

bekommen würde, da nun aber diese Schraube nicht nur zu schnell steigt, sondern auch nicht Vermögen genug hat, konte er solche gar nicht zu seinem Werk gebrauchen; woraus zu sehen wie nützlich die Wissenschaft der Mechanic ist.

## Das IX. Capitel.

## Von der Kurbel oder krummen Zapffen.

§. 147.

**S**ine Kurbel ist nichts anders als ein Hebel, so in die Runde beweget wird.

Die Materie ist mehrentheils Eisen, bisweilen auch, absonderlich in Wasser-Künsten, Messing, wofern aber solches nicht von recht gelben und geschmeidigen ist, taugen solche wenig, und sind doch sehr kostbar; bisweilen ist solche auch von Holz, als bey denen Bergwerken an dem Haspel.

§. 148.

Die Figur oder der Arm der Kurbel ist entweder gerade, wie *Fig. I. II. und III.* oder krumm, wie *Fig. IV. Tab. XXI.*

Der Effect aber der krummen und geraden Arme ist, wenn solche einerley Weite oder Abstand vom Centro und Zapffen haben, allezeit einerley, und also *Fig. IV.* die krumme Kurbel, dem wüthlichen Effect nach, nicht anders anzusehen, als wenn sie gerade, wie die Linie *a b* wäre; nuhet also die Länge und Krümme zum Effect gar nichts. Das man aber solche krumm gemacht, erachte ich, daß es daher entstanden sey: Weil die Handwerker allezeit im Wahn gestanden, und auch noch, die Kurbel werde dadurch länger, und thue viel mehr Effect. Man hält ferner dafür, die krumme Kurbel biege sich nicht so leicht als eine gerade, weil die Theile des Eisens durch das Biegen schon mehr gespannt wären; alleine, weil ein lang Stück, als wie der Bogen ist, sich leichter biegen läffet, als ein kurzes, so zweiffle ich, ob dadurch was zu profitiren ist.

Ein krummer Zapffen, wie solcher in Künsten auf Berg-  
werden gebräuchlich

ist *Fig. I.* zu sehen, da *A* der Bley oder Tafel, so im Wellbaum mit eisernen Ringen feste gemacht wird. *B* die Walze oder Zapffen, so im Lager umgeheth. *C* das krumme, und *E* die Warze. Ein solcher Zapffen ist bey starken Künsten meist 2 Ellen lang, und macht bey dem Umgehen einen Hub von 3 Fuß.

Von dem Effect der Kurbel ist unterschiedliches, und zwar, nachdem sie gebrauchet wird, zu observiren, nemlich:

I. Da die Kurbel durch eine gerad-linigte Bewegung umgetrieben wird, als wie bey denen Schleiff-Steinen und dergleichen Rädern, die durchs Drehen, Ziehen oder Stossen der Menschen umgetrieben werden, wie *Fig. V. VI. Tabula XXI. und Tab. XX. Fig. I. II. und III.* zu sehen ist, da es alles durch Ziehen geschieht, muß allezeit die Machine so eingerichtet seyn, daß dem Stein *Figura VI.* bey dem Heruntertreten, oder *Fig. I.* bey dem Herumziehen, so viel Krafft mitgetheilet werde, damit solcher auf der andern Seite von sich selbst, ohne weitere äußerliche Krafft, hinauff steigen könne. Woraus zu sehen, daß allezeit zum Tritt oder Zug wenigstens mehr als eine doppelte Krafft erfordert wird, als sonst zur Bewegung der Machine nöthig wäre. Dannenhero wann ihr dergleichen Machi-

nen anordnen wollet, als zum Exempel die *I. Fig. Tab. XXII.* zu einer Mühlen, so müßet ihr wohl überlegen: Ob ihr ein so groß- stark- und schwehres Rad anbringen, auch demselben so viel Krafft auf einmahl bey dem halben Circel geben könnet, daß alsdenn das Rad vermögend ist den andern Theil des Circels zu vollführen, und dem Mühlstein zugleich mit umzutreiben. Daß aber hierbey viel Krafft unnütze angewendet werde, ist leicht zu erachten; dannenhero halte ich auf solche Bewegung nicht viel, sondern rathe, daß man die Kurbel lieber mit der Hand treibe, und die Krafft bey dem ganzen Umlauff zugleich anwende, es sey denn, daß es keiner grossen Krafft nöthig, und man solches mit einem Fuß verrichten und die Hände zu anderer Arbeit brauchen könne, als wie bey dem Schleiff-Stein, Glas-schneiden, Spinn-Rädern, und dergleichen.

Man hat gesucht solches zu verbessern, und zwey Personen angeordnet, da jede die Helffte des Umgangs mit Drehen oder Stossen vollführet, wie *Fig. II. und III. Tabula XXII.* Alleine, woferne die Personen nicht wohl geübet, werden sie es einander mehr sauer als leichter machen, und gleichfalls viel Krafft vergeblich anwenden, auch ein viel mehreres austrichten, wenn sie beyde die Kurbel mit den Händen dreheten, absonderlich so deren zwey sind, und so eingerichtet, wenn der eine in die Höhe heben muß, der andere im Niederdrucken ist, welches nach dem Stand der Personen viel beyträget; dannenhero auch ein ieder solcher Rad-Treiber nach seiner Länge und Disposition des Leibes stehen soll, welches die Arbeit um ein vieles erleichtert, hingegen aber bey unrichtiger Stellung des Leibes vielfältig schwehret machen kan.

## §. 150.

II. Von dem Effect der Kurbel ist ferner zu erinnern, wenn solche durch ein Rad oder auf andere Art von der Krafft in die Runde umgetrieben wird, daß sie eine gerad- linigte Bewegung machen soll, als wie bey Schneide- Mühlen, an den Wasser- Künsten, und wie *Fig. XI. XII. XIII. Tab. XXI.* zu sehen, allda fällt wegen Ungleichheit der Krafft und des Vermögens gar zu viel zu erinnern vor, und ist hieher absonderlich zu wiederholen, was *Figura I. und II. Tabula III.* von dem Abstand der Krafft und von der Linie der Ruhe gesaget worden. Denn weil die Bewegung der Kurbel nur noch einen Theil entweder über sich, wie in Schneide- Mühlen, oder unter sich wie in denen Wasser- Künsten oder auf einer Seite, wie bey denen Stangen- Künsten gehet, und ihre empfangene Krafft dahin treibet, und also die Directions- Linie allezeit einerley bleibet, inzwischen aber die Kurbel bey jedem Umgang zweymahl zur Linie der Ruhe, und zweymahl zum weitesten Abstand kommet, so folget, daß die Krafft ungleich zu arbeiten hat, als in der *X. XI. XII. und XIII. Figur Tab. XXI.* wird vorgestellet, daß die Kurbel einen Kolm in einer Wasser- Kunst zu ziehen habe, solcher sey mit dem Wasser 40 Pfund schweh, wenn nun die Kurbel von *a* nach *b* gehet, so hat sie zwar in *c* den weitesten Abstand vom Centro *e*, oder *a b* der Linie der Ruhe, weil aber der Kolm ledig nieder gehet, so hat die Krafft von *a* bis *b* gar nichts zu thun, sondern gehet gleichsam ledig, es sey denn daß der Kolm sehr stocket. Hingegen aber von *b* gegen *d* hat die Krafft zu würcken, und zwar erstlich in *b* gar wenig, weil der Kolm und Wasser mit der Kurbel perpendicular, und also in der Linie der Ruhe ist, als *Fig. XII.* je weiter aber solche nach *d* kömmt, je mehr Krafft wird erfordert, so daß in *d* die völlige Krafft nöthig ist, welches sich aber wieder verringert bis in *a* *Fig. XII.* da die Last wieder völlig in die Ruhe, und bloß auf der Achse oder Zapffen, gleichwie in *b* ruhet. Wie nun solche Ungleichheit ab- und zunimmt, ist zwar schon vorher gemeldet worden, es sollen aber hier um besserer Deutlichkeit willen noch zwey Figuren folgen, weil es eine Sache, die man allerdings nicht so obenhin anzusehen hat, sondern wohl werth daß man sie recht erörteret, massen dadurch vieler Schaden verhütet, und Nutzen entstehen kan.

## §. 151.

## §. 151.

*Fig. VIII.* stellet eine gerade Kurbel vor, die durch eine genugsame Kraft bewegt wird, am Ende aber derselben hanget ein Gewicht von 10000 Pfund, solches Gewicht bey *A* in æquilibrium zu erhalten, brauchet nicht die geringste Kraft, weil es in der Ruhe und an dem Zapffen *N* hanget, hingegen in *L* hat es eine Kraft von 10000 Pfund nöthig, wenn es mit solcher in æquilibrium stehen soll, welches auch in *M* erfordert wird. Gleichwie man in *A* gar keine, und in *L* und *M* die stärkste Kraft brauchet, also nimmet auch solche ab und zu, nachdem die Last nahe oder weit von der Linie der Ruhe *A N Δ* entfernt. Die größte Entfernung hier auf der Horizontal-Linie, oder der Semidiameter *M N* und *N L* ist in 10 Theil getheilet, wenn nun die Last von *A* in *B* kommet, es sey unter oder über der Linie *L M*, oder auf der Seite *A Δ L*, oder *A Δ M*, so erfordert es schon um  $\frac{1}{10}$  Kraft, von *A* nemlich 1000 Pfund, auf dem Puncte *c* im andern Theil um  $\frac{2}{10}$ , nemlich 2000, in *e* 3000, in *f* 4000, und so fort, bis *L* 10000 Pfund, und auf diese Art nimmet es wieder ab, als in *K* ist 9000, in *J* 8000, in *H* 7000, in *f* 5000, in *e* 2000, und so fort, bis in *Δ*, da die ganze Last auf der Achse *N* ruhet.

## §. 152.

*Fig. XI.* zeigt fast eben dergleichen, nur daß die Kraft beständig seitwärts operiren muß, die Last ist ebenfalls 10000, und die Linie des Abstandes oder der Semidiameter auch in 10 Theil getheilet, aber die Linie der Ruhe ist nicht mehr mit der Perpendicular einerley, sondern mit der Horizontal *C D*. Soll nun das Gewichte *H*, wenn das Ende der Kurbel in *B* stehet, mit der Kraft in æquilibrium stehen, müssen es 10000 Pfund seyn, dergleichen ist auch nöthig in *A*, um so viel Theil aber die Kurbel gegen *C D*, als der Linie der Ruhe, sich wendet, um so viel kan die Kraft weniger seyn; dannenhero ist in 9 um 9000 in 8 um 8000, in 7 um 7000, und so fort, nöthig, bis in *C* und *D* die ganze Last an der Kurbel, ohne einigen andern Widerstand, hanget. Die Scheibe *K* worüber die Schnur gehet, muß auch weiter hinaus als die Horizontal-Linie *D C G*, nemlich in *G* stehen, wenn die Spitze der Kurbel *B* in *C* stehet.

Hieraus erhellet die grosse Ungleichheit, so die Kraft bey Umwendung der Kurbel anzuwenden hat, so daß sie zweymahl alles, und zweymahl gar nichts zu thun hat; woraus denn grosse Ungleichheit der ganzen Machine und Operation erfolget.

## §. 153.

Die Mittel hierwider anzuwenden, oder eine gleiche Bewegung mit der Kurbel zu erhalten, sind ohngefähr diese:

1. Ein Schwung-Rad.
2. Doppelte oder drey und mehr-fache Kurbeln. Oder
3. an statt der Kurbel Schnecken-Scheiben oder Walzen.

## §. 154.

Die Schwung-Räder sind bisshero nicht nur bey denen Schneide-Mühlen, sondern auch bey andern Maschinen, wo man einen æqualen Gang erfordert, angebracht worden; sie dienen aber nicht nur bloß wegen des gleichen Ganges, sondern hauptsächlich darzu, damit diejenige Kraft, wenn die Last in der Linie der Ruhe ist, dem Schwung-Rad mitgetheilet wird, damit solches mit seiner empfangenen Kraft, wenn die Last entfernt wird, oder zum weitesten Abstand kommet, zugleich wieder mit arbeiten helffe, wie wir solches an dem Schleiff-Stein und dergleichen Maschinen empfinden. Was aber bey dem Schwung-Rad in Obacht zu nehmen, soll unten weiter ausgeführet werden.

## §. 155.

## §. 155.

Die doppelten, drey- und mehrfachen Kurbeln, deren zwey Arten *Fig. II. und III. Tab. XXII.* zu sehen, dienen darzu, damit das Rad, wenn deren zwey seyn, den halben Cirkel nicht ledig lauffen darff, sondern wenn die eine nieder- die andere aufsteiget, wiewohl dadurch noch nicht alle Ungleichheit aufgehoben ist, wie sie denn beyde sich zugleich in der Linie der Ruhe und Abstand befinden, aus der Ursach man solche Kurbeln drey- und mehrfach machet, damit, wenn die eine in der Ruhe, die andere inzwischen arbeitet. Wir wollen aniesz eine dreyfache Kurbel zu demonstrieren vor uns nehmen.

## §. 156.

**Das Verhältniß einer dreyfachen Kurbel.**

Solche ist *Figura VIII. Tab. XXI.* zu befinden: die Last an ieder Krümme sey 100 Pfund, und beweget sich von *A* gegen *L*, die eine Kurbel stünde nun in *L*, hätte 100 Pfund zu heben, die andere in *R* hat nichts, und die dritte in *T*, zwischen *A* und *M*, hat auch nichts, weil beyde im Niedergehen sind, hätte also die Krafft in solchem Stande nur 100 Pfund zu heben. Stehen aber zwey Kurbeln auf *R* und *T*, hat iede 50 Pfund, und also zusammen 100 Pfund zu heben, die dritte aber nichts. Stehet hingegen die eine Kurbel auf *K* zwischen *A* und *L*, so ist es nur 90 Pfund, und die andern beyden gehen ledig, also ist ohngefähr noch eine Differenz von  $\frac{1}{10}$ , allein mit vier Kurbeln ist es nicht so æqual, und die Differenz beynah bis  $\frac{4}{10}$ , daß also drey Kurbeln, da iede von der andern 120 Grad stehet, einen viel gleichern Hub geben als 4 Kurbeln.

## §. 157.

Hierbey fällt die Frage vor: Ob es besser ein Werck, das bishero mit einer einfachen Kurbel gehoben hat, mit einer drey- oder vierfachen anzulegen, ob schon nicht mehr äußerliche Krafft oder Wasser vorhanden? Wenn die Kurbeln alle ihre Länge und bisherigen Hub behalten sollen, so folget, daß drey oder vier mahl mehr Wasser muß gehoben werden, worzu freylich auch drey oder viermahl mehr Krafft erfordert wird, daher muß erst untersucht werden die Größe und Schnelligkeit, oder der langsame Lauff des Ganges, ob solches bishero etwas von der Krafft, da es ledig gegangen, profitiret, daß es hernach solches auf der andern Seiten der andern Krafft beysetzen könne, welches zwar etwas schwehr zu ersehen, deswegen ich auch noch keine gewisse Anleitung darzu geben kan; alleine, so viel scheint wohl richtig zu seyn, daß je größer das Rad und je langsamer sein Gang, je mehr Schwung oder Krafft kan es einnehmen, solche bey dem Widerstand wieder herzugeben, und je schneller ein Rad, je mehr wird es von dem Schwung oder Krafft bey der ledigen Zeit acquiriren, doch dependiret solches nicht von dem Rad allein, sondern auch von der Krafft und dem Lauff des Wassers, absonderlich bey denen unterschlächtigen Rädern, da das Wasser-Rad nicht hurtiger und schneller lauffen kan, als das Wasser zu- oder ab-schießet; hingegen bey den überschlächtigen Rädern dürffte noch eher dergleichen zu hoffen seyn, weil das Wasser einander nicht hindert; doch gebe ich dieses zur Zeit noch nicht vor unfehlbare Regeln aus, sondern will vielmehr gebethen haben: Wer ein tiefferes Einsehen hiervon hat, oder bewährte Experimenta besizet, solches zu communiciren. Wie ich denn inzwischen bey Gelegenheit auch nichts verabsäumen werde. Ob aber schon das Rad keinen Schwung empfangen, und auch wieder mitgetheilet, so ist inzwischen dennoch nicht zu glauben, daß die Krafft, so vorher nur eine Kurbel getrieben, jez es mit zwey oder drey von dergleichen Länge thun werde, es sey denn so viel überlene Krafft vorhanden, wie das Wasser bey mancher Kunst wohl drey und mehr dergleichen treiben könte, welches theils von des Meisters Unverstand, oder daß man nicht mehr nöthig gehabt, und das überlene Wasser nicht