



Das II. Capitel.

Von dem Hebel,

Was selbiger sey? ingleichen von dessen Theilen  
und Eigenschaften.

§. 18.



er Hebel, Heb-Baum, lateinisch *Vectis* genannt, ist in Praxi ein Werk- oder Rüst-Zeug, dadurch eine Last mit einer geringen Krafft, oder Gegen-Gewicht, kan entweder erhalten, aufgehoben, niedergelassen, oder sonst auf mancherley Arth beweget werden. Als wenn ein großer Stein, dem etliche starke Männer nicht rühren können, von einem kleinen schwachen Knaben, vermittelst des Hebels, nicht nur beweget, sondern auch gar aus seinem Lager gebracht wird, da also die Kunst durch den Hebel ersetzt, was die wenige äußerliche Krafft nicht vermag, und es alsdenn heisset: *Ars superat naturam*. Kunst gehet, oder überwindet, die Natur. Oder da *Tab. I. Fig. II.* das viereckigte Gewichte *A* von 15 Pfund mit der Kugel oder Gegen-Gewichte *D* von 3 Pfund in æquili-

brio oder gleicher Waage stehet.

§. 19.

Die Materie des Hebels kan seyn: Eisen, Stahl, Messing, Holz, und alles das nach Proportion der Last sich nicht bieget oder bricht.

In der Theorie oder bey der Demonstration und Unterweisung wird dem Hebel keine Materie oder Schwere zugeeignet, sondern nur als eine bloße Linie, daran das lange Theil so schwehr als das kurze ist, genommen, wie solches *Tab. I. Fig. I.* zu sehen, da an statt eines materialischen Hebels nur eine Linie gezogen worden. Und da nun hier die Theorie und Fundamenta gewiesen werden, soll man sich iedesmahl, so wohl dem Hebel als andere Heb-Zeuge, von denen hier gehandelt wird (wo man nicht a parte Anweisung darzu giebet) ohne einzige Schwere vorstellen, und dem Hebel allezeit ansehen, als wäre das kurze und lange Theil gleich schwehr, wie auch solches in der andern Figur also muß angenommen werden.

*Par's Generalis.*

Ⓒ

Denn

Denn da würde die Materie des Hebels nach der Grösse gegen die Last mit seinem langen Theil  $CB$ , ohne das Gewichte  $D$ , die 15. Pfund zu erheben vermögend seyn.

## §. 20.

Die Figur des Hebels ist an sich selbst sehr schlecht und geringe, denn ein jeder Stab oder Stange, sie sey von Eisen, Holz, oder dergleichen, kan vielmahls ohne weitere Zurichtung, einen Hebel abgeben. Z. E. Wenn der Fuhrmann mit einem Pfahl, in Ermangelung seiner Wagen-Wunde, dem Wagen aus dem Koth, oder selbigen zu schmieren, in die Höhe hebet.

So einen schlechten Anfang hat die so edle Mechanic, dem äusserlichen Ansehen nach, da doch der Hebel, durch die applicirte Gesetze dieser Wissenschaft, eines der allernützlichsten und wichtigsten Dinge in der Welt ist, dadurch gleichsam alles regieret und dirigiret wird, was uns sonst unmöglich seyn würde. Ja alle Maschinen nehmen daher ihren Ursprung, und sind nicht anders als einfache oder zusammengesetzte Hebel anzusehen. Die gemeine Figur, oder einen mit Fleiß zugerichteten Hebel von Holz, stellet die *IV. Figur* vor, von Eisen aber, so auch eine Brech-Stange genennet wird, die *III. Figur*.

## §. 21.

Die Theile des Hebels sind: *Fig. IV.*  $AC$  der Kopff, oder das lange Theil des Hebels.  $AD$  die Zunge, oder das kurze Theil.  $B$  die Unterlage, oder Ruhe-Punct.

In gewissen Fällen wird der Ruhe-Punct, *Axis*, oder auch *Centrum* genannt. Daher dessen Stelle vielmahl ein Polzen, Nagel, Zapffen, ja wohl gar nur ein Strick oder Seil, verrichtet.

Hierbey ist zu erinnern, daß künfftig von diesen vielen Kunst-Wörtern oder Benennungen, nur diejenigen, so bey der Mechanic am üblichsten, sollen gebrauchet werden. Daher sich niemand wird irre machen lassen, wenn der Ruhe-Punct bald *Axis*, bald Unterlage, und dergleichen, wird genennet werden.

## §. 22.

Das Vermögen des Hebels, so die Krafft mit selben ausrichten kan, entstehet einzig und alleine durch dem Abstand, welchen die Last und Krafft vom Ruhe-Punct oder Unterlage, gegeneinander haben. Wird auch von denen Werkleuten die Abwaage genennet.

## §. 23.

Der Abstand aber bey dem Hebel ist nichts anders als die Entfernung oder Weite, die Last und Krafft von der Unterlage haben. Als *Fig. VIII.* ist die Last  $A$ , die Krafft  $B$ , und der Ruhe-Punct  $C$ ; weil nun der Abstand der Last  $A$  so weit oder lang von der Unterlage  $C$  entfernt ist, als die Krafft  $B$ , so weist die Probe, daß Last und Krafft, (welches man auch hier das Gegen-Gewicht nennen kan,) einander gleich seyn; nemlich, jedes 1 Pfund, und daß die Krafft durch den gleichärmigen Hebel nicht mehr Vermögen erlanget. Sinegen *Fig. IX.* da die Last  $A$  von der Unterlage um einen Theil, und die Krafft oder Gegen-Gewichte  $B$  um zwey Theil von der Unterlage  $C$  abstehet, so machet der ungleiche Hebel daß das Gegen-Gewichte, oder todte Krafft  $B$  noch einmahl so viel in æquilibrio erhalten kan, als es selbst schwer ist; gleichwie sein Abstand 2 mahl so weit von der Unterlage  $C$  entfernt ist, als die Last  $A$ ; wieget also  $A$  2 Pfund, bedarff es zum Gegen-Gewichte nur 1 Pfund. Ingleichen *Fig. X.* ist der Abstand der Last  $A$  ein Theil, und der Abstand

stand der Kraft drey Theil vom Ruhe-Punct; also folget, daß das Vermögen der Kraft drey-mahl stärker wird, und 1 Pfund Kraft mit 3 Pfund Last in æquilibrium stehen kan; wie auch solche Proportion in der *V. Figur* enthalten ist.

In der *II. Figur* hanget die Kraft oder Gegen-Gewicht *B* 3 Pfund schwer, 5 Theil von der Unterlage, und die Last *A* nur einen Theil. Weil nun die Kraft *B* 5 mahl weiter von *C* der Unterlage entfernt, als *A*, so hat sie auch 5 mahl mehr Vermögen, und können die 3 Pfund mit 15 in æquilibrium stehen. Hieraus folget dieser Lehr-Satz:

Wie sich verhält der Abstand der Last von dem Ruhe-Punct, zu dem Abstand der Kraft, von eben diesem Ruhe-Punct, also verhält sich die Kraft selbst gegen die Last.

§. 24.

**Vom gleichärmigen Hebel und einer Universal-Waage, sowohl die Verhältnisse und Eigenschaften beyder Hebel, als auch der daraus entstehenden Waagen, deutlich vorzustellen und zu erweisen.**

Der gleichärmige Hebel ist in Theoria eine Linie, in Praxi aber ein Stab, Stange, oder dergleichen, so in zwey gleiche Theile getheilet wird, daß demnach Kraft und Last vom Ruhe-Punct gleich weit abstehen.

Als: *Fig. VIII.* und *IX.* da Kraft und Last, in Ansehung der Entfernung, gleiches Verhältniß gegen dem Ruhe-Punct *C* haben.

(NB.)

Weil die **Kramer-Waage** eines der nöthigsten und nützlichsten Maschinen ist, und mit dem gleichärmigen Hebel gleiche Verwandniß hat, so sollen derselben Fundamenta und Gesetze hier deutlich ausgeführt werden, nicht nur die Eigenschaft des gleichärmigen Hebels daran zu erweisen, (damit ein Anfänger sehen kan, was dieses einige Stück vor Nutzen hat,) sondern auch damit die Anweisung zum ungleichärmigen Hebel, und der daraus entstehenden **Schnell-Waage**, desto leichter werde. Ehe wir aber damit den Anfang machen, sollen etliche Arten Waagen, oder dergleichen Instrumenta, angeführt und beschrieben werden, wodurch man nicht nur alle Arten des Hebels, derer Proportionen und Vermögen, sondern auch die Beschaffenheiten der Waagen selbst, zeigen und untersuchen kan.

§. 25.

**Eine besondere Art einer Waage, wodurch nicht nur alle Verhältnisse des gleich- und ungleich-ärmigen Hebels zu zeigen, sondern auch alle Eigenschaften, sowohl der Kramer- als Schnell-Waage, zu erweisen sind.**

Es stellet solche vor *Fig. XIV.* und *XV. Tabula I.* *AB* ist ein eiserner Stab bey 2 bis 2½ Schuh lang,  $\frac{1}{4}$  Zoll dick und breit, solcher muß durchaus einerley Stärke und Schwere haben, und in 12, 16, 24 oder mehr dergleichen gleiche Theile getheilet werden, wie an dem Stabe *Fig. XV.* *CD* zu sehen; *E* ist eine messingene Hülse, in welcher der Stab *CD* willig hin und her gehet, die in *F* auf beyden Seiten Oeffnungen hat, daß man die Theilung des Balkens dadurch sehen kan. *G* bedeutet eine andere grössere Hülse, in welcher die

die innere *E* kan auf- und abgeschoben werden; Diese Hülse hat nicht nur in *H* eine weite Oeffnung, daß man durch solche und die erste *F* die Theilung sehen kan; sondern auch in *F* einen Zapffen auf beyden Seiten, als wie ein Waag-Balken: maßen er denn untenher auch so scharff ist. Ferner hat diese letzte Hülse bey *K* und *L* zwey Schrauben, wodurch nicht nur der Waag-Balken *C D* feste, sondern auch solcher mit der ersten Hülse *E* hoch oder niedrig kan gestellet werden. *M* ist fast eben dergleichen Hülse, nur daß die Achse oder Zapffen ihre Schärffe über sich haben, und an solchen *N O* eine unter sich hangende Schere mit einem Hacken *P* befindlich ist, daran die Waag-Schalen oder Gewichte gehangen werden. *Q* zeigt die äußerste Hülse alleine, *R* die beyden Hülßen oder Schieber zusammen im Durchschnit. *S* ist eine eiserne Gabel oder Untersatz mit zwey Pfannen, darinnen die Zapffen *F* inne liegen. Diese Gabel stehet auf einem hölzernen Fuß *T* feste, und kan auf solche Weise beydes ein ungleichärmiger Hebel, oder eine gleichärmige Waage, wie hier *Fig. XV.* ist, gemacht werden. Zum Anhängen der Gewichte oder Waag-Schalen werden die Hülßen *M* an beyden Seiten angesteket, und mit den Schrauben *V* feste gestellet, auch nach Befinden die Schärffe des Zapffens hoch oder niedrig geschraubet. *W X* sind zwey bleyerne Gewichte, die mit ihren Henckel *a b* welcher oben in *c* recht scharff ist, auf dem Waag-Balken können gehangen werden, und in dem untern Hacken *d* allezeit noch ein ander Gewichte, wenn es nöthig ist. Diese Gewichte werden von unterschiedlichen Schwehren, als ganze, halbe, viertel und halbe viertel-Pfund gemacht, und jedes Stück Gewicht wenigstens zwey mahl.

**Der Gebrauch und Nutzen dieses Instruments ist kürzlich dieser:**

- (1) Daß man, wenn der Balken recht in die Mitte gestellet wird, alle Verhältniß der Gewichte nach dem Abstände vom Centro oder Ruhe-Puncte erweisen kan; ingleichen daß man
- (2) durch Stellung der Hülßen eine faule oder schnelle Waage, oder
- (3) eine die gar nicht horizontal stehen bleibet, oder
- (4) eine, dem Ansehen nach, richtige, doch in der That falsche Waage, vorstellen kan, welches aber nicht ehe recht kan verstanden werden, biß die Fundamenta des Hebels und der Waage sind abgehandelt worden.

§. 26.

### Sine andere Waage, dadurch gleichfalls die Eigenschaften des Hebels zu untersuchen.

Es beschreibet solche Jacobus Gvilielmus Gravesand, in seinem Buche, genannt: *Physices Elementa Mathematica experimentis confirmata*, gedruckt Lugdun. Batav. 1720. Tom. 1. p. 21. Tab. II. Fig. 4. 6. 7. und Tab. III. Fig. 1. und 7. Hier ist solche gezeichnet Tab. II. Fig. 1. *A* ist die Stellage, daran oben *B* eine Gabel, *C D* der Waag-Balken mit einer Zunge *I*, (welcher aber nicht, wie der vorige, kan gestellet werden) *E F* drey Gewichte, so aneinander gehängt sind, und *G H* zwey dergleichen, welche mit dem dreyen in æquilibrium stehen, weil sich der Abstand von der Achse oder Centro verhält wie 1 zu 3, nemlich die zwey Gewichte *G H*, jedes 1 Pfund schwehr, hangen 9 Theile, und die drey Gewichte *E F* von 6 Pfund, hangen 3 Theil von der Achse.

§. 27.

### Noch ein Instrument, vermittelst dessen die andere und dritte Arth des Hebels kan untersucht werden.

Es hat solches ebenfalls Gravesand in obgedachtem Buche pag. 26. Tab. IV. Fig. 2. und 3. Tab. V. Fig. 1. ist hier zu finden unter der II. und III. Figur. Tab. II. *A* eine Säule

Säule auf einem etwas schwehren Fuß *B*, so einen Arm *C* hat, in welchen eine bewegliche Scheibe *D* eingemachet ist, daß eine Schnur darüber kan gezogen werden. *E F* eine andere Säule mit ihrem Fuß, so oben in *F* eine eiserne Hülse mit einem viereckigten Loch hat, daß der Stab *G* füglich darinnen liegen kan, und ist innwendig unten und oben scharff gefeilet, daß man solche allezeit auf die Linie der Theilung stellen kan.

Wie zu dem Gebrauch Balken und Gewicht appliciret werden, zeigt *Figura II.* und *III.* da bey *Figura II.* die Last in der Mitten, und die Unterlage und Krafft an beyden Enden sind, dannhero die 2 Pfund in æquilibrium zu erhalten schon 1 Pfund Krafft genug ist, weil das andere Pfund auf der Stellage *E F* ruhet, daran also die andere Art des gleichärmigen Hebels abzunehmen, wie *Fig. XII. Tab. I.* vorstellet.

Bey der dritten *Figur* ist die Krafft in der Mitten, und die Last am Ende, und muß die Krafft noch einmahl so schwehr seyn, weil solche nicht nur die 2 Pfund in *H*, sondern auch noch 2 Pfund in der Hülse *K* zum Gewicht halten muß; und ist eben dieses was die *XIII. Figur Tab. I.* unter der dritten Art des gleichärmigen Hebels vorstellet.

§. 28.

### Ein ander Instrument eben dergleichen Untersuchungen anzustellen.

Des *Gravesandi loc. cit. pag. 27. 28. Tab. IV. fig. 4. und Tab. V. fig. 2. und 3.* hier aber *Tab. 2. fig. 4.* gezeichnet.

*A* und *B* sind zwey Säulen auf ihren Füßen *C* und *D*, jede hat in *E* und *F* eine bewegliche Scheibe, über welche eine Schnur kan gezogen werden.

Den Gebrauch zeigt die *Figur*, daraus vornehmlich zu erweisen, daß bey der vorhergehenden *III. Fig.* die Krafft *F* bey *K* auch 2 Pfund zu halten habe; denn weil das Gewicht *G* 2 Pfund schwehret, müssen auch 2 Pfund zum *Æquilibrium* seyn, und weil beyde Gewichte *F* und *H* gleich weit von *G* abstehen, muß jedes Gewicht so wohl *H* als *F* ein Pfund schwehr seyn.

§. 29.

### Von der Kramer-Waage.

Da wir Menschen weder durch Fühlen noch durch das Augen-Maas accurat sagen können, wie schwehr eine Sache, noch viel weniger dadurch ausmachen, ob und wie viel das eine schwehret als das andere, so müssen wir solches durch die Waage erfahren.

Die Waage aber ist ein Instrument, dadurch man vermittelst einer gegebenen Schwere etwas anders eben in dergleichen Schwere accurat darstellen kan.

Diese Schwere nennet man ein Gewicht, und da diese willkürlich kan angenommen werden, ist es nicht zu bewundern, daß fast jedes Land, ja eine jede Stadt, ihr eigenes Gewicht und besondere Eintheilung erwehlet.

Dieses wird in der *Mechanica Statica* weitläufftiger ausgeführet werden, weil man im Handel und Wandel nothwendig sich darnach zu achten hat.

§. 30.

### Von denen vornehmsten Eigenschaften der Kramer-Waage.

Die erste Eigenschaft der Kramer-Waage ist diese: Daß die Waare in der einen Schale, mit dem Gewicht in der andern Schale accurat einerley Schwere sey, wenn der

*Par's Generalis.*

D

Bal

Balken horizontal oder waagrecht einsethet, und solches wird erhalten, wenn die Waag-Schalen, oder vielmehr die beyden Schärffen und Punkte, wo die Ringe oder Haken, darinnen die Waag-Schalen hängen, gleichweit von der Achse abstehen, als *Figura VI. Tabula II.* stellet einen Waag-Balken mit seiner Achse *a* und beyden Zapffen, *b c*, daran die beyden Schalen hängen, vor, allda müssen die beyden Schärffen derer Nagel *b* und *c* accurat gleichweit von der Schärffe der Achse *a* entfernet seyn, welches bey einer richtigen Waage auch so accurat seyn muß, daß solches mit keinem Circel oder andern Instrument alleine auszumessen, sondern durch die Probe mit gleichschwehren Gewichten erstlich zu erfahren ist. Es zeigt dieses noch keine richtige Waage an, wenn der Balken schon horizontal, und die Zunge innen stehet, denn auch eine ganz falsche Waage kan horizontal stehen; welches aber nicht anders als durch umwechseln des Gewichtes, oder durch zwey gleichschwehre Gewichte zu erfahren ist.

Die andere Eigenschaft der Waage ist, daß sich die Waage, auch ohne gleiches Gewicht, und also ledig, allezeit horizontal stellet, welches erhalten wird, wenn die Achse oder der Zapffen *a* in der Mitten etwas höher stehet, als wie die Schärffen der beyden Zapffen *b c*, daran die Schalen hängen, wie *Fig. VI.* da die Schärffe *a* etwas über die Linie *ef* stehet.

Die dritte Eigenschaft der Waage ist, daß diejenige Schale, darauf etwas mehr Gewichte, als das *Æquilibrium* erfordert, geleyet wird, nicht auf einmahl gänzlich hinunter schmeißet, und der Balken perpendicular stehet, sondern nach Proportion des zugelegten Gewichtes; solches kan ebenfals durch die Einrichtung derer Zapffen *a b c* erhalten werden, wenn der mittelste *a* nicht allzunah über der Linie *ef* *Fig. VI.* stehet, und der Balken unter der Linie *ef* genugsam Eisen hat.

Die vierdte Eigenschaft ist, daß eine Waage sehr schnell sey, und das allergeringste Ubergewichte empfindet und aus ihrem horizontalen Stande weicht, doch nach Urth und Größe der Waage. Solches wird erlanget, wenn die Zapffen recht scharff, und die Pfannen recht glatt sind, und die Schärffe des mittelsten Zapffens *a* nicht allzuhoch von der Linie *ef* stehet, auch der Balken unter der Linie *ef* nicht allzuviel Eisen hat.

Die fünffte Eigenschaft ist, daß der Waag-Balken nach Proportion der Last genugsame Stärke habe, damit er sich weder bey dem Wägen biege, noch krumm werde, wodurch die ganze Waage faul und falsch wird, und daß auch Zapffen und Pfannen guten Stahl und genugsame Härte haben.

Eine ordentliche Kramer-Waage wird *Fig. V. Tab. II.* vorgestellt, da *AB* der Waag-Balken *C*, der mittlere Zapffen oder Achse, *D* die Scheere, darinnen der Balken hanget, *E* der Ring, daran die Waage aufgehangen oder gehalten wird, *FG* die beyden Haken, darinnen die Schalen eingehangen werden, *H* eine flache Schale mit Ketten, *K* eine halbrunde messingene Schale, *L* eine flache Schale mit einem Rand. *Fig. VI.* ist ein Waag-Balken, nach dem Fundament gezeichnet, darzu *M* die Zunge. Weitere Nachricht und Figuren wird die *Static* zeigen.

Die Eigenschaft dieser Waage, oder des gleichärmigen Hebels, daß zwey gleichschwere Gewichte miteinander in *æquilibrium* oder auch horizontal stehen, kömmt daher: Wenn zwey gleichschwehre Gewichte, als hier *Figura VII. Tabula II.* *A* und *B* gleichweit vom Centro *C* stehen, und zwar daß deren *Centra gravitatis* oder Punkte der Schwehre accurat mit der Achse oder dem Centro der Waage *C* in einer geraden Linie *ABC* stehen, so wird ein jedes dieser Gewichte niemahlen einen Vortheil vor dem andern gewinnen, sie stehen horizontal oder perpendicular, oder auf was vor einem Grad es sey, denn kömmt *C* näher zur Linie oder Ruhe *fg* als es in *A* stehet, so kömmt *D* gleichfalls auch so nahe, daß also die Linie *ef* so lang als *g h* ist.

Hierbey ist zu mercken, daß es einerley ist, ob die Linie *ACB* unmittelbar durch die Cen-

