

*IV. Gegengewicht und Bewegungen,  
welche Hand und Fuß hervorzubringen haben.*

§. 26. Vorbereitung zu dem Aufschwunge.

Verschieden sind die Mittel, sagt *Parthez*, welche die Vögel anwenden, wenn sie vom Boden aufliegen. Viele machen vor dem Auffluge einen Sprung. Einige, wie der Trapp, der Geyer, und andere große Raubvögel, fangen vorher zu laufen an; andere, die schon mit Mühe gehen, also noch weniger schnell zu laufen im Stande sind, senken sich vor dem Aufliegen nieder, um sich auf ein Mahl zu erheben. Diese letztern ahme ich nach. Nachdem die seidene Schnur, welche von der Decke herabhängt, mit dem Ringe verbunden, und die beyden Federn an dem stählernen Wagebalken §. 17 über die Stifte geschoben, und mit Schraubenmütern gegen das Abgleiten gesichert sind: nachdem die Zapfen an den Scheibchen der Sohlen §. 25 in die Scheibchen des Fußtrittes eingerieben worden, ergreife ich die §. 19 beschriebenen Handhaben; erhebe ein wenig beyde Arme, und bereite mich zu dem ersten Sprunge. Ich senke mich nieder, indem ich die Gelenke der Beine nach wechselseitigen Richtungen biege, und sie in ihrer Biegung durch starke Zusammenziehung ihrer Beugemuskeln fest erhalte. Durch die Schwere meines Körpers, und durch eine lebhafte Zusammenziehung der Streckmuskeln der Zehen stütze ich mich mittelst der Ansätze §. 25. mit jenem Theile des Vorderfußes auf den Boden, an welchem die Zehen mit den Knochen der Fußwurzel verbunden sind. Die Gelenke werden gebogen; die Ferse bekommt eine feste Stellung, und sichert die Festigkeit des Knies.

§. 27. Erster Aufschwung.

Ich richte meinen Körper auf. Die Beugungsmuskeln der Fußgelenke vermindern allmählich ihre Anstrengung; die Streckmuskeln dieser Gelenke ziehen sich plötzlich sehr stark zusammen, und theilen dem Schienbeine, und dem Schenkel eine Bewegung nach oben mit, die anfangs fast kreisförmig um die Mittelpunkte derselben Gelenke erfolgt. Weil die Kraft, die vom Mittelpunkte zurückstößt, und bey dem Geraderichten der gebogenen, und durch starke Biegung erweiterten Gelenke zurückwirkt, desto mehr ihre Richtung von unten nach oben nimmt, und um soviel mehr ihre Stärke auf die oberen Theile des Körpers äußert, je mehr sich bey dem Senken das Schienbein, und der Schenkel der wagerechten Stellung genähert haben, und je stärker das anstammen gegen den Boden war, suche ich die Fußgelenke, so viel es mir möglich ist, zu biegen, und bey dem Ausstrecken sie an den Fußtritt zu stämmen. Da die Fliehekraft bey verlängertem Halbmesser größer ist, würde ein Mensch mit längeren Beinen, als meine sind,

seinen Körper höher werfen. Der Mittelpunkt der Drehung, um den sich die beyden Enden des Schienbeines nach entgegengesetzten Richtungen wendeten, wird in jedem Augenblicke der veränderten Verhältnisse der Projectionskräfte, welche von den Streckmuskeln der Gelenke des Knies und der Ferse mitgetheilt werden, verändert. Da die Streckmuskel des Knies und des Hüftgelenkes dem Schenkel Wurfbewegungen nach entgegengesetzten Richtungen um die Mittelpunkte dieser Gelenke mittheilen, so bewegt sich auch der Schenkel um einen veränderlichen Mittelpunkt der Drehung. Während er dem herrschenden Antriebe folgt, den er von diesen Streckmuskeln und von anderen ihm mitgetheilten Bewegungen erhalten hat, kann auch er, wie das Schienbein sich erheben, und den übrigen Körper in die Höhe werfen. Diese in Rücksicht der vielen zusammengesetzten Bewegungen sehr kurze Erklärung des Mechanismus des Sprunges eines Menschen, die ich aus *Parthez* Mechanik, und größtentheils mit *Kurt Sprengels* eigenen Worten ausgezogen habe, der uns mit einer vortrefflichen Uebersetzung derselben im Jahre 1800 beschenkt hat, soll zu einer Vergleichung dienen, die sich zwischen *Parthez* Theorie vom Fluge der Vögel und meiner Erfahrung nach wiederholten Versuchen anstellen läßt. Wer sich von dem Anstammen; dem Zusammenziehen und Senken der Fußgelenke bey vierfüßigen Thieren überzeugen will, der beliebe die Bewegungen eines in der Kunstschule abgerichteten Pferdes zu betrachten, das über die Schranken zu springen abgerichtet ist.

*Parthez* führt die Erklärungen verschiedener berühmter Männer, die sie über den Flug der Vögel gegeben haben, (Seite 331 in der Uebersetzung) im Auszuge an, und gibt *Borelli*, dessen Theorie er übrigens verwirft, seinen Beyfall, wenn er — obschon nach einer andern Erklärung — sagt: das Fliegen sey eine Bewegung, die in wiederholten Sprüngen bestehe. Der Bau meiner Maschine war auf Sprünge berechnet. Welches Vergnügen mußte mir das obengenannte Buch verschaffen, als ich es erst zur Einsicht bekam, nachdem meine Maschine, deren Bau ich in dem k. k. Universitätsgebäude vornahm, und die ich in einem nahe gelegenen Parke, wo mir eine Scheune gefälligst eingeräumt wurde, zusammensetzte, schon zum ersten Versuche bereit stand?

#### §. 28. Stärke des Sprunges.

Mein erster Versuch im Parke überzeugte mich, wie wirksam die Kraft sey, welche ich durch ein mit dem Flügelschlage eintreffendes und sehr schnelles Ausstrecken der untern Gliedmaßen auszuüben im Stande bin; indem mir ein, dem §. 21. beschriebnem ähnlicher Fußtritt von  $1\frac{1}{2}$  Zoll Durchmesser, den ich aus gespaltenem und zusammengefügtem Fichtenholze mit ganz gerade laufenden Fibern verfertigte, entzwey brach, nachdem ich mich auf 8-9 Fuß durch mehrere schnell

auf einander folgende Sprünge zum ersten Mahle erhoben hatte. Wie konnte eine solche Kraft auf eine nur 3 Fufs lange Stange, welche vorher Schwingungen (von 156 Pund mitgetheilt) unverletzt aushielt, von den mit ihr verbundenen Füfsen, und ohne alle Widerlagen, ausgeübet werden, wenn nicht meine Flügel an dem Widerstande der Luft selbst die nöthigen Unterstützungspuncte gefunden hätten?

Wenn die Bewegungen der Fitige bey dem Fluge überhaupt auf eine merkwürdige Art mit den Bewegungen der Arme eines schwimmenden Menschen übereinkommen, so habe ich mich um so mehr veranlasset gefunden, den auf meine Art sich fortbewegenden Menschen mit dem Schwimmenden zu vergleichen. Indem der Vogel gewöhnlich nur seine Flügel und den Schwanz in Bewegung setzt, die Füfse aber im Fluge (die willkührliche Verlängerung oder Verkürzung zur Vorrückung des Schwerpunctes ausgenommen) ruhig ausgestreckt, oder an sich gezogen hält. Meine Flügel kann ich in doppelter Rücksicht betrachten. Erstens als Beyhülfe, oder als nothwendige Werkzeuge, um den Sprung zu vollbringen. Zweytens, als ein Werkzeug für sich betrachtet, den Körper so zu heben, wie ihn der Vogel hebt. Betrachte ich sie in der ersten Rücksicht und als Beyhülfe, so vertreten sie die Stelle der Sprunggewichte der Alten (worüber *Parthez* auf *Mercurialis de arte gymnastica*, lib. II. C. 11. hinweist) mit denen sie sich die Hände belasteten, um desto besser springen zu können; weil sie eine längere und vortheilhaftere Anwendung der Kräfte der Streckmuskeln erregen und bestimmen, und eine grössere Anstrengung zum Geraderichten der unteren Gliedmaßen nothwendig machen, die immer vor dem Sprunge vorausgehen muß. Sehe ich aber meine Flügel als ein nothwendiges Werkzeug zur Vollbringung des Sprunges an, so sind sie als die von der Luft zurückgehaltene Unterstützungsfläche anzusehen, ohne welche ich keinen Sprung, den ersten vom Boden ausgenommen, vollbringen könnte.

#### §. 29. Gegengewicht.

Wenn ich eines Gegengewichtes erwähne, so spreche ich von einer Sache, von der ich bey meinen ersten Ankündigungen immer Meldung machte, indem ich nur zu zeigen versprach, wie viel ein Mensch von dem Gewichte seines Körpers mit künstlichen Flügeln nach meiner Erfindung zu heben im Stande sey; von einer Sache, auf welche sich die Zeugnisse bezogen, nach deren Vorlegung mir die k. k. Polizeyhofstelle die Erlaubniß erteilte, meine Versuche öffentlich zu zeigen, zu denen mir Se. Fürstl. Gnaden der k. k. Oberststallmeister die k. k. Reitschule gnädigst bewilligten: nachdem mir vorher das löbliche Consistorium der k. k. Universität gütigst erlaubt hatte, Privatversuche, als einen wissenschaftlichen Gegenstand, in dem grossen Saale des Universitätsge-

bäudes anzustellen. In diesem Saale war das Gegengewicht den Zuschauern sichtbar angebracht: es stieg und sank an der Decke des Saales. Der 50 Fufs hohe Dachstuhl der k. k. Reitschule gab mir Gelegenheit es unter demselben aufzuhängen. Es betrug in dem Universitätsgebäude 98 Pfund; in der k. k. Reitschule aber nur . . . . . 75 Pfund,

Nach Abzug der Reibung, welche das Gegengewicht als abwärtsziehende Kraft zu überwinden hatte, und die nach gemachten Versuchen 9 Pfund betrug nur . . . . .	66	—
Die Maschine sammt den dazu gehörigen Vorrichtungen an meinem Körper wog . . . . .	25	—
Mein Körper wog . . . . .	119	—
Wenn man von diesen zwey letztern Summen, die zusammen einem Gewichte gleich sind von . . . . .	144	—
die Wirkung des Gegengewichtes von 66 Pf. abzieht, so bleiben mir mittelst meiner Maschine zu heben . . . . .	78	—
Dem Gegengewichte aber . . . . .	66	—

Der Leser, dem die wirkende Kraft des Gegengewichtes bey der gegenwärtigen Maschine noch zu groß ist, kann an meine Stelle einen schlank gewachsenen jungen und starken Mann setzen, dessen Körper weniger schwer ist, und dessen Gliedmaßen mehrere Fertigkeit und Stärke durch Jahre lang fortgesetzte Bewegungen erlangt haben, die denen ähnlich sind, welche ich vorzunehmen habe.

Mehrere Sachkundige haben sich von der getreuen Angabe, sowohl der Schwere des Gegengewichtes, als auch von den unter dem Dachstuhl gemachten Vorrichtungen, und Allem, was dort während der Vorstellung vorgeht, vollkommen überzeugt, die sich entweder selbst die Mühe nahmen, die drey Böden des Gebäudes zu besteigen, oder jemand dazu den Auftrag gaben. Die Bemerkung wird hier, wie ich vermuthe, nicht am unrechten Orte stehen: daß der Dachstuhl sehenswerth sey. Die Reitschule hat 12 Klafter in der Breite, 34 in der Länge. Ihre ganze Decke hängt an Hängsäulen, deren drey und drey in einem Querdurchschnitte angebracht sind. Dieses Hängwerk mit dem wohl angebrachten Streben und Sprengbiegen erhält den Namen Annmeyers des ältern, der diesen Dachstuhl verfertigte, im Andenken.

Hätte mich das Gewicht aufgezogen, so hätte es immer verringert werden müssen, so oft ich an der Decke anlangte, damit ich durch meine eigene Schwere wieder herabgekommen wäre. Ich spannte nur meine Flügel wagerecht aus, und zog die unteren Gliedmaßen an mich. Die Flügel vertraten die Stelle eines Fallschirmes, und ich erreichte nach sanftem Niedersinken den Boden wieder. Wenn ich, zum Beweise, daß mich das Gegengewicht nicht aufziehe, im Herabsinken wieder mit meinen Flügeln zu schlagen anfing, kehrte ich wieder bis an die Decke zurück. Mit schnell wiederholten Flügelschlägen in kleinen Bögen konnte ich mich auch schwebend erhalten.

§. 30. Leitung der Schnur zur senkrechten Erhebung.

Zur senkrechten Erhebung dienen drey hölzerne Leitrollen. Die erste von 7 Zoll im Durchmesser, ist unter dem Firste des Dachstuhles befestiget. Eine Schnur ist mit einem ihrer Enden an das Gewicht gebunden; erhebt sich senkrecht über die erste Rolle; läuft wieder senkrecht herab durch die Decke der Reitschule; schlägt sich unten um die zweyte Rolle von 5 Zoll im Durchmesser, am Ende eines Baumes, den ich nachher beschreiben werde; geht von dieser über die dritte Rolle, die in der Mitte eines kleinen Wagens angebracht ist, und verbindet sich endlich mit vier in eine zusammenlaufenden Schnüren, welche von einem über meinem Scheitel aufgehangenem hölzernen Ringe von 1 Fuß im Durchmesser auslaufen.

§. 31. Baum an der Decke der Reitschule.

Damit ich nicht blofs auf die senkrechte Erhebung eingeschränkt bliebe, habe ich folgende Vorrichtung veranstaltet. Ich liefs einen 9 Klafter langen Baum so behauen, daß zwey gegenüber stehende Seiten 9 Zoll; die beyden andern 8 Zoll breit blieben. Nachdem die zwey brei-tern Seiten mit aller Sorgfalt glatt gemacht worden, liefs ich an jede derselben eine 1 Zoll breite,  $1\frac{1}{2}$  tiefe Latte nach der ganzen Länge des Baumes anschrauben. Nahe an beyden Enden des Baumes wurden durch die schmälern Seiten zwey hölzerne Leitrollen von 5 Zoll im Durchmesser eingelassen, die sich über eine querdurchgesteckte Axe drehen.

§. 32. Wagen an dem Baume.

Ein 9 Zoll hoher, 10 Zoll breiter und 3 Fuß langer Wagen, dessen vier Räder aus Ahorn gedrehte und mit messingenen Büchsen versehene Rollen von 6 Zoll im Durchmesser sind, die über vollkommen runden aus Stahl gedrehten Achsen laufen, ruht umgestürzt auf den 1 Zoll breiten obern Kanten der Latten. Die Rollen stehn von einander um  $8\frac{1}{2}$  Zoll ab, damit sie den nöthigen Spielraum erhalten, welchen sie auch an den Wänden des Wagens haben. Da sich aber meine Maschine zugleich mit dem Wagen fortbewegen sollte, war noch eine in die Mitte des Wagens eingelassene Leitrolle von 6 Zoll im Durchmesser nothwendig: über diese ist die Schnur geschlagen, welche mit meiner Maschine in Verbindung ist.

Der Wagen, der durch diese Rolle auch mit dem Gegengewichte in Verbindung kam, hat noch an einer seiner schmälern Seitenflächen eine zweyte Schnur gebunden, welche auf die dem Gewichte entgegengesetzte Seite unter dem Baume fortläuft; über die zweyte Rolle am Ende des Baumes sich erhebt, und unter dem Dachstuhle über eine Rolle geschlagen, durch ihre Flasche wieder senkrecht herabgeht. Die ganze Vorrichtung ist den Maschinen ähnlich gemacht, die man zur Er-

klärung der Entstehung der Diagonal in den Vorlesungen vorzuzeigen pflegt.

Bey der senkrechten Erhebung meines Körpers wird diese zweyte Schnur durch einen an ihrem Ende geschlungenen Knoten, der an einer kleinen Oeffnung der Flasche anliegt, im Ruhestande erhalten.

§. 33. Bewegung in schiefer Richtung.

Von der Bewegung in schiefer Richtung wird die zweyte Schnur durch ein eingehängtes Gewicht in Wirkung, und die erste Schnur durch das Aushängen des Gewichtes in Ruhe gesetzt; vom Durchschlüpfen durch die Oeffnung wird sie durch ein an sie befestigtes hölzernes Querstück zurückgehalten. Sobald ich zu schlagen beginne, fängt das Gegengewicht an der zweyten Schnur zu sinken an. Mit jedem Fusse, den der Wagen am Baume zurücklegt, wird die Schnur um einen Fuß, der wagerechten Richtung nach, verlängert, und um einen Fuß vom Fußboden entfernt: ich beschreibe bis zum Anlangen an die Decke die Diagonal des Parallelogramms, dessen Höhe die Höhe der Reitschule, und dessen Breite die Länge des Baumes gibt.

§. 34. Bewegung des Körpers in wagerechter Richtung.

Zur Bewegung in wagerechter Richtung werden an beyde Schnüre gleich schwere Gewichte, jedes von 75 Pfunden angehängt. Sie halten den Wagen im Gleichgewichte, und machen, daß er an jeder Stelle, an die man ihn geschoben hat, unverrückt bleibt; wenn ich zu schlagen anfangen, dann folgt er bloß der Richtung, nach der ich ihn lenke.

Zachariä sagt, Seite 150, der sogenannte Lenkfittig, wie ihn *Silberschlag* nannte, der ihn der Erste beschrieb, sey nicht das Lenkorgan der Vögel, und merkt an: daß der kleine Knochen, an welchen die Schwungfedern eingesetzt sind, an das Handglied fest angesetzt sey. Von der Lenkung des Fluges zur Seite, sagt er Seite 196, daß sie bald mit Hülfe des Steuers, bald durch die Fittige, bald durch Steuer und Fittige zugleich geschehe. Zu einer besondern Lenkung des Steuers habe ich keine Vorrichtung; aber meine Flügel kann ich mittelst der beyden Achsen, durch welche der an zwey Seiten flach gedrückte stählerne Ring, §. 17., am Schulterblatte beweglich ist, sowohl vor- als rückwärts neigen, und mit ihnen in einer, der senkrechten sich nähernden, Richtung schlagen; wie auch mittelst der Ringe an den Hebelarmen, welche sich über die Stifte am stählernen Bogen drehen lassen, jeden Flügel einzeln heben, um mich auf die Seite des andern zu wenden.

Wenn ich bey dem Gleichgewichte beyder Gewichte meine Flügel vorwärts neige, und mit ihnen schlage, sinkt das Gewicht, welches in der Richtung, die ich zu nehmen Willens bin, vor meinem Angesichte ist; das meinem Rücken zugekehrte erhebt sich, und ich lege in wage-

rechter Richtung einen Raum zurück, welcher der Länge des Baumes gleich ist.

Der Fußtritt wird, mittelst seiner Verbindung mit den Flügeln, durch den Widerstand der Luft fähig gemacht, den sich streckenden Muskeln meiner untern Gliedmaßen und der Schwere meines Körpers entgegen zu wirken: er vertritt die Stelle des Schwungbretes, von welchem sich der Tänzer das Emporschwingen erleichtert.

§. 35. Wirkung der Schlagtangen an den Handhaben.

Ob wohl Hand und Fuß zu gleicher Zeit und an der nähmlichen Stelle wirken, um die Luft zu schlagen und zu verdichten, so kann man doch die Wirkungen beyder um so mehr einzeln betrachten, als jeder Theil durch eine besondere Vorrichtung auf den Flügel wirkt. Wenn ich die Bewegung meiner Flügel abgesondert von den Bewegungen der Füße betrachte, so betrachte ich mit *Parthez*, Seite 338, den mit geschlossenen Klappen wirkenden Flügel, als die entfaltete Hand des Schwimmers, und vergleiche die Bewegungen meiner Arme mit denen des Schwimmenden; mit meinem Flügel seine Hand. *Parthez* sagt: „Bey dem gewöhnlichen Schwimmen des Menschen werden anfangs die Arme vorgestreckt, nachher aber werden sie rückwärts und abwärts gezogen: zugleich werden die Streckmuskeln des Ellenbogens ausgedehnt. Gemeiniglich sind alsdann auch die Hände gegen den Grund des Wassers gekehrt. Durch eine wechselseitige Wirkung, die mit dem Widerstande des Wassers wächst, welchen es der Hand und dem Arme entgegen setzt, trägt der große Rückenmuskel mit seinen Gehülfen, so wie der große Brustmuskel dazu bey, daß sich der Thorax und der Rumpf des Körpers zur Seite und um den obern Theil des Armes bewegen, während die Muskeln den Arm nach unten und rückwärts ziehen. Es würde eine Winkelbewegung erfolgen, wenn sie nur von einer Seite geschähe. Aber da diese Bewegungen durch die Muskeln beyder Arme vollbracht werden, so laufen sie in eine mittlere Bewegung zusammen, in welcher der Körper nach oben und vorwärts getrieben, und wenn die Bewegungen schnell vor sich gehen, wie bey dem Sprunge, *geworfen* wird.“ Den Widerstand, welchen die Hand des Schwimmers am Wasser fühlt, fühle ich an den Handhaben, §. 19., die mit beyden durch den Widerstand der Luft zurück gehaltenen Flügeln in Verbindung sind.

§. 36. Zahl der Flügelschläge für eine bestimmte Höhe.

Nachdem ich durch wiederholte Versuche mehrere Fertigkeit erhalten hatte, brachte ich es dahin, daß ich den Raum von 50 Fuß mit 25 Flügelschlägen in 30 Secunden zurücklegte; wovon sich aufmerksame Beobachter selbst überzeugten. Die Höhe der Reitschule beträgt 54 Fuß: rechne ich 4 Fuß für die Höhe, um welche meine

Flügel schon vor der Erhebung vom Boden entfernt sind, so bleiben 50 Fufs zur Erhebung. Erhebe ich mich aber von einer 2 Fufs hohen Bühne, so kann ich den Raum der Erhebung, nach aller Strenge genommen, auf 48 Fufs bestimmen. Wenn ich aus verschiedenen Zahlen der Flügelschläge, deren ich anfangs 40 machte, die Zahl 32 annehme, so kam auf einen Schlag eine Höhe oder Erhebung von 18 Zoll; das ist, ebendieselbe Höhe, um welche ich meine Fufssohlen durch die Krümmung der untern Gliedmaßen aufziehen, und den Punct am Flügelarme, an welchem die Kraft angebracht wird, erheben und senken kann. Noch immer könnte man für diesen Fall sagen, daß ich mich nur eben so viel entweder durch einen Gegenstofs der Luft nach *Parent*, oder durch einen Gegendruck derselben nach *Euler* gehoben habe, als der Raum betrug, den die Kraft zurück gelegt hat; wenn nicht nach jedem Schläge wieder ein Theil der herverbrachten Wirkung verloren gieng.

§. 37. Wurf durch den Niederschlag der Flügel.

Das nach jedem Schläge nothwendige Wiedererheben der Flügel hat ein Zurücksinken meines Körpers zur Folge, das sich bey den Versuchen jedem Auge darstellt. Es zeigt offenbar, daß die Wirkung des Schlages zum Theile fruchtlos wird, und führt zu dem Beweise: daß ich mich in dem obenbenannten Falle mittelst eines *Wurfes* höher, als um den Raum von 18 Zoll müsse erhoben haben, um wenigstens den Verlust zu ersetzen, den das Zurücksinken verursacht hat. Die Zahl der Schläge, die zur Erreichung der nähmlichen Höhe bey den Versuchen verschieden war, stand mit der Stärke des Sprunges und des Schlages immer in einem geraden Verhältnisse. Dieses Zurücksinken veranlasset aber auch die Frage, warum ich nicht nach jedem Schläge wieder eben so weit zurück kam, als ich mich vorher erhoben hatte? Diese Frage zu beantworten, muß ich den Unterschied anzeigen, der sich zwischen dem Aufschlage und zwischen dem Niederschlage finden läßt.

§: 38. Unterschied zwischen der Wirkung des Aufschlages und des Niederschlages.

Der Endzweck bey dem Niederschlage ist: einen Unterstützungspunct zu erhalten, auf welchem Hand und Fufs mittelbar gestützt dem Körper Wurfkräfte mitzutheilen in Stand gesetzt werden. Diese Unterstützung muß die Luft geben. Es ist hier der Ort nicht, Angaben zu prüfen und Formeln anzusetzen, nach welchen verschiedene Gelehrte die Verhältnisse, in welchen der Widerstand der Luft mit jeder ihn verursachenden GröÙe verschieden angegeben haben. Eine der neuesten Abhandlungen findet man in *Gilberts Annalen der Physik*, 6. Stück des Jahrganges 1806, eingesandt von Hrn. *Joh. Jos. Prechtl*

in Brünn, als *Versuch zur Bestimmung des absoluten Widerstandes, den eine in der Luft (auf die Richtung ihrer Fläche senkrecht bewegte) Fläche leidet*. Der Verfasser hat seine Versuche mit aller Genauigkeit und Sorgfalt veranstaltet, Versuche angeführt, und sie mit scharfsinnigen Berechnungen begleitet. Er hat auch einige Versuche über den relativen Widerstand und eine Theorie des Fallschirmes zu liefern versprochen. Mir liegt es dermalen ob, die Gröfse des Widerstandes bey dem Niederschlage mit jener bey dem Aufschlage zu vergleichen.

§. 39. a) In Rücksicht auf die wirkenden Flügel.

Wir mögen die Flügel als den wirkenden Körper, oder die Luft als den widerstehenden einzeln betrachten, so werden wir grössere Wirkung bey dem Niederschlage als bey dem Aufschlage finden. Der Niederschlag wirkt stärker durch die Richtung, die mit dem Streben der Schwerkraft übereinstimmt, und nach welcher Hand und Fufs eine grössere Wirkung hervorbringen, wenn sie sich schnell abwärts ausstrecken, als wenn sie aufwärts wirken; er wirkt stärker durch die vermehrte Oberfläche, weil sich alle Klappen zuschliessen; er wirkt stärker durch die Bewegung der Flügel, durch welche ihre Wölbung bey dem Niederschlage vermindert, und ihre Ausdehnung vermehret wird; da bey dem Aufschlage die schon gekrümmten Schilfrohre noch mehr abwärts gebogen werden; er wirkt mehr zur Fortdauer der Bewegung, indem die mitgetheilte Wurfkraft noch fort dauert, wenn der Flügel wieder empor zu steigen anfängt; er wirket anhaltender durch die wiederhohlten kleinen Schwingungen der Flügel.

§. 40. b) In Rücksicht auf die entgegenwirkende Luft auf die längere Flügelseite.

Der Widerstand, den die Luft, (bey vorher im Stande der Ruhe bestimmter Elasticität und Dichtigkeit) der Bewegung einer Fläche entgegen setzt, welche dem Umkreise nach sich gleichbleibend angenommen wird, und die in der nähmlichen Richtung wirkt, wächst mit der Verdichtung, welche sie erhält, wenn sie von einer auswärts gebogenen Fläche in die Wölbung aufgefaßt, und in selber sowohl von dem Gewölbe herab als von den angrenzenden Luftmassen zusammengedrückt wird, welche gegen die auf allen Seiten ausweichenden Lufttheilchen zurückstoßen: die Bögen, welche meine Flügel beschreiben, treiben diese verdichtete Luft aufwärts gegen beyde Seiten meines Körpers, und sie hilft mit zu dessen Erhebung. Der Widerstand der Luft wächst mit der Zahl der Lufttheilchen, deren Cohäsion unter einander getrennt werden soll. Er ist geringer bey dem Aufschlage, weil ein beträchtlicher Theil der Luftmasse durch die geöffneten Klappen, ohne getrennt zu werden, durchzieht: er wächst mit der Adhäsion der Lufttheilchen an die Fläche, über deren Stärke Herr *Prechtl* in der oben angezeigten Abhandlung, Seite 135, Berechnungen anführt, und von der er sagt:

D

„Diese mit der Rückseite der vorwärts bewegten Fläche so stark zusammenhängende Luftschicht reißt daher die folgenden Luftschichten ebenfalls, vermöge der Cohäsion der Lufttheile unter einander, nach sich, so daß es beynahe dasselbe ist, als wenn diese in der Luftmasse hinter der Fläche erzeugte Bewegung durch einen Stofs dieser Fläche (dessen Maafs also auf die Vergrößerung des vorderen Widerstandes kömmt) selbst wäre hervorgebracht worden. Bedenkt man, daß die Luft hinter der Fläche so schnell als diese Fläche bewegt wird, mithin zu dieser Bewegung eine Kraft erfordert, die der gleich ist, welche den Widerstand auf die vordere Fläche mißt; daß die Ursache dieser Bewegung grossen Theils auf das Nachziehen der Luftmasse durch ihre Cohäsion mit der Fläche selbst, und nur ein Theil davon auf die Wirkung des hydrostatischen Nachsturzes zu setzen ist; daß man also beyläufig die Kraft, welche die Bewegung der Luft hinter der Fläche verursacht, unter die Wirkung der Cohäsion und des hydrostatischen Nachstürzens gleich verurtheilen kann; so läßt sich die Wirkung der hintern Seite der Fläche zur Vergrößerung des Widerstandes auf die Hälfte des Vordern setzen.<sup>5</sup> Die Cohäsion und das hydrostatische Nachstürzen ist bey dem Aufschlage nur auf die Schilfrohre, auf die seidenen Schnüre und auf die für immer geschlossenen Klappen an der untern Fläche ganz anzunehmen, weil die übrigen Klappen zwar mit aufsteigen, aber zugleich sich abwärts öffnen, und in Rücksicht auf diese an der Zahl mehrere auch wieder die Adhäsion ihrer obern Fläche mit der Luft zu betrachten kömmt, die getrennt werden soll, und aufwärts wirkt.

§. 41. c) In Rücksicht auf die entgegenwirkende Luft auf die kürzere Flügelseite.

Es ist nicht zu verneinen, daß die für immer geschlossenen Klappen dem Aufschlage ein beträchtliches Hinderniß in den Weg legen. Bey dem Baue einer neuen Maschine soll es vermieden werden. Ja, diese geschlossenen Klappen könnten sogar den Niederschlag entkräften, wenn meine Flügel ihrer Länge nach einen festen Körper bildeten. Jeder Flügel würde ein einarmiger unbiegsamer Hebel seyn, der mit der Spitze und den nächstgelegenen Theilen, als einem Ende des Hebels, mit solcher Kraft auf einen für den Augenblick festen Körper — die elastische Luft — niederschlagen würde, daß die Grundlage des Ruhepunktes davon aufprellte, und mit solcher Gewalt empor geschneilt würde, daß ihr der ganze Hebel mit folgen müßte. Die breite Fläche, die meinen Flügeln nahe an dem Ruhepunkte gegeben ist, würde in eben dem Momente an die obere Luft — auch wieder als einen für den Augenblick festen Punct — anschlagen, und der Flügel müßte an diesem Ende wieder um so viel zurtück prellen, als er vermöge dem andern hätte emporgehoben werden sollen. Allein meine Flügelarme reichen nur bis an den Mast, mit dem sie in Verbindung sind: von dem Maste aus bis an die Spitze reichen nur die elastischen Schilfrohre, die mit

der Scheibe durch die Hülsen; §. 6. mit dem Maste durch die Spännschnüre verbunden sind. Wenn man den in eine Spitze auslaufenden Theil meiner Flügel in Gedanken wegläfst, kann man ihn mit einem gewöhnlichen runden Fächer vergleichen, der mit einem festen Stiele versehen ist.

§. 42. d) In Rücksicht der Federkraft der Flügel.

Obschon ich im ersten Abschnitte meiner Beschreibung die Richtung der Spännschnüre und die Verbindung der Schilfrohre beschrieben habe, muß ich doch hier wieder von beyden Erwähnung machen. Ich sprach dort von ihnen, um die Feste des Baues meiner Flügel zu zeigen; ich kehre zu ihnen zurück, um zu zeigen, daß meine Flügel sowohl im Ganzen, als in einzelnen Theilen Federkraft besitzen. Die Schilfrohre, aus vielen Bündeln gewählt, und Stück für Stück geprüft, sind von beträchtlicher Länge; stecken mit ihrem dickeren Ende in ihren Hülsen am Ringe; verlieren sich gegen den Rand zu und gegen die Spitze; sind mit langen Spännschnüren nach oben und unten, und mit den nebenliegenden Rohren mit Schnürchen verbunden. Je mehr sich die Rohre vom Maste entfernen, desto spitziger werden die Winkel, unter welchen die Schnüre auf die Rohre wirken. Das wechselsweise erfolgende Nachlassen und Anziehen der entgegengesetzten Seiten schiefziehender Spännschnüre macht die Wirkung der Flügel durch wiederholte Schläge anhaltender und gröfser. Ich werde nicht zu behaupten suchen, daß die querliegenden Klappen eine bemerkbare Ausdehnung nach ihrer Breite zulassen; aber mehr flach gedrückt können diese mit Firniß bestrichenen Papierlappen durch den Gegendruck der Luft werden, und der Rand der einen Klappe kann sich vom Rande der andern beträchtlich entfernen; indem sie sich im Stande der Ruhe beynahe an einander anschließen. Diese Entfernung, nach der Zahl der Klappen in einem Kreise vier und sechzig Mal genommen, verbunden mit der Ausdehnungsfähigkeit des quergezogenen und über die Schilfrohre geschlungenen seidenen Schnürchens, §. 7., das sich wieder an vier und sechzig Stellen, vorzüglich gegen den Rand zu, verlängern und wieder zusammenziehen kann, kann das Ausbreiten und Zusammenziehen des Flügels beträchtlich machen. Die der Länge nach durch die Klappen gezogenen seidenen Bändchen verschaffen auch der geraden auf den Rand zu fortlaufenden Reihe der Klappen durch die Schnürchen, an welche sie andrücken, und durch die Bändchen, welche durch sie gezogen sind, §. 8., das Vermögen sich zu schwingen. Dieser Einrichtung meiner Flügel habe ich es zuzuschreiben, daß sie bey allen gemachten Versuchen unversehr blieben. Eine einzige Spitze wurde in dem Universitätssaale beschädigt: sie stiefs im letzten Aufschlage an eine senkrecht hervorragende Verzierung des Saales.

## §. 43. Wieder geschlossene Klappen.

Bey der dermaligen Einrichtung meiner Maschine leisten doch auch die wieder geschlossenen und in weite Bögen gereihten Klappen den Vortheil, daß sie die verdichtete Luft, welche von den entfernteren Theilen der Flügel gegen meinen Körper und aufwärts getrieben wird, auffassen, und so mittelbar den Körper zu heben mithelfen. Da die Wölbung der Flügel nahe am Körper am stärksten ist, und die kürzeren Schilfrohre weniger von ihrer Krümmung durch den Gegendruck verlieren, erleidet der Flügel an der entgegenwirkenden Luft eben der Wölbung wegen geringern Widerstand. Das eben berührte Anhäufen der Luft um meinen Körper bestimmte mich zu dem Entschlusse, meinen Flügeln die Herzform zu geben.

Habe ich nun den Grund angegeben, warum ich einen großen Theil der Klappen für immer geschlossen habe, so muß ich auch auf eine ganz entgegengesetzte Frage antworten: warum ich Klappen angebracht habe, da doch der Insektenflügel aus *einem* Stücke besteht, und die Fittige der Vögel durch die Elasticität der Federn, die sowohl im Niederschlage als im Aufschlage sich auf einander andrücken, und durch das Ineinandergreifen für beyde Schläge luftdicht sind? Ich wählte die Klappen, indem ich mich anfangs auf die Nachahmung des senkrechten Fluges einschränkte, weil ich bey einem für mich ganz neuen Unternehmen anfangs meine Maschine, und dann auch meinen Körper an einer Schnur anhängen mußte, um stufenweise fortzuschreiten. Ich gieng so zu Werke. Ich errichtete in dem Parke, in welchem ich meine Maschine vollendet hatte, einen 8 Klafter hohen Baum mit einem oben angebrachten Querbalken auf. Der Querbalken enthielt zwey Rollen; eine für die Schnur, an welcher die Maschine hieng; die andere, um ein Gegengewicht in der gehörigen Entfernung aufzuhängen. Damit der Baum aufrecht und unverrückt blieb, spannte ich von ihm aus an der entgegengesetzten Seite zwey Seile durch eingeschlagene Pflöcke. Nachdem ich die Maschine für sich, als Fallschirm, hatte aufziehen lassen, liefs ich 110 Pfund an sie anhängen. Wenn ich die Maschine und den Korb mit dem Gewichte eine Klafter hoch annehme, so blieb für den Fall ein Raum von 7 Klafter: ich liefs das Gewicht los, und die Maschine brauchte, um durch den oben benannten Raum zu fallen, vier Secunden. Nach dieser Erfahrung verband ich mich mit der Maschine; hieng das Gegengewicht auf die entgegengesetzte Seite, und liefs mich, nachdem mich anfangs ein Gehülfe aufgezo-gen hatte, mit der Maschine als Fallschirm herab. Nachher versuchte ich das senkrechte Erheben.

## §. 44. Beschwerneiß bey dem senkrechten Fluge.

Weil der verticale Aufschwung in *unbewegter* Luft unter allen Flugarten der schwerste ist, bedient sich der Vogel zu dem perpendiculären

Aufsteigen des entgegenwehenden Windes. *Zachariü* sagt, Seite 182: „Man kann dieses Manoeuvre am besten bey der Lerche sehen, wenn sie steigt. Aufser der Lerche benützen, wiewohl nicht in einem so hohen Grade und mit so vieler Ausdauer, auch andere Vögel diese Hilfe zum perpendiculären Steigen; namentlich wenn sie den Sturm, der von ihrem Bestimmungsorte herwehet, gewinnen, und sich die Mühe, demselben schnurstracks entgegen zu streben, ersparen wollen. Sie lassen sich zu dem Ende von dem Winde selbst auf eine ansehnliche Höhe emporheben.“

§. 45. Luftbehälter der Vögel.

Jenen Lesern dieser Beschreibung; welche die Geduld hatten, alle die Zergliederungen der Maschine durchzugehen, wird es nicht unangenehm seyn, eine andere Bemerkung über das gerade Aufsteigen der Lerche zu lesen. Sie gründet sich auf die Meinung, welche viele Physiologen aufgestellt haben, das die Vögel eine Menge Luftbehälter haben, welche voll Luft gepumpt und wieder ausgeleert werden können. *Parthez* ist für diese Meinung, und sagt, Seite 377: Auf die beträchtliche Verengerung der Stimmritze, wodurch das Ausathmen beschwerlich und verlängert, und eine verhältnißmäßige Erweiterung der Luftblasen des Vogels hervorgebracht wird, beziehe ich einen merkwürdigen Umstand, welchen man bey dem Fluge der Vögel bemerkt hat. Die Lerche fängt an zu singen, indem sie sich von der Erde aufschwingt; so wie sie sich ganz senkrecht erhebt, so wird ihre Stimme immer stärker. Ist sie so hoch gestiegen, das man sie mit den Augen kaum erreichen kann, so hört man doch ihre Stimme ganz vernehmlich. So wie sie sich aber wieder zur Erde senkt, wird ihre Stimme immer schwächer, bis sie endlich ganz schweigt, wenn sie sich niedergesetzt hat. Die besondere Ursache, warum die Lerche gerade dann anfängt zu singen, oder die Stimmchorden zu spannen, und die Stimmritze zu verengen, mag seyn, welche sie will; so müssen nothwendig die mehr und mehr erweiterten Luftblasen einen stärkern Wiederhall der in der Stimmritze schallend gewordenen Luft hervorbringen; wenn die Stimme bey dem Aufschwingen in die Luft stärker werden solle. — Diese starke und immer wachsende Ausdehnung der Luftblasen ist aber auch in anderer Rücksicht für die Lerche vortheilhaft. Indem sie nämlich mit großer Schnelligkeit in eine äußerst hohe Region der Atmosphäre aufsteigt, so kann die dort sehr verdünnte Luft die Luftblasen nur schwach erweitern, und eben diese verdünnte Luft macht die größere Leichtigkeit des Vogels nothwendig. Es besäße also der Vogel, sagt *Zachariü* über diese Meinung der Physiologen, Seite 141, so viele kleine Lufthälle in seinem Körper, als er solche Luftbehälter bekommen hätte. Nur scheint dieses Mittel für den Zweck höchst unzureichend: denn wie viel kann wohl der größte Vogel durch ein Auspumpen aller Luft aus

seinen Luftbehältern an specifischer Leichtigkeit gewinnen? Ich setze den Fall, das ganze dadurch im Körper des Vogels entstandene Vacuum betrüge  $\frac{1}{4}$  Pariser Cubikfuß, so gäbe dieses nicht mehr als etwa  $\frac{1}{4}$  Loth Erleichterung. Da aber hierbey nicht einmal alle jene Luftbehälter in Rechnung zu bringen wären; indem diejenigen, welche von weichen Theilen umschlossen sind, unter dem Drucke der äußern Luft zusammenfallen, so bald sie ausgepumpt sind; so geht von obigem Ansatz eben so viel verloren, als eben jene weichen Luftbehälter betragen: wenn man nicht etwa annimmt, daß der Vogel solche mit einer leichteren Gasart füllt und ausspannt, die aber doch auch nicht ohne alles Gewicht ist. *Zachariä* trägt die Vermuthung vor, daß die enthaltene Luft, vielleicht eine besondere für die Organe im Vogel bereitete Gasart, leicht verdorben werden könne, und durch Einpumpen neuer Luft ersetzt werden müsse. Vielleicht haben wir hierüber von den Herren Doctoren *Wenzel* nähern Aufschluß zu hoffen, nachdem sie schon wider die Meinung des berühmten *Camper* in ihrer Abhandlung durch die genauesten Versuche gezeigt haben, daß in dem Kiele der Federn keine Luft enthalten ist, und daß die Kiele weder mit den Luftsäcken, noch mit den lufthaltigen Knochen auf irgend eine Art in unmittelbarer Verbindung stehen. Sie haben sich am Ende ihrer Abhandlung nur mit ein paar Worten für die Meinung von der Verminderung des specifischen Gewichtes, durch die Anfüllung der Luftsäcke, erklärt. Ich kehre wieder zu meiner senkrechten Erhebung zurück.

Meine Flügel mußte ich anfangs wagerecht ausgespannt halten, und damit ich nicht bey dem Aufheben der Flügel mit eben der Gewalt an die Luft anschläge, die sich über den Flügeln befindet, mit welcher ich mich bey dem Schlage an die untere Luft angestämmt hatte, Klappen zu Hilfe nehmen. Die wagerechte Lage, in der ich meine Flügel halten mußte, legte mir auch die Nothwendigkeit auf, ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt in eine Ebene zu bringen, welche senkrecht durch die Mitte meiner Schultern geht. Zu diesem Zwecke kann der Halsring in zwey Hülsen über meinen Schultern vor- und rückwärts geschoben, und wenn der Schwerpunkt an der rechten Stelle ist, mit kleinen Stellschrauben an dem Gelenke festgeschraubt werden. Wenn man aber einen Vogel an den Enden seiner ausgebreiteten Fittige empor zu heben versucht, so findet man, daß seine Achse fast senkrecht abwärts geneigt ist.

Weit entfernt, auf ein auch nur beynahe vollkommenes Werk Anspruch zu machen, bekenne ich vielmehr, daß ich bey der dermaligen Einrichtung meiner Maschine durch die oben angeführte Nothwendigkeit meinen Schwerpunkt in *der* Lage — denn auch bey meiner Emporhebung in schiefer Richtung blieb der Körper senkrecht — allen den Vortheilen zu entsagen gezwungen bin, welche aus der verschiedenen Erhebung und Senkung der Achse entspringen.

§. 46. Eintheilung der Arten des Vogelfluges.

*Zachariä* hat die verschiedenen Arten des Vogelfluges mit dem feinsten Beobachtungsgeiste entwickelt, da er den Vogelflug in den rein *activen*, und in den rein *passiven* eintheilt, und ihn in beyden mit dem Fallschirme vergleicht: den Vogel bey dem *activen Fluge* einen *Steigschirm* nennt, indem er seiner eigenen Schwere entgegen wirkt, und mit schief liegender Fläche in einer krummen Linie nach der Seite, nach welcher er aufgerichtet ist, aufwärts fliegt; bey dem *passiven Fluge* aber als eigentlichen *Fallschirm* betrachtet, weil bey diesem der Vogel die bewegende Kraft in seinem eigenen Gewichte findet, und mit schief liegender Fläche abwärts in einer krummen Linie nach jener Seite sich bewegt, gegen die er geneigt ist. Er liegt in diesem Fluge mit ausgebreiteten Fittigen ruhig in der Luft, und gleitet auf derselben sanft herab. Arbeitet der Vogel im *passiven Fluge* mit den Schwingen, und bleibt er dennoch in sinkender Bewegung, so ist es ein *passiv-activer* Flug: geht er mit regelmässig abwechselnden activem und passivem Fluge so aufwärts, daß die Fluglinie aus kleinen sichtbaren Bögen zusammengesetzt ist, von denen immer der aufwärts gehende Theil durch Flügelschläge bewirkt wird, der andere niederwärts gehende aber ohne Flügelschlag geschieht, so ist es ein *activ-passiver* Flug.

Allen diesen Flugarten mit ihren verschiedenen Abänderungen muß ich so lange entsagen, als ich an einen *festen Punct* gebunden bin. Ja selbst an der Leichtigkeit, mich empor zu heben, leide ich noch großen Verlust, indem ich des wichtigsten Vortheiles beraubt bin, dem Niederschlage das entscheidendste Uebergewicht über den Aufschlag, durch die Verschiedenheit der Neigungen des Fittigs gegen den Gesichtskreis zu geben: indem bey dem Niederschlage der hintere Rand des platt gedrückten Fittigs die Luft unten trifft, und der Neigungswinkel, den der Fittig mit dem Gesichtskreise macht, *kleiner*, bey dem Aufschlage aber, der die Luft in dem hinteren, durch die Wölbung der Flügel ohnehin schon niederwärts gebogenen, Rande schlägt, *größer* wird. Bey dem Baue neuer Flügel soll der Mast mehr gegen den vorderen Rand des Flügels zu stehen kommen, der dermalen in der Mitte steht, damit der Druck der Luft diese Achsenneigung bewirken könne.

So lange ich einen Körper nothwendig habe, der den Rest des Gewichtes meines Körpers trägt, muß ich zu weitem Versuchen einen solchen haben, der anstatt an einem Puncte befestiget zu seyn, nach allen Seiten und auf- und abwärts bewegt werden kann: einen Luftball im ausgedehnten Sinne.

§. 47. Vorrichtung zu Versuchen in freyer Luft.

Damit ich bey einem so neuen, so schweren und so kostbaren Unternehmen schrittweise vorgehe, werde ich die ersten Versuche in

freyer Luft mit einer Kugel vornehmen; denn ich muß, wie ich es schon §. 5. anmerkte, anfangs den sichersten Weg einschlagen. Die Kugel hat in der kleinsten Oberfläche den größten körperlichen Inhalt, und erhält von dem eingeschlossenen Gas eine gleichförmige Spannung. Unterdessen habe ich auch schon mit einem kleinen Luftballe, der die gewöhnliche Form eines Fisches hatte, einen Versuch gemacht; der Schwerpunct des Fisches war dem Schwanze desselben näher, und erhielt dadurch eine Achsenneigung aufwärts. Meine bisherigen Versuche haben mir die Fertigkeit verschafft, meine Flügel zur Bewegung nach einem vorgeschriebenen Wege zu lenken; die nächstfolgenden sollen bey günstiger Witterung mit freyer Bewegung unternommen werden: ich werde mich mit dem Luftballe ohne Gallerie verbinden. Auf diese Art wird mir die Gelegenheit fehlen, zugleich Beobachtungen in den verschiedenen Schichten der Atmosphäre anzustellen. Graf Zambecari, rühmlichst bekannt durch seine physischen Kenntnisse, wird sie mittelst seines großen Luftballes auch für die hiesigen Gegenden zu machen, und durch andere Mittel, als ich, seinem Balle Richtung zu verschaffen suchen. Für ein Publikum, das bey öffentlichen Vorstellungen nur Unterhaltung zum Zwecke hat, würde der Anblick eines Balles hinreichend seyn; aber der größte Theil desjenigen, vor dem ich zu erscheinen die Ehre habe, wird die verschiedenen Zwecke, und die Mittel, die sie anwenden, sie zu erreichen, würdigen, und beyde Un-  
 ternehmungen nach seiner bekannten Großmuth unterstützen.

## A n h a n g.

### I. *L u f t b a l l.*

#### §. 1. Hülle des Luftballes.

Die Hülle des Luftballes, den ich zu meinen ersten Versuchen in freyer Luft bestimmte, macht eine vollkommene Kugel. Sie besteht aus 32 Spalten von theils roth theils gelb gefärbtem Taffet, den ich zweckmässig weben, und mit Firnis tränken ließ. Ich hatte ihn mit der möglichsten Sorgfalt aus 402 Wiener Ellen nach den Regeln zugeschnitten, welche zur Verfertigung einer vollkommenen Kugel gegeben sind. Die angewandte Genauigkeit bey dem Weben und dem Tränken des Taffets mit Firnis, dem Zusammennähen der Spalten und dem wiederholten Bestreichen aller Nähte mit Firnis verschafften mir eine Hülle, wel-