Das 3. Capitel,

Von der Schwere.

§. 119.

Was die Schwere sey.

Es lehret die Erfahrung, daß ein Cörper, wenn er nicht gehindert wird, dergestalt anfange sich zu bewegen, daß seine Directionslinie auf der Fläche eines ruhenden Wassers perpendicular stehet. Wird aber diese Bewegung verhindert: so druckt er doch nach dieser Direction auf dasjenige, worauf er lieget. Auf der Oberfläche einer Kugel steht keine Linie perpendicular, als diejenige, welche durch den Mittelpunct der Kugel geht. Setzen wir nun, daß der Erdboden eine kugelrunde Gestalt habe: so gehet die Directionslinie der fallenden Cörper gegen den Mittelpunct desselben. Wenn es nun erlaubt ist, die kugelrunde Gestalt des Erdbodens so lange anzunehmen, bis wir es unten aus seinen Gründen werder erweisen können: so muß man denen Cörpern eine Kraft zueignen, sich gegen den Mittelpunct der Erde zu bewegen. Und eben diese Bemühung eines Cörpers, sich gegen den Mittelpunct der Erde zu bewegen, ist es, was man seine **Schwere** zu nennen pfleget. Man hat zwar ausgemacht, daß die Erde eine plattgedruckte Kugel sey; allein ihre Abweichung von der kugelrunden Gestalt, ist so groß nicht, daß wir

wir uns ein Gewissen daraus zu machen hätten, wenn wir hier annehmen, daß sie eine vollkommene Kugel sey. Die vielfältig angestellten Versuche haben gelehret, daß alle Cörper, die wir kennen, schwer sind. Ja die Schwere ist, so zu sagen, die Triebfeder der Natur, dadurch sie ihre grösten Maschinen zu bewegen gewohnt ist. Die Bewegung der Menschen und Thiere, ja der himmlischen Cörper selbst, wird durch die Schwere zuwege gebracht. Solte nun wohl ein Cörper seyn, der gar keine Schwere hätte? Gewiß, man wird dieses zum wenigsten ohne Beweis nicht zugeben können, da wir finden, daß die Schwere eine so allgemeine Eigenschaft der Cörper ist; und es ist schon lange bey denen Naturkündigern nicht mehr Mode gewesen, schlechterdings leichte Cörper zu glauben, dergleichen vormals Aristoteles und die Schulweisen behaupteten.

§. 120. Weil alle Theile eines Cörpers schwer sind: so muß in einem jeden Cörper ein Punct anzutreffen seyn, um welchen alle Theile des Cörpers im Gleichgewichte sind. Diesen Punct pflegt man den Mittelpunct der Schwere zu nennen. Durch den Mittelpunct der Grösse aber, versteht man einen Punct mitten in der Fläche, dadurch der Cörper in zwey gleiche grosse Theile zertheilet wird. Was der Mittelpunct der Schwere ist.

§. 121. Wenn ein Cörper durchaus aus einerley Materie bestehet, und einerley Breite und Dicke hat; so ist kein Grund vorhanden, In welchem Falle der Mittel-

war-punct der Schwere und Grösse mit einander überein kommen. warum gleich grosse Theile nicht auch gleich wichtig seyn solten; und also kömmt in diesem Falle der Mittelpunct der Schwere mit dem Mittelpunct der Grösse überein (§. 120.).

Wenn ein Cörper stille liegt, und wenn er fallen muß. §. 122. Weil um den Mittelpunct der Schwere alle Theile des Cörpers das Gleichwicht gehalte (§. 120.): so kan er nicht fallen, wenn der Mittelpunct der Schwere unterstützt wird (§. 30.). Wird aber der Mittelpunct der Schwere nicht unterstützt: so muß der Cörper anfangen zu fallen (§. 29. 220.). Weil nun solchergestalt dasjenige, was den Mittelpuuct der Schwere unterstützt, die Schwere des ganzen Cörpers trägt: so thut der Mathematicus nicht unrecht, wenn er annimmt, es habe ein Cörper gar keine Schwere, sondern an derer Statt hange in seinem Schwerpuncte ein Gewichte, welches ihr gleich ist: ob sich gleich dieses in der That nicht also befindet.

Wird ferner erläutert. §. 12. Weil so viele Würkungen der Natur, vermittelst der Schwere, hervorgebracht werden, so wird es uns nicht befremden, wenn dieses wenige, was jetzo davon ist gesagt worden, schon hinreichend ist, den Grund von verschiedenen und zum Theil merkwürdigen Bewegungen anzuzeigen. Wir können also, zum Exempel, hieraus abnehmen, daß der Würfel ABDE auf der schiefliegenden Fläche AE nicht herunter rollen, die Kugel C aber auf derselben herunter lauffen müsse. Denn die

Tab. II. Fig. 24.

aus

aus dem Mittelpunct der Schwere h gezogene Directionslinie hi in dem Würfel ABDE fällt innerhalb der Grundfläche desselben. Solchergestalt wird der Mittelpunct der Schwere unterstützt, und der Würfel müste ganz stille liegen bleiben, wenn nur seine ganze Schwere getragen würde. Da aber dieses nicht geschiehet, indem die schiefliegende Fläche zwar einen Theil der Schwere, nicht aber die ganze Schwere des Würfels trägt: so muß er zwar auf der schiefliegenden Fläche herunterfahren, wenn diese vollkommen glatt ist, er kan sich aber doch nicht überwerfen und herunter rollen. Daß aber die Schwere des Würfels nur zum Theil von der schiefliegenden Fläche getragen werde, ist leicht zu erweisen. Man darf nur die Schwere des Würfels hi als eine Kraft ansehen, welche aus zwey andern zusammen gesetzt ist, deren eine auf der schiefliegenden Fläche perpendicular stehet, die andere aber mit derselben parallel ist. Der letztern wird nicht widerstanden. Derowegen muß der Würfel zwar auf der schiefliegenden Fläche herunter fahren, keinesweges aber sich überwerfen oder herunter rollen, so lange seine Directionslinie hi innerhalb der Grundfläche fällt. Hingegen die Directionslinie cg, welche aus dem Mittelpunct der Schwere c in der Kugel gezogen worden, fällt ausserhalb ihrer Grundfläche. Es wird demnach der Mittelpunct der Schwere nicht unterstützt. Was ist es also Wunder, wenn sie auf der schiefliegenden Fläche herunter rollt? Es ist hieraus zugleich klar, warum eine Kugel überhaupt so leicht beweglich sey. Denn weil sie eine geradelinichte Fläche nur in einem Puncte berühret: so ist auch ihre Grundfläche nur ein einziger Punct. Nichts ist demnach leichter, als den Mittelpunct der Schwere aus der Grundfläche der Kugel zu verrücken. So bald aber dieses geschehen, so bad fängt die Kugel an sich zu bewegen. Je weniger wir uns nun zu verwundern pflegen, wenn wir sehen, daß eine Kugel, vermöge ihrer Schwere auf einer schiefliegenden Fläche herunterläuft, weil wir dieses vor etwas gewöhnliches halten: desto seltsamer kömmt es einem vor, wenn man höret, es könne ein Cörper selbst, vermöge seiner Schwere, auf einer schiefliegenden Fläche in die Höhe steigen, da doch dieses ein Geheimniß ist, daß sich gar bald begreiffen läst. Denn man lasse sich nur einen holen Cylinder von Pappe verfertigen, und befestige innerhalb demselben ein bleyern Gewichte D, man lege ihn ferner dergestalt auf eine schiefliegende Fläche, wie es die Figur ausweiset: so ist die Directionslinie dieses Cylinders die Linie DE, weil die Schwere der Pappe, in Ansehung des Gewichts, D vor nichts zu achten. Da nun die Directionslinie DB ausserhalb der Grundfläche des Cylinders fällt: so muß er anfangen sich zu bewegen, das Gewichte D muß niedersinken: sinkt aber dieses nieder, so muß der Cylinder auf der schiefliegenden Fläche in die Höhe steigen (§. 122.).

§. 124. Weil die Schwere eine Kraft ist, vermöge welcher sich die Cörper gegen den Mittelpunct der Erde zu bewegen suchen (§. 119.): so ist der Schluß unrichtig, welchen man aus Uebereilung zu machen pfleget, wenn man behauptet, es müsse der ganze Erdboden schwer seyn, weil alle Theile schwer sind, woraus er zusammengesetzt ist. Es hat freylich einen grossen Schein: denn wenn alle Theile schwer sind, warum solte denn das Ganze, das aus diesen Theilen zusammengesetzt ist, keine Schwere haben? Allein dieser Schein verschwindet, so bald man nur bedenkt, daß der Erdboden eine kugelrunde Gestalt besitzt. Wir wollen setzen, ABED sey der Erdboden: so drückt der Theil ABC desselben so stark gegen den Mittelpunct C, als der entgegengesetzte Theil DEC gegen denselbigen Mittelpunct C drückt. Da nun gleiche und entgegengesetzte Kräfte einander verhindern (§. 27.): so wird der Druck, welchen ACB äussert, durch den gegenseitigen Druck des

Der ganze Erdboden ist nicht schwer, obgleich seine Theile schwer sind.

Tab. II. Fig. 25.

Theiles DCE wieder aufgehoben. Solchergestalt ist es in Ansehung des ganzen Erdbodens eben so viel, als hätte ABC gar keine Schwere gehabt. Dieser Schluß gilt auch von den beyden Theilen ACD und BCE. Denn sie sind ebenfalls einander entgegengesetzet, und drücken mit gleicher Kraft gegen den Mittelpunct C. Es halten also alle Theile des Erdbodens untereinander das Gleichgewicht. Denn dieses findet sich allenthalben, wo gleiche Kräfte nach entgegengesetzter Direction dergestalt in einander würken, daß keine Bewegung erfolgt (§. 53.). Man sieht also wohl, daß sich die Schwere des ganzen Erdbodens aus diesem Grunde nicht behaupten lasse, weil alle seine Theile schwer sind. Indessen leugne ich nicht, daß der ganze Erdboden schwer sey. Er hat eine Schwere gegen die Sonne. Man würde sich aber sehr betrügen, wenn man sich überreden wolte, es käme dieses daher, weil alle Theile des Erdbodens gegen den Mittelpunct der Erde drückten. Und so haben wir hier, da wir die Schwere des Erdbodens betrachten, noch gar nichts mit seiner Schwere gegen die Sonne zu thun. Setzen wir es nun als gewiß voraus, daß der Erdboden nicht schwer sey, ohnerachtet er aus schweren Cörpern zusammengesetzt ist: so wird es uns nicht seltsam vorkommen, daß er in der Himmels-

luft

luft schweben kan, ohne herunter zu fallen. Kan denn wohl ein Cörper fallen, der gar keine Schwere hat? Wir werden also die Elephanten der Indianer ersparen können. Denn diese Leute lassen, um mehrerer Sicherheit willen, den Erdboden von vier Elephanten tragen; sie bedenken aber nicht, worauf ihre Elephanten stehen sollen. Ja wir werden auf der runden Erde ganz sicher ruhen können, ohne zu befürchten, daß wir herunter fallen. Die Natur überhebt uns dieser Sorge, indem sie alles, was zu der Erde gehöret, vermittelst der Schwere bey derselbigen erhält. Der heilige Augustinus und Lactantius müssen dieses nicht geglaubet haben, sonst würden sie nicht so sehr wider die runde Figur des Erdbodens gestritten haben. Der letztere geräth in seinem Buche von der falschen Weisheit im 24. Cap. deßwegen in einen rechten physicalischen Eifer, indem er schreibet: „Was ist von denen zu sagen, die „davor halten, daß es Leute gäbe, die ihre „Füsse gegen die unsrigen kehren? Sagen sie „denn etwas taugliches? oder ist wohl jemand „so einfältig, daß er glauben solte, es gäbe „Menschen, deren Fußsohlen höher wären, „als ihre Köpfe? oder, daß alles, was bey „uns lieget, daselbst umgekehrt hienge? Früch- „te und Bäume unterwerts wüchsen? Regen, „Schnee und Hagel in die Höhe nach der

„Erde fielen?„ Und nachdem er vieles davon gesagt, so setzt er hinzu: „Ich könte mit „vielen Gründen erweisen, es sey gar nicht „möglich, daß der Himmel niedriger seyn „könte, als die Erde.„ So schlossen damals die gelehrtesten Leute. Wer sieht aber nicht, daß sich dieser ganze Irrthum auf einen unrechten Begriff von der Schwere der Cörper gründet?

Von der Bewegung der Menschen.

§. 125. Die Bewegung der Menschen und Thiere, ist eine der vornehmsten Begebenheiten der Natur. Sie verdienet unsere Aufmerksamkeit desto mehr, je näher sie uns selbst angeht. Wir werden aber den Grund von diesen Bewegungen aus demjenigen, was vorher (§. 122.) von der Schwere angeführt worden, auf eine sehr leichte Art herleiten können. Borellus hat dieses in seinem Buche, von der Bewegung der Thiere, zuerst gethan. Er band einen Menschen auf ein Brett, und schob dieses Brett auf einem aufgespannten Stricke so lange hin und her, bis es stille liegen blieb. Hieraus war nun klar, daß der Mittelpunct der Schwere in der geraden Linie seyn müste; welche von dem Stricke beschrieben ward, damit er aber den eigentlichen Punct bestimmen könnte, so verschob er dieses Brett nach einer andern Direction gleichfalls so lange, bis es stille liegen blieb; und schloß daher; daß der Mittelpunct der

Schwe-

Schwere in beyden Linien zugleich, und folglich in dem Puncte seyn müste, da beyde Linien einander durchschnitten. Dadurch fand er, daß bey den Menschen der Mittelpunct der Schwere im Unterleibe recht zwischen beyden Füssen in dem Perinäo sey. Wenn wir auf einem Fusse stehen, so ist die Grundfläche unsers Cörpers die Fußsohle, auf welcher wir stehen; stehen wir aber auf beyden Füssen: so ist die zwischen beyden Füssen befindliche Fläche die Grundfläche unsers Cörpers. So lange nun die aus dem Mittelpunct der Schwere gezogene Directionslinie innerhalb dieser Grundfläche fällt, so lange stehen wir stille; wenn aber die Directionslinie ausserhalb der Grundfläche fällt: so fangen wir an zu fallen. Damit wir nun erkennen, wie wir es machen, wenn wir uns von einem Ort gegen den andern bewegen: so wollen wir setzen, es stünde ein Mensch auf beyden Füssen; so fällt seine Directionslinie ab innerhalb der Grundfläche cd. Will er sich nun fortbewegen und z. E. den rechten Fuß zuerst aufheben: so würde dieses nicht möglich seyn, wenn er so gerade stehen bleiben wolte, als er vorher gestanden. Denn so bald er den rechten Fuß aufgehoben hätte: so wäre die linke Fußsohle d die Grundfläche seines Cörpers. Da nun die Directionslinie ab ausserhalb dieser Grundfläche d fiele: so würde der Mensch nicht stehen bleiben können, son-

Tab. III. Fig. 23

dern er müste auf der rechten Seite zu Boden fallen. Damit nun dieser Fall verhindert werde: so beugt man sich etwas auf die lin-
Fig. 29. ke Seite. Denn, weil sodann die Directionslinie a b auf den linken Fuß b gebracht wird: so ist man im Stande, den rechten Fuß c aufzuheben, ohne daß man befürchten darf zu fallen. Wolte man nun den rechten Fuß wieder niedersetzen: so würde man nicht von der Stelle kommen. Will man sich aber weiter fortbewegen: so ist nöthig, daß man den Leib etwas vorwärts beuge, damit die Directionslinie a b über die Grundfläche des linken Fusses hinüber gebracht werde. Den Augenblick, da dieses geschiehet, fängt man an, vorwärts zu fallen.
Fig. 30. Weil man aber sogleich den aufgehobenen Fuß vorhält: so wird dadurch der Fall verhindert. Denn die Directionslinie a b wird wieder in die Grundfläche c d gebracht. Wenn man nun fortfähret, dasjenige mit dem rechten Fusse zu verrichten, was vorher der linke gethan hat, und mit dem linken thut, was vorher der rechte verrichtet hat; so ist man im Stande, aufs neue mit dem linken Fusse einen Schritt vorwärts zu thun. Und vermittelst solcher oft wiederholten Handlung, kan man sich von einem Orte gegen den andern bewegen. Hieraus folget, daß kein Mensch vollkommen gerade gehen könne. Denn, weil man nicht gehen kan, ohne die

Directionslinie bald auf den linken, und bald wieder auf den rechten Fuß zubringen; so ist man gezwungen, den Leib auf die linke Seite zu beugen, wenn man auf den linken, und auf die rechte, wenn man auf den rechten Fuß treten will. Wolte man daran zweifeln; so dürfte man nur einen Menschen zwischen zweyen Stäben in einer geraden Linie von dem einen Stabe zu dem andern gehen lassen: so würde man wahrnehmen, daß er unter währendem Gehen niemals mit denen Stäben in einer geraden Linie bleiben würde. Wenn ein Mensch eine Last auf dem Rücken träget: so ist sein Gang darinnen von einem andern unterschieden, daß er den Leib vorwärts biegen muß, damit die Directionslinie der Last und die Directionslinie seines eigenen Cörpers näher zusammen kommen, und also in der zwischen denen Füßen befindlichen Grundfläche erhalten werden können. Eben dergleichen Beugung des Leibes wird erfordert wenn man einen Berg hinaufsteigen will. Thäte man dieses nicht: so würde die Directionslinie entweder auf die Hacken fallen, und man wurde viel Beschwerlichkeit haben, den Berg zu ersteigen, oder wenn er etwas steil wäre: so würde die Directionslinie gar über die Grundfläche hinausgebracht werden, und sodann setzte man sich in die Gefahr, rücklings herunter zu fallen. Es ist ohne mein Erinnern klar, warum man sich etwas zurücke beuget, wenn man einen Berg hinunter-gehet. Man sieht wohl, daß in diesem Falle die Directionslinie auf die Zehen des Fusses gebracht werde, und daß man sich also zurücke beugen müsse, um sie innerhalb der Grundfläche zu erhalten. Dieses sind Gesetze der Natur, welche die Menschen desto genauer beobachten, je gewisser mit ihrer Uebertretung die unausbleibliche Strafe des Fallens verbunden ist. Das artigste hiebey ist, daß alle Menschen diese Regeln in acht nehmen, ohne einmal daran zu gedenken. Es hat hiermit eben die Beschaffenheit, wie mit dem Verstande, der sich im Denken gleichfalls nach Regeln richtet, ob er gleich dieselben nicht allemal deutlich erkennet.

Von der Bewegung der Menschen.

§. 126. Es braucht nur ein weniges Nachdenken: so wird man viele Fälle von der Bewegung des Menschen auflösen können. Man wird, zum Exempel, aus den hier angeführten gar leicht die Ursache erkennen können, warum man sich nicht aufrichten kan, wenn man den Kopf wider die Wand legt, und die Hände auf den Rücken hält. Man wird finden, daß man von keinem Stuhle aufstehen könne, ohne die Füsse zurücke zu ziehen, oder den Leib vorwarts zu beugen. Denn in beyden Fällen muß die Directionslinie auf die Grundfläche der Füsse gebracht werden. Wir wollen uns demnach dabey nicht weiter aufhalten, sondern nur noch etwas weniges von der Be-

Bewegung anderer Thiere anmerken. Doch betrachten wir hier weiter nichts davon, als in so ferne sich diese Bewegung von der Schwere herleiten läst.

§. 129. Wenn die vierfüßigen Thiere stille stehn: so fällt die aus dem Schwerpunct gezogene Directionslinie auf die Grundfläche ihres Cörpers, und diese ist das Viereck, welches zwischen ihren Füssen enthalten ist. Wollen sie aber fortgehn: so müssen sie sich ebenfalls etwas auf die Seite beugen, damit ihr Schwerpunct von zweyen Füssen könne getragen, und sie also in den Stand gesetzt werden, die andern beyden aufzuheben. So steht also ein Pferd immer auf einem Vorder- und Hinterfusse, wenn es fortgeht; wenn es aber stark rennt: so berührt es die Erde einmal mit den beyden hintersten, und einmal mit den beyden vordersten Füssen. Aus diesem Grunde liessen sich die meisten Regeln der Reitkunst herleiten. Man kan zum Exempel hieraus abnehmen, warum man sich vorwarts beugen müsse, wenn man einen Springer reitet, warum eben dieses geschehen müsse, wenn man einen Berg hinauf reitet, und warum man sich endlich zurücke beugen müsse, wenn man den Berg herunter reiten will. Alles zielet darauf hinaus, daß die gemeinschafliche Directionslinie des Pferdes und des Reuters innerhalb der Grundfläche des Pferdes erhalten werde. Wie nun solchergestalt ein

Von der Bewegung anderer Thiere.

ein vierfüssiges Thier ziemlich vor dem Fallen gesichert ist, so möchte man wohl meynen, daß die Vögel desto schlimmer daran wären. Man wird in dieser Meynung gestärket werden, wenn man bedenkt, daß sie oft auf ganz dünnen Aesten sitzen müssen, und also eine gar kleine Grundfläche haben, auf welcher ihr Cörper ruht. Allein die Natur ist viel zu vorsichtig, als daß sie dafür nicht solte gesorgt haben. Hat sie nicht die Vögel mit Klauen versehen, dadurch sie sich anklammern, und gnugsam vor dem Falle versichern können? Die grössern haben eine desto grössere Grundfläche. Und es ist merkwürdig, daß der Schwerpunct, welcher mitten in der geraden Linie ist, die von der Spitze des einen Flügels zu dem andern gezogen werden kan, wenn ein Vogel fliegt, so leichte durch die veränderte Positur auf die Füsse gebracht werden könne wenn er steht.

Wenn sich ein Wagebalcken in den wagerechten Stand von selbst versetzt. Tab. III. Fig. 32.

§. 128. Wenn in einen Wagebalcken der Schwerpunct d über dem Ruhepuncte e ist, in welchem Puncte die Axe des Wagebalckens anzutreffen; so muß der Wagebalcken, so bald er nur ein wenig aus der Horizontallinie gebracht wird, auf die Seite fallen. Denn weil in e die Axe, und also die Grundfläche des Wagebalckens anzutreffen ist: so muß derselbe sogleich anfangen zu fallen, so bald der Schwerpunct d über diese Grundfläche herüber gebracht wird (§. 122.).

Wenn

Wenn aber die Axe des Wagebalkens in d und der Schwerpunct in e, folglich unter der Axe ist: so kan der Wagebalken keine schiefe Lage behalten, sondern muß sich von selbsten wieder in die Horizontal-Linie versetzen. Denn in diesem Falle wird der Schwerpunct in die Höhe gehoben, wenn der Wagebalken schief gestellt wird. Da er nun so lange niedersinkt als er kan: so kan die Wage nicht eher ruhen, als bis sie wieder in die Horizontal-Linie kommt. Es erlangt aber der Schwerpunct durch den Fall, wie alle schwere Cörper so viel Geschwindigkeit, mit welcher er auf der andern Seite wieder eben so hoch in die Höhe steigen kan (§. 139.): und daher fährt er fort eine Zeitlang sich auf und nieder zu bewegen, welche Bewegung ohnfehlbar ohne Ende fortdauren würde; wenn es möglich wäre, das Reiben und den Widerstand der Luft völlig zu heben (§. 24.). Wenn endlich so wohl der Schwerpunct als die Axe in d und also beyderseits in in einem Orte sind: so befindet sich der Schwerpunct jederzeit in der Grundfläche, man mag den Wagebalken ABEF schief oder gerade stellen. Er muß demnach in einer jeden Lage stehen bleiben, die man ihm giebt.

§. 129. Aus dem, was hier angeführt worden, erhellet zur Gnüge, es könne kein Cörper fallen, wenn sein Schwerpunct zuvor müsse in die Höhe gehoben werden, ehe er niedersinken kan. In welchem Fall sich dieses wieder anbringen lasse. Tab. III. Fig. 31.

kan. Hieraus läßt sich unter andern begreiffen, warum die mit Fleiß also gebaueten Thürme zu Pisa und Bononien in Italien so feste stehen können, da es doch von aussen das Ansehen hat, als wolten sie alle Augenblick über den Hauffen fallen. Denn weil AB nicht sinken kan, es werde denn CD in die Höhe gehoben: so steht dieser Thurm eben so feste, als wenn er gerade gebauet wäre.

Der Fall der schweren Cörper ist eine gleichförmig beschleunigte Bewegung.

§. 30. Würkte die Ursache der Schwere nur einmal in einen Cörper, so würde ihm seine Schwere durch eine gegenseitige Würkung genommen werden können. Nun aber lehret uns die Erfahrung, daß dieses nicht möglich sey; indem ein schwerer Cörper beständig schwer verbleibt. Daher muß ihm alle Augenblick ein neuer Grad der Geschwindigkeit mitgetheilet werden, nachdem der vorige durch den Widerstand des Cörpers, auf welchen er lieget, vernichtet worden. Nun setzet, daß sich ein schwerer Cörper in einem Raume befände, da seiner Bewegung kein Widerstand geschähe, und daß er alle Augenblicke einen neuen Grad der Geschwindigkeit bekäme; ohne daß der vorige durch den Widerstand aufgehoben würde: so würde er nothwendig eine gleichförmig beschleunigte Bewegung bekommen (§. 116.). Wenn er also im ersten Augenblicke durch einen gewissen Theil des Raumes herunter fiele, so würde er, im andern Augenblicke dreymal, im drit-

dritten fünf, im vierten siebenmal so tief, und so weiter nach den ungeraden Zahlen fallen müssen (§. 117.). Diesem zufolge wird ein schwerer Cörper in den beyden ersten Augenblicken hintereinander vier, in den drey ersten Augenblicken neun, und in den vier ersten Augenblicken sechszehnmal so viel Raum zurückgelegen, als er im ersten Augenblicke zurücke gelegt hatte. Gleichwie nun hieraus erhellet, daß sich bey dem Falle der schweren Cörper die Raume, durch welche sie sich bewegen, wie die Quadrate der Zeiten, in welchen sie gefallen sind, verhalten, wenn man beydes vom Anfange der Bewegung rechnet, so ist zugleich klar, daß sich diese Ranme wie die Quadrate der Geschwindigkeit des fallenden Cörpers verhalten müssen, denn es verhalten sich bey einer jeden gleichförmig beschleunigten Bewegung die Zeiten wie die Geschwindigkeiten (§. 117.). Wird nun wohl die Schwere von dem Stosse einer subtilen Materie herkommen können, oder wird nicht vielmehr der Ursprung dieser Bewegung in dem Cörper selbst zu suchen seyn? Setzen wir das erstere, so sieht man nicht, warum die Gewichte der Cörper ihren Massen, und nicht vielmehr ihrer Oberfläche proportional sind; dergleichen flüßige Materie würde selber eine beschleunigte Bewegung haben müssen, wenn sie den schweren Cörpern dergleichen mittheilen solte (§. 118.), welches ganz und gar nicht nöthig ist, wenn

sich

sich die Ursache der Schwere in dem Cörper selbst befindet. Und würden wir wohl bey der krummlinichten Bewegung einer solchen subtilen Materie, wie sich des Cartes und Hugenius einbildet, sehr viel gewinnen? Wir wissen, daß keine krummlinichte Bewegung geschehen kan, ohne daß beyde Centralkräfte vorhanden sind (§. 106.). Solchergestalt müste diese subtile Materie eine Centripetalkraft besitzen, welche gegen den Mittelpunct der Erde gerichtet wäre, das heist, sie würde selbst schwer seyn müssen (§. 119.), welches doch die Vertheidiger dieser Meynung so sehr zu vermeiden suchen, denn sie sehen zum voraus, daß man so neugierig seyn würde, sie zu fragen, woher die Schwere der schwermachenden Materie entstanden sey.

Wird durch die Erfahrung genauer bestätiget, und aus seinen Gründen erwiesen.

§. 131. Man hat durch richtige Versuche mit den Perpendickeln ausgemacht, daß ein schwerer Cörper, in einem Raume, da seiner Bewegung kein merklicher Widerstand geschiehet, in der ersten Secunde 15 Pariser Schuh 1 Zoll, $\frac{1}{18}$ Linien hoch herunter falle. Daher fällt er in der andern Secunde dreymal so tief (§. 130.), und also 45 Schuh, 3 Zoll, $6\frac{3}{18}$ Linien, und in der dritten Secunde fünfmal so tief, folglich 75 Schuh, 5 Zoll, $10\frac{5}{18}$ Linien u. s w. Daß aber der Fall der schweren Cörper dergestalt müsse beschleuniget werden, daß bey dieser Bewegung die Raume eben so, wie die ungeraden Zahlen wachsen,

läst

läst sich folgendergestalt erweisen: Weil ein schwerer Cörper alle Augenblick einen neuen Grad der Geschwindigkeit bekömmt: so verhalten sich seine Geschwindigkeiten wie die Zeiten, in welchen er gefallen ist. Er hat demnach eine noch einmal so grosse Geschwindigkeit, wenn er noch einmal so lange gefallen ist, u. s w. Wenn wir also dieses als gewiß voraussetzen können: so theile man die Seite AB des rechtwinklichten Trianguls ABC in gleiche Theile: so können dieselbe gleich grosse Theile der Zeit vorstellen, in welcher der Cörper gefallen ist. Man ziehe die Linien 1 d, 2 e, 3 f, mit der Grundlinien AC parallel: so verhalten sich diese Linien 1 d, 2 e, 3 f, u. s. w. wie die Linien B 1, B 2, B 3 (§. 149. Geom.), das ist, sie verhalten sich wie die Zeiten der Bewegung. Da sich nun die Geschwindigkeiten gleichfalls wie die Zeiten verhalten: so können diese Linien 1 d, 2 e, 3 f, die Geschwindigkeiten des fallenden Cörpers vorstellen. Solchergestalt ist 1 d, die Geschwindigkeit des Cörpers im ersten Augenblick, 2 e, die Geschwindigkeit im andern, und 3 f, die Geschwindigkeit im dritten Augenblick seiner Bewegung. Weil man nun den Raum findet, wenn man die Zeit mit der Geschwindigkeit multipliciret (§. 44.): so verhält sich der Raum, welchen der Cör-

Tab. III. Fig. 33.

per im ersten Augenblicke zurückelegt, zu dem Raume, durch welchen er in vier Augenblicken herunterfällt, wie B 1 d zu B 4 g, d. i. (wie das Product aus der Linie B 1 in die Linie, d 1 zu dem Producte aus B 4 in 4 g. Wenn man die Linie B 1 in die Linie 1 d multipliciret: so bekömmt man das parallelogrammum B 1 dK. Multiplicirt man aber die Linie B 4 mit der Linie 4 g: so kömmt das parallelogrammum B 4 g H heraus. Derowegen verhält sich der Raum, welchen der Cörper im ersten Augenblicke durchläuft zu dem Raume, durch welchen er sich in den ersten vier Augenblicken bewegt, wie das parallelogrammum B 1 dK zu dem parallelogrammo B 4 g H. Weil der Triangel B 1 d die Helfte von dem parallelogrammo B 1 dK, und der Triangel B 4 g die Helfte von dem parallelogrammo B 4 g H ist: so verhält sich das parallelogrammum B 1 dK zu dem parallelogrammo B 4 gH, wie der Triangel B 1 d zum Triangel B 4 g.) Der Triangel B 1 d verhält sich zum Triangel B 4 g, wie das Quadrat der Linie B 1 zu dem Quadrate der Linie B 4. Die Linien B 1 und B 4 sind die Zeiten der Bewegung. Also verhalten sich die Raume, durch welche ein schwerer Cörper herunterfällt, als wie die Quadrate der Zeiten, vom Anfang der Bewegung an gerechnet.

§. 132.

§. 132. Wir nehmen billig den Triangel B 1 d für den Raum an, welchen der Cörper im ersten Augenblicke zurücklegt: Denn wenn wir die Geschwindigkeit 1 d mit der Zeit B 1 hätten multipliciren wollen: so würde man zum voraus haben setzen müssen, daß der Cörper vom Anfange die Geschwindigkeit 1 d gehabt hätte, welches doch falsch wäre. Hätte nun der Cörper seine Bewegung gleichförmig fortgesetzt: so hätte das Quadrat 1 2 dx seinen Raum im andern Augenblicke vorgestellt; weil aber im andern Augenblicke eine neue Geschwindigkeit hinzukömmt: so muß man zu dem Quadrate 1 2 dx, den Triangel dxe = B1d hinzusetzen, und so auch in den übrigen Augenblicken. Weil also der Triangel B 1 d den Raum vorstellet, welchen der Cörper im ersten Augenblicke seiner Bewegung durchläuft: weil ferner der Triangel B 2 1 der Raum ist, welchen der Cörper in den zwey ersten Augenblicken zurücklegt: so muß man den Triangel B 1 e von dem Triangel B 2 c hinwegnehmen, wenn man zu wissen verlanget, wie groß der Raum sey, welchen der fallende Cörper im andern Augenblicke seiner Bewegung durchläuft. Wenn man den Triangul B 1 d von dem Triangel B 2 d hinwegnimmt: so bleibet

Wie der Fall der schweren Cörper beschaffen sey. Tab. III. Fig. 53.

das Trapezium 12ed übrig. Selbst der Augenschein lehret, daß dieses Trapezium dreymal grösser ist als der Triangel Bid. Derowegen muß der fallende Cörper im andern Augenblicke dreymal mehr Raum zurücke legen als im ersten. Eben so ist klar, daß das Trapezium 23fe den Raum ausdrücke, durch welchen sich der Cörper im dritten Augenblicke bewegt. Da nun das Trapezium 23fe den Triangul Bid fünfmal in sich begreiffet, und also fünfmal grösser ist als dieser Triangul: so muß auch ein schwerer Cörper im dritten Augenblicke seiner Bewegung fünfmal weiter herunterfallen, als er im ersten Augenblicke gefallen ist. Solchergestalt wird man nicht zweifeln, daß die Raume bey dem Falle der schweren Cörper eben so als wie die ungeraden Zahlen zunehmen. Wir haben es dem Galiläus zu verdanken, daß uns diese Gesetze schwerer Cörper bekannt sind. Er hat dabey das Glück gehabt, daß diese Wahrheiten von der ganzen Welt mit einem allgemeinen Beyfalle aufgenommen worden sind. Damit er nun seiner Sache desto gewisser seyn möchte, so suchte er solches nicht nur durch Vernunftschlüsse, sondern auch durch die Erfahrung auszumachen. Er nahm eine hölzerne, mit Leder ausgefütterte Rinne, legte sie dergestalt, daß sie mit dem Horizonte einen schiefen Winkel machte und legte oben ein recht glatt polirte kupferne Kugel hinein. Solchergestalt fand er, daß sich bey dem Herunterlaufen derselben, die Raume wie die Quadrate der Zeiten verhielten. Er erwählte aber darum eine schiefliegende Fläche, weil die Bewegung darauf langsamer geschieht, und also leichter, als wenn ein Cörper frey fällt, wahrgenommen werden kan.

Tab. III. Fig. 33. Was erfolgt wenn die Bewegung eines fallenden Cörpers nicht weiter beschleuniget wird.

§. 133. Wenn ein Cörper, der in der Zeit AB gefallen wäre, aufhörete, seine Bewegung zu beschleunigen, und dieselbe mit der durch den Fall erlangten Geschwindigkeit AC auf eine gleichförmige Art fortsezte: so wäre seine Geschwindigkeit = AC, und seine Zeit = AD = AB. Folglich der Raum, welchen er zurücke legen würde = ADEC (§. 44.). Weil nun ADEC noch einmal so groß ist als der Triangul BAC (§. 120. Geom.): so würde sich dieser Cörper in derselbigen Zeit, in welcher er einen gewissen Grad der Geschwindigkeit durch Fallen erlanget hätte, durch einen noch einmal so grossen Raum bewegen, wenn er seine Bewegung mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit fortsetzen solte.

Bey dem Falle verhalten sich die Höhen wie die Quadrate der Geschwindigkeit.

§. 134. Weil sich die Höhen, durch welche die schweren Cörper herunterfallen, wie die Quadrate der Zeiten, die Zeiten aber wie die Geschwindigkeiten verhalten (§. 131.): so müssen die Quadrate der Geschwindigkeiten denen Höhen proportional seyn, durch welche die Cörper heruntergefallen sind. Und derowegen müssen sich ferner die Geschwindigkeiten, welche die Cörper durch Fallen bekommen, wie die Quadratwurzeln der Raume verhalten. Wenn demnach ein Cörper A neunmal höher herunterfällt, als ein anderer B: so verhält sich seine Geschwindigkeit zu der Geschwindigkeit des andern, wie $\sqrt{9}$ zu $\sqrt{1}$, das ist, wie 3 zu 1. Hieraus folget, es habe ein Cörper zweymal so viel Geschwindigkeit, wenn er viermal, dreymal so viel Geschwindigkeit, wenn er neunmal und viermal so viel Geschwindigkeit, wenn er sechszehnmal so hoch heruntergefallen ist.

Alles dieses gilt auch bey dem Herunterlauffen auf einer schiefliegenden Fläche.

§. 135. Wenn ein Cörper auf einer schiefliegenden Fläche herunterläuft: so muß seine Bewegung ebenfalls auf eine gleichförmige Art beschleunigt werden. Er muß also im andern Augenblicke drey, im dritten fünf, und im vierten siebenmal mehr Raum zurückelegen, als im ersten Augenblicke. Denn was ist das Herunterlauffen auf einer schiefliegenden Fläche anders, als ein beständiges Fallen?

§. 136.

§. 136. Weil der Fall der schweren Cörper eine lebendige Kraft in ihnen hervorbringt: so müssen sich die Kräfte eines fallenden Cörpers, wie die Quadrate seiner Geschwindigkeit verhalten (§. 85) Nun verhalten sich aber die Quadrate der Geschwindigkeit der fallenden Cörper, wie die Höhen, durch welche sie heruntergefallen sind (§. 134). Derowegen müssen die Kräfte eines fallenden Cörpers denen Höhen, durch welche er gefallen ist, proportional seyn. Solchergestalt stößt ein Cörper noch einmal so stark an einen andern an, wenn er noch einmal so hoch heruntergefallen ist, und dreymal so stark, wenn er dreymal so hoch gefallen ist. Wir haben hierinnen wiederum die Erfahrung auf unserer Seiten. Denn wenn man eine bleyerne Kugel von einer Höhe von 6 Schuhen auf weichen Thon fallen läst: so macht sie eine Grube in denselben, und weil sie völlig zur Ruhe gebracht wird: so kan man die in den Thon gemachte Grube vor die ganze Würkung der Kugel annehmen. Man lasse diese Kugel aus der doppelten Höhe, und also 12 Schuh hoch herunter fallen: so wird sie eine noch einmal so grosse Grube in den Thon machen. Weil nun noch einmal so viel Kraft erfordert wird, eine noch einmal so grosse Grube in den weichen Thon zu drücken: so hat die Kugel noch einmal so viel Gewalt, wenn sie aus der doppelten Höhe herunter gefallen ist.

Die Kräfte der fallenden Cörper sind denen Höhen proportional.

Und weil sie eine dreymal so grosse Grube macht, wenn man sie aus einer Höhe von 18 Schuhen fallen lässet: so muß sie dreymal mehr Gewalt haben, wenn sie dreymal so hoch herunterfällt. Solchergestalt bestätigt die Erfahrung, daß die Kräfte der fallenden Cörper denen Höhen proportional sind, aus welchen sie herunter gefallen sind. Verhalten sich aber diese Höhen wie die Quadrate der Geschwindigkeit (§. 134.): so wird man sich genöthigt sehen zuzugeben, daß auch die Gewalt eines fallenden Cörpers dem Quadrate seinen Geschwindigkeit proportional sey. Man wird ferner nicht leugnen können, daß ein fallender Cörper ein würklich bewegter Cörper sey. Wird man also nicht hieraus den Schluß machen müssen, daß auch die Kräfte eines würklich bewegten Cörpers dem Quadrate seiner Geschwindigkeit proportional sind? Es streitet demnach die Erfahrung beständig für die Leibnitzische Ausmessung der lebendigen Kräfte. Damit ich aber in dieser Sache desto sicherer gehen möchte: so habe ich dieses Experiment verschiedene mal und auf verschiedene Art wiederholet. Ich habe nehmlich aus einer Höhe von vier Schuhen, und wiederum aus einer Höhe von 8 Schuhen, eine bleyerne Kugel, welche ich mit Baumöhle bestrichen, damit sie nicht kleben bleiben möchte, in weichen Thon fallen lassen. Die von der Kugel gemachten Höh-

len

len habe ich mit Wachs ausgegossen, und dieses abgewogen. Es wog das Wachs, welches die kleine Höhle erfüllete, 10 Gran, dasjenige aber, welches sich in der grössern Höhle befand, 20 Gran. Als ich dieses zu einer andern Zeit wiederholte: so wog das Wachs in der einen Höhle 13, in der andern aber 26 Gran. Weil nun das Wachs, welches die eine Höle erfüllete, noch einmal so viel wog, als das Wachs, welches man in der andern antraf: so muste die Kugel noch einmal so viel Theile des Thons aus dem Wege gestossen haben, wie sie aus einer Höhe von 8 Schuhen herunter gefallen war, als da sie sich nur durch 4 Schuh bewegt hatte. Es erhellet demnach hieraus zur Gnüge, daß die Kräfte der Cörper den Höhen, aus welchen sie herunter fallen, proportional sind.

Bey der Gewalt kömmt es nicht auf die Figur eines Cörpers an.

§. 137. Wenn man eine Kugel und einen Kegel von gleicher Schwere aus einerley Höhe herunter fallen läst: so werden die von beyden Cörpern in den Thon gedruckte Höhlen von einerley Inhalt seyn. Da nun beyde Cörper einerley Masse besitzen, wenn sie gleich schwer sind (§. 58.); da sie ferner gleiche Geschwindigkeit haben, wenn sie aus einerley Höhe herunter fallen: so sind die Würkungen derer Cörper gleich groß, wenn sie gleiche Masse und Geschwindigkeit besitzen, sie mögen im übrigen der Figur nach von einander unterschieden seyn, wie sie immer wollen.

Hier werden sich diejenigen ein wenig in acht nehmen müssen, welche sich überreden, es müsse ein Cörper eine spitzige Figur haben, wenn er in einen andern hineindringen, und eine grosse Gewalt äussern soll. Gewiß, wenn die Theilgen eines Cörpers auch noch so spitzig wären, sie hätten aber wenig Masse, und einen geringen Grad der Geschwindigkeit, ihre Würkung würde ganz ungemein klein seyn, und ihre spitzige Figur würde ihnen keine grössere Kraft mittheilen können.

Ein Cörper steigt mit einer gleichförmig aufgehaltenen Bewegung in die Höhe.

§. 138. Wenn ein Cörper in die Höhe geworffen wird: so würkt die Schwere seiner Bewegung entgegen. Da nun die einander entgegen gesetzte Kräfte einander verhindern: so muß die Schwere das Hinaufsteigen eben so verhindern, wie sie das Hinunterfallen befördert. Nun theilt aber die Schwere einem fallenden Cörper in gleicher Zeit gleich grosse Grade der Geschwindigkeit mit. Es wird demnach ein in die Höhe geworfener Cörper in gleicher Zeit gleiche Grade der Geschwindigkeit verliehren. Da nun solchergestalt seine Geschwindigkeit alle Augenblicke geringer wird: so muß er mit einer gleichförmig aufgehaltenen Bewegung in die Höhe steigen (§. 116.).

Ein Cörper steigt eben so hoch wie er gefallen ist.

§. 139. Es sey AC die Geschwindigkeit, mit welcher ein Cörper in die Höhe geworffen wird: so ist 4 g seine Geschwindigkeit im andern, 3 f im dritten, und 2 e im vierten Augenblick

genblick. Wenn er in dem Puncte B ist, so verschwindet seine Geschwindigkeit, und ist also = o. Es stellet demnach der Triangel ABC den Raum vor, welchen der Cörper im Hinaufsteigen zurückelegt. Wäre der Cörper durch diesen Raum heruntergefallen, so hätte er dadurch die Geschwindigkeit AC erhalten. Derowegen muß ein in die Höhe geworfener Cörper so lange steigen, bis er auf eine solche Höhe gekommen ist, von welcher er durch Fallen den Grad der Geschwindigkeit erhalten hätte, mit welcher er in die Höhe geworfen wurde. Man schiesse nur eine Kugel aus einer Büchse, die man in der Erde befestigt hat, perpendicular in die Höhe; so wird man sich wundern, was sie für eine Gewalt hat, wenn sie wieder herunterfällt. Indem sie in die auf die Erde gelegte Breter beynahe eben so tief hineinfährt, als wenn sie mit der Büchse hineingeschossen wäre. Ich sage mit Fleiß, die Kugel werde beynahe eben die Gewalt haben, wenn sie wieder herunterfällt, weil ihr etwas von ihrer Kraft durch den Widerstand der Luft benommen wird. Tab. III. Fig. 33.

§. 140. Wenn also ein Cörper auf einer geradelinichten oder krummlinichten Fläche heruntergelauffen ist: so kan er mit der durch Fallen erlangten Geschwindigkeit, in einer geraden oder krummen Linie eben so hoch wieder hinaufsteigen (§. 139.) Nun können wir urtheilen, warum ein an einem Faden befestigtes Wie die Bewegung eines Perpendiculs geschehe.

Tab. III. Fig. 34. stigtes Gewicht B, welches man einen Perpendicul (pendulum) zu nennen pflegt, durch den Bogen dE in die Höhe steige, nachdem es vorher durch den Bogen Bd niedergesunken. Denn dieses Gewicht erhält durch die Bewegung in den Bogen Bd so viel Geschwindigkeit, als es durch den Fall von der Höhe cd hätte bekommen können, und mit dieser durch den Fall erlangten Geschwindigkeit, muß es auf der andern Seite durch den Bogen dE eben so hoch wieder hinaufsteigen. Hieraus ist nun leicht zu schliessen, daß es aufs neue durch den Bogen Ed niedersinken, und mit dieser durch den Fall erlangten Geschwindigkeit, aus d in B hinaufsteigen müsse. Diese Bewegung des Perpendiculs würde, vermöge des ersten Gesetzes der Bewegung, in Ewigkeit fortdauren, wenn man nur machen könte, daß sich der Faden in A, wo er befestiget ist, nicht riebe, und daß die Luft der Bewegung des Gewichtes B nicht widerstünde.

Wenn ein schwerer Cörper sich in der Parabel bewegt. Tab. III. Fig. 35. Fig. 36.

§. 141. Wenn ein schwerer Cörper A in der Horizontal-Linie AB, oder auch in einer andern fortgeworfen wird; so solte er in gleichen Theilen der Zeit die Linien A 1, 12, 23, 3 durchlaufen. Weil ihn aber die Schwere nach der Direction Ad niederwärts treibt; so nöthigt sie ihn, sich in der Diagonal-Linie A 1 zu bewegen (§. 45.). Wäre der Cörper nicht schwer

schwer gewesen: so würde er sich im andern Augenblicke seiner Bewegung in dem Puncte 2 befunden haben (§. 24.). Wie nun aber die Schwere verursachte, daß er im ersten Augenblicke seiner Bewegung durch die Linie 1. 1. niedergesunken: so wird er, nach Verlauf zweyer Augenblicke, viermal tieffer gesunken seyn müssen. Er muß sich also keineswegs in dem Puncte 2 befinden, sondern er muß vielmehr im Puncte 4 anzutreffen seyn (§. 130.). Eben so ist klar, daß dieser Cörper, nach Verlauf dreyer Augenblicke, nicht in dem Puncte 3, sondern vielmehr in dem Puncte 9 seyn müsse, weil ihn die Schwere nach 3 Augenblicken durch einen neunmal grössern Raum herunter treibt, als sie ihn in dem ersten Augenblicke getrieben hatte. Es müssen sich ja jederzeit die Raume, durch welche die Cörper herunterfallen, als wie die Quadrate der Zeiten verhalten. Wer sieht nun nicht, daß die Schwere den Cörper A nöthigte, seine Direction alle Augenblick zu verändern? Er wird demnach eine krumme Linie beschreiben, welche durch die Puncte 1, 4, 9, 16 durchgehet. Weil sich die Linie 2, 4 zu der Linie 3, 9 verhält, wie 4 zu 9; weil sich ferner das Quadrat der Linie A 2 zu dem Quadrate der Linie A 3 gleichfalls ver-

verhält, wie 4 zu 9: so verhält sich die Linie 2, 4, zu der Linie 3, 9, wie das Quadrat der Linie A 2 zu dem Quadrate der Linie A 3. Es sey A 2 = f 4 = y, und A 3 = e, 9 = v. Es sey ferner 2, 4 = Af = x und 3, 9 = Ae = z: so ist $y^2 : v^2 = x : z$: Derowegen ist AD eine krumme Linie, in welcher sich die Abscissen verhalten, wie die Quadraten der Semiordinaten, und folglich eine Parabel. Verlanget man es zu sehen, wie ein schwerer Cörper eine Parabel beschreibet: so kan man es durch folgenden Versuch bestätigen. Man beschreibe auf ein Papier eine Parabel, und lasse eine Fontaine daneben springen: so wird man wahrnehmen, daß das springende Wasser die Direction der auf dem Papier beschriebenen Parabel halte. Auf diesem Grunde beruhet das Bombenwerfen, und das Schiessen aus dem groben Geschütze. Canonenkugeln und Bomben beschreiben eine ziemlich richtige Parabel: weil in Ansehung ihrer grossen Gewalt, der Widerstand der Luft vor nichts zu achten ist. Allein, bey andern Cörpern wird dieser Widerstand merklich, und macht einige Veränderung in ihrer Bewegung. Wir müssen also noch mit wenigen sehen, was der Widerstand einer flüßigen Materie, darinnen sich ein Cörper befindet, für Veränderungen in seiner Bewegung hervorzubringen vermögend sey.

§. 142.

§. 142. Kein Cörper kan sich in einer flüßigen Materie bewegen, wenn er nicht die Theilgen derselben von einander trennt. Wie nun solchergestalt der Widerstand desto grösser ist, je stärker die Theilgen einer flüßigen Materie zusammenhängen: so muß dieser Widerstand ferner der Anzahl der Theile proportional seyn, die da müssen von einander getrennet werden. Je weiter sich nun ein Cörper in der flüßigen Materie bewegt, desto mehrere Theile derselben muß er von einander trennen. Es ist demnach der Widerstand, welcher von dem Zusammenhängen der Theile der flüßigen Materie herrühret, dem Raume proportional, welchen der Cörper durchläuft. Da sich nun der Raum, welchen ein Cörper in jedem Augenbilcke durchläuft, eben so, wie seine Geschwindigkeit verhält (§. 42.): denn wer wolte zweifeln, daß ein Cörper, der sich alle Augenblick durch einen doppelten oder dreyfachen Raum bewegt, eine doppelte oder dreyfache Geschwindigkeit habe? so ist der von dem Zusammenhängen der Theilgen einer flüßigen Materie herrührende Widerstand, der Geschwindigkeit des bewegten Cörpers proportional.

Von dem Widerstande der flüßigen Materie, darinnen sich ein Cörper bewegt, welcher von dem Zusammenhängen der Theilgen herrühret.

§. 143. Es ist aber noch ein anderer Widerstand der flüßigen Materie vorhanden, welcher von ihrer Trägheit herrühret. Vermöge derselben, widersteht sie der Bewegung eines Cörpers eben so stark, als dieser in sie wür-

Von dem Widerstande, welchen die Trägheit der flüßigen Materie verursachet.

würket (§. 36.); und weil die Wurkung eines solchen bewegten Cörpers dem Quadrate seiner Geschwindigkeit proportional ist (§. 85.): so wird der Widerstand, welcher von der Trägheit der flüßigen Materie herrühret, sich ebenfalls, wie das Quadrat dieser Geschwindigkeit, verhalten müssen. Solchergestalt widersteht die flüßige Materie der Bewegung eines Cörpers viermal stärker, wenn er sich zweymal so geschwinde beweget; ihr Widerstand ist neunmal so groß, wenn ein bewegter Cörper dreymal so viel Geschwindigkeit hat; er ist hundertmal grösser, wenn der bewegte Cörper 10 Grade Geschwindigkeit besitzt.

Der Widerstand ist der Oberfläche eines Cörpers proportional.

§. 144. Wenn ein Cörper eine sehr grosse Oberfläche hat; so muß er viele Theile der flüßigen Materie, in welcher er sich bewegt, aus dem Wege, und vor sich her stossen. Es muß demnach der Widerstand desto grösser seyn, je grösser die Oberfläche des Cörpers ist. Da sich nun die Flächen ähnlicher Cörper, wie die Quadrate der gleichnahmigen Seiten, oder wie die Quadrate ihrer Diameter verhalten: so muß auch der Widerstand, welchen Cörper von verschiedener Grösse in einer flüßigen Materie erdulden, denen Quadraten ihrer Diameter proportional seyn. Es hat also eine Kugel, welche im Diameter noch einmal so groß ist, als eine andere, einen viermal grössern Widerstand zu überwinden. Je grösser aber dieser Widerstand ist, desto langsamer erfolgt die Bewegung. Was ist es also Wunder, daß eine pappierne Kugel in der Luft langsamer zu Boden fällt, als eine bleyerne, ohnerachtet beyde von gleicher Schwere sind, und aus einerley Höhe herunterfallen? Die pappierene Kugel ist viel grösser, als die bleyerne. Es wird also auch der ersteren mehr von der Luft widerstanden, als der letzteren. Würde aber der Widerstand der Luft hinweggenommen, so haben wir bereits oben (§. 57.) dargethan, daß beyde Cörper in gleicher Zeit zu Boden fallen würden. Ich habe eine Maschine ersonnen, welche sehr simpel ist, und vermittelst, welcher man dieses Experiment, nachdem die Luft einmal aus dem Recipienten ausgepumpt worden, viermal hinter einander machen kan. Auf einen gläsernen cylindrischen Recipienten, der an beyden Enden offen ist, wird oben ein meßingener Teller GF und ein nasses Leder darzwischen gelegt, ABS ist eine meßingene Stange, die man darinnen auf und nieder bewegen kan, ohne daß Luft in den Recipienten kommen kan. Wie man dieses machen könne, ist bekannt. An dieser Stange befindet sich unten eine andre RSQ, in ECIH aber sind elastische und krummgebogene Federn von Stahl eingeschraubt, die die Figur KLMN haben, deren eine aber immer länger ist, als die andre, die Stange RQ gehet durch sie alle hin-

Tab. XI. Fig. 1.

durch, wenn man sie nun unten mit den Fingern von einander zieht, so kan man etwas darzwischen stecken, welches sie fassen und feste halten, pumpet man alsdenn die Luft aus, und stößt die Stange ABS ganz langsam nieder, so wird die Stange RQ erstlich die Feder K öffnen, daß sie dasjenige, was darinnen eingeklemmt war, herunterfallen läst. Wenn man sie noch weiter herunter stößt, so wird sich die Feder L hernachmals M und zuletzt N aufthun. Eben so leichte ist es zu begreiffen, warum eine bleyerne Kugel, welche mit einer hölzernen gleiche Grösse hat, geschwinder, als die hölzerne in der Luft zu Boden fällt. Denn ohnerachtet beyde einen gleich grossen Widerstand zu überwinden haben: so verrichtet doch die bleyerne Kugel solches mit einer grössern Gewalt als die hölzerne. Aber wenn man zwey Cörper von einerley Art, doch von verschiedener Grösse, fallen liesse, welcher würde alsdenn wol am ersten zu Boden kommen? Die Erfahrung lehrt, daß der gröste seinen Fall am geschwindesten verrichte. Denn ohnerachtet er eine grössere Oberfläche hat als der kleine, so wächst ihm doch an der Schwere viel mehr zu, als dieses ausmacht. **Das macht, der cörperliche Inhalt ähnlicher Cörper ist den Cubis, die Oberfläche aber nur dem Quadrate ihrer Diameter gleich.**