ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1812, FIFTFES STÜCK.

I.

*Beschreibung eines neuen flügelartigen Schiffs-
ruders, und einiger damit angestellten
Versuche,*

VON

AUGUST WILHELM ZACHARIAE,
Lehrer zu Kloster Rolsleben.

Das Schwimmen im Wasser stimmt der Hauptsache nach ganz mit dem Schwimmen in der Luft überein, und beides unterscheidet sich von einander nur dadurch, daß das Erstere in einer dichtern und minder elastischen Flüssigkeit als das Letztere vor sich geht. Eben dadurch liegt aber uns Menschen das Schwimmen im Wasser weit näher, als das Schwimmen in der Luft. Könnten wir das Athemholen länger entbehren, so würden wir im Wasser gar bald denjenigen Fischen gleich schwimmen, die ich in meinen *Elementen der Luftschwimmkunst*, weil sie sich von Natur so wenig als

wir Menschen Untergewicht *) zu schaffen vermögen, *Bleifische* genannt habe, um sie von denen zu unterscheiden, welche Schwimmblasen führen. Würsten wir indess gleich das Hinabsinken unter die Oberfläche des Wassers zu vermeiden, und uns den Athem frei zu erhalten, so bliebe uns doch noch eine wesentliche Vervollkommenung des Schwimmens übrig: nämlich die Schwimmorgane des Bleifisches, — des Vogels im Wasser — zu den untrigen zu machen, und uns, wenn auch nicht *in*, doch *auf* dem Wasser schwebend, mit ihnen fortzutreiben. Das Haupt-Schwimmorgan dieser Fische besteht, wie ich im angef. Werke §. 80. erwähnen zu haben glaube, aus ein Paar *flügelartigen Flossen*, womit der Bleifisch theils sein Uebergewicht überwältigt, theils sich fortarbeitet. Diese Flügel-flossen bleiben beständig unter Wasser, und darin vornehmlich unterscheiden sie sich von den gemeinen Schiffsrudern, welche man mit Zeit- und Kraftverlust nach jedem Zuge aus dem Wasser heraushebt, um ihnen ihre zum künftigen Zuge erforderliche Stellung wieder zu geben. Es käme also darauf an, daß wir ein Mittel fänden, *auch* unsere künstlichen Flügel-flossen beständig unter Wasser zu halten. Uebrigens wäre es gleichgültig, ob der Mensch solche Organe an seinem eignen Körper befestigte, und, unmittelbar schwimmend, sie unmittelbar handhabte, oder

*) So nennt der Hr. Verf. das Gewicht, um welches ein in einer Flüssigkeit befindlicher Körper *weniger* wiegt als die Flüssigkeit, die er aus der Stelle drückt. G.

ob er sich von einem Schiffe tragen liesse, dem er jene Schwimmorgane gäbe, die dann verhältnißmäßig stark seyn könnten, und nicht mehr durch unmittelbares Anfassen der Menschenhand bearbeitet zu werden brauchten. Natürlich wird man das Schwimmen mit dem Schiffe, wo man ganz in seiner gewohnten Lebensweise bleiben kann, dem unmittelbaren Schwimmen mit wirklich eingetauchtem Leibe vorziehn.

Man kann sich aus zweierlei Gründen bewogen finden, einem Schiffe die Schwimmorgane des Bleifisches anzusetzen. Erstens werden solche Flossenruder, da sie nicht wie die gewöhnlichen Schaufelruder absetzen, stetig und wirklicher treiben, und sich daher vielleicht statt dieser zur Schifffahrt brauchen lassen. Zweitens kann man an ihnen vorläufig in dem Wasser als der dichterem Flüssigkeit versuchen, wie etwa künstliche *Flugorgane* zu bauen und zu handhaben seyn möchten, wenn man einst den Versuch wagen wollte, den ich in meinen Elementen der Luftschwimmkunst S. 271 vorgeschlagen habe. Ueberdies werden die Naturforscher ihre Aufmerksamkeit der Nachbildung eines Organs nicht verlagern, womit zwei große Thierklassen, die Fische im Wasser und die Vögel in der Luft, sich so schnell und sicher bewegen. Bliebe diese Nachbildung auch nur unvollkommen, so würde sie wenigstens den wissenschaftlichen Gewinn bringen, die Wirkungsart des Vorbildes im Fische und im Vogel, welches in seiner Thätigkeit immer

zu schnell vor unfrem Auge vorüberzieht, daran gemächlich anzuschauen.

Ich habe eine solche *Nachbildung der Flügel-flossen* oder des *Vogelflügels* (denn beide sind Eins) für einen gewöhnlichen *Wasserkahn* versucht, und will hier von der Ausführung und dem Erfolg des Unternehmens Rechenschaft ablegen.

Leider muß ich gleich im Eingange zu diesem Berichte das Geständniß ablegen, daß ich nicht gewußt, oder mich nicht hinlänglich bemüht habe, in der Grundlage zu meinem Schwimmorgan eine Abweichung von der Bauart der Natur zu vermeiden. An der eigentlichen Flügelflosse, so weit ich sie kenne, ist kein besonderer Flugarm, sondern die Schnellfedern haben da ganz nahe am Rumpfe des Thieres ihren Befestigungs-Punkt. Ich gab dagegen meinen Flossen einen Flugarm nach Art des Vogelflügels. Aber auch den Vogelflügel bildete ich nur sehr unvollkommen nach. Denn, anderer Abweichungen nicht zu gedenken, ist der Vogelflügel ausgespannt, wenigstens eben so lang als der Rumpf des Vogels, mein Flügel hat aber nur etwa den sechsten Theil von der Länge des Körpers, den er durch die Flügeligkeit treiben soll, nämlich des Schiffs. Ich habe also offenbar, (bestimmt von Schwierigkeiten, die man hoffentlich ohne mein besondres Erinnern aus dem Folgenden von selbst abnehmen wird,) Flügel und Flügelflosse in meinem künstlichen Schwimm-Organ mit einander vermischt, und ein Mittelding zwischen beiden dargestellt,

welches eben deshalb ein ungünstiges Vorurtheil gegen sich erwecken wird. Wie dem aber auch sey, so folgt hier die Beschreibung meiner Flügelhölse.

Ein Stück Eichenholz *ab* (Fig. 1. Taf. II.) 42 Zoll lang, 5 Zoll breit und $1\frac{1}{2}$ Zoll dick, vertritt die Stelle des ausgestreckten Flugarmes, und ist, damit es, wie dieser am Rumpfe, so am Schiffe sich auf- und abwärts bewegen lasse, mit starken eisernen Zapfen, *c* und *c*, versehen, welche darauf fest geschraubt sind, mittelst des eisernen Lappens (*dknm* *), mit dem sie aus einem Stück geschmiedet sind. Die Linie *cc* bleibt bei jeder Bewegung des Flugarms mit der Axe parallel; folglich muß die Axe der Lager, in denen diese Zapfen sich bewegen, der genannten Linie parallel seyn. Diese Lager und ihre Befestigungsart werde ich weiter unten beschreiben. In den Flugarm *ab* sind fünf kalt geschmiedete und eingesetzte, also sehr elastische Eisenstäbe *o, p, q, r, s*, jeder von 43 Zoll Länge und 1 Zoll Breite, mit ihren dicksten Enden (denn sie laufen von unten nach oben dünner und dünner zu) eingelassen; damit sie aber in ihren Lagern festsitzen, sind zwei breite eiserne Stäbe über sie hingelegt und durch Schrauben mit Muttern auf sie aufgedrückt. Auch diese Stäbe sind noch in das Holz eingelassen; und daher mußten die Lager für die Federn gleich anfangs desto tiefer ausgearbeitet werden. Dieses Einlassen der haltenden Stäbe

*; Dieser Lappen ist keilförmig und da, wo die Zapfen sitzen, eben so stark als diese, nämlich $\frac{3}{4}$ Zoll.

wurde darum für nöthig erachtet, weil der Flugarm, der immer vom Fluidum umgeben bleibt, dasselbe desto leichter durchschneidet, je dünner er ist. Damit der Flugarm, während er in Thätigkeit ist, nicht von dem Drucke der Federn spaltete, denen er zu Befestigungs-Punkten dient *), wurde in der Spitze desselben, gegen *a* hin, an der untern Seite, eine eiserne Querplatte einigen von dort aus durchgehenden Schrauben mit zu halten gegeben, so daß nun das Ende des Holzes zwischen Eisen scharf eingeklemmt ist. Auf ähnliche Art giebt, am andern Ende, der Eisenlappen *dknm*, an dem die Zapfen sitzen, dem Holze die erforderliche Stetigkeit; denn diese Platte ist mit sieben starken Schrauben aufgesetzt, deren Köpfe sehr breit sind, und folglich weit umher auf dem Holze anliegen.

Die Federn *o, p, q, r, s*, welche sämmtlich in einer Ebene liegen, sind durch stählerne elastische Querbalken, (zerbrochne Rappiere fänden sich dazu,) dergleichen *gh* einer ist, mit einander dergestalt verbunden, daß die Elasticität der einen die der andern unterstützt, und daß, im freien, ungehinderten Stande, wo bloß der Arm festgehalten wird, keine von ihnen einen Druck erleiden kann, den die andern nicht alle mitfühlen, und mit tragen helfen.

*) Man kann an dem ersten besten Vogelflügel die Anstalten sehn, welche die Schwungfedern verhindern, im Fluge um den Flugarm zu schlottern. Z.

Dieses elastische Gerüste ist mit starker Leinwand straff überzogen; und zwar wurde die Spannung des Ueberzugs dadurch erlangt, daß ich ihn aus einzelnen Stücken machte, die sich, jedes besonders, zwischen die Hauptfedern einsetzen und an sie von beiden Seiten scharf anziehen ließen. Ich fand, daß das Einschnüren die vortheilhafteste Art war, dieses zu bewirken, und verfuhr dabei folgendermaßen:

Neben die äußerste Feder *o*, und zwar an ihre innere Seite, wurde ein hölzerner Stab, etwa von der Stärke, welche die Feder in ihrer Mitte hat, und von gleicher Breite mit ihr, angelegt, der bis an den Arm hinab, nicht aber in denselben hinein reichte. Dieser Holzstab hatte, seiner Mitte entlang, eine Reihe gebohrter Löcher, in Zolles Weite von einander. Stab und Feder wurden, so wie sie neben einander lagen, in eine Art von Leinwandfutteral eingenähet, dann aber in diesem Futteral selbst mittelst einer zwischen ihnen hindurchgeführten Naht von einander gefondert. Das Nämliche geschah an der innersten Feder *s*. Die drei Federn *p*, *q*, *r* erhielten jede zu jeder Seite einen solchen Holzstab in ihr Leinwandfutteral. Den übrigen Raum zwischen den zwei und zwei eingenäheten Holzstäben füllten hineinpassende Leinwandstreifen aus, die jeder zu beiden Seiten einen zollbreiten hohlen Saum hatten, worin ich ebenfalls wieder einen Holzstab von der eben beschriebenen Art einschob. So konnten

diese Leinwandstreifen, vermöge ihrer festen aber durchbohrten Holzränder, an die ihnen zunächst liegenden Holzstäbe auf beiden Seiten mittelst Packnadel und Bindfaden festgeschnürt, und, da die Federn zur Seite nicht nachgaben, straff gespannt werden. Die Spannung der Länge nach wurde dadurch erlangt, daß ich alle Theile des Leinwandüberzugs unten an den Flugarm, und oben an Querhölzer anzog, die ich zwischen den äußersten Enden der Federn an den dort liegenden Holzstäben festmachte. So erhielt ich nicht nur eine straffgespannte Flügelfläche, sondern es wurde auch noch die Elasticität dieser Fläche durch die 16 hineingefchnürten Holzstäbe ansehnlich vermehrt. Denn wenn gleich diese nicht mit in den Flugarm festgeklemmt waren, so hatten sie doch bei demselben unter jeder einen festen Stempelpunkt, indem ich daselbst quer über die Federn einen Stab legte, auf den ich die Holzstäbe auflieftete.

Zwischen je zwei und zwei Federn lagen also zwei Paar Holzstäbe; es konnte daher in der ganzen Fläche an festen Punkten nicht mangeln, in denen sich die Verbindungsfedern, wie *hg* und *vt*, ebenfalls mit der Packnadel aufheften ließen; und da jede derselben auch auf jede Hauptfeder, die sie berührte, scharf aufgezogen wurde, so machten am Ende, weil Eins das Andre hielt, alle Theile zusammen eine gar sehr kräftige Ebene,

die, wenn sie ins Wasser kam, nur noch straffer und elastischer werden mußte.

Am Flügel des Vogels liegen die stärksten Federn vorn in der Spitze, und die äußerste ist die stärkste. Dieses ist sehr zweckmässig, weil jede Feder desto mehr auszuhalten und zu wirken hat, je weiter sie vom Bewegungspunkte entfernt ist. Es läßt sich sogar aus dem, was wir von andern Natureinrichtungen wissen, erwarten, daß hier genau das rechte Maass getroffen sey in der Länge, Stärke, Krümmung und Elasticität jeder einzelnen Feder, so wie in der Anzahl aller zusammen, und in der daraus folgenden Gestalt (Umfang und Wölbung) des Fittigs. Eben so sicher ist aber auch anzunehmen, daß *meine* Bauart in diesem Stücke, wie in manchen andern, mangelhaft sey, indem ein gewisses Maass von Elasticität sich weder gut bestimmen, noch hervorbringen läßt. Da indess der Schiffsflügel seinen Körper blos vorwärts zu treiben, nicht auch gegen die Schwerkraft zu vertheidigen hat, wie das der Flügel des Vogels thun muß, so liefs eine Abweichung im Einzelnen von der Bauart der Natur hier kein völliges Mislingen des Unternehmens befürchten, war nur die Hauptsache nicht verfehlt. Ich machte daher auf gut Glück die stumpfen Winkel, unter denen die Federn am Flugarme sitzen, von innen heraus nach der Spitze immer grösser und grösser, die Zwischenräume zwischen den Federn aber in eben der Ordnung immer kleiner. Da die Federn von gleicher Stärke sind, so

wurde durch diese Anordnung zum wenigsten so viel erreicht, daß von innen nach außen hin ein gleicher Flächenraum immer von größerer Elasticität gehalten wurde. Die Fittige zu wölben, unterließ ich gänzlich, weil ich dieses theils überhaupt nicht, theils nach keiner Regel zu machen wußte, und es genug Fluthiere in Luft und Wasser giebt, deren Fittige ungewölbt sind; in der Luft nämlich fast das ganze große Heer der Insekten, und im Wasser die Fische selbst, deren Flossfedern meistens nur sehr schwach gebogen sind.

Nach Vollendung meines künstlichen Flügels kam es nun darauf an, ihn so am Schiffe zu befestigen, daß er sich um seine, mit der Schiffsaxe beständig parallel bleibende Zapfenaxe *ce*, auf und nieder bewegen ließ. Ein Paar starke Bänder, nach Art gewöhnlicher Thürbänder gemacht, gaben die Stützpunkte und die Lager für die Zapfen. Um diese Bänder an das Schiff zu befestigen, wäre es das kürzeste gewesen, sie geradezu unter Wasser an den Schiffsboden anzuschrauben: aber dazu mußte das Schiff aus dem Wasser genommen und an mehreren Stellen durchbohrt werden; welches theils zu kostspielig, theils zu umständlich war. Zu kostspielig, wegen der Verletzung des Schiffsbodens; zu umständlich, weil man das Schiff, wenn es auch leicht aus dem Wasser zu *ziehen* gewesen wäre, mit den auf dem Boden angemachten Flügeln nicht wohl wieder hinein *gleiten* lassen konnte, sondern es *schwebend hineinheben* mußte; Schwie-

rigkeiten, die von neuem eintraten, wenn die Bänder und die Flügel sollten abgenommen werden. Ich schraubte daher lieber die Bänder auf ein Bret, welches ich das *Seitenbret* nennen will, weil es an die Seite des Schiffs zu liegen kam. An diese schrob ich es vermittelst einer starken eiserne Klammer auf die Art an, wie die Frauen ihre Nähkissen an den Tisch anschrauben. Um sicher zu seyn, daß das Bret nicht rutschte, ungeachtet der Daumstarken Klammerschraube, gab ich demselben an der inwendigen Seite, womit es außen an den Schiffsbord zu liegen kam, einige kurze eiserne Spitzen, die, wenn die Klammerschraube angezogen wurde, sich in den Schiffsbord eindrückten; die Schraube selbst hatte eine eiserne Platte mit Stacheln zur Unterlage.

Daß der Flügel nun mit leichter Mühe an jedem Schiffe angebracht und wieder abgenommen werden konnte, waren nicht die einzigen Vortheile, welche das Seitenbret gewährte. Durch eine Unterlage zwischen dem Schiffsbord und dem Seitenbret liefs sich an jedem Schiffe, die Seiten desselben mochten geneigt seyn wie sie wollten, dem Seitenbret eine senkrechte Stellung geben, so daß die Zapfenaxe des Flügels perpendicular unter den Rand des Schiffs zu liegen kam. Ferner liefs sich so das Seitenbret länger oder kürzer nehmen, und die Zapfenaxe des Flügels, der Flügel also auch selbst, mehr oder weniger tief unter die Oberfläche des Wassers bringen. Endlich fand bei dieser Ein-

richtung auf dem obern Rande des Seitenbrets ein Charnier Platz, in welchem sich ein Hebel drehte. Der eine Arm desselben konnte im Schiffe gehoben und niedergedrückt werden, und von dem äußern Ende des andern Arms ging ein Stempel auf den Flügelarm hinab, wo er bei *u* eingezapft war, der diesen, sammt dem ganzen Flügel, abwechselnd nieder und aufwärts bewegte. Daß ich auf jeder Seite des Schiffs einen solchen Arm ansetzte, versteht sich.

Aus der bisherigen Beschreibung des Flügels und aus der angegebenen Lage der Zapfenaxe ergibt es sich von selbst, wie dieses Organ sich in dem Wasser bewegt, von dem es beständig umgeben bleibt. Der Flügelarm schlägt, nach Art des Vogelflügel-Arms, auf und nieder, und indem hierbei die in demselben feststeckende elastische Fläche gegen das Wasser drückt, wird sie in ihrem hintern dünnsten Rande, wo sie mit der größten Fläche auftritt, bald auf-, bald niederwärts gebogen. Aufwärts biegt sich die Flügelfläche, wenn der Arm niederwärts geht; und weil bei dieser Bewegung der Kahn, sich auf das Wasser stützend, gehoben wird, so gleitet er gleichsam auf einer schiefen Wasserfläche, (derjenigen nämlich, welche die aufwärts gebogenen Fittige *unter* sich bilden,) vorwärts, nach derjenigen Gegend hin, wo die Flügelarme liegen. Dasselbe geschieht bei dem Vogel, wenn er sich mit seinen Fittigen auf die Luft stemmt, sey es nun daß er sie bloß ausspannt und die Schwere seines Körpers allein auf sie wirken läßt,

oder daß er durch Niederschlagen derselben den Druck des Fluidums auf sie noch vermehrt. Die bloße Kraft der Schwere am geflügelten Kahne wirken zu lassen, wie sie beim Vogel im passiven Fluge wirkt *), ist darum nicht thunlich, weil der Kahn, sobald er sich mit dem Wasser ins Gleichgewicht gesetzt hat, nicht weiter sinkt. Man kann sich indess vorstellen, daß, wenn der Kahn mit festgemachten, das heißt, unbeweglich horizontal ausgespannten Fittigen, erst aus der Luft perpendicular in das Wasser gelenkt würde, sich diese ebenfalls hinten aufbäumen müßten, so daß das Fahrzeug gleichsam im passiven Fluge ein Stück vorwärts gleiten würde, bis es tief genug eingesunken wäre, und der Druck auf die Fittige ein Ende hätte. Es fragt sich hier noch, ob die Lage des Schwerpunkts im geflügelten Kahne auch wie beim fliegenden Vogel **) seyn müßte, nämlich zwischen den Flügelflächen. Gut ist es gewiß, wenn der Schwerpunkt, sowohl der Länge als der Breite nach, mitten im Schiffe liegt, und die Flügel so angesetzt sind, daß dieser Punkt sich zwischen ihnen inne befindet. Denn alsdann muß der Schiffsboden immer einerlei Lage, nämlich die horizontale behalten,

*) *Passiven Flug* habe ich in meinen Elem. der Luftschwimmkunst diejenige Flugbewegung genannt, in welcher der Vogel mit ausgebreiteten Fittigen ohne Flügelschlag vorwärts geht. Z.

**) Ueber die Lage des Schwerpunkts am fliegenden Vogel habe ich mich in den Elem. d. Luftschwimmkunst S. 159 f. erklärt. Z.

die Flügel mügen bewegt werden oder ruhen. Aber so nothwendig als eine solche Stellung der Fittige beim Vogel und beim Bleifische seyn mag, ist sie bei dem Kahne gewiß nicht. Denn da der ganze Kahn specifisches Untergewicht hat, und nicht erst durch die Flügel über Wasser gehalten wird, so kann er, wenn auch die Flügel vor oder hinter dem Schwerpunkte ständen, weiter nichts Nachtheiliges durch den Flügelschlag erleiden, als ein etwas störendes Auf- und Niederschwanken seiner großen Axe, und muß auch alsdann auf diesen Flügelschlag vorwärts gehn.

Bisher ist erst von *einer* Bewegung der Flügel die Rede gewesen, nämlich von ihrem Niederschlage. In dem nach diesem Niederschlagen folgenden Aufziehen der Flügel, neigt sich der hintere Rand der elastischen Flächen entgegengesetzt, also niederwärts, weil diese Flächen die ganze auf ihnen ruhende Wasserfäule zu heben streben; und das hat zur Folge ebenfalls einen Zug des Kahns nach vorn hin, da er mittelst seiner schiefen Flügelfläche gleichsam unter der ihn abwärts drückenden Wasserlast nach vorn hin emporgleitet.

Wenn daher Niederschlag und Aufschlag der Flügel schnell und kräftig genug auf einander folgen, so wirkt unausgesetzt ein Druck nach vorn hin auf das Fahrzeug, und dieses muß also desto schneller vorrücken, je mehr sich diese Art der Fortbewegung desselben von der unterscheidet, die mit gewöhnlichen Rudern hervorgebracht wird, deren

Stoß nur ruckweise treibt. Nach dem stärksten Zuge, den man mit dem gewöhnlichen Schaufelruder vollführt hat, muß dieses aus dem Wasser herausgehn, um wieder vorzugreifen; und während der Zeit verläuft sich der Schuß, in welchen der vorige Zug das Fahrzeug gesetzt hatte, so daß der neue Zug gleichsam wieder von neuem ausholen muß. Beim Flügelruder aber, wo Druck und Hub, und Hub und Druck rasch auf einander folgen, bleibt das Fahrzeug immer mehr in einerlei Schuß. Noch einen besondern Vortheil hat der Ruderer am Flügel vor dem voraus, der das gewöhnliche Schaufelruder handhabt. Während dieser seinen Hebelarm vor- und rückwärts *zieht* und *stößt*, *hebt* und *drückt* jener den seinigen auf und nieder; er kann daher erstens seine Körperlast vorteilhafter wirken lassen, indem er sie unmittelbar *auf* den Hebelarm, nicht wie der Schaufelruderer *an* denselben *seitwärts* legt; und zweitens kann er auch wahre Muskelkraft anwenden, wenn er, den Hebelarm senkrecht aufziehend, die Richtung des Zugs in die Grundfläche seines festen Standes fallen läßt. Und selbst wenn eine Maschine, z. B. eine Dampfmaschine, wie bei Fulton's Barke *), an die Ruder gestellt wird, macht am Flügel der abwechselnde Hub und Druck sich leichter und einfacher, als die Kreisbewegung des Griffs am Schaufelruder, wo noch dazu die eine Hälfte der Bahn, während die

*) S. den allgem. Anzeiger d. Deutschen Nr. 313. J. 1808. Z.

Schaukel aus dem Wasser gehoben ist, fast ganz widerstandlos vollbracht wird; welches in die Bewegung der Maschine eine große Ungleichförmigkeit und ein verderbliches Rucken bringen muß.

Nach Betrachtung dieser Vorzüge darf indeß auch das, was den beschriebenen Rudern entgegensteht, nicht mit Stillschweigen übergangen werden. Das erste ist die Kostspieligkeit eines ernstlichen Gebrauchs dieser Organe; denn es leuchtet von selbst ein, wie weit sie in dieser Hinsicht hinter dem ganz wohlfeilen Schaufelruder zurückstehn, da sie größtentheils aus Stahl und Eisen zusammengesetzt sind, und es schwer seyn möchte, ein wohlfeiles Surrogat für diese theuern Stoffe zu finden. Es käme daher darauf an, ob der sonstige Vortheil bei diesen Flügeln so überwiegend wäre, daß man den mehrern Aufwand nicht zu scheuen brauchte; und ob sich nicht auch Manches daran einfacher machen ließe, als es bei einem ersten Versuche von mir geschehen ist. Eine zweite Schwierigkeit, welche das Flügelruder sich selbst recht eigentlich in den Weg legt, ist die vermehrte Querdurchschnittsfläche des Kahns, die es durch das widerstehende Wasser nach vorn hin zu treiben hat. Wenn die Seitenbreiter 1 Zoll dick sind, und 10 Zoll tief im Wasser gehn, welches ihre geringste Tiefe ist, so giebt das für die genannte Durchschnittsfläche des Kahns schon eine Vermehrung von 20 Quadratzoll; und sind die Flügelarme, bei 1 Zoll Stärke, 42 Zoll jeder lang, so geben beide zusammen noch eine

neue Vermehrung von 84 Quadr. Zoll für den Querschnitt. Die Druckstempel, $\frac{1}{2}$ Zoll stark, und jeder 12 Zoll unter das Wasser hinabreichend, (welches nur ungefähre Ansatz ist, weil sie während der Arbeit bald tiefer hinabkommen, bald höher herausgehoben werden,) geben zusammen wieder 6 Quadr. Zoll, so daß der Querdurchschnitt des Kahns um 110 Quadr. Zoll vermehrt ist, und folglich einen sehr vergrößerten Widerstand in seinem Wege durch das Fluidum findet. Nun sind zwar alle jetzt genannten Theile an der Seite, womit sie das Wasser schneiden, geschärft, so daß dieses nirgends in perpendikularer Richtung auf die schneidende Fläche trifft; aber das ist ja auch schon bei dem Kahne selbst der Fall, dessen Vordertheil die Keilform hat. Es wäre also schon ein gar sicheer Beweis von der Stärke unserer zwei Flügellossen, wenn sie ihren Kahn, und sich dazu, eben so schnell oder nur nicht viel langsamer durch das Wasser trieben, als derselbe mit zwei gewöhnlichen Rudern, von den nämlichen Ruderern, nachdem die Flügel abgenommen worden, fortgearbeitet werden könnte. Auch könnte die Vergleichung so angestellt werden, daß man die Flügel am Kahne liesse, während er mit Schaufelrudern fortgetrieben würde. Käme er in diesem Falle langsamer vorwärts, so wäre der Vorzug auf Seiten der Flügel, und zwar würde die Wirkung der Flügel über die der Schaufelruder um so überwiegender werden, je größer man den Kahn und die dazu gehörige Elasticität der Flügel nähme.

Denn da diese Elasticität durch stärkere, längere und mehrere Federn nach Belieben vervielfacht werden kann, ohne daß man weder dickere noch längere Seitenbreiter und Flugarme zu nehmen braucht, so wird bei einem größern Schiffe der sich gleichbleibende Durchschnitt des angelegten Flügelruders weniger Mal im ganzen Querschnitte des Schiffs enthalten seyn, als bei einem kleinern Fahrzeuge, und also auch verhältnißmäßig weniger den Widerstand vermehren. Und wenn denn auch bei einem sehr großen Schiffe das Flügelruder sehr viel stammhafter gebaut werden müßte, und z. B. einen doppelt so großen Durchschnitt erhielte, (eine Vermehrung, bei der es leicht hundert Mal wirksamer werden könnte,) so wäre dies doch immer noch als gar unbedeutend anzusehn, verglichen mit der Größe des Schiffs, welches dann auch vermöge seiner größern Masse bei dem *stetigen* Zuge der Flossen desto kräftiger einherziehn würde.

Um wie viel sich aber die Elasticität solcher Flügel verstärken lassen werde, das ist wohl nicht zu bestimmen. Elastiche Eisen- oder Stahlstäbe von 3 bis 4 und wohl mehr Ellen Länge sind zu haben; Stärke und Breite kann ihnen verhältnißmäßig gegeben werden, und in einen Flugarm von 5 oder 4 Ellen Länge lassen sich deren wohl 20 und mehrere einsetzen, wovon jeder eine Kraft äußern würde, zum wenigsten derjenigen gleich, womit ein zehnlüthiger Pfeil vom stählernen Bügel der Armbrust auf 100 Schritt gegen ein Bret geschossen wird, wel-

ches er zerflüht. Es käme sodann blos darauf an, daß man diese gewaltigen Flügel schnell genug auf das Wasser drücken ließe, um ihre große Elasticität in volle Wirksamkeit zu setzen. Und für die bewegende Kraft kennen wir ja noch keine Grenzen, so lange noch nicht erweislich die möglichst starke Maschine irgend einer Art, z. B. die stärkste Dampfmaschine, dargestellt worden ist. Fände man etwa für die gegebene Größe eines Schiffs und die dieser Größe angemessene bewegende Kraft den Flächeninhalt des Flügels zu klein, so könnte man ihm durch noch längere Flugarme und durch eine noch größere Anzahl von Federn, auch durch mehrere Länge derselben, mehr Umfang geben. Weil aber doch diese Vermehrung ihre Grenzen hat, indem man den Flugarm nicht gern übermäßig lang machen wird, auch die Federn nicht über eine gewisse Länge gebracht werden können; so ließe sich die beabsichtigte Vergrößerung des Flächeninhalts für den Fittig wohl dadurch erreichen, daß man zwei oder auch mehrere Garnituren von Federn hinter einander setzte. Es müßten dann sämtliche Federn der ersten und stärksten Reihe, welche in dem eigentlichen Flugarm festsitzen, an ihren hintern dünnen Enden in einen Querbalken von der Art des Flugarms aufgenommen werden, und dieser Querbalken, der nun die Elasticität sämtlicher ersten Federn umfaßte, müßte einem neuen Satze von Federn, deren dickste Enden in ihm befestigt würden, zur Grundlage dienen. Beide Sätze

von Federn bildeten dann eine einzige im Flugarme feststehende und von ihm abhängige elastische Fläche: und so könnte man wohl dem größten Seeschiffe fattsam-treibende Flügelruder ansetzen.

Dafs aber ein Paar wirksame Ruder, selbst für ein solches Fahrzeug, unter manchen Umständen wünschenswerth seyn dürften, läfst sich denken: und mit Schaufelrudern ist der Versuch schon angestellt worden. Camus nämlich beschreibt S. 442 seines *Traité des forces mouvantes* (Paris 1734) ein Schaufelruder, welches von ihm so eingerichtet war, dafs man es nach geführtem Zuge nicht aus dem Wasser herauszuheben brauchte, sondern das sich umgelegt, um das Wasser leichter zu durchschneiden, wieder vorführen liefs. Er versuchte ein Paar sehr grosse Ruder dieser Art an einem Schiffe von 60 Kanonen, welches auf der Rhede von Toulon vor Anker lag. Vier und zwanzig Mann an jedem Ruder trieben das Schiff dergestalt gegen den Wind, dafs bei dem dritten Zuge das Ankertau schlaff, und beim vierten die Bewegung merklich zu werden anfang. Mehr als vier Züge hinter einander that man nicht, weil man besorgte, das Schiff möchte Schaden leiden, und Tau oder Anker sprengen, wenn es weit vorwärts getrieben wäre, und dann vom Winde wieder rückwärts geführt würde. Den Versuch bis zum vierten Ruderzuge wiederholte man aber mehrmals mit immer gleichem Erfolge. Der Befehlshaber des Schiffs, Namens Deshais, bediente sich hierauf dieser Ruder einmal in offner

See, (unter welchen Umständen, mit welchem Erfolge, wird nicht erzählt,) und stattete darüber dem Könige Bericht ab, der dem Erfinder eine Pension aussetzte, wobei es aber auch sein Bewenden gehabt zu haben scheint.

Versuche mit Flügelrudern.

Jetzt bleibt mir noch von den Versuchen zu sprechen übrig, die ich mit meinen Flügelfloßen angestellt habe. Diese wurden am 5ten September 1809 zum ersten Mal an einen Kahn auf der Unstrut von 12 Ellen Länge, 40 Zoll Breite und 23 Zoll Tiefe angeschraubt. Der geringen Breite des Fahrzeugs wegen konnte ich die Floßen nicht genau einander gegenüber legen, weil dann die Hebel auf einander getroffen wären, deren jeder über die ganze Breite des Kahns hinwegreichen mußte, wenn die Ruderer nur in einigermaßen vortheilhafter Entfernung vom Drehpunkte arbeiten sollten: doch mußten sie sich auch so immer noch zu nahe an demselben halten.

Um dem Vortheile, den ich durch die zu geringe Breite des Kahns verlor, wieder in etwas beizukommen, und überhaupt dem Ruderer seine Arbeit zu erleichtern, richtete ich die Hebel so ein, daß sie getreten werden konnten. Zu dieser Absicht ließ ich, statt des Handhebels, ein Bret von 3 Ellen sich in dem Scharniere bewegen, das auf dem obern Rande des Seitenbrets befestigt war,

und damit der Ruderer ohne Gefahr auf dieser Tretbrücke herein und hinaus schreiten konnte, erhielt sie vorn und an der über dem Wasser liegenden schmalen Seite eine Brustlehne. Bei dieser Vorrichtung war die Arbeit der Ruderer gering, da sie auf der Brücke nur hin und her zu gehn brauchten, um durch das bloße Gewicht ihres Körpers den Flügel im Wasser abwechselnd auf und nieder zu treiben. Als sich beide zusammen eingeübt hatten, arbeiteten sie den Kahn, der mitten im Strome gehalten werden mußte, damit die Flügel Spielraum erhielten, in 80 Sekunden 50 Schritt Stromaufwärts.

Da an der Stelle, wo der Versuch gemacht wurde, der Strom gerade auf die nur ein Paar hundert Schritt weiter unten liegende Mühle zu zog, und wir gerade neben dem Wehre vorbeischiffen mußten, wobei uns ein schwacher gegen den Strom wehender Morgenwind nur wenig zu Hülfe kam, so war diese Geschwindigkeit keineswegs unbedeutend. Gewiß war sie indess nicht die größte, welche durch die Flügel erreicht werden konnte, da zwischen Hub und Druck und Druck und Hub allemal einige Zeit verstrich, wo die Flügel sich selbst überlassen blieben; die Zeit nämlich, in welcher die Ruderer wieder auf das entgegengesetzte gehobene Ende ihrer Tretbrücken hinaufschritten und sich dort auslehnten, um sich die möglichst wirksame Lage zu geben.

Wir waren bei diesem Versuche vier Mann, die Ruderer mitgerechnet, im Kahne; außerdem aber hatte ich zwei mit Erde gefüllte Säcke in denselben legen lassen, um ihn bei seiner geringen Breite gegen das zu starke Schwanken zu sichern, welches entstehen konnte, wenn zufällig einer der hochstehenden Ruderer auf seiner Brücke einseitig über Bord hinaustrat. Ich fand indeß bald, und es war vorauszusehn gewesen, daß der Kahn mit diesen Rudern weniger zum Schwanken geneigt war, als ohne dieselben, da sie seine Grundfläche weit nach den Seiten hinaus vergrößerten. Die Erdsäcke hatten aber auch noch einen andern Zweck; denn sie mußten, unter den Tretbrücken liegend, erstens das zu tiefe Niedergehn derselben verhindern, welches die Flügel, der Absicht entgegen, aus dem Wasser herausgehoben hätte, und zweitens ein Gegengewicht für die Ruderer selbst abgeben, so daß diese, wenn sie über Bord hinausgeschritten waren, nicht tiefer sinken konnten als sie sollten. Das innere Ende der Tretbrücken war zu dem Ende mit Stricken von zweckmäßiger Länge an die Erdsäcke gebunden.

Weil mir die Tretbrücken nicht schnell genug gearbeitet hatten, nahm ich sie bei einem zweiten Versuche, den ich am 16ten November machte, ab, und setzte an ihre Stelle bloße Handhebel, die freilich, der schon erwähnten zu geringen Breite des Kahns wegen, nicht lang genug angefaßt wer-

den konnten. Ich wollte bei diesem Versuche erfahren, ob die gewöhnlichen Schaufelruder oder meine Flügel kräftiger wirkten. Es wehete an dem Tage gerade ein starker Westwind stromabwärts, und der Strom führte, der Jahreszeit gemäß, mehr Wasser als am 5ten September. Obgleich ich daher wieder an derselben Stelle des Stromes schiffte, läßt sich doch, der gänzlich veränderten Gegenkraft wegen, der Erfolg beider Tage nicht mit einander vergleichen, sondern jeder muß für sich betrachtet werden.

Die Flügel trieben bei diesem Versuche den Kahn in 108 Sekunden 50 Schritt aufwärts. Mit zwei Schaufelrudern, die so kräftig als möglich geführt wurden, legten wir denselben Weg, von demselben Abfahrtspunkte aus, in 150 Sekunden zurück. Die mit den Flügeln erlangte Geschwindigkeit verhält sich folglich zu der, welche die Schaufelruder gaben, wie 25 zu 18. Bei größern Weiten, die wir durchschifften, blieb ungefähr das nämliche Verhältniß der Geschwindigkeiten. Der Vortheil fand sich also entscheidend auf Seiten der Flügel, so wenig günstig ihnen auch der zu nahe Stand der Ruderer an den Drehpunkten war; ein Uebel, welches ich nicht vermeiden konnte, da auf der ganzen Unstrut, so weit ich sie kenne, keine Fahrzeuge mittlerer Art, sondern nur entweder große Frachtkähne, oder kleine Ueberfahrtsgondeln zu finden sind.

Bei diesen Versuchen wurde noch die leicht vorauszusehende Eigenschaft meiner Flügel bestätigt, daß sie, einseitig schlagend, das Fahrzeug lenken. Denn, wenn eine Flosse ruht, und die andere arbeitet, wird die Queraxe des Kahns auf der Seite der arbeitenden Flosse fortgezogen, während ihr anderer Endpunkt zurückbleibt. Dadurch muß denn der Vordertheil des Kahns auf die Seite der ruhenden Flosse herumgehn, und zwar desto schneller, je schneller die Bewegung der einseitig treibenden Flosse ist.

Hieraus läßt sich wenigstens die Richtigkeit der Behauptung erproben, daß der *Vogel* so gut als mit *drei* Steuerrudern ausgerüstet ist, und daß er, zum Behuf schneller Wendungen, immer deren zwei kann zusammen eingreifen, und das Hintersteuer von einem Seitensteuer unterstützen lassen. Und diese seine Seitensteuer sind an dem kurzen Rumpfe so weit hinausreichend, daß ihre Wirkung, bei zweckmäßiger Geschwindigkeit ihrer Arbeit, nicht anders als äußerst schnell entscheidend seyn muß. Dieses ist bei meinen Flügelflossen anders, da sie verhältnißmäßig weniger weit von dem langen Schiffsrumpfe hinausreichen, und folglich die Lenkung langsamer machen. Indeß wird auch weder der Fisch, noch das Schiff, leicht in die Nothwendigkeit kommen, sich der Flügelflosse als Lenkorgan zu bedienen, da beide durch das eigentliche

Steuer ihre volle kräftige Lenkung haben ; welches nicht bei allen fliegenden Thieren der Fall ist. Einige Flieger haben freilich ein sehr vollkommnes Steuer, ein Steuer fast so lang als der ganze Körper, und wohl noch länger, z. B. der *Pfau*, die *Schwalbe*, und ein beträchtlicher Theil der größern *Raubvögel*. An andern ist das Steuer, bei minder großer Länge, einer desto größern Ausbreitung fähig, wie z. B. an der *Taube* *). An einigen wieder hat es besondre Schnellkraft mit ansehnlicher Länge verbunden, wie bei den kleinen Bogenfliegern, als *Bachstelze*, *Rothkehlchen* und andern. Dagegen sind andre Flieger mit diesem Lenkorgan nicht gut ausgerüstet, wie z. B. bei der *Gans* und andern Schwimmvögeln, deren Steuerfedern mehr einer anständigen Bekleidung des Hintertheils als einem Flugorgane ähnlich sehn. Noch andern Fliegern aber, und zwar nach der Zahl der Einzelwesen zu rechnen, den allermeisten, den fliegenden *Insekten*, fehlt das Steuer gänzlich, und sie haben zur Lenkung offenbar weiter nichts, als ihre Fittige, womit

*) Auch den *Truthahn* könnte ich hier nennen, wenn man bei uns ihn fliegen sehe. Beiläufig sey indeß hier von diesem sonderbaren Thiere bemerkt, daß er selbst im Gehn, wenn er, zornig oder verliebt oder erschrocken, mit entfaltetem Fächer umhertrippelt, sich mit seinem Steuer zu lenken scheint. Immer nämlich geht die Wendung seines komischen Menuetpas nach der Seite hin, wo des Fächers Ebene mit des Rumpfes Axe den stumpfen Winkel macht.

sie dieselbe doch äußerst schnell bewerkstelligen, und oft wohl noch schneller, als ein mit dem besten Steuer ausgerüsteter Vogel. Indefs kann sich auch dieser, wenn er etwa sein ihm eigenthümliches Steuer durch Zufall verlor, noch im Fluge lenken, obgleich weniger behend. Und womit sollte das sonst geschehen als mit den Fittigen?

Durch meine Nachbildung der Bewegungs-Organen der Flieger läßt sich, so unvollkommen sie ist, nicht bloß die Lenkung, sondern auch das Wesentliche des Fliegens überhaupt anschaulich machen. Hier kann man nämlich Auf- und Niederschlag der Fittige durch größere Zeiträume, als bei dem Flugthiere geschieht, von einander sondern, und zeigen, wie jeder für sich den Körper in der Flüssigkeit vorwärts treibt, welche vom Drucke des elastischen Fittigs gleichsam zur schiefen Fläche gestaltet wird; und läßt man dann beide Bewegungen näher und näher auf einander folgen, so zeigt sich die wachsende Geschwindigkeit, welche aus der, den Flugfittigen eignen Stetigkeit des Drucks entspringt.

Daß sich auf dieselbe Art die Wirkung der Flügflossen an Kork- und Bleifischen durch die Ansicht meiner Flossen veranschaulichen lasse, ergiebt sich aus der Bemerkung, daß der Fisch ein Vogel im Wasser ist, wie der Vogel ein Fisch in der Luft. In dieser Hinsicht ist aber noch eine

Maſchine von der Erfindung meines Bruders, des Uhrmachers Chriſtian Friedrich Zachariü zu Leipzig, vorzüglich nutzbar. Hier werden ein Paar Floſſen, die den Flügelſfloſſen des Fiſches genauer nachgebildet ſind, und ſich an einem Schiffchen, das mit ſeiner Ladung gegen 32 Pfund wiegt, befinden, von einem Räderwerke bearbeitet. Letzteres iſt nur ganz ſchwach, und doch treibt es das Schiff mit ſteter Bewegung ſehr gut vorwärts.

Dieſe Maſchine, ſo wie meine größern Floſſen werde ich mit Vergnügen jedem, der an ſolchen Unternehmungen Gefallen findet, vorzeigen.

Noch iſt es mir nicht gelungen, einen groſſen hinlänglich breiten Kahn zu finden; an dem ich die volle Kraft der Floſſen erproben könnte. Sobald dieſes geſchehen ſeyn wird, ſoll von dem Erſolge Bericht erſtattet werden.

Kloſter Roſleben

1812.