gegengewicht haben, das Schiff werde auf diese oder jene Seite inclinirt, so scheinen die Masten in der schiefen Linie vorzüglicher zu seyn, und zwar 4 8 Masten, weil bey 3 Masten, der Mast in der Mitte ebenfalls kein Gegengewicht hätte, auch wenn die drey Masten in der schiefen Linie ständen.

Die hohen Wellen incliniren durch ihre Höhe, und 9 diese Inclinationen sind auf der See durch keine menschliche Kunst zu verhindern, weil das Schiff im Wasser bis zu einer von seiner Ladung und Schwere bestimmten Tiefe sinkt, und auch in einer hohen und breiten Welle nicht tiefer sinken kann. Wenn also 10 fig. 7. ein Schiff bis BC im Wasser geht, so geht es in dieser Tiefe wellab und wellan. Diesen Inclina- 11 tionen sind vornämlich kurze Schiffe ausgesetzt, wenn aber ein Schiff länger ist, als die Wellen gewöhnlich breit sind, so muß es diesen Inclinationen weniger ausgesetzt seyn, und es muß, anstatt auf dem Rücken der Welle wie ein kurzes Schiff oder eine Cha- 12 louppe getragen zu werden, in die Welle um das Volumen des Theils, um den die Carina länger ist, als die Welle, einsinken. Lange und tiefgehende Schiffe 13 können also auch um deshalb weniger Inclinationen 12 haben. Diese Art der Inclinationen kann indes dem Schiffe nicht gefährlich seyn, theils weil diese Inclinationen nicht stark sind, theils weil das Schiff kei- 14 nen Stoß durch sie erhält. Wenn auch die Wellen sich forwälzende Berge von vielen hundert Fuß Höhe wären, so würde das Schiff ohne allen Schaden mit ihnen sich erheben und wieder absinken.

Die Inclinationen, diejenigen nämlich, welche 15 dem Schiffe schaden, werden bey den gewöhnlichen Schiffen theils von den Wellen und dem obern Wasser,

16 ser, welche die Schiffsprora in die Höhe beständig  
 stoßen, ('diese Ursache der Inclination fällt bey der  
 Fischprora weg und also die ganze Inclination) ge-  
 17 würt, theils von den Masten, 'und wenn sie ein-  
 mal entstanden sind und gleichsam in Gang gekommen,  
 so werden sie vom Widerstande des untern Wassers  
 beständig unterhalten, und müssen daher unverrückt  
 18 fortgehn, das Schiff gehe wellan oder wellab. Bey  
 den Inclinationen stellt das Schiff einen gleicharmigen  
 Hebel der ersten Art vor, einen gleicharmigen  
 Wagebalken, dessen Arme in einem beständigen  
 19 Steigen und Fallen sind. Wenn z. B. das Vorder-  
 theil A fig. 41 nach F declinirt, so steigt das Hinter-  
 theil B nach G, und indem der Widerstand des Was-  
 sers unter F das Ende F nach C zurückstößt, so sinkt  
 G nach D, und wird vom Wasser unter G wieder zu-  
 20 rückgestoßen. Und das geht so immer fort, so lange  
 21 die inclinirenden Ursachen wirken. Wenn nun das  
 Schiff eben wellab geht, und, indem das Vorder-  
 theil an der nächsten Welle ist, die es hinaufsteigen  
 soll, von dem aufsteigenden Hintertheil inclinirt wird,  
 so muß sich die vordere Welle nothwendig über das  
 22 Vordertheil des Schiffs ergießen. Hätte nun das  
 obere Wasser eine eindruckende Kraft, wie man dis  
 bey der Fischprora befürchtet, so würde ein Schiff in  
 diesem Fall verlohren seyn, denn zu der Declination  
 des Vordertheils käme nun auch die ganze Fluth Was-  
 ser, welche die Welle über das Vordertheil führt.  
 23 Das geschieht aber nicht, sondern das Vordertheil  
 wird vom Widerstande des untern Wassers wieder in  
 die Höhe gestoßen, und also hat man sich um so we-  
 niger zu fürchten, daß die Wellen, und noch dazu oh-  
 ne vorhergehende Inclination, die Fischprora in die  
 24 Tiefe drücken werden, 'und würde die Fischprora ia  
 declinirt, so würde der Widerstand des untern Was-  
 sers

fers sie eben sowohl in die Höhe bringen, wie das Vordertheil an einem gewöhnlichen Schiffe.

Die Ursachen der Inclinationen können also keine 25  
andern seyn, als die, welche verursachen, daß das  
Vorder- und Hintertheil einsinke, und dadurch den  
Widerstand des tiefern Wassers erregen. Diese Ur- 26  
sachen sind denn  $\alpha$ ) die hohen Masten (und besonders  
der mittlere), welche, sobald das Schiff wegen der  
hohen Wellen in Bogen anfängt zu gehn, bald nach  
hinten bald nach vorn gleichsam überhängen, dem  
Schiffe einen Schwung geben, es tiefer ins Wasser  
drücken, und daher den Widerstand des untern Was-  
sers erregen.  $\beta$ ) Die gewöhnliche Gestalt des Schiffs- 27  
vordertheils fig. 5, welches vom Wasser in der Linie  
TR zurückgestoßen wird;  $\gamma$ ) die verengerte Pup- 28  
pis, welche, wenn das Vordertheil zurückgestoßen  
wird, wegen ihrer ansehnlichen Verengung tief ins  
Wasser sinkt. Die Ursachen  $\beta$  und  $\gamma$  fehlen bey der 29  
Fischprora, und dem sich nicht verengernden Hinter-  
theil, das ich vorschlage, gänzlich, und die Ursache  
 $\alpha$ ) wird auch durch die vier Masten sehr verringert.

Hieraus ist klar, daß es bey einem Schiffe mit der 30  
Fischprora gar nicht zu den eigentlichen Inclinationen  
kommen kann, zu denen nämlich, welche vom Wider-  
stande des Wassers unter dem Vorder- und Hinter-  
theil des Schiffs bewürkt werden, denn die Prora ist  
so gebaut, daß das Schiff vom Widerstande des Was-  
sers nicht kann in die Höhe gestoßen werden, weil es  
unter dem Winkel DSK fig. 1 auf die Fläche ID würkt,  
und in der Linie ST reflektirt wird. In beyden Fäl- 31  
len ist die reclinirende Kraft, (gesetzt RS würke nach  
oben,) als die eigentliche nächste Ursache der Incl-  
inationen, äußerst schwach, (§ 233. ag-ak) weil sich  
die Stärke der Wirkung nach der Größe des Einfall-  
win-

S

win.

- 32 winkels richtet. Ist man nur so glücklich den Anfang der Inclinationen zu verhindern, so verhindert man sehr natürlich die Inclinationen selbst.
- 33 Wenn, wie aus dem vorhergehenden erheller, der Widerstand des untern Wassers, dieser durch die Einwirkung des Schiffs erweckte Widerstand, die Ursache der Inclinationen ist, und wenn es nicht das obere Wasser ist, welches das Schiff bedeckt, und dieses das Schiff nicht niederdrückt, weil sonst ein gewöhnlich Schiff verlohren seyn müßte, dessen schon inclinirtes Vordertheil noch dazu von einer Welle über-
- 34 schwemmt wird, so ist es ganz und gar nicht wahrscheinlich, daß eine Welle die Fischproreniederdrücken und dadurch Inclinationen verursachen werde, welchem schon an sich unwahrscheinlichen Fall aber auch
- 35 der Schwanz am Hintertheil verhindert. Diese Unwahrscheinlichkeit aber bestätigt sich noch von einer andern Seite.
- 37 Nicht zu gedenken, daß eine Welle, sie werde vom Winde beim Segeln *z.* vor dem Schiff hergelagt und das Schiff setze in sie hinein, oder der Sturm lauge sie gegen die Prora des stillstehenden Schiffs, allezeit mit der Kraft ihrer horizontalen Bewegung in die Prora würrt, und also in der Linie UV fig. 1, deren Wirkung wegen des scharfen Einfallwinkels UVD
- 38 schwach ist, nicht zu gedenken, daß die Kraft der Welle wegen der Linie UV blos zurückstoßend und nicht
- 39 niederdrückend ist, und nicht zu gedenken, daß dem etwaigen Niederdruck der Widerstand des untern Wassers gegen die absteigende Fläche DI mit dem  der absteigenden Geschwindigkeit, und noch dazu unter einem rechten Winkel widersteht, wie der Linie HD, weil ID bey der Inclination einen Bogen beschreibt, und das Wasser jeder Fläche da rechtwinklich widersteht,

steht, nicht zu gedenken, daß der Widerstand eines 40  
 Körpers, der das Wasser nach unten bewegt, der  
 stärkste ist, so daß also die niederdrückende und in die  
 Höhe drückende Kraft ins Gleichgewicht kommen wer-  
 den, und die Prora also weder sinken noch steigen  
 kann, 'dis alles nicht zu gedenken, so gehört, gesetzt 41  
 das Wasser und die Welle über der Prora würdte  
 senkrecht herunter auf die Prora, welches doch nicht  
 ist, eine erstaunende Gewalt dazu, die Prora zu incli-  
 niren, 'mit welcher Gewalt wohl der Widerstand des 42  
 untern Wassers, aber nicht das obere Wasser wirken  
 kann, weil bis nicht durch den Druck und sein Ge-  
 wicht würkt, indem sonst alle Fische, die untern Was-  
 ser schwimmen, würden erdrückt werden, sie möchten  
 in oder unter einer Welle seyn, oder unter dem Was-  
 ser, wenn es ohne Wellen ist. Der Druck des Was- 43  
 sers würkt, nach sichern Erfahrungen, nur in großen  
 Tiefen, wo es bey den Täuchern Blutspayn macht,  
 und in noch größern Tiefen von einigen hundert bis  
 1000 Fuß, Flaschen zusammendrückt und den Pfropf  
 in die Bouteillen preßt, aber es ist wahrscheinlich, daß 44  
 auch in diesen Tiefen nicht der Druck oder die Last des  
 Wassers es thue, sondern daß andre Ursachen hier  
 wirken, die man in der eingeschloßnen Luft des tief  
 versenkten Körpers wird suchen müssen.

Im 233. S. habe ich den Widerstand des Was- 45  
 sers bey einer Inclination des Vordertheils berechnet,  
 und die Gewalt, welche ein Schiff davon leidet. So 46  
 ansehnlich die Kraft auch ist, welche das Vorder-  
 theil ic. dort durch 10 Fuß inclinirt, so könnte sie  
 doch nicht mehr als eine bloße Fläche AE, z. B. den  
 Schiffboden allein, ohne das darauf gebaute Schiff,  
 ACE incliniren. Um den halben Körper des Schiffs 47  
 bis zu den angegebenen Tiefen, um ACE bis FAE zu  
 S 2 incli

- 48 incliniren, dazu gehört noch weit mehr. Angenommen daß das Schiff sich weder vorn noch hinten verengere, und nach §. 233. in der Breite von 40 Fuß bleibe, so war die inclinirende Gewalt bey der Inclination von 1 Fuß = 1046 ℔, und bey einer Inclination von 10 Fuß =  $1046 \times 10^2 = 104600$  ℔.
- 49 Dis ist also blos der Widerstand einer Fläche AE z. B. von 1 Fuß Dicke, 40 Fuß Breite und 80 Fuß =
- 50 AE, Länge. Wenn sich aber der Körper des halben Schiffs CAE durch 10 Fuß incliniren soll, so sinkt es mit der Spitze des Vordertheils A durch 10 Fuß tiefer ins Wasser wie vorher, und wir erhalten einen Keil im Wasser, dessen Basis fig. 41. AF = 10 Fuß, seine Höhe AE = 80 Fuß, und seine Breite = 40 Fuß
- 51 ist. Die inclinirende Gewalt ist also der Last eines solchen Keils gleich, wenn er auf dem Vordertheil läge, und dessen Materie die Schwere des Wassers hätte, denn dieser Keil würde das Schiff eben so tief incliniren, wenn seine Basis auf dem äußersten Vordertheil läge, und seine Spitze bis in die Mitte des
- 52 Schiffs reichte, 'd. h. die inclinirende Gewalt ist demnach der Schwere des Volumen vom Wasser gleich, dessen Raum dieser Keil oder das inclinirte Schiff einnimmt =  $\frac{10 \times 40 \times 80}{2} = \frac{32000}{2} = 16000$  Cu-
- bissfuß Wasser =  $16000 \times 70 = 1.120.000$  ℔, (statt 104.600 ℔) den Kubiffuß Wasser nur zu 70 ℔ gerechnet, obgleich das Seewasser wegen des
- 53 Salzes schwerer ist. 'Dis ist aber nur erst die Hälfte der inclinirenden Gewalt, denn um soviel das Vordertheil tiefer als gewöhnlich im Wasser ist, um so
- 54 viel ist das Hintertheil höher außerm Wasser. 'Z. E. Wenn das Schiff 20 Fuß tief im Wasser geht, und das Hintertheil ist 10 Fuß überm Wasser, und also
- am

am hintersten Ende nur 10 Fuß im Wasser, so trägt das Wasser nur soviel vom Hintertheil als jetzt im Wasser ist, also trägt es die Last des Schiffs in dem Keil fig. 41. EGB nicht, sondern diese Last kommt noch aufs Vordertheil, und die Kraft, welche das Vordertheil inclinirt, muß auch die Last dieses hintern Keils auf sich nehmen. Man muß sich dann immer wundern, daß das Schiff bey einer heftigen Inclination nicht zerbricht. Wenn aber auch bis 56 nicht geschieht, so bleibt es doch immer gewiß, daß durch die Inclinationen das Schiff sehr leicht, wenn auch nicht da oder dort abbrechen, doch in seinem Bau locker werden muß. Wenn man aber auch die Last des hintern Keils gar nicht in Rechnung bringet, so sind jene 16000 Kubikfuß Wasser doch schon eine fürchterliche Gewalt.

Wenn ein Schiff von 160 Fuß Länge, 40 Fuß Breite, mit einer 40 Fuß breiten und 30 Fuß langen Prora sich durch 10 Fuß incliniren soll, so beträgt das Volumen des Wassers, welches aus seinem Orte getrieben wird =  $\frac{95 \times 40 \times 10}{2} = \frac{38000}{2} = 19000$

Kubikfuß Wasser, und vom hintern Theil eben soviel = 38000 Kubikfuß. Angenommen nun, daß die Prora 30 Fuß lang und 40 Fuß breit sey, daß die obere Prora 10 Fuß und die untere 5 Fuß hoch sey, daß auf diese Prora senkrecht eine Welle komme, welche durchgängig 18 Fuß hoch ist, und von welcher die Prora ganz bedeckt wird, so ist ihr Volumen  $40 \times 30 \times 18 = 21600$  Kubikfuß. Es verhält sich aber die

Kraft der fallenden Welle auf ED fig. 1 wie  $\frac{HD}{2}$

zu ED = 15 : 31 $\frac{2}{3}$  nach S. 24. Nun ist 31 $\frac{2}{3}$  : 15  
 60 = 21600 : 10231 Kubikfuß Waſer. Weil aber die  
 Kaiüte von beyden Seiten einen dreyeckigen Raum  
 von 20 Fuß Breite und 40 Fuß Länge hat, ſo ma-  
 chen beyde Räume eine Fläche von 800 □Fuß. Auch  
 dieſe Fläche werde mit der 18 Fuß hohen Welle be-  
 deckt. 800 × 18 = 14400 Kubikfuß. 14400 +  
 61 10231 = 24631 Kubikfuß. Nun war die Kraft der  
 Inclination von 10 Fuß = 38000 Kubikfuß Waſer,  
 a ſo könnte, wenn auch das obere Waſer auf die  
 Köper in und unter ihm mit der ganzen Laſt ſeiner  
 Schwere wirkte, welches doch wider alle Erfahrung  
 iſt, und wenn eine ſo fürchterliche Welle ſogar ſenk-  
 recht auf die Prora und die Räume neben der Kaiüte  
 b ſich ſetzte (denn fallen kann ſie nicht, und dadurch  
 größere Stärke erhalten, denn wenn ein Körper durch  
 den Fall d. h. von oben nach unten auf einen andern  
 c wirken ſoll, ſo muß er getrennt ſeyn, mit keinem an-  
 dern Körper zuſammenhängen, er muß über dem Kör-  
 per, auf den er fallen ſoll, ſich ſo befinden, daß zwi-  
 ſchen beyden ein Luſtraum iſt, er ſey groß oder klein)  
 ſie die Prora nur durch 6 $\frac{1}{2}$  Fuß incliniren, denn  
 e 38000 : 24631 = 10 : 6 $\frac{1}{2}$ . Es beträgt aber die  
 Laſt Waſer auf dem Vordertheil keine 24631 Kubik-  
 fuß, wenn nach fig. 36 das Vordertheil neben der  
 Kaiüte durch 40 Fuß um 5 Fuß verengert wird, und  
 die Prore alſo, (die ganz vorn auch nicht 30 Fuß iſt,  
 weil auch die ſich nach vorn verengert) nur 30 Fuß  
 breit iſt. In beyden Fällen wird die zu bedeckende  
 Fläche  $\frac{1}{3}$  weniger, und alſo bekommen wir ſtatt 24631  
 nur 18421 Kubikfuß, welche die Prora noch durch  
 keine 5 Fuß incliniren können, denn 38000 : 18421  
 62 = 10 : 4 $\frac{3}{8}$ . Dieſe von allen Seiten ſich zu drängen-  
 de Beweiſe legen überflüſſig an den Tag, daß man  
 ſich vor nichts in der Welt ſo wenig zu fürchten habe  
 als

als vor den Inclinationen der Fischprora. Was aber 63  
 alle diese Beweise deutlich machen und darthun, das  
 bestätigt auch der Versuch vollkommen. Ich habe 64  
 mir ein kleines Modell von einem solchen Schiff ma-  
 chen lassen, von 16 Zoll Länge, mit einer 3 Zoll lan-  
 gen und breiten Fischprora, deren Abtheilung (nach  
 S. 24.) 10 und 5 war. Auf diese Prora habe ich 65  
 nicht allein das Wasser wellenförmig mit der Hand  
 stark bewegt, sondern sogar das Wasser in der Höhe  
 der keilsförmigen Kaitüte fig. 36 aus einem Gefäß,  
 das so breit wie die Prora war, herabgegossen, und  
 ich habe nicht die geringste Inclination bemerkt. Das 66  
 Schiffgen war so beladen, daß die Prora völlig im  
 Wasser war, bis E fig. 1. Aus diesem Versuch ist 67  
 klar, daß eine Welle, und wenn sie 40. 50 Fuß hoch  
 wäre, und auf die Prora geiagt, ia geworfen würde  
 und siele, diese Prora nicht niederdrücken könnte. Es 68  
 hob sich aber auch diese Prora nicht, wenn ich auch  
 mit der Hand das Wasser unter die Prora und  
 nach oben trieb, und mit Stärke trieb. Also kann 69  
 man sicher seyn, daß diese Prora weder vom Impuls zc.  
 des obern noch des untern Wassers werde de- oder re-  
 clineirt werden. Der Widerstand des Wassers nach 70  
 oben, unten, vor- und seitwärts, in geraden und  
 schiefen Linien, oder gegen diese und iene Figur sey  
 welcher er wolle, so ist es absolut notwendig, daß  
 wenn HI fig. 1 nicht zu hoch ist, er durch die Mei-  
 sterstück Gottes an dem Kopf der Fische, durch die  
 ab- und aufsteigende Fläche der Prora verringert wer-  
 de. Nach den Versuchen des Gravesand ist der Wi- 71  
 derstand des Wassers auf BCD fig. 38 = AB. Hätte 72  
 sich dieser akkurate Mann aber auch geirrt, welches  
 von seiner Akkurateße nicht zu vermuthen ist, so ist  
 doch der Widerstand des Wassers gegen BCD auch  
 nach der bekannten Lehre vom Keil wie AB, und also  
 der

73 der Widerstand von BC wie  $\frac{AB}{2}$ . Es wird also der

Widerstand des Wassers durch die keilförmige Prora überaus geschwächt, und es ist daher nichts gewisser, als daß ein Schiff mit einer solchen Prora wegen des so sehr verengerten Widerstandes überaus schnell se-  
74 geln und fortkommen müsse, 'und darum, und wegen der andern vielen Gründe, welche für sie sprechen, die beste Prora sey, die man den Schiffen anbauen kann, und die der menschliche Verstand irgend zu erfinden im Stande ist, darum, weil der Keil das einzige Instrument ist, welches den Widerstand der Körper unter allen Instrumenten, die der menschliche Verstand kennt, am stärksten und meisten verringert, bey der schnellen Bewegung des Schiffs aber, so wie bey allen Bewegungen in der Natur, die Widerstand leiden, es vornämlich darauf ankommt, den Widerstand, welchen die Bewegung vor sich findet, zu schwächen, wenn man eine schnelle Bewegung verlangt.

75 Bey so vielen Beweisen für die ganz unfehlbare Brauchbarkeit der Fischprora, ist es in Wahrheit nicht abzusehn, a) was man für Beweise für die Unbrauchbarkeit dieser Prora habe, b) was man wider die (zum Theil schon Dädal. S. 116 beygebrachte) vielen für diese Prora sprechenden Beweise, und was man endlich wider den gemachten Versuch selbst (64) ein-  
76 wenden könne. Was den letztern betrifft, so ist es nicht wahrscheinlich, daß er von irgend Jemand sey gemacht worden, dessen Interesse mit dem Interesse der Schiffahrt verbunden ist, oder auch nicht verbunden ist, denn wäre es geschehn, so würde der Eifer für das gemeine Beste angetrieben haben, diesen glücklichen

lichen Versuch bekannt zu machen, und ihn denen be-  
 kannt zu machen, von welchen man sich Hoffnung  
 machen konnte, daß sie die Erfahrung und den Ver-  
 such würden prüfen, und dann benutzen können, und  
 aus gleichem Eifer es auch wollen. Daß man aber  
 eine Erfindung, die von so großer Wichtigkeit für die  
 Schifffahrt und für die Menschheit überhaupt ist, für  
 welche so viele und so starke Beweise sprechen, und  
 die sogar von der Natur, durch eben so viele Beweise  
 als Fische im Meer und in allen Gewässern schwim-  
 men, bestätigt wird, auch nicht Eines Versuchs  
 werth gehalten hat, das ist in der That etwas ganz  
 unglaubliches, dem ohnerachtet aber, wie so manches  
 andre unglaubliche, doch wahr. Gesezt die Ge-  
 schwindigkeit eines Schiffes mit der Fischprora verhielte  
 sich zur Geschwindigkeit eines gewöhnlichen Schiffs auch  
 nicht wie  $1\frac{1}{2}$  zu 7 nach §. 31. f., sondern nur wie 14 : 7,  
 oder gar nur wie 10 : 7, und ein Schiff brauchte wegen  
 dieser Prora zu seiner Reise 7 Monathe, wozu ein ge-  
 wöhnliches Schiff 10 Monathe bedarf, wäre dieser  
 Vortheil nicht schon an sich groß genug, ohne die an-  
 dern Vortheile dieser Prora, und ohne noch die Vor-  
 theile der Masten, Ruder, Thüren zc. in Betrach-  
 tung zu ziehn?

Da die Kaiüte eben sowohl wie die Prora kelför-  
 mig gebaut ist, so bedarf es keines weitern Beweises,  
 daß sie vollkommen geschickt sey, die Gewalt der Wel-  
 len zu schwächen und zu brechen, ohne die geringste  
 Inclination zu machen, weil sie das Wasser weder  
 nach oben noch nach unten, sondern nach der Seite re-  
 flectirt. Ihr Nutzen ist daher außer Zweifel, und  
 ihre Schönheit bedarf ebenfalls keines Beweises.

- 80 Daß senkrechte Ruder anwendbar und wirksam sind, das beweiset der Versuch und die tägliche Erfahrung S. 78.
- 81 Daß durch die zwey halbe auf einander befestigte Hohlkugeln das Ruder schnell könne gewendet werden, das beweisen alle bewegliche Articulationen im thierischen Körper, und davon kann man sich auch sogleich durch den Versuch überzeugen, wenn man, wie ich es gethan habe, sich zwey solche Hohlkugeln will machen lassen, und ihnen den S. 82. genau bestimmten Ausschnitt giebt.
- 82 Den Versuch mit dem Steuerruder kann man mit jedem Balken machen, den man in ein fließendes Wasser bringt, und an einer Seite z. B. an der rechten seines Hintertheils eine schiefe Fläche befestiget.
- 83 Das anstoßende Wasser wird dann sogleich das Hintertheil auf die linke Seite wenden, die keine schiefe Fläche hat, und das Vordertheil des Balkens auf die rechte Seite. Ich habe den Versuch mit dem Balken und mit dem oben erwähnten 15 Zoll langen Schiffgen gemacht, und beyde Versuche haben mich von der Wirksamkeit des Steuers auf den Seiten des Hintertheils überzeugt.
- 85 Wider die Wirksamkeit der Thüren unter dem Schiff wird man noch die scheinbarsten Einwürfe machen können.
- 86 Hier muß der Versuch nothwendig im Großen gemacht werden; denn ieder Versuch im Kleinen ist wegen der großen Beweglichkeit des Wassers betrüglich.
- 87 Was für diese Thüren spricht, habe ich besonders im 208. S. auseinander zu setzen mich bemüht. Dis Orts will ich noch etwas hinzusehen.
- 88 So wenig der Widerstand vom Wasser, oder seine Kraft, welche in eine feste Fläche wirkt, durch diese

diese Fläche hindurch in das Wasser vor der Fläche geht, und dasselbe bewegt, S. 208. bx - cf, sondern in der Fläche bleibt, und sich erst andern festen Körpern mittheilt, mit denen sie Verbindung hat, 'so 89 wenig kann der Impuls, oder die Kraft des Impulses vom vordern Wasser, durch die Flächen, welche sie trift, hindurch, und in das Wasser hinter diesen Flächen gehn, und dasselbe bewegen, sondern die Kraft des Impulses theilt sich den festen Körpern mit, so weit sie mit ihnen Verbindung hat, und bewegt sie. 'Den Stoß der Wellen auf die Kaiüre, 90 und den Druck des untern Wassers auf die Prora und die erste schiefe Thüre, erhält das ganze Schiff, und die mit ihm verbundnen Thüren, und bewegt Schiff und Thüren nach hinten, jede Thüre drückt und stößt 91 dann mit der Kraft der Bewegung, welche für ihren Theil auf sie kommt, das stillstehende Wasser hinter ihr, und die Frage kann also allein diese seyn: 'hat 92 das Wasser hinter den Thüren, das, weil es von dem vordern Wasser gänzlich abgeschnitten, als ein Wasser ohne Bewegung zu betrachten ist, wie das todte Wasser hinter der Puppis, welches die Erfahrung als beweglos beweist, hat dieses Wasser, 'wel- 93 ches schon wegen seiner Tiefe weniger Geschwindigkeit hat und haben muß als das obere, hat dieses Wasser hinter den Thüren das Vermögen, den Thüren, welche sich gegen dasselbe bewegen, zu widerstehn? d. h. 94 kann eine Quantität Wasser von 20 Fuß Tiefe, und von 40 Fuß Breite, d. h. hat eine Quantität Wasser von 16000 Kubikfuß oder von 1. 120.000 ℔ Wasser, das Vermögen einem Körper oder einer Fläche zu widerstehn, welche sich gegen dasselbe bewegt, und es aus seinem Raum pressen will? Diese Frage ist sehr 95 leicht beantwortet, und mit ihr auch die Frage von der Brauchbarkeit der Thüren, denn diese 16000 Kubik-

Kubikfuß Waſer haben ihre beſtimmte Schwere, d. h. ein beſtimmtes Beſtreben nach dem Mittelpunct der Erde, und widerſtehn mit dieſem ſenkrechtẽ Beſtreben nach dem Mittelpunct der Erde, ieder Bewegung in die Höhe und nach der Horizontallinie ꝛc., ſey ſeine, 96 des Waſers, Beweglichkeit auch noch ſo groß. Jeder ſchwere Körper, und ſo auch ein flüßiger, widerſteht mit der Krafft der Ruhe oder ſeiner Schwere 97 der Bewegung, und ſo auch das Waſer, obgleich ieder flüßige Körper wegen ſeiner natürlichen Beweglichkeit, d. h. größern Diſpoſition zur Bewegung, der 98 Bewegung weniger widerſteht, und zwar muß der Widerſtand des Seewaſers noch ſtärker als des ſüßen Waſers ſeyn, weil es ſchwerer iſt. 'Das Queckſilber iſt noch weit beweglicher als das Waſer, dem ohnerachtet aber widerſteht es jedem Körper, der ſich in ihm bewegt, und wird ihm mit einer 14 mal ſtärkern Gewalt widerſtehn, weil es 14 mal ſchwerer 100 als Regenwaſer iſt. Die Frage iſt alſo: Kann eine Laſt von 1. 120. 000 ℔ mit ihrer Schwere einem Körper ꝛc. widerſtehn, der ſie von ihrem Orte fort- 101 ſtoßen will? 'Iſt dieſe Frage ſchwer zu beantworten? 102 'Da die Thüren 20 Fuß von einander ſind, die Menge Waſer zwiſchen zwey Thüren, und alſo auch ſeine Schwere groß, und der Rückgang des Schiffs langſam iſt, z. E. keine 2 Fuß in einer Secunde, ſo kann der Druck der einen Thüre auf das Waſer hinter ihr ſchwerlich ſo ſtark ſeyn, daß er mit einiger 103 Stärke bis zur nächſten Thüre gelanget, 'denn dieſer Druck von der erſten Thüre, oder die von ihr dem hintern Waſer mitgetheilte bewegende Krafft, wird 104 a) von der Schwerekrafft der anſehnlichen Quantität 105 Waſer hinter ihr vernichtet. 'b) Verliert ſich in dieſen 20 Fuß um ſo eher, weil die Bewegung langſam und alſo ihre Krafft ſchwach iſt, 'eine Krafft aber, 106 wenn

wenn sie, auch ohne Widerstand, schon einen gewissen Raum durchlaufen ist, zu Ende dieses Raums nicht mehr so stark ist, als in seinem Anfange S. 208. k - m ist, und 'c) das Wasser hinter der Thüre <sup>107</sup> weicht dahin, wo jedes Wasser hinweicht, nämlich nach oben, also rechts und links unter der Schiffsbasis hervor nach oben, 'd. h. das von der Thüre ge- <sup>108</sup> drückte oder gestosne Wasser hinter der Thüre, indem es durch die Bewegung der Thüre gegen dasselbe fortgestoßen wird und weichen muß, weicht dahin, wohin es nur allein weichen kann, nämlich nach oben, es hebt also theils das Schiff selbst, theils tritt es unter der Schiffsbasis seitwärts hervor, und geht nach oben nach der Wasserfläche. Soviel nun von der durch die Thüre dem hintern Wasser durch die Bewegung der Thüre mitgetheilten Kraft seitwärts unter der Schiffsbasis hervor und nach oben in dem bewegten Wasser selbst geht, so viel, oder diese nach oben gehende Kraft, kann der folgenden Thüre nicht mitgetheilt werden. d) Auch nach der Basis des Schiffs <sup>109</sup> geht also das Wasser stärker als nach der folgenden Thüre, weil es nach oben und nicht nach hinten weicht. Aus allen diesen 4 Ursachen ist klar, daß von der aus <sup>110</sup> der vordern Thüre ins Wasser übergehenden bewegenden Kraft äußerst wenig durch das Zwischenwasser bis zur folgenden Thüre kommen könne, vielleicht nicht der 10te und 20te Theil der bewegenden Kraft. Will <sup>111</sup> man mit den Thüren einen Versuch vorher auf Landgewässern machen, so kann dieser Versuch a) nicht auf einem Ströme, sondern auf einem stillstehenden Wasser gemacht werden, denn weil ieder Strom Gefälle hat, so hat alles Wasser im Strom, in der Tiefe so wie oben zc. Beweglichkeit, und also bewegende Kraft, welche den Versuch unsicher macht, weil das Stromwasser mit der bewegenden Kraft seines Gefäl-

les

les in die Thüren mit dieser Kraft würlt, und also nicht als stillstehend Wasser kann angenommen werden, man ziehe das Versuchschiff wider oder nach dem Strom.  $\beta$ ) Mit einem schon ansehnlich langen Schiff, damit die Fallthüren nicht zu nahe kommen, und ihrer nicht zu wenig sind, wenn man den Widerstand des Schiffs bey einer, bey zwey, bey drey ic. offenen Thüren erfahren will.

Ich führe noch an, daß wenn nach fig. 43 die Thürbalken unterm Schiff in c an die Basis des Schiffs ab so angebracht werden, daß an der hintern Seite cf, des Balkens cf, die Charniere in c befestiget wird, die Thürbalken keine Stämmbalken vor sich nöthig haben, denn es stämmt sich der Balken von selbst in d an die Basis des Schiffs, und es ist nicht möglich, daß der Widerstand des hintern Wassers die Thüre überschlagen kann, weil sonst d in die Basis des Schiffs nach e würde hineingedrückt werden müssen, welches nicht angeht.



## Z u s a t z e.

Zu §. 70. g.

Diese 3192 ℔ sind nicht verlohren worden, denn es sind nicht 6312 ℔, sondern wegen §. 65. b. iede 2 $\frac{1}{2}$  Sec. nur 5066 ℔ angewendet worden, weil 3888: 768 = 6312 : 1246 und 6312 - 1246 = 5066. Demnach sind nur 5066 - 3120 = 1946 ℔ Kraft verlohren gegangen. Hiervon, nähmlich von 5066 ℔

$\frac{1}{3}$  auf den äußern Arm des Ruders =  $\frac{5066}{3} = 1688,$

bleiben 3376 ℔ für die Ruderknechte, also sind  $\frac{3376}{13} = 259$  ℔ auf ieden Ruderknecht gekommen.

Am Ende des §. muß die Rechnung so heißen:

Hiervon abgezogen nach §. 65. b.  $\frac{150}{4} \times 4^2 = 600$  ℔

und nach dem Vouguer 400 ℔ = 2024 - 400 = 1624 welche 1624 ℔ iede Sec. zu appliciren waren. Nun sind aber 3376 ℔ Menschenkraft iede 2 $\frac{1}{2}$  Sec. applicirt worden. 3376 - 1624 = 1752. So wären denn auch hier 1752 ℔ Menschenkraft verlohren worden. (Nach diesem Zusatz sind die Rechnungen, welche aus dem angezeigten Fehler entstanden sind, zu berichtigen. Z. B. §. 72. d. f.)

Zu §. 105.

Der Widerstand ist blos  $\frac{50}{4^2} = 3\frac{1}{8}$  ℔. Ist das

Ruder 12 Fuß lang, so dreht sich auf ieder Seite eine Fläche

Fläche von 12 Fuß Länge und 6 Zoll Breite. Der Widerstand eines jeden Fußes dieser 6 Zoll breiten Fläche, wenn er sich in 1 Sec. durch 1 Fuß bewegt, ist nach §. 100 =  $\frac{1^2 \text{ bis } 6^2}{6^2} = 2\frac{1}{2}$  ℔. Nun soll er

sich aber in 1 Secunde durch die Peripherie von 1 Fuß Diameter bewegen =  $3\frac{1}{10}$  Fuß, also ist sein Widerstand =  $(3\frac{1}{10})^2 \times 2\frac{1}{2}$  ℔ = beynähe 25 ℔, und für die andre Hälfte des Ruders auch 25 = 50 ℔. Da sich aber das Ruder beym Wenden nicht durch 360° sondern nur durch 90° dreht, so ist sein Widerstand =  $\frac{50}{4^2} = 3\frac{1}{8}$  ℔, in  $\frac{2}{3}$  Sec. =  $7\frac{1}{8}$  ℔ und in  $\frac{1}{4}$  Secunden =  $5\frac{1}{8}$  ℔.

Zu §. 110. n.

Der wahre Gewinnst ist nur  $170\frac{2}{3} - 128 = 42\frac{2}{3}$  ℔ =  $\frac{170\frac{2}{3}}{42\frac{2}{3}} = \frac{1}{4}$  der bewegenden Kraft. Bey §. 112. b.

ist der Gewinnst  $162 - 144 = 18$  ℔ =  $\frac{1}{5}$  gegen die schon vortheilhafte Bewegung der Ruder alle 2 Sec. und bey c und d =  $216 - 144 = 72$  ℔ =  $\frac{2}{5}$  =  $\frac{1}{3}$  der bewegenden Kraft (und nicht  $\frac{1}{4}$ ) also braucht ein Pferd 2c., wenn es trabt  $\frac{1}{4}$  weniger Kraft als wenn es galoppirt, und wenn es Schritt geht  $\frac{1}{3}$  weniger als wenn es galoppirt. Der Aufwand der Kraft des Schrittes gegen den Trab aber ist nur  $\frac{1}{3}$  geringer. Dis versteht sich aber blos von der Bewegung der Füße, nach welcher der Galopp noch  $\frac{1}{3}$  soviel Kraft fordert als der Schritt. Will man aber den ganzen Aufwand der Kräfte finden, so muß man die Geschwindigkeit des Laufs dazu rechnen. Durchläuft ein Pferd den Raum A im Galopp in  $\frac{1}{3}$  der Zeit die es beym Schritt braucht, so ist die Geschwindigkeit 3 mal größer, und dazu wird das

das  $\square$  der Geschwindigkeit =  $3^2 = 9$  mal soviel Kraft erfordert, als es im Schritt in einer drey mal längern Zeit aufzuwenden braucht. Wenn nun dieser Aufwand der Kräfte und diese Geschwindigkeit für den Bau seines Körpers (ein anderer Körper z. E. der eines Vogels kann sie vielleicht aushalten, für den kann sie nicht zu groß seyn) und das Maas seiner bewegenden Kräfte zu groß ist, so muß das Thier wegen Erschöpfung d. h. wegen des zu schnellen und also zu starken Aufwandes der Kräfte notwendig zu Grunde gehn. Dieses Gesetz ist wahrscheinlich ein allgemeines Naturgesetz. Selbst wer zu schnell liest, denkt, spricht zc. macht einen diesem Gesetz gemäßen stärkern Aufwand seiner Kräfte, und schadet sich sehr. So auch mit der Bewegung des Herzens und dem schnellen Pulse, im Zorn, bey Fiebern zc. Es ist zugleich hieraus klar, daß die 4füßigen Thiere vor den Menschen in Ansehung der Bewegung einen Vorzug haben, und bey dem Schritt verhältnismäßig weniger Kraft brauchen als der Mensch.

## Zu §. 113. n.

Denn die Horizontal-Ruder wirken doch nie in der Directionslinie vom Lauf des Schiffs, sondern schief einander entgegen, man ziehe sie in einer Ordnung in welcher man wolle.

## Zu §. 114. af. lin. 14.

Wenn der Gewinnst nach §. 111. d.  $\frac{4}{7}$  wäre: Er ist aber nur  $\frac{1}{7}$ , welches indes schon genug ist, schon genug durch ein so geringscheinendes Mittel, welches ganz und gar nichts kostet,  $\frac{1}{7}$  der Menschenkraft zu ersparen, auch schon das genug und über alle Erwartung durch 64 Matrosen, und nach §. 111 d. gar nur durch  $64 - \frac{64}{7} = 43$  Matrosen, mit einem so großen Schiff ohne alle Segelkraft und bey völliger Windstille, wo manche

2 2

Schiffe

Schiffe in vielen Tagen nicht Eine Meile fortkommen;  $13\frac{1}{2}$  Fuß jede Secunde zu machen, welches in 12 Stunden =  $12 \times 3600 \text{ Sec} \times 13\frac{1}{2} = 583200$  rheinl. Fuß, d. h. über 24 $\frac{1}{2}$  deutsche Meilen beträgt, und also in 24 Stunden 50 deutsche Meilen, sobald man 86 Ruderer dazu anwendet, welche dann nicht länger als 12 Stunden in 24 arbeiten, und daher nach 6 Stunden Arbeit allezeit 6 Stunden ausruhn können.

## Zu §. 155. 156.

Beide §§ sind vielleicht aus Mangel einer deutlichen Zeichnung etwas unverständlich, ich zweifle aber nicht, daß man sich aus der desto genauern Beschreibung sehr leicht meine Ideen werde vorstellen können.

## Zu §. 208. ba.

Die Frage ist unbeantwortet geblieben. Hier ist die Antwort: die bewegende Kraft muß stärker seyn als die widerstehende, sonst kann die letztre nicht weichen. Um so viel die bewegende Kraft stärker ist, um so viel wirkt das Wasser hinter dem ersten Ruder aufs zweite, nachdem der Theil der bewegenden Kraft, welcher mit dem nach oben weichenden Wasser vereinigt, davon abgezogen ist. Es sey die bewegende Kraft = 10, die widerstehende = 8, so wird das Wasser mit der Kraft = 2 bewegt. Geht davon die halbe Kraft nach oben, weil das nach oben bewegte Wasser sie dahin mitnimmt, so kommt die Kraft = 1 =  $\frac{1}{5}$  von der bewegenden Kraft des ersten Ruders aufs zweite. Dieser schwächere Widerstand des resistirenden Körpers macht die Bewegung möglich, denn wenn der Widerstand von gleicher Größe mit der bewegenden Kraft ist, so ist keine Bewegung möglich. Diese Wahrheit ist, soviel mir bekannt, noch nicht genug aufgeheilt, und sie giebt uns

uns doch ein sehr helles Licht in die Bewegung der Körper und das Maas der bewegenden Kräfte.

Zu §. 233. q.

Dies abgerechnet, was (n) gesagt ist, welches die Inclination des Hintertheils der des Vordertheils gleich machen könnte, und so auch mit der Reclination, da das von dem Vordertheil herkommende Wasser unter der Schiffsbasis mit seiner obschon in dieser Tiefe geringen Geschwindigkeit auch das verengerte Hintertheil mehr in die Höhe treibt, hingegen das Vordertheil bey der Reclination zugleich mehr zurückstößt.

Zu §. 242. q. lin. 6.

Die 114. 800. ff. §. 231. i kann man nicht hinzusehen, denn wenn K fig. 40. nach L bewegt und also die Linie KD in LG verwandelt wird, so hat die convexe Carina bey dieser Bewegung nur den Widerstand von der Friction des Wassers, der äußerst geringe ist, aber nicht den Widerstand §. 231. i. Denn da ist der Widerstand nach einer geraden Linie ED fig. 34. berechnet, die sich dem Wasser entgegen bewegt, und also paßt dieser Widerstand nur auf ein Schiff, das keine convexe Carina hat. Man kann auch nicht einwerfen, daß wenn der Widerstand von KD fig. 40. sobald diese Linie LG wird, auch nicht so stark ist als er im §. 231. i ist berechnet worden, weil KD sich nicht eigentlich gegen das Wasser bewegt, so müsse doch dieser Widerstand größer seyn als der von der Friction, denn FL fig. 40 sey doch = CD fig. 34 und bey fig. 40 könne der Widerstand von UL wegen der convexen Carina GL doch für  $\frac{2}{3}$  genommen werden. Weil es aber doch immer wahr bleibt, daß die Carina wenn KD in LG verwandelt wird, sich nicht dem Wasser entgegen bewegt, welche

2 3

Bewe-

Bewegung allein mit Widerstand verbunden ist, so kann man ihn auf keine Weise annehmen, sondern er wird von der konvergen Figur annullirt. Hieraus erhellet, daß die Gewalt der Welle eine weit stärkere Inclination bey Schiffen mit einer konvergen Carina machen muß, als bey denen, welche eine geradlinige Carina haben, und daß, wenn die Bewegung von DK nach LG nicht widersteht, blos die Bewegung und der Stoß des untern Wassers auf KD und LG Widerstand macht, und daß also blos das  $\square$  der Geschwindigkeit des untern Wassers auf KD und LG (und nicht zugleich das  $\square$  der Geschwindigkeit von der bewegten Linie KD und LG bey dem Widerstande gegen die Inclinationen in Rechnung kommen kann, und das  $\square$  der Geschwindigkeit des untern Wassers auf den Kiel *z.* nebst dem  $\square$  der Geschwindigkeit desselben *z.* gegen das Wasser, wenn er von KS nach LT bewegt wird, d. h. während der Inclination und dem Stöße der Welle auf ED selbst. Außer dem Stöße der Welle, wenn das Schiff schon inclinirt ist, würdt blos die Geschwindigkeit des untern Wassers auf Kiel und Steven und LG die Reclination. Ist also der Widerstand der konvergen Carina nicht 186. 665  $\text{ff}$  §. 242. q. lin. 7. so ist der Vorzug einer nicht konvergen Carina noch größer, denn nach (r) ist der Widerstand nicht wie 442. 880 zu 186665 sondern wie 442880 zu 110133 (q) + 66100 (r. lin. 8.) = 442880:176233, also wie  $2\frac{1}{2}$  zu 1 und also auch der Vorzug wie  $2\frac{1}{2}$ :1. und der Widerstand des Kiels und der Steven ist fast so groß als der Widerstand der ganzen Schiffsseite KD, denn die war (q) = 90. 133 und der Widerstand des Kiels und der Steven ist = 20000 (q) + 66100 = 86100  $\text{ff}$ .

Zur

## Zur Nachrede. 60.

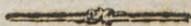
Die Fläche dieses Raums ist auf ieder Seite der Kaiüte, wenn sich das Schiff vor der Prora durch 40 Fuß um 10 Fuß verengert, (und also um 5 Fuß auf ieder Seite) nur  $\frac{40 \times 15}{2} = 300$  und von der andern

Seite eben soviel = 600 statt 800 Cubikfuß und  $600 \times 18 = 10800$  Cubikfuß statt 14400, und  $10800 + 10231 = 21031$ , und  $10600 + 10231 = 21031$ .  $38000 : 21031 = 10 : \text{ohngesehr } 5\frac{1}{2}$  Fuß (61. b) ( $3\frac{2}{3}$ ) (Wen 61. c. ist die Prora von fig. 36. zu 40 Fuß Länge angenommen worden, die aber nur 30 Fuß ist.) Es ist aber die Last Wasser auf der Prora ebenfalls nicht 10231 sondern nur  $10231 - \frac{10231}{4} = 7673$

Kubikfuß, weil wegen der Verengung des Schiffs neben der Kaiüte die 30 Fuß lange Prora auch nur 30 und nicht nach no. 59. 40 Fuß hinten breit ist (vorn nicht einmahl 30 Fuß). Also ist die Last Wasser nur  $7673 + 10800 = 18473$  welches bey weitem noch nicht  $\frac{1}{2}$  von 38000.  $38000 : 18473 = 10 : 4\frac{3}{8}$ , so daß das Schiff von dieser 18 Fuß hohen Welle, wenn sie auch die ganze Prora durch 70 Fuß lang bedeckte, noch keine 5 Fuß könnte inclinirt werden!

## Zur Nachrede 112. lin. 5.

Wenn die Charniere in c. fig. 43 angebracht wird, so hat das Schiff weder vor d die Querbalken fig. 29 L. M. noch die Ketten WX hinter d oder c nöthig, sobald die Thüren sich allezeit durch 90 Grad öffnen sollen, welche daher in der 36. Figur auch nicht gezeichnet sind.



Ber-

## Verbeßerungen.

(§. 2. lin. c. und §. 3. g. lin. 4.) bC statt bc. — (§. 15. b. lin. 6.) ieder Körper — (§. 82. d. lin. 3.) IG st. IS. — (§. 85. s.) 1, 87. (§. 86. c.) Einen größern Bogen in Graden als CD (= 12 Fuß wenn HC = 12 Fuß) muß das Ruder — (h. lin. 2.) die Hälfte Menschen — (k. lin. 5.) seyn muß wenn HC = 12 Fuß — (y. lin. 1) wenn fig. 16. HC. — (§. 102. b. lin. 2)  $\frac{1}{100}$  — (§. 104. f. lin. 1) Widerstand der Figur (lin. 6) Widerstand des Wassers nach Bouguer §. 12. o. zu  $\frac{2}{3}$   $\frac{1}{100}$  — (§. 114. e. lin. 6) 86. st. 77. (m. lin. 24.) HD. st. HC. (lin. o) fig. 30. no. 2. (t. lin. 4) bewegt — (lin. al.) man bey Stromschiffen (lin. aw.) Der größere Vortheil aber besteht bey EO fig. 15 außerdem noch darinnen, — (ay und ay lin. 2.) RV st. RU. — (§. 119. f. l. 1) AB. st. GB. — (§. 120. b. lin. 1.) denn st. weil sich das — (§. 121. lin. m.) H. fig. 20 — (§. 126. e. l. 2)  $\frac{4}{100}$  st. 40 — (§. 136. c. l. 4.) halben Sinus — (§. 151. lin. e) F. st. A. (h. lin. 7.) Q st. K. — (§. 152. l.) Schieber. §. 154. g. — (§. 154. a) DF. fig. 25. (b. lin. 3. muß es so stehn: durchgehn kann, und in der Schiffsseite nur so viel Raum oben und unten übrig ist, daß sich das Holz DF. — (§. 155. g. l. 1) hoch, so sey also DF. — (h. lin. 1) GK st. GR. (§. 155. die Periode ad. und §. 222. die Periode t. wird weggestrichen) — (§. 156. a) Es sey fig. 26. — (§. 156. t. lin. 3) fig. 25 st. §. 152. o. p. q. — (§. 166. lin. 5) sich del. — (§. 179. g. lin. 5) itaque st. utique — (§. 208. z.) nur mit — (ax. lin. 2) HK st. HL. (ay. lin. 6.) KH st. IH. (lin. 7.) ist in  $WC = r^2 = 1$ , wenn sie in  $KH = 9^2 = 81$  war. Sie ist aber nur  $\frac{1}{2}$ , weil  $WC = \frac{KH}{2}$  — (bp. lin. 6) 20. st. 29. — (bt. lin. 5) werde, mehr als wenn — (ct. lin. 5) allein st. alle — (§. 216. c. lin. 2) Es sey fig. 30. no. 1. (k. lin. 4) thut, sey der Widerstand auch — (§. 219. m) ohngefähr 5400 Fuß, also etwas über  $\frac{1}{2}$  — (§. 222. i. lin. 4) RA. st. KA. — (§. 231. b. lin. 4) gleich st. parallel — (g. lin. 2)  $\frac{1^2}{24^2}$  st.  $(\frac{1}{24})^2$  — (§. 242. f. lin. 4) 20 st. 30. — (§. 246. b. lin. 1) haben auch die meisten oder alle die kleinen Seeschiffe mit einem Verdeck, welche das — (§. 248. c.) Korkholz. — (Nachrede 5. lin. 20.) lang. del. (46. lin. 3) AE fig. 41 (94. lin. 1.) Tiefe und Länge — (102. lin. 3) Secunde, §. 208. bw., so 16.

A  
 O  
 L  
 F  
 F  
 P  
 K

Tab. I.

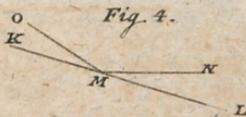


Fig. 5. & Fig. 7.

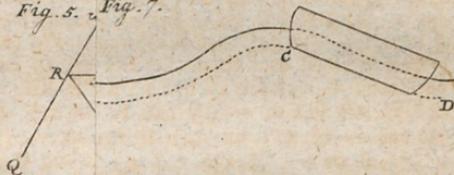


Fig. 10.

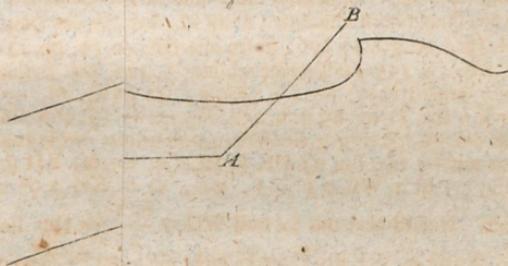


Fig. 13.

D

H



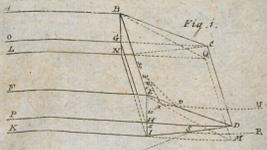


Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.

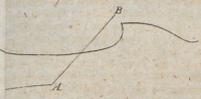


Fig. 11.

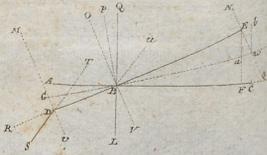


Fig. 12.

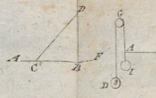


Fig. 13.

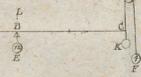


Fig. 14.



Fig. 15.

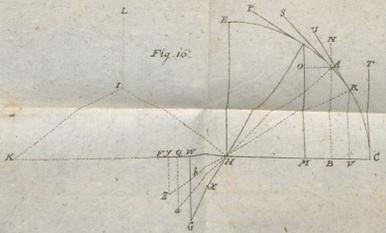
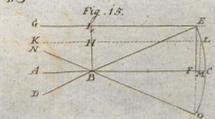


Fig. 16.



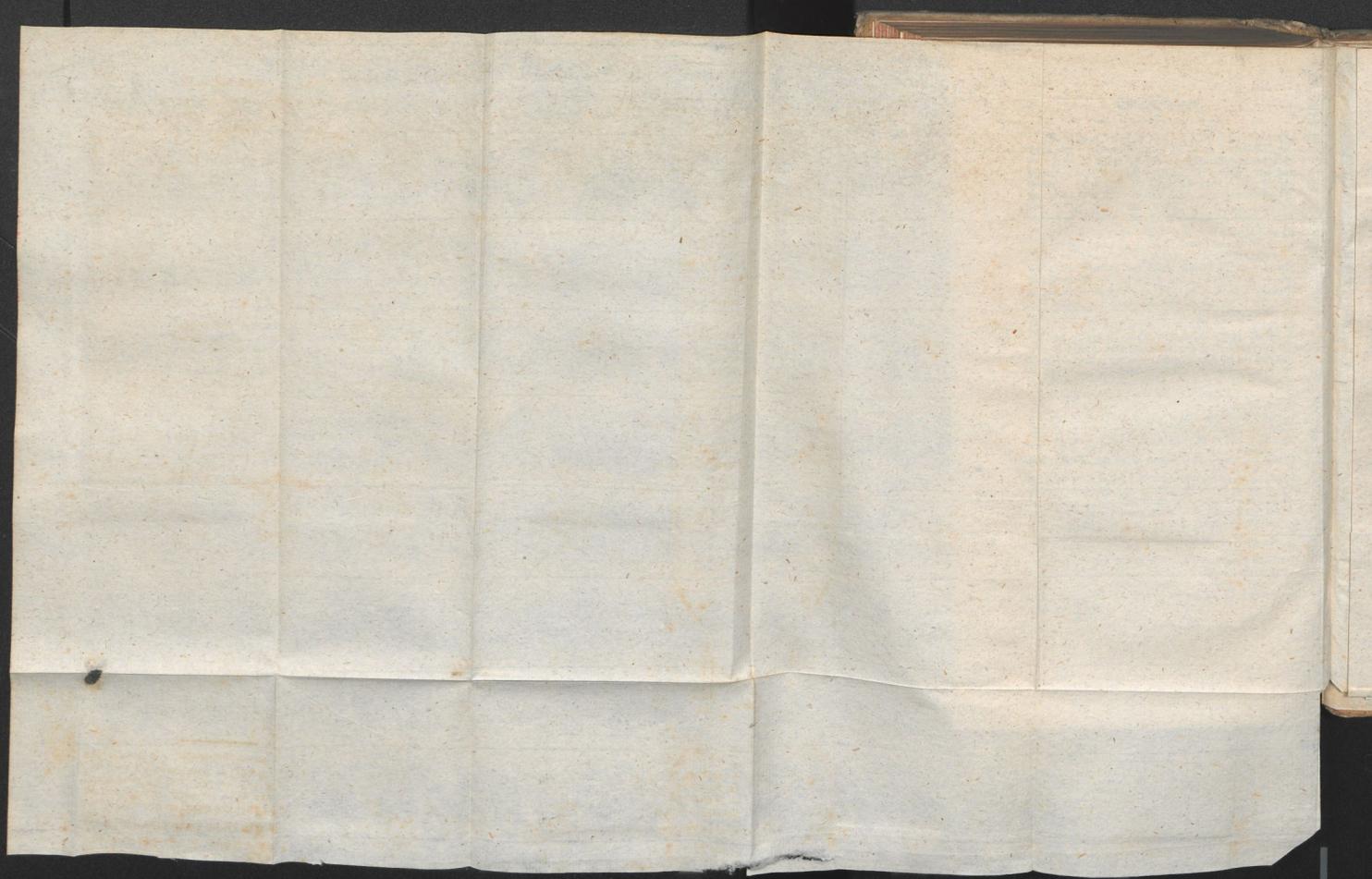




Fig. 20.

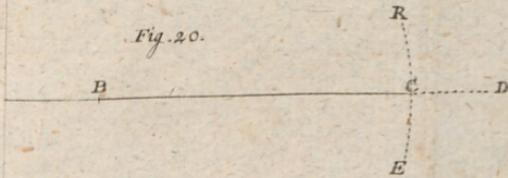


Fig. 24.

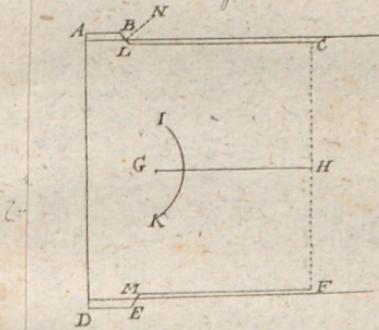
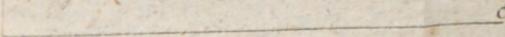


Fig. 25.





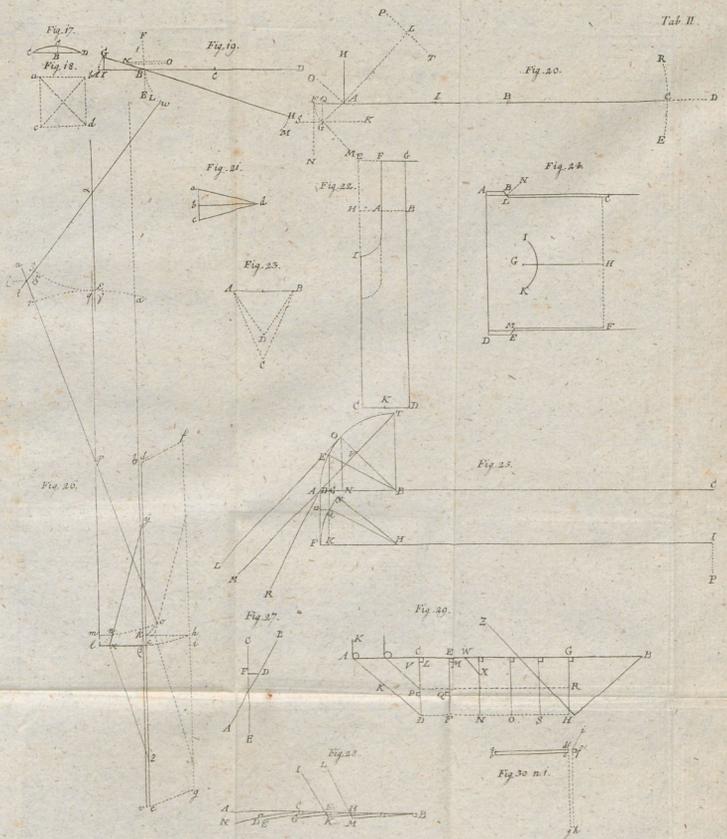






Fig. 33.

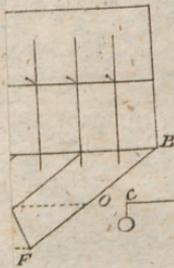


Fig. 35.

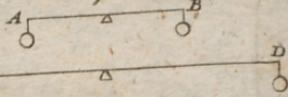


Fig. 38.

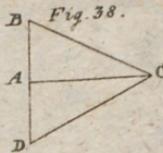
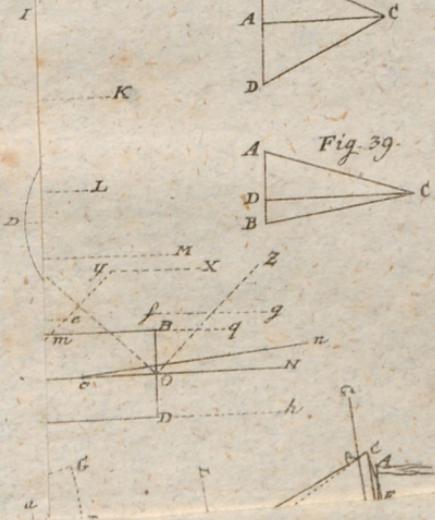
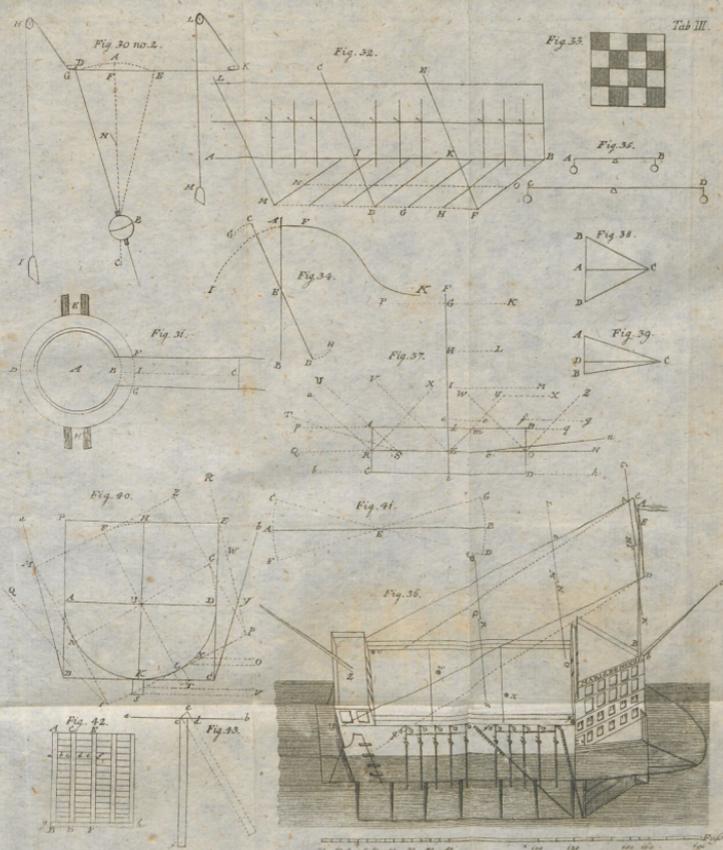


Fig. 39.













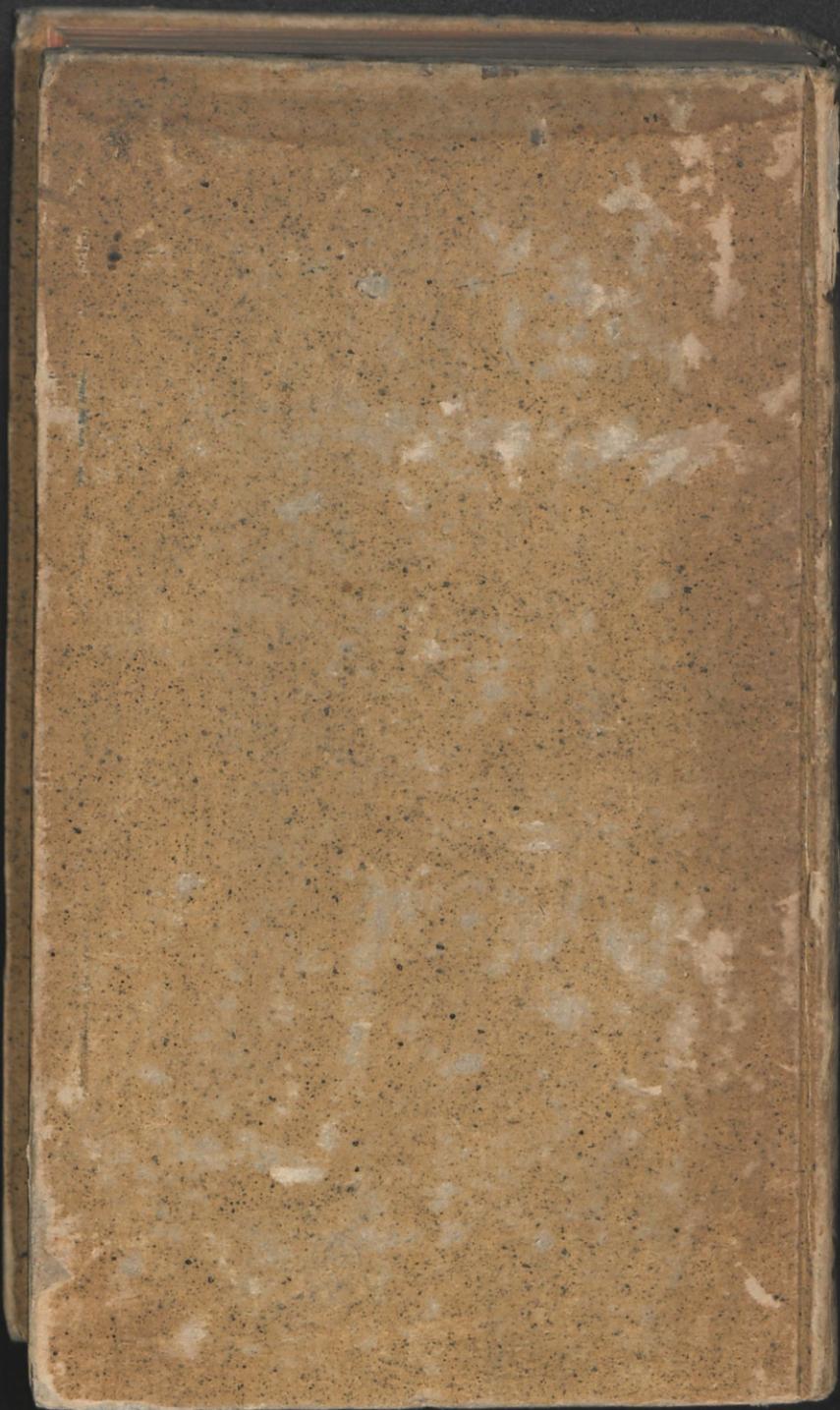


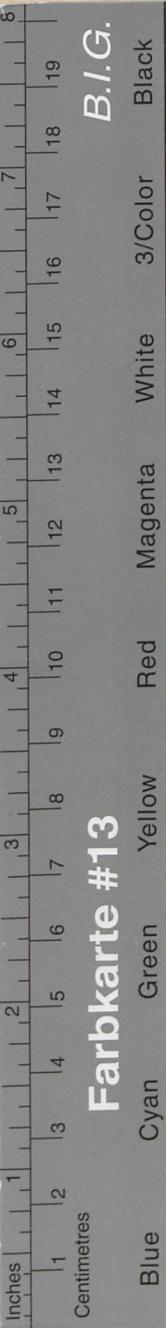


Pe 1057

(X226 2324)

ant.





B.I.G.

Farbkarte #13

Black  
3/Color  
White  
Magenta  
Red  
Yellow  
Green  
Cyan  
Blue

Vorschläge  
zur  
Vervollkommnung  
der  
**Schiffahrt.**

Den  
Seefahrenden Nationen  
gewidmet.



Berlin 1787.  
Von Sigismund Friedrich Hesse.