Natuurkundige lessen, door proefneemingen bevestigd, tot opheldering van allerley dagelyks voorkomende zaaken

NATUURKUNDIGE LESSEN,

DOOR

PROEFNEEMINGEN

BEVESTIGD,

Tot opheldering van allerley dagelyks voorkomende Zaaken;

DOOR DEN HEER ABT.

NOLLET,

Lid van de Koninklyke Akademie der Weetenschappen van Parys en van de Koninklyke Societeit van Londen.

Uit het Franſch vertaald.

DERDE DEEL.

EERSTE STUKJE.

Te AMSTERDAM,
By K. VAN TONGERLO.
MDCCLX.

KORTE INHOUD VAN DIT STUKJE.

NEGENDE LES.

Over de Beweegkunde.

Ge-

VIII.

XII.

Ge-

I.

DEELS, EERSTE STUKJE.

IV.

Ge-

I. BYVOEGZEL

Berekening der Kragten van Zamengeſtelde Werktuigen.

de

II. BYVOEGZEL.

Het Zwaartepunt in de Lighaamen.

VERKLAARING
DER
PLAATEN.

NEGENDE LES,

Plaat 1.

Figuur 1, Afbeelding, hoe men de ganſche Zwaarte van verſcheiden Lighaamen als in één Punt vereenigd begrypt.

A en B twee Klooten, die met Koorden aan een Touw geknoopt hangen. De Knoop C is het Punt der vereenigde Zwaartekragt dier beide Lighaamen. Zy werkt volgens de Loopſtreek C CD (Loodregt nederwaarts; gelyk ze altyd doet) en verdeelt de Lyn AB in twee gelyke Deelen, indien de Lighaamen A en B even zwaar zyn.

Maar zo 't een ligter is dan 't ander, gelyk *a* ligter veronderſteld wordt dan *b*; valt de Loodregte Streeklyn der Zwaartekragt nader by *b*, en deelt dus de Lyn *ab* in twee ongelyke Deelen: en wel zoo dat het gedeelte D*b* van de Lyn zoo veel korter is dan 't gedeelte D*a*, als *b* zwaarder is dan *a*. Dog de Knoop C blyft altyd het Punt der vereenigde Zwaartekragt en de Loodregte Lyn C D derzelver Loopſtreek, op welker yder ſtip zy werken kan met de ganſche Kragt der twee Lighaamen.

Fig.

Fig. 2. De Kromme en Zwaare Hefboom tot een regte Lyn zonder Zwaarte overgebragt.

EFG, een Kromme Hefboom, wier Kragt en Werking van den zelven aart is als de regte Lyn *eg*.

De Zwaarte van den Arm EF begrypt men als in 't Gewigt E, en die van den Arm FG als in 't Gewigt G mede vereenigd.

Fig. 3. Een Hefboom van de Eerste Zoort. Het Steunpunt C ſtaat tuſſchen de Beweegkragt A en den Weerſtand B. Het Steunpunt C in *c* geplaatſt, doet den Hefboom wel van byzondere geſtalte maar niet van Zoort veranderen.

Fig. 4. Hefboom van de Tweede Zoort. De Weêrſtand B ſtaat tuſſchen de Beweegkragt A en 't Steunpunt C.

Fig. 5. Hefboom van de Derde Zoort. De Beweegkragt A tuſſchen den Weerſtand B en 't Steunpunt C geplaatſt.

Fig. 6. De afgeloopen Wegen en daar door de Snelheden der Beweeg- en Weerſtandskragten berekend.

A *a* de Boog dien A, B *b* de Boog dien B afloopt: beiden in één en denzelfden tyd. De Boogen ſtaan tot malkander als derzelver halve Middellynen; dat is A *a* ſtaat tot B *b* als AC tot BC. De Wegen en bygevolg de Snelheden van Beweegkragt en Weerſtand zyn als derzelver Afſtanden van het Steunpunt.

Fig, 7. Algemeen Werktuig tot allerhande Proefneemingen met de drie Zoorten van Hefboomen en derzelver byzondere geſtaltens.

H I, een open Sleuf in 't midden van 't Vlak, dat Loodregt op zyn Voetſteun ſtaat.

K, een Beugel, die met een geſchroefde Staart door de Sleuf ſteekt, en door middel van een binnenſchroef van agter, waar men wil, vaſt gezet wordt.

L M, een Metaalen Bosje, dat in den Beugel op twee Spilletjes draait, en waar in men den Hefboom N O ſteekt, en dezelver zoo ver als men wil door-ſteekende vaſt maakt.

P, een Tegenwigtje, aan de Hefboom gereegen, waar door men hem altyd in Evenwigt met zig zelven kan doen blyven en werken als een Wiskonſtenaars Lyn zonder eigen Zwaarte.

Q, Katrolſchyfje, waar over een Koord loopt met een Gewigt aan de eene en een Haak of Ring aan de andere zyde om den Hefboom te vatten: en 't welk men met zyn Vorkswyze Beugel op den Rand van 't Vlak, daar men wil, vaſt zet.

Aan de beide enden van den Hefboom N O zyn oogen; daar men Gewigtjes aanhangt, die weder onder aan Ringetjes hebben, om 'er weer andere aan te hangen.

Fig.

Fig. 8. Proefneemingen met den Hefboom van de Eerste Zoort,

a, *b*, *c*, het *Steunpunt* op verscheiden stippen van den Hefboom tussen de Beweegkragt *p* en den Weerstand *r* geplaatst. Als het Steunpunt in *a* is moeten de twee Gewigten P en R, om Evenwigt te maaken, gelyk zyn: in *b* moet R eens zoo groot, in *c* driemaal zoo groot als P zyn.

Fig. 9. Proefneemingen met de Hefboomen van de Tweede en Derde Zoort.

1, 2, verscheiden stippen, waarop men den Wêerstand P tussen het Steunpunt en de Beweegkragt R stelt. Indien men P voor de Beweegkragt en R voor den Wêerstand neemt, is 't een Hefboom van de Derde Zoort. P op 1 geplaatst moet, om Evenwigt te maaken, driemaal zoo zwaar zyn als R, en op 2 de helft Zwaarder.

Plaat 2.

Fig. 10 en 11. De Koevoet. In *Fig.* 10 is A het Steunpunt en de Koevoet een Hefboom van de Eerste Zoort. In *Fig.* 11 is C de Weêrstand, en wordt de Koevoet als een Hefboom van de Tweede Zoort gebruikt.

Fig. 12. De Loodregt werkende Kragt is altyd de sterkste.

B, 't Gewigt dat met A Evenwigt maakt: zoo lang, het Loodregt, als A, op den Hefboom werkt volgens de Streeklyn *b* B. Maar 't wordt ligter dan A, zoo dra het schuins, volgens *b* D of *b* E, op den Hefboom werkt.

Fig. 13. Evenwydig werkende Kragten blyven elkander gelyk.

P, Gewigt dat met R in Evenwigt hangt; terwyl ze beide Loodregt op den Hefboom werken.

a b, Hefboom, waar op dezelfde beide Gewigten schuins, met de Streeklynen *a p* en *b r*, staan. Zy blyven egter als voorheen in Evenwigt, zo slegts *a p* en *b r* evenwydig blyven.

Fig. 14. Hoe schuinzer Kragt, hoe zwakker.

P staat met Q in Evenwigt zoo lang het Loodrecht op den Hefboom volgens *p* P werkt; maar 't wordt allenskens ligter en zwakker van Kragt, naar maate dat het verder van die Loodlyn afwykt, en volgens *p c*, *p d*, *p e*, of *p f* begint te werken.

Fig, 15. Werktuig tot Proefneemingen van Kragten, die met schuinze Beweegstreeken op den Hefboom werken. 't Verbeeldt een glad en effen Vlak, dat Loodregt op een Voetstuk staat,

F,

F, een Beugel, waar in de Hetboom G H op twee Spilletjes draait.

I K, Beweegbaare Regelmaat, die in een Sleuf voor en agterwaarts ſchuift.

K, Katrolſchyſje aan de Regelmaat vaſt, waar ove de Koord H K, met een Gewigtje on der aan, heen loopt. Door 't verſchuiven van de Regelmaat kan men de Streeklyn van de Kragt of het Gewigt by K zulk een ſchuinsheid, geeven als men wil.

b i, ſchuins geſtelde Hetboom, waar op bygevolg de Streeklynen *k b* en *i l* der Kragten ſchuins vallen.

H *l*, G*k*, gedeeltens van de Armen des Hefbooms of van de Afſtanden van 't Steunpunt F, die ze door die ſchuinsheid verliezen: dog dewyl die ſtukken wederzyds even groot zyn, en de Streeklynen, als altyd gelyk vormige Hoeken *l* F en K *b* F maakende evenwydig blyven, blyft ook, in weêrwil der ſchuinsheid het voorig Evenwigt:

Fig. 16. De Loodregte Kragt is altyd de ſterkſte.

Het Gewigt, volgens de Loodregte Streeklyn *a* C werkende, maakt met E Evenwigt, geeft men 't voor middel van 't Katrolletje, P, D, een ſchuinze Streeklyn *a* P of *a* D, het wordt te zwak en verlieſt zyn Evenwigt. Volgens een Streeklyn als *a d* werkt het niets op 't Gewigt E.

Fig. 17. Hoe ſchuinzer Kragt hoe zwakker.

P, Gewigt dat volgens de Loodregte Streeklyn *a* P met R Evenwigt maakt.

ad, *af*, ſchuinze Streeklynen, volgens welke de Kragt van *P* allenskens verzwakt.

n, *m*, Stippen, waar op die Streeklynen, zo de Hefboom op zyn Steunpunt *c* draaide, en het Cirkelſtuk *a g b i k* beſchreef, Loodregt vallen zouden.

b, *e*, Stippen derhalven van den Hefboom, waar op ze Loodregt werken zouden, en haar volle Kragt doen. *c n* Hoekmaat van den hoek *c a n*; *c m* van den hoek *c a m*: even lang als *c b*, en *c e*; of de Afſtanden dier Loodregte Streeklynen van 't Steunpunt *c*. De ſchuinze Kragt *a d* ſtaat derhalven tot *a f* als *c b* tot *c e*, of *c n* tot *c m*, dat is als de Hoekmaaten van de hoeken, die ze met den Hefboom maaken.

Fig. 18, 19. Vormen van Zwaaien of Zwengels, als die van Slypſteenen en Spinnewielen, of van een Lier en Draaiorgel.

A B, Afſtand tuſſchen het oog A en den Greep B; waare langte van den Krommen Hefboomsarm tot een Regten gebragt.

Plaat

Plaat 3.

Fig. 20. Denkbeeld van den Zwaarder en Ligter gang eens Zwengels in zommige plaatzen van zyn omwenteling.

H C, Zwengel die op zyn Middelpunt C draait en den KriH*b n i l m* beſchryſt.

D H, Regthoekige regelmaat of Greep, waar mee men den Zwengel van zig afſtoot of naar zig toetrekt.

m b dezelfde Greep, maar nu reeds een ſcherpen hoek met den Zwangel maakende; en bygevolg ſchuinzer en derhalven met minder Kragt denzelven van zig ſtootende: in *e* is die hoek nog ſcherper en de werking nog ſchuinzer, in *i k* tregt ze wederom regthoekig naar zig; en heeft men de volle Kragt.

Maar een Menſch, aan een Zwengel draaiende, brengt 'er door zyn byzondere Lighaamsbeweeging verandering in.

b f, *e b*, Streeklynen, volgens welke by, in 't van zig ſtooten, den Zwengel met een gedeelte van zyn Lighaamszwaarte nederwaarts drukt, gelyk by hem op dezelfde wys in *l m* optilt.

b c n. *l m* plaatzen derhalven der omwenteling in welke een Menſch de meeſte Kragt doet.

m H *b*, *n i l*; plaatzen, waar op by 't zwakſt is, en de minſte Kragt heeft.

Fig. 21. gewoone ſtand der Zwengels aan een Draaiboom of Spil.

EF, GH, ſtaan regtſtreeks tegen elkander, de een neder en de ander opwaarts. Zy moesten eigentlyk een regten hoek met elkander maaken.

Fig. 22. Elleboog of Krik; kromme Hefboom van denzelfden aart als een Regte.

K, Steunpunt, KL, KI, Armen van den Hefboom.

ML, NI, Streeklynen der Kragten, Loodregt op de Armen ſtaande.

m o l, *n i b*, dezelfde Streeklynen, waar op nu de Armen K *l* en K *i* ſchuins, dog beide even ſchuins, en bygevolg in dezelfde evenredigheid van Kragt, als te vooren, werken.

Fig. 23. 24. Proefneemingen, wat het Steunpunt draagt, als het juiſt in 't midden van den Hefboom is, en de twee Kragten van wederzyden even groot zyn.

A, B; Q. N, Katrolletjes aan de agterzyde van het regtſtandig Vlak van *Fig.* 15. vaſtgemaakt.

D E, I K, Staalen Hefboom, die door de Gewigtjes *p* en *r* in Evenwigt en opgehouden wordt.

P,

P, R, P, R. Gewigten, die alle even zwaar, yder 2 Oncen weegen.

C, Gewigt, in 't Steunpunt, van 4 Oncen. L van 3 Oncen.

Als de Streeklynen der twee Kragten evenwydig zyn als A D en B E, blyft C met P en R in Evenwigt; en draagt dus het Steunpunt de ganſche Som der twee Kragten. Deszelfs Streeklyn, op of nederwaarts, is de Lyn F I, evenwydig aan A D, B E.

Als de Streeklynen ſchuins loopen Q I, N K; houdt L, van 3 Oncen, P, en R, yder van 2 Oncen, in Evenwigt en draagt dus het Steunpunt ſlegts een gedeelte der twee Kragten; by minder ſchuinze Streeklynen Q I, N O, moet L zwaarder zyn. Hoe ſchuinzer Kragten, hoe minder het Steunpunt draagt. Deszelfs Streeklyn of wederwerking geſchiedt volgens L M regtſtreeks naar het punt van den zamenloop der ſchuinze Kragten.

Fig. 25. Proefneeming wat het Steunput draagt, als het niet in 't midden van den Hefboom is, ende twee Kragten ongelyk zyn.

A, B, twee Pylaartjes op een Voetſtuk, die nader of verder van één geplaatſt kunnen worden.

C,

C, C, Katrolſchyven met haar Koorden, waar aan de Gewigtjes D, D, en de Staalen Staaf E E in Evenwigt hangen.

G F, Yzeren Roede, die men op de Staaf door de ongelyke Kragten 2 en 6 Evenwigt doet maaken.

4, 4, Gewigten, die den dus belaaden Roede of Hefboom ophouden.

Fig. 26. Verbeeldt dezelfde Proefneeming zonder den Toeſtel van 't Werktuig.

Als de Streeklynen der twee Kragten, gelyk hier, evenwydig zyn, draagt het Steunpunt ſlegts de Som van die Kragten en niets meer, *d* en *d*, of 4 en 4: dat is 8, weegt 2 en 6, ook 8, op. De wederwerking van het Steunpunt *e e* geſchiedt volgens *e* K, evenwydig aan de Streeklynen der Kragten *g* 2, *f* 6.

Fig. 27. Als de Streeklynen ſchuins loopen *c e*, *c e*, draagt het Steunpunt ſlegts een gedeelte van de Som der twee Kragten L en M. De Hefboom *g f* die 2 en 6, of 8, zwaar is, blyft met L, 8 en M, 4; of 12 in Evenwigt. H I, de Streeklyn van 't Steunpunt H, (evenwydig aan *e* O, en *e* N; die *e*, *e*, al vallende beſchryven zouden;) naar I, het zamenlooppunt der ſchunize Kragten.

Fig.

Fig, 28. De Gemeene Weegſchaal, A B het Juk door de As by E in twee gelyke Deelen of Armen verdeeld. C, D, de Schaalen, E F, de Beugel, of het Huisje, daar de As op ruſt en zig beweegt. *ab* dezelfde Weegſchaal in een hellenden ſtand, *a e b d*, Streeklynen der Schaalen of Beweegkragten, die 'er nu ſchiuns, dog evenwydig, aan hangen; gelyk ze te vooren, toen het Juk A B Waterpas ſtondt, Loodregt, als A C, B D, deeden.

Plaat 4.

Fig. 29. Oorzaak van 't Slingeren der Weegſchaal. A B C Juk, dat in C zyn Beweegpunt heeft. Het Zwaartepunt is 'er weinig beneden op de Lyn C D. Als het Juk een ſchuinzen ſtand als *a b* aanneemt, raakt het Zwaartepunt in *d*; valt natuurlyker wys weer laager, en door zyn Val verſneld, de Loodlyn C D voorby, klimt tot *f*; valt weer te rug.

Fig. 30. Gevolgen van 't Krombuigen der Armen van 't Juk eener Weegſchaal.

A B, Juk, C deszelfs Beweegpunt, *a* C *b* kromte die het aanneemt, *a* C, *b* C Streeklynen, die het in dien ſtand heeft; dog die egter even ſchuins beide op de Streeklynen der Gewigten *a f*, *b g* blyven vallen: zo ze beide even zeer en eveneens buigen, *a* C *b* Driehoek die het Juk in zulken geval maakt, gelyk

aan

aan A B C van *Figuur* 29. en van dezelfde gevolgen met het Zwaartepunt: ze heeft dus ook minder beweegbaarheid: de Armen *a* C en *b* C ſtaan in dezelfde Streeklyn niet; en zo een van beide meer buigt dan de andere, gaat het Evenwigt verlooren.

Fig. 31. Verandering door middel der Gaten aan de enden van Juk.

A, B, Gaten, daar men de Ringen of Haaken in ſteekt, waar aan de Schaalen hangen.

a, *b*. Waare Hangpunten der Ringen en Haaken, *a c*, *b c*. Kromme Streeklyn van 't Juk, daar door veroorzaakt.

D E, Helleende ſtand van 't Juk. *d*, *e*, Hangpunten der Ringen in dien ſtand, uit hun voorige plaats: als in *a* en *b* vergleeden. *d c*, Arm van 't Juk daar door langer geworden, dan *e c*.

Fig. 32. *m n* Juk der Weegſchaal, *k l*, de Evenaar, in een ſchuizen ſtand weegt deeze min of meer op den Arm, daar zy naar toe overhelt. *b i* Tegenwigt, onder tegen 't Juk aan vaſt, 't welk dit gebrek weer eenigzins vergoedt.

Fig. 33. Unſter of Romeinſche Weegſchaal.

C, Steun of Beweegpunt, C H, lange Arm, daar men 't Gewigt P aanhangt. C R korte Arm; voor

't geen gewoogen moet worden. De Graaden op CH wyzen aan hoe veel maal het Gewigt P verder van 't Steunpunt C af ſtaat, dan de Laſt R.

Fig. 34. De Katrol.

C. De As of de Nagel daar de Schyf op draait. CD, De Beugel, of her Blok, R, F, Kragten die 'er evenwydig aan elkander op werken. G, E. Kragten, die met de voorgaande ſchuins loopen. In't eerſte geval is de Katrol een Regte Hefboom van de Eerſte Zoort, in de laatſte een kromme,

Fig. 34. Vertoont de Sleuf of Groef op de Omtrek der Schyf; hier Hoekswyze uitgehoold, op dat 'er het Touw in beneepen worde, en met de Schyf draaie.

Fig. 36. Werktuig tot zommige Proefneemingen met de Katrol.

Van de twee regtopgaande Pylaartjes, die op een Tafel ſtaan, draagt het een een doorgeſlaagen open Katrolſchyf: AFB*f*; het ander een Winkelhaaks Hefboom, met gelyke Armen, DE: en op zyn nagel, die hem aan de Pylaar hegt, beweegbaar.

PAFBR, Koord die om de Schyf loopt en derzelver helft AFB beſlaat: P en R gelyke Gewigten, die Loodregt, en evenwydig hangende, in Evenwig: blyven: AB, de Middellyn der Schyf, is een regte Hefboom; de Nagel C, het Steunpunt.

PAFE,

PAFE, dezelfde Koord, die nu een Vierde AF van de Schyf beslaat. Het Gewigt R aan D gehangen, blyft, schoon nu Waterpas en niet meer evenwydig aan P werkende, egter met hetzelve in Evenwigt F CA is een kromme Hefboom.

e f AFBR, dezelfde Koord, die nu drie vierde, *f* AFB van de Schyf beslaat; door het omdraaien van den Winkelhaak, zoo dat D staat in *d*, E in *e*, en 't Gewigt P afgenomen en in *p* gehangen wordt. Het Gewigt *p*, op de Winkelhaak *d e* werkende, blyft nu ook met R in Evenwigt. De Kromme Hefboom in de Schyf is nu *f* CB.

Gelyke Gewigten blyven derhalven met allerhande Streeklynen, en 't zy de Koord, een vierde, de helft, of drie vierde van de Schyf besla, in Evenwigt.

Fig. 37. *a* 3, *b* 2, *d* 1; Schyven van verscheiden Middellynen, die de een dikker dan de ander, en daar door trapswyze uitsteekende, maar eene vaste Schyf met elkander uitmaaken. Haar Middellynen staan als 3, 2, 1. in grootte tot malkander.

I, H, twee gelyke Gewigten, yder van 6 Oncen, die aan de kleinste Schyf *d* 1 in Evenwigt hangen.

In K maakt een Gewigt van 3 Oncen, aan de Koord *b* 2 K gehangen ('t Gewigt H weggenomen zynde) met I Evenwigt: want C 2 staat tot *d* C als 2 tot 1,

In

In L maakt een Gewigt van 3 Onces, aan *a* 3 L hangende, met I Evenwigt: want C 3 ſtaat tot *d* C als 3 tot 1.

Hoe verder derhalven van 't Beweegpunt hogerooter Kragt, gelyk in den Hefboom.

Fig 38. Draagt en wederwerking van de As of den Nagel van een Katrol,

GH, Katrolſchyf, wier As in twee Ringen loopt, die door de Gewigten B en D, wier Koorden, aan die Ringen vaſt, over Katrolletjes loopen, worden opgehouden.

E, F, twee Gewigten, die, evenwydig werkende, de Schyf doen zakken. De As of Nagel draagt de ganſche Som van E en F, en 't eigen Gewigt der Schyf te zamen genomen; zy wederwerkt evenwydig aan de evenwydige Kragten GE, HF.

GE, AC; Kragten, die ſchuins op malkaar werkende, de Schyf minder dan te vooren doen zakken. Zy draagt derhalven minder dan die Som: en haar wederwerking geſchiedt volgens de Lyn KI, naar 't punt I, den zamenloop der ſchuinze Kragten GE, AG.

Plaat 5.

Fig. 39. De Snik van een Uurwerk.

Fig. 40. De Beweegbaare Katrol als een Hefboom van de Tweede Zoort aangemerkt.

ab, *de* evenwydige Kragten. *b* Steunpunt van de Middellyn der Schyf *e b* als een Hefboom aangemerkt. R Weerstand, die op het Middelpunt C werkt. *d e* Beweegkragt, die op het ander end *e* van den Hefboom werkt. C I Streeklyn van den Weerstand R.

P l, *g m*, schuinze Kragten; die op den Hefboom *l m* werken. *m* Steunpunt: *l* end van den Hefboom daar *P l* op werkt: *g m k* Streeklyn van 't Steunpunt, naar het Zamenlooppunt der Streeklynen van den Weerstand C *k* en de Beweegkragt P *l k*.

Fig. 41. Werktuig ter Proefneeming van de Eigenschappen van de Beweegbaare Katrol.

A, B, twee Spilletjes in de doorgeslaagen Sponningen op de twee Armen van de Schraag G verschuifbaar.

A H, Koord, die, aan A vast, om de Schyf loopt, en aan een Arm van de Weegschaal, aan B hangende, in H wordt vast gemaakt. De Weegschaal hangt, door middel van 't Gewigtje by H, met zig zelve in Evenwigt.

D, Gewigt, dat aan de Schyf hangt, en hier den weerstand verbeeldt. Het Gewigt op de Schaal gelegd, wyst, door 't maaken van Evenwigt, aan wat de Beweegkragt H draagt. Als de Koorden

ge-

gelyk hier, evenwydig zyn, draagt H flegts de helft van 't Gewigt D. Als zy door 't verder van één schuiven der Spilletjes A en B schuins loopen, wordt H zwakker, en 'er moet meer Gewigt op de Schaal, om 't Evenwigt te houden.

Fig. 42. 43. Aaneengekoppelde Katrollen, of *Takels.*

L, 2, 4. Vafte Katrollen, enkel dienende om de Streeklynen van Beweeging te veranderen; en werkende als Hefboomen van de Eerfte Zoort.

1, 3, Beweegbaare Katrollen, Hefboomen van de Tweede Zoort. O Het Steunpunt, N plaats daar de Beweegkragt werkt, in dergelyk een Katrol; F end van 't Touw, dat, in plaats van aan eenig vaft punt, aan het vaft Blok zelfs wordt vaftgemaakt.

l, *m*, en de geftippelde Lynen van *Figuur* 43. Verbeelden een andere fchikking der Schyven, evenwydig aan elkander geplaats: die men *Rygen* noemt.

Fig. 44 Getand Rad 't welk, op zyn Middelpunt G beweegbaar, werkt als een Hefboom van de Eerfte Zoort, AB; wiens Steunpunt is C.

C, kleinder Rad, aan 't groote gevoegd en op dezelf, de As draaiende.

a Kragt, die eens, zoo digt by C zynde als A, ook eens zoo zwak is.

Plaat 6.

Fig. 45. Geftel van Raderwerk, om de voornaamfte Uitwerkzels van het *Draaiend Rad*, een Rad dat wel om zyn As draait, maar altyd op dezelfde plaats blyft, aan te wyzen,

H, groot Loodregt draaiend Rad. D Rondzel aan dezelfde As of Spil. E groot Waterpas Rad, met viermaal meer Tanden, dan het Rondzel. F, G, Zwengels daar de Raden mee omgedraait kunnen worden.

Het brengt de Beweeging tot op een verren afftand, van H tot D, tot E &c. Het verandert derzelver Streeklyn, en maakt de Loodregte draajing van H waterpas in E. 't Verfnelt de Beweeging; want terwyl men met den Zwengel F het Rad E eens omdraait, draaien D en H viermaal.

Fig. 46, Rollend Rad: Hefboom van de Tweede Zoort.

GM, Halve Middellyn van 't Rad, met welke het Gewigt van 't Rytuig, onder op de Aaf van 't Rad in C fteunende, Loodregt op den grond ftaat.

PC, Streeklyn, die het by de As Loodregt voorwaarts trekt.

CQ, CN, Halve Middellynen van 't Rad, die door de oneffenheden van den Weg, daar ze altyd Loodregt tegen ftaan, de Treklyn P C fchuins maaken.

S C,

S C, R C, ſchuinze treklynen op L M door den laager of hooger ſtand van 't Paard.

Fig. 47. Kleine Wielen zakken dieper in den weg dan groote *c*'t kleine Wiel dieper tuſſchen de Hoogtens ingezonken dan het groote Wiel C.

q, plaats daar de Weerſtand geſchiedt, *p c q* ſcherper Trekhoek, dan P C *q*.

Fig. 48. De windas. De As, Spil of Boom, A B legt hier Waterpas.

Fig. 49. De Spil of Kaapſtander: anders Braadſpit. De Boom A B ſtaat hier Loodregt.

Fig. 50. Eigenſchappen van de Windas: een Hefboom van de Eerſte Zoort.

b Middelpunt van de Spil of draaienden Boom van de Windas: het Beweeg- en Steunpunt.

k P, *gp*, Handſpaaken of Hefboomen, Kruislings in den boom geſtooken.

b g, Halve Middellyn van den boom; Arm van den Hefboom, daar de Weerſtand, het Gewigt G, aanhangt,

P *b*, andere halve Middellyn (gelyk *b p*) door de Handſpaak verlengd; Arm daar de Beweegkragt P op werkt.

De Kragt derhalven ſtaat tot den Weerſtand als *b g* tot *b* P.

Fig. 51. De Kraan.

TT, De Kruisſpaaken veranderd in groote Raden, met pennen voorzien, daar veelen te gelyk, en gemakkelyk, aan draaien kunnen.

Plaat 7.

Figuur 1 Werktuig tot Proefneemingen met het Hellend Vlak.

AD, Plankje, 15 Duim lang en 3 of 4 Duim breed; met een Scharnier in C aan de leggende Plank vaſt. Het Plankje draait op die Scharnier op en nederwaarts, en dient voor Hellend Vlak.

EF, Cirkelſtuk, om het Plankje A D ſchuins te zetten, en 't zoo veel graaden Hellings te geeven, als men wil.

D, Rolrond ſtuk Houts, dat op zyn As in een Beugel zeer beweegbaar, langs het Hellend Vlak op en neêr kan rollen.

e, *e*, Katrolletjes, die men met de Koperen Plaat, daer ze aan vaſt zyn, waar men wil op het Cirkelſtuk plaatzen kan.

Ded,

D *e d*, Koorden, aan 't Rolrond Hout D vaſt, en aan 't ander end met Gewigtjes voorzien, om het Hout langs het Vlak op te trekken.

D *e*, Streeklynen der Koorden of Gewigten, met het Vlak evenwydig.

DF, DE, Schuinze Streeklynen, die boven 't Vlak ryzen, of 'er onder daalen.

Fig. 2. Een kleinder Kragt houdt door 't Hellend Vlak een grooter op; en de evenwydige Streeklyn is de voordeeligſte. *a b c* Hellend Vlak, *d f g*, Lighaam, *k* deszelfs Middelpunt, daar men zig al de Zwaarte geplaatſt verbeeldt, *k p* Streeklyn van de Beweegkragt die het Lighaam ophoudt, *k b* Streeklyn volgens welke de Zwaartekragt werkt, *k d*, Lyn volgens welke het Lighaam op 't Vlak ruſt, *d e* Hoekmaat van den Hoek *d k e*, door de ſchuinze Streeklyn *k b* van de Zwaartekragt gemaakt, *p* ſtaat derhalven tot deeze als *dk* tot *de*.

k p Beweegkragt Loodregt op *dk* werkende: en daar door evenwydig aan 't Hellend Vlak *a c*. *k i*, *k l* Streeklynen die boven 't Vlak ryzen, en niet meer evenwydig met het zelve zyn. *km*, *k n*, Streeklynen beneden 't Vlak daalende.

Fig. 3 Dubbelde Kegel, dte tegen een Hellend Vlak opwaarts ſchynt te loopen.

A, de Dubbelde Kegel, of twee Kegels met hun Voetstukken aan één gevoegd.

BC, DC, tweeRegelmaten, die een scherpen Hoek maaken, in B en D verhevener staan, dan in C. De Kegel loopt van C naar B, D.

Fig. 4. Nader opheldering van de schynbaare klimming van den Kegel.

CB*f*, Hellend Vlak van de twee regelmaten B C, D C. in *Fig.* 3. afgebeeld.

a Zwaartepunt van de Dubbelden Kegel.

a e Loodlyn waar meê *a* op het Waterpas *ef* volkomen rusten zou en ondersteund worden; en dus stil blyven leggen,

g Punt; waar meê het nu schuins op de regelmaat rust: en 'er dus geen Steunzel op heeft.

a B loop van 't Zwaartepunt *ab* Waterpas, beneden welke het met 'er daad, terwyl het schynt te klimmen, ter langte *b* B zakt.

Fig. 5. De Wigge.

DAC, *dac* twee driehoeken, daar hy nevens drie Vlakken *a* A D *d*, *a* A C*c* en D C *c d* uitbestaat.

A *a*, Scherp of Snede van de Wigge; D C*cd*, Kop of Plat: AB Hoogte.

Fig.

Fig. 6. Denkbeeld van derzelver werking. Verplaatzing van twee Lighaamen of Lighaamsdeelen.

A, B, Lighaamen; die verplaatst moeten worden; en die in E, E, tegengehouden worden door een bekende Kragt.

CD, CD, eenigste Streeklyn, volgens welke zy wyken kunnen.

FCH, Wigge, die hen ter weerzyden heen verplaatst. en geheel tusschen ingedreeven ter langte van FH van één scheidt.

i G *m*, Stomper, *i* G *n* scherper Wigge, die de Lighaamen zoo ver als *i m*, of als *l n* zou van een gescheiden hebben.

Fig. 8. Werktuig tot Proeven met de Wigge.

AC, BC, twee Vlakken, de twee platte zyden verbeeldende van een Wigge, die men scherper of stomper maaken kan, door middel van een Scharnier in C en twee Zetschroeven E, F, in de open Sleuf van het Plankje GH.

DI, Waterpas Raam, op de twee Standerts, die Looregt op hun Voet staan,

m, *n*, twee Rollen, die in twee Beugeltjes draaien, welke op Metaalen Draaden, van D tot I gespannen, ligt heen en weer schuiven. *p* Gewigt, aan die Beugeltjes vastgemaakt, en door derzelver van een schuiving om hoog getrokken.

CK, Hoogte van de Wigge. Zy zakt, en verschuift de Rollen *m*, *n*, of door haar eigen zwaarte, of door 't geen men 'er op G H byvoegt. Het Gewigt *p* toont de Kragt van den Weêrstand.

Plaat 8.

Fig, 7. Van een splyten van de reeds verplaatste en geopende Lighaams deelen. Een stuk Houts door de Wigge gespleeten: *spq*, *tpr*, twee Kromme Hefboomen: *p* Hoek daar de Vezels van 't hout nog vast zitten: *pq*, *pr* de twee Armen die nog aan één verbonden zyn: *sp*, *tp* de twee Armen, waar aan de Beweegkragt in *s* en in *t* werkt, om dat verband te breeken.

Fig. 9. Algemeene Regel in de Werking der Wigge.

a, *b*, *c*, Wigge. *ck* Hoogte, eens zoo lang als de breedte *ab*, *m*, *n*, rollen, die, als de Wigge tot *ab* toe 'er tusschen gedreeven is, zoo ver van één verwyderd zyn als *ci* en *cl*, met malkander even lang als *ab*. *p*, *r*, Gewigten, die door 't verschuiven der rollen, ook even veel weg geklommen zyn. *k* loopt in den zelfden tyd eens zoo veel wegs af, zyn Kragt is derhalven ook eens zoo groot en staat tot den Weêrstand *p* en *r*; als *kc* de Hoogte der Wigge, tot *ab* de breedte; en in geval van Evenwigt, de Kragt tot den Weerstand als de breedte der Wigge tot de hoogte.

Fig.

Fig. 10. De Schroef, met ſchuinze of ſcherpe Draaden.

a c, Omtrek van een Slinger van den Draad: *b c* Pas of Wydte tuſſchen den eenen Draad en den anderen: D E Hefboom, daar men de Schroef mêe draait. De Kragt ſtaat by Evenwigt tot den Weerſtand, als *b c*, wydte der Draaden, tot den Omtrek, dien E maakt

Fig. 11. Schroef met platte of vierkante Draaden.

Fig. 12. Schroef van *Archimedes*.

A B, Schuins leggende Spil of Rol, die op haar Halzen in A en B draait, en om welke een holle Buis of Goot geſlingerd is.

C, plaats waar uit het Lighaam door zyn Zwaarte rolt naar *d*: en *d*, door een halve keer der Schroef in *e* geraakt zynde, naar *f*, die dan in *g* is, en zoo vervolgens tot boven toe.

Fig. 13. Schroef zonder end.

F, de Beweegkragt, draait de Schroef, wier Draaden de Tanden van 't Rad vattende, 't zelve doen draaien met zyn Spil, daar zig het Touw omwindt, daar de Weerſtand of 't Gewigt P aanhangt.

Plaat

Plaat 9.

Figuur 1. Bogt der Touwen en ſchuinsheid van Streeklyn daar door veroorzaakt.

A B, Streeklyn der Beweegkragt, evenwydig met den grond op 't Vlak F G.

A E B, Bogt van 't Touw, door zyn eigen Zwaarte gekromd.

BE, Schuinze en nadeeliger Streeklyn bygevolg, volgens welke B het Pak A langs F G voort trekt.

Verandering van Streeklyn door de minder of meerder langte alleen van 't Touw.

D A, ſchuinze Streeklyn, volgens welke de Beweegkragt met een Touw, zoo lang als D A, A voort trekt.

C A, ſchuinzer Streeklyn, volgens welke die Beweegkragt met een korter Touw C A trekt.

Fig. 2. Proefneeming over de ſtyſheid en onbuigbaarheid der Touwen.

A, B, twee eveneens gelyke Touwen, boven vaſt, elk met eenen ſlag om de Rol E E geſlaagen, en geſpannen gehouden door het Tafeltje C D, daar men Gewigt op zet.

G, een Lint of Draad met zyn Schaal, en Gewigt daar op geplaatst; om dezelfde Rol E E, maar een anderen weg heen als de twee voorgaande Touwen, gewonden. Dit Lint en Gewigt doet de Rol draaien en op de twee Touwen naar beneden loopen. Het verscheiden Gewigt op G, dat dit daalen der Rol veroorzaakt, toont de Kragt die 'er vereischt wordt, om de styfheid der Touwen, in verscheiden Gevallen en Proeven, te overwinnen.

Fig. 3. Dezelfde Proefneeming, tot nader opheldering, van ter zyden beschouwd.

e f, Middellyn van de Rol E E: *g* 't Gewigt en de Schaal G L: 't Gewigt dat het Touw spantals C of D.

b e, Middellyn van 't Touw, als de eene Arm van den Hefboom aangemerkt, daar L aan trekt.

e f, de Middellyn van de Rol, de andere Arm des Hefbooms, door *g* getrokken. Hoe langer derhalven *e b*, dat is hoe grooter de Middellyn en dikte van 't Touw is, hoe L meer Weerstand doen, en hoe *g* zwaarder beladen moet zyn, om de styfheid van 't Touw, door L gespannen, te overwinnen.

Fig. 4. Proefneeming dat Losse Draaden elk afzonderlyk hangende, sterker zyn dan dezelfde Draaden in eengedraaid tot een Koord of Touw.

Ver-

Verſcheiden enkelde Draaden als C, en D, waar aan Gewigten hangen; en dezelve draagen zonder breeken, zo yder de juiſte helfte der Zwaarte draagt.

E, F, twee Gewigten, aan een zamengevlogten Koord hangende; van wier twee Draaden elk maar de helft van 't Gewigt draagen kan. Wanneer het Gewigt ongelyk gedeeld, en F zwaarder is dan E, breekt eerſt de Draad F; en vervolgens ook de Draad E, daar dan 't ganſche Gewigt aan hangen bleef.

Fig. 5. Proefneeming over 't opkrimpen, en het ontwarren of los draaien van de Touwen door de Vogtigheid.

H, K, twee Gewigten, aan twee Touwen hangende, met hun ſpits Vlak, en even boven de Lyn van 't Plankje I L.

g, *b*, twee Wyzertjes van Kaarteblad, Loodregt op de Touwen geplant Als men de Touwen nat maakt ryzen de Gewigten H en K; en de Wyzertjes *g* en *b* draaien allenskens van de regter naar de ſlinker hand.

Fig. 6, Kragt der Lugt om Blaazen te doen opkrimpen, en een groot Gewigt op te ligten.

A, B B, C C, Blaazen, die door middel van kleine Pypjes gemeenſchap met malkander hebben.

E *e*, Pypje, waar door men de Lugt inblaaſt.

D, een Gewigt van 30 Ponden; aan de Blaazen vaſt.

bb. cc, Wanden der Blaazen, door de ingeblaazen Lugt uitgezet, die de Vezels der Touwen, door Vogt gezwollen, verbeelden knnnen.

Als men de Lugt door het Pypje E *e* inblaaſt, zwellen de Blaazen, worden korter, en ligten het ganſche Gewigt D van 30 Ponden eenige Duimen hoog van den Grond op.

Fig. 7. Een Vogtmeeter of Weêrwyzer; door trekken en krimpen van een Touw.

Een Touw, Waterpas ſlap geſpannen; aan wiens midden een Koperdraad hangt met een Gewigtje. Door Vogtigheid der Lugt krimt het Touw, ryſt het Gewigt en toont op het in Duimen en Lynen verdeelde Maatplankje de Graaden van Vogtigheid naar boven; gelyk, by 't trekken van 't Touw, al daalende naar beneden, de Graaden van Droogte.

Fig. 8. Weerwyzer door 't ineen of los draaien van een Snaar.

Ze is met haar een end aan een Plank of iets dergelyks met het ander Loodregt op het Dwarsbalkje of Wyzertje vaſt; dit draait, als de Snaar door Vogt of Droogte zig loſſer of vaſter draait, en toont op den Omtrek van de vaſt ſtaande Wyzerplaat, de Graaden der Verandering.

Fig.

Fig 9. Weerhuisje, van denzelfden aart, als de voor-gaande Weerwyzer. Het Dwarsbalkje of Wyzertje is hier Waterpas en op yder van deszelfs enden een Beeldje gesteld. Door 't ineen en ontdraaien van de Snaar draait het Balkje, komt by Droogte het een, by Vogt het ander dat een Regenscherm draagt, te voorschyn.

B E R I G T

VOOR DEN

BOEKBINDER.

De Plaaten van de Negende Les

N. 1, 2, 3, 4, 5, 6, moeten ingevoegd worden tegenover. . . bladz. 184

N. 7, 8, tegenover, , . bladz. 232

N. 9, —— . . bladz. 284

NA

NATUURKUNDIGE LESSEN

VAN DEN HEER

NOLLET.

NEGENDE LES.

Over de Beweegkunde.

INLEIDING.

Algemeene Grondbeginzels der Beweegkunde.

NA in de voorgaande Lessen de Eigenschappen en Wetten der Beweeging, zoo in de Vaste Lighaamen, als in de Vloeistoffen, verklaard te hebben, staat ons nu nog in deeze van de Middelen te spreeken, door welke men zig van die Beweeging, of met grooter gemak, of meerder voordeel bedienen kan. Die Middelen zyn de *Werktuigen*, Beweegkunde. *Machines*

IX. LES. INLEIDING.

gen, dat is zekere Lighaamen, of uit min of meerstukken zamengestelde Gereedschappen, door wier tusschenkomst een Beweegkragt haar Werking op een Weêrstand oeffent, en of grooter of kleinder van vermogen gemaakt kan worden, naar maate van de Verschillende Snelheid, daar men haar meê werken doet.

Zy vereischt kennis van Natuur- en Wiskunde.

Michaniqué

De Weetenschap, die over deeze Werktuigen handelt, wordt *Beweegkunde* genoemd. Zy vereischt, en onderstelt in yder, die 'er zyn werk van maaken wil, een genoegzaame kennis, zoo van Wiskonst, als van Natuurkunde. Want een Beweegkonstenaar moet niet alleen de op en tegen elkander aanwerkende kragten, elk naar den byzonderen stand, daar ze in geplaatst zyn, meeten en berekenen kunnen; maar daarenboven moet hy ook weeten te onderscheiden, waar in eigentlyk de aart en werking van die Kragten bestaat, wat 'er vreemds van buiten by kan komen en zig onder mengen, door de byzondere hoedanigheid der Stoffen, daar hy zig van bedient, door de omstandigheden

van

van Tyd, van Plaats, en dergelyke toevallige oorzaaken meer. Iemand, die alleen in 't Natuurkundig gedeelte der Beweegkunde bedreeven was, zou Werktuigen kunnen maaken, die duurzaam waren, en zoo ten opzigt van de schikking en 't verband der stukken, als van derzelver loop en beweeging, wonder wel zamengesteld; maar hy zou gevaar loopen, om in de Evenredigheden dikwils mis te tasten, en zelden zouden de Uitwerkzels aan de verwagting voldoen, daar hy zig meê gevleidt hadde. Een Wiskonstenaar, aan den anderen kant, die zig alleen aan zyn Meetkunde hieldt, en in de Hoegrootheden, daar hy gebruik van dagt te maaken, enkel zyn Lynen en Stippen in aanmerking nam, en dezelve op dien Voet berekende, zou wanneer 't op de zaak en uitvoeren aankwam, buiten twyffel vry wat Kragts te kort komen. Hy, eindelyk, die geen Wiskonstenaar of Natuurkundige was, zou volstrekt in 't blinde heen werken, en geen de minste hope kunnen hebben van wel te zullen slaagen, dan enkel by geval; en dat

IX. LES. INLEIDING.

nog dikwils na vry wat vergeeffche, verdrietige, en naby altoos koftbaare proeven en poogingen. Dit is eene waarheid, die ons de Ondervinding al zedert langen tyd zeer taftbaar geleerd heeft, en veel onderneemzieke geeften, die al hun arbeid op niet zagen uitloopen, hadt behooren te overtuigen. Maar even gelyk de Eigenliefde, en de drift om met den naam van Schryver te pronken, een menigte van flegte Werken, in weerwil van alle berispingen, in de waereld brengen; zoo heeft men 't ook aan dezelfde beweegredenen, en daarenboven dikwils aan de hope op een voordeeltje te danken, dat men zig in 't vervaardigen van zulk een verbaazend getal van Nieuwe Uitvindingen afflooft, die nimmer het licht zouden zien, indien derzelver Uitvinders verftands en kundigheids genoeg hadden, om 'er wel over te oordeelen.

Lof en Nuttigheid der Beweegkunde.

Men ziet doorgaans meer flegte, dan goede en nuttige Werktuigen te voorfchyn komen. Dit krenkt de Beweegkunde, en verzwakt haar agting eenigermaate in 't oordeel

van

van veele Lieden, die, maar te onregt, den *Werktuigmaker* verwarren met den waaren *Beweegkonstenaar*. Ligtelyk zal men 'er zig een geheel ander en beter denkbeeld van vormen, als men bedenkt, dat Geleerden van den eersten Rang, ARCHYTAS, ARISTOTELES, ARCHIMEDES &c. onder de Ouden, de Heeren MARIOTTE, AMONTONS, DE LA HIRE, VARIGNON en zoo veele anderen onder de Hedendaagschen, zig op de kennis van nuttige Werktuigen met een byzondere vlyt hebben uitgelegd, en door de voortgangen, die ze 'er in maakten, zig een grooten roem verkreegen. De Ontdekkingen, in deeze Weetenschap gedaan, strekken derzelver uitvinderen niet minder tot Eer, en verdienen met even goed regt de algemeene Toejuiching, als die van eenige andere Weetenschap. Is 't oogmerk, daar ze op doelt, niet van een wyduitgestrekte nuttigheid; en brengt ze de Maatschappy geen merkelyk een dierbaare voordeelen toe? Laat ons uit haar vrugten, die ze ons reeds doet genieten, oordeelen, wat wy 'er mogelyk in

IX. LES. INLEIDING.

Machinisste Méchanicien

IX. LES. INLEIDING. 't vervolg nog van te wagten hebben. De Molens, die 't Koorn voor ons tot Meel maalen, die onze Stoffen vollen, of de Olie tot onzen dienst uit de Vrugten trekken: de verscheiden zoorten van Pompen, die het Water of tot ons gebruik, of tot sieraad onzer Lusttuinen, in de hoogte doen opklimmen. De Rytuigen, die ons zoo veel ongemaks en vermoeidheid bespaaren, en 't vervoeren der Goederen gemakkelykmaaken en gevoeglyk. De Takels, Kraanen, Windaas, wier gebruik zoo menigvuldig voorkomt in de Bouwkunde en Scheepvaart, en van algemeen eene nuttigheid is; de Ophaalbruggen en een groot getal van andere dergelyke middelen, daar men zig ter verdediging van Vestingen van bedient: moet men alle deeze en ontelbaare andere niet voor Werktuigen erkennen, wier groot nut wy dagelyks oudervinden, en die zelfs by deeze of geene byzondere omstandigheden dikwils volstrekt noodzaakelyk worden? Ten hoogsten, zeker, mogen we ons wel aan hun verpligt rekenen, die de aanlokzels en verruk-

rukkende beſpiegelingen der verheven Meetkunde van de hand wyzende, zig wel verledigen willen, om derzelver Grondbeginzels op onderzoekingen van dezen aart toe te paſſen. De Ontdekkingen deezer weetenſchap zyn wel, 't is waar, zoo luiſterryk niet, als Oploſſingen van hooge en diepzinnige Vraagſtukken der Wiskunde; maar zy komen my daarom egter niet minder agtbaar en roemwaardig voor; dewyl zy het nut en belang der Maatſchappy meer regtſtreeksbevorderen, en de Dienſten, die men 'er uit trekken kan, doorgaans vry gereeder voor de hand zyn, en zomtyds van een algemeener en wyduitgeſtrekter Nuttigheid.

IX. LES. INLEIDING.

Men onderſcheidt de Werktuigen doorgaans in twee Zoorten: zommige, die men *eenvoudige*, en andere, die men *Zamengeſtelde* noemt. De Eenvoudige zyn als de eerſte Beginzelen, waar uit de andere zamengeſteld zyn, aan te merken; en zullen inzonderheid het Onderwerp van deeze myne Les uitmaaken. Want het vermenigvuldigen en aan één verbinden van verſcheide Eenvou-

Eenvoudige en *Zamengeſtelde* Werktuigen.

IX. LES. INLEIDING.

dige Werktuigen, tot een Lighaam met elkanderen vereenigd, brengt in derzelver Eigenſchappen geen de minſte wezendlyke verandering voort; en 't zou een zeer onnoodig werk zyn, dat wy alle de Zamengeſtelde Werktuigen, die ooit in zwanggebragt wierden, ſtuk voor ſtuk wilden gaan optellen, om in yder het gebruik aan te wyzen, dat men 'er van de Eenvoudige Werktuigen in maakte. Wy zullen ons derhalven vergenoegen, met alleen van zulke gewag te maken, die wel het meeſt in zwang zyn, wier Zamenſtel men het gemakkelykſt zal kunnen begrypen, en die geene zulke breedvoerige en tot kleinigheden toe omſtandige Beſchryvingen vereiſchen, welke in dit Werk niet gevoeglyk kunnen plaats hebben.

Getal der Eenvoudige Werktuigen.

Het getal der Eenvoudige Werktuigen verſchilt naar de verſcheiden wys, waar op men die Eenvoudigheid gewoon is te rekenen: dewyl de een Eenvoudig noemt, 't geen de ander reeds voor Zamengeſteld aanziet: 't is een zaak ook, die in zig zelve vry onverſchillig is, en van geen merkelyk belang,

wat

wat my aangaat, zonder de gedagten van anderen, die in dit ſtuk van my verſchillen, kwaad te keuren, ik tel niet meer dan drie Zoorten van Eenvoudige Werktuigen: naamelyk, den *Hefboom*, het *Hellend Vlak*, en de *Touwen*. Dog eer ik tot de zaak zelve en den aart deezer Werktuigen overga, zal 't niet ongevoeglyk zyn, dat ik eenige algemeene Kundigheden en Grondbeginzels ſtaave, die onze Oplosſingen, en beſchryving van derzelver Werkingen, verſtaanbaarder zullen kunnen maaken; en dat ik teffens eenige zwaarigheden voorkome en uit den weg ruime, die 'er onder 't verklaaren zouden mogen ontſtaan. (*).

IX. LES. INLEIDING.

Vier

(*) [De meeſte Natuurkundigen tellen zeven Eenvoudige Werktuigen: de Weegſchaal, namelyk, den Hefboom, de Katrol, de Windaas, het Hellend Vlak, de Wigge, en de Schroef. Zommigen ſluiten de Weegſchaal buiten en ſtellen 't getal op zes. Maar dewyl inderdaad de meeſte van dezelve, als reeds eenigermaate zamengeſteld begreepen kunnen worden, mag men zig, om ze alle op één maal tot hun eenvoudigſte Beginzels te brengen en derzelver aart en werking daar door mogelyk in den eerſten opſlag te beeter te doen bevatten, aan 't getal van drie

IX. LES, INLEIDING.

Vier zaken zyn 'er voornaamelyk in een Werktuig aan te merken. De Beweegkragt: de Weêrstand; het Steunpunt, of Middelpunt van Beweeging en de Snelheid, waar meê men de Beweegkragt en den Weêrstand zig beweegen doet.

Vier Hoofdzaaken in dezelve.

De Beweegkragt, *Puissance*

Beweegkragt noemt men allerhande zoort van Vermogen; 't zy 't één enkel Vermogen op zig zelven zy, 't zy 'er verscheiden met elkander vereenigd zyn die t'zamen een Beletzel of Weêrstand tragten te overwinnen, of deszelfs Werking tegenstaan en ophouden. Dus merkt men het Paard, den Man, of verscheiden Mannen, die zamen een Schuit voort trekken, het Gewigt, dat een Braadspit draaien doet, de Gewigten der Uurwerken, als een Vermogen en Beweegkragt aan.

Maar van die kragt in Menschen en Paarden.

Indien de Beweegkragt, daar men zig in een werktuig van bedient, de kragt en werking is van eenig Dier, moet men in 't bereke-

houden. De Heer NOLLET zal van yder der andere afzonderlyk spreeken onder een dier Hoofdwerkingen, Waar uit ze min of meer zyn zamengesteld.]

kenen van derzelver waardy of graad van IX. LES. INLEIDING.
ſterkte, en de Natuur en de Langduurigheid van den arbeid in aanmerking neemen. Want ſchoon wel een Paard, by voorbeeld, voor een zeer korten tyd een kragt als van 500 of 6000 nd zou kunnen doen, en een Menſch een gewigt van 100 of 150 Ponden voor eenige weinige oogenblikken ophouden en draagen; kan men egter, als het op Werken op den duur aankomt, de kragt, die een Menſch kan doen, niet wel hooger ſchatten dan op 25 of 30 Pond, en die van een Paard op omtrent 180 Ponden. En dan wordt 'er daarenboven nog by vereiſcht, dat ze met volkomen vryheid werken kunnen, en niet belemmerd worden, noch door den ſtand en 't maakzel van 't Werktuig zelf, daar men ze aanzet, noch door 't beloop van den Grond, of eenige andere dergelyke oorzaaken (*).

Als

(*) De Heer DESAGULIERS ſtelt de kragt van een Paard op 200 Ponden; waar mede het 8 uuren op een dag kan werken, en met een Snelheid van omtrent 3½ Voet in een Sekonde: doch met 140 Pond maar 6 uur 's daags, en met minder ſnelheid. Hy bepaalt die kragt uit

het

IX. LES. INLEIDING.

Veranderlyke maat van die kragt in Veeren en vallende Lighaamen.

Als die Beweegkragt in een Gewigt of in een Veer beſtaat, kan 't gebeuren, dat ze, geduurende haar Werking, van Waardy verandert, en niet altyd beſtendig denzelfden grond van ſterkte behoudt. Want 1. naar maate dat een Veer zig ontſpant, wordt ze allenskens ſlapper, en verlieſt hoe langs hoe meer haar kragt; en indien het Werktuig niet op zulk een wys gemaakt is, dat het dat verlies weer telkens te gemoet komt en vergoedt,

het gewigt 't welk het Paard over een enkele Katrol, die weinig Wryving heeft, kan optrekken; maar dan teffens op de voordeeligſte wys aangeſlagen, dat de Streeklyn, naamelyk, volgens welke het trekt, Waterpas of even hoog naar de Borſt van 't Paard, en de grond effen zy. Vyf Man rekent hyeen Paard in kragt gelyk, daar men anders doorgaans zeven rekent. Mogelyk zyn de *Engelſche* Arbeiders ſterker dan die van andere Natiën. Dog ondertuſſchen is 't ook zeker, dat de Heer DESAGULIERS de kragt van een menſch, op denzelfde tyd omtrent als het Paard werkende, met iets aan een Touw voort te trekken of aan een Boom of Handſpaak voort te duwen, op omtrent 27 Pond of byna 7 Man tegen een Paard, bepaalt. Aan een Krik of Handvat draaiende doet hy een kragt van 30 Pond, geeft het Gewigt een neiheid van $3\frac{1}{2}$ Voet in een Sekonde, en kan het dus 10

goedt, kan de kragt van die Veer op 't eind der ontſpanning onmogelyk zoo ſterk zyn, als in 't begin. Wy hebben ook, 2. toen wy van de Zwaarte-kragt ſpraken, doen zien, dat de Verſnelling de kragt der Lighaamen, die vry en onverhinderd, dat is, met een zeer zigtbaare ſnelheid, vallen, merkelyk doet toe- IX. LES. INLEIDING.

uuren 's daags uithouden. Loodregt op en neer, ſchynt een Menſch 50 of 60 Pond gevoeglyk te kunnen hyſſen. Hy kan de gantſche zwaarte zyns Lighaams en zelfs meer, voor een reis wel opweegen, maar dan hangt hy aan het Touw, en werkt niet. --- In een Trêerad is de kragt, die hy doet, de zwaarte zyns Lighaams gelyk. Men begrypt ligtelyk, dat deeze Bepaalingen ſlegts algemeen zyn; en hier op Oeffening, gewoonte van Arbeiden, en Behendigheid niet gezien wordt. Indien men eindelyk aanmerkt, dat het *Paryſche* Pond, waarmede het *Hollandſch* genoegzaam over een ſtemt, omtrent $\frac{1}{12}$ gedeelte zwaarder is dan het *Engelſch*, zullen de verſcheiden Bepaalingen van de Kragt eens Paards, en van 7 Menſchen voor een Paard, niet ver meer van elkanderen verſchillen. De Leezer kan de verdere Aanmerkingen over deeze Zoogenaamde *Bezielde* Kragten, gelyk ze zomtyds in tegenſtelling der *Onbezielde*, door Wind, Water, Gewigten, Veeren, veroorzaakt, genoemd worden, na zien by den Heer DESAGULIERS, *Natuurkunde uit Ondervindingen opgemaakt*. I. Deel. Bladz. 260 en volgende.

IX. LES. INLEIDING. toe neemen. *M*en begrypt derhalven ligtelyk, dat in alle gevallen, waar in de Beweeging door de Botzing van eenig vallend Lighaam aan een Werktuig wordt meêgedeeld, dat Werktuig 'er zoo veel meer kragt van Beweeging door ontfangen zal, als het Lighaam uit een grooter hoogte op hetzelve valt.

De Wêerstand. De *Weerstand* is een tegenwerkende kragt. of de vereenigde vermogens van verscheiden Beletzels, die de Beweeging van het Werktuig, door zyn Beweegkragt bezield of daadelyk in beweeging gebragt, tragten te stuiten, tegenhouden, en dezelve weêrstand bieden. Een Balk, by voorbeeld, een Zark, een Blok Marmer is zulk een Weêrstand, dewyl 't door zyn gewigt den arbeid en poogingen der Werklieden weerstaat en belemmert, die het door middel van een Takel, een Kraan of Windaas, tragten op te hyssen of voort te sleepen.

De Maat van deszelfs Kragt is zomtyds De Wêerstand blyft altyd niet even groot, en bestendig in kragt dezelfde, gelyk een gewigt by voorbeeld, dat men optilt: maar dikwils zyn 't Veeren, die gespannen moeten

wor-

worden, Lighaamen, die men verdeelen moet, Vloeistoffen, die men keert of in de hoogte ophoudt. In alle dergelyke gevallen heeft de Beweegkragt of min of meer te doen in 't begin der werking dan op 't einde; en blyft de Weêrstand, dien ze overwinnen moet, niet altyd eenpaarig. Om hier zeker te gaan, en nooit aan kragt te kort te komen, is 't raadzaamst, dat men het Werktuig zoo schikke, dat de Weêrstand, in den allerhoogsten graad van sterkte, dien hy immer bereiken kan, genomen, nog zwakker zy dan de Beweegkragt. Wanneer men dus, by voorbeeld, Water door middel van een Pomp wil optrekken, moet men derzelver opgaande Buis aanmerken, als ofze, van 't begin af, altyd vol Water stond, hoewel ze in der daad niet vol raakt, dan na dat men reeds eerst eenige slagen gedaan heeft, tot welke zoo veel Beweegkragts niet eens zou vereischt worden.

IX. LES. INLEIDING. veranderlyk.

Steunpunt, *Middelpunt van Beweeging*, of *Schraag*. noemt men dat gedeelte van het Werktuig, rondsom het welke alle de ande-

Het Steunpunt of Punt van Beweeging

IX. LES. INLEIDING.

re Deelen zig beweegen. In een Weegſchaal is het die plaats van den Beugel of het Huisje, gelyk men 't noemt, daar de As van het Juk op ruſt: in het Wiel van een Koets is 't het uiteind van de Spaak, die, terwyl het Wiel ronddraait, werkelyk den grond raakt. Het Hengzel van een Deur, de As van een Katrol ſchyf, enz. zyn derzelver Beweeg- of Steunpunten,

Is zomtyds een Lyn.

Het Middelpunt van Beweeging is altyd geen één enkel vaſt Punt. In menigvuldige gevallen is het een ganſche reeks van zulke punten, die met malkanderen een geheele Lyn uitmaaken. De As van een ronden Kloot, de Scharnieren, en allerhande maakzels tot dergelyk een gebruik geſchikt, zyn Beweegpunten van dien aart.

En in een anderopzigt Beweegbaar.

Het Steunpunt is ook zeer dikwils geen vaſt en onbeweeglyk Punt, dan enkel met betrekking tot die Omwenteling, van welke 't het Middelpunt maakt. In alle andere opzigten kan het ondertuſſchen Beweegbaar zyn, en van plaats veranderen. Dus wordt, by voorbeeld, de As van een Wagen vol

gens

gens een Loopſtreek, evenwydig met den grond, voorwaarts getrokken, en verandert ten dien opzigte onophoudelyk van plaats, terwyl hy egter ondertuſſchen het Middelpunt en Beweeging van de Raden is en blyft, Zomtyds zelfs 't de werking en kragt van een Bezield Lighaam, die ten Steunpunt verſtrekt; gelyk wanneer twee Menſchen eenig zwaar gewigt tuſſchen hen beiden aan een Draagboom of Stok draagen, van welken yder een eind op zyn Schouder legt of anderzins ophoudt. In zulken geval kan men naar welgevallen, een van beiden, wien men wil, of voor de Beweegkragt of voor het Steunpunt neemen.

IX. LES. INLEIDING.

De Snelheden rekent men naar de Ruimtens of Wegen, die de Beweegkragt en de Weêrſtand afloopen, of, volgens den aart en 't maakzel van 't Werktuig, afgeloopen zouden zyn, indien de een den anderen overwon en voortſleepte. Een Menſch, by voorbeeld, die een zwaar Lighaam, een Blok of Molenſteen door middel van een Windas voorttrekt, beſchryft, om 't Spil loopende,

De Snelheid

IX. LES. INLEIDING.

den omtrek van een Cirkel; terwyl hy dus in 't rond een zekeren weg aflegt, nadert ondertusschen ook het Blok een zeker eind wegs, en deeze twee wegen, van den Mensch en 't Blok afgeloopen, wyzen elks byzondere Snelheid aan; want de tyd, dienze 'er beide toe besteedden, was volkomen dezelfde en even lang. Dus kent men ook; als de twee Schaalen van een Weegschaal uit hoofde van haar Evenwigt in rust en stil blyven hangen, derzelver Snelheden uit den weg, dien ze beide, de eene al ryzende, de andere daalende, zouden afleggen, indien 'er Beweeging plaats greep.

Middelpunt der Zwaarte.

De Zwaarte is een kragt daar men zig of als Beweegkragt of als Weerstand dikwils in de Beweegkunde van bedient. Schoon dezelve wel aan alle de Gedeeltens der Stoffe, onder één en den zelfden omtrek begreepen, zonder onderscheid en even eens eigen zy, zullen wyze egter, om de zaak te eenvoudiger en daardoor verstaanbaarder te maaken, hier aanmerken, als of ze geheel vereenigd ware en gehuisvest werde alleen

in

in een enkel Punt, 't welk wy 't *Middelpunt der Zwaarte*, of *Zwaartepunt* noemen zullen. IX. LES. INLEIDING.

Centre de Gravité.

Dit Middelpunt der Zwaarte maakt niet altyd een en 't zelfde Punt uit met het Middelpunt der *Figuur*, of gedaante des Lighaams 't Is een Punt van dien aart, dat, zo men 'er een Lighaam aan ophangt of op ruſten doet, alle andere Deelen van dat Lighaam met hetzelve ook in ruſt zullen blyven, en wederom alle met hetzelve in Beweeging raaken, als men 't niet langer onderſteunt en ſtil houdt. Hier uit zal men ligtelyk begrypen kunnen, dat dit Punt zig niet in 't juiſte midden bevinden kan, dan alleen in Lighaamen, die overal eenpaarig van Stoffe en volkomen *Gelykſlagtig* zyn, en die een Regel maatige gedaante hebben. In een Kloot, by voorbeeld, die volmaakt rond, en overal juiſt van dezelfde Digtheid en volkomen eenpaarige Stof is, moeten alle halve Middellynen, elkanderen ten volle in Langte gelyk, en van een en dezelfde Zwaarte zyn: in Langte gelyk, om dat de Kloot volmaakt

Is niet altyd het zelfde als het Middelpunt der Gedaante van een Lighaam.

Hémogenes

IX. LES. INLEIDING.

rond is; even zwaar, om dat hy overal van een eenpaarige en dezelfde Stof is: alles ſtaat 'er derhalven in Evenwigt rondsom een Punt, dat het Middelpunt der Zwaarte en dat der Gedaante van 't Lighaam teffens is. Maar met een Pyl, wiens Punt met Yzer beſlagen is, of met een Schryfpen is 't geheel anders gelegen: indien men ze, op hun Lange, in twee gelyke Deelen verdeelt, zal 't eene Deel merkelyk zwaarder zyn dan het ander; en de Doorſnyding zal niet op het Middelpunt der Zwaarte van die Lighaamen geſchied zyn, ſchoon wel op het Middelpunt van derzelver gedaante:

Middelpunt der Zwaarte van verſcheiden Lighaammen.

Op dezelfde wys als men de ganſche Zwaarte van een Lighaam als in één eenig Punt vereenigd begrypt, verbeeldt men zig ook de Zwaartens van verſcheiden Lighaammen, die te zamen met malkander tot een en 't zelve einde met hun Gewigt werken, als in een oneindig kleine ruimte en plaatsſtip by een vergaderd en beſlooten. Wanneer verſcheiden zwaare Lighaamen aan een en 't zelfde Touw hangen, waar aanze met

Koo-

Koorden zyn vaſt geknoopt, kan men den gemeenen knoop daar alle Koorden aan 't Touw vaſt zyn, als het Middelpunt aanmerken van de Zwaarte van yder dier Lighaamen. Laat A en B dan de Middelpunten der Zwaarte zyn van twee hangende Lighaamen, beider werkingen zullen zig vereenigen in C, of in eenig ander Punt, waar men 't ook zou willen verkiezen, van de Lyn C D; behoudens egter dat de Gewigten van beide Lighaamen gelyk, en A even zwaar zy als B. Want zo, by voorbeeld, één dier Klooten van Hout, en de ander van Steen was, zou het Middelpunt van den zwaarſten van de twee nader aan de Lyn C D vallen, en de Lyn *a b* door de Loopſtreek der Zwaarte verdeeld worden in twee ongelyke Deelen, wier langſte end in dezelfde Evenredigheid zou ſtaan tot het kortſte, als het zwaarſte Gewigt ſtondt tot het ligtſte (*).

IX. LEIDING

PL. I. Fig.

Hoe

(*) [Dat is, indien *b* by voorbeeld, 2 Pond en *a* een Pond woog; zou de Lyn *a* D eens zoo lang moeten zyn,

IX. LES. INLEIDING.

Hoe groot ook het getal van zulke zwaare Lighaamen wezen mag, zoo dra men het byzonder Zwaartepunt van yder derzelven kent, valt het ook niet moeijelyk de Plaatsstip te bepaalen, daar alle hun kragten als zamenloopen en zig vereenigen: dewyl men de Afstanden van yder dier Zwaartepunten weet. Maar dit alles zal verstaanbaarder en duidelyker begreepen kunnen worden, wanneer wy de Werkingen van den Hefboom zullen verklaard hebben.

De Zwaartekragt als overal Eenpaarig aangemerkt.

De Zwaartekragt, weet men, is sterker of zwakker naar maate dat de Lighaamen het Middelpunt der Aarde, werwaarts zy neigen, nader zyn, of verder van hetzelve verwyderd. Maar op dat verschil zullen wy in 't vervolg van deeze Les geen agt slaan, om dat het op zoo klein een onderscheid van afstand, als 'er onder 't bereik van een Werk-

als de Lyn c D: en dus het langste gedeelte of 2 staan tot het kortste 1, als het zwaarste Gewigt 2 tot het ligtste 1. De Lood-lyn C D zou derhalven op een Punt, een derde gedeelte der Lyn *a b* van *b* verwyderd, vallen, en daar het gemeen Zwaarte-Punt der beide Lighaamen maaken.]

Werktuig vallen kan, nimmer zigtbaar is, of eenige merkelyke verandering geeft. Wy zullen derhalven altyd veronderſtellen, dat een Gewigt, wiens Val geen verſnelling krygt, overal, waar het zyn Werking doet, de zelfde Kragt, dezelfde Drukking oeffent. Een Emmer vol Water, die, als hy boven aan den mond van de Put is, 100 Pond op de Katrol weegt, zal men dan rekenen dat even zwaar was (het byzonder Gewigt van het Touw buitengeſteld) als toen hy nog 50 of 60 Voeten laager was: en iemand die een Klok luidt moet, ſtellen we, de zelfde kragt doen, 't zy het Kloktouw langer of korter, en de Klok dus eenige Roeden hooger of laager boven hem zy.

IX. LES. INLEIDING.

Wy zullen dus ook de Loopſtreeken der Zwaartekragt van twee Gewigten, die op eenigen afſtand van malkanderen hangen, als evenwydig aanmerken, ſchoon dezelve, om naauwkeurig te ſpreeken, een weinig naar elkander hellen en eenigzins moeten toeloopen, dewyl alle zwaare Lighaamen naar een en 't zelfde Punt, het Middelpunt der Aarde,

En derzelver Loopſtreeken als evenwydig.

IX. LES, INLEIDING.

de, neigen. Maar wy zyn 'er te ver van verwyderd, dan dat wy, het verwaarloozen van die wederzydsche naar-een helling der Zwaartelynen, eenige misrekening zouden behoeven te vreezen. (*).

De Wryving en Weêrstand der Middelstoffen ter zyden gesteld.

Om eindelyk alles, wat in eenig opzigt als vreemd, en tot ons tegenwoordig Onderwerp eigentlyk niet behoorende, kan worden aangemerkt, uit den weg te ruimen, en de zaak, zoo eenvoudig als mogelyk is, te behandelen, zullen we ook in deeze gansche Les geen agt geven op de wryvingen, noch op den weêrstand der Middelstoffen: twee dingen egter, daar men in de daadelyke oeffening wel degelyk op te letten heeft; en die of verwaarloosd, of niet op hun regte

(*) [De Plaats naamelyk, die een Werktuig beslaat, is zoo klein in vergelyking van den afstand van 't Middelpunt der aarde, dat men dezelve, zonder vrees voor misrekening, als een platte Oppervlakte mag aanmerken. Zie dit reeds voorheen een weinig breeder voorgesteld. II. DEEL 1 Stuk bladz. 325. Dus geeft het geen verschil in een Gebouw, wiens muuren, schoon ze 't strikt eigentlyk gesprooken niet zyn, men als evenwydig aanmerkt.]

te kragt en waarde geſchat, zeer merkelyke dwaalingen in 't berekenen der Uitwerkzels, die men van de Werktuigen verwagt, kunnen veroorzaaken: gelyk wy in de Derde Les toen we de Eerſte Wet der Beweeging verklaarden, hebben doen zien.

IX. LES. INLEIDING.

I. Deel. 2 Stuk. bl. 285.

EERSTE AFDEELING.

Van den Hefboom.

Denkbeeld van een Hefboom.

EEn Hefboom, op zyn Wiskonſtenaars aangemerkt, is niet anders dan een Regte Lyn, zonder eenige Zwaarte, waar op men de Afſtanden en de Plaatſen aanwyſt, daar de Beweegkragt, de Weêrſtand, en het Steunpunt ſtaan. Indien deeze Lyn, in de daadelyke oeffening, haar Zwaarte heeft, of krom is, moet men die Zwaarte berekenen, als of dezelve een gedeelte 't zy van de Beweegkragt, 't zy van den Weêrſtand uitmaakte, en haar kromte kan men altyd tot een Regte Lyn brengen, die den afſtand aantoont, waar op de twee kragten,

IX. LES. I. AFDEEL. *PL.* I. *Fig.* 2.

volgens de ſtrekking haarer Loopſtreeken, van elkanderen ſtaan, of wel, hoe ver eene dier kragten van het Steunpunt af is. Dus wordt, by voorbeeld, de kromme Hefboom E F G tot de regte Lyn *e g* gebragt en is dezelve in aart en kragt gelyk; en indien de twee armen E F van F G van Yzer of eenige andere merkelyke Zwaarweegende Stof gemaakt zyn, wordt yder van hun gerekend als of hy mede een gedeelte uitmaakt van het Gewigt van E of van G, 't welk hy ophoudt.

Deszelfs drie onderſchiden Zoorten.

Men telt doorgaans drie onderſcheiden Zoorten van Hefboomen naar de Verſchillende ſtanden, waar in men de Beweegkragt, den Weêrſtand, en het Beweeg-of Steunpunt op dezelve plaatzen kan. Indien men het voorbeeld van eenige beroemde Schryvers verkoor te volgen, zou men, 't geen ik Weêrſtand en Steunpunt genoemd heb, ook als twee Beweegkragten kunnen aanmerken; en dan zou de gewoone Onderſcheiding van drie Zoorten van Hefboomen geen plaats meer hebben; maar het komt my eenigzins

Traité de Mécbanique de Mr de la Hire.

ge-

gevoeglyker en tot beter begrip der meeſten geſchikter voor, dat ik de gebruikelykſte Leerwyze volge in een Les, die niet zoo zeer een uitgewerkte Verhandeling is over de Beweegkunde, als wel een eenvoudige Verklaaring ſlegts der Grondbeginzelen van die Weetenſchap. Tot beter denkbeeld derhalven van deeze drie Zoorten van Hefboomen en om derzelver onderſcheid op 't enkel inzien der Plaaten leevendiger voor 't oog te hebben, zal ik de Beweegkragt verbeelden door een Hand A, den Weêrſtand door een Gewigt B, en het Steunpunt door 't Spilletje of Schraagje C, gelyk in *Figuur* 3, 4, 5, 6, te zien is. (*).

Een

(*) [De Heer NOLLET noemt eigentlyk *Geſlagten* (*Genres*) van Hefboomen, en ſchryft yder wederom zyn byzondere *Zoorten* (*Especes*) toe, naar maate van den verſchillenden ſtand, waar in het Steunpunt van den Eerſten; de Weêrſtand van den Tweeden, en de Beweegkragt van den Derden Hefboom, nader by of verder af van één der anderekragten geplaatſt wordt: zoodat, indien het Steunpunt (Fig. 3 Plaat 1) in *c* was inplaats van in C, die Hefboom wel een Hefboom van het Eerſte *Geſlagt* zou zyn, maar een andere en byzondere *Zoort* onder dat Geſlagt.

IX. LES. I. AFDEEL.

Eerste Zoort. *PL.* 1. *Fig.* 3.

Tweede Zoort. *PL.* 1. *Fig.* 4.

Derde Zoort. *PL.* 1. *Fig.* 5.

Yder heeft zyn eigen Gestalte verandering en.

Een Hefboom van de Eerste Zoort noemt men, dien, by welken het Steunpunt tusschen de Beweegkragt en Weêrstand staat: als in *Fig.* 3, daar C tusschen A en B geplaatst is.

Die van de Tweede Zoort heeft den Weêrstand tusschen het Steunpunt en de Beweegkragt; gelyk in *Figuur* 4, daar B tusschen A en C staat.

De Derde Zoort heeft de Beweegkragt geplaatst tusschen het Steunpunt en den Weêrstand; als in *Figuur* 5, daar men A tusschen B en C ziet.

Yder van deeze drie onderscheiden Zoorten van Hefboomen heeft haar eigen byzondere verschillendheden en veranderingen van Gestalte, naar den verschillenden afstand, waar op men de Beweegkragt plaatst van het Steunpunt, met betrekking en in vergelyking van

slagt. Dog om verwarring te myden, dewyl wy ons doorgaans anders gewend zyn uit te drukken, en de zaak tog op één uitkomt, heb ik my aan de gewoone benaaming van *Zoorten* gehouden, en de verschillende standen en plaatzingen der kragten in die Zoorten, hun byzondere Gestalten genoemd.]

van den afstand, waar op dat zelfde punt IX. LES. I. AFDEEL. ſtaat van den Weêrſtand. Zo het Steunpunt, by voorbeeld, in *Fig* 3, in plaats van in C, in *c* ſtondt, zou de Hefboom egter altyd een Hefboom van de Eerſte Zoort zyn en blyven, ſchoon hy eenigermaate van geſtalte veranderd was en in gedaante verſchilde. Om zig derhalven over yder Hefboom, van welke Zoort hy zy, welk eene Geſtalte hy hebbe, wel en nauwkeurig uit te drukken, moet men zeggen; „ 't is eeu Hefboom van die „ of die Zoort; en de afſtanden der Beweeg- „ kragten en Weêrſtanden van het Steunpunt „ ſtaan tot malkander in deeze of die even- „ redigheid, als van 2, by voorbeeld, tot 3 „ of tot 4, of 5".

PL. I. *Fig.* 3.

Snelheids rekening van de Beweegkragt en Weêrſtand.

De afſtand waarop deeze twee kragten, de Weerſtandbiedende kragt, naamelyk, en de Beweegkragt, ſtaan van het Steunpunt, bepaalen den Weg, dien yder van dezelve heeft af te leggen, en bygevolg ook de Snelheid, waar meê ze bewoogen zal worden, Want dewyl de eene niet van plaats veranderen kan, zonder dat de andere ook meê be-

IX. LES. 1. AFDEEL. *PL.* 1. *Fig.* 6.

bewoogen wordt, ziet men ligt, dat de Beweegkragt A, niet meer tyds besteeden zal met den Boog A *a* af te loopen, dan de Weêrstand B noodig zal hebben om den zynen B *b* te beschryven. En als de Tyden gelyk zyn, moeten de Snelheden, waar meê twee of meer Lighaamen bewoogen worden, berekend worden naar de Wegen, die ze afloopen of afgeloopen zouden hebben; gelyk we voorheen zeiden toen we van de Eigenschappen der Beweeging spraken. Dewyl nu de Boogen A *a* en B *b* tot malkander staan in de zelfde evenredigheid als hun halve Middellynen, A C en B C, kent men derhalven, zoo dra men deze twee afstanden A C en B C weet, ook de Snelheid van de Beweegkragt en van den Weërstand. (*). Hier uit volgt.

1. Deel. 2. Stuk. bladz. 264.

1. Dat

(*) De Boog A *a* staat tot de Boog B *b* als de halve Middellyn A C tot de halve Middellyn B C: dewyl alle omtrekken van Cirkels, gelyk bekend is, dezelfde evenredigheid tot malkander hebben als derzelver heele of halve Middellynen. Laat nu A C eens zoo groot zyn als B C dan zal de Boog A *a* ook eens zoo groot zyn als de Boog B *b*: de Weg der hal-

IX. LES. I. AFDERL.

1. Dat een Gewigt, wanneer 't, of als een Beweegkragt, of als een Weêerstand, werkt door middel van een Hefboom, die Waterpas gesteld is, zoo veel te grooter kragt heeft, naar maate dat het verder van het Steunpunt af is.

Hoe verder afstand van 't Steunpunt hoe grooter kragt.

2. Dat twee gelyke Gewigten op een dergelyken Hefboom tegenelkanderen over gesteld, Een Evenwigt kunnen maaken, dan alleen wanneer ze beide evenver van 't Steunpunt

Gelyke Gewigten maaken op gelyken afstand Evenwig

halven dien A afloopt is eens zoo groot als de Weg van B; bygevolg de Snelheid van A ook eens zoo groot als die van B; dewyl ze beide even veel tyd besteeden. Is nu de afstand van A eens zoo groot als de afstand van B, dan zyn ook de Snelheden als de afstanden. Een afstand B C geeft het Lighaam B één Snelheid: twee afstanden als A C geeven het Lighaam twee Snelheden; drie afstanden zullen drie Snelheden geeven, en zoo vervolgens. Men kent de Snelheden derhalven, zoo dra men de afstanden van 't Steunpunt weet, dewyl ze met den zelven Regel volgen. Men mag ze derhalven ook onverschillig voor malkander gebruiken, en om de maate der Kragt die yder doen kan, of hoeveelheid van Beweeging, gelyk in 't vervolg gezegd wordt, te kennen, den Inhoud der Gewigten met derzelver afstand van 't Steunpunt in plaats van de Snelheid, vermenigvuldigen.]

IX. LES. punt afſtaan, en volgens een regtdraats ſtrydige Loopſtreek werken.

I. AFDEEL.

Ongelyke Gewigten ſtaan in de omgekeerde reden hunner afſtanden.

3. Dat twee ongelyke Gewigten van wederzyden dezelfde kragt oeffenen, en dus in Evenwigt blyven, als hun afſtanden van het Steunpunt tot elkander ſtaan in de omgekeerde Reden van hun Zwaartens.

Deeze drie Voorſtellen zullen door middel van Proefneemingen nader opgehelderd en zigtbaar gemaakt worden.

EERSTE PROEFNEEMING,

Toeſtel.

Werktuig tot de Proeven meſt den Hefboom. *PL.* 1. *Fig.* 7.

Figuur 7, verbeeldt een regtſtandig Vlak, Loodregt op een Voetſtuk ſtaande, en in zyn midden met een doorgaande Sleuf H I geopend. K is een zoort van Beugel dien men door middel van een Staartſchroef, welke door de Sleuf heen ſteekt, en van agter, aan den anderen kant van 't Vlak, met een Moertje aangeſchroefd wordt, overal, op welke plaats van de Sleuf men wil, kan vaſt zetten. L M is een Metaalen Bosje, 't welk op twee Spillertjes in den Beugel

draait

draait, daar men den Hefboom N O door heen steekt, die 'er in geklemd, en op zulk een plaats van zyn langte, als men verkiest, vastgehouden wordt. Op deeze wys kan men het vast Punt, het Punt van Beweeging, niet alleen op 't regtstandig Vlak, maar ook op den Hefboom zelven van stand en plaats doen veranderen. De twee uiteinden van den Hefboom zyn doorboord, om 'er Gewigtjes aan te kunnen hangen, die weder elk van onderen met een Ringetje voorzien zyn, om 'er weer anderen aan te haaken. P is een stukje Tegenwigt, dat men aan den Hefboom rygt, en 'er op de Behoorlyke plaats aan vast maakt, om hem in Evenwigt met zig zelven te doen blyven, en zyn één end even zwaar als 't ander te houden als men 't Steunpunt niet in 't juiste midden plaatst van zyn langte. Q is een Katrolschyfje, op zyn As ongemeen ligt beweegbaar, wiens beugeltje, dat Vorksgewys gemaakt is, men boven op den rand van 't Vlak, en op welke plaats men daar wil, vastzet. Om 't Schyfje loopt een Koord,

IX. LES. I. AFDEEL.

IX. LES. I. AFDEEL. waar aan de eene zyde een Gewigt, en aan de andere een Haak hangt, die den Hefboom vat en ophoudt in gevallen wanneer het vaſt Punt aan een van deszelfs uiteinden geplaatst is.

Met dit Werktuig, op zulk eene wyze toegeſteld, kan men de Proefneemingen doen met allerhande Hefboomen van alle drie de Zoorten, en derzelver byzondere geſtaltens, de Beweegkragt en den Weêrſtand naar welgevallen veranderen, en niet alleen derzelver afſtanden van het Steunpunt, maar ook derzelver Zwaartens en volle kragt van Werking op alle mogelyk verſchillende wyzen neemen: en door middel van het Tegenwigt P maakt men den Hefboom altyd tot een Wiskonſtenaars Lyn, onbuigbaar, en als zonder eenige eigen Zwaarte.

Dit Werktuig nu, gelyk we veronderſtellen, genoegzaam beſchreeven en begreepen zynde, zullen wy hetzelve in onze Plaaten niet telkens wederom vertoonen, maar yder Proefneeming enkel met Lynen afbeelden, om in onze Ophelderingen alles

wat

wat eenigermaate vreemd is en tot het onderwerp eigentlyk niets doet, voorby te gaan en de Aandagt van den Leezer alleen met het ſtuk, daar we van ſpreeken, bezig te houden. IX. LES. I. AFDEEL.

Wanneer men derhalven den Hefboom op zulk eene wyze geſteld heeft, dat deszelfs vaſt Punt, het Steun of Beweegpunt, zig tuſſchen de twee Gewigten bevindt, gelyk in *Figuur* 8 te zien is, kan men deeze volgende Uitwerkzels opmerken. *PL.* I. *Fig.* 8.

Uitwerkzels.

1. Indien het vaſt Punt in *a*, dat is, in 't juiſte midden van den Hefboom is, en denzelven dus in twee gelyke armen verdeelt, zal een Beweegkragt van één Pond een Weêrſtand van dezelfde zwaarte, van een Pond, ophouden. Proeven met den Hefboom van de Eerſte Zoort.

2. Zo het vaſt Punt in *b* geplaatſt wordt, is de arm, daar de Beweegkragt op werkt. *bp* naamelyk, eens zoo lang als die van den Weerſtand, of *br*; en zal één pond Gewigts in P twee Ponden in R ophouden.

IX. LES. I. AFDEEL.

3. Plaatst men het vast Punt in *c*, dan is de arm *cp* driemaal zoo lang als de arm *cr*, en zal hetzelfde Gewigt van één Pond in P nu drie Ponden, in R hangende, ophouden.

II. PROEFNEEMING.

Toestel.

PL. 1. *Fig.* 9.

Men moet het Werktuig, dat wy zoo aanstonds beschreeven hebben, op zulk eene wyze stellen, dat het vast Punt zig aan één der uiteinden van den Hefboom bevinde, en dat men den Ring of Haak, daar de Hefboom in gevat wordt, door de Beweegkragt P opgehouden, plaatzen kan eerst op den Stip 2, en naderhand op 1: gelyk in *Figuur* 9 staat afgebeeld.

Uitwerkzels.

Proeven met Hefboomen van de Tweede en Derde Zoort.

In het eerste geval maakt R, die één Pond weegt, Evenwigt met P, wiens zwaarte $1\frac{1}{2}$ Pond is. In het tweede geval moet men, om het Evenwigt te krygen, aan de twee Gewigten een evenredigheid geeven als van

3 tot

3 tot 1; dat is, het één driemaal zwaarder dan 't ander maaken. Het gewigt P, dat slegts ééne Langte wegs van het Steunpunt afstaat, moet 3 Pond weegen, terwyl het ander R, op den derden afstand is, 'er maar één weegen moet. IX. Les. I. AFDEEL.

Deeze Hefboom, die eigentlyk een van de Derde Zoort is, (want wy merken het Gewigt *P* als de Beweegkragt, en R als den Weêrstand aan.) Kan ook even gevoeglyk dien van de Tweede Zoort verbeelden, indien men slegts de naamen van Beweegkragt en Weerstand verwisselt, en P Weerstand, R Beweegkragt noemt.

Opheldering.

De Grondbeginzels, die we vooraf gestaafd hebben, maaken, dat 'er tot nader Opheldering der Uitwerkzels, in deeze twee eerste Proefneemingen gezien, zeer weinig te verklaaren valt. Men kent de werking of kragt van een Lighaam uit de hoeveelheid van Beweeging, die het heeft of hebben zou, Den Inhoud met de Snelheid vermenigvuldigd, maakt in de Hefboomen het Evenwigt.

IX. LES. I. AFDEEL.

indien 't niet tegengehouden werde; en om die hoeveelheid van Beweeging te vinden vermenigvuldigt men den Inhoud van 't Lighaam met deszelfs Snelheid. Aan een en denzelfden Hefboom kunnen de Beweegkragt en de Weêrstand zig niet beweegen, dan beide te gelyk, even lang en op denzelfden tyd. Haare Snelheden derhalven, dat is die Snelheden, die ze bezitten of bezitten zouden, indien 'er werkelyk beweeging plaats hadt, kunnen van elkanderen niet verschillen dan alleen in de Ruimte en Weg, dien de een korter, de ander langer, in den zelfden tyd heeft afgeloopen. Ziet men dan dat op een Waterpas gestelden Hefboom, die door 't Steunpunt in twee gelyke Armen verdeeld wordt, één Pond Gewigts met één Pond Evenwigt maakt, gelyk in 't eerste Uitwerkzel van de Eerste Proefneeming bleek, zulks komt daar van daan, dat die Hefboom zig niet beweegen kan, zonder dat de twee Gewigten gelyke Boogen beschryven, gelyke Wegen afloopen in een en denzelfden tyd; of 't geen op hetzelfde uit-

komt,

komt, zonder dat ze met gelyke Snelheden bewoogen worden. Die gelykheid van Snelheden, en gelykheid van Inhoud, daar ze beide van weerskanten meê voorzien zyn, brengen gelyke werkingen of kragten voort, die, dewylze regtdraads tegen elkander werken, elkander ook onderling vernietigen en dooden. En dit is 't juist, 't geen men Evenwigt maaken noemt. IX. LES. I. AFDEEL.

In het tweede Uitwerkzel ziet men een Pond, dat 'er twee ophoudt; om dat het, naamelyk, op zulk een wys geplaatst is, dat het tweemaal meer Snelheid zou hebben, dan dat Gewigt van twee Ponden, daar het tegen over staat. De Inhoud als van 1 met 2 Snelheden vermenigvuldigd, staat gelyk met 1 Snelheid vermenigvuldigd met 2 Inhouden; dewyl ze beiden, de een zoo wel als de ander, 2 uitmaaken. Deeze berekening zal men met weinig moeite ook op de andere Uitwerkzels kunnen toepassen (*)

Be-

(*) (De Kragten of Werkingen, naamelyk, die de Beweegkragten en Weêrstanden op den Hefboom doen,

IX. LES. I. AFDEEL.

Besluit.

Bekend Voorstel van *Archimedes.*

Dewyl een Beweegkragt, door middel van een Hefboom werkende, hoe langs hoe meer in kragt toeneemt, naar maate zy verdoen, zyn als dezelver Hoeveelheden van Beweeging. De Hoeveelheid van Beweeging is de Inhoud vermenigvuldigd met de Snelheid. De Snelheden, dewyl de tyden gelyk zyn, zyn als de Boogen of afgeloopen Wegen. Deeze zyn als derzelver halve Middellynen, dat is, de afstanden van 't Steunpunt. Om derhalven de Kragt en Werkingen der Beweegkragten en Weerstanden te kennen, heeft men slegts derzelver Inhoud te vermenigvuldigen met hun afstanden van 't Steunpunt. Als de uitkomsten deezer berekening van weêrszyden aan elkaar gelyk zyn, maaken ze Evenwigt. Laat ons dit door de voorbeelden van de I en II Proefneemingen kortelyk ophelderen.

PL. I. *Fig.* 8.

I *Proefn.* 1 Geval, als *a* t' Steunpunt is. De afstand *ap* is gelyk aan den afstand *ar*, en 't Gewigt P gelyk aan 't Gewigt R. Dus zyn de afstanden en Inhouden, en bygevolg de hoeveelheden van Beweeging, wederzyds gelyk, 't geen Evenwigt maakt. Want 1x1 = 1x1. (†).

2 Geval: *b* het Steunpunt. *bp* of 2 afstanden vermenig-

(†) x betekent vermenigvuldigd, = is, of staat gelyk, —, als $\frac{3}{2}$, gedeeld, 3 gedeeld door 2. B b is het is hetzelfde als B x b of B vermenigvuldigd met b.

verder van het Steunpunt verwyderd is, gelyk men uit de voorgaande Proefneemingen heeft kunnen zien, zo mag men'er dit Besluit uit trekken, dat een zeer geringe Beweegkragt door middel van een genoegzaam lan. IX. LES. I. AFDEEL.

gen

nigvuldigd met P een Pond zwaar, dat is 2, staat gelyk met *br* 1 afstand, vermenigvuldigd met R, 2 Ponden, dewyl het ook 2 uitmaakt. 2x1 = 1x2.

3 Geval, *c* Steunpunt. *cp* 3 afstanden x met P. 1 is gelyk aan *cr* 1 Afstand x met R 3 Ponden. 3x1 = 1x3.

II *Proefn.* I Geval. P op 2 Werkende. 2 Afstanden met 1 $\frac{1}{2}$ Pond gewigt, 't welk P weegt. is gelyk aan 3 Afstanden met R van 1 Pond vermenigvuldigd. 2x1 $\frac{2}{1}$ = 3x1.

2 Geval. P op 1. 1 Afstand x met 3 Pond, als P nu weegen moet, staat gelyk met 3 Afstanden met R 1 Pond vermenigvuldigd. want 1x3 = 3x1.

De Algemeene Regel is derhalven, dat 'er Evenwigt is, als de Inhouden met hun Afstanden vermenigvuldigd, van weêrszyden gelyk zyn: hier uit kan men gemakkelyk de byzondere regelen afleiden, om, wanneer een der vier onbekend is, dezelve uit de Bekende te vinden. Wy zullen, kortheids halven, de Beweegkragt door de Letter B, derzelver afstand van 't Steunpunt door *b*, den Weêrstand door W, en deszelfs afstand door *w* betekenen. De algemeene Regel van 't Evenwigt, dus uitgedrukt, is derhalven B b = W w. Bygevolg W, *w*, en b bekend zynde, om B te vinden, moet men W w *PL.* 1. *Fig.* 2.

IX. LES. I. AFDEEL.

gen Hefboom een andere kragt, die oneindigmaal grooter is, in Evenwigt houden of oververdeelen door *b*, dat is, den Weêrstand en deszelfs afstand van 't Steunpunt met malkander vermenigvuldigd, verdeelen door den afstand van de Beweegkragt. Want B b = W w geeft B = $\frac{W w}{b}$. Even als, by voorbeeld, 3x4 = 2x6 geeft 3 = $\frac{2x6}{4}$. Want 12 is = aan 12 en 3 = aan 12 gedeeld door 4.

W, w, B bekend, om b te vinden: W w gedeeld door B. want B b = W w geeft b = $\frac{W w}{B}$ of 4 = $\frac{2x6}{3}$.

B, b, w bekend, om W te vinden: B b gedeeld door W. Want $\frac{B b}{w}$ = W. of $\frac{8x4}{6}$ = 2.

B, b, w bekend, om W te vinden: B b gedeeld door door W. Want $\frac{B b}{w}$ = W. of $\frac{3x6}{2}$ = 6.

Als men de twee Kragten, B en W, alleen kent moet men, om te weeten waar men 't Steunpunt zetten moet, om Evenwigt te maaken, het grootste deelen door het kleinste, en den afstand van dit kleinste zoo veel maalen langer neemen als het ander grooter is dan dit. By voorbeeld: 3 gedeeld door 2, toont dat B $1\frac{1}{2}$ grooter is dan W: ik moet derhalven den afstand van W $1\frac{1}{2}$ langer maaken dan dien van B: en bygevolg, zo ik B een arm als van 4 deelen geef, aan W, 4 en de helft van 4 dat is 2, of 6 deelen geeven. Want 3x4 = 2x6. Of, wil men eenigzins klaader voorbeeld. Laat B 9 Pond,

W 5

overwinnen kan, *Archimedes* hadt derhalven geen ongelyk, toen hy zeide, dat hy de ganſche Aarde zou opligten, zo men hem ſlegts een vaſt punt, buiten dezelve en 'er ganſchelyk

W, 3 Pond weegen: 9 gedeeld door 3 geeft 3. Ik kan derhalven B een afſtand geeven van 1 en W van 3: van 2 en 6: van 3 en 9, en zoo vervolgens: Want 9x1 = 3x3. 9x2x3x6. 9x3 = 3x9. &c.

Uit deeze twee Proefneemingen worden ook de drie algemeene Voorſtellen, daar de Heer NOLLET bladz. 31 van ſprak, duidelyk opgehelderd. *PL.* 1. *Fig.* 1.

1. *Hoe verder afſtand van 't Steunpunt het grooter kragt.* De Beweegkragt P, die, als het Steunpunt in *a* is, de kragt van 1 Pond heeft, doet, als 't in *b* is, een kragtals van 2 Ponden: en, 't Steunpunt in *c* zynde, als van 3 Ponden

2. *Gelyke Gewigten maaken op gelyken afſtand Evenwigt.* Want als *a*, juiſt in 't midden, Steunpunt is, hangen de gelyke Gewigten P en R in Evenwigt.

3. *Ongelyke Gewigten ſtaan in de omgekeerde reden hunner Afſtanden.* P ſtaat tot R als r b tot b p: of r c tot c p, dat is p 1 Pond tot R 2 Pond als 1 afſtand tot 2 afſtanden, 1 Pond tot 3 Pond, als 1 afſtand tot 3 afſtanden. Met de twee andere Zoorten van Hefboomen in *Fig.* 9, is het, gelyk yder merken kan, even eens gelegen.

Zoo dra men nu het Evenwigt van de Beweegkragt en den Weerſtand kent, weet men dat 'er aan den kant van de Beweegkragt ſlegts een weinig kragts meer behoeft bygedaan en aangewend te worden, om te kunnen werken, den Weêrſtand te overwinnen, 't Gewigt, Pak, &c. op te ligten, te verplaatzen.

IX. LES. I. AFDEEL.

lyk van afgescheiden, kon aanwyzen, om 'er zyn Steunpunt van te maaken. Want indien hy op dat Steunpunt een Hefboom geplaatst hadt, wiens arm naar den kant van de Beweegkragt, den anderen arm, daar hy den Aardbol aan vast zou gemaakt hebben, zoo veel of wat meer in langte te boven ging, als het Gewigt van onze geheele Aarde de kragt, die een Mensch doen kan, overtreft, kan men uit de voorheen gestaafde Grondbeginszels ligtelyk afleiden, dat hy in staat zou geweest zyn om zyn belofte te volbrengen: by wyze Betooging naamelyk, gelyk men van zelfs begrypt. Want het is zeer onnoodig, dat ik den Leezer waarschuw, dat de Hefboom, daar hy zig tot het verrigten van dergelyk een Werkstuk zou hebben moeten bedienen, niets anders is, en nooit iets anders zyn zal, dan een enkele Harssenschim, zoo wel als het vast punt buiten de Aarde, dat hy tot zyn Steunpunt begeerde. (*).

(*) [De Betooging is gemakkelyk. Zoo dra men de Zwaarte der Aarde kent, de langte van dien arm

Gevolgen.

IX. LES. I. AFDEEL.

De Hefboomen zyn van zoo algemeen en menigvuldig een gebruik, niet alleen in de Konsten, maar zelfs in 't Burgerlyk Leeven, en 't Beweegkonstig gestel der Natuur, dat men ze, zo men slegts de minste opmerking heeft op 't geen men dagelyks ziet, genoegzaam overal ontmoet. Wy zullen ons slegts tot eenige weinige Voorbeelden bepaalen, om ons niet met een al te breedvoerige en noodelooze optelling en beschryving op te houden.

Menigvuldig gebruik van den Hefboom.

De Timmerlieden, Metzelaars, en ande

De Koere voet.

arm van den Hefboom, daar Archimedes dezelve aan vast zou maaken, en de kragt die hy doen kon met zyn Lighaam: heeft men de twee eerste slegts met malkander te vermenigvuldigen en te deelen door het laatste: daar door krygt men de langte van den anderen arm des Hefbooms en bygevolg het Evenwigt. Want, gelyk voorheen, W, w, B, bekend zynde is $b = \frac{Ww}{B}$. De Nederduitsche Leezer kan het kortelyk by den Heer MUSSCHENBROEK in zyn *Natuurkunde* bladz. 147: en omstandiger by den Heer DESAGULIERS bladz. 52, uitgerekend vinden.)

IX. LES. I. AFDEEL. re Werklieden, die zomtyds groote Steenen of zwaare ſtukken Houts vertillen en verzetten moeten, maaken zeer dikwils gebruik van eentamelykelange Yzeren Staaf, genoegzaam geheel rond, en aan 't één einde een weinig geboogen als met een elleboog en plat gemaakt. Van dit werktuig, doorgaans een *Koevoet* genaamd, bedient men zig inzonderheid op deezetweederleye wys. Zomtyds het platte end, dat men de *Klaauw* of den *Voet* noemt, tuſſchen het Stuk, dat men beweegen wil, en den grond, daar 't op ruſt, inſteekende, doet men den Elleboog A op eenig hard Lighaam draagen; men drukt vervolgens op het ander end van de Staaf, en dwingt het naar beneden, en ligt dus het Stuk op; wel niet zeer hoog, om de waarheid te zeggen, maar egter hoog genoeg om 'er een Touw, een Rol, of iets dergelyks onder te kunnen ſteeken, 't geen meeſtentyds alles is wat men bedoelt. In andere gevallen ſteekt men den platten voet een weinig dieper onder 't Stuk dat men verzetten of verſchuiven wil, en dan den ſteel

aan

aan 't ander end opligtende en om hoog drukkende, doet men de Kragt tegen het gedeelte C, dat op den steel rust, werken.

De Koevoet is, gelyk men ziet, niets anders dan een Hefboom, en wel van de Eerste Zoort, als men 'er zig opdiewys, gelyk wy in 't eerste Geval gezegd hebben, van bedient: want dan bevindt zig het punt A of Elleboog, dat het Steunpunt is, tusschen den Weerstand en de Beweegkragt. In 't laatste Geval is hy een Hefboom van de Tweede Zoort; dewyl de Weerstand hier geschiedt in het punt C, dat tusschen de Beweegkragt is en tusschen het uiteind van den platten voet, dat op den grond, als zyn Steunpunt, draagt (*)

De-

(*) (Men ziet ook klaar de uitwerking van dit onderscheid: want in 't eerste Geval, *Fig.* 10, is zeer weinig Kragt genoegzaam, om een zeer zwaaren Steen, Balk of andere Last, een weinig op te beuren: in het tweede Geval, *Fig.* 11, wordt ongelyk meer Kragt vereischt, en zo veel meer, als men de Koevoet, of eenig ander Werktuig, verder onder het Lighaam steekt: zo dat men ze dikwils genoodzaakt is te rug te haalen, doch dan is ook de uitwerking in 't opligten kleinder: want hoe langer de Arm is van de

IX. LES. I. AFDEEL.

Dewyl men zig van dit Werktuig doorgaans inzonderheid bedient, om zeer zwaare Stukken op te ligten of te verzetten, is het gedeelte van den Elleboog, dat tot een Steunpunt gebruikt wordt, of daar de kragt van den Weerstand opgeschiedt, altyd zeer ver van 't ander end van de Staaf, dat men in de hand neemt; daar door staat de Beweegkragt altyd merkelyk verder van het Steunpunt, dan de Weerstand 'er van af staat, en heeft, door dien stand, op denzelven een zeer groot voordeel.

De Riemen.

De Riemen der Schuitevoeders en Zeelieden zyn Hefboomen van de tweede Zoort, wier eene endtegen het Water, als het Steunpunt, staat en drukt, terwyl de Beweegkragt, aan 't ander end van de Riem geplaatst, met haar poogingen werkt op dat gedeelte van de Schuit, daar de Riem aan dezelve vast is

de Hand tot aan C, hoe gemakkelyker men werkt, om dat de Kragt zo veel ten opzigt van den Weerstand toeneemt: te meer daar de andere Arm, van C tot aan den Grond, tevens korter wordt, 't welk den boog B *b*, of den Weg dien 't Ligchaam opryst, verkleint. Vergelyk *Fig.* 4 en 6, omgekeerd. H.)

is. Dat punt, 't welk het punt van weêrstand is, verdeelt de gansche langte van de Riem in twee Deelen, wier een het Water slaat, terwyl het ander door de armen van den Roeier in beweeging gebragt wordt. Het zou buiten twyffel merkelyk voordeel geeven, dat men die beide gedeeltens van de Riem zeer lang maakte: het eerste gedeelte, om dat men 'er dan een vry grooter vak Waters meê zou kunnen treffen, en het Steunpunt dus merkelyk vaster en minder beweegbaar maaken: het ander, om dat men daar door een grooter afstand zou krygen tusschen de Beweegkragt en het Steunpunt. Maar daar zyn ook Inzigten, waar men aan den anderen kant op te letten heeft, en die naar verschil van omstandigheden vereisschen, dat men zig aan een zekere langte en maat houde.

Men kan de Riemen, naamelyk, naar dat end daar de Beweegkragt werkt, te weeten binnensboordts, niet verlangen, zonder dat men de Beweeging, die 'er zou moeten geschieden, veel grooter doet worden. De Beweeging, die een Mensch met zyn Lighaam

IX. LES. A F- DEEL. maaken kan, is binnen een zekere uitgestrektheid van plaats bepaald: zoo dra hy daar buiten gaan wilde, zoude hy zig te zeer afmatten. Men ziet 'er een duidelyk blyk van, in 't roeien der Galeiboeven, als zy met hun Vieren of Vyven aan ééne Riem staan. Zy, die aan 't uiteinde van de Riem geplaatst zyn, schoon men 'er doorgaans de sterkste Karels toe neemt, kunnen zoo geweldig eene Beweging ter naauwernood eenige weinige jaaren uithouden: in kleindere Schuitjes daarenboven, waar in één Mensch met twee Riemen roeit, is die langte ook nog bepaald door de kleine tusschenwydte, die 'er is van het eene boord tot het ander: want de Roeier, die in 't midden zit, is de Beweegkragt, die beide de Riemen moet doen werken; en kan zig van 't eene boord niet verwyderen, zonder het ander te naderen, en bygevolg aan de eene Riem te verliezen, 't geen hy winnen zou aan de andere.

Riemen, die, naar de zyde van 't Water grootelyks verlangd zynde, ver buiten boord uitslaan, verciffchen een ruim onbelemmerd

Vaar-

water. Men zou 'er zig in naauwe Graften of Vaarten en op kleine Rievieren niet wel van bedienen kunnen, noch op Water, die veel bogten en inhammen hebben, of met eilandjes, rotzen en ondieptens bezet zyn; nog zelfs op Reëen en in Havens daar veel Scheepvaart is, om de menigte van Vaartuigen en belemmeringen, die men daar doorgaans ontmoet. Om deeze en dergelyke reden is 't ook buiten twyffel, dat men Verschillende Zoorten van Riemen gebruikt, en dezelve van gestalte en langtens verandert, naar de verscheiden omstandigheden der plaatzen, en de verschillende wyzen, waar op men 'er zig van bedienen wil. IX. LES. I. AFDEEL.

Een Vast Snymes is ook een Hefboom van de tweede Zoort. Want met het eene end op een Tafel vastgemaakt, en daar om een vast punt, 't welk zyn Steunpunt is, draaiende, drukt men 't met de hand, die het slegts gevat heeft, tegen een Brood, dat men 'er meê doorsnyt. Snymessen.

De Wip en de Ophaalbrug is een Hefboom van de eerste Zoort. Men zal 'er zig ligte- Ophaalbruggen en Wippen.

IX. LES. 1. AFDEEL.

lyk een denkbeeld van kunnen maaken, als men zig het *Wippen* der Jongens herinnert. Een lange Balk of Spar steunt in 't midden op iets dat hooger is dan de grond; de jongens, die op de beide uiteinden zitten, doen elkander beurtelings in de hoogte ryzen, en opwippen, als de één, door den grond met zyn Voet of anderzins te stooten, dien Arm van den Hefboom, daar hy op zit, van een gedeelte van de zwaarte zyns Lighaams ontlast, en denzelven daar door ligter dan den anderen Arm maakt.

Schaaren Nyptangen, en allerhande Tangen.

De Schaaren, Nyptangen, en allerhande Zoorten van grooter en kleinder Tangen en Nypertjes zyn alle niets anders dan Hefboomen, by paaren aan elkander gekoppeld. De Kragt, die men 'er met de hand of vingers, daar men de twee Armen meê bestiert, aan doet, moet men als de Beweegkragt aanmerken; den Nagel, het Pennetje, of iets dergelyks dat hun aan elkanderen hegt, als het Vaste Steunpunt, aan beide de Hefboomen gemeen; en alles wat men 'er meê snydt of vat als den Weêrstand.

On-

Onder deeze Zoorten van Werktuigen zyn, 'er zommige, die geschikt zyn om 'er zeer groote kragt meê te doen, gelyk de groote Metaal of Koperschaaren, by voorbeeld, daar de Blikslagers en Koperslagers gewoon zyn hun Metaal meê te snyden. Deeze hebben zeer lange Armen in vergelyking van de snydende stukken, die men de Messen of Bladen noemt. Op die wys wordt de Beweegkragt, die dus met een zeer langen Arm van den Hefboom werkt, in staat gesteld om een geweldigen Weêrstand te kunnen overwinnen. Om een regt strydige reden geschiedt in de gemeene Haardtangen en in die kleinder Zoort van Tangetjes, welke men *Handtangetjes* zou mogen noemen, en daar men geen andere kragt meê te doen heeft, dan slegts eenige ligte Vuurkooltjes te vatten en over te brengen, die ganische Weêrstand aan de uiteinden van twee lange Armen, die Hefboomen zyn van de Derde Zoort. De plaats daar ze met een Nagel, Scharnier, of zwakke Veer aaneengekoppeld zyn, is het Steunpunt: de Hand, die hen be-

IX. LES. I. AF. DEEL.

Badines

IX. LES. I. AFDEEL. beweegt en werken doet, de Beweegkragt.

De Schaaren, die men tot Knippen gebruikt, zyn doorgaans lang van Armen, en kort van bladen. Niet juist om dat men veel kragts noodig heeft om een dun Papier of iets dergelyks door te snyden: maer op dat de Schaar, dewyl men in 't uitknippen zomtyds eenige gedeeltens snyden en in hun geheel bewaaren moet, zoo geschikt zou zyn, dat men ze op 't oogenblik als men wil stil houden en de Snede stuiten kan. En dit kan zeer gemakkelyk geschieden, als de Beweeging der Vingers, die de Armen bestieren, merkelyk ruimer is en grooter van uitgestrektheid dan die der Bladen.

De Leden der Dieren. De Vingers, eindelyk, de Armen en Beenen der Dieren, zyn ook Hefboomen of Zamenkoppelingen van Hefboomen, door wier middel de kragt der Spieren op de gevoelykste en voordeeligste wys werken kan, 't zy om het Lighaam van plaats te doen veranderen, 't zy om van alles wat hetzelve nuttig is of noodig gebruik te maaken. of 't

geen

geen ſchadelyk zyn zou af te weeren. Een beroemd Schryver heeft alles wat 'er in dat wonderbaar Beweegkonſtig geſtel 't merkwaardigſt is, breedvoerig ſtuk voor ſtuk in een Werk met voordagt ten dien einde geſchreeven aangetoond: die eenigen ſmaak in de *Ontleedkunde* heeft, zal 'er zig naar zyn genoegen uit voldoen kunnen (*)

IX. LES. I. AF. DEEL *Borelli de motu Animalium* *Anatomie*

In

(*) [Ik zal hier nog kortelyk eenige voorbeelden opnoemen van dagelyks voorkomende Hefboomen.

De Helmſtok van een Roer, de gemeene Kaars ſnuiter, een Buigtang, Handſpaaken daar men een Windaas, Rad of Spil meê omwindt, een Horolgie Sleutelt je, verſcheide Zoorten van Greepen of Werktuigen die men gebruikt om Schroeven los te draaien, en alle andere dingen van dergelyken aart en Werking, zyn Hefboomen van de Eerſte Zoort. De As van de Spil, en 't Vierkant Staafje, van de Schroef, is in de drie laatſte voorbeelden het Steunpunt daar ze omdraaien, derzelver halve Middellynkan men voor den Arm neemen daar de Weerſtand geſchiedt, terwyl men de andere halve Middellyn of Arm, daar de Kragt op werkt, door de ſtraksgemelde Werktuigen verlangt.

Tabakkervers, Snymeſſen daar Apothekers en Drogiſten hunne Kruiden mee kerven, het werktuig waar mee men Stoo kort en klein ſnyt; een Deur, een Hek, een Venſter, die op hun Hengzel's als Steunpunten draaien, alles wat met Scharnieren zig

IX. LES. I. AFDEEL. Schuinze Kragten aan den Hefboom.

In de twee Eerste Proefneemingen, waar in wy den Hefboom Waterpas geplaatst veronderstelden, hebben wy voor de Beweegkragt en voor den Weerstand zwaare Ligthaamen of Gewigten gebruikt, die volgens de Beweegstreek der Loodlyn werkten, dat is volgens het beloop van Lynen, die, op 't oogenblik dat de Kragten begonnen te werken, een regten Hoek maakten met den Hefboom. Maar nu kan het gebeuren, en het gebeurt ook inderdaad zeer dikwils, zoo door de plaatzing van den Hefboom zelven, als door den aart der Kragten, die men 'er aan gebruikt, dat derzelver Werkingen op een

sluit en opent, een Nootekraaker, een Kruiwagen, zyn Hefboomen van de Tweede Zoort. Een Blaasbalg, die zyn Beweeg- en Steunpunt aan den Zamenloop der borden op 't boveneind van de Pyp heeft, terwyl de kragt aan de handvatten werkt, en de Lugt van binnen den Weerstand maake, is een dubbelde Hefboom van denzelfden aart. Het Roer van een Schip met zyn Roerpen of Helmstok t' zamen genomen, behoort ook tot deeze Zoort. Het water is het Steunpunt, 't Schip zelf, dat gestuurd wordt, de weerstand die verplaatst moet worden, even gelyk voorheen van de Riem is gezegd.

De

IX. LES. I. AFDEEL

een ſchuinze wys geſchieden: en dewyl in 't algemeen alle Kragt, die ſchuins werkt, minder vermogen heeft en Uitwerkzels, dan eene wier Werking regtſtreeks geſchiedt, is het zeker de moeite wel waardig dat men weete, wat men van die ſchuinsheid in 't gebruik der Hefboomen te wagten heeft.

Twee-derlei Gevallen.

Wanneer de Beweegſtreeken of Lynen, volgens welke de Beweegkragt en de Weerſtand veronderſteld worden te werken, ſchuins op den Hefboom ſtaan, en met den zelven, in zyn langte genomen, een Scherpen of Stompen Hoek maaken, kunnen 'er deeze twee gevallen plaats hebben. Die beide Kragten, de Beweegkragt naamelyk en de Weer-

De Droog en Schaapſcheerders Schaaren, van agteren met een Veerbeugel voorzien: de Treën van Draaibanken, Slypſteenen, Spinnewielen, zyn Hefboomen van de Derde Zoort: gelyk ook de Spieren waar door de verſcheiden Leden des Lighaams in beweeging gebragt worden en hunne Werkingen verrigten. De Leezer kan over derzelver aart en Werking naarzien het breedvoerig uittrekzel uit den Heer BORELLI, by den Hr. DESAGULIERS in zyn Natuurkunde, I. Deel. bladz. 124.

IX. LES. I. AFDEEL. Weerstand, kunnen evenwydig aan elkanderen loopen en beide even schuins en met een gelyken Hoek op den Hefboom staan; of ook kan 't gebeuren, dat ze, niet evenwydig zynde, min of meer schuins loopen, ende eene een grooter of een kleinder Hoek met den Hefboom maakt, dan de andere. Zie hier wat in deeze twee Gevallen inzonderheid opgemerkt en geweten dient te worden.

De Loodregtwerkende Kragt is de sterkste.

1. Een Vermogen, 't zy Beweegkragt, 't zy Weêrstand, doet dan de allergrootste kragt, die het ooit zou kunnen doen, wanneer deszelfs Beweegstreek Loodregt staat op den Arm van den Hefboom, aan wiens uiteind het werkt. Dus zou het Gewigt B in *Figuur* 12 niet meer in staat zyn om het Gewigt A, dat aan 't ander end van den Hefboom hangt, te evenaaren en op te houden, indien het, in plaats van volgens de Loodregte Strecklyn *b* B te Weegen, schuins volgens de Beweegstreek *b* E of *b* D op den Hefboom werkte.

P L. 2. *Fig.* 12.

Evenwydig werkende.

2. Twee Kragten, die aan de Armen van één en denzelfden Hefboom, de ééne aan dee-

deeze, de andere aan geene zyde, tegen el- IX. LES. I. AFDEEL.
kanderen aan werken, behouden dezelfde Kragten
evenredigheid van Kragt tot malkander, blyven
wanneer derzelver Streeklynen van Lood- elkaâr ge-
regt, gelyk ze waren, even ſchuins worden, lyk-
en beide een gelyken Hoek met den Hef-
boom beginnen te maaken. Ik wil zeggen,
dat indien de Gewigten P en R, by voor-
beeld, in *Figuur* 13, Evenwigt met malkan- *PL.* 2.
deren maaken, dat Evenwigt tuſſchen hen *Fig.* 13.
ſtand zal houden, ſchoon hun Loodregte
Streeklynen veranderd worden in ſchuinze
als *ap*, en *br*, zo die twee Lynen ſlegts,
gelyk hier, evenwydig aan elkander blyven,
en beide gelyke Hoeken met den Hefboom
a b maaken.

3. Indien deeze Beweegſtreeken in ſchuins- De
heid verſchillen, zoo dat ééne van de ſchuinſte
twee, niet langer evenwydig aan haar Te- Kragt is
genparty, met den Arm van den Hefboom de zwak-
een grooter of een kleinder Hoek maakt dan ſte.
de andere, zal die van de twee, die het al-
lerſchuinſt loopt en dus een Hoek maakt,
die 't meeſt van een regten verſchilt, alle

an-

IX. LES. 1. AFDEEL. *PL.* 2. *Fig.* 14.

andere omſtandigheden gelyk geſteld, de zwakſte zyn, en de minſte Kragt doen. Eene Beweegkragt derhalven, die zo lang ze volgens de Sreeklyn *p* P *Fig.* 14, werkte, pas het Gewigt Q, en niet meer kon ophouden, zou 'er niet langer toe in ſtaat zyn, zoo dra ze van die Lyn afweek: en ze zou 'er hoe langer hoe minder toe in ſtaat worden, naar maate dat zy 'er verder van afweek, door zig in de ſtippen *c*, *d*, *e*, *f*, te plaatzen. Drie Proefneemingen zullen deeze Voorſtellen in nader ligt zetten en derzelver waarheid oogenſchynlyk doen zien.

III. PROEFNEEMING,

Toeſtel.

Werktuig tot Proeven met Schuinſe kragten. *PL.* 2. *Fig.* 15.

Figuur 15 vertoont een gelyk en effen Vlak, dat Loodregt op zyn Voetſteun ſtaat. In F is een Zoort van Beugel vaſt gemaakt, niet ongelyk in zekere opzigten aan dat geen 't welk men het Huisje van een Weegſchaal noemt, en dient om den Hefboom GH op te houden, die 'er op twee Spilletjes vry in draa-

draaien kan. I K is een beweegbare Regelmaat, die in een Sponning loopende voor en agterwaarts kan verſchooven worden, en aan haar een uiteind met een ligt beweegbaar Katrolſchyfje voorzien is. Over dit Schyfje laat men een zeer dun Koordje loopen, dat met zyn eene end aan het uiteind H van den Hefboom vaſt is, en aan het andere met een Haakje gewapend, daar men een Gewigt aan hangt. Door middel van deeze Schyf, en van de Beweegbaare Regelmaat, daar ze aan vaſt is, kan men de Streeklyn van de Koord, en bygevolg die van de Beweegkragt, welke men 'er aan hangt, naar welgevallen veranderen. IX. LES. I. AFDEEL.

Men brengt eerſt de wederzydſche Gewigten, Loodregt aan de Armen van den Hefboom hangende, met malkander in Evenwigt; en maakt vervolgens, de Koord over de Schyf ſlaande, de Streeklyn van één der twee Gewigten ſchuins; zoo dat ze loope, by voorbeeld, als *a*D of *a*P, in *Figuur* 16. *PL.* 2. *Fig.* 16.

Uit-

IX. LES, I. AFDEEL.

Uitwerkzels.

Zoo dra de Streeklyn van de Koord niet meer Loodregt op den Hefboom ſtaat, is de Beweegkragt P niet langer in ſtaat om het gewigt, dat aan den anderen Arm hangt, op te houden; en men kan het Evenwigt niet weder herſtellen, ten zy men de Koord, weêr als vooren, tot de Loodlynſche Beweegſtreek *a* C brenge.

Opbelderingen.

Alle ſchuinze Kragt is zwakker dan de loodregte.

Als het Gewigt in C is, maakt het met den Weerſtand E Evenwigt, om dat het regtſtreeks tegen denzelven aanwerkt. Want dewyl zyn Streeklyn *a* C Evenwydig is met die van den Weêrſtand *b* E, is 't even eens als of deeze twee Kragten regtdraats op ééne en dezelfde Lyn tegen elkander ſtonden. Deeze Hefboom van de Eerſte Zoort, wiens Armen beide even lang zyn, doet niets anders, dan dat hy twee Kragten tegen elkander werken laat. Want zo één van de twee,

E by voorbeeld, van dien aart was, dat ze van beneden naar boven werkte, zou men ze in *a* kunnen plaatzen, en hetzelfde Evenwigt zou tusschen haar beiden stand houden, indien slegts beider Streeklynen regtdraads strydig tegen elkander gekant bleeven. Deeze regtdraads tegen elkaar aanloopende Beweegstreeken zyn derhalven tot allerley Evenwigt volstrekt noodzaakelyk: en bygevolg moet, a's ééne der twee Kragten met haar Streeklyn Loodregt op één der Armen van den Hefboom staat, ook de andere, om haar gelyk te blyven, alle de andere omstandigheden de zelfde genomen, zoo wel als zy een Regten Hoek maaken met den anderen Arm van den Hefboom: en zoo dra ze naar den eenen of den anderen kant van die Loodregte Streeklyn afwykt, zwakker beginnen te worden. Als men, by voorbeeld, veronderstelt, dat de Beweegkragt eens volgens den Loopstreek van de Lyn *a d* werkte, ziet men ligtelyk, dat het Gewigt E 'er in 't geheel niet door ondersteund en opgehouden worden zou. Het zal 'er derhal-

IX. LES. I. AFDEEL.

IX. LES. I. AFDEEL. halven in 't algemeen altyd te minder door worden opgehouden, naar maate dat de Streeklyn van de Beweegkragt schuinzer staan zal op den Arm van den Hefboom, daar ze meê werkt, of, 't geen 't zelfde is, naar maate dat ze verder van de Lyn *a* C, die Lood op dien Hefboom staat, afwykt.

IV. PROEFNEEMING.

Toestel.

PL. 2. *Fig.* 15. Men plaatst den Hefboom G H, op 't Werktuig in *Figuur* 15. afgebeeld, in een schuinzen stand, dat hy staa by voorbeeld als *bi*, en hangt aan deszelfs beide einden Gewigten die even zwaar zyn.

Uitwerkzels.

Dewyl de Loopstreek, zoo van de Beweegkragt als van den Weerstand, dezelfde is, als die, welke alle zwaare Lighaamen eigen zyn, naamelyk Loodregt nederwaards, blyft ze van wederzyden gelyk ze te vooren was, en

en evenwydig aan zig zelve: zy maakt met den Hefboom, die met een schuinze helling gesteld is, van weérskanten gelykvormige Hoeken, als *l*F*i* en *b*F*k*. Deeze gelykvormigheid van Hoeken houdt stand, welk eenen trap van schuinsheid men ook aan den Hefboom geeve, en de twee Gewigten blyven altyd hun Evenwigt behouden.

IX. LES. I. AFDEEL.

Ophelderingen.

Toen de Hefboom Waterpas stondt, gelyk GH, was de Loodregte Afstand, waar op de Streeklynen zoo van Beweegkragt als Weerstand zig bevonden, dezelfde als de langte was van de Armen FG en FH, die van weerskanten elkander gelyk en even lang waren. Wanneer men nu den Hefboom schuins stelt, als *b*i, zo wordt die afstand van de Loodregte Streeklyn aan yder Gewigt wel kleinder, en verliest aan de eene zyde een langte als van H*l*, van de andere als van G*k*; maar die beide langtens, die 'er op de afstanden wederzyds worden afgekort, zyn elkander volkomen gelyk; en bygevolg be-

Schuinsheid verandert de evenwydige Kragten niet.

IX. LES. I. AFDEEL. houden ook de overblyvende Stukken van de Armen des Hefbooms *l* F en *k* F dezelfde Evenredigheid tot malkanderen, die ze te vooren hadden. En dit is de reden, waarom de schuinze stelling van den Hefboom geen de minste verandering toe brengt in 't Evenwigt van de twee Gewigten.

V. PROEFNEEMING.

Toestel.

PL. 2. *Fig.* 15. Door middel van het Werktuig, daar wy ons in de twee voorgaande Proefneemingen van bediende, brengt men twee even zwaare Gewigten, aan de Armen van een Waterpas staanden Hefboom, in Evenwigt; vervolgens slaat men de Koord, daar één der Gewigten aanhangt, over het Katrolschyfje K, dat men allenskens wat verder uit schuift, om beurtelings dat Gewigt een Streeklyn te doen hebben, of Beweegstreek, volgens welker leiding het werkt, als *ad* of *af* *Fig.* 17.

Fig. 17.

Uit-

Uitwerkzels.

IX. LES. I. AFDEEL.

Hoe de Streeklyn der Beweegkragt schuinzer op den Hefboom begint te staan, hoe men meer by derzelver Gewigt P moet by doen, om het met het Gewigt R, dat aan den anderen Arm hangt, in Evenwigt te doen blyven. Indien het dus, by voorbeeld, één Pond woog, toen het als *a* P Loodregt met zyn Streeklyn op den Hefboom stond en met R Evenwigt maakte, moet het anderhalf Pond zwaar zyn, wanneer het een schuinze Streeklyn heeft gelyk *ad*, en drie Pond wanneer het zoo schuins staat als *af*.

P L. I. Fig. 17.

Opheldering en.

Hoe schuinzer Kragt hoe zwakker.

Dewyl de Kragt en Werking van eenige Beweegkragt de allergrootste is, dieze ooit doen kan, wanneer ze werkt volgens de Streeklyn *a* P, die Loodregt op den Hefboom staat, gelyk wy in de Derde Proefneeming hebben aangetoond; volgt 'er van zelf en onvermydelyk uit, dat ze minder Kragt en Werking moet doen, wanneer

IX. LES. I. AFDEEL.

men ze volgens eenige andere Streeklyn werken laat. Dewyl ze nu, zoo lang ze zig in haar allervoordeeligsten stand bevondt, niet meer deedt en doen kon, dan maar even den Weêrstand opweegen, moet ze 'er aanstonds te zwak toe worden, zoo dra men haar een schuinze Streeklyn als *a d* of *a f* geeft. Men is derhalven verpligt, wil men haar het Evenwigt met den Weêrstand doen behouden, om door een vermeerdering van Gewigt en Inhoud haar die Kragt wederom te vergoeden, die ze verloor door de schuinsheid van haar Streeklyn.

Maat van die verzwakking.

Laaten wy, om over dat verlies, dat men vergoeden moet, te kunnen oordeelen, en net te weeten, volgens welken regel en in welke maate een Beweegkragt verzwakt wordt door de verschillende trappen van schuinsheid, die men haar Streeklynen doet aanneemen, die Streeklynen eens den anderen kant heen verlangen, en zoo ver men wil voortrekken, als *a k*, by voorbeeld, en *a i*. Laaten we ons vervolgens verbeelden, dat de Arm *a c* van den Hefboom op zyn Steun-

punt

punt *c* ronddraaie, en het Cirkelstuk *a g b i k* beschryve; dan zal 'er elders op dien Arm hier of daar een Punt, als *m* of *n*, gevonden worden, daar die verlangde Streeklyn Loodregt op denzelven valt. In dit Punt derhalven zal de Beweegkragt haar gansch Vermogen en volle Kragt oeffenen: maar dat Punt bevindt zig niet meer, gelyk men ziet, aan 't uitend van den Arm van den Hefboom: het is merkelyk nader by het Steunpunt *c*, met één woord, wanneer de Streeklyn van de Beweegkragt schuins loopt als *a d*, is 't eveneens als of ze Loodregt stond op het Punt *b* van den Hefboom; en wanneer ze langs de Lyn *a f* werkt, heeft ze geen meer Kragt, dan ze hebben zou, zo ze op het Punt *e* loodregt werkte. Maar nu verdeelen deeze twee Punten *e* en *b*, gelyk men ziet, deezen Arm van den Hefboom in drie gelyke deelen, en dewyl de andere Arm van dezelfde langte is, moet hy ook drie dergelyke deelen bevatten. Het Gewigt R, dat één Pond weegt, door drie Afstanden van het Steunpunt *c* vermenigvuldigd,

IX. LES. I. A F DEEL.

IX. LES. I. AFDEEL.

digd, geeft 3 voor het Vermogen, dat de Weêrstand oeffent: als wenu een ander Gewigt, dat voor Beweegkragt dienen zal, in *b* ophangen, moet het derhalven één en een half Pond zwaar zyn, die door twee afstanden vermenigvuldigd ook 3 geeven, en dus het Vermogen aan den anderen kant evennaren: en, zo wy het Gewigt in *e* plaatzen, moeten wy het noodwendig, dewyl het maar één afstand van het Steunpunt *c* afstaat, 3 Pond zwaar maaken, om het Evenwigt met den Weerstand R te doen hebben.

Algemeene Regel der schuinze Kragten.

Deeze Gewigten van 1 ½ en van 3 Ponden staan, gelyk men duidelyk merkt, in de omgekeerde reden van derzelver afstanden, waarop men ze van 't Steunpunt *c* geplaatst heeft. Zy hebben ook dezelfde evenredigheid tot elkanderen, die de Lynen *cm* en *cn* tot malkander hebben, als wier eene ook eens zoo groot is, als de andere. En dewyl deeze Lynen de *Hoekmaaten* zyn van de Hoeken *cam* en *can*, kan men alles, wat wy 'er tot nog toe van gezegd hebben, tot deezen eenen algemeenen Regel brengen, en

en besluiten in dit volgend Voorstel. *De Verschieden Kragten, die een Beweegkragt, volgens Verschillende Streeklynen op de uiteinden van de Armen van een Hefboom werkende, doen kan, staan tot malkanderen, als de Hoekmaaten van de Hoeken, welken die Streeklynen met den Hefboom maaken* (*).

IX. LES. I. AFDEEL.

Uit

(*) [Zie het Denkbeeld van een Hoekmaat in de Lyst der Meetkonstenaars Bewoordingen voor het eerste Stukje van 't Eerste Deel.

Volgens deezen algemeenen Regel kan men ook gemakkelyk de grootte en evenredigheid der Kragten in getallen leeren kennen en berekenen, zoo dra men derzelver schuinsheid, of de Hoeken weet, die zy met den Hefboom maaken. Laaten we eens veronderstellen, dat de Hoek *can* is van 41 Graaden en 46 Minuuten; die van *cam* van 19 Graaden en 28 Minuuten. Indien men nu de gewoone Tafelen der Hoekmaaten, Raak- en Snylynen opslaat, vindt men voor den Hoekmaat van *can* (de laatste Talletters, dewyl hier zoo groot een naauwkeurigheid juist niet vereischt wordt, wegwerpende) 666; en voor die van *cam* 333: dat is als 2 en 1. De Hoekmaaten staan derhalven tot elkander als 2 tot 1; en dewyl de Kragten zyn als de Hoekmaaten, ziet men 'er uit dat de Kragt, die de schuinze Streeklyn *ad* doet, eens zoo groot is, als die van *af*: en zo zy derhalven met 1 ½ Pond Evenwigt maakt, dat *af* 3 Ponden daar toe zal noodig hebben.

IX. LES. I. AFDEEL.

Uit dit Voorstel blykt ook nader, dat de Kragt, welke een Beweegkragt oeffent, de allergrootste is, die ze immer doen kan, wanneer haar Streeklyn loodregt op den Hefboom staat, gelyk we reeds voorheen gezegd hebben. Want dan maakt ze den regten Hoek P*ac*, wiens Hoekmaat *ac* is, dat is de halve Middellyn des Cirkels, of de geheele Arm zelf van den Hefboom.

Gevolgen.

Kromme Hefboomen, Zwengel, Zwaai.

Menigvuldige Werktuigen en Gereedschappen zyn 'er, tot wier beweeging men zig van den Arm bedient van een Hefboom. Men noemt denzelven, in zulken geval, een Krik, Zwengel, Zwaai, Handvat.

Wel-

Op de zelfde wys vindt men ook ligtelyk het verschil der Kragt tusschen een loodregte en schuinze streeklynen. De Hoekmaat van een Regten Hoek is de Halve Middellyn zelve. Als men deeze eens op 1000 deelen neemt, staan de Hoekmaaten en bygevolg de Kragten van *a*P, *ad*, *af* tot malkander in de evenredigheid als 1000, 666, 333: dat is, nagenoeg, als 3, 2, 1. Een Pond zal derhalven voor *a*P genoeg zyn om met R Evenwigt te maaken: want 1 Pond met 3 Kragten ver-

me-

Welk eene gedaante men ook aan denzelven geeve, 't zy dat men hem krom maake, gelyk dien, welken de Schaarflypers aan hun Steenen hebben, en men doorgaans aan Spinnewielen ziet, en aan alle Treê raderen in 't algemeen, die men met den Voet draait, (zie *Fig.* 18), 't zy men denzelven de Vorm geeve van een S, gelyk men ze veeltyds aan een Lier of Draaiorgeltje vindt (*Fig.* 19): altyd kan men denzelven aanmerken als den Arm van een ongeboogen en regten Hefboom, in langte gelyk aan de Lyn AB, dat is, den afstand, die 'er is tusschen den Greep B, en het Oog A, 't welk op de ronddraaiende As of Spil steekt.

IX. LES. I. AFDEEL. Tot regte Hefboomen gebragt.

PL. 2. *Fig.* 18. 19.

In

menigvuldigd is gelyk aan $1\frac{1}{2}$ Pond met 2 Kragten, en 3 Pond met 1 Kragt.

Als men derhalven de Hoeken weet, met welke schuinze Kragten op eenig werktuig of Lighaam stooten, botzen, werken of daar aan trekken, vindt men dus ligtelyk, wat de eene Kragt meer doet, dan de andere: wat die zelfde Kragten zouden hebben kunnen uitvoeren, zo ze, in plaats van schuins, Loodregt gewerkt hadden: en wat ze nu minder doen.]

IX. LES. I. AFDEEL. Verſchil van Kragt in derzelver Draay.

In Gevallen daar de Weerſtand, dien men overwinnen moet, van weinig belang is, verſchilt het niet veel, welken Hoek men de Loopſtreek der Beweegkragt met de Lyn A B doet maaken: maar als men een grooten Zwengel, en met vry wat Kragt moet doen omgaan, wordt men wel haaſt gewaar, dat het draaien overal niet even gemakkelyk valt, en men in het eene Punt der omwenteling meer Kragt moet doen dan in het andere. Deeze ongelykheid ontſtaat uit het verſchillend beloop en de meerdere of mindere ſchuinsheid der Streeklynen volgens welke de Beweegkragt, in 't ronddraaien, op den Arm van den Hefboom werkt. Dit zal men gemakkelyk begrypen kunnen, als men zig verbeeldt een Zwengel C H, die rondsom zyn Middelpunt C een Kringswyze Beweeging maakt door middel van een regelmaat of Greep D H, die aan denzelven in H vaſt is, en hem beurtelings nu van zig afſtoot, dan naar zig toetrekt. Deeze Greep nu werkt, gelyk uit het geen we in de Derde Proefneeming beweezen hebben blykt,

met

met het meeste voordeel, daar hy ooit meê werken kan, als hy, 't zy in 't van zig stooten, 't zy in 't naar zig trekken, een regten Hoek maakt met den Zwengel, als C H D, of C *i k*. Maar als de Zwengel zig in *b* of in *e* bevindt, ziet men, dat de Streeklyn der Beweegkragt, door den Greep D H verbeeld, hoe langer hoe scheper Hoeken met denzelven maakt, en dat die schuinsheid de Kragt vry wat moet doen verzwakken. IX. LES. I. AFDEEL.

Werking van een Mensch in 't draaien van een Zwengel.

Het geen wy van den Greep D H zeggen, zou men ook van den Arm van een Mensch zeggen moeten, indien hy niets anders deed, dan den Zwengel, volgens ééne en dezelfde Streeklyn, slegts van zig af te stooten, en naar zig toe te trekken: maar hy doet meer. Als de Kragt, die hy doet, door een nadeelige Streeklyn, in 't van zig stooten, zwakker wordt, brengt hy zyn Lighaam een weinig voorwaarts over, zoodat hy met een gedeelte van zyn Zwaarte drukt volgens de Streeklyn *b f*, of *e g*: als hy naar zig toetrekt, in tegendeel, hurkt hy, en werpt zig een weinig als agterwaarts over; en door die

ver-

IX. LES. I. AFDEEL. verſcheiden beweegingen, die hy met zyn Lighaam maakt; herſtelt hy, om zoo te ſpreeken, de Streeklyn der Beweegkragt, en vergoedt het nadeel eenigermaate van derzelver ſchuinsheid. De Hoek, die dezelve met den Zwengel maakt, blyft daar door altyd wyder en minder ſcherp, dan hy zou geweeſt zyn, indien 'er deeze Lighaams beweegingen niet bykwamen, die men maakt zonder 'er zelf eens op te letten, en van het allerplompſte arbeidsvolk, door de Natuur alleen onderweezen, op een geſchikte wys verrigten ziet.

Beſte ſtand der Zwengels.

Maar deeze Zoorten van Lighaamsbeweegingen vermoeien egter altyd min of meer; en 't blyft een zekere waarheid, dat iemand, die een Zwengel ronddraait, gelyk wy voorheen zeiden, zyn volle kragt niet doet, dan alleen in zommige Punten en gedeeltens der Omwenteling. En dit is waarſchynlyk ook de reden, waarom men de gewoonte heeft, van in de Werktuigen, die men met twee Zwengels draait, dezelve regtſtrydig tegen elkander over te plaatzen, gelyk

lyk EF en GH in *Fig.* 21: op dat hy dus, die aan den eenen Zwengel ſtaat, een gunſtige Streeklyn hebbe, terwyl de ander haar op haar zwakſte heeft, en 't voordeel van den eenen het nadeel van den anderen telkens vergoede. Maar deeze ſchikking en geſteltenis der Zwengels, komt my egter niet als de beſte en gunſtigſte voor. Ik zou ze liever, dan regtdraats tegen elkander over, zoo plaatzen willen dat ze een regten Hoek met malkander maakten. Want indien men eens de ganſche omwenteling in vier onderſchieden Deelen verdeelt, zal men, door middel van *Fig.* 20, ligtelyk kunnen zien, dat iemand, die den Zwengel HC, door de Werking en Kragt zyner Spieren, optilt van *l* tot *m*; of denzelven door de Zwaarte van zyn Lighaam nederdrukt uit *b* naar *n*, merkelyk meer kragt zal kunnen doen, dan wanneer hy denzelven voorwaarts van zig afſtoot uit *m* naar *b*, of naar zig toetrekt van *n* tot *l*. Deeze twee laatſte gedeeltens ondertuſſchen van den Cirkel of omwenteling des Zwengels ſtaan, even als de eerſt-

IX. LES. I. AFDEEL. PL. 3. *Fig.* 21.

IX. LES. I. AFDEEL. eerstgenoemde, regtdraats tegen elkander over. Plaatst men derhalven de twee Zwengels op dezelfde wys, 't gevolg zal zyn, dat de twee Menschen, die 'er aan draaien, beide op één en denzelfden tyd hun meeste en volle Kragt zullen doen, en beide weêr op éénen zelfden tyd op hun zwakst zyn. Dog zulks zou niet gebeuren, zo men de Zwengels een regten Hoek met elkanderen deedt maaken; dewyl de een dan den Boog *lm*, daar hy de meeste kragt heeft, zou beschryven, terwyl de ander den Boom *mb*, die de zwakste is, doorliep.

Elleboogen, Krikken. Om de Streeklynen der Beweeging naar welgevallen te kunnen veranderen, gebeurt het ook dikwils, dat men, in plaats van zig van een Regten Hefboom te bedienen, de twee Armen op zulk een wyze stelt, dat zy in het Steunpunt een Hoek met malkanderen maaken, gelyk IKL by voorbeeld, *PL.* 3. *Fig.* 22. in *Fig.* 22. Zulke en dergelyke kromme Hefboomen, die men ook *Krikken* of *Elleboogen* noemt; worden veel al gebruikt aan Pompen, Slagwerk van Klokken en Uurwer-

werken, en in ontelbaare andere gelegenheden, waar in de Beweegkragt niet regtstreeks werken kan; maar haar kragt zy links moet doen of langs een anderen bogt en kromte. Zy bezitten volkomen dezelfde Eigenschappen, die een Regte Hefboom heeft. Want wanneer de twee Armen K L en K I, die hier als een Winkelhaak staan, op hun Steunpunt K draaiende, schuins vallen op de Streeklynen van den Weerstand en de Beweegkragt *m l* en *i n*, is die schuinsheid van weerszyden even groot: de Hoek *o* K *l* is gelyk aan den Hoek *i* K *h*; en, met één woord, de Afstanden van het Steunpunt K tot aan de Loodregte Streeklynen *m o* en *i h*, staan tot malkander in dezelfde evenredigheid, als K L staat tot K I (*).

Het

(*) [want dewyl L K I en *l* K *i*, beide, Regte Hoeken zyn, zyn ze aan malkanderen gelyk. Indien men nu den Hoek *l* K I, die aan beiden gemeen is, wegneemt, blyven er de Hoeken *o* K *l* en *i* K *h* over; die bygevolg ook gelyk aan elkander moeten zyn. *l o* K en *i h* K zyn Regte Hoeken *o l* K derhalven ook gelyk aan *h i* K, en de gansche

Drie-

IX. LES. I. AFDEEL. Het Steunpunt is

Het geen wy tot nog toe het Steunpunt noemden, moet men aanmerken, als of het een Derde Kragt ware, die of met de Beweegkragt of met den Weerstand Evenwigt maakt;

Driehoek o K *l* gelykvormig aan den Driehoek *h* K *i*. Bygevolg staat o K tot *h* K; als K *l* tot K *i*: dat is (dewyl K *l* even lang is als K L en K *i* even lang als K I) als K L tot K I. De Streeklynen der Kragten blyven derhalven, even als in regte Hefboomen, schoon schuins, egter evenwydig, en vallen met gelyke Hoeken op den Hefboom, en de Armen behouden dezelfde evenredigheid van langte tot elkanderen.

Een Hamer, met wiens plat men een Spyker los trekt, is zuk een Krómme Hefboom. De Sleutels behooren ook tot deeze Zoort: zy hebben een dubbelde kromte. De As van den Steel is het Steunpunt, daar ze op draaen: het Blad de arm, die den weerstand van 't Slot overwint: het Oog, de andere arm, daar de Kragt aan werkt. Hoe grooter 't Oog is, gelyk men weet, hoe meer kragt men doen kan: men verlangt dien arm ten dien einde zomtyds met iets door het Oog te steeken. De Aart en werking van meer andere dergelyke werktuigen zyn uit deeze ligtelyk op te maaken.

Het stel van een Rytuig kan men ook tot zulk een Hefboom brengen. De Streeklyn, volgens welke de Paarden trekken, de Boomen van een Chais by voorbeeld, staan Loodregt op de As, en maaken met dezelve een Krommen Hefboom. De weerstand,

maakt; of die met eene van beiden zamen- IX. LES.
ſpant, om de Werking van de andere op te I. AF-DEEL.
weegen en tegen te ſtaan. In de Hefboo- een Der-
men van de Eerſte Zoort, by voorbeeld, de Kragt.
draagt het Steunpunt alleen 't vermogen van

de

ſtand, die overwonnen moet worden, de Wryving op de As niet alleen, maar wel inzonderheid de oneffenheden van den Weg, geſchiedt aan derzelver beide uiteinden. Hoe nader nu de Streeklynen der Kragten by den Weerſtand vallen, en dus de arm, daar die Weerſtand tegen werkt, korter wordt, hoe die met minder moeite zal overwonnen worden. Even gelyk men met den Krommen Hefboom van *Figuur* 22 meer kragt zal kunnen doen, naar maate dat de arm K L in vergelyking van den anderen korter is. Hier uit volgt dat twee Paarden een dubbelden Laſt gemakkelyker trekken zullen, dan één enkelden. Niet alleen, om dat zy dan ſlegts yder den Weerſtand van één Rad, en het ander dien van beide de Raden teffens, te overwinnen hebben, maar ook om dat de arm, daar ze meê werken, korter is, terwyl één Paard alleen, dat 't in midden loopt, met de ganſche As, de volle langte der beide Armen werkt. Dus valt een wyd ſpoor, gelyk men 't noemt, ook de Paarden bezwaarlyker dan een eng ſpoor: dewyl de As der Rytuigen, die op wyd ſpoor ſtaan, langer zynde, ook daar door de Armen van den Hefboom, waar meê men op den Weerſtand werken moet, naar evenredigheid langer wordeu.]

IX. LES. I. AF DEEL.

de twee Kragten, die aan beide de einden van den Hefboom wederzyds tegen elkander overstaan: in die van de Tweede en Derde Zoort draagt het slegts een gedeelte van eene van beide Kragten.

Berekening van 't geen het te draagen heeft; en van deszelfs Streeklyn.

Het geen tot een Steunpunt dient, is juist altyd geen vast en onbeweeglyk Punt: doorgaans zyn het Lighaamen, die buigbaar zyn, of die gebroken en verpletterd kunnen worden: of ook wel zomtyds bezielde en leevende Lighaamen, die tegen alle geweld, dat men 'er op zou willen oeffenen, geenzins bestaan zouden kunnen. Wanneer een Balk, by voorbeeld, met zyn twee enden op de Muuren van een Gebouw rust, zou zyn eigen Zwaarte, of de Zwaarte der Goederen, daar men hem meê belaadt, dezelve doen instorten, zo ze niet vast en stevig genoeg gebouwd waren. De Muilezels en andere lastdieren, die de Draagstoelen, Rosbaaren, of zwaare Pakken draagen, bezwyken onder de Last, als dezelve hun Kragten te boven gaat. Het is derhalven een zaak van zeer groot belang, dat men weete, als 'er twee

Krag-

Kragten tegen elkander op een en den zelf- IX. LES.
den Hefboom werken, hoe zwaar het Steun- I. AF-
punt, of dat geen, 't welk deszelfs plaats DEEL.
bekleedt, belaaden is, om hetzelve naar evenredigheid sterk te maaken; bekwaam om het geweld, dat 'er op gedaan zal worden, te kunnen lyden. En dewyl dit Steunpunt mogelyk wel van dien aart zou kunnen zyn, dat het niet volgens allerhande Zoorten van Streeklynen, en naar alle kanten heen werwaarts men wilde, even sterk en tot den zelfden Weerstand bekwaam was; behoort men ook te onderzoeken, welke eigentlyk de Streeklyn zy van de Kragt, die het Steunpunt heeft door te staan, en naar welken kant heen dezelve werke, volgens 't verschillend beloop der Streeklynen, die men de Beweegkragt en den Weerstand kan doen houden. Te vooren, hebben wy doen zien, dat de gansche Werking, die eenige Beweegkragt, welke ze zy, op den arm van een Hefboom doen kan, uit deeze twee zaaken ontstaat en zamengesteld wordt. 1 Uit derzelver *Inhoud*; of zo het een Veer zy, het *Masse*

IX. LES. I. AF DEEL. Werk van een Dier of Mensch, of eenig ander vermogen, dat niet door middel van zyn Zwaarte eigentlyk werkt, uit het Gewigt, daar deszelfs Werking meê gelyk staat, 'er by kan vergeleeken worden: en 2. Uit derzelver afstand van het Steunpunt, gelyk wy ook hebben doen zien, van waar men, in allerhande gevallen, dien afstand moet beginnen te rekenen. De Kragt, die uit den Inhoud geboren wordt, en die men *Bepaalde* Kragt zou mogen noemen, heeft haar vaste en gezette Maat. Een Pond Gewigts, by voorbeeld, of de Werking van eenige Beweegkragt, aan een Pond Gewigts in vermogen gelyk, kan, wanneer het op den Arm van een Hefboom weegt en volgens de allervoordeeligste Streeklyn, niet meer doen, dan dat het Evenwigt maake met een dergelyk Gewigt, 't welk aan den anderen Arm, en met een gelyke Streeklyn, tegen hetzelve overstaat. Maar de Kragt, die uit den afstand van het Steunpunt ontspruit, heeft geen vaste paalen, en kan toeneemen tot in 't oneindige; zoo dat, indien de eene Arm van

V Proefneeming bladz. 67.

Absolu

van den Hefboom 100 maal langer was, dan de andere, één enkel Pond Gewigts 100 Ponden zou kunnen opweegen. Welk eene Last en Zwaarte zal dan het Steunpunt te draagen hebben, voor eerst in 't Geval als 'er Evenwigt is, om dat de Inhouden aan weêrskanten van den Hefboom gelyk zyn aan malkander, en het Steunpunt derhalven juist in 't midden: ten tweeden, als de Inhouden of Kragten Evenwigt maaken, om dat zy, in Zwaarte elkanderen ongelyk. op ongelyke afstanden staan van het Steunpunt.

IX. LES. I. AFDEEL.

De eerste Vraag beantwoord ik, met te zeggen, dat, zo de Streeklynen van de Beweegkragt en van den Weerstand evenwydig zyn aan malkanderen, het Steunpunt belaaden is met de gansche Som van beide de bepaalde Kragten teffens, en dat de Streeklyn, volgens welke die Kragten het Steunpunt drukken, evenwydig loopt met die van de Beweegkragt en van den Weerstand.

Als beide de Kragten, van weerskanten, even. groot zyn

Maar zo de Streeklynen van de twee aan beide de Armen van den Hefboom tegen elkanderover staande Kragten niet Evenwydig

IX. LES. I. AFDEEL zyn en ſchuins op malkanderen ſtaan, draagt het Steunpunt ſlegts een gedeelte van derzelver zamenvereenigde Kragt: en het draagt 'er zoo veel minder van, naar maate, dat die Streeklynen ſchuinzer op den Hefboom vallen: de Weerſtand, dien het Steunpunt doet, is naar dat Punt heen gerigt, daar de twee Streeklynen t'zamen loopen. Ik zal myn zeggen door middel van twee Proefneemingen nader ophelderen en beveſtigen.

V. PROEFNEEMING,

Toeſtel.

PL. 5. *Fig.* 23. Aan de agterzyde van het Werktuig, in *Figuur* 15 afgebeeld, zyn, op den afſtand van twee Duimen van het Vlak, twee Schyfjes A en B *Fig.* 23, die zeer ligt op haar Asjes draijen, vaſtgemaakt. Aan dezelven hangt Waterpas een Staalen Hefboom D E die in Evenwigt gehouden wordt door middel van twee kleine Gewigtjes *p* en *r*. Vervolgens hangt men aan het Punt C een Gewigt van 4 Ongen, en aan de enden der Koorden twee an-

andere Gewigten P en R, die yder twee Oncen weegen. IX. LES. I. AFDEEL.

Uitwerkzels.

Wanneer men alles op deeze wys gesteld heeft, houdt het Gewigt, dat in C hangt, de twee andere P en R in Evenwigt. Als men de twee kleine Gewigtjes *p* en *r* wegneemt, daalt het Gewigt C van vier Oncen naar om laag langs de Lyn CI. Het klimt in tegendeel naar boven, langs de Lyn C F, als men de Gewigten P en R verzwaart met by yder even veel by te voegen.

VII. PROEFNEEMING.

Toestel.

Deeze Proefneeming vereischt denzelfden Toestel als de voorgaande: uitgezonderd alleen dat de Hefboom I K korter is, dan de afstand der Katrolschyfjes QN, zie *Fig.* 24 en dat het Gewigt L slegts 3 Oncen weegt. *PL.* 3. *Fig.* 24.

X. LES
I. AF-
DEEL.

Uitwerkzels.

Dewyl de twee Streeklynen KN en IQ, van de twee Kragten R en P, hier ſchuins op den Hefboom vallen, zal het Gewigt L, welken Graad van ſchuinsheid men ook aan de Streeklynen geeve, nooit 4 Oncen zwaar behoeven te zyn, om met de twee andere Gewigten P en R, die yder twee Oncen weegen, Evenwigt te maaken. Als de Streeklynen K N en I Q een mindere ſchuinsheid hebben, en eenigermaate regter op den Hefboom vallen, gelyk N O en QS by voorbeeld op den Hefboom SO, moet men het Gewigt L iets verzwaaren, om hetzelve Evenwigt te doen blyven houden: en, wanneer dat Gewigt ryſt of daalt, geſchiedt het ook altoos volgens de Lyn LM.

Opheldering en.

Het Steunpunt draagt de

In deeze twee laaſtgemelde Proefneemingen kan men het Gewigt P als de Beweegkragt, R als den Weêrſtand aanmerken, en

het

IX. LES. I. AFDEEL.

het Gewigt, dat in 't Punt C of in L hangt, als de Maat der gansche Kragt die op het Steunpunt geschiedt, wanneer alles in Evenwigt is. Want yder ziet ligtelyk, dat, zonder dit laatste Gewigt, de Hefboom door de twee andere Kragten van beneden naar boven zou getrokken worden. Maar nu worden 'er in 't Punt C 4 Oncen Gewigts vereischt, wanneer de twee Gewigten P en R, yder 2 Oncen weegen, en de Streeklynen, volgens welke zy werken, beide Loodregt op den Hefboom staan, gelyk A D, B E, *Fig.* 23. Wy hadden derhalven geen ongelyk, toen we zeiden, dat in dergelyk geval het Steunpunt belaaden is met de gansche Som van beide de Kragten teffens; van die der Beweegkragt, naamelyk, en van dien van den Weêrstand: en dewyl het Gewigt, 't welk de Kragt en Werking van het Steunpunt zelve verbeeldt, zig, als het sterker of zwakker dan de twee andere wordt, langs de Lyn I F beweegt, is zulks een onfeilbaar teken, dat deszelfs Werking geschiedt volgens die Streeklyn, welke, gelyk

gansche Som, en volgt de Streeklyn der evenwyge Kragten.

PL. 3. *Fig.* 23.

IX. LES. I. AFDEEL.

lyk wy te voorenal te kennen gaven, evenwydig is aan die van de Beweegkragt en die van den Weerstand.

Het draagt slegts een gedeelte der schuinze Kragten, en rigt zig naar 't punt van derzelver zamenloop.

Niet minder duidelyk ziet men ook in de tweede deezer Proefneemingen de waarheid gestaafd van het ander Lid van ons Antwoord, 't welk wy op de Vraag gaven. Het Gewigt, dat in staat zal zyn om het Punt L van den Hefboom tegen de vereenigde Kragten, die, wederzyds, in I en K geschieden, te doen stand houden, behoeft nooit 4 Oncen zwaar te zyn; gelyk het zyn moet, als de Streeklynen der twee Kragten Loodregt op den Hefboom staan. Duidelyk blykt hier uit, dat het Steunpunt nu niet langer met de gansche Som van de twee Kragten P en R belaaden is. En 't kan ook inderdaad niet anders zyn, dewyl de Werking van een Beweegkragt, gelyk wy 't voorheen verklaarden en beweezen, hoe langer hoe zwakker wordt, naar maate dat derzelver Streeklyn schuinzer op den arm valt van den Hefboom, daar ze op werkt. De Kragt of Weerstand eindelyk, dien het Steunpunt in

dit

dit tegenwoordig geval doet, is gerigt naar her Punt M, om dat hetzelve de plaats is, daar de Streeklynen, volgens welke de beide Kragten werken, die 't weerstaan moet, zamenloopen.

Dragt en Streeklyn van 't Steunpunt, als de Kragten, weêrzyds, ongelykzyn.

Wat nu verder de tweede Vraag betreft, die hier in bestondt: welk eene Kragt geschiedt 'er op het Steunpunt; welke Last en Zwaarte heeft het te draagen in zulke gevallen, als de twee Kragten, de Beweegkragt en de Weerstand, elkanderen in Zwaarte ongelyk, op ongelyke afstanden van 't Steunpunt, de een met een langer, de ander met een korter arm staan, en dus Evenwigt maaken? In zulke gevallen, zeg ik, gaat die Kragt en Zwaarte nooit de Som der twee Bepaalde Kragten, of Gewigten, die weêrzyds tegen elkander overstaan, te boven. By voorbeeld; als een Pond Gewigts aan den eenen arm van den Hefboom, twaalf Ponden, die aan den anderen hangen, opweegt, daar om, om dat de arm, daar het aan werkt, twaalf maal langer is dan de andere arm, kan het Steunpunt nooit zwaar-

der

IX. LES, I. AFDEEL. der belaaden zyn, dan met een Gewigt van 13 Ponden: en geenzins met het Gewigt van 24. De Streeklyn verder, volgens welke het Steunpunt Weêrstand doet, loopt even eens als in de twee voorgaande gevallen; evenwydig, naamelyk, met de Streeklynen van de twee Kragten, die het ophoudt, zo die Streeklynen evenwydig aan elkander zyn; of, zo ze schuins zyn en naar malkander toeloopen, regtstreeks naar het punt van derzelver zamenloop.

VIII. PROEFNEEMING.

Toestel.

PL. 3. *Fig.* 25. Op een Vlak en Waterpas Voetstuk A B plant men twee Pylaartjes, die in sleuven heen en weder geschooven kunnen worden; zoo dat men ze naar welgevallen of nader by één brengen kan of verder van elkanderen af plaatzen. C, C, zyn twee Katrolschyfjes, over yder van welke een Koord loopt, om, door middel van twee kleine Gewigtjes D, D, het Staalen Staafje E E op te houden.

F G

F G is een Yzeren Roede, van onderen een weinig ingekeept op het $\frac{3}{4}$ gedeelte van haar langte; zy hangt door middel van een Gewigt, dat men in F vaſtmaakt, in Evenwigt met zig zelve, en met de twee kleine tegenwigtjes D, D, welke laatſte men ten dien einde of ligter of zwaarder neemt, naar dat het de zaak en aart der Proef vereiſcht. IX. LES I. AFDEEL.

Men hangt eerſt aan F een Gewigt van 6 Oncen; en aan G een van 2 Oncen; en doet by de twee Tegenwigtjes, die in D, D, zyn, twee andere Gewigten, yder van 4 Oncen, by. Zie dit nader in *Figuur* 26 opgehelderd; alwaar men met dezelfde, dog kleinder, Letters, die gedeeltens alleen van 't Werktuig getekend en afgebeeld vindt, die in 't bewys eigentlyk te pas komen. *PL.* 3. *Fig.* 26.

Uitwerkzels.

Overal ziet men hier in Evenwigt; zo wel tuſſchen de ongelyke Gewigten, 2 en 6, naamelyk, die aan den Hefboom *gf* hangen; als tuſſchen deezen, dus belaaden, Hefboom,

en

IX. LES. 1. AFDEEL. en tusschen de twee Gewigten *dd*, die het Steunpunt *ee* ophouden, of, zo men wil, de Kragt en wederwerking, die het zelve doet, verbeelden en aanwyzen. Indien men eindelyk deeze twee laatste Gewigten *dd* een weinig opligt, daalt aanstonds het Steunpunt naar om laag langs de Lyn *e* K.

IX. PROEFNEEMING

Toestel.

PL. 3 *Fig.* 27. Tot deeze Proefneeming moet men de twee Pylaartjes A en B van het voorheen in *Fig.* 25 beschreeven Werktuig een weinig verder van elkanderen af plaatzen, op een wys, dat de Streeklyn van de Koord van weêrszyden, niet Loodregt, als in de voorgaande Proefneeming, maar schuins op den Hefboom valle, gelyk *ce*, *ce* *Fig.* 27. Vervolgens brengt men de Yzeren Roede *gf* op een $\frac{2}{3}$ gedeelte van de langte van de Staalen Staaf *ee*, 't welk op H uitkomt; en hangt in L en M zulke Gewigten, als 'er vereischt worden om alles in Evenwigt te houden.

Uit-

Uitwerkzels.

Men bevindt, dat 'er in L een Gewigt moet zyn van 8 Oncen, en in M een van 4, 't welk te zamen een Som maakt van 12 Oncen Gewigts. En als men deeze zwaarte-Som een weinig ligter wil neemen, of die twee Gewigten L en M wat om hoog tilt, daalt het Steunpunt H naar beneden langs de Lyn HI: gelyk men op 't oog duidelyk onderscheiden kan, als men 'er een Loodlyn agter houdt. Juist hetzelfde Uitwerkzel gebeurt 'er ook, wanneer men in H een Gewigt van 8 Oncen, in plaats van den Hefboom of Yzeren Roede *gf* met zyn twee Gewigtjes, 2 en 6, belaaden, ophangt.

Opbelderingen.

In de Agtste Proefneeming zagen wy, dat een Gewigt van 6 Oncen, met een ander van 2 Oncen Evenwigt maakte: om dat dit laatste, naamelyk, 't welk slegts een derde gedeelte is van het ander, driemaal verder dan het-

Het Steunpunt draagt nooit iets meer dan de Som, der Kragt

IX. LES. I. AF. DEEL

hetzelve van het Steunpunt afstondt: en in dergelyke gevallenhebben wy voorheen meer dan eens doen zien, dat de overmaat van snelheid aan den eenen kant, de overmaat van Inhoud of Gewigt aan den anderen kant vergoedt en op één doet uitkomen. Maar schoon dus wel eene Beweegkragt in vermogen toeneeme, naar maate dat de arm van den Hefboom langer wordt, blykt het egter niet, dat die aangroei en vermeerdering van Kragt het Steunpunt in eenigen deele bezwaart, en meerder last doet draagen; de wyl de Werking, die op *g* geschiedt, schoon aan 6 Oncen Gewigts, die in *f* weegen, in Kragt gelyk, egter het Steunpunt *e* niet met de Som van 12, maar alleen van 8 Oncen belast; welke Som van 8 oncen, door de twee Gewigtjes *dd*, yder van 4 Oncen, wordt uitgedrukt, en overeenkomt met de waardy, en Som der twee Gewigten, 2 en 6, die aan de Armen van den Hefboom *gf* met elkander in Evenwigt hangen. Dit wordt nog klaarblykelyker in de negende Proefneeming aangetoond, en myn zeggen ont-

PL. 3. *Fig.* 26.

ontwyffelbaar geftaafd, dewyl men even de-zelfde Uitwerkzels gebeuren ziet, als men een enkel Gewigt, aan den belaaden Hefboom in Zwaarte gelyk, in H ophangt. IX. LES. I. AFDEEL. *PL.* 3. *Fig.* 21.

Indien 'er niets was, dat den Hefboom *gf* ophieldt en ondersteunde, en indien de twee Kragten, 2 en 6, met malkander in Evenwigt bleeven en loodregt aan de enden *g* en *f* van den Hefboom, bemerkt men ligtelyk, dat alle deszelfs Stippen, tusschen die twee uiterste *g* en *f* begreepen, naar om laag zouden vallen langs Lynen, alle evenwydig aan die van de twee Kragten: en dit is 't ook, dat men ziet gebeuren, wanneer men de twee Gewigten *d*, *d*, een weinig op tilt: het Steunpunt valt dan naar beneden langs de Lyn *e* K, die evenwydig loopt aan *g* 2 en *f* 6. Deeze Lyn toont derhalven de neiging van het Steunpunt, of de Streeklyn van deszelfs wederwerking aan. En volgt in zynwederwerking de Streeklyn, der evenwydige *PL.* 2. *Fig.* 26.

Op dezelfde wys kan men ook zeggen, dat, indien die twee Kragten L en M wyken moesten voor de Werking, die 'er op 't punt H geschiedde, behoudens egter dat zy En 't punt van Zamenloop der schuinze Kragten.

IX. LES. I. AFDEEL. zy al wykende de zelfde evenredigheid onderling tot elkander behielden, de twee uiteinden van den Hefboom *ee* in 't nederdaalende evenwydige Lynen *e*N en *e*O beschryven, en dat het Steunpunt altyd in de Lyn HI blyven zou. Deszelfs wederwerking geschiedt derhalven altyd volgens de Lyn, op welke de Streeklynen der twee Kragten, zo ze schuins en naar elkander hellen, zamenloopen (*).

PL. 3. *Fig.* 27.

Gevolgen.

Gevoeg- Dewyl men uit de bepaalde grootheid en ver-

(*) [Wat het Steunpunt in de Tweede en Derde Zoort van Hefboomen te draagen heeft, valt ligt te berekenen. Is in de Tweede Zoort de Weerstand juist op 't midden van den Hefboom, het Steunpunt draagt de helft van deszelfs vermogen. Zyn de Armen ongelyk van langte, het draagt naar evenredigheid van zyn afstand van het Punt daar de Weerstand werkt. Een Kruijer, by voorbeeld, legt 100 Pond Gewigts op zyn wagen. Plaatst hy 't juist in 't midden tusschen 't end der Boomen, daar hy zyn Handen of Zeel aanslaat, en de As van 't Rad, die hier 't Steunpunt is, de Kruijer zoo wel als het Steunpunt draagen elk een Gewigt van 50 Ponden. Maar schikt hy 't voor aan in zyn Wagen, op een vierde by voorbeeld van

IX. LES. I. AFDEEL. lykste plaatzing van Steunpunt en Kragten.

vermogens der Beweegkragten, en uit den ſtand van derzelver Streeklynen op den Hefboom, daar ze meê werken, dus zeer gevoeglyk kan afleiden, welk eene Kragt 'er op het Steunpunt, of alles wat 'er voor dient, geſchieden, en welk een laſt en zwaarte het te draagen zal hebben; zien we ons daar door ook in ſtaat geſteld, om alle toevallen, die 'er uit een kwaade en min evenredige ſchikking van Steunpunt en Kragten, zouden mogen ontſtaan, voor te komen, en zig met een gewenſchten uitſlag Beweegkragten en Vermogens ten nutte te maaken, die

van deszelfs ganſche langte; zoo dat de afſtand van 't Steunpunt 1, die van den Kruijer 3 zy; deeze draagt niet meer dan 25, en de As wordt gedrukt door een Gewigt van 75 Ponden. Met den Hefboom van de Derde Zoort is het even eens gelegen, en men heeft ſlegts de Beweegkragt, die hier tuſſchen 't Steunpunt en den Weerſtand geplaatſt is, als den Weerſtand in de Tweede Zoort aan te merken.

De Streeklyn, volgens welke de wederwerking van 't Steunpunt geſchiedt, is, zo de beide Kragten evenwydig zyn, aan dezelve evenwydig: indien ſchuins, uit beider Streeklynen zamengeſteld.]

IX. LES. I. AF DEEL. die men onvoldoende en verre te zwak zou oordeelen, indien men zig niet, met al het voordeel, dat 'er op vallen kon, van dezelven wist te bedienen.

Voorbeeld in twee Draagers. Plaatst men, by voorbeeld, een Zwaarte van 200 Ponden in 't midden van een Hefboom, wiens beide enden op de Schouders van twee Draagers rusten; die twee Steunpunten, of Kragten zo men wil, zullen sterk genoeg zyn om dien last op te houden, zo slegts yder van die Draagers zig in staat bevindt om 100 Pond Gewigts te kunnen torssen. Maar, zo één van hun niet meer dan 50 Pond draagen kan, zal deeze zwakste, al was de ander al volkomen in staat om 'er 150 te kunnen draagen, egter ongetwyffeld onder den Last bezwyken moeten, zoo lang dezelve op 't midden van den Draagboom, tot een gelyken afstand van hem en van zyn makker, geplaatst blyft; beider poogingen zullen daar door te eenemaal onnut worden, en zy zullen 't werk, dat men met reden van hun verwagten mogt, moeten laaten steeken. Maar zo men in tegendeel den

Last

Laſt verder van den zwakſten af en digter by den ſterken op den Draagboom plaatſt, en de Armen van den Hefboom, dus de een langer dan den anderen, overhands tot elkander ſtaan als de Kragt van elken Draager, zullen ze hun Werk gevoeglyk verrigten kunnen, en 't Gewigt van 200 Ponden met hun beiden ophouden; even gelyk twee andere Arbeiders, van welke yder 100 Pond draagen kon, aanſtonds, by 't eerſte aanvatten, zouden gedaan hebben (*). IX. LES. I. AFDEEL.

Als

(*) *Overhands* of in een omgekeerde reden (zie de Aantekening I. Deel. 2 Stuk bladz. 502,) dat is, dat de Arm van den zwakſten ſta tot den Arm van den ſterkſten, als de Kragt van den ſterkſten, tot de Kragt van den zwakſten. De Kragten ſtaan als 150 en 50, dat is als 3 en 1. De Arm van den zwakſten moet derhalven 3 maal langer zyn. Want dus ſtaat volgens 't Voorſtel 3 tot 1, als 150 tot 50.

By deeze gelegenheid van de beſte plaatzing van 't Steunpunt vraagt men ook; zo 'er twee Bierdraagers zyn, van welke de een, ſchoon beide even ſterk, merkelyk kleinder van Lighaams geſtalte is, dan de andere, of zo 'er twee even groote zyn, die met hun Laſt een ſteilte, een Dyk, een hooge Sluis, op of afmoete n waar het Steunpunt geplaatſt moet worden, en wie van hun bei-

IX. LES. I. AFDEEL.

In een Arbeider die een Balk draagt.

Als een Arbeider een Balk op zyn Schouder draagt, neemt hy denzelven altyd ten naaften by op zyn midden, en laat hem omtrent even lang, zoovoor als agter uitsteeken. Door den Balk op zulk een wys op den Schouder te leggen, draagt hy niet meer dan 't Gewigt van het stuk Houts, dewyl de twee enden, die voor en agter uitsteeken, wederzyds Evenwigt met malkander maaken; en het Steunpunt dus alleen belaaden is met de gansche Som van den Inhoud der twee gedeeltens. Maar zo hy den Balk op de twee derde of drie vierde van zyn langte nam, zou hy den Balk, om te maaken dat die niet voor

den het meest of het minst zal te draagen hebben? Het Antwoord is gemakkelyk. Het Steunpunt blyft, volgens gewoonte, op 't midden van den Bierboom, en de een zal niet min nog meer dan de ander, maar beide juist even veel, elk de helft naamelyk van hun Last, te draagen vinden. Dit blykt duidelyk uit de Proefneeming (pag. 37) waer in beweezen is, dat de schuinsheid der Streeklynen geen de minste verandering toe brengt in de evenredigheid der evenwydige Kragten. Droegen de Bierdraagers derhalven op vlakken grond elk even veel, zy zullen 't ook doen in 't op en afgaan van een steilte. De Streeklyn, volgens

voor of agter afviel, met zyn Armen aan 't kortste end moeten vasthouden: en de Kragt, die hy daar toe zou moeten gebruiken, zou de Zwaarte van een Gewigt moeten evenaaren, 't welk in staat was, om met de Overmaat van langte, met dat gedeelte van den Balk, 't welk hy aan de andere zyde langer was dan deeze, Evenwigt te maaken. Het zou derhalven nutteloos zyn, dat de Arbeider den Balk op een andere en min gevoeglyke plaats, dan omtrent in deszelfs midden of Zwaartepunt nam, en zyn Schouder met een onnoodigen overlast bezwaarde.

IX. LES I. AFDEEL.

Deeze twee voorbeelden, daar ik hier alleen

Overleg

gens welke zy hun Kragt doen, is altyd de Loodlyn opwaarts, die van den Last loodregt nederwaarts: alle Streeklynen blyven derhalven altyd evenwydig aan malkanderen. De Bierboom legt wel schuins op die Streeklynen, en drukt hen daar door, min of meer, voor of agterwaarts over; maar die Drukking is ook aan beiden even eens gemeen, dewyl ze beiden met den zelfden hoek en schuinsheid drukt, en mag hun, om die reden ook, het draagen moeielyker doen vallen, maar het maakt het voor den eenen niet moeilyker dan voor den anderen.]

IX. LES. I. AFDEEL. daar by noodig.

leen gewag van maak, zyn zoo eenvoudig en komen zoo menigvuldig voor, dat de meeſten, die men zoo juiſt en met zulk een goed overleg ziet te werk gaan, enkel door gewoonte 't gebrek van redeneering over dit ſtuk vergoeden; en de Natuur alleen ter Leidsvrouw hebben. Maar ontelbaare voorvallen zyn 'er, daar onderwys en oplettende bedagtzaamheid toe vereiſcht wordt, en waar in men niet wel ſlaagen zou, dan door een beredeneerd gebruik en toepasſing van die zelfde Beginzels, daar wy natuurlyker wys in den eerſten opſlag wel eenig, doch verward denkbeeld van hebben.

Of vergoed door gewoonte,

Een naauwkeurige opmerking en toepasſing van de Wetten der Natuur is 't ook alleen, die ons in ſtaat ſtelt om reden te kunnen geeven van een oneindige menigte van voorzorgen en gewoontens, die wy ons, van Kindsbeen af, eigen maaken, of die onze behoeften en ſchrandere vlyt alleen ons hebben doen uitvinden.

Voorbeelden van loſſe

Waarom, by voorbeeld, leunt iemand, die een Schuit of iets anders van merkelyke

Zwaar-

Zwaarte door 't Water of over den Grond met een Touw voort trekt, voorwaartsover? Hy doet het, om dat hy op die wys, by de Werking zyner Spieren nog een gedeelte voegt van 't Gewigt van zyn Lighaam, en door die vermeerdering van Kragt den Weêrstand, daar hy op werkt, gemakkelyker overwint. Maar zo hy geen vast Punt heeft om op te Steunen, zo het Punt, daar hy op steunt, 't zy door deszelfs eigen aart en gesteltenis, 't zy door deszelfs nadeelige Streeklyn, te los staat en niet vast genoeg is; zo hy, by voorbeeld, zig op een beweegbaar Vlak, een Schuit die niet vast legt, bevindt, zo de Grond, daar hy over gaat, glad en glibberig is, of schuins op af afloopt; alle deeze en dergelyke oorzaaken meer, die eigentlyk niets anders zyn, dan een gebrek in 't Steunpunt, maaken alle zyne poogingen vrugteloos, of verzwakken derzelver Kragt en Uitwerkzels.

IX. LES. I. AFDEEL. Steunpunten.

Om deeze en dergelyke ongemakken voor te komen, is men doorgaans gewoon, Zant, Asch of Mist te strooien op Straaten en Wegen,

Door konst in vaste veranderd.

IX. LES. I. AFDEEL.

gen, daar veel doorgang van Volk is, wanneer dezelve bevrooren en door Yzeling glad geworden zyn: by sterken Vorst scherpt men de Hoefyzers der Paarden, om ze op Ys en Sneeuw te doen vast staan en voor uitglyden te beveiligen. Zonder die Snydende Kanten en scherpgepunte Hoeken, die men aan de Yzers der Schaatzen maakt, om 'er 't Ys mee te vatten, waar zou men een Steunpunt vinden, om zig uit voort te stooten en over een gladde Vlakte heen te snellen, die dan het voordeeligste is, wanneer zy geen hobbeligheid heeft welke den Voet kan belemmeren en sluiten? De Noordsche Volkeren, die meest genoodzaakt zyn over de Sneeuw te reizen, zouden zig op een Steunpunt waagen en verlaaten moeten, dat ongetwyffeld niet te vast zou zyn, zo ze de voorzorg niet gebruikten van zeker zoort van Plankjes, merkelyk breeder dan de Zoolen van hun Schoenen, onder hunne Voeten te binden. Op die wys beslaan zy overal, waar zy den Voet neer zetten, een veel grooter Vlakte en steunen op een breeder

der Steunpunt, 't welk het gebrek van deszelfs Vaftheidweerte hulpkomt of vergoedt.

IX. LES. I. AFDEEL.

Werking der Paarden, die by een fteilteopryden.

Wanneer Paarden een Rytuig by een Heuvel, Dyk, of fchuinfen Grond optrekken, is 't het Gewigt alleen niet van den Laft, dien ze voorttrekken en die in zulken geval minder Steunzel vindt op den afloopenden Grond, dat hen zoo zeer vermoeit; maar 't is ook inzonderheid de helling en fchuinte van dien Grond, die hun zyn Steunpunten verfchaft in een Streeklyn, welke zeer fchuins valt op die, volgens welke de Paarden hun Kragt oeffenen: want als zy hunne Voeten tegen den Grond fchrap zetten, buigen zy hunne Beenen de zelfde ftreek henen, als zig het beloop ftrekt van den Grond: en men begrypt ligtelyk, dat, hoe nader zulks aan 't evenwydige komt, hoe de Voeten minder Steunzel vinden zullen. Dit is ook de reden, waarom men dikwils op dergelyk zoort van Wegen, om het trekken gemakkelyker te maaken, eenige oneffenheden en als vlaktens maakt, even eens omtrent gelyk de treden van onze trappen; die de Voeten, welke met

een

IX. LES I. AFDEEL. een byna Loodlynsche enregtstandige Streeklyn opwaarts hun Kragt doen, een Waterpas vlak ten Steunpunt verschaffende, merkelyk beter en voller Weerstand kunnen bieden, dan eenige gedeeltens van het Hellend Vlak, daar men ze op vast maakte, ooit zouden doen kunnen.

De Draaikonst. Liefhebbers van den Draaibank kunnen niet onkundig zyn, hoe noodzaakelyk het is, dat een Hefboom wel ondersteund worde en vast sta, om de tegen elkander aanwerkende vermogens van de Beweegkragt en van den Weêrstand te kunnen verdragen. Want wat is een Snybeitel, een Guds, een Puntbeitel anders, dan een Hefboom van de Eerste Zoort, die op een Leunspaan rust, en wiens snede of Punt door de hand van den Draaier tegen een stuk Hout, Koper of Yzer, gezet en aangehouden wordt? Zo de Leunspaan uit zig zelve niet vast genoeg staat; zo ze niet zwaar genoeg is om de Kragt, die ze weêrstaan moet, te verduuren; zo haar stand, of die van den Beitel, dien ze draagt, den Weerstand werken doet met een nadeelige Streeklyn,

lyn, ſpruiten 'er, gelyk men weet, verſchei- IX. LES I. AF-DEEL.
den kwaade gevolgen uit voort. Harde Stof-
fen loopen golfs of ſlangswyze rond ('t geen
men *Golven werpen* zou mogen noemen): *Guillocher*
zagtere neemen een zeer onvolmaakte en on-
eenpaarige Rondheid aan; de Beitel ſchiet
in, en maakt valſche trekken: met één
woord, het is een Hoofdgebrek in een Draai-
bank, zo dat geen 't welk ten Leunſpaan
en Steunpunt dient voor de Beitels, of niet
vaſt en zwaar genoeg is, of niet behoorlyk
naar welgevallen verzet kan worden om vol-
gens de gevoeglykſte Streeklynen te werken;
en hy, die zyn Leunſpaan niet op de voor-
deeligſte wys weet te plaatzen, is geen han-
dig Draaier.

Van de Werktuigen, die uit Hefboomen zyn zamengeſteld, of die op de zelfde wys als Hefboomen werken.

De Hefboomen komen in 't zamenſtel Menig-
van zoo groot een menigte van Werktuigen vuldig
te pas, dat het niet wel mogelyk zou zyn, gebruik
dezelve ſtuk voor ſtuk daarin aan te wyzen, van den Hef-
boom in
en Zamenge

IX. LES. I. AFDEEL. en de Werkingen, die ze 'er in verrigten, met eenige naaukeurigheid te verklaaren. De Schryvers, die het allerbreedvoerigst over de Beweegkunde geschreeven hebben, agtten zig met regt van zulk een noodeloos en overtollig onderzoek ontslaagen, en vergenoegden zig, na dat zy de Grondbeginzels deezer Weetenschap gestaafd hadden, om slegts in eenige uitgeleezen Voorbeelden het gebruik aan te toonen, dat men 'er in de Konsten van maakt. De Paalen, die wy ons in dit Werk hebben voorgeschreven, verpligten ons tot nog grooter beknoptheid, en om 't Stuk, zoo kort als mogelyk is, af te doen. Wy zullen derhalven hier alleen van de minst Zamengestelde Werktuigen spreeken, van zulke naamelyk, die zoo weinig van den enkelen Hefboom verschillen, dat men ze zomtyds onder 't getal stelt der eenvoudige Werktuigen.

stelde Werktuigen.

Van

Van de gemeene Weegschaal, en van de Unster of zoogenaamde Romeinsche Weegschaal.

IX. LES. I. AFDEEL.

De gemeene en overal gebruikelyke Weegschaal, in *Figuur* 28 afgebeeld, is een Werktuig, 't welk dient om twee even zwaare gedeeltens Stof, van welke zoort van Lighaamen het zy, tegen elkander in Evenwigt te stellen, op dat men het Gewigt van 't eene gedeelte kennende, daar uit zie, hoe zwaar het ander weege.

De Weegschaal. *PL.* 3. *Fig.* 28.

Dit Werktuig bestaat uit een *Juk* A B; wiens langte in twee gelyke Deelen verdeeld wordt door een *As* by E: uit twee *Schaalen* C en D, die aan de uitenden van de Armen van 't Juk hangen; en uit een Beugel E F, doorgaans het *Huisje* genoemd, 't welk ten Steunpunt verstrekt aan den As, die het draagt, en daar het Middelpunt van Beweeging is.

Derzelver Deelen.

Men begrypt ligtelyk dat deeze Weegschaal eigentlyk niets anders is dan een Hefboom, door zyn Steunpunt in twee gelyke Armen verdeeld, en met de pooginge of

Is een Hefboom van de Eerste Zoort.

ver-

IX. LES. I. AF DEEL. vermogens belaaden van een Beweegkragt en van een Weerstand, wier Streeklynen evenwydig aan elkanderen zyn, en als hy Waterpas als A B staat, Loodregt op hem, in de langte vallen; of wanneer hy helt, gelyk *ab*, van weerzyden gelykvormige Hoeken met hem maaken. Zeer weinig zouden wy derhalven, zo het mogelyk was een Weegschaal van een te eenemaal onbuigbaare Stof, en zonder eenige eigen Zwaarte te maaken, hebben by te voegen, by 't geen we'er reeds te vooren van gezegd en beweezen hebben. Maar dewyl de onvermydelyke noodzaakelykheid daar men zig in bevindt, om het Juk van de eene of de andere Harde Stoffe, als Koper, by voorbeeld, of Yzer te maaken, en 't zelve zulk een Vorm en dikte te geeven, dat het zig niet gemakkelyk krommen en verbuigen kan, ons dat geen, 't welk zoo lang 't by enkele redeneering blyft, waar is, zomtyds over 't hoofd doet zien, zal 't, dunkt my, niet ongevoeglyk zyn, dat ik hier kortelyk eens onderzoeke, waar eigentlyk de deugd en ondeugd, de naauwkeurigheid

heid of gebrekkelykheid van een Weegſchaal in beſtaa. IX. LES. I. AFDEEL.

De hoedanigheden; die tot een goede Weegſchaal noodzaakelyk vereiſcht worden, zyn deeze. 1. Dat ze zeer beweegbaar zy: dat is te zeggen, dat het allergeringſte verſchil van Gewigt tuſſchen de twee gedeeltens Stof, daar ze meê belaaden is, het Juk doe overhellen; op dat men dus haar ſtaat van Evenwigt als een zeker en onbedrieglyk teken zou mogen aanzien van een volmaakte gelykheid en overeenkomſt van Zwaarte van de Lighaamen, die wederzyds in de Schaal leggen. 2. Dat derzelver armen altyd volkomen elkaar gelyk, en net even lang zyn: want zo de een langer is dan de ander, zullen de Hangpunten, daar de Beweegkragten haar Werking op doen, wederzyds niet op den zelfden afſtand en even ver van 't Steunpunt ſtaan, en twee gelyke Stofshoeveelheden bygevolg onmogelyk Evenwigt met elkanderen kunnen maaken. 3. Dat beide Armen één en 't zelfde Beloop hebben, en in dezelfde regte Streeklyn ſtaan; want

Drie hoedanigheden van een goede Weegſchaal.

IX. LES. I. AFDEEL.

anders zou het zeer bezwaarlyk zyn te onderscheiden of zy van weêrskanten met de Streeklynen der Beweegkragten wel gelykvormige Hoeken maaken. Het valt juist niet zeer gemakkelyk, deeze drie vereischten, tot een volmaakte Weegschaal noodig, met elkander overeen te brengen, en teffens te doen plaats hebben. Men ontmoet in 't zamenstellen van dit Werktuig verscheiden zwaarigheden, daar men vry wat moeite mee heeft; en, in 't gebruik zelf, dient 'er op verscheiden zaaken gelet te worden, zonder welke de naaukeurigste Weegschaal haar deugd en waarde verliest.

De Beweegbaarheid. Eerste hoedanigheid.

De beweegbaarheid van een Weegschaal hangt inzonderheid van drie zaaken af. 1. Van de meerder of minder Wryving, die op de As geschiedt: want de Wryving, weet men, is iets 't welk de Beweeging stuit en belemmert: 2. Van den stand van het *Zwaartepunt* van de Weegschaal, 't welk buiten het *Beweegpunt* kan geplaast worden: 3. Van de langte der Armen; dewyl een zeer klein Gewigt een groote Kragt kan doen, als

Centre de Gravité, Centre de Mouvement

als het zeer ver van het Steunpunt afſtaat. IX. LES.

Om de Weegſchaal door vermindering van Wryving beweegbaarder te maaken, moet men zorg draagen, dat de Drukking op het Steunpunt zoo gering zy als eenigzins mogelyk is. Hierom maakt men het Juk van de Schaaltjes, die men tot het doen van deeze of geene Proeven gebruikt, en waar by men een zeer groote beweegbaarheid noodig heeft, zeer dun en ligt; dog men dient ook te letten, dat het, zo men 't al te ligt genomen heeft, zig niet verbuige en kromme onder den Laſt, dien men op de Schaalen legt: want uit die kromte zouden eenige andere Ongemakken ontſtaan, daar wy eerlang van ſpreeken zullen. Met hetzelfde oogmerk, om de Wryving, naamelyk, op de As te verminderen, maakt men dezelve ook zomtyds een weinig Mesgewys en ſcherp toeloopende. Dit middel is buiten twyffel goed; doch dan heeft men ook wel toe te zien, dat de As zelve, en die plaats van het Gat, waar op ze haar ruſting heeft, ongemeen hard zy; want anders zou ze 'er met 'er tyd een in-

I. AF. DEEL

Die afhangt van de Wryving op de As.

IX. LES I. AFDEEL.

ſnyding in maaken, of zelve gaan omleggen; en de Beweegbaarheid dus, wel ver van vermeerderd, in tegendeel merkelyk verminderd worden.

Van den ſtand van 't Zwaartepunt.

Als het Juk van een Weegſchaal by zyn Zwaartepunt wordt opgehangen, zullen deszelfs beide Armen, in welken ſtand men dezelve ook plaatze, altyd met elkander in Evenwigt blyven; en op het allerminſte Gewigt, dat men aan den eenen meer dan aan den anderen hangt, zal de Weegſchaal overſlaan. Deeze ongemeene Beweegbaarheid is in het dagelyks gebruik te ongemakkelyk; dewyl 'er telkens vry wat Tyd en Oplettendheid vereiſcht zou worden, om de beide Schaalen zoo volmaakt gelyk te belaaden, als noodig zou zyn om ze in Evenwigt te houden. Hierom heeft men de gewoonte, van het Beweegpunt boven en een weinig hooger dan het Zwaartepunt te plaatzen. Uit *Figuur* 29 kan men afleiden, hoe voorzigtig en behoedzaam men gebruik moet maaken van dit Hulpmiddel, 't welk, eigentlyk geſproken, niets anders is, dan een on-

Pl. 4. *Fig.* 29.

onvolmaaktheid met voordagt in 't werk gebragt. Want indien eens de Driehoek ABC het Juk verbeeldt van een Weegschaal, 't welk zig om 't Punt C beweegt, en men hetzelve een hellende gestalte geeft gelyk *ab*, by voorbeeld; zo zal het Zwaartepunt, 't welk, zoo lang de twee Armen Waterpas staan, in de Lyn C D is, zig in de Lyn C *d* bevinden, en, volgens zyn aart, zyn best doen om weder op de Loodlyn C D te komen, die het verlaaten hadt. Heeft het vryheid om zyn neiging te volgen, de versnelling, die het door zyn Val krygen zal, zal het die Lyn doen voorby loopen, en tot in *f* opklimmen. En dit is ook de oorzaak van die Slingeringen, welke men in alle Schaaljukken ziet plaats hebben, en die niet gebeuren zouden, indien het Zwaartepunt niet laager in dezelve stond, dan het Beweegpunt.

IX. LES. I. AFDEEL.

Dewyl dergelyke Jukken derhalven niet overhellen kunnen, zonder dat het Zwaartepunt zig eenigzins verplaatze, en die verplaatzing niet geschieden kan zonder een byzondere en eigen Werking van dat Punt,

IX. LES. I. AF DEEL. ziet men duidelyk, dat zulk een Vorm van maakzel de Weegſchaal een gedeelte van haar Beweegbaarheid beneemt, en dat men het Beweegpunt, zoo weinig als eenigzins mogelyk is, van het Zwaartepunt moet afzonderen, en verwyderen; boven al, zo het Werktuig geſchikt zy om 'er koſtbaare Waaren, waar in het minſte verſchil van Zwaarte een verſchil van belang is, meê te Weegen.

En van de langte der Armen. De langte der Armen doet ook niet weinig, om de voorheengemelde reden, tot bevordering van de Beweegbaarheid der Weegſchaal; 't is een middel, dat uit zyn eigen aart aanleiding geeft, om het minſte verſchil van Gewigt tuſſchen 't geen op de twee Schaalen gelegd wordt. te merken. Maar het Juk van een Weegſchaal kan niet langer gemaakt worden, zonder dat het, teffens, of zwaarder wordt of buigzaamer: twee zaaken daar men wel degelyk op te letten heeft, en zig voor hoeden moet; de eerſte, om dat zulks de Wryving door een ſterker Drukking op de As vergroot; de tweede, om redenen

nen, die wy nu zoo aanſtonds melden zullen. IX. LES.

Het tweede, 't geen wy in een Weegſchaal, die naauwkeurig zou mogen heeten, vereiſchten, was dat derzelver beide Armen volmaakt gelyk en net even lang waren. Nu is 't niet genoeg, dat ze zoo zyn, als men het Werktuig eerſt vervaardigd heeft, maar ze moeten in 't gebruik ook zoo blyven. Zo het Juk de vereiſchte Hardheid niet heeft, of volkomen ſtyf en onbuigbaar genoeg gemaakt zy, kromt het zig onder den Laſt, daar men de Schaalen meê belaadt; en deeze kromte, hoe klein ze ook zy, vermindert de Beweegbaarheid der Weegſchaal, en is oorzaak, dat men, op 't geen ze doet, geen zekeren ſtaat kan maaken. Want, voor eerſt, als de Regte Lyn A B krom wordt, en een Bogt als die van *a* C *b* aanneemt, kan men de kromtens van weêrszyden aanmerken, als of ze de Regte Lynen *a* C en C *b* waren, en met malkanderen nevens de Lyn *a b* een Driehoek vormden, daar men het zelfde van zeggen kan, 't geen wy te vooren van den Driehoek, in *Figuur* 29 afgebeeld,

I. AFBEEL. De gelykheid der Armen. Tweede Eigenſchap.

PL. 4. *Fig.* 30.

IX. LES, I. AFDEEL.

beeld, gezegd hebben. De Streeklynen, ten anderen, van de Beweegkragten *af* en *bg*, maaken niet langer Regte Hoeken met de kromgeboogen Armen van het Juk. Dit, 't is waar, is wel juist geen gebrek, zo die Hoeken, schoon veranderd en nu verschillende van 't geen ze te vooren waren, slegts altyd gelykvormig aan elkander blyven; en om zig daar van wel te kunnen verzekeren, is 't ook, dat men gewoon is, een Standertje, doorgaans de Evenaar genoemd, Loodregt op 't midden van het Juk op te regten. Als men den Beugel los en vry hangen laat, neemt hy van zelf door zyn eigen zwaarte een stand volgens de Loodlyn aan, en hangt regt op en neêr, waar uit men altoos zien kan, wanneer de Evenaar loodregt staa op het Waterpas, en als men zulks ziet, besluit men 'er uit, dat de twee Armen van de Weegschaal wederzyds gelyke Hoeken maaken met de Streeklynen der Beweegkragten, die 'er van weerskanten aan hangen. Maar dan veronderstelt men ook, gelyk men ziet, dat het Juk of volkomen regt gebleeven is,

of

of dat het zig van weerzyden even eens ver- IX. LES. I. AF DEEL.
boogen; en deszelfs beide Armen een gely-
ke kromte aangenomen hebben: want zo het gedeelte C B, by voorbeeld, zig sterker doorgeboogen heeft, dan het ander A C, zal die Lyn C *b* ook korter moeten zyn dan *a* C, en derzelver schuinsheid en helling op *b g* niet meer met die van de andere op *a f* overeenstemmen.

Dezelfde stand en Streeklyn der Armen. Derde hoedanigheid.

Dit verschil van de helling der beide Armen, dat men met regt te dugten heeft, als het Juk buigbaar is, en de moeielykheid om het min of het meer van dat verschil in 't dagelyks gebruik te kunnen weeten en wel te schatten; zyn de redenen, waar op ik de derde hoedanigheid, tot een goede Weegschaal vereischt, grondvest. Als men door de keur der Stoffe, die men 'er toe neemt, door de wyze waarop men dezelve bearbeidt, met een welgeschikte Vorm en gepaste dikte, een Weegschaals Juk heeft toegesteld, wiens Armen, zonder dat 'er egter de andere noodzakelyke vereischtens ondertusschen door benadeeld worden, volkomen onbuig-

IX. LES. I. AFDEEL.

baar zyn, zullen ze beiden altyd in een zelfde Streeklyn blyven ſtaan, en hun Evenwigt zal enkel en alleen afhangen van het gelyk Gewigt der Stoffen, daar ze meê belaaden zyn. Dit egter heeft men enkel te verſtaan van het Juk alleen, en als 'er de Schaalen niet aanhangen: want derzelver Hangpunten veranderen van plaats wanneer het Juk begint over te hellen: en daar door komt een der Beweegkragten dan het Steunpunt nader, terwyl de andere 'er verder van af raakt, gelyk uit *Fig.* 31 blykt.

Laaten A en B de twee gaten verbeelden, daar men de Ringen of Haakjes door ſteekt, waar aan men de Schaalen ophangt. Zoo lang het Juk waterpas blyft, zyn de Hangpunten in *a* en in *b*, op gelyke afſtanden weêrzyds van 't Middelpunt der Beweeging *c*. Maar als het Juk begint over te hellen, en te ſtaan, by voorbeeld, als D E, verglyden de Ringen, en de eene zal zig in *d* verder van 't Beweegpunt af, de ander in *e* nader by hetzelve, dan ze te vooren waren, bevinden. En dit is ook de reden, waarom

Verandering der Hangpunten. *PL.* 4. *Fig.* 31.

om een los Juk alleen geweldig Slingeren kan, terwyl het merkelyk minder slingert als 'er de Schaalen aanhangen, inzonderheid wanneer het zeer sterk overhelt, dewyl 't in dit geval zyn Evenwigt geheel verliest. IX. LES. I. AFDEEL.

Men kan hier by ook nog aanmerken, dat dewyl men doorgaans die gaten vry groot maakt, om meer spels en vryheid aan de Ringen te geeven, schoon wel de Middelpunten van die gaten in eene en dezelfde Lyn staan met het Middelpunt van de As, de twee Armen egter van het Juk, die, eigentlyk gesproken, door de Lynen *ac* en *bc* verbeeld worden, daarom juist niet eene zelfde regte Streeklyn hebben: dewyl de Hangpunten niet eigentlyk in 't Middelpunt zyn der gaten, maar wel in derzelver benedenste Punten *a* en *b*. En dit is iets daar men in 't maaken der Weegschaalen buiten twyffel op letten moet, dewyl hier uit alleen ontstaan kan, dat het Zwaartepunt zig buiten het Beweegpunt bevinde (*). De

Zy veranderen de Streeklyn van de Armen.

(*) [Om die reden maakt men thans gemeenlyk de Jukken zodanig, dat de Ringen niet als in *Fig.* 31. maar dwars op de armen staan, en 't Hangpunt in derzelver Streeklyn komt. H.]

IX. LES. I. AFDEEL. Evenaar en Tegenwigt. *PL.* 4 *Fig.* 32.

De Standert of Evenaar, die men op het Juk plant, om te weeten wanneer hetzelve Waterpas ſtaat, weegt ook, als de Weegſchaal overhelt, min of meer op een der Armen, gelyk men uit *Figuur* 32 zal kunnen zien. Zy zou daarom, telkens als ze naar deeze of geene zyde overwykt, tot misrekening aanleiding geeven kunnen, indien men dit gebrek niet te gemoet kwam, door middel van een Tegenwigtje *b i*, 't welk men, vlak tegen haar over, onder tegen het Juk aan vaſt maakt. Maar dit Tegenwigt neemt ſlegts een gedeelte van het kwaad weg, zo deszelfs zwaarte niet volmaakt de zelfde zy als die van de Evenaar, 't geen altyd niet wel zoo juiſt te treffen is, als men, gelyk men doorgaans doet, het Juk *m n*, de Evenaar *k l*, en het Tegenwigt *b i*, uit één en hetzelfde ſtuk maakt.

Voorzorg in 't gebruik der Weegſchaal.

Een op de allerbeſte en voorzigtigſte wys vervaardigde Weegſchaal zou ook door 't gebruik min naauwkeurig en gebrekkelyk kunnen worden, als men 'er zig niet behoorlyk van bedient. Zy zou, by voorbeeld, niet be-

beweegbaar genoeg meer kunnen zyn, en zelfs valſch en bedriechelyk worden door de ongelyke langte der beide Armen, indien men het Gewigt, daar men de Schaalen meê belaadt, niet eenigermaate ſchikte naar de Kragt van 't Juk, en 't geen hetzelve lyden kan. Want door een al te zwaaren Laſt zou 'er te groot eene Drukking, op de As, en daar door te ſterk een Wryving op dezelve ontſtaan, die de Beweegbaarheid belemmerde, en de Armen zouden zig krommen en verbuigen kunnen; en dus de ganſche Weegſchaal in den zelfden gebrekkelyken toeſtand brengen, als of ze heel kwalyk en zonder konſt gemaakt was. Men zou ook gevaar loopen van iets, dat niets minder dan Evenwigt was, voor Evenwigt aan te zien, zo de Beugel, of het zoogenaamde Huisje, kwalyk opgehangen, of in zyn verſchuiven en vryen loop belemmerd, geen volkomen Loodlynſchen ſtand aannam: want in zulken geval zou 't gebeuren kunnen, dat het Juk niet Waterpas ſtond, zonder dat men 't egter merkte; en men zal ongetwyffeld

IX. LES. I. AFDEEL.

uit

IX. LES. I. AFDEEL. uit het geen we te vooren gezegd hebben, wel hebben kunnen zien, dat een Waterpas ſtand de ſtand van een Weegſchaal is, in welken men wel het minſt voor derzelver miswyzing te dugten heeft. Zy kan egter ook in dien ſtand haar gebreken hebben, en wel degelyk misleiden. Men kan een valſche of bedriechelyke Weegſchaal maaken, die de Eigenſchap behouden zal, dat ze in een Waterpas ſtand met zig zelve in Evenwigt hangt. Een van haar Armen zal korter zyn dan de andere, maar even zwaar: zoo lang de Schaalen derhalven ledig zyn, zal alles in Evenwigt blyven; maar zoo dra men op beiden even veel Gewigts zet, zal die Schaal, die aan den langſten arm hangt, de andere overweegen: want gelyke Gewigten kunnen met elkander onmogelyk Evenwigt maaken, ten zy ze beiden op een gelyken afſtand en even ver af zyn van 't Steunpunt (*).

De

(*) [Het beſte en gereedſte middel, gelyk men weet, om een bedriechelyke Weegſchaal te ontdekken, is dat men de Schaalen verwiſſelt: ik wil zeggen, dat men, na dat

De zoogenaamde Romeinsche Weegschaal of Unster, wier Afbeeldzel in *Fig.* 33. gezien wordt, is ook een Hefboom van de Eerste Zoort, die daar in van de gemeene Weeg-

IX. LES. I. AFDEEL. Unster, Romeinsche.

dat de Waar gewoogen is, het Gewigt zet op de Schaal van de Waar, en de Waar op die van 't Gewigt. Zo de Weegschaal niêt zuiver is, zal 'er dan geen Evenwigt tusschen die twee meer zyn, en de Waar merkelyk ligter weegen. Men begrypt de reden ligtelyk. Laat 'er een Weegschaal zyn, wiens Juk een Arm heeft van 15 en een van 16 Duimen; een verschil, dat op het oog bezwaarlyk zou te merken zyn, dog dat egter, om dat de kortste Arm wat zwaarder gemaakt is, met zig zelven en zyn ledige Schaalen in Evenwigt hangt. Op zulk een Weegschaal zal een Gewigt van 16 Ponden, aan den Arm van 15 Duim, Evenwigt maaken met 15 Pond Waar aan den anderen Arm. Want 16 Pond met 15 Duim, en 15 Pond met 16 Duim vermenigvuldigd, geeven beide 240, en bygevolg de zelfde hoeveelheid van Beweeging aan weêrskanten. Maar verplaatst men nu Waar en Gewigt, 16 Ponden met 16 Duim geeft 256, terwyl 15 Pond Waar met 15 Duim slegts 225 maakt. De Hoeveelheden der Beweeging verschillen nu derhalven; daar kan bygevolg geen Evenwigt zyn, en men bevindt de Waar merkelyk ligter. Met dergelyk een Weegschaal zal derhalven een Kooper, die voor 16 Pond Waar betaalt, maar 15 Ponden ontvangen; en dus op yder Pond één Once verliezen]

IX. LES. I. AFDEEL. Weegschaal. *PL.* 4. *Fig.* 34.

Weegschaal verschilt, dat ze tusschen twee elkanderen zeer ongelyke Kragten Evenwigt maakt. Een enkel Gewigt P alleen, dat men op verscheiden afstanden van de As of het Steunpunt C plaatst, dient om 'er allerhande zwaarwigtige dingen, het een merkelyk zwaarder dan het ander, en die men aan den Haak R ophangt, meê te weegen. Want dewyl de Arm C H van den Hefboom in Graaden afgetekend, en de Kragt van P bekend is, kan men uit het verschil der afstanden tusschen P C en R C gemakkelyk afleiden, hoe veel het Gewigt of Pak R zwaarder weegt dan P (*).

Derzelver voor en nadeel.

Wy zullen ons met dit Werktuig niet lang ophouden, om dat men 'er byna alles, wat we van de gemeene Weegschaal gezegd hebben,

(*) [Het weegen met de Unster, als enkel Hefboom van de Eerste Zoort, is gemakkelyk te begrypen. Ik veronderstel, dat de Arm C R even lang is, als yder der 7 verdeelingen, die men op den anderen Arm C H ziet. Het Gewigt P is een bekend Gewigt: laat het 5 Pond zyn, om nu te weeten hoe Zwaar het Pak R P is, dat gewoogen moet worden, heeft men slegts P, als het met R tot

ben, op kan toepassen. Alleen zal ik dit nog aanmerken, dat de Unster in 't gebruik vry gemakkelyk is, daar om, om dat ze slegts een enkel Gewigt, en 't welk nog daarenboven niet zeer zwaar behoeft te zyn, noodig hebbende, in 't klein ligtelyk meê gedraagen en werwaarts men wil heen gebragt kan worden. En, wanneer men dezelve in 't groot wil gebruiken, en 'er zeer zwaare Pakken en Lasten, die men niet wel verdeelen kan, meê weegen; behoeft men dat groot getal van allerhande zoorten van Gewigten niet, dat men met zoo veel moeite by een sleept en verzet; en daarenboven heeft ook het vast punt, daar men deeze Schaal aanhangt, als zoo sterk niet belaaden zynde, merkelyk minder te lyden. Maar aan den

IX. LES. I. AFDEEL.

tot Evenwigt gebragt is, te vermenigvuldigen met deszelfs afstand van het Steunpunt C: want dewyl C R op 1 gesteld is, behoeft men niet te deelen. F hangt hier op Streep 5. 5 Afstands derhalven met 5 Gewigts vermenigvuldigd, geeft voor de Zwaarte van R 25 Ponden. Dus op Streep 4, 20 Pond, op 6, 30.]

IX. LES. I. AFDEEL. den anderen kant heeft men egter ook aan te merken, dat dit Werktuig niet gevoeglyk dienen kan, om 'er dingen van geringe zwaarte naauwkeurig genoeg meê te Weegen, daarom, naamelyk, om dat het niet beweegbaar genoeg is, 't welk voornaamentlyk daar uit ontstaat, dat een van de Armen zeer kort is (*).

Van

(*) [Men koppelt ook zomtyds verscheiden Hefboomen aan malkander, zoo dat de Eerste een Tweeden, de Tweede een Derden, &c. in beweeging brengt. Men kan 'er een groote Kragt meê doen. De Leezer kan 'er de *Figuuren* van nazien by de Heeren MUSSCHENBROEK, DESAGULIERS en elders. Ik zal 'er alleen maar van zeggen, dat men, om derzelver Kragt te berekenen, slegts de langte der Armen, waar aan in yder der Hefboomen de Beweegkragt werkt, met malkanderen heeft te vermenigvuldigen: die Som geeft het vermogen der Beweegkragt, of de waare langte van den eenen Arm, daar die Beweegkragt aan werkt, indien men de verscheiden Hefboomen als een enkelden Hefboom wil aanmerken. Het vermogen of den Arm van den Weerstand kent men desgelyks uit het met malkander vermenigvuldigen van al de verscheiden Armen, daar de Weerstand in die Hefboomen aan hangt. Laaten 'er, by voorbeeld, drie zyn; van welker Eersten de Arm van de

Van de Katrollen.

IX. LES. I. AFDEEL. De Katrol. *PL.* 4. *Fig.* 34.

De *Katrol*, in *Figuur* 34 afgebeeld, is een rond, en doorgaans plat Lighaam, 't welk zig op zyn Middelpunt C beweegt, en welks buitenste Omtrek uitgehold is met een Groef of Sleuf, waar in een Keten of Touw loopt, aan wier een end de Beweegkragt E, F, of

de Beweegkragt 3, die van den Weerstand 1 is; van den Tweeden 4 en 1, van den Derden 5 en 1. Derhalven 3 maal 4 maal 5 = 60 voor de Som of waaren Arm der Beweegkragt: 1 maal 1 maal 1 = 1 voor dien van den Weerstand. Een Gewigt van 10 Ponden zal derhalven op die wys 600 Pond opweegen: want 60 maal 10 = 600.

Men ontmoet ook Gevallen, waar in verscheiden Weerstanden, of verscheiden Beweegkragten op verschillende afstanden van 't Steunpunt aan een en denzelfden Hefboomen werken. Verscheiden Menschen, by voorbeeld, loopen in een Spil aan dezelfde Handspaak, of rigten met malkander een Balk, een lange Ladder, enz. over end. Om nu de gansche Som der Kragt, die aan den éénen, of aan den anderen Arm geschiedt, te kennen, vermenigvuldigt men yder byzondere Kragt, 't zy Weerstand, 't zy Beweegkragt, met haar eigen byzonderen afstand van 't Steunpunt. De uitkomsten, elk voor zyn Arm, by elkander gevoegd, geeven de Som van de gansche Kragt, die op dien Arm werkt. Drie Perzoonen van verschillende Kragten draaien met el-

IX LES. I. AFDEEL.

of G, en aan 't ander de Weerstand F werkt.

De Sleuf. *PL.* 4. *Fig.* 35.

Het Touw moet deeze Katrolschyf doen omdraaien, of de Schyf het Touw voorttrekken: hierom is men gewoon, wanneer men vreest, dat hetzelve mogelyk over de Schyf glyden zou, de Sleuf scherp uit te hollen, als in *Figuur* 35, op dat het Touw 'er in bekneepen worde, of dezelve met kleine uitsteekende Puntjes te wapenen, die het Touw vatten.

Nagel en Blok. *PL.* 4. *Fig.* 34.

De Katrolschyf beweegt zig doorgaans in een Blok of Beugel C D, die de As of Nagel C ophoudt; doorgaans maakt men de enden van die As in den Beugel vast, en doet 'er de Schyf om heen draaien; maar 't zou

kander een Spil aan een en dezelfde Handspaak; de eerste, die een Kragt kan doen als van 30 Pond, bevindt zig aan 't uiteind van den Hefboom op 6 Voeten afstands van 't Beweegpunt: de Tweede, die zwakker is en maar met 25 Ponden Kragts werken kan, draait op den afstand van 4 Voeten: een Jongen, die 15 Kragten toebrengt, loopt op 2 Voeten afstands. De gansche Kragt derhalven, die aan de Handspaak gedaan wordt, komt uit op 310, want 30 maal 6 = 180, 25 maal 4 = 100: en 15 maal 2 = 30.

zou buiten twyffel beter zyn, dat men de As in de Schyf zelve vaſt maakte, en haar dus te gelyk met haar Nagel in de Gaten van den Beugel draaien liet; om dat 'er op die wys, dewyl de Beweeging over een kleinder oppervlakte geſchiedde, minder Wryving zou plaats hebben; en ſchoon dan zelfs met 'er tyd die gaten van het Blok mogten uitſlyten en wyder worden, zou egter, dewyl het altyd derzelver benedenſte gedeelte blyft daar eigentlyk de Kragt of draaijing op geſchiedt, de Schyf zonder horten en ſtooten even eens rond blyven loopen; 't geen onmogelyk zyn kan, als het gat in 't Middelpunt van de Schyf uitgeſleeten en te wyd geworden is. De

30. Welke uitkomſten van de drie perſoonen, by een gevoegd, maaken 180 en 100 en 30 = 310. Zy zullen op die wys derhalven, met hun drieën (de Wryvingen &c. uitgezonderd) 310 Ponden Gewigts ophouden. In de Hefboomen van de twee andere Zoorten, gelyk by 't opregten van een Balk of Ladder, daar ze, in 't algemeen genomen, in 't eerſt als een Hefboom van de Tweede Zoort, en op 't laatſt als een van de Derde Zoort, aan werken heeft gelyke Rekening plaats.]

IX. LES. I. AFDEEL.

Aart en werking der Katrol.

De Proefneemingen, tot welke wy nu zullen overgaan, zullen ons deeze drie dingen inzonderheid doen zien. 1. Dat men zig van een Katrol bedienen kan, als van een Hefboom van de Eerste Zoort, wiens Armen wederzyds even lang zyn; en waar aan twee Beweegkragten, elkanderen in vermogen gelyk, altyd in Evenwigt blyven, volgens welke Streeklynen men ook dezelve werken laat. 2. Dat de Beweegkragten, die men aan een Katrol gebruikt, zoo veel meer Kragts en Werking zullen doen, naar maate ze verder van de As der Schyf afstaan. En eindelyk 3. dat de As den Last of 't Gewigt draagt van de gansche Som van de Beweegkragt en den Weerstand teffens, en dat derzelver wederwerking volgens een Streeklyn geschiedt, die evenwydig loopt met de Streeklynen van die Kragten, of wel, zo deeze schuins op elkander staan, die gerigt is naar het Punt daar dezelve zamenloopen.

X.

X. PROEFNEEMING.

Toestel.

In *Figuur* 36, ziet men een Werktuig afgebeeld, dat uit twee Pylaaren of regtopgaande Standerts bestaat, die op een Tafeltje, welks langte grooter is dan de breedte, opgerigt en vastgezet zyn. De een draagt een open of doorgeslaagen Metaalen Katrolschyf; de ander een Hefboom in de vorm van een Winkelhaak, wiens Armen wederzyds even lang zyn, en die op zyn nagel, waar meê hy aan de Pylaar vast is, met volle vryheid draait, en zig beweegt in 't zelfde Vlak als de Katrolschyf. *PL.* 4. *Fig.* 36.

Men slaat, voor eerst, een Koord over de Schyf, aan wier beide einden men de twee even zwaare Gewigten P en R vastmaakt, die men evenwydig aan elkander en volgens een Loodlynsche Beweegstreek, regt nederwaards, als A P en B R, werken laat.

Vervolgens neemt men het Gewigt R af, en hangt het aan het Koordje, dat aan den arm

IX. LES. I. AFDEEL. D van den Krommen Hefboom ED vaſt is; de Koord, die over de Schyf liep, knoopt men met haar end, daar R aan hing, aan den anderen arm E van den Hefboom, zoo dat die Koord nu loope als PAFE.

Eindelyk brengt men 't Gewigt R weêr op zyn voorige plaats, en draait den krommen Hefboom zoo ver om, dat D zig in *d*, en E zig in *e* bevinde: daar op hangt men het Gewigt P aan het Koordje *dp*, en maakt de Koord AP, daar dat Gewigt te vooren aan hing, aan den Arm *e* van den draajenden Hefboom vaſt: zoo dat ze looptals A*fe*.

Uitwerkzels.

Gelyke Gewigten blyven aan de Schyf in Evenwigt.

De twee Gewigten P en R blyven altyd met malkanderen in Evenwigt, niet alleen als ze beide evenwydig aan elkander en volgens de Loodlyn regt nederwaarts hangen, als AP, BR, maar ook, wanneer een van hun Waterpas op de Katrolſchyf werkt, als FE, of *fe*, en, 't zy dat de Koord drie vierde

de deelen van de Schyf BFA*f*, of slegts IX·LES. I. AF DEEL.
één vierde als AF besla.

Opbelderingen.

Men kan de Katrolschyf A F B aanmerken als een vereeniging of zamenkoppeling van Hefboomen van de Eerste Zoort, wier Armen wederzyds even lang zyn, en die in het Middelpunt C, daar de As der Schyf is, hun gemeen Steunpunt hebben. Als de Koord van weêrskanten Loodregt nederwaarts hangt als A P en B R, moet dezelve, zo ze over de Schyf niet verglyden kan, eveneens werken, als of ze uit twee stukken bestondt, van welke het een in A, en 't ander in B was vastgemaakt. Noodzaakelyk moet 'er derhalven ook Evenwigt zyn tusschen de twee Gewigten P en R, om dat zy beiden op gelyke afstanden van het Steunpunt haar Kragt doen, en beide Loodregt met haar Streeklynen staan op de Armen van den Hefboom, de een op A C, de ander op B C. De Katrol een regte Hefboom van de Eerste Zoort.

Om dezelfde redenen blyft ook het Evenwigt in de twee andere gevallen stand houden. Of een kromme.

IX. LES I. AFDEEL. den. De halve Middellynen van de Schyf FC en *f* C zyn aan de twee voorheengenoemde A C en B C gelyk, en de Streeklynen E F en *ef* vallen 'er Loodregt op, even eens gelyk R B Loodregt hing aan B C, en P A aan A C. Het eenigst onderscheid, dat 'er is, bestaat alleen hier in, dat de Beweegkragten in 't eerste geval met een regten Hefboom A B werkten, en dat ze nu in deeze gevallen werken als met kromme Hefboomen A C F en A C*f*: 't geen, gelyk we te vooren hebben doen zien, dezelfde Uitwerkzels geeft, en dus op één uitkomt. Bladz. 78.

XI. PROEFNEEMING.

Toestel.

PL. 4. *Fig.* 37. *Figuur* 37 vertoont een Katrolschyf uit drie Schyven van verscheiden dikte zamengesteld, wier vlakken boven elkander topswyze uitsteeken, en op hun buitensten Omtrek, naar gewoonte, met Sleuven zyn uitgehold. De Middellynen en bygevolg ook de halve Middellynen van deeze Cirkels of Schy-

Schyven, ſtaan in dezelfde evenredigheid tot elkander als de getallen 1, 2, en 3. Om de binnenſte en allerkleinſte van deeze drie omtrekken *d* ſlaat men een Koord, waar aan men twee Gewigten H, I, yder van 6 Oncen hangt. In *a* en in *b* maakt men twee andere Koorden vaſt, die over de Omtrekken der twee andere grootere Schyven *a* 3 en *b* 2 loopen, en uit derzelver Punten 3 en 2 Loodregt nederwaarts hangen: als 3 L, 2 K.

IX. LES. I. AFDEEL.

Uitwerkzels.

Als de twee Gewigten in H en in I hangen, is 'er Evenwigt tuſſchen die twee Gewigten, en 6 Oncen zyn aan 't een end van de Koord zoo zwaar als aan het ander. Neemt men het Gewigt H weg, en hangt men een ander van 3 Oncen aan den Haak K, dit zal ook Evenwigt maaken met de 6 Oncen die in I zyn: en zo men dat van K eindelyk ook wegneemt, en een ander van 2 Oncen aan L hangt, zullen deeze twee Oncen in L ook de 6 Oncen van I opweegen.

Hoe verder van 't Beweegpunt, hoe grooter kragt.

Op-

IX. LES. I. AFDEEL.

Ophelderingen.

Even als in den Hefboom.

Dewyl de halve Middellyn C 1 gelyk is aan de halve Middellyn C *d*, moet 'er noodwendig Evenwigt zyn tusschen twee gelyke Gewigten H en I, yder 6 Oncen zwaar; om dat zy op denzelfden afstand wederzyds van 't Steunpunt staan, en hun Kragt doen. Maar dewyl de halve Middellyn der tweede Schyf C 2 eens zoo groot is als C *d*, moeten de twee Gewigten, zullen ze Evenwigt maaken, tot elkander staan in de omgekeerde reden van deeze hunne afstandenvan't Steun- of Middelpunt C, dat is, als 1 tot 2, het één eens zoo klein als het ander. Dus ziet men ook dat 3 Oncen Evenwigt maaken met 6 Oncen; en om dezelfde reden kunnen 't ook 2 Oncen doen op een afstand die driemaal zoo lang is; gelyk C 3, die driemaal C *d* evenaart.

XII. PROEFNEERMING.

Toestel.

PL. 4. *Fig.* 38.

De Katrolschyf G H rust met haar As op twee

twee Metaalen Ringetjes, daar ze in loopt, en die van wederzyden ondersteund en opgehouden worden door middel van Koorden, die, elk aan haaren kant, voor en agter de Schyf, over twee kleine Katrolletjes loopen en zig vereenigen by de twee Gewigten B en D; die beide even zwaar zyn. De groote Schyf G H heeft dus tweederlei beweeging: zy draait, volgens gewoonte, rond op haar As, en zy kan ook, te gelyk met haar As, een zekere langte nederwaarts daalen, als de Weerstand der Gewigten B en D, die haar ophoudt, weggenomen wordt. IX. LES. I. AFDEEL.

Uitwerkzels.

Deeze twee laastgenoemde Gewigten B en D geeven toe, en de Schyf daalt omtrent ter langte van twee Duimen, als men twee andere Gewigten E en F, die met malkander, en met de Schyf teffens, een weinig zwaarder dan B, en D, weegen, met evenwydige Streeklynen en Loodregt nederwaarts aan G en H ophangt: maar de Schyf begint weder een weinig te ryzen, als men het Ge- Dragt van 't Beweegpunt.

IX. LES. I. AFDEEL. Gewigt F weggenomen hebbende, de Koord H F met de hand volgens de Streeklyn AC houdt.

Opheldering en.

of den Nagel van de Katrol.

Als de twee Gewigten E en F evenwydig aan elkander hangen, ſtaan ze met de Streeklynen, volgens welke zy hun Kragt doen, Loodregt op G en op H. Deeze moet men hier als de uit-einden aanmerken van een regten Hefboom G H, op zyn Steunpunt, juiſt in 't midden, beweegbaar; en in dergelyk geval, gelyk wy te vooren hebben aangetoond, draagt het Steunpunt de ganſche Som van beide de Kragten of Gewigten teffens. De As of Nagel van de Schyf, die hier het Steunpunt is, wordt derhalven naar beneden getrokken met een Kragt, die de twee Gewigten E, F, en het Gewigt der Schyf zelve, t'zamen genomen, evenaart: de twee andere Gewigten B en D, die de Schyf ophouden en hier derzelver Weêrſtand, of wederwerking van beneden naar om hoog verbeelden, zyn een weinig zwakker, dan die ſtraks-

ſtragsgemelde Som der 't zamengenomen Gewigten. De Schyf daalt derhalven naar beneden. Maar zy herſtelt zig en ryſt weder een weinig, als één der enden van de Koord niet langer evenwydig is met de andere. Want in zulken geval, gelyk hier by voorbeeld, werkt de Kragt, die de Schyf draagen en weerſtaan moet, volgens de Lyn I K, en dus niet meer Loodregt, maar ſchuins, en derhalven met minder vermogen, tegen de twee Beweegkragten B en D.

Gevolgen.

De Katrol, als een Hefboom van de eerſte Zoort gebruikt, is een eenvoudig en zeer gevoeglyk middel, gelyk men 'er zigtrol. dan ook dikwils ten dien einde van bedient, om een Lighaam werwaarts heen men wil in beweeging te brengen. Want op welk eene wyze, en met welk eene Streeklyn een Beweegkragt, mits in 't zelfde Vlak met de Schyf blyvende, ook op een Katrol werke, altoos valt ze Loodregt op de eene of de andere van derzelver Middellynen, en werkt

Nut en gebruik der Katrol.

daar

IX. LES. I. AFDEEL.

daar door altyd met haar volle Kragt en uiterſt Vermogen. Schoon dus een Paard, by voorbeeld, natuurlyker wys trekt en zyn meeſte werking doet volgens een Lyn die Waterpas loopt: men kan het egter, door middel van Dwarskatrollen, al zyn Kragt doen oeffenen op een Weêrſtand, wiens natuurlyke Loopſtreek de Loodlyn is; en ſchoon een Gewigt altyd geneigd is om te vallen, en hoe langs hoe laager te daalen, men kan het egter doen ryzen, zo men door middel van een Katrol een zwaarder Gewigt 'er tegen ſtelt.

Haar voordeel op den Hefboom.

De Kromme Hefboomen van verſcheiden gedaante en Vorm, doen de Lighaamen, gelyk we voorheen reeds aanmerkten, ook wel deeze of geene Streeklyn van Beweeging, naar men verkieſt, aanneemen, maar de Katrol heeft op hun dit voordeel, dat ze de Beweeging, eens begonnen, zonder vertoeving door verplaatzing van 't Werktuig, aan den gang doet blyven; en dat de Beweegkragten altyd dezelfde Streeklynen behouden, daar ze eerſt meê begonnen te werken.

Dit

Dit onderſcheid zal men ligtelyk op het bloot gezigt en uit de vergelyking van *Figuur* 22 en 36 kunnen bemerken.

IX. LES. I. AFDEEL. *Pl.* 3. en 4. Slangswyze Katrolſchyf. *Pl.* 4. *Fig.* 37.

Dewyl een Katrol, met verſcheiden Sleuven, die alle één en 't zelfde gemeen Middelpunt hebben, gegroefd, gelyk by voorbeeld die van *Figuur* 37, dienen kan, om Beweegkragten van verſchillende vermogens, Gewigten van verſchillende Zwaarte, met elkander overeen te brengen, en even ſterk van Kragt te maaken, als men de Middellynen dier Sleuven de behoorlyke evenredigheid geeft; kan men ook bygevolg op die wys beſtendig of Evenwigt, of altyd ééne zelfde onderlinge evenredigheid tusſchen twee Beweegkragten doen ſtand houden, ſchoon dezelve onophoudelyk van vermogen veranderen, en allenskens ſterker worden of zwakker. Want in plaats van verſcheiden zulke *Eenmiddelpuntige* Sleuven te neemen, kan men 'er ſlegts ééne maaken, niet die in zig zelve doorloopt, en ſlegts een ronden Cirkel vormt, maar, die de gedaante van een *Slangswyze* Lyn aanneemen-

Concentriques.

Spirale.

IX. LES. I. AFDEEL.

de, zig allenskens hoe langs hoe meer van haar Middelpunt verwydert, in de zelfde evenredigheid, volgens welke eene der twee Beweegkragten allenskens zwakker wordt.

De Snik van een Uurwerk.

Een der gelukkigste uitvindingen, waar toe dit gevolg aanleiding gegeeven heeft; is dat men de Werking der Veeren, die de Zaken andere Uurwerken in beweeging houden, eenpaarig, en altyd met zig zelve gelykvormig heeft weeten te maaken. In de Tweede Les hebben wy gezegd, dat deeze Veeren, even gelyk alle andere, naar maate dat ze zig ontspannen, hoe langer hoe zwakker beginnen te worden; dewyl nu het Raderwerk, dat ze in beweeging houden moeten, haar altyd denzelfden en even sterken Weêrstand biedt, zou 'er onvermydelyk uit volgen, dat de Uurwerken, geduurende den ganschen tyd dat de Veer zig ontspande, allenskens hoe langer hoe traager loopen moesten, zo men geen middel gevonden hadt om dat gebrek te verhelpen. In plaats van de Ketting, daar de Veer meê gespannen wordt, om een *Rol* te winden, laat men ze loopen om

1 Deel. 1 Stuk. bladz. 184.

Cylindre.

om een *Snik*, welker figuur van dien aart is, dat haare draaijen allenskens kleinder van Middellijn worden, naar maate en in dezelf de evenredigheid, dat de Spanning der Veer toeneemt. De ganſche konſt beſtaat alleen maar in 't vinden van de juiſte evenredigheid; dewyl men door redeneering en berekening niet verder dan ſlegts tot een ten naaſten by kan komen. De Uurwerkmaakers zyn hier altyd tot proef en toets genoodzaakt, dewyl de Veeren nooit volkomen regelmaatig en buigbaar zyn, of in alle de gedeeltens van haar ganſche iangte even Veerkragtig (*).

IX. LES. I. AFDEEL. *Fuſée.* *PL.* 5. *Fig.* 39.

Wanneer men weet, welk een laſt en zwaarte een Katrolſchyf zal te draagen hebben, is men ook in ſtaat, om haar de gevoegkykſte figuur, zulk eene dikte en grootte te gee-

Voorzorg in 't gebruik der Katrol.

(*) [Over den aart en werking der Snik, derzelver maakzel en de wyze, waar op ze gevormd wordt, kan de Nederduitſche Leezer breeder nazien II. Deel. I. Stuk. bladz. 130. *Aantekening*; en het daar aangehaalde *Schouwtoneel der Natuur*. 17. Deel. bladz. 181.]

IX. LES. I. AFDEEL.

geeven, als tot het Werk, daar ze toe dienen moet, de bekwaamste zy. Het geen men inzonderheid op 't oog moet hebben, is voor eerst, dat men ze sterk genoeg maake; ten tweeden, dat men ze niet dikker maake dan het Werk vereischt, om de noodelooze Wryvingen van een al te groote Oppervlakte te vermyden. Maar dewyl het Blok van een Katrol altyd aan het een of 't ander vast punt hangt, heeft men ook wel te letten, dat het geen, waar aan men de Katrol vast maakt, sterk en stevig genoeg zy, om de Kragt, die 'er op de As van de Schyf gedaan zal worden, te kunnen uitstaan. Zelfs behoort men ook op 't verschillend beloop der Streeklynen agt te geeven, volgens welke die Kragt mogelyk haar Werking zal doen: want in 't één geval zou 't het misschien een Steunpunt uithouden, 't welk in andere gevallen bezwyken zou

De Katrol als een Hefboom van de

De enkelde Katrol kan men ook als een Hefboom van de tweede Zoort aanmerken. Zy heeft inderdaad dezelfde Eigenschappen, en werkt op zulk een wys, wanneer de

Weer-

Weerſtand R, als in *Figuur* 40, aan het Blok zelf hangende, de Koord met haar een end aan 't één of 't ander vaſt punt, aan *a* by voorbeeld, of aan *g* is vaſt gemaakt, terwyl haar ander end door een Beweegkragt als P of *d* getrokken of opgehouden wordt. In zulken geval zyn de Streeklynen van de Beweegkragt en van den Weêrſtand of evenwydig aan malkander, gelyk *d*E en *c*I, of zy loopen ſchuins naar elkandere toe, gelyk P*k* en *ck*. IX. LES. I. AF. DEEL tweede Zoort aangemerkt. *PL.* 5. *Fig.* 40.

In het eerſte van deeze twee gevallen draagt de Beweegkragt ſlegts de helft van het Gewigt van den Weêrſtand: in het tweede wordt de Beweegkragt zwakker, en de wederwerking van 't Steunpunt rigt zig naar het Punt daar de Streeklynen van de Beweegkragt en van den Weerſtand zamenloopen, naamelyk naar *k*. Eigenſchap der Kragten op een Beweegbaare Katrol.

XIII. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

A en B, in *Fig.* 41, zyn twee kleine Spil *PL.* 5. *Fig.* 41.

IX. LES. I. AFDEEL. letjes, drie Duim yder lang, die in twee doorgewerkte Sponningen, welke men in de beide Armen van de Schraag G gemaakt heeft, heen en weder schuiven kunnen. Het eerste A strekt tot een vast Punt aan een Koord, die om een Katrolschyf, daar het Gewigt D aan hangt, heen loopt, en met haar ander end vastgemaakt is aan den Arm van een Weegschaal, daar men de Schaal heeft afgenomen, en in derzelver plaats een klein Gewigtje in H opgehangen om haar door dat middel Evenwigt met zig zelve te doen behouden. Deeze Weegschaal hangt aan 't ander Spilletje B.

Men stelt eerst de twee Spilletjes op zulk een afstand van malkander, dat de twee enden van de Koord, die om de Schyf geslagen is, van weêrzyden, zoo als ze zig van de Schyf af naar A en H strekken, evenwydig loopen.

Vervolgens schuift men de Spilletjes verder van malkanderen af, en doet daar door de twee enden van de Koord schuins van elkander af loopen, gelyk P *l*, by voorbeeld, en

en *gm* in *Fig.* 40; en in beide gevallen zet men zoo veel Gewigts op de overblyvende Schaal, als 'er vereiſcht wordt, om het Juk van de Weegſchaal in een Waterpas ſtand te houden. IX. LES. I. AFDEEL.

Uitwerkzels.

De Katrolſchyf en 't Gewigt, dat 'er aanhangt, D, weegen te zamen 8 Oncen: en als de beide enden van de Koord evenwydig aan malkander en in de Loodlyn, regt op en nederwaarts, ſtaan, worden 'er maar 4 Oncen op de Schaal vereiſcht om Evenwigt te maaken; maar wanneer de Koorden ſchuins van malkander afloopen als P *l* en *gm* in *Figuur* 40, moet men de Schaal zwaarder belaaden, om het Evenwigt te houden.

Opheldering en.

Als men den Arm H van de Weegſchaal als een Beweegkragt aanmerkt, die de Schyf en 't Gewigt, dat 'er aanhangt, na dat men 't ander end van de Koord aan 't Spilletje in By Evenwydige Streeklynen draagt de Beweeg-

IX. LES. I. AF DEEL.

A heeft vaſtgemaakt, ophoudt, mag men, zonder vrees van zig te zullen misrekenen, het Gewigt, dat men op de Schaal legt, wel voor de Kragt neemen, die 'er, als alles in Evenwigt is, op de Beweegkragt geſchiedt, en zy bygevolg in ſtaat is te draagen. Nu ziet men derhalven dan ook duidelyk in de Uitwerkzels van deeze Proefneeming het bewys van 't geen we te vooren zeiden: 1. Dat de Beweegkragt, als de Streeklynen der twee tegen elkander aanwerkende kragten, de Beweegkragt en den Weerſtand, evenwydig zyn, niet meer dan de helft van 't Gewigt of de Kragt van den Weerſtand draagt. Want in 't eerſte geval, waar in de beide enden der Koord evenwydig aan malkander loopen, is *c* I Streeklyn van den Weerſtand, ook evenwydig aan *de*, die de Streeklyn is der Beweegkragt; en 4 Oncen, in de Schaal der Weegſchaale gelegd, weegen de 8 Oncen van D op: 2. Dat, wanneer de Streeklynen van de twee tegen elkander werkende kragten niet meer Evenwydig zyn, de Beweegkragt ook niet meer

kragt de helft van den Weerſtand.

PL. 5. *Fig.* 40.

By ſchuinze wordt ze zwakker.

meer in ſtaat is, en te zwak wordt, om de helft van den Weerſtand op te weegen en te-gen te ſtaan, en dat de Streeklyn van het Steunpunt regt heen gaat door het zamen-looppunt der twee andere Streeklynen. Want in het tweede geval van de Proefneeming, waar in de Beweegkragt ſchuins werkte als P*k*, zagen wy dat 4 Oncen op de Schaal niet genoeg waren om Evenwigt te maaken; gelyk men verder uit *Figuur* 40 zien kan, dat de Hoek *gkc*, gelyk is aan den Hoek van den anderen kant P*kc*.

IX. LES. I AFDEEL.

Even als in een Hefboom van de tweede Zoort.

Als de twee enden van de Koord even-wydig aan elkanderen loopen, gelyk *ab* en *de*, kan men ze aanmerken als of ze aan de beide uiterſte Punten van de Middellyn *be* waren vaſtgemaakt: als ze ſchuins loopen gelyk P*l* en *gm*, kan men ze aanzien als vaſt zynde aan de Raakpunten *l* en *m*. Dewyl de Weerſtand R hier in 't midden is, zyn de twee Lynen *eb* en *lm* twee Hefboomen van de Tweede Zoort, beide, door de Streeklyn cI van den Weerſtand, in twee gelyke Armen verdeeld. Nu ziet men ligtelyk en in den

IX. LES. I. AFDEEL. eerſten opſlag zelfs, dat, dewyl de Koord, in *a* of in *g* vaſtgemaakt, het vaſte of Steunpunt van den Hefboom in *b* of in *m* overbrengt, de Beweegkragt, die op *e* of op *l* werkt, altyd werkt op een afſtand als van *e b* of van *l m* van het Steunpunt; een afſtand, die eens zoo groot is, als die waar op de Weerſtand ſtaat, in *c* naamelyk of in *i*. Nu weet men, volgens het geen we te vooren van den Hefboom gezegd hebben, dat 4 Oncen, op een dubbelden afſtand van 't Steunpunt, in ſtaat zyn om een dubbeld Gewigt, 8 Oncen, op te weegen.

Maar wanneer de Beweegkragt een ſchuinzen loop neemt, is zy tot dezelfde Uitwerkzels, die ze te vooren deedt, niet meer in ſtaat. Om dat, namelyk, gelyk we voorheen ook al gemeld hebben, de Streeklyn, die Loodregt op den Hefboom ſtaat, den voordeeligſten ſtand van allen heeft, en de meeſt mogelyke Kragt doet, en dat alle andere Streeklynen bygevolg, die van de Loodregte afwyken, zwakker moeten vallen. *Pl*, 't is waar, ſtaat Loodregt op de halve Middel-

dellyn *lc*; maar die zelfde halve Middellyn *lc*, door welke men ook zou kunnen begrypen dat de Beweegkragt werkte, ſtaat weer ſchuins op de Streeklyn van den Weerſtand *ci*; 't geen bygevolg weer op 't zelfde uitkomt.

Streeklyn van 't Steunpunt.

Het Steunpunt, eindelyk, volgt in zyn wederwerking de Lyn *gm*, als de Beweegkragt den ſchuinzen ſtand aanneemt van P *l*; want op het oogenblik dat zy de Loodregte Streeklyn *de*, by voorbeeld, verlaatende, tot de ſchuinze P *l* overgaat, begint de Schyf, aan dien kant door de Beweegkragt niet langer opgehouden, voort te rollen, tot dat zy van weerzyden gelyke onderſteuning vindt; 't welk niet gebeurt, dan wanneer de Hoek *gkc* gelyk is aan den anderen Hoek P *kc*.

Gevolgen.

Een vaſte Katrol aan een Beweegbaare gekoppeld.

Dewyl men, als het end der Katrolkoord in A vaſt blyft, *Fig.* 41, niet meer dan ſlegts een Gewigt van 4 Oncen in H noodig heeft, om 'er een van 8 Oncen in D op te weegen; en dewyl een Gewigt of Kragt

van

IX. LES. I. AFDEEL. van 4 Oncen altyd dezelfde blyft en haaren aart behoudt, 't zy ze van boven naar beneden, 't zy ze, door tusschenkomst van den Arm eener Weegschaal, van beneden naar boven werke; kan men, zonder dat 'er eenige verandering in de Uitwerkzels van te dugten zy, het Juk H wegneemen, en een tweede Schyf als L of *l* *Fig.* 42, in deszelfs plaats ophangen; deeze zal even eens, gelyk het Juk der Weegschaal deedt, het werk van een Hefboom van de Eerste Zoort verrigten; en men zal ook in M of in *m* nooit meer dan 4 Oncen behoeven, om 't Gewigt D van 8 Oncen op te houden.

PL. 5. *Fig.* 42.

Een Derde en Vierde 'er by gevoegd. *PL.* 5. *Fig.* 43.

Als men de Koord of den zoogenoemden Looper, waar aan men deeze Kragt van 4 Oncen doet, uit M verlangt tot aan N. *Fig.* 43, en denzelven om een derde Schyf N O slaat, zal deze, even als de Eerste Schyf 1, een Hefboom worden van de Tweede Zoort; waar aan de Beweegkragt O, eens zoo ver van het Steunpunt N afstaande als de Weerstand die op de As der Schyf werkt, slegts de helft van de Kragt zal behoeven om den

Weer-

Weêrstand van 8 Oncen op te houden, die 'er M toe noodig hadt; men zal hier derhalven in O, om de 8 Oncen op te trekken, slegts 2 Oncen Kragts moeten hebben; en, zo het mogelyk gemakkelyker mogt vallen, naar om laag, gelyk men doorgaans doet, dan naar om hoog te trekken, kan men 'er een Vierde Schyf 4 byvoegen, die gelyk de Schyf 2, de Streeklyn der Beweeging zal kunnen veranderen, en als een Hefboom van de Eerste Zoort gelegenheid geeven, om op de gewoone en gevoeglykste wys aan het Touw te trekken van boven naar beneden.

Deeze Tweede en Vierde Katrolschyven, die, als Hefboomen van de Eerste Zoort, enkel dienen om de Beweegstreek te veranderen, kunnen in één zelfde Blok geplaatst worden: en als dat Blok met zyn opperste gedeelte ergens aan geslaagen is en vasthangt, kan het onderste gedeelte van het Blok zelf als tot een vast punt strekken om 'er 't eerste end van het Touw aan te hegten, 't welk wy tot nog toe veronderstelden dat aan den Nagel F vastgemaakt was.

Dee-

IX. LES. I. AFDEEL. Het Takel.

Deeze Zamenkoppeling van verſcheiden vaſte en Beweegbaare Schyven, in een Blok by een geplaatſt, of evenwydig naaſt malkander, of de eene boven de andere, wordt een Takel genoemd. Zodanige Werktuigen zyn zeer gemeen, en worden overal gebruikt om 'er zwaare Laſten meê op te hyſſen. Zy zyn zeer gemakkelyk, om dat ze weinig plaats beſlaan, en men door de zelven de Werking van een zelfde Beweegkragt zonder veel omſlag naar welgevallen kan vergrooten en ſterker doen worden. Doch dit geſchiedt egter niet, gelyk het ook nooit in eenig ander Werktuig geſchiedt; dan ten koſten van een grooter ſnelheid dier Beweegkragt, die, hoe ze ſterker worden zal, hoe ze ſnelder werken moet. Want als de Schyf, in *Fig.* 40, die den Weerſtand R draagt, ryſt tot aan de Lyn *da*, ziet men ligtelyk, dat de Beweegkragt, die dit Uitwerkzel voortbrengt, in den zelfden tyd tweemaal zoo veel wegs, als *c*, moet hebben afgeloopen; dewyl de twee gedeeltens *ab* en *de* van de Koord, daar ze aan werkt, zig

PL. 5. *Fig.* 40.

zig beide boven de Lyn *d a* bevinden zullen, als het Middelpunt *c* aan de Schyf tot aan die Lyn gereezen is, en deeze twee stukken *a b* en *d e* zyn met hun beiden, gelyk men ziet, eens zoo lang als de hoogte *c b*. De Beweegkragt heeft derhalven in denzelfden tyd een dubbelden weg van *c b*, en bygevolg met een dubbelde Snelheid geloopen (*).

Het

(*) [De algemeene en doorgaande Regel in de Beweegkunde is, gelyk wy gezien hebben, dat de Hoeveelheid van Beweeging, van Weerskanten gelyk, Evenwigt maakt. Door Hoeveelheid van Beweeging verstaat men, gelyk men weet, den Inhoud vermeenigvuldigd met de Snelheid, dat is, de grootte, het vermogen van de Beweegkragt, en dat van den Weerstand, yder vermeenigvuldigd met zyn eigen Snelheid. In de Hefboomen namen wy voor die Snelheid den afstand van 't Steunpunt, 't geen op 't zelfde uitkwam, om dat zy in dezelfde evenredigheid of snelder of traager bewoogen werden, naar maate dat ze zig of verder of nader by dat Steunpunt bevonden. In de andere Werktuigen noemt men, onverschillig, Snelheden of afgeloopen Wegen. De Snelheid van een Lighaam moet wel berekend worden, beide uit den Weg, dien het afloopt, en uit den Tyd, dien het 'er toe besteedt; maar dewyl de Tyden in de Beweegkunde altyd gelyk zyn of genomen kunnen worden, en de Beweegkragt zig niet beweegen kan zonder dat de Weêrstand zig ook beweegt, noch deeze zonder die,

IX. LES. 1. AFDEEL. Voorzorgen in 't gebruik der Takels.

Het voordeel, 't welk de Takels aan een Beweegkragt geeven, kan egter niet vergroot en voortgezet worden, tot in 't oneindige. Als men eens een zeker getal van Schyven op die wys aan een gekoppeld heeft, zouden,

die, mag men altyd enkel de Snelheden of afgeloopen Wegen rekenen. Als die Wegen omtrekken zyn van Cirkels, neemt men 'er veeltyds die omtrekken; of, 't geen op 't zelfde uitkomt, derzelver Middellynen, of halve Middellynen voor. De twee Kragten staan dan altyd tot malkander als haar Snelheden of Wegen, —— in de *Wederkeerige* of omgekeerde reden naamelyk, indien ze Evenwigt maaken zullen, dat is, de Beweegkragt staat tot den Weêrstand, als de Snelheid, Weg —— van den Weêrstand tot de Snelheid, Weg —— van de Beweegkragt. Of kortheids halven in Letters B. W :: w. b. Het Evenwigt is derhalven B b = W w. 't Zy men door b en w, de Snelheden, 't zy men 'er de Wegen, omtrekken van Cirkels, heel of halve Middellynen door versta. Dit Evenwigt heeft men slegts in de Beweegkunde te zoeken: zoodra men 't kent, weet men, dat men, met een weinig meer kragts te gebruiken, de Beweegkragt aan den gang kan helpen, en den Weêrstand, Gewigten, zwaare Lighaamen, of wat het zy, verplaatzen.

Reciproque.

Laat ons dit op de Katrol toepassen. B staat tot W :: w. b. Maar nu hebben we gezien, dat terwyl een Beweegbaare Schyf, daar de Weerstand aan-

den, zo men 'er meer in brengen wilde, de Wryvingen, die onmogelyk te vermyden zyn, in 't vervolg zoo groot een aftrek van de Som der Beweegende Kragten veroorzaaken, dat dit verlies het voordeel, 't welk men

aanhangt, 1 Voet, by voorbeeld, ryft, men 2 Voeten Touws, (van elk der twee enden Touw ter weerszyde van de Schyf 1 Voet naamelyk) naar zig getrokken heeft. De Beweegkragt loopt derhalven eens zoo snel, eens zoo veel Weg af, als de Weerstand. Dit heeft wederom by yder Beweegbaare Schyf, die 'er meer aan dien Takel zyn, plaats: gelyk men ligtelyk zal kunnen bespeuren, zo men 't gansche beloop van 't Touw, en welk een gedeelte 'er by 't ryzen van den Weerstand telkens van over de Schyven geloopen is, nagaat. De Snelheid of Weg der Beweegkragt moet derhalven staan, in geval van Evenwigt, tot die van den Weerstand, by een Beweegbaare Schyf, als 1. tot 2: by twee Schyven, als 1 tot 4: by drie, a's 1 tot 6. of, in 't algemeen, altyd als 1 tot het dubbeld Getal der Beweegbaare Schyven. In 't algemeen zeg ik, dewyl 'er andere Stelzels en Schikkingen van Schyven zyn, gelyk die van den zoegenoemden Spaanschen Takel onder anderen, waar in deze Regel niet gebruikt kan worden. Als wy dan het dubbeld getal der Beweegbaare Schyven b noemen, hebben wy deeze evenredigheid. B. W :: 1 b. Of Bb = W 1.; en dewyl het Getal van 1 niet ver-

IX. LES. I. AFDEEL. men door 't vermeerderen van 't getal der Schyven nog dagt te zullen winnen, merkelyk zou te boven gaan.

Ook behoort men de Takels op zulk een wys te ſtellen en aan te ſlaan, dat de Streeklynen der Touwen zoo evenwydig aan elkanderen loopen als eenigzins mogelyk is. Want te vooren hebben wy reeds meer maalen doen zien, dat de Beweegkragten, die volgens ſchuinze Streeklynen werken, alle andere omſtandigheden gelyk geſteld, daar door zwakker worden, en minder Kragt doen.

Van

deelt, noch vermenigvuldigt, $Bb = w$. Hier uit volgen in 't berekenen deeze Regels.

Wil men weeten, wat kragt men zal moeten gebruiken, om zeker Gewigt met zeker getal beweegbaare Schyven op te houden; men verdeele den Weerſtand door het dubbeld getal der Schyven. Want $B = \frac{W}{b}$.

Wil men zien, hoe veel Gewigts men wel zou kunnen trekken, met zekere Kragt, die men denkt te gebruiken, men vermenigvuldige die Kragt met het dubbeld getal der Schyven. Want $W = Bb$.

Zoekt men het getal der Schyven, die men zou mogen

Van het Rad.

IX. LES. I. AFDEEL.

Een *Rad* is, gelyk de Katrolschyf, een Rond Lighaam, doorgaans plat, en beweegbaar om zyn middelpunt. Deszelfs Omtrek, in plaats van Sleufswyze gegroefd en uitgehold te zyn, ontvangt de Beweeging, die men 'er aan geeven wil, en deelt ze, die hy ontvangen heeft, aan andere Lighaamen mede, door middel van Wryving, of wel door zekere uitspringende en afsteekende Deeltjes, die men aan dien Omtrek ge-

gen nodig hebben om zeker Gewigt met zekere kragt te kunnen ligten, men deele het Gewigt door de Kragt. Want $b = \frac{W}{B}$ en dewyl b het dubbeld getal der beweegbaare Schyven is, neem men 'er de helft van.

Laat ons dit kortelyk met een voorbeeld ophelderen. Iemand heeft een Vat of Pak te hyssen van 300 ℔, met drie beweegbaare Schyven, wat Kragt zal 'er gedaan moeten worden? Een Kragt, als van 50 Pond: want $\frac{300}{6} = 50$. Hoe zwaar een Last zal iemand met zulk een Kragt kunnen ligten? 300 ℔: want 50 maal 6 = 300. Hoe veel Beweegbaare Schyven zal hy noodig hebben om met die Kragt dat Gewigt te evenaaren? 3 Schyven: want $\frac{300}{50} = 6$. Wiens helft is, 3.]

IX. LES. I. AF. DEEL

gelaaten, of 'er aangevoegd heeft, en die men den naam geeft van *Tanden*, *Kammen*, *Pennen*, *Staaven*.

Draaiend en Rollend Rad.

Een Rad kan zig op tweederlei wys beweegen. Het kan, terwyl het draait, altyd op één zelfde plaats blyven, en slegts draajen op een As, aan zyn Middelpunt vastgemaakt, en wier Spillen in gaten loopen, die haar tot Steunpunten verstrekken: gelyk men ziet, by voorbeeld, in de Uurwerken, Braadspitten, Molens, en dergelyke Werktuigen meer. Het kan ook, op zyn Omtrek voortrollende, zyn Middelpunt en de As, die 'er door steekt, volgens eene Streeklyn, aan het Vlak of aan den Grond, daar het overloopt, evenwydig, geduurig van plaats doen veranderen en voorwaarts brengen. De Wielen van Koetsen en alle andere Rytuigen hebben dergelyk een zoort van Beweeging.

Het draaiend Rad een Hefboom van de Eerste Zoort.

Men moet de Raders, die alleen de Eerste of maar eene en enkelde Zoort van Beweeging hebben, en wier Assen niets doen dan slegts ronddraaien, aanmerken als Hef-

boo-

boomen van de Eerſte Zoort; die even als de Katrol dienen, om de Streeklyn der Beweeging te veranderen, om de Beweging tot andere Lighaamen en tot een verren afſtand over te brengen en voort te zetten, om twee zeer verſchillende Beweegkragten met elkander Evenwigt te doen maaken, om de ſnelheid van een van beiden te vergrooten, en dergelyke gebruiken meer. IX. LES. I. AFDEEL.

1. De twee Tanden A en B in *Fig.* 44 kan men voor beide uitenden neemen van een Hefboom, door het vaſt punt, of punt van Beweeging C, in twee gelyke Armen A C en B C verdeeld. Plaatſt men nu op dezelfde As een ander Rad, dat eens zoo klein van Middellyn is, het Rad C by voorbeeld, maar half zo breed als het Rad AB; dan zal die van de twee Beweegkragten, welke op den Tand *a* werkt, dewyl ze de helft nader by 't Middelpunt C is, dan de andere die op A werkt, ook daarom de helft zwakker zyn. Op deze wyze kan men derhalven de Kragt van één Pond Evenwigt doen maaken met een Kragt van twee Ponden, en Het brengt zeer verſchillende Kragten tot Evenwigt.

IX. LES. I. AFDEEL.

die beiden even ſterk of zwaar doen zyn.

Zet de Beweeging tot op een verren afſtand voort.

2. Het zelfde uitwerkzel zou men ook net even eens zien gebeuren, zo het kleine Rad in plaats van onmiddelyk op het groote geplaatſt en 'er aan vaſt te zyn, zig geheel aan 't ander end van de As bevondt, gelyk, by voorbeeld, in *Figuur* 45. Op die wys kan de Beweeging van het groote Rad H tot op een verren afſtand voortgeplant worden, door middel van het kleine Rad, of Rondzel D, gelyk men 't doorgaans noemt, 't welk aan de zelfde Spil of As vaſt is, en 'er door omgedraaid wordt.

Verandert derzelver Streeklyn.

3. Zo men dit laatſte Rondzel een ander Rad E, wiens Tanden met zyn As evenwydig, en gelyk dezelve Loodregt op en neer ſtaan, vatten laat, zal de Beweeging, die aan hetzelve wordt medegedeeld, van Streeklyn veranderen, en in plaats van Loodlynſch, gelyk ze te vooren was, Waterpas worden.

En vermeerdert de Snelheid.

4. En eindelyk indien het Rad E viermaal meer Tanden heeft, dan het Rondzel D, zal dit laatſte teffens met het Loodregt ſtaande

Rad

Rad H, dewyl het een zig zonder het ander niet beweegen kan, viermaal moeten omloopen, terwyl men het Waterpas Rad E eenmaal doet ronddraaien; en op dezelfde wys, als men dit Rad E eens omdraait, zal men in tegendeel en het Rondzel, en de Spil en het groote Rad H, viermaal doen omloopen. Zo men derhalven nu eens veronderstelt, dat yder van die twee groote Raden voorzien is met een Zwengel, als F en G, waar mee iemand het Rad in een Sekonde tyds eens omdraait, zal de Beweeging van 't Rad E met viermaal meer Snelheid geschieden en hetzelve viermaal rasser loopen, als hy aan den Zwengel F draait, dan wanneer hy met dezelfde kragt aan den Zwengel G werkte (*).

De

(*) In de Raden staan ook, gelyk in alle andere Deelen der Beweegkunde, de Kragten, in geval van Evenwigt, tot elkander in de omgekeerde reden haarer Snelheden: by gevolg weder B W :: w. b. Hier zyn w de Tanden of Omtrekken of Middellynen van de Rondzels, b die van de groote Raden. Laat de Middellyn van H, by voorbeeld, viermaal grooter zyn, dan zyn Rondzel D, *PL. 6. Fig. 45.* dan zal B staan tot W :: 1. 4. Iemand derhalven, die met

IX. LES. I. AFDEEL. Rollend Rad, Hefboom van

De Rollende Raden, die tweederlei Zoort van Beweeging hebben, gelyk by voorbeeld de Wielen der Rytuigen, en wier Middelpunt, terwyl alle de andere gedeelten om 't zelve draaien, in een Regte Lyn voorwaarts loopt,

een Kragt als van 30 Ponden aan 't groote Raad H draait, zal met het Rondzel D een Kragt kunnen doen als van 120 Pond. Hier uit vindt men volgens de voorheen gegeeven regels, ligtelyk yder grootheid, die men zoekt. Want altyd is Bb = Ww.

Maar laat nu het Rad E wederom eens 4 maal zoo groot zyn, of 4 maal meer Tanden hebben, dan het Rondzel D, en ook met een Rondzel of Spil voorzien zyn van dezelfde groote als D, hoe veel Kragts zal iemand, met 30 Pond in H werkende, daar meê kunnen doen? De Rekening is niet moeielyk. In D hadt hy reeds een Kragt van 120 Pond: het is derhalven eveneens als of hy met een Kragt van 120 Pond: aan 't Rad E draaide, en dewyl deszelfs Rondzel viermaal kleinder gesteld wordt, zal hy 'er viermaal meer kragt, dat is 480 Pond meê kunnen doen. Men ziet hier derhalven uit, dat men alle de groote Raden, daar de Beweegkragt, 't zy middelyk, 't zy onmiddelyk aan werkt, met elkander moet vermenigvuldigen, en die Som weder vermenigvuldigen met de Kragt, daar men veronderstelt dat de Beweegkragt meê werkt; want 4 maal 4 = 16 en deeze 16 maal 30 = 480. Op dezelfde wys zou men ook aan den anderen kant de Rondzels

met

loopt, moet men in de meeste gevallen aanmerken als Hefboomen van de Tweede Zoort, die zig telkens weer verwisselen; en onophoudelyk agter een zoo veel nieuwe Hefboomen uitleveren, als men zig Stippen aan

IX. LES. I. AFDEEL. de Tweede Zoort.

met elkanderen moeten vermenigvuldigen, en door derzelver Som, de gansche Som der Beweegkragt, 480 naamelyk, verdeelen: dog dewyl die Rondzels hier alle op 1 gesteld zyn; geeven ze noch vermenigvuldiging noch deeling. Dit geeft my deezen Regel van Evenwigt. B staat tot W:: als de Som der met elkander vermenigvuldigde Rondzels, tot de Som der met malkaar vermenigvuldigde Raden. Noem de Som der Rondzels w, de Som der Raden b, men heeft weder B, W:: w. b. en $Bb = Ww$. Laat ik dit nog kortelyk door een ander voorbeeld ophelderen. Ik heb 3 Raden, een van 20, een van 15 en het derde van 10 Duim, Hun Rondzels zyn van 5, en van 3, en van 2 Duimen. Hoe veel Gewigts zal ik met een Kragt van 30 Pond 'er mee ligten? Dewyl $W = \frac{Bb}{w}$ moet ik de Kragt vermenigvuldigen met de Som der Raden, en de Uitkomst verdeelen door de Som der Rondzels: naamelyk 20 maal 15 maal $10 = 3000$: deeze vermenigvuldig met 30 geeven 90000; verdeeld door 5 maal 3 maal $2 = 30$ komt 3000 Pond Gewigts, dat op die wys geligt of opgehouden zal kunnen worden. Om nu de Kragt te weeten, welke 'er met zul-

IX. LES. 1. AFDEEL. aan derzelver Omtrek verbeelden kan. Want yder van die Stippen is het uiterſte van een halve Middellyn, die op den Grond ruſt, en wier ander uitend, met de As, die het Rytuig draagt, belaaden, op denzelven tyd voorwaarts getrokken wordt door de Beweegkragt, die het Rytuig voort doen gaan. Indien het Vlak derhalven, of de Grond, daar het Rad overloopt, volmaakt gelyk en effen was, en net Waterpas; indien de Raden volkomen rond waren en glad van Oppervlakte, zonder bulten en ongelykheden; indien de As geen de minſte Wryving maakte op de Aaf van 't Rad, en zo de Streeklyn, volgens welke de Beweegkragt trok, altyd evenwydig liep met den Grond, zou een geringe Kragt in ſtaat zyn, om een zeer zwaar belaa-

ke Raden tot het ligten van een gegeeven Gewigt vereiſcht zal worden, vermenigvuldigt men dat Gewigt met de Som der Rondzels, en verdeelt de Uitkomſt door de Som der Raden: wan, B = W w. Nu kan men w en b, dat is de Rondzels en Raden, gelyk ligt te begrypen is, op zeer verſchillende wyzen, naar vereiſch van omſtandigheden ſchikken, en naar welgevallen vergrooten, verkleinen, ver-

laaden Waagen voort te trekken. Want de Weerstand, die uit deszelfs Gewigt ontstaat, steunt geheel en al op den Grond en rust 'er op, door middel van de halve Middellyn CM, *Fig.* 46, of van een dergelyke, die 'er 't oogenblik daarna op volgt. IX. LES. 1. AFBEEL. *PL.* 6. *Fig.* 42.

Doch van alle deeze voorwaarden, die ik hier gemaakt en veronderstelt heb, en die 'er egter alle, zonder eene uit te zonderen, toe vereischt zouden worden, om zulk een Uitwerkzel voort te brengen, ontmoet men 'er, in 't dagelyks gebruik, naauwlyks een eenige.

De Raden der Rytuigen hebben slegts een ruw beloop, en zyn ver van volmaakt rond te zyn: zomtyds worden ze met grooteen en zwaare Nagels beslagen, die min of meer uitsteeken: de Wegen zyn uit zig zelven vry on- Beletzels door 't maakzel der Wielen en de oneffenheid der Wegen.

vermeerderen, verminderen: zo slegts beider Som dezelfde evenredigheid tot elkander blyft behouden. Die evenredigheid is hier als 30 tot 3000 of 1 tot 100. Men zou derhalven hier ook 2 Raden yder van 10 Duim, en de Rondzels yder van 1 Duim kunnen neemen; want 10 maal 10 = 100, die met B of 30 Ponden vermenigvuldigd ook een Gewigt van 3000 Pond geeven: en dus op ontelbaare andere wyzen meer.]

IX. LES. I. AFDEEL. ongelyk, en worden nog oneffener gemaakt door de Zwaarte der Rytuigen, die 'er in zinken, diepe gaten en heuvels in maaken. Deeze ongelykheid 't zy van de Raden, 't zy van den Grond, zyn oorzaak, dat het Rad, in plaats van op de Loodregte halve Middellyn C M te rusten, veeltyds steunt op een andere halve Middellyn, als C Q of C N, die schuins staat op de Streeklyn der Beweegkragt C P, of op die van den Weerstand C M. Het Gewigt, dat zich in C bevindt, weegt derhalven voor een gedeelte en biedt Weerstand tegen de Beweegkragt, die het niet voorwaarts kan doen gaan, dan door het te doen ryzen, en tot zulk eene hoogte op te trekken, als Q of N hooger is dan M.

PL 6. Fig. 46.

Door de Wryving op de Assen.

Daarenboven, schoon al Raden, volkomen rond van Omtrek, over Oppervlaktens rolden die volmaakt gelyk, glad en effen waren; onvermydelyk moet 'er egter schuuring plaats hebben, en de As in de Aaven der Raden een Wryving maaken, die altyd sterk genoeg zal zyn om in aanmerking te komen; gelyk wy te vooren reeds in de Derde Les hebben aangetoond.

1 Deel. 2 Stuk. bladz. 323.

De

De Gaten en Hoogtens, die men in de Wegen ontmoet, veranderen ook de Streeklyn der Beweegkragten. Een Paard, dat door de byzondere gesteltenis van den Grond of wat hooger of wat laager staat, doet, in plaats van volgens de Lyn C P *Fig.* 46, evenwydig met dat gedeelte van den Grond, waarop diestyds de Raden rusten, te werken, in tegendeel zeer dikwils zyn Kragt volgens eene Lyn als C S of C R; dat is, volgens een Lyn, die schuins valt op de Streeklyn C M van den Weêrstand, en werkt bygevolg met merkelyk nadeel.

Door de schuinsheid der Treklyn. *PL.* 6. *Fig.* 46.

Doch schoon het niet wel mogelyk zy, om alle die zwaarigheden en nadeelen te eenemaal weg te neemen; men kan ze egter grootendeels voorkomen en merkelyk verminderen door 't gebruik van groote Raden. Want het is zeker, dat kleine Wielen in de oneffenheden en gaten van den Grond dieper zullen wegzinken dan groote, gelyk uit het gezigt van *Fig.* 47 alleen ligtelyk is op te maaken, dewyl de groote op twee nabuurige Heuvels, die ze beide teffens bereiken, zul-

Voordeelen van groote Wielen.

PL. 6. *Fig.* 47.

IX. LES. I. AFDEEL. zullen blyven ſtaan, terwyl de kleine'er in tegendeel in zakken. Maar daarenboven draait ook een groot Rad, dewyl deszelfs Omtrek by yder omwenteling meer Gronds beſlaat en afloopt dan de Omtrek van een klein, met minder ſnelheid, en maakt, in het afloopen van zekerebepaaldelangtevanWeg, een minder getal van omwentelingen; 't welk een gedeelten der Wryving beſpaart.

Door groote Raden verſta ik Raden of Wielen, van vyf of zes Voeten Middellyns. Wielen van die grootte hebben ook nog daarenboven dit voordeel, dat hun Middelpunt byna even hoog komt als de Borſt van het Paard, 't welk daar door in ſtaat geſteld wordt, om zyn Kragt te doen volgens een Streeklyn, die genoegzaam Loodregt valt op de halve Middellyn van 't Rad, welke dan Loodregt op den Grond ſtaat; en bygevolg volgens een Streeklyn, die de allergunſtigſte is, en in den, by de meeſte gewoone voorvallen ten minſten, allervoordeeligſte ſtand. (*).

(*) [De Nederduitſche Leezer kan over de Rollende Ra-

Van de Windas en Spil.

IX. LES. I. AFDEEL. Windas en Spil. *PL. 6. Fig.* 48.49

Het bloot Gezigt alleen van *Fig.* 48 en 49 is genoeg, om de Werktuigen te kennen die 'er door afgebeeld worden. Het is eigentlyk gesproken naar een zelfde Werktuig, daar men verschillende naamen aan geeft, naar den verschillenden stand waar in men 't stelt en gebruikt. Als de Rol of Boom A B, daar het Touw omloopt, en die het voornaamste stuk is van het Werktuig, Waterpas legt, als in *Fig.* 48, noemt men het Werktuig doorgaans een *Windas;* als dezelve Loodregt staat, een *Spil*, Kaapstander, of ook wel Braadspit.

Dit Werktuig, op deeze tweederlei wyzen gebruikt, ontmoet men dikwils by diepe Put- Derzelver menigvuldig gebruik.

Raden, de Wielen van Koetzen en andere Rytuigen, de Nadeelen van kleine en ongelyke Wielen, derzelver maakzel, voordeeligsten stand en schikking, inzonderheid nazien den Heer DESAGULIERS, die 'er in zyn Natuurkunde uit Ondervindingen opgemaakt, I Deel. IV Les. bladz. 211 en vervolgens, zeer breedvoerig en naauwkeurig over gehandeld heeft.]

IX. LES. I. AF. DEEL.

Putten, Bergwerken en Steengroeven, in de toppen van Pakhuizen en andere Gebouwen, om Steenen, Balken en Blokken, en allerhande zwaare Laften, Vaten en Pakken, op te winden; men ziet het op Schepen, Kaaien, en in de Zeehavens, om te loffen, te laaden, Ankers te ligten; de Schepen zelf binnen of buiten te brengen. En zo men 'er agt op geeft, men vindt het in 't klein op ontelbaare andere plaatzen weder, daar een verschillende uiterlyke gedaante, en de Stof, daar 't uit gemaakt is, alleen het gansche onderscheid maakt. De *Trommels*, de *Snikken*, de *Klossen*, daar men Gaarn, Touw, Lint, de Koorden of Kettingen omslaat, om de Gewigten of Veeren van Uurwerken, Slingerwerken, Zak Orlogies zelfs, meê op te winden, moet men als zoo veele kleine Windassen en Kaapstanders aanmerken.

Ze is een Hefboom van de Eerste Zoort.

In 't geen wy van de Katrollen en van het Rad gezegd hebben, is alles genoegzaam begreepen, wat 'er voornaamentlyk van het Windas dient opgemerkt te worden Want zo men de draaiende Spil of Boom, als een aan-

aaneengeſchakelde reeks van Katrollen, alle aan dezelfde As gereegen, begrypt; zo men de Handſpaaken of Hefboomen, die kruisſings over elkander ſtaan, en daar men het Werktuig mée beweegt, aanmerkt als van weêrzyden verlangde halve Middellynen van de eerſte van die Katrollen; en eindelyk agt geeft, dat zo dra de Spil of Boom begint te draaien, alles wat één Stuk, één Lighaam, met hem uitmaakt, zig mede beweegt; zal men aanſtonds wel kunnen zien, dat dit Werktuig eigentlyk niets anders is, dan een Hefboom zonder einde, van de Eerſte of van de Tweede Zoort; die twee ongelyke Armen heeft, te rekenen van het vaste Punt *b* af; naamelyk den eenen, de halve Middellyn *g b* van den Boom *g k* *Fig.* 50, daar de Weêrſtand *g* aan geplaatſt is, en den anderen, een dergelyke halve Middellyn van denzelfden Boom, *b k*, door een van de in 't ruis ſtaande Handſpaaken *k* P verlangd, en waar aan de Beweegkragt P werkt.

IX. LES. I. AFDEEL. *PL.* 6. *Fig.* 50.

De Beweegkragt P of *p* ſtaat derhalven tot den

Aart van

IX LES. I. AFDEEL.

haar evenredigheid.

den Weêrstand G, gelyk de langte van P*b* of *pb* staat tot die van *gb* of *kb*: dat is te zeggen, dat zo yder van de Kruisspaaken, van het Middelpunt *b* van den Boom af te rekenen, *b* P by voorbeeld, viermaal langer was dan de halve Middellyn *b* g, een Gewigt van 400 Ponden, aan het Touw G g hangende, opgehouden zou kunnen worden door een Beweegkragt van 100 Pond, die aan 't end van de Handspaak in P werkte (*). Maar

(*) [By Windas en en Spil heeft ook dezelfde gewoone evenredigheid plaats. De Kragten maaken Evenwigt, als zy tot elkanderen staan in de omgekeerde reden van haar Snelheden of afgeloopen Wegen. De Weg der Beweegkragt is hier de Omtrec van den Cirkel, door 't end van de Handspaak daar de Beweegkragt op werkt beschreeven, de weg van den Weêrstand de Omtrek van de Spil of As, daar het Touw zig opwindt. Men kan 'er, volgens de bekende Eigenschap der Cirkels, de Middellynen of halve Middellynen voor neemen. Laat w derhalven de halve Middellyn zyn van de As, (gelyk *kk* of *hg* in *Fig.* 50, b de langte der Handspaak, van het Middelpunt der As af te rekenen, (gelyk *b* P of *bp*,) dan heeft men wederom B. W :: w. b Hier uit zal men nu weder op den voorheen gemelden trant gemakkelyk kunnen berekenen, hoe veel Kragts één, vier, en meer Man aan

PL. 6. Fig. 50.

Maar zo men geen grooter Beweegkragt dan van 100 Ponden had, om op die wys tegen een Weerstand of Gewigt van 400 Ponden te werken, zou dezelve, wanneer de Hefboom P begon te draaien; met 'er tyd een nadeelige Streeklyn krygen, en daar door buiten staat raaken, om haar werk te doen en 't Gewigt G op te houden: gelyk wy zulks breeder verklaard hebben, toen wy van de Zwengels spraken. Daarenboven, zo

De Kraan

aan een Windas als A B in *Fig.* 48 of een Spil *Fig.* 49 zullen kunnen doen, of ook hoe veel Man 'er vereischt zal worden om een Anker of eenig ander Lighaam van bekende Zwaarte op te hyssen. De Raders op Pakzolders, by voorbeeld, trekt men met een Touw, dat 'er los om heen geslingerd is, en 'er in klemt. Laat het 9 Voet Middellyns hebben, en de As, daar het Touw, waar mede men 't Pak ophyst, zig omwindt, 1 Voet: een man die 30 Pond Kragt doet, zal 'er 270 Pond meê optrekken: want $W = \frac{Bb}{w}$ dat is 30 maal 9 = 270. Want w, als op 1 gesteld, geeft geen Deeling. Tot een Pak of Vat van een groote 500 Pond zullen 'er derhalven 2, tot een van 800, 3 noodig zyn. Want $B = \frac{Ww}{b}$ geeft $\frac{540}{9} = 60$ of 2 maal 30: en $\frac{810}{9} = 90$ of 3 Man van 30 Pond Kragts yder stel 4 Man aan het Braadspit A B (*Fig.* 49) die yder op hun

IX. LES. I. AFDEEL.

zo deeze Kruis-Spaaken taamelyk lang waren, zou een Menſch de eene niet gevoeglyk kunnen loslaaten om de andere te vatten. Hierom is men gewoon, by Steengroeven, Bergwerken, en in Kraanen, daar men de Windas in 't groot gebruikt, de uitenden van de Kruisſpaaken met een vaſten omtrek te bekleeden en aan elkander te verbinden; en 'er dus een groot Rad van te maaken, dat men met ſtevige Pinnen, als zoo veele Handvat-

kun gemak met een Kragt van 30 Pond werkende, dus een Beweegkragt te ſamen van 120 Pond uitmaaken: laat de Spil A B 1 Voet dik, yder Handſpaak van 't Middelpunt A af gerekend, 5 Voeten lang zyn. Dewyl $W = \frac{Bb}{w}$ ziet men dat ze dus gemakkelyk 120 maal $10 = 1200$ Pond zullen kunnen optrekken. Tot een Gewigt van 3000 Ponden zouden met zulk een Spil 10 Mannen, met die Kragten werkende, noodig zyn. Want $B = \frac{Ww}{b.}$ is $\frac{3000}{10} =$ 300 de Beweegkragt, die 'er werken moet, 't welk door 30, de veronderſtelde Kragt van yder Man gedeeld, 10 Mannen geeſt. Hoe men de Kragt van iemand, die niet aan 't end van de Handſpaak, maar nader by de Spil werkt, of van verſcheiden naaſt elkanderen aan ééne zelſde Handſpaak loopende, ſchatten moet, is voorheen reeds gezegd.]

vatten, voorziet; gelyk T, T, in *Fig.* 51. Op die wys kan de Beweegkragt, welke een Mensch oeffent, altyd op den zelfden afstand van het Middelpunt van Beweeging blyvende, ook altydeenpaarigblyvenWerken, en verscheiden Menschen kunnen met malkander, op een en denzelfdenlangte arbeiden, zonder dat de een den anderenbelemmere(*).

IX. LES. I. AFDEEL. *PL.* 6. *Fig.* 51.

Indien het Touw, na zig om den ganschen Vergroo-

Boom

(*) [De Berekening van deeze Kraan heeft zeer weinig moeielykheids. De drie Katrollen boven aan den Kop dienen alleen om de Streeklyn der Beweeging te veranderen, en doen niets tot vermindering van 't Gewigt. Het komt hier alleen op de As, daar het Touw zig omwindt, en op de Raden T, T aan. Laat w de halve As van 1 Voet Middellyns, het Rad T van 8 Voeten Straals b zyn: bygevolg maakt weder B. W : : w. b Evenwigt. Indien 'er nu vier Menschen, elk met een Kragt van 30 Pond, te gelyk aan de Raden T en T werken, zal de gansche Beweegkragt 120 Pond bedraagen. Dewyl nu $W = \frac{Bb}{w}$ zullen ze 240 maal 8 = 1920 Pond kunnen ligten: want w $\frac{1}{2}$ zynde, moet B b door 2 worden vermeenigv. Ik behoef niet te zeggen, dat 'er tot 5760 Pond Gewigts 12 Man zouden noodig zyn: want volgens $B = \frac{W w}{b}$ is $\frac{5760}{16} = 360$;

IX. LES. I. AFDEEL. ting der Middellyn van de Spil door het Touw.

Boom over deszelfs geheele langte geslingerd te hebben, weer te rug keert, om 'er zig op dezelfde wys voor de tweede en derde maal om heen te winden; gelyk meermaalen gebeurt, als men zig van de Windas bedient om de Lasten tot een zeer groote Hoogte op te trekken; moet men in aanmerking neemen, dat de dikte van den Boom

= 360, die door 30, d: onderstelde Kragt van yder Mensch, gedeeld, 12 Mannen geeven.

Men maakt de twee Raden T en T in de Kraanen veeltyds zoo breed, dat men ze vloert en belegt met dwarslatten, zoo dat 'er een Mensch, of wel twee, gevoeglyk in treeden kunnen. In zulk een geval werken zy met de ganfche Zwaarte van hun Lighaam: dog dan moet men ook de ganfche Middellyn, of, om duidelyker te spreeken, de ganfche halve Middellyn van het Rad niet neemen, om ze tegen de halve Middellyn van de As te berekenen; maar alleen dat gedeelte van de halve Middellyn, 't welk zig uitstrekt van het Middelpunt van de As af tot Loodregt boven het hoofd of de plaats, daar de Man treedt, en met zyn Zwaarte op het Radt drukt. Het ander Stuk van de halve Middellyn, dat van daar tot aan den Omtrek van 't Rad loopt, werkt niet mede, en doet derhalven niets ter zaak, ten zy men den Man wilde aanmerken, als met een schuinze Streeklyn op 't uitend van de ganfche halve Middellyn werkende, en dus een

Boom daar door merkelyk toeneemt; en dewyl deszelfs halve Middellyn de Hefboom is, daar de Weerstand op werkt, zal, wanneer de dikte van het Touw nog eens of twee maalen op die halve Middellyn komt, en dezelve daar door zoo veel verlangt, de Werking van den Weerstand zig ook zoo veel verder van de As of het Vaste Steunpunt

een Kragt berekenen op een min eenvoudige wys. De halve Middellyn, die 'er dus in een Treêrad in rekening gebragt kan worden, is korter, dan de waare halve Middellyn van 't Rad. Laaten 't Raden zyn van 12 Voeten Middellyns, en dezelve twee Voeten ter wederzyde verliezen: de langte, die 'er voor het deel der halve Middellyn, 't geen de Man van 't Middelpunt der As af is, overblyft, is derhalven 4 Voeten: dat staat tot de As dan, als 4 tot $\frac{1}{2}$ of 8 tot 1. Indien 'er nu in yder Rad één man, elk 150 Pond zwaar, treedt, maaken ze met hun beiden een Beweegkragt van 300 Pond: zy zullen derhalven 2400 Pond ophyssen. Want $W = \frac{Bb}{w}$ geeft 300maal 8 = 2400

Een enkelde Beweegbaare Katrol, aan den Last, gelyk doorgaans, 'er bygevoegd verdubbelt de Kragt, en doet de twee Man 4800 Pond Gewigts ligten. Het noodig getal van Treeders tot een zeker gegeeven Gewigt kent men uit $B = \frac{Ww}{b}$.]

IX. LES. I. AF DEEL. punt af bevinden; en de drukking van den Weerstand bygevolg ook zoo veel vergroot worden ten opzigt van de Beweegkragt.

TWEEDE AFDEELING.

Van het Hellend Vlak.

Het Hellend Vlak II Deel. I Stuk. bladz. 259.

TOen wy in de Zesde Les van de Zwaartekragt spraken, hebben we een Beschryving van het Hellend Vlak gegeeven, en doen zien; op welk eene wyze en volgens welke evenredigheden hetzelveden Val der zwaare Lighaamen vertraage. Wy zullen derhalven, onsdaaropberoepende, hier slegts als een beweezen waarheid onderstellen, dat een Lighaam, 't welk langs een Hellend Vlak van boven naar beneden rolt of glydt, met een gedeelte van zyn zwaarte steunt op dat Vlak, en 'er door opgehouden wordt, en dat het 'er zoo veel meer door ondersteund wordt en opgehouden, naar maate dat het Vlak grooter Helling heeft (*) Uit

(*) [Door *grooter Helling* van een Vlak verstaat men des-

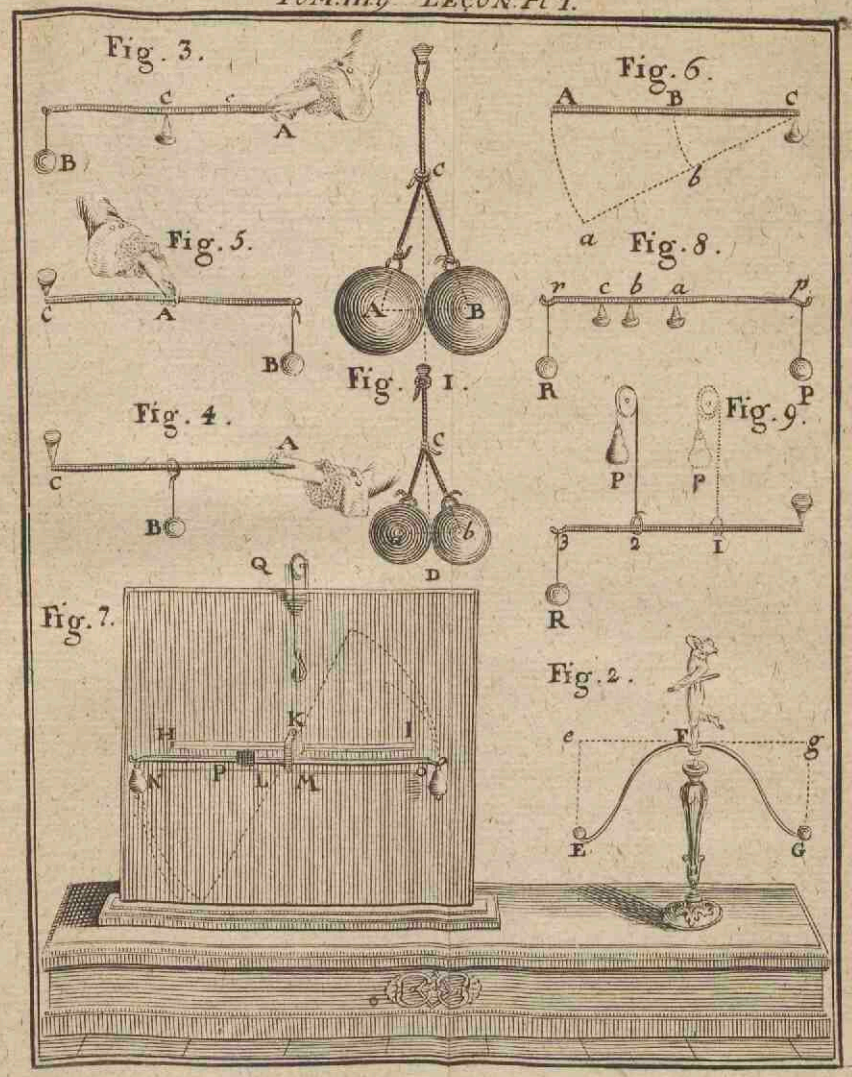


Fig. 3.
Fig. 6.
Fig. 5.
Fig. 8.
Fig. 1.
Fig. 4.
Fig. 9.
Fig. 7.
Fig. 2.

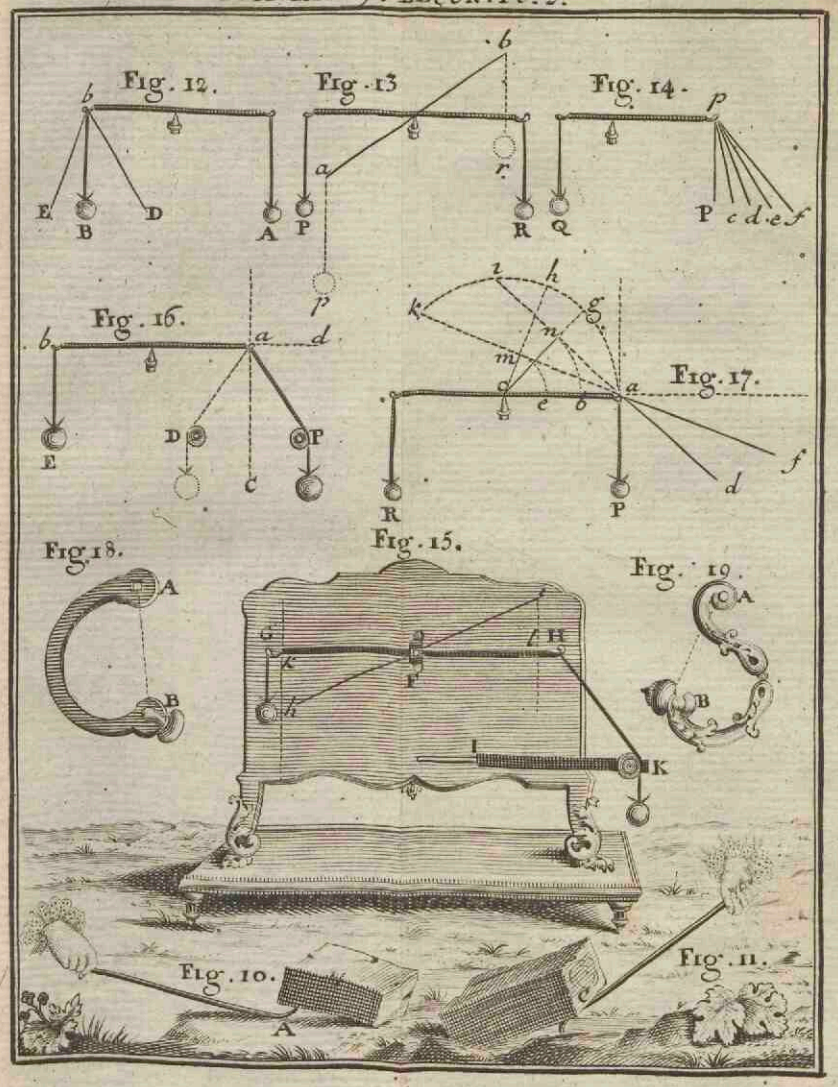
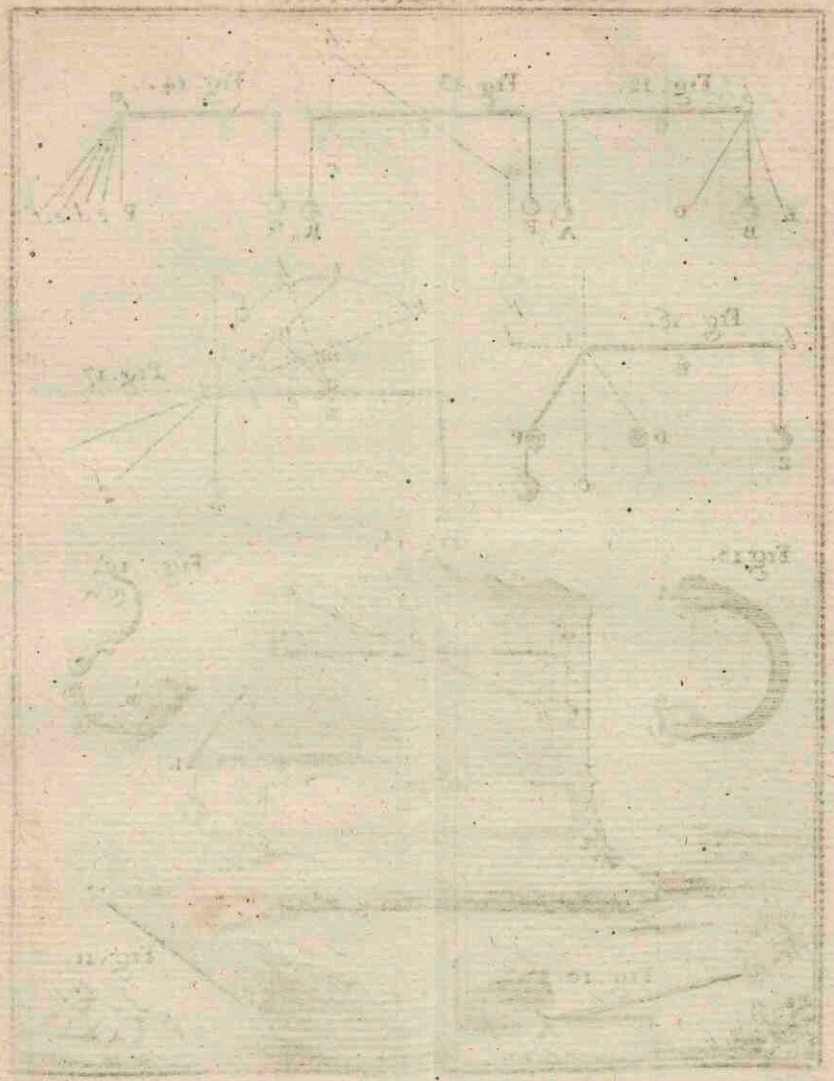


Fig. 12.
Fig. 13
Fig. 14.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 15.
Fig. 19.
Fig. 10.
Fig. 11.



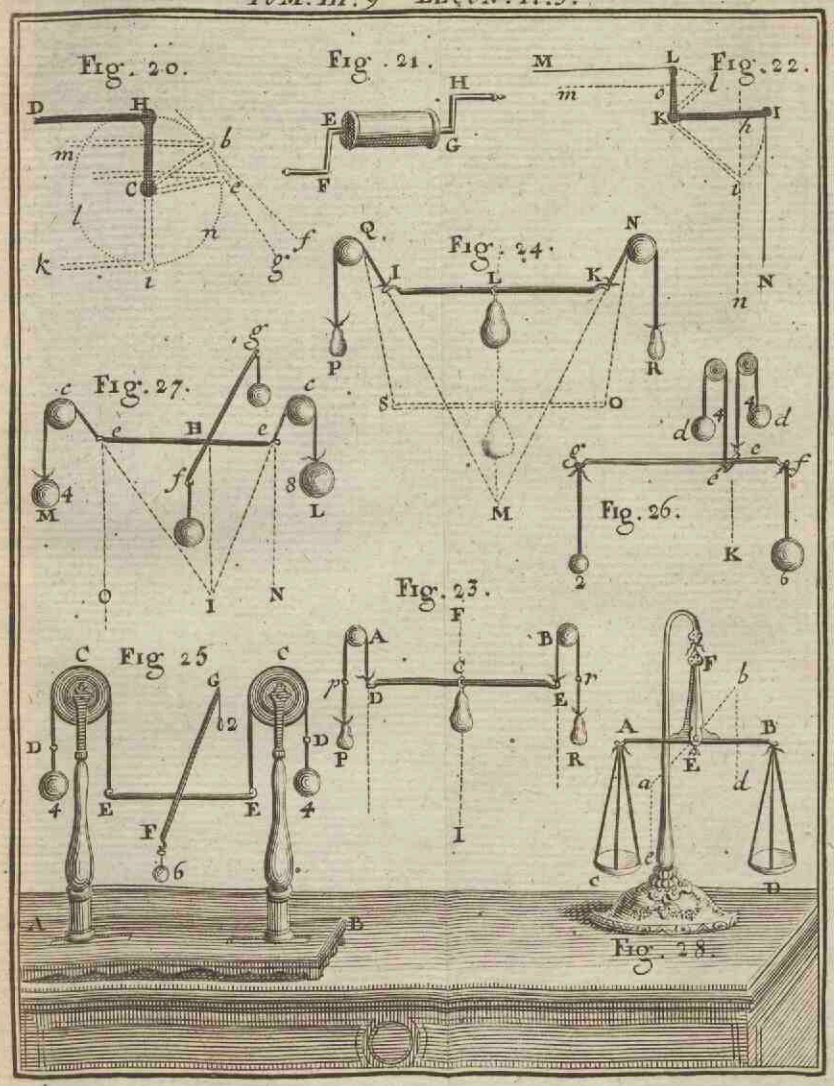


Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 24.
Fig. 27.
Fig. 26.
Fig. 23.
Fig 25
Fig. 28.

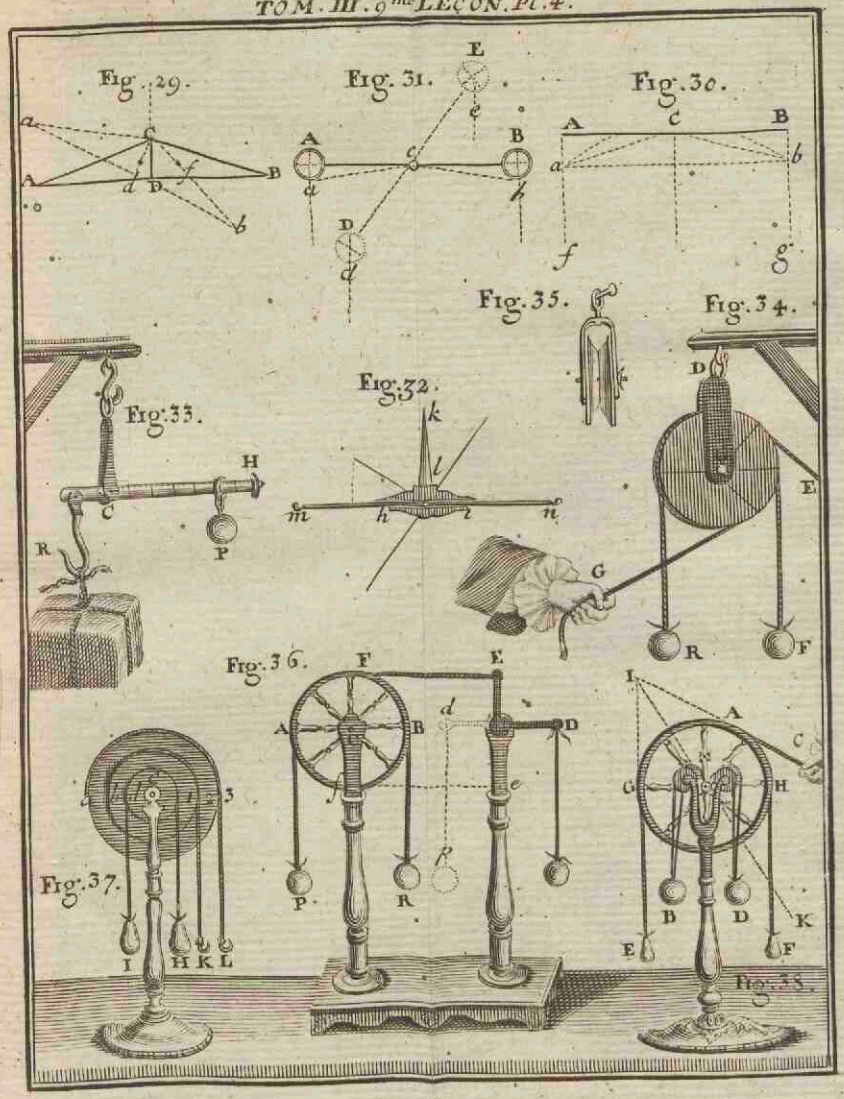
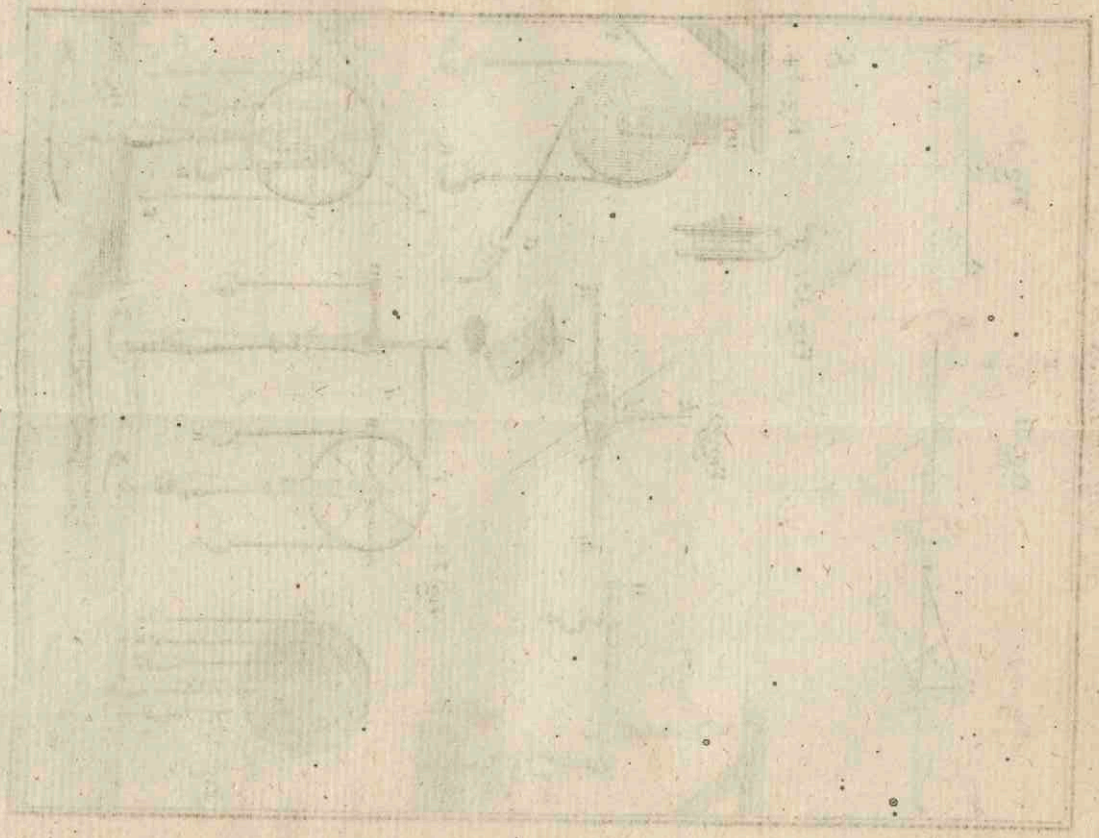


Fig. 29.
Fig. 31.
Fig. 30.
Fig. 35.
Fig. 34.
Fig. 33.
Fig. 32.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.



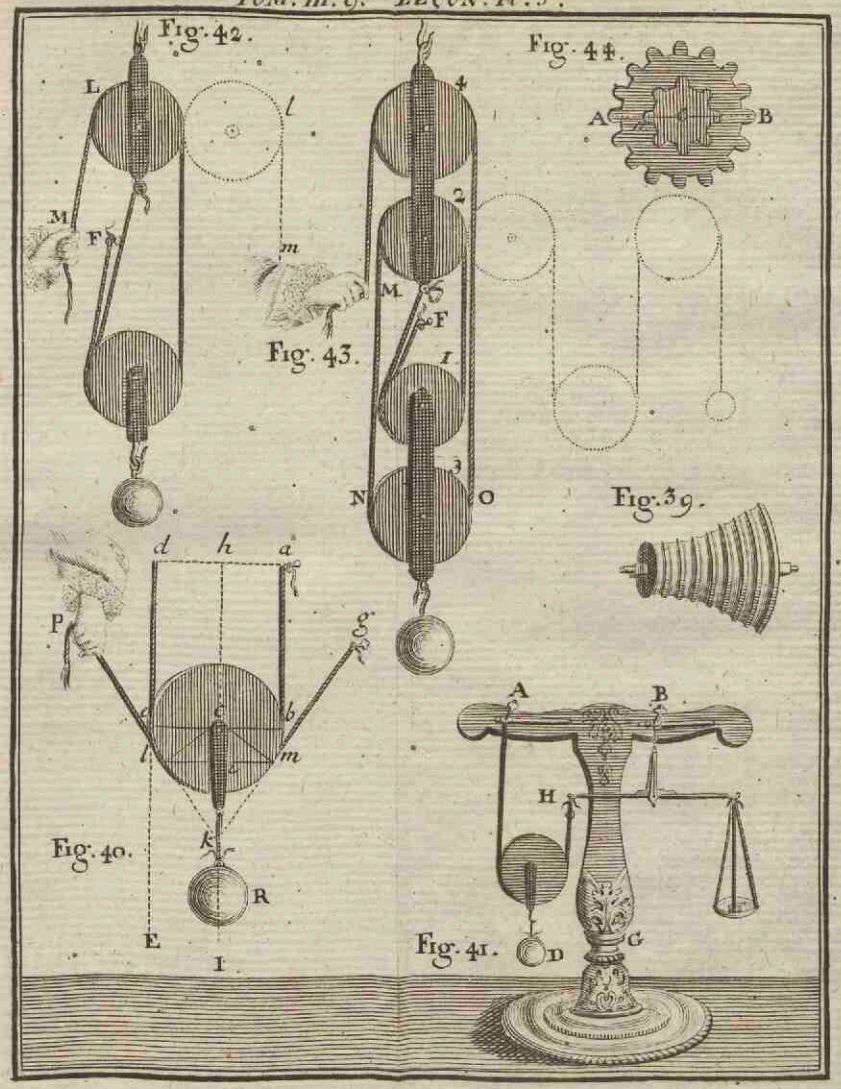
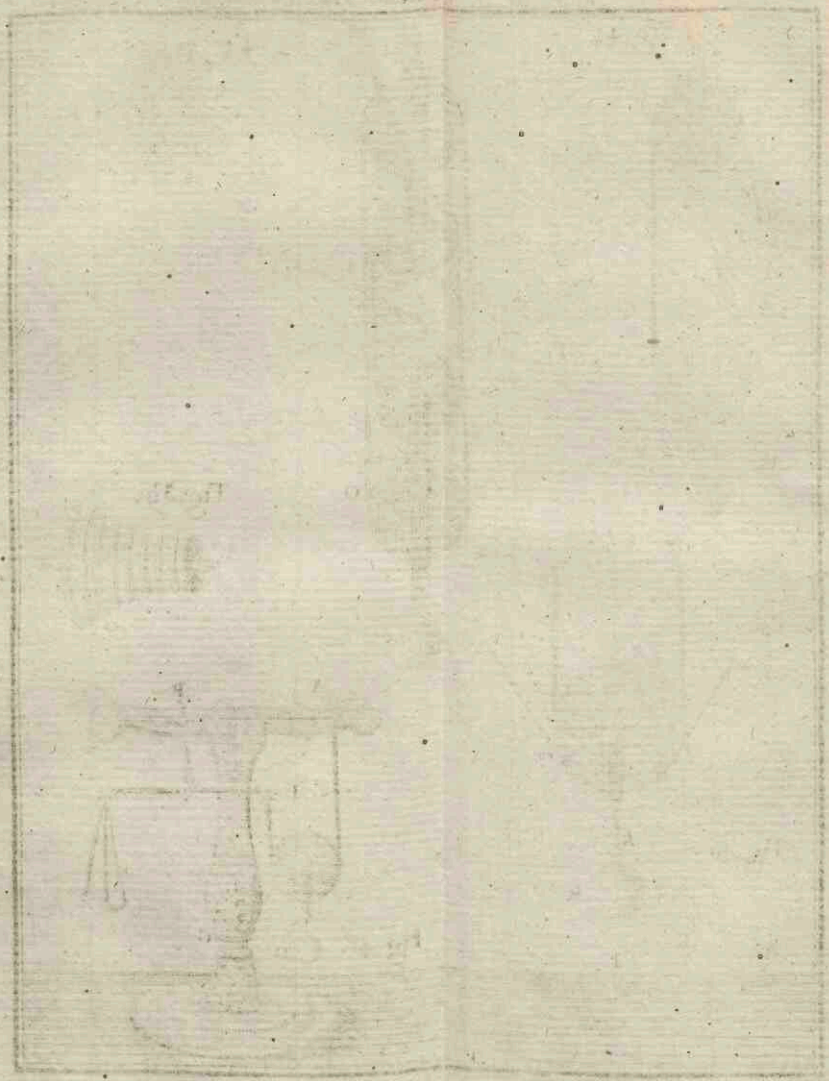


Fig. 42.
L
l
M
F
m
Fig. 43.
4
2
M
F
1
3
N
O
Fig. 44.
A
B
Fig. 39.
d
h
a
P
g
c
b
l
m
k
R
E
I
Fig. 40.
A
B
H
D
G
Fig. 41.



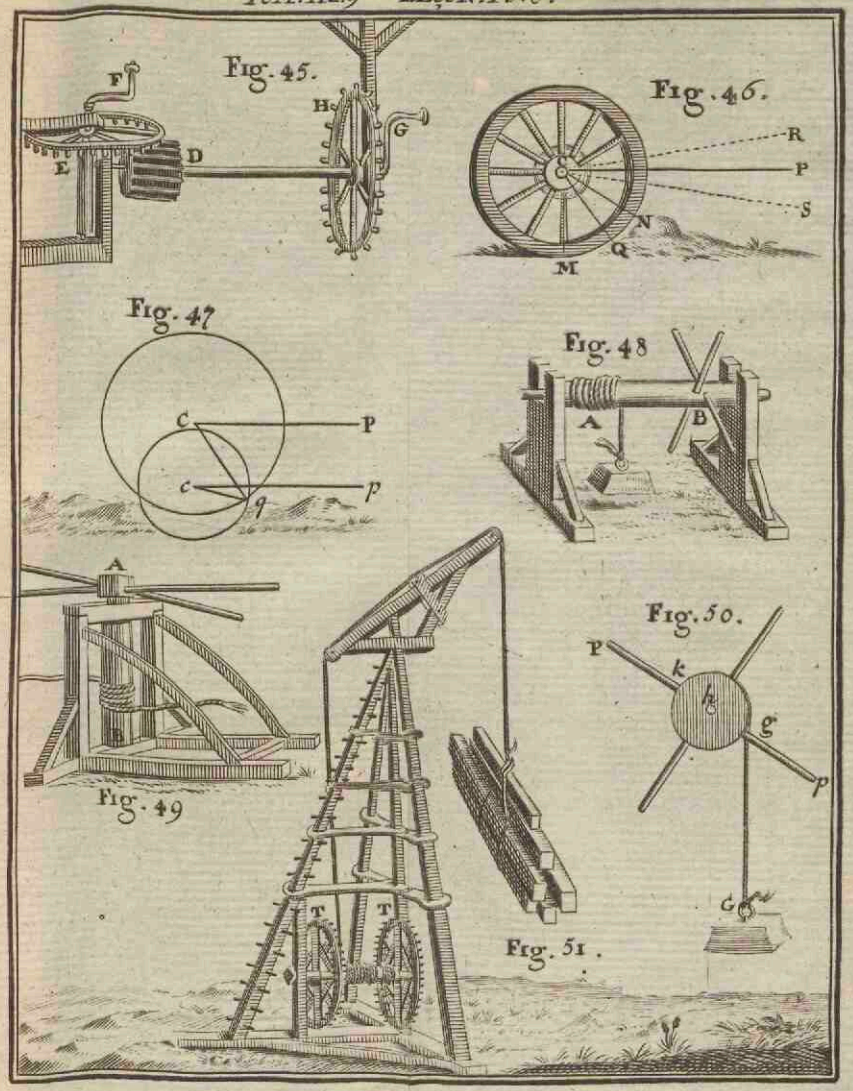
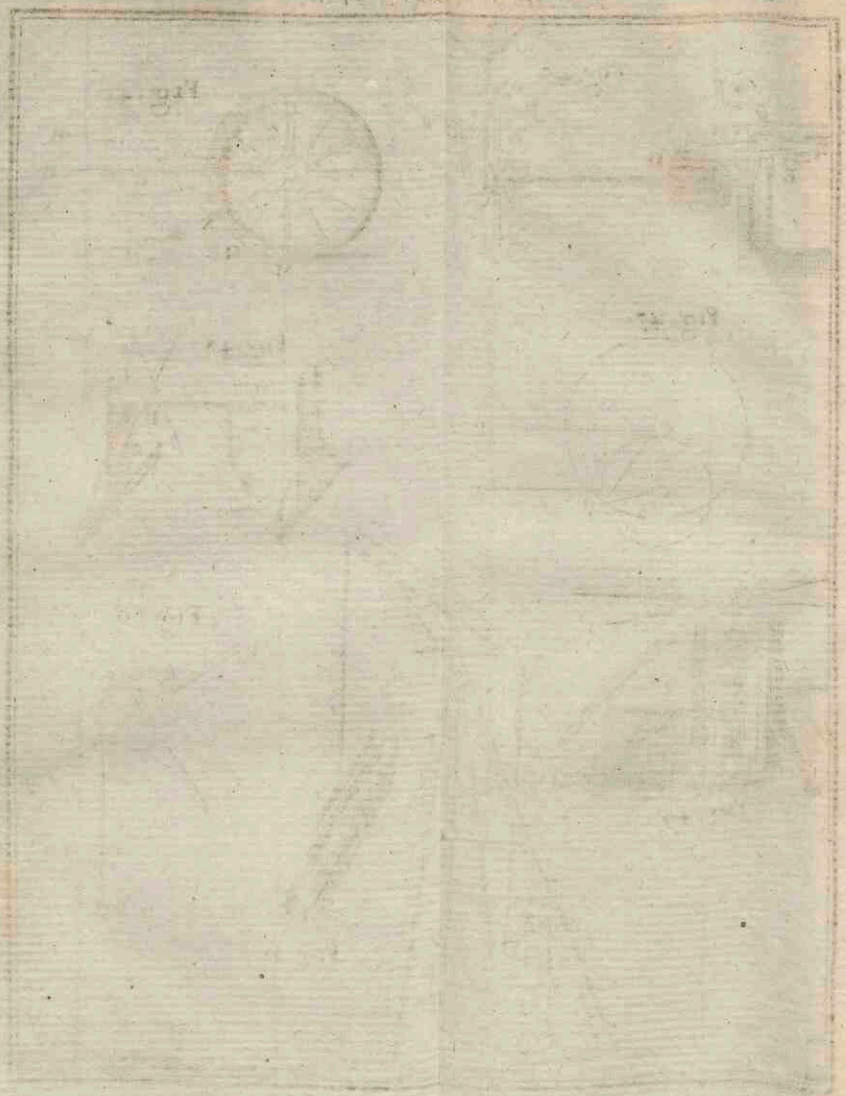


Fig. 45.
F
E
D
H
G
Fig. 46.
R
P
S
C
N
Q
M
Fig. 47
C
P
c
p
q
Fig. 48
A
B
A
B
Fig. 49
Fig. 50.
P
k
h
g
p
G
T
T
Fig. 51.



IX. LES. 2. AFDEEL.

Uit dit algemeen Beginzel vloeit voort, dat een Beweegkragt, gebruikt om een Lighaam op een Hellend Vlak op en tegen te houden, zoo groot een kragt daar toe niet noodig heeft als het Gewigt bedraagt van 't Lighaam, maar 't met minder wel doen kan: en dewyl een Gewigt niets anders is, dan een zekere Kragt, wier Streeklyn bepaald is en bekend, kan men zulks in algemeener woorden uitdrukken, en zeggen, dat yder Beweegkragt, welke zy ook zy, die genoodzaakt is om in haar beweeging een Vlak, 't welk een Helling maakt met haar Streeklyn, te volgen, geëvenaard of overwonnen kan worden, door een andere, merkelyk zwakker zynde, Beweegkragt.

Het helpt eenkleinder Kragt een grooter ophouden.

Maar dewyl zulk een Vlak den Val der zwaare Lighaamen vertraagt en tegen houdt, om dat het een Helling maakt met de Streek lyn

Naar maate van de even wydigheid

deszelfs flaauwer en schuinzer afloop. Hoe 't langer is in vergelyking van zyn Hoogte, hoe 't, zegt men, meer Helling heeft een Vlak, dat steilder staat, wordt gezegd minder te hellen. Zie II Deel 1 Stuk bladz. 259.]

IX. LES. 2. AFDEEL. der Streeklyn.

lyn der Zwaartekragt, mag men daar met regt uit afleiden, dat het op dezelfde wys ook alle andere Beweegkragten, wier Streeklynen met de zyne een Helling maaken, vertraagen en tegenhouden zal. En zeker de Ondervinding wyst ons op de Proef aan: 1. Dat een geringe Beweegkragt, eene die merkelyk zwaarder en sterker is op een Hellend Vlak opweegt en tegenhoudt: en 2, dat een geringe Beweegkragt, tegen een sterker gebruikt, nooit met meer voordeel op dezelve werkt, dan wanneer haar Streeklyn evenwydig loopt met het Hellend Vlak, langs welke die kleine Beweegkragt haar Werking doet.

EERSTE PROEFNEEMING.

Toestel.

PL. 7. Fig. 1.

Het Werktuig, in *Figuur* 1 afgebeeld, bestaat uit een Plankje A C, omtrent 15 Duimen lang, en 3 of 4 Duimen breed. Het is door middel van een Scharnier in C met een andere Plank verbonden, op wier end

een

een houten Boog, het vierde gedeelte van een Cirkel, opgerigt ſtaat, dewelke dient om de Helling van het eerſtgenoemde Plankje A C te regelen, en 't zelve zoo ſchuins te ſtellen, als men verkieſt. D is een Rolletje van hard en zwaar Hout, 't welk omtrent 5 of 6 Oncen weegt, en zeer los om zyn As draait in een zoort van Metaalen Beugel, die door twee Koordjes wordt opgehouden, welke over de twee Dwarskatrolletjes *e*, *e*, loopen, en onder aan de twee Gewigtjes *d*, *d*, draagen, die yder 2 Oncen zwaar zyn. De twee Katrolletjes worden door een Stuk Metaal opgehouden, 't welk men overal op den buitenſten Omtrek van den Boog, waar men wil, plaatzen kan en vaſtmaaken.

Men geeft het Vlak op Plankje A C een Helling van een weinig meer dan 45 Graaden; men plaatſt het Rolletje D aan deszelfs benedenſte gedeelte niet ver van C, en ſtelt de Dwarskatrolletjes op een wys, dat de Koorden, die aan 't Rolrond ſtuk Houts zullen trekken, evenwydig loopen met het Hellend Vlak, en dan laat men de twee

Ge-

IX. LES. 2. AFDEEL. Gewigtjes, *d*, *d*, los, op dat ze hun Werking zouden kunnen doen.

Men herhaalt vervolgens de Proef op dezelfde wys, uitgezonderd alleen, dat men de Dwarskatrolletjes eens in F, en eens in E plaatst, op dat derzelver Streeklynen boven en onder het Hellend Vlak, als DF en DE, zouden ryzen en daalen, en met hetzelve een Hoek maaken, als ADF, en ADE.

Uitwerkzels.

Als de Koorden evenwydig met het Hellend Vlak loopen, gelyk D*e*, D*e*, beginnen de twee Gewigtjes, die te zamen 4 Oncen Weegen, het Houten Rolletje, omtrent 6 Oncen zwaar, naar boven te doen rollen. Maar wanneer men de Katrolletjes in F of in E plaatst, zyn die zelfde Gewigtjes niet meer in staat, om het Hout opwaarts te doen klimmen; zelfs niet om het, daar het is, op te houden, en te beletten, dat het naar beneden rolle. Het zelfde Uitwerkzel ziet men ook gebeuren, als men, in stee van de Katrol-

trolletjes te verplaatzen, het Vlak AD een meerder of minder Helling geeft.

Ophelderingen.

4 Oncen houden 6 op een Hellend Vlak tegen.

Het Rolrond ſtukje Houts D van onze Proefneeming is een Lighaam, dat Zwaartekragt heeft, en dus natuurlyker wyze neigt om zig van boven naar om laag, en Loodregt op het Waterpas te beweegen, dat is, volgens de Loodlyn te vallen. Twee oorzaaken ſpannen te zamen om het op te houden, en deszelfs Val te beletten; de eerſte is de Weêrſtand van het Hellend Vlak, daar het op ſteunt: de tweede, de kragt en tegenwerking van de twee Gewigtjes *d*, *d*. Indien 'er deeze laatſte oorzaak alleen op werkte, zou de Som van de twee Gewigtjes, om de Rol op te houden, dezelve in Zwaarte moeten evenaaren, maar by de uitkomſt der Proefneeming zien wy, dat 4 Oncen door middel van het Hellend Vlak, 5 of 6 Oncen ophouden. Het blykt derhalven ontwyffelbaar, dat in dergelyk geval een kleinder Beweegkragt eene die grooter is kan weêrſtaan en opweegen.

Laat

IX. LES. 2. AFDEEL.

Oorzaak van dat Uitwerkzel nagespoord.

PL. 7. *Fig.* 2.

Laat ons, om de reden van dit Uitwerkzel wat dieper te doorgronden, veronderstellen, dat de Lyn *ac*, in *Fig.* 2, het Hellend Vlak verbeelde, dat de Cirkel *dfg* de Doorsnyding is van het Rolrond stuk; dat het geheel Gewigt van dat gansche Lighaam geplaatst is in deszelfs Middelpunt *k*, en dat het in Evenwigt staat met een Beweegkragt, wier Streeklyn loopt als *kp*, terwyl het door zyn eigen Zwaartekragt genoopt wordt, om langs de Lyn *kb*, Loodregt op het Waterpas *bc*, naar beneden te vallen. Zie daar dan twee Ktagten, beide op het uitend *k* van eene zelfde Middellyn of Hefboom, die met het ander end *d* op het Vlak rust, werkende: maar eene van haar beiden, *p* naamelyk, maakt met dien Hefboom een Regten Hoek *pkd*, en werkt daar door op denzelven volgens de allervoordeeligste Streeklyn; terwyl de andere in tegendeel op dien zelfden Hefboom met een schuinze Streeklyn werkt, en met hem een scherpen Hoek *dkb* maakt: het welk, volgens 't geen we in de voorgaande Afdeeling gezegd hebben;

ben, haar waare Kragt in vergelyking met *kd*, tot de langte brengt de Lyn *de* (*). Dewyl nu *de* korter is, dan *dk*, mag men ook met regt zeggen, dat het Gewigt van de Rol ook zoo veel ligter wordt, in vergelyking van dat van de Beweegkragt *p*: en als zoo veel van zynnatuurlyke Zwaarte verliest. Om uit dit Uitwerkzel een algemeenen Regel af te leiden, moet men aanmerken, dat de Driehoek *dke* gelykvormig is aan dien, die het Hellend Vlak verbeeldt, *abc* naamelyk (†); en dat bygevolg de twee Ly-

IX. LES. 2. AFDEEL.

(*) [Want de schuinze Kragt, gelyk voorheen gezegd is, staat tot de Loodregte, als de Hoekmaat van den Hoek der Schuinsheid tot de geheele halve Middellyn. *de* is hier die Hoekmaat van den schuinzen of scherpen Hoek *dkh* van de Zwaartekragt, *kd* de halve Middellyn zelve, daar *p* Loodregt op werkt. De schuinze Zwaartekragt *kh* staat hier derhalven tot de Loodregt werkende *pk*, als *de* tot *kd*.]

(†) Door gelykvormige Driehoeken verstaan de Wiskonstenaars zodanige Driehoeken, wier Hoeken, yder in 't byzonder, wederzyds aan elkander gelyk zyn: zoo dat de Tophoek, by voorbeeld, van den eenen, gelyk zy aan den Tophoek van den anderen, de Hoek ter regter of ter slinker zyde van den Voet, gelyk aan dien van de regter of slinker zyde des Voets in den anderen Driehoek:

IX. LES. 2. AFDEEL. nen *de* en *dk* dezelfde evenredigheid tot elkanderen hebben, als *ab* heeft tot *ac*. Hier uit volgt dit algemeen Voorstel, *dat het Gewigt van het Ligbaam staat tot de Kragt, die het ophoudt, als de Hoogte van het Hellend Vlak*

hoek: schoon beider zyden ondertusschen in grootte verschillen. De Eigenschap deezer Driehoeken is, dat derzelver eveneens geplaatste zyden, dat is, zyden in beide de Driehoeken tegen de zelfde Hoeken overstaande, wederzyds gelyke evenredigheid tot malkander hebben: 't geen uit dit voorbeeld zelf nader zal opgehelderd worden. Zoo dra men hier derhalven beweezen heeft, dat de twee Driehoeken *dke* en *abc* wederzyds gelyke Hoeken hebben, zal, volgens de bepaaling van derzelver aart, daar uit volgen dat ze gelykvormig zyn aan elkander. De Hoek *dek* is gelyk aan den Hoek *abc*, om dat ze beide Regte Hoeken zyn. De Hoek *dke* is volgens zeker bekend Voorstel gelyk aan *edc*, deeze is wederom gelyk aan *bca*, zoo dat de Hoek *dke* gelyk is aan den Hoek *bca*. De twee overige Hoeken *kde* en *bac* moeten derhalven als in beide Driehoeken het overschot zyndetot vervulling van twee Regte Hoeken, ook gelyk zyn aan malkander. de Driehoeken *dke* en *abc* zyn dan gelykvormig. Hier uit volgt nu ook, dat *de* dezelfde evenredigheid heeft tot *dk*, als *ab* tot *ac*. Want *de* en *ad* staan beide tegen overtwee Hoeken, die gelyk zyn, *dke* naamelyk, en *bca*: gelyk ook *dk* en *as* overstaan tegen *dek* en *abc*, twee Hoeken, die beide Regt en bygevolg gelyk zyn *de* staat derhalven tot *dk*: *ab*, *ac*.)

Vlak ſtaat tot deszelfs langte: dat is te zeggen; dat zo de Lyn *ab*, Hoogte van 't Vlak, ſtaat tot de Lyn *ac*, die deszelfs langte aanwyſt, als het getal 2 tot 3, dat is, zo *ab* één derde korter is dan *ac*, dat men dan met een Kragt van 2 Oncen een Gewigt van 3 Oncen op een Hellend Vlak zal kunnen tegenhouden en opweegen (*). IX. LES. 2. AFDEEL.

Maar

(*) [Hier uit volgt de algemeene Regel van Evenwigt. De Beweegkragt ſtaat tot den Weerſtand als de Hoogte van 't Hellend Vlak tot deszelfs langte. Dit is de oude Reden der wederkeerige of omgekeerde Snelheden of Wegen. De Beweegkragt loopt de ganſche langte van 't Vlak af, terwyl de Weerſtand niet hooger opgetild wordt, geen meer wegs in de Loodlyn afſlegt, dan het Vlak hoog is. Laat iemand een Vat, by voorbeeld, by een Vlak van 3 Voet hoog en 5 Voet lang op trekken of oprollen, hy moet de ganſche langte van 5 Voet, 'tzy met trekken, 't zy met rollen, afloopen; terwyl het Vat, als het boven aan 't Vlak gekomen is, egter niet hooger dan ſlegts 3 Voet boven den Grond gebragt is. Als men derhalven w voor de Hoogte, b voor de langte van een Hellend Vlak neemt, heeft men wederom, gelyk voorheen. B : W :: b. W w. of B b = W w. Hier uit volgen ook weer dezelfde regels van berekening. Om de Kragt tot het ophouden van een zeker Gewigt op zeker Vlak noodig,

IX. LES. 2. AFDEEL. De Streek-

Maar dewyl de Beweegkragt dit voordeel op den Weêrstand niet heeft, dan uit hoofde van haar Loodregte en bygevolg allergunstig-

te vinden, heeft men $B = \frac{Ww}{b}$. Het Gewigt, dat men met een zekere Kragt zou kunnen ophouden $W = \frac{Bb}{w}$; om de Hoogte die men ten dien einde aan een Vlak van die langte zou moeten geeven, $w = \frac{Bb}{W}$ en om de langte te vinden om 't Gewigt met die Kragt tot zulk een Hoogte te brengen, $b = \frac{Ww}{B}$.

Voorbeeld. Men heeft een Vat van 120 Pond 3 Voeten hoog te rollen langs een Plank, zoo men wil, van 12 Voeten lang. De Kragt die men 'er toe doen moet is $30 = \frac{120 \text{ maal } 3}{12}$ of $\frac{360}{12}$. Het Gewigt dat men op zulk een Vlak met die Kragt kan tegenhouden is $120 = \frac{30 \text{ maal } 12}{3}$ of $\frac{360}{3}$. De Hoogte, die men aan een Vlak van die langte geeven moet, om met zulk een Kragt zulk een Werk te doen is $3 = \frac{30 \text{ maal } 12}{160}$ of $\frac{360}{160}$ En eindelyk de langte van de Plank om het Vat met die Kragt 3 Voet hoog te rollen is $12 = \frac{120 \text{ maal } 3}{30}$ of $\frac{360}{30}$. Men begrypt van zelf dat men den aart van 't Vlak &c, naar dat de omstandigheden van plaats en tyd vereischen, op ontelbaare wyzen kan veranderen. Uit de bekende grootheden vindt men, hoe 't geval ook wezen mag, volgens deezen Regel ligtelyk de onbekende.

Laat ik hier in 't voorbygaan een Zoort van Dubbelzinnigheid wegneemen, die by min bedreevenen mo-

ſtigſte Streeklyn, zal ze 'er met zoo veel Kragts niet meer op kunnen werken, zoo dra ze niet langer evenwydig werkt met het Hellend Vlak. Want welke andere Streeklyn, dan die evenwydige, men haar ook geeven

IX. LES. 2. AFDEEL.

lyn, met het Vlak evenwydig, is de

mogelyk eenige verwarring zou kunnen veroorzaaken. De Heer NOLLET zegt hier, dat het Gewigt *ſtaat tot de Kragt als de Hoogte van 't Vlak tot de langte:* zoo ſtaan ze zekerlyk als men in 't algemeen enkel de evenredigheid, welke de Kragten tot elkander hebben, niet het Evenwigt, bepaalen wil. Hoe meer ſnelheid een Kragt heeft, hoe ze ongetwyffeld ſterker is in vergelyking van haar tegenparty; hoe ze op een Hefboom verder van 't Steunpunt afſtaat, hoe ze met meer Kragt dan een ander, die 'er nader by is, werken zal. Dus hebben dan die Kragten dezelfde evenredigheid tot malkander, welke haar Snelheden of Afſtanden tot elkanderen hebben. Zo B driemaal verder van 't Steunpunt afſtaat dan W, is hy ook 3 maal ſterker, en zal op zyn plaats 3 maal meer Werking doen dan W op de zyne. In dien zin ſtaat de Kragt van B tot die van W : : b. W. of 3. 1. dat is te zeggen, is driemaal grooter. Maar zo men haar Werking tot Evenwigt wil brengen, moet de overvloed van de eene Kragt, om ze van weerzyden gelyk te maaken, het gebrek van de andere vervullen. Daarom zegt men dat ze, in geval van Evenwigt, tot elkander ſtaan in de omgekeerde Reden van haar Snelheden, B. W : : w. b.]

IX. LES. 2. AFDEEL. voordeeligste.

ven wil, altyd zal dezelve schuins op de halve Middellyn *dk* vallen. Het Hellend Vlak begunstigt daar door alleen de Werking van Beweegkragt, dat het een gedeelte van 't Gewigt des Lighaams draagt en ondersteunt. Wanneer nu die Beweegkragt volgens een Streeklyn werkt die boven het Vlak ryst, als *ki*, laat ze het Vlak niet alles draagen, wat het wel zou kunnen draagen: en zo ze 'er zig zoo ver van verwydert, dat ze eindelyk het Gewigt optrekt volgens de Lyn *kl*, ziet men dat het Vlak 'er niets meer van draagt, en dat de Beweegkragt, zal ze het Lighaam ophouden, deszelfs gansche Gewigt in vermogen moet evenaaren: werkt zy in tegendeel volgens een Streeklyn, die beneden het Vlak daalt, als *km*, dan wordt 'er een gedeelte vanhaar Kragt te eene maal nutteloos, tegen het Vlak aan, verspilt; en men begrypt ligtelyk, dat, indien ze zoo laag daalde, dat zy de Streeklyn *kn* kreeg, de Weêrstand van het Vlak, als regtsstreeks tegen haar aan werkende, haar beletten zou, om eenige de minste Kragt op het Ge-

Gewigt van het Lighaam te kunnen oeffenen (*). IX. LES, 2. AFDEEL.

Gevolgen.

Daalen van het niet ondersteunde Zwaartepunt.

De Proefneeming, waar over wy nu onze Ophelderingen gegeven hebben, doet ons niet alleen zien, dat men zig van Hellende Vlakken met voordeel bedienen kan, om Weêrstanden te overwinnen, zwaare Gewigten op te houden en opwaarts te brengen met merkelyk kleinder Kragten, dan men anders van nooden zou gehad hebben om ze te stuiten, of langs de Loodlyn naar om

(*) [Welke de maat en evenredigheid zy der niet met het Vlak evenwydige Streeklynen, zoo ten opzigt der Loodregte Werking, als ten opzigt van andere min of meer schuinze Streeklynen, is uit het geen te vooren reeds van de schuinze Streeklynen op den Hefboom bladz. 62. gezegd is, ligtelyk op te maaken. Zy staan naamelyk in 't algemeen tot elkander in dezelfde evenredigheid als de Hoekmaaten van de Hoeken welke die Streeklynen maaken met de Lyn, uit het Zwaartepunt van 't Lighaam Loodregt op het Vlak getrokken: hier de Lyn *dk*, die van het Middelpunt *k* Loodregt valt, op *ac*.]

IX. LES. 2. AFDEEL. om hoog te voeren: maar zy toont ons ook dat een Lighaam, welks Middelpunt van Zwaarte geen Steunzel heeft, en niet in zyn Loodlyn opgehouden wordt, altyd vallen moet, schoon het Lighaam anderzins ergens op ruste. Want het is niet genoeg, dat het Rolrond stuk op het Vlak drukt en steunt in 't Punt *d:* zonder de medewerking van de Beweegkragt *p* zou het wel haast van boven naar beneden rollen, om dat deszelfs Zwaartepunt *k*, 't welk volgens de Loodlyn *kb* werkt, niet in die Lyn opgehouden en ondersteund wordt.

PL. 7. *Fig.* 2.

De dubbelde Kegel

Het is op deeze wys dat men reden weet te geeven van een oneindig getal van Uitwerkzels, daar men in den eersten opslag verbaasd over zou staan, en die men bezwaarlyk zou vinden op te lossen, indien men dit Beginzel of niet kende, of 'er geen agt op sloeg. *Figuur* 3 by voorbeeld, vertoont een vast Lighaam A, uit twee Kegels, die met hun breedste enden of Voet tegen elkander aangevoegd zyn, zamengesteld. De Lighaamen legt men op de twee Ryen of Re-

PL. 7. *Fig.* 3.

Regelmaaten B C, D C, die met malkanderen een Scherpen Hoek in C maaken, en aan het ander end B en D verhevener ſtaan, zoo dat het Lighaam 'er op legt, als op een Hellend Vlak. Als men 't los laat, klimt het al rollende opwaarts uit C naar B en D, en volgt dus, naar het ſchynt, een weg regtſtreeks ſtrydig met dien, welken alle Zwaare Lighaamen anders gewoon zya te neemen. IX. LES. 2. AFDEEL.

Dit Uitwerkzel ontſtaat daar uit, dat het Zwaartepunt van 't Lighaam A geen Steunzel heeft. Want, als het in C geplaatſt is, zou het 'er ſtil blyven leggen, indien het ruſte op een halve Middellyn als *a e*, die Loodregt ſtondt op de Waterpas vlakte *e f*; maar dewyl de twee Regelmaaten een Hoek maaken, raaken zy den dubbelden Kegel in Punten, die van weêrskanten van de Loodlyn *a c* afwykende als agterwaarts uitſtaan, gelyk g. Hyſchynt tegen een Vlak op te rollen. *PL.* 7. *Fig.* 4. Het Zwaartepunt, dat in *a* is, vindt derhalven geen Steunzel daar 't op ruſten kan, en het ganſche Lighaam begint van C naar B te rollen. Naar maate dat het volgens

IX. LES. 2. AFDEEL.

Kinderen die eerst leeren gaan.

De Kinderen, die eerst beginnen te loopen, en door gewoonte de bekwaamheid nog niet verkreegen hebben om de Streeklyn en stand hunner Lighaamen te schikken naar de verschillende Vlakken, daar ze over gaan, vermyden door 't beweegen hunner Armen dikwils het Vallen, waar voor een Gang, dien zy nog niet vast hebben, hen genoegzaam onophoudelyk bloot stelt.

Het krom gaan van Zwaarlyvige Menschen en Pakkedraagers.

Waarom gaan Menschen, die Zwaarlyvig zyn, en een dikken vooruitsteekenden Buik hebben, agter over? 't Is, om dat, zonder zulk een Postuur, hun Zwaartepunt, niet genoegzaam ondersteund, hen in gevaar zou brengen om voor-over op hun Aangezigt te vallen. Een Draager, in tegendeel, die een zwaaren Last op zyn Schouderen torst, kromt zig voorwaarts over; om dat hy en zyn Pak een gemeen Zwaartepunt met malkander hebben 't welk veeltyds, buiten 't Lighaam van den Draager en niet meer Loodregt tusschen zyn Voeten in vallen, en dus geen Steunzel hebben zou, indien hy regtop

ging.

ging. Hy is derhalven genoodzaakt zig zo ver te krommen, tot dat dit Zwaarte punt zig op een Loodlyn bevindt, die tusschen zyn Voeten op den Grond valt. IX. LE. 2. AFDEEL.

Op één Been staan, Hinken, Bukken.

Als men zig op één Been over-end wil houden, of, gelyk de Jongens, Hinken, is men genoodzaakt eene Zylinkſche Beweeging te maaken, om het Lighaam loodregt te plaatzen boven dien Voet, daar het op ſteunt; en als men, om voorwaarts over te bukken, het Hoofd voor-uit ſteekt, moet men noodwendig het tegenovergeſteldegedeelteagterwaarts uitſteeken, om het Evenwigt tuſſchen die twee Deelen te behouden. Dit is de reden, dat men niet op éénen Voet kan blyven ſtaan, noch iets, dat voor ons legt, al bukkende opraapen, wanneer men een Muur of Boom onmiddelyk van ter zyden of agter zig heeft, die ons belet, de beweegingen te maaken, die men noodzaakelyk doen moet om het Zwaartepunt in de Streeklyn te plaatzen of te behouden, die Loodregt op het Steunpunt valt.

Van

IX. LES. 2. AF DEEL.

Kinderen die eerst leeren gaan.

De Kinderen, die eerst beginnen te loopen, en door gewoonte de bekwaamheid nog niet verkreegen hebben om de Streek-lyn en stand hunner Lighaamen te schikken naar de verschillende Vlakken, daar ze over gaan, vermyden door 't beweegen hunner Armen dikwils het Vallen, waar voor een Gang, dien zy nog niet vast hebben, hen genoegzaam onophoudelyk bloot stelt.

Het krom gaan van Zwaarlyvige Menschen en Pakkedraagers.

Waarom gaan Menschen, die Zwaarlyvig zyn, en een dikken vooruitsteekenden Buik hebben, agter over? 't Is, om dat, zonder zulk een Postuur, hun Zwaartepunt, niet genoegzaam ondersteund, hen in gevaar zou brengen om voor-over op hun Aangezigt te vallen. Een Draager, in tegendeel, die een zwaaren Last op zyn Schouderen torst, kromt zig voorwaarts over; om dat hy en zyn Pak een gemeen Zwaartepunt met malkander hebben 't welk veeltyds, buiten 't Lighaam van den Draager en niet meer Loodregt tusschen zyn Voeten in vallen, en dus geen Steunzel hebben zou, indien hy regtop ging.

ging. Hy is derhalven genoodzaakt zig zo ver te krommen, tot dat dit Zwaarte punt zig op een Loodlyn bevindt, die tusschen zyn Voeten op den Grond valt.

Op één Been staan, Hinken, Bukken.

Als men zig op één Been over-end wil houden, of, gelyk de Jongens, Hinken, is men genoodzaakt eene Zylinksche Beweeging te maaken, om het Lighaam loodregt te plaatzen boven dien Voet, daar het op steunt; en als men, om voorwaarts over te bukken, het Hoofd voor-uit steekt, moet men noodwendig het tegenover gesteldegedeelteagterwaarts uitsteeken, om het Evenwigt tusschen die twee Deelen te behouden. Dit is de reden, dat men niet op éénen Voet kan blyven staan, noch iets, dat voor ons legt, al bukkende opraapen, wanneer men een Muur of Boom onmiddelyk van ter zyden of agter zig heeft, die ons belet, de beweegingen te maaken, die men noodzaakelyk doen moet om het Zwaartepunt in de Streeklyn te plaatzen of te behouden, die Loodregt op het Steunpunt valt.

Van

IX. LES.
2. AFDEEL.

Van Werktuigen uit Hellende Vlakken zamengesteld.

Onder de Werktuigen, die van denzelfden aart zyn, en op dezelfde wys werken als het Hellend Vlak, zyn de *Wigge* en de *Schroef* de eenvondigste, en het meest in gebruik. Ik zal my enkel tot deeze twee Zoorten bepaalen; en, onder 't verklaaren en onderzoeken van derzelver voornaamste Eigenschappen, van eenige weinige andere, die tot deze zoort van Werktuigen kunnen gebragt worden, slegts met een kort woord gewag maaken.

Van de Wigge.

De Wigge.

Men geeft doorgaans den naam van *Wigge* aan een Lighaam, gemaakt van een Harde Stof, Yzer, Metaal, hard Hout, hebbende drie vierzydige Vlakken; die met malkander twee Driehoeken, gelyk D A C, afperken en in zig besluiten. De twee langste van die Vlakken maaken 't zamen een scherpen Hoek in de Lyn A*a*, welke men het *Scherp*, *Punt* of

PL. 7. *Fig.* 5.

of de *Snede* noemt. Het kleinste Vlak D*c*, 't welk de platte Oppervlakte is, daar de twee voorgaande Vlakken ten einde loopen, en dat de maat van hun verwydering aanwyst, geeft men den naam van den *Kop* der Wigge, het bovenend, het *Plat*. De Hoogte der Wigge wordt gemeeten in de Lyn AB, die men ook als de As van 't werktuig aanmerkt. IX. LES. 2. AFDEEL.

Men gebruikt de Wigge doorgaans om de een of andere Stof of Lighaam te klieven, op te ligten, te drukken en te klemmen: en men bedient zig zomtyds, om dezelve haar werk te doen verrigten, van de Drukking eener Veer, of van een Gewigt, dog meestal van de Botzing van eenig Hard Lighaam 't welk men met een zekere Snelheid 'er op werken, staan, stooten, vallen laat; een Hamer by voorbeeld, Stamper, Heiblok, of iets dergelyks. Derzelver gebruik.

De Weerstand, die men door middel van de Wigge overwinnen moet, spruit in de meeste gevallen voort uit de aaneenkleeving en vasthoudendheid der Deelen, die men Moeiely. kebere. kening van haar kragt.

IX. LES. 2. AFDEEL.

men vanelkander afscheiden moet en van één verwyderen. Deeze vasthoudendheid, die van zig zelve tot in 't oneindige verschillen kan, naar de verschillende natuur der Lighaamen, derzelver grootte en gedaante, en ontelbaare andere omstandigheden, valt niet dan zeer bezwaarlyk te bepaalen en uit te rekenen. De Botzing, aan den anderen kant, daar men zig van bedient om de Wigge te doen werken, is een Kragt, die zig geenzins gemakkelyk, zonder gevaar van misrekening, met die van een enkele Drukking vergelyken laat. De Maat van derzelver Vermogen hangt, naamelyk, niet alleen af van de hoeveelheid van Beweeging in 't Lighaam, daar men meê slaat of botst, maar ook nog daarenboven van den aart van het Lighaam, daar men op slaat, van de wyze op welke het den Slag krygt, en van verscheiden andere omstandigheden en oorzaaken, die 'er dikwils minder of meer invloed op hebben, dan men gedagt had. Ik zal derhalven alle deeze Bedenkingen, als tot myn tegenwoordig Onderwerp niet behoo-

ren-

rende, ter zyden ſtellen, en, om my ſtrik- IX. LES.
telyk alleen aan de Eigenſchappen der Wig- 2. AF-DEEL.
ge te houden, ſlegts van Beweegkragten ſpreeken, wiêr vermogen bekend is, gelyk van Gewigten of van Veeren, die zekere bepaalde Kragt bezitten; op dat ik dus niet dan alleen maar de evenredigheden zou hebben te onderzoeken, welke de Beweegkragt en de Weêrſtand, door de enkelde tuſſchenkomſt der Wigge, tot elkanderen verkrygen

Wanneer men de verſcheiden wyzen, waar op een Wigge werken kan, in aanmerking neemt, komen 'er my inzonderheid twee voor, tot welke men alle de andere, dunkt my, met de noodige bepaalingen, gevoeglyk zou kunnen brengen. Ik verbeeld my, voor eerſt, twee Lighaamen A en B, als in *Fig.* 6. op een Vlak, dat wel vaſt ſtaat, ſteunende, en langs het welke zy niet voortglyden nog rollen kunnen, dan alleen volgens de Streeklynen CD, CD. Ik veronderſtel ook, dat een Kragt van een bepaald en bekend Vermogen, van 10 Ponden by voorbeeld in E, E werkende, die Beweeging weer-

Denkbeeld van dezelver Werking. Verplaatzing van twee Lighaams deelen.

PL. 7. *Fig.* 6.

IX. LES. 2. AFDEEL. weerstaat en tegen houdt. Wanneer ik nu de Wigge F G H tusschen de twee Lighaamen indryf, en dezelve geheel, de gansche langte van haar Hoogte tot haar Top toe, doe daalen; is het zeker, dat op 't einde van die Werking de twee Lighaamen A en B ter wydte van het geheele Breedte van het Plat F H van elkanderen zullen afgescheiden en verwyderd zyn. Men begrypt ook ligtelyk, dat ze of verder van een zouden zyn geraakt, of nader by elkander gebleeven, indien ik een andere Wigge genomen had, wier hoek of stomper of scherper was dan F G H; gelyk by voorbeeld, *i* G *m*, of *l* G *n*. Nu heeft men zekerlyk, om dus twee Lighaamen, die Weêrstand bieden, te verplaatzen, Kragt van nooden, en men heeft 'er zoo veel meer toe van doen, als men dezelve, binnen een zekeren bepaalden tyd, tot grooter afstand en verder van een brengt.

't Van een Splyten dier Deelen.

Ik verbeeld, my, ten tweeden, een Wigge, die haar Kragt doet om de twee Deelen van een stuk Houts, die reeds eenigermaate gespleeten en van een geweeken zyn, als in

in *Fig.* 7; verder van elkander te verwyderen, terwyl die Deelen tegen zulk een verder verwydering Weêrstand bieden door de onderlinge verbintenis hunner Vezelen of Draaden, die onder den Hoek *p* nog met malkanderen vereenigd zyn. Ik merk de twee Lynen *sp* en *pq*, en de Lynen *tp* en *pr* aan de andere zyde, als twee kromme Hefboomen aan, wier Armen *pr* en *pq* met verscheiden Draaden, alle even ver van elkanderen af, onderling aan een verbonden zyn. De Wigge derhalven, die op *t* en *s* werkt, doet teffens door middel van de twee Armen *tp* en *sp* zyn Kragt tegen den eersten band, die zig in den Hoek *p* bevindt, terwyl de twee andere Armen *pr* en *pq*, van de Kromme Hefboomen, onder dien Hoek tot naar beneden toe wederzyds aan elkander kleeven en vast zyn. Indien deeze eerste Band onbuigbaar is, en niet wyken kan zonder te breeken, zal de Kragt der Wigge, zo ze een weinig sterker is dan die Band, dat ook doen, en hem breeken: wanneer nu deeze eerste gebroken is, zal de tweede, die 'er

IX. LES. 2. AFDEEL. PL. 8. *Fig.* 7.

X. LES. 2. ARDEEL.

onmiddelyk op volgt, ſchoon even ſterk, zig door dezelfde Kragt der Wigge gemakkelyker breeken laaten, om dat nu de Armen, waar aan de Beweegkragt werkt, in langte zyn toegenomen; gelyk men aan de geſtippelde Lynen, die op den tweeden Band veronderſtel ik uitloopen, in de *Figuur* zien kan: en om dezelfde reden moet vervolgens de Kragt der Wigge in vergelyking van den Weêrſtand allenskens ſterker worden, en hoe langer hoe meer Werking doen. Spruit het hier mogelyk niet uit voort, dat alle hard en droog Hout, Steenen, Glas, en in 't algemeen allerhande Zoorten van Stoffen, wier Deelen zeer hard en onbuigbaar zyn, in 't breeken aan ſtukken ſpringen, en zig zeer gemakkelyk laaten van een ſplyten, zoo dra men maar door de Oppervlakte begint te komen? Men zou althans deeze Uitwerkzels niet zien gebeuren, zo die Banden, daar ik van ſpreek, buigbaar waren; om dat dan de eerſte een weinig beginnende te wyken en toe te geeven, de volgende ook een gedeelte van de Kragt der Wigge zouden doen draa-

draagen; en dus die Kragt, onder meer dan IX. LES. 2. AFDEEL.
één Weêrstand verdeeld, niet genoegzaam zyn, om hen te eenemaal en eensklaps te doen breeken.

Algemeene Eigenschappen.

't Zy nu de Wigge op de eene, 't zy ze op de andere wyze werke, het blykt alt hans; 1. Dat men 'er zig met veel voordeel van bedienen kan, om groote Weêrstanden te overwinnen; 2. Dat haar Werking zoo veel kragtiger wordt, naar maate, dat ze scherper is. De volgende Proefneeming zal, door het staaven deezer twee Voorstellen, ons teffens gelegenheid geeven, om de evenredigheid tusschen de Kragten, die door middel van dit Werktuig tegenelkander werken, te bepaalen.

II. PROEFNEEMING.

Toestel.

De twee Vlakken A C en B C, in *Fig.* 8. *P L.* 7. *Fig.* 8. maaken de twee platte zydenuitvaneen Wigge, die meerder of minder scherp gemaakt kan worden, door middel van een Scharnier

IX. LES. 2. AFDEEL.

nier in C, en twee Schroeven in E en F, die de twee andere enden der Wigge aan het Plankje of regelmaat G H vaſt maaken. Dit laaſte ſtuk is ten dien einde met een open Sleuf doorgewerkt, waar in men de Spilletjes der Zetſchroeven, op de enden der beide Vlakken A C, B C, geplant; heen en weder verſchuiven kan. D I is een Raam, waterpas op twee Standers geplaatſt, die op een Tafeltje ſtaan, dat hun tot een Voet verſtrekt. Twee Rollen *m* en *n* draaien in twee Beugeltjes, die zeer ligt voortglyden op Metaalen Draaden, van 't één end van 't Raam tot aan 't ander geſpannen en aan welke Beugeltjes het Gewigt *p* hangt, dat door derzelver van één ſchuiving wordt om hoog getrokken. Men merkt ligtelyk, dat, door deeze ſchikking, de Rollen niet verſchooven en van elkander verwyderd kunnen worden, dan door een Kragt, die in ſtaat is om het Gewigt *p* op te ligten, en 't zelve in vermogen gelyk: en dat men derhalven, dewyl de Wigge A B C op dezelve, om ze van één te verwyderen, werkt of door haar eigen

Zwaar-

Zwaarte of door die teffens, welke men 'er by voegt, de Kragt die de Beweegkragt doet gemakkelyk vergelyken kan met die van den Weêrstand. IX. LES. 2. AFDEEL.

Men stelt het Gewigt van *p* op twee Pond, en maakt de Wigge zoo scherp, dat ze in staat is, om door haar eigen Zwaarte de twee Rollen van één te schuiven: vervolgens opent men ze wat wyder en maakt haar zoo stomp, dat haar Kop of Plat A B gelyk is aan de helft van haar Hoogte K C.

Uitwerkzels.

1. Als de Wigge scherp genoeg is, is haar Kragt, schoon ze niet meer dan omtrent 12 Oncen weegt, in staat om de Rollen van elkander te verwyderen.

2. Als de Hoogte van de Wigge K C, eens zoo groot is als de Breedte van haar Kop A B; zal ze egter nog in staat zyn om de Rollen van één te schuiven, indien men iets meer dan 4 Oncen by haar eigen Zwaarte van 12 Oncen doet; dat is te zeggen, dat ze met een Kragt van 1 Pond, Even-

IX. LES. 2. AFDEEL. wigt zal maaken met een Gewigt, dat eens zoo zwaar is, of van 2 Ponden.

Uitwerkzels.

Kragt van de Wigge zoo veel grooter naarmaate dat ze scherper is.

PL. 8 Fig. 9.

Indien het Gewigt *p* van onze Proefneeming in twee andere Gewigten, yder van één Pond, verdeeld was, gelyk *p* en *r* in *Fig.* 9: en de twee Rollen *m* en *n* zig niet verplaatzen en van elkander verwyderen konden, zonder die twee Gewigten teffens ook zoo ver te doen opklimmen, zou het klaar zyn, dat men zonder tusschenkomst van het Werktuig een Gewigt of Lighaam van de zelfde Zwaarte van 2 Ponden zou noodig hebben, om met die twee andere Evenwigt te maaken, en een weinig zwaarte meer om ze te doen opklimmen. Maar nu zien wy in de Proefneeming, dat 12 Oncen door middel van een Wigge dezelve opligten: wy zien ook, dat men iets meer dan 16 Oncen noodig heeft, om, als de Wigge wat stomper is, hetzelfde Uitwerkzel te weeg te brengen; de twee Voorstellen derhalven, daar we van spraken, zyn ten vollen beweezen; en 't komt

komt 'er nu nog maar op aan, dat wy de reden van die Uitwerkzels wat nader aantoonen.

IX. LES. 2. AFDEEL.

De Kragt staat tot den Weerstand als de Breedte tot de Hoogte.

De Kragt die een Lighaam, dat zig beweegt, of neigt om zig te beweegen, oefent, wordt berekend uit den Inhoud van dat Lighaam, en uit den Graad van Snelheid, die het heeft, of hebben zou, zo de Beweeging plaats had. Nu kan de Wigge *abc* niet ter langte van zyn gansche hoogte *ck* daalen, zonder dat de twee Rollen *m* en *n* in den zelfden tyd de twee Wegen *ei* en *cl* afloopen, en de twee Gewigten *p* en *r*, bygevolg, ook al klimmende een gelyke langte van Weg afleggen. Deeze twee Wegen nu *ei* en *cl*, die met hun beiden even lang zyn als de Breedte van de Wigge *ab*. maaken slegts de helft uit van derzelver Hoogte *ck*; zoo dat een Gewigt, in *k* geplaatst, in den zelfden tyd eens zoo veel Weg in 't daalen afloopt, als de Gewigten *p* en *r* doen in 't klimmen. Om derhalven Evenwigt te maaken, zal het Gewigt K moeten staan tot de Som der twee andere Gewigten, in de omgekeerde reden van hun Snelheden, dat is, als

IX. LES 2. AFDEEL.

plaats, daar ze zamenloopen, altyd een Hoek maaken, die min of meer scherp is.

Spykers, Spelden Naalden, Priemen.

Gelyk deeze Hoek het wezentlyk gedeelte is, dat eigentlyk de Wigge uitmaakt, en 'er noodzaakelyk by vereischt wordt; zo is het juist ook niet noodig, dat hy door den samenloop gevormd worde van twee Vlakken alleen. De Spykers en Nagels, die vier platte kanten hebben, welke alle in een Punt zamenloopen, de Priemen met ronde Punten, de Spelden, de naalden, en wat 'er meer van dien aart is, wier aller oppervlakte men als een ry van aaneengeschakelde Lynen kan aanzien, die zig alle in een gemeen Punt met elkaar vereenigen, doen ook hun Werk als Wiggen, en moeten 'er onder geteld worden.

Messen zyn Wiggen en Zagen teffens,

Men moet hier aanmerken, dat 'er onder de verscheiden zoorten van Snydende Werktuigen veele zyn, die men, onder 't werken, volgens hun langte voort sleept en naar zig toe trekt, terwyl men zé op denzelfden tyd loodregt tegen de Lighaamen aandrukt, die men Kerven of Snyden wil; op die wys

gaat

gaat men met allerhande zoorten van Messen te werk. Men gebruikt ze, naamelyk, op den zelfden tyd, als Wiggen teffens en als Zaagen. Want men moet weeten, dat de allerfynste Scherpte uit Deeltjes bestaat, die juist niet alle naauwkeurig in één zelfde regte Lyn zig bevinden. Eenige Deeltjes, nu, merkelyk hooger dan de andere uitsteekende, vormen een zoort van kleine Tandjes, die men met het Vergrootglas duidelyk onderscheiden kan, en die eerlang door 't gebruik verslyten, of gaan omleggen. Derhalve draagt men by tusschenpoozing zorg, om dezelve, op gelyke wys als ze eerst geboren werden, wederom te herstellen, door de Vlakke kanten van het Lemmer tegen een Slypsteen te wryven, en 't zelve dus, gelyk men 't noemt, een nieuwe Sneede te geeven en weer scherp te maaken. By alle werktuigen, daar men op deeze wys meê snydt, wordt zoo sterk een Drukking niet, als wel by andere, vereischt. Hierom geeft men in 't gebruik en de verrigtingen der Heelkunde, zoo veel mogelyk is, het

IX. LES. 2. AFDEEL.

het Snymesje den voorrang boven de Schaar, die niet dan alleen drukkende Snyden kan, om de Kneuzing der Deelen dus te vermyden, en den Lyder pyn te besparen.

Gevaarlyk Konstje.

Maar schoon wel een Snydend Werktuig eigentlyk gemaakt zy, om al voort sleepende, gelyk de gewoone Messen doen, te snyden; men dient egter niet te vergeeten, dat zy ook een Lighaam, daar ze slegts alleen loodregt tegen aan gedrukt worden, kunnen kerven en doorsnyden. Het is enkel roekeloosheid, dat men, gelyk men zomtyds doet, met de vlakke hand op het Scherp van een Scheermes slaat. Het Vel biedt, 't is waar, wel wat meer tegenstand, wanneer het Werktuig alleen als een Wigge op hetzelve werkt, inzonderheid zo het een groote Oppervlakte teffens beslaat en treft: maar 't is altyd gevaarlyk te willen beproeven, hoe ver die tegenstand wel kan gaan.

Van de Schroef.

De Schroef

De *Schroef* is een Rol of een zeer langzaam afloopende Kegel, op wiens Oppervlakte men

men een Sleuf of Groef uitgehoold heeft, die zig Slangswyze om de Rol of Kegel draait. Het Middelschot, 't welk tusschen de Slingers van die Groef gelaaten is, noemt men den *Draad* van de Schroef, en de wydte of afstand van den eenen Draad tot den anderen de *Pas*. Dezen zelfden Draad en Groef graaft men ook uit in eene Rolronde Holligheid of rond Gat, ten dien einde geboord en uitgehoold; en maakt 'er dus een Binnenschroef van. En als deeze twee Soorten van Schroeven op zulk een wys geschikt zyn, dat de Draad van de eene zig beweegen kan, en past in de Groef van de andere, en deeze wederom in die, wordt de Holle Schroef een Binnenschroef, anders *Moêrschroef* of *Moer* genoemd, gelyk de andere den naam draagt van Buitenschroef, *Vaarschroef* of enkel *Schroef*.

IX. LES. 2. AFDEEL.

Ecrou

Vis

Men heeft slegts het oog op *Fig.* 10 en 11. te slaan, om te zien, dat de Draad van een Schroef, wanneer men dat gedeelte alleen van haar Oppervlakte in aanmerking neemt, waar op de Kragt van den Wêerstand geschiedt,

Is een Hellend Vlak.

PL. 8. *Fig.* 10. 11.

IX. LES. 2. AFDEEL.

het Snymesje den voorrang boven de Schaar, die niet dan alleen drukkende Snyden kan, om de Kneuzing der Deelen dus te vermyden, en den Lyder pyn te bespaaren.

Gevaarlyk Konstje.

Maar schoon wel een Snydend Werktuig eigentlyk gemaakt zy, om al voortsleepende, gelyk de gewoone Messen doen, te snyden; men dient egter niet te vergeeten, dat zy ook een Lighaam, daar ze slegts alleen loodregt tegen aan gedrukt worden, kunnen kerven en doorsnyden. Het is enkel roekeloosheid, dat men, gelyk men zomtyds doet, met de vlakke hand op het Scherp van een Scheermes slaat. Het Vel biedt, 't is waar, wel wat meer tegenstand, wanneer het Werktuig alleen als een Wigge op hetzelve werkt, inzonderheid zo het een groote Oppervlakte teffens beslaat en treft: maar 't is altyd gevaarlyk te willen beproeven, hoe ver die tegenstand wel kan gaan.

Van de Schroef.

De Schroef

De *Schroef* is een Rol of een zeer langzaam afloopende Kegel, op wiens Oppervlakte men

men een Sleuf of Groef uitgehoold heeft, die zig Slangswyze om de Rol of Kegel draait. Het Middelschot, 't welk tusschen de Slingers van die Groef gelaaten is, noemt men den *Draad* van de Schroef, en de wydte of afstand van den eenen Draad tot den anderen de *Pas*. Dezen zelfden Draad en Groef graaft men ook uit in eene Rolronde Holligheid of rond Gat, ten dien einde geboord en uitgehoold; en maakt 'er dus een Binnenschroef van. En als deeze twee Soorten van Schroeven op zulk een wys geschikt zyn, dat de Draad van de eene zig beweegen kan, en past in de Groef van de andere, en deeze wederom in die, wordt de Holle Schroef een Binnenschroef, anders *Moêrschroef* of *Moer* genoemd, gelyk de andere den naam draagt van Buitenschroef, *Vaarschroef* of enkel *Schroef*. *Ecrou* *Vis*

Men heeft slegts het oog op *Fig.* 10 en 11. te slaan, om te zien, dat de Draad van een Schroef, wanneer men dat gedeelte alleen van haar Oppervlakte in aanmerking neemt, waar op de Kragt van den Wêerstand geschiedt, Is een Hellend Vlak. *PL.* 8. *Fig.* 10. 11

IX. LES. 2. AFDEEL.

ſchiedt, niets anders is dan een Hellend Vlak, 't welk ſchuins afloopt naar den Voet van de Rol, rondsom welke hy geſlingerd is: en dat dit Vlak zoo veel meer Helling heeft, naar maate dat de Pas of Wydte tusſchen de Draaden kleinder is. Dus zyn 't dan, wanneer een Buitenſchroef in haar Binnenſchroef draait, twee Hellende Vlakken, van welke het een glydt over het ander. De Hoogte van die Hellende Vlakken, voor yder keer, die ze doen, kent men uit de wydte en afſtand der Draaden van elkander, en de langte uit die Hoogte en uit den Omtrek van de Schroef. Want zo men een van die Draaden, als *ab*, met zyn pas of tuſſchenwydte *b c* los maakt en ontzwagtelt, zal men den Driehoek *a b c* krygen, *Fig.* 10

Algemeene Regel van Kragt.

Als men zig van dit Werktuig bedienen wil, maakt men een der twee Stukken, (de Binnen of de Buitenſchroef,) aan den Weêrſtand, die men overwinnen moet, vaſt of zet het 'er tegen aan; terwyl het ander ſtuk 't zelve als tot een Steunpunt verſtrekt: vervolgens doet men, door dezelve rond te draa

draaien, de Binnenſchroef op de Buiten-ſchroef, of deeze in de Binnenſchroef loopen volgens haar langte, en de Weêrſtand, die deeze Beweeging tegenſtaat, wykt ook zo ver voor of agterwaarts. Aan de ſtaande Slootemaakers of Smids-Schroeven, by voorbeeld, wordt de eene Bek, met een Buitenſchroef tegen den anderen, daar een Binnenſchroef aan vaſt is, aangedrukt. De Beweegkragt moet derhalven, gelyk men ziet, een ganſchen ſlag of keer om doen, om den Weêrſtand een Pas, dat is de wydte van den eenen Draad tot aan den anderen, te verplaatzen. Wanneer men dezelve onmiddelyk aan den Omtrek van de Schroef zelve werken liet, zou bygevolg de Weg, dien ze afliep, of haar Graad van Snelheid *a c* zyn, en die van den Weerſtand *b c*: maar dewyl men doorgaans de Schroeven, en inzonderheid zulke die wat zwaar vallen, draait met Hefboomen, Staaven of iets dergelyks, dat op de zelfde manier werkt, loopt de Beweegkragt merkelyk grooter weg af, dan ze gedaan zou hebben, zo ze zonder behulp van ee-

IX. LES 2. AFDEEL

PL. 8. Fig. 10.

IX. LES 2. AF DEEL. Seenig Werktuig aan de Schroef zelve gedraaid hadde. Het is derhalven *a c* nu niet meer, die haar Snelheid uitdrukt, maar 't is de Omtrek van een Cirkel, van welken de Hefboom D E de halve Middellyn is. Men kan 't derhalven tot een algemeenen regel maaken, dat in 't gebruik der Schroef, de Wryvingen uitgezonderd en voor niets gerekend; *de Beweegkragt, in geval van Evenwigt, staat tot den Weêrstand, als de hoogte van de Pas of wydte b c staat tot den Omtrek door 't end E van den Hefboom, daar men mêe draait, beschreeven; dat is, in de omgekeerde Reden der Snelheden.* (*)

Naar

(*) [Indien wy derhalven *b c* weder w, en den Omtrek van den Cirkel, door E beschreeven, b noemen, hebben wy wederom B. W : : w b. en B b ⊏ W w. Het zou onnoodig zyn de gewoone Regels, om alle die grootheden te vinden, hier wederom te herhaalen. Ik zal alleen aanmerken, zo *b c* twee Duim en D E $\frac{3}{2}$ Voet lang was, hoe veel Gewigts iemand met een Kragt van 30 Pond door middel van zulk een Schroef zou kunnen opligten. D E is de halve Middellyn van den Cirkel, dien de Beweegkragt E beschryft. De geheele Middellyn zal derhalven 7, en de gansche Omtrek van den Cirke

22

Naar den aart der Stoffe, daar men de Schroeven van maakt, en naar de Kragt, die men 'er meê denkt te doen, geeft men de Draaden een verschillende Vorm. Meest al maakt men ze schuins en eenigzins scherp toeloopende, gelyk die van *Fig.* 10; ook wel plat en vierkant gelyk in *Fig.* 11. Deeze laatste ziet men doorgaansgebruikt aanzwaare Metaalen Schroeven, die dienen om meê te perssen, en aan de staande Schroeven der Smeden en Slotemaakers; om dat ze minder Wryving hebben dan de andere. De Schroeven

IX. LES. 2. AFDEEL. Scherpe en vierkante Schroefdraaden.

22 Voeten zyn: 22 Voeten bedraagen 246 Duimen. Nu is $W = \frac{Bb}{w}$ dat is, het Gewigt = 30 maal 264 of 7920 = 3960 Ponden. Hoe kleinder derhalven w of *b c* is, dat is, hoe naauwerde tusschenwydte is van de Draaden der Schroef, en hoe langer de Hefboom is, dien men gebruikt; hoe grooter Kragt met de Schroef kan gedaan worden. Men weet, hoe men door middel van Schroeven, die men dan den naam geeft van Vyzels, gewoon is de grootste gevaartens, gansche Huizen zelfs, te ligten en op te winden. Ik zal hier nog eens herrinneren, dat in deeze, gelyk in alle voorgaande Rekeningen, geen agt gegeeven is op de Wryvingen.]

IX. LES. 2. AFDEEL.

ven, die men van Hout maakt, geeft men ſcherp toeloopende Draaden, om ze ſteeviger te doen zyn en beter in ſtaat om Kragt te doen; want door die gedaante krygen zy, aan een Rol van eene zelfde dikte, een breeder Oppervlakte. Van dezelfde Vorm maakt men ook de Draaden van de Houtſchroefjes, van die kleine Yzeren Schroefjes, meen ik, die met een Punt ſcherp toeloopen, en zelve zig haar Binnenſchroef in 't Hout booren moeten. Men moet dezelve, gelyk ook het Yzer van Fretten en Puntbooren, als draaiende Kegels aanmerken, wier hoek tegemakkelyker zig een weg door 't Houtmaakt, naar maate dat hy ſcherper is.

Tweebefaamde Schroeven.

Onder een groote menigte van Werktuigen, wier voornaamſte ſtuk in een Schroef beſtaat, zyn 'er inzonderheid twee, die grootelyks in aanzien zyn, en boven de anderen uitmunten. Het een is die beroemde Schroef, die nu zedert omtrent twee duizend Jaaren den naam van de Schroef van *Archimedes*, derzelver Uitvinder, draagt, en van welke men zig, by zeer veele gele-

gen-

genheden, met groot Voordeel bedienen kan, IX. LES. 2. AFDEEL.
om Water op te Pompen, en in de hoogte te voeren. Het ander is de *Schroef zonder end*; dus genoemd, om dat zy zonder ophouden en eindeloos zoo lang men wil, dezelfde Streek heen, altyd met werken voortgaat; in tegenstelling van andere Schroeven, die in een Moerschroef loopen, en met werken ophouden, zoo dra zy haar volle langte uitgeloopen hebben.

De Schroef van *Archimedes* bestaat uit een Rolrond stuk, dat schuins op het Waterpas staat of helt, en op twee Spillen of Halzen in A en in B draait; en uit een Buis of Geut, die Slangswyze om hetzelve geslingerd is; gelyk in *Fig.* 12 wordt afgebeeld. Een Lighaam, aan den Mond C van de Geut geplaatst, valt door zyn eigen Zwaarte naar *d*: als men nu de Schroef draait, komt, met een halve keer, het Punt *d* in *e*, en het Lighaam, door zyn eigen Gewigt altyd op de laagste plaats gehouden, zal zig, in de Geut, in het Punt *f* bevinden, dat ook een halve keer gedaan heeft. en in *g* gekomen is. Dus al geduurig

De Schroef van *Archimedes*. PL. 8. *Fig.* 12.

IX. LES. 2. AFDEEL. voortdraaiende doet men het Lighaam de ganſche langte van de Schroef, van beneden tot boven toe, doorloopen; zoo dat, door middel van dit ſchrander uitgedagt Werktuig, een Lighaam opwaarts klimt door de Werking van die Kragt zelve, die het daalen doet. Als men het onderſte gedeelte van deeze Schroef in 't Water dompelt, begrypt men ligtelyk, dat de Buis door het draaien telkens Water ſcheppen en onophoudelyk vol moet blyven, terwyl het door een mond aan 't bovenend onophoudelyk uitloopt.

Gebruik. Dewyl dit Werktuig op twee Spillen draait, is een zeer geringe Kragt in ſtaat, om 't zelve, zo het wel gezet zy, en met zig zelven behoorlyk in Evenwigt ſta, aan den gang te houden. Maar men kan het niet wel gebruiken, dan alleen om het Water ſlegts tot een middelmaatige Hoogte te brengen; gelyk in 't droogmaalen van Landeryen by voorbeeld; want dewyl deeze Schroef noodzaakelyk ſchuins moet ſtaan, kan ze het Water niet tot een groote Hoogte brengen, zonder dat ze zeer lang en daar door ongemeen

zwaar

zwaar zy; en zonder gevaar te ſtaan van zig te krommen, en haar Evenwigt, op de Spillen daar ze op loopt, te verliezen. IX. LES 2. AF DEEL.

Het geen men gemeenlyk den naam geeft van *Schroef zonder end*, is een Werktuig, beſtaande in een Schroef, wier Rol of Staaf, daar ze om geſlingerd is, altyd den zelfden weg heen draait op twee Halzen op Spillen, daar dezelve aan beide enden oploopt. De Draaden van deeze Schroef, die meeſt al Vierkant gemaakt worden, doen een loodregt ſtaand Rad, welks Tanden zy vatten, ronddraaien. Dit Rad is in zyn Middelpunt van een Spil met een Touw voorzien, daar men 't Gewigt aan bindt dat men wil optrekken; even gelyk men met de Windas doet. Zie *Figuur* 13. De Schroef zonder end. *PL.* 8. *Fig.* 13.

Door middel van dit Werktuig kan men met een zeer geringe Kragt een ongemeend grooten Weêrſtand overwinnen; maar dat voordeel koſt ook vry wat Tyds. Want de Schroef moet een ganſche keer doen, om het Rad éénen Tand te doen voortgaan; en alle de Tanden, zoo veele als 'er aan 't Rad zyn, Groote dogtraagwerkende Kragt.

IX. LES. 2. AFDEEL.

moeten de Schroef voorby, eer de Spil van 't Rad eens omdraait: zoo dat, indien 'er 100 Tanden aan 't Rad zyn, en de Middellyn van de Spil vier Duim bedraagt, de Beweegkragt F den Zwengel honderd maal zal moeten omdraaien, om den Weerstand P één en Voet te doen ryzen (*). Maar zeer dikwils ge-

(*) [Maar dan zal, de Zwengel slegts 2. Duim lang gesteld, de Beweegkragt ook 100 maal meer Kragts doen. Een Spil van 4 Duim Middellyns, naamelyk, geeft 12 Duim of een Voet voor den Omtrek, die eens omdraaiende het Lighaam P één Voet doet ryzen. De 2 Duimen van den Zwengel geeven ook, dewyl ze de halve Middellyn uitmaaken, een Voet voor den Omtrek, dien F, yder keer, omloopt. Zy heeft dan 100 maal grooter snelheid of loopt 100 maal langer weg in denzelfden tyd af als P. Beider Kragten hebben derhalven ook tot elkaander dezelfde evenredigheid, naamelyk, van 100 tot 1. Dus zou F met een Kragt van 1 Pond in Evenwigt staan met P van 100 Ponden: want in geval van Evenwigt staat F. P :: 1. 100. dat is, in de omgekeerde reden haarer Snelheden of Wegen. Men begrypt dus ligtelyk, dat door 't verlengen van den Zwengel, 't vermeerderen der Tanden van 't Rad, 'tverdunnen van de Spil, een zeer gering Gewigtje (de wryvingen uitgezonderd) in staat zou zyn, om een vryzwaaren Last op te ligten. Maar het voornaamste oogmerk van dit Werktuig strekt tot andere gebruiken.]

gebeurt het, dat deeze zelfde Traagheid van Werking het voornaame oogmerk is, daar men op doelt, gelyk wanneer men den Loop van een Raderwerk wil matigen, en een eenpaarigen gang doen houden, of wanneer 't 'er op aankomt, om een Lighaam een zeer klein end wegs, wiens nette maat men gaarn weeten wil, voorwaarts of agterwaarts te doen wyken.

Nu der Wryving in de Wigge en Schroef.

In deeze ganſche Afdeeling, gelyk ook in de voorgaande, heb ik geen de minſte agt geſlagen op de Wryvingen, om niets dan enkel de Uitwerkzels, die yder Werktuig, op zig zelven en in zyn volle Kragt aangemerkt, doen kan, te berekenen. Ik kan hier egter niet nalaaten te melden, hoe 't in 't gebruik der Schroef en der Wigge dikwils gebeurt, dat men derzelver Werking aan de Wryvingen voornaamentlyk verſchuldigd is, en dat 'er, zo men op die zoort van Weerſtand in 't gebruik dier Werktuigen vergat agt te geeven, zeer weinige gevallen zouden zyn, waar in men de twee tegen elkaâr werkende Kragten, met eenige naauwkeu-

IX. LES. 2. AFDEEL.

righeid, met malkander zou kunnen vergelyken. Twee Voorbeelden zullen de gegrondheid van deeze myne aanmerking toonen. Wanneer men met een Kragt als van 100 Ponden een Wigge tusschen de twee gedeeltens, die reeds van een beginnen te splyten, van een stuk Houts heeft ingedreeven, blyft de Wederwerking of Veerkragt van het Hout, die de Werking der Beweegkragt Weêrstand biedt, altyd stand houden, schoon men met die Werking opgehouden heeft. Waarom keert de Wigge dan, zo ze niet heel stomp is, niet weêrom, en springt te rug uit het Hout? Om dat zy, in zulken geval, de Drukking van 't Hout die haar perst om te rug te springen, weerstaat en overwint door de Wryving van haar Oppervlakte, die de Kragt, waarmeê ze 'er ingedreeven werdt, evenaart of zelfs te boven gaat. Wanneer men de twee Bekken van een zwaare Slootemaakers Schroef met de Draaischroef heeft aangezet, blyft op het oogenblik, dat men met draaien ophoudt, de Weerstand in Evenwigt met de Beweegkragt, en de Schroef

vast

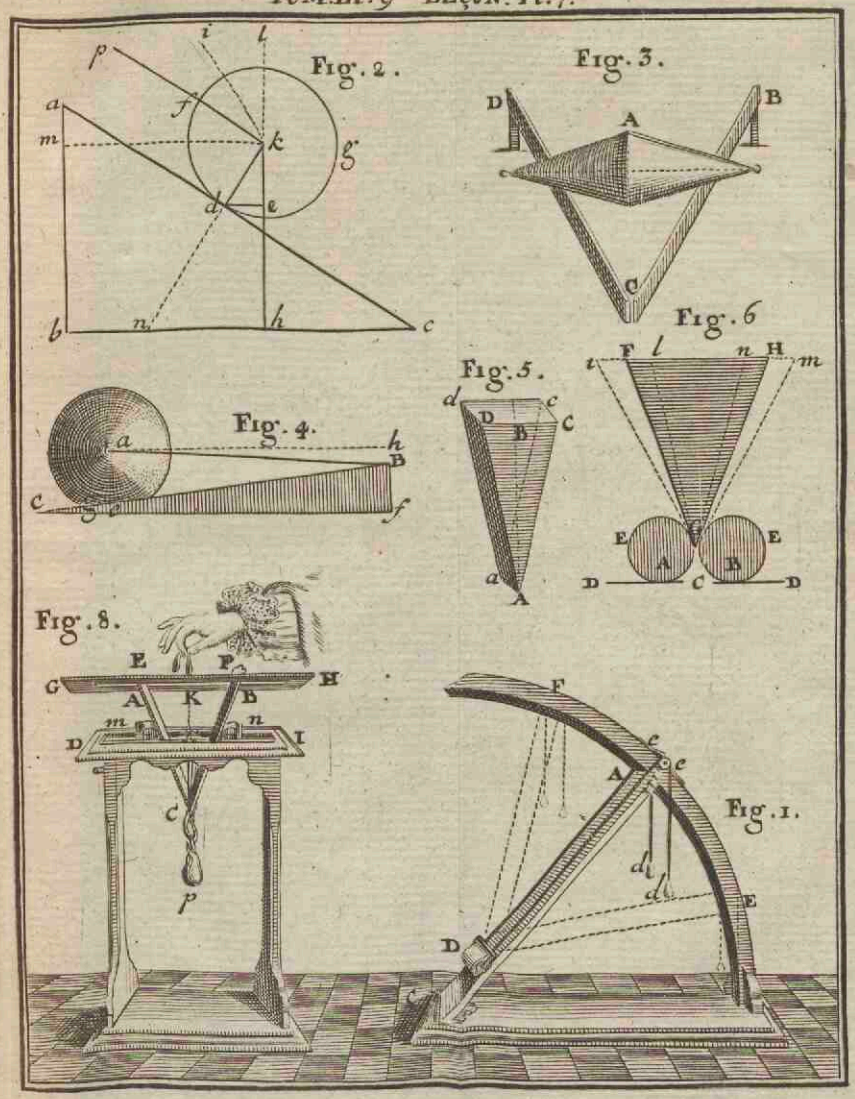
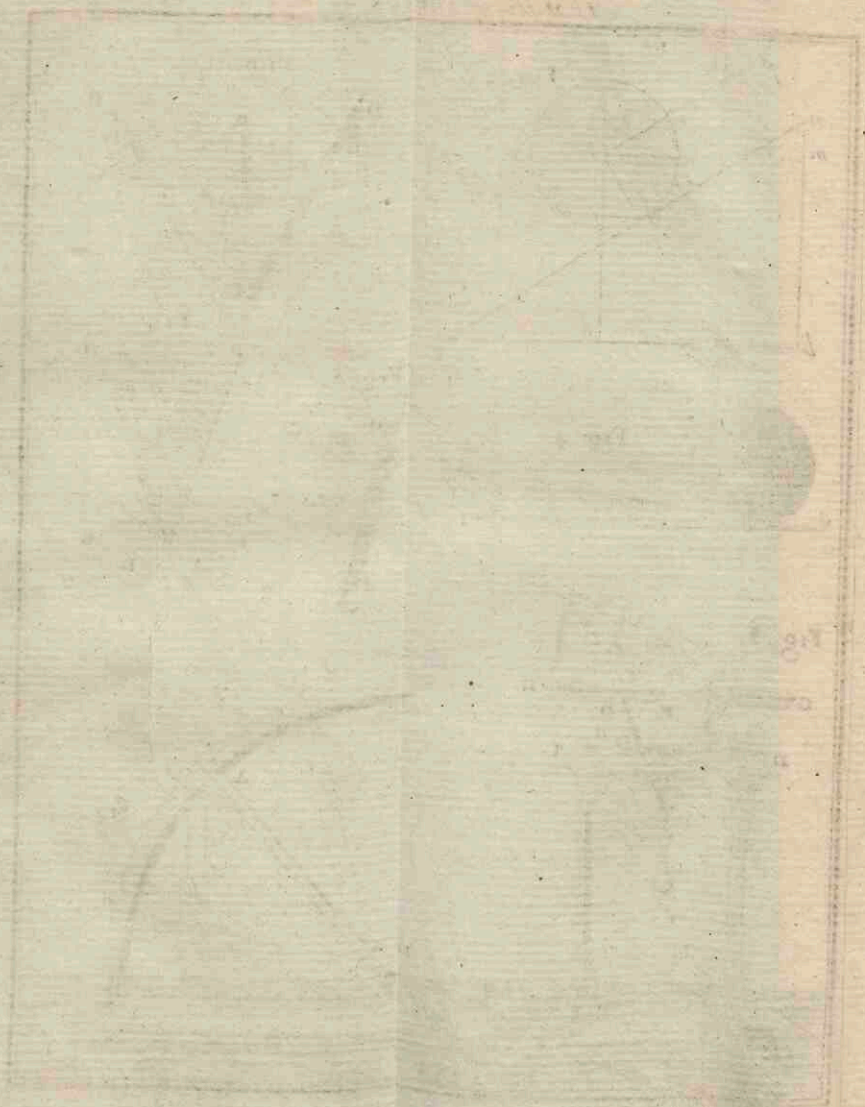


Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 8.
Fig. 1.



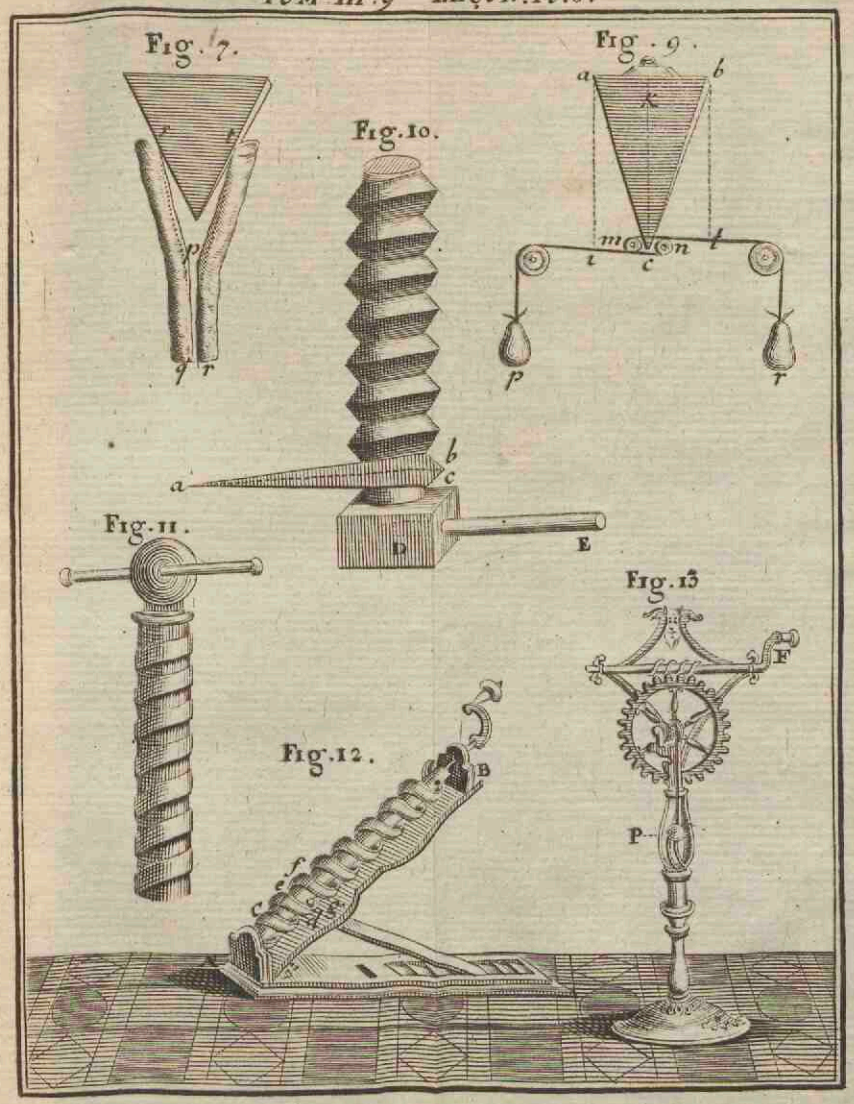
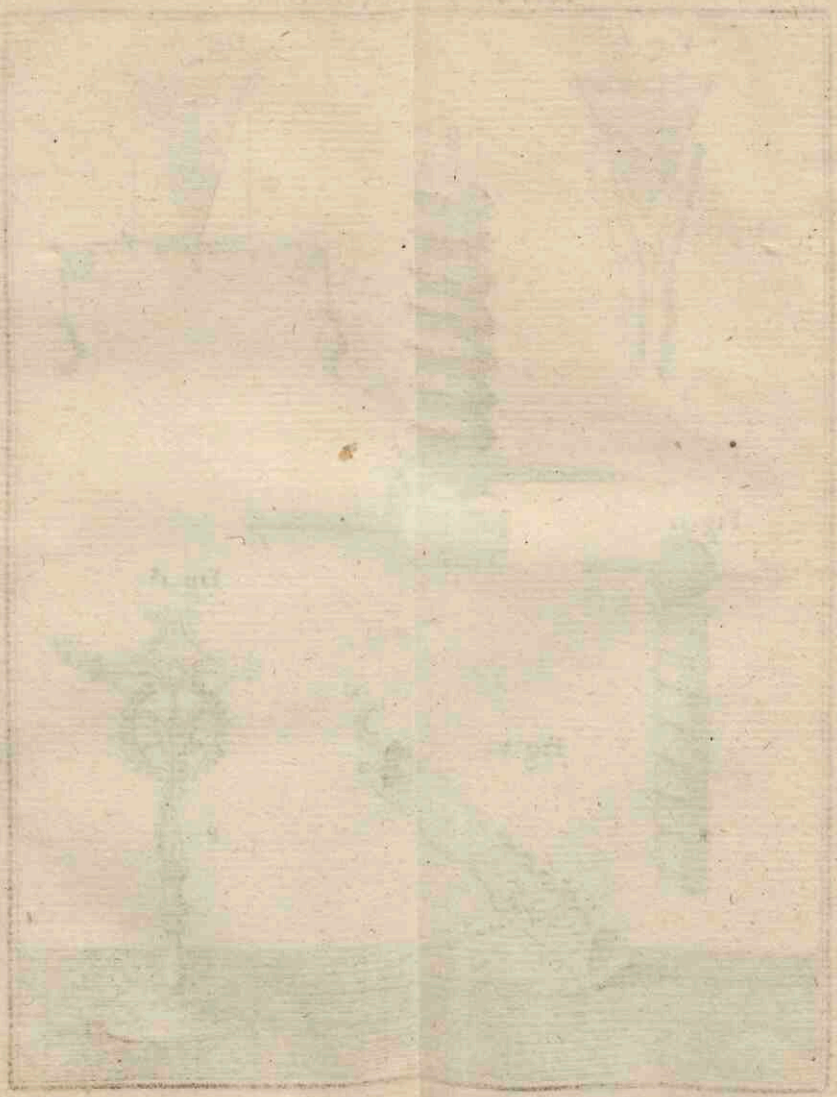


Fig. 7.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13
a
b
c
D
E
B
F
P
p
q
r
m
n
t



vaſt ſtaan. Zonder de Wryving van de Draaden der Buiten en Binnenſchroefop mal kander, moeſt de gerinſte Kragt de twee Bekken weer kunnen verwyderen en van één trekken; egter is men 'er, wat Kragt men 'er ook op doet, niet toe in ſtaat; en daar in beſtaat ook het voornaamſte voordeel en gebruik van dat Werktuig. IX. LES. 2. AFDEEL.

DERDE AFDEELING.

van de Touwen.

DE *Touwen*, gelyk men weet, zyn lange en buigbaare Lighaamen, zomtyds enkeld, dog meeſt al zamengeſteld van veele Vezels of Draaden, uit Dieren, Planten of Mynſtoffen. De Ketenen of Kettingen zelfs moet men, voor zoo ver 't gebruik aangaat, dat men 'er in de Werktuigen van maakt, ook als Touwen aanmerken: want ſchoon wel derzelver maakzel van een geheel anderen en verſchillenden aart is, zy de Touwen.

XLES. 3. AFDEEL.

bezitten egter de wezendlykste en eigenhoedanigheden der Touwen, langte naamelyk en buigbaarheid, die haar ook tot dezelfde gebruiken bekwaam maaken.

Derzelver Gebruiken.

Men bedient zig doorgaans in de Beweegkunde van de Touwen tot drie verscheiden einden: 1. Om de Streeklyn der Beweeging te veranderen; gelyk wanneer men door middel van een Katrolschyfeen Gewigt of zwaar Lighaam om hoog trekt door de Kragt of Werking van een ander dat middelerwyl daalt: 2. Om een Beweegkragt of Weêrstand van stand te doen veranderen en op een plaats te brengen, daar dezelve of gemakkelyker of met meer voordeel werken kan. Dus trekt een Paard, by voorbeeld, op den Oever geplaatst, aan een Touw of Lyn een Schuit voort, welke het op een andere wys genoegzaam nooit in beweeging zou hebben kunnen brengen: 3. Om alle zoorten van losse Lighaamen, die uit zig zelve geneigd zyn om van een te wyken en te vallen, of welke een van buiten aankomende Kragt van elkander tragt te verwyderen en te ver

plaat-

plaatzen, 't zamen te binden, vaſt te knoo- IX. LES.
pen, en by een te houden. 3. AF DEEL.

De Touwen kunnen uit zig zelven tot de Nadee-
Kragten, die op hen werken, of op welke len.
men hen werken laat, niet af noch toen doen, en de maat van derzelver vermogen niet vergrooten noch verminderen. Laat het Touw, by voorbeeld, daar men een Klok meê luidt, vyftien Vadem lang zyn, of laat het ſlegts een of twee zyn, de Klokluider zal 'er, zoo veel de zwaarte van zyn Klok aangaat, dezelfde Kragt, niet meer nochmin, aan moeten doen. De Kragt, die een Paard voor een Rytuig doet, blyft dezelfde, 't zy het met een zwaar of met een ligt Trekzeel en Tuig trekke. Maar naar maate dat een Touw of dikker is, of langer, wordt het Zwaarder; het kromt zig, als men 'er niet in de Loodregte Streeklyn meê werkt, en neemt min of meer Bogts aan; en eindelyk, hoe dikker, hoe 't minder buigbaar is. Deeze Zwaarte, deeze kromme Bogt, en deeze Styfheid der Touwen, zyn wezendlyke Weerſtanden of nadeelen, die een grooter Kragt

en

IX. LES. 3. AFDEEL. en Werking in de Beweegkragt vereiſchen, en waar op men in 't gebruik noodzaakelyk denken en rekening maaken moet.

Zwaarte van 't Touw. II Deel. 1 Stuk. bladz. 18.

Toen wy voorheen van de Putten ſpraken, waar uit men het Water met twee Emmers, die beurtelings ryzen en daalen, optrekt, hebben wy reeds aangemerkt, dat het Touw, op dien tyd als het eene end van 't zelve langer is dan het ander, den Laſt verzwaart; en dat deeze verzwaaring van 't Gewigt, ingeval de Put, de Myn, en alle plaats, waar uit men iets naar boven trekt, vry diep is, zeer aanmerkelyk wordt. Het zelfde moet men ook zeggen van een Laſt, dien men voorttrekt. De Touwen of Kettingen, daar men zig van bedient, voegen hun eigen zwaarte by die van 't Lighaam, daar men op werkt, en vermeerderen daar door zoo veel deszelfs Gewigt.

Derzelver Berekening.

De Weerſtand, die uit deeze Zwaarte der Touwen ontſtaat, neemt toe naar maate van derzelver Inhoud of Hoeveelheid van Stof die ze bevatten. Wanneer men ze derhalven als rolrond aanmerkt, moet men, de lang-

te

te van beiden gelyk gesteld, hun verschil van zwaarte berekenen uit de vierkanten hunner Middellynen. Indien men, by voorbeeld, in de plaats van een Touw van een Duim Middellyns, 't welk 30 Ponden weegt, een ander neemt van dezelfde langte en van dezelfde natuur en Stoffe, maar 't welk tweemaal zoo dik is, zal dit laatste 120 Pond weegen, dat is, viermaal zwaarder zyn dan het eerste, om dat de Middellyn eens zoo lang is (*).

IX. LES. 3. AFDEEL.

Niet

(*) [1. Naamelyk, het Vierkant van 1, staat tot 4, het Vierkant van 2, als 30 Pond tot 120 Ponden. 1. 4 : 30. 120. Wanneer de Touwen even dik, maar niet even lang zyn, heeft men slegts het verschil der langte te rekenen. Een stuk Touw van twee Vadem, weegt gelyk men weet, eens zoo zwaar als één Vadem van dat zelfde Touw. Maar wanneer ze in dikte en in langte beiden verschillen, moet men, om derzelver Inhoud of Zwaarte te berekenen, gelyk in alle *Cylinders* of Rollen plaats heeft, het Vierkant van yders Middellyn vermenigvuldigen met yders langte. Hun zwaarte staat dan tot malkander in de Zamengestelde reden (*ratio composita*) gelyk men 't noemt, van de Vierkanten hunner Middellynen en langtens. Laat een Vadem Touw van een Duim Middellyns, by voorbeeld, 3 Pond weegen; hoe veel zullen 10 Vadem weegen van

een

IX. LES. 3. AFDEEL.

Niet alleen vermeerdert de zwaarte van de Touwen in 't gebruik der Werktuigen de kragt der Weêrstanden; maar dikwils geeft het ook nog, dat de Touwen, zig min of meer krommende en doorbuigende, een Bogt maaken, en daar door de Beweegkragt volgens een Streeklyn doen werken, die merkelyk nadeeliger is, dan die, welke zegehad zou hebben, zo het Touw volkomen regt gebleeven was. Wy hebben te vooren doen zien, dat, wanneer men een zwaar Lighaam langs een Hellend Vlak optrekt, de Beweegkragt haar uiterste en allergrootste Kragt oeffent, als ze evenwydig met het Vlak werkt: gelyk AB, by voorbeeld, in *Fig.* 1. Maar menigvuldige voorvallen zyn 'er, waar in het Touw, door zyn langte en zwaarte krom geworden, een Bogt aanneemt als

Bogt van 't Touw.

Verandert de Streeklyn.

PL. 9. Fig. 1.

een Touw dat 2 Duim Middellyns heeft: het eerste blyft 1: het tweede geeft voor zyn zamengestelde reden 4, het Vierkant van 2 Duim, vermenigvuld, met 10, of 40. De Zwaarte der Touwen staat derhalven tot elkander als 1 tot 40, en bygevolg, weegt het een 3, het ander zal 120 Pond weegen. Want 1. 40 :: 3. 120.]

als AEB; de Beweegkragt dus volgens een Streeklyn, die schuins op het Vlakvalt, werken doet, en dezelve bygevolg daar door ook zoo veel verzwakt. IX. LES. 3. AF. DEEL

De langte alleen van het Touw kan, zonder dat 'er deszelfs zwaarte iets toe doet, min of meer veranderingbrengenindeStreeklyn der Beweegkragt. Want zo hetzelve, om dat de Kragt wat hooger is of verhevener staat, een Hoek maakt met den Grond, zal die Hoek grooter worden, naar maate dat het Touw korter is. Schoon gene van de twee Lynen AG en AD evenwydig loopen met den Grond of 't Vlak FG, wykt AC egter verder van 't evenwydige af dan AD. Zoo dikwils derhalven als men een Beweegkragt, door middel van een Touw of Ketting, voor een Weêrstand spant, moet men op derzelver natuurlyke Beweegstreek, ende Lyn volgens welke zy naar gewoonte uit zig zelve trekt niet letten, maar wel op die, volgens welke het Touw of Ketting, daar ze haar kragt meê doet, aanwyst, dat ze trekken zal. Delangte geeft ook verschil van Streeklyn. PL. 9. Fig. 1.

Maar

IX. LES. 3. AFDEEL.

Maar de ſtyfheid of meerder en minder buigbaarheid der Touwen in 't gebruik, dat men 'er in het beweegen der Werktuigen van maakt, is iets, dat men boven al kennen moet. Dezelve hangt inzonderheid af van 't Gewigt of van de Kragt, waar meê de Touwen geſpannen worden, van hun dikte, van de grootte of langte van de Bogt, die men ze maaken doet, en van de ſnelheid daar men ze meê buigt. De Heer AMONTONS is de eerſte, die dit gedeelte van de Beweegkunde, daar men voor zyn tyd ſlegts een verward denkbeeld van hadt, regelmaatig en op orde behandeld heeft. Hy heeft 'er 't groot belang van aangetoond, door te doen zien, dat, inde allergemeenſte gevallen zelfs, de ſtyfheid der Touwen alleen den Weêrſtand, daar men de Beweegkragt op werken laat, een ganſche derde vergrooten kan; en hy leert ons by ondervinding en Proef: 1. Dat de Weerſtand, door de ſtyfheid der Touwen veroorzaakt, toeneemt in dezelfde evenredigheid, als de Gewigten of Kragten toeneemen, die ze geſpannen houden:

Styfheid en onbuigbaarheid van 't Touw.

Memoires de l'Academ. des Scienc. 1699. p. 217.

den: 2. Dat die zelfde Weerstand ook daarenboven toeneemt, alle andere omstandigheden gelyk gesteld, naar evenredigheid van de middellynen der Touwen, en grooter of kleinder is, naar dat dezelve dikker zyn of dunner: 3. Dat de Touwen zig bezwaarlyker buigen laaten, naar maate dat de Rollen of Katrolschyven, waar om men ze draaien laat, kleinder zyn; schoon wel deeze laatste Weêrstand juist niet toeneemt in dezelfde evenredigheid, als de Middellynen van die Rollen of Katrolschyven afneemen en kleinder worden. IX. LES. 3. AFDEEL.

EERSTE PROEFNEEMING.

Toestel.

Aan de Zoldering van een Kamer, aan een Balk, of eenig ander vast Steunpunt, maakt men twee volkomen elkaâr gelyke Touwen A en B vast, die op een afstand van 5 of 6 Duimen van een en evenwydig aan malkander hangen; en met hun beiden een Tafeltje of Plankje C D, daar men Gewigt op zet, draagen: als in *Fig.* 2. *PL.* 9. *Fig.* 2.

IX LES. 3 AFDEEL. Deeze twee Touwen zyn elk éénen slag denzelfden weg heen, regts by voorbeeld, om de Rol E E geslagen; om wier midden men den anderen kant heen of slinks een Lint of Draad gewonden heeft, waar aan een Schaal hangt, daar men allenskens meer en meer Gewigt op zet, tot dat zy de Rol doet draaien, en langs de Touwen naar beneden komen; gelyk men uit *Fig.* 3 ligtelyk zal kunnen begrypen. Men neemt tot het doen deezer Proeven verscheiden paaren van Touwen, alle van dezelfde Stoffe gemaakt, maar van verschillende dikte, en wier Middellynen zig gemakkelyk met elkanderen vergelyken en tegen een berekenen laaten. De Rol moet in alle Proefneemingen altyd even zwaar blyven, schoon men ze nu dikker dan dunner neemt: en op dat het Lint of de Draad, die aan *f* hangt, altyd op denzelfden afstand van het Punt *e* zou blyven hangen, maakt men de Rollen in het midden, daar de Draad ser omgewonden wordt zoo veel dunner, zoo dat derzelver Middellyn aan de enden in alle Proefneemingen zig zelve gelyk blyft: of an-

PL. 9. Fig. 3.

anders kan men, als men de Rol overal even dik laat, in 't berekenen van de Kragt van 't Gewigt, dat aan het Lint of den Draad hangt, rekening maaken op den meerderen of minderen afstand tusschen *f* en *e*. IX. LES. 3. AFDEEL.

In deeze eerste Proefneeming neemt men Touwen van 3 Lynen middellyns; die van de Rol is $\frac{1}{4}$ Duim, en men zet op het Tafeltje C D eerst een Gewigt van 20, en vervolgens een van 40 Ponden.

Uitwerkzels.

1. Als de Touwen door een Gewigt van 20 Ponden op het Tafeltje gespannen worden, heeft men op de Schaal in G 45 Oncen noodig om de Rol te doen draaien, en te maaken, dat hy naar beneden begint te komen.

2. Als men de Touwen spant met een Gewigt van 40 Ponden, luistert de Rol niet, dan naar een Zwaarte van 90 Oncen op de Schaal G.

IX. LES. 3. AFDEEL.

Ophelderingen.

De styfheid der Touwen neemt toe als de Gewigten die ze spannen.

De Rolis, en door haar eigen Zwaarte en door 't Gewigt dat in *f* aan haar trekt, geneigd om naar beneden te komen. Indien 'er iets is, dat haar tegenhoudt, kan zulks niets anders zyn, dan het Touw, dat ter weerszyden met een slag om haar gewonden is; want zonder dat, en zo ze volkomen los en vry was, begrypt men ligtelyk, dat ze vallen zou Maar dat Touw zou haar niet tegen houden, indien het volmaakt buigbaar was, en zig zonder eenige de minste Kragt en Weerstand buigen en vouwen liet: want dan zouden alle deszelfs Deelen zig van zelfs, het een voor het ander na, om de Rol winden, en haar zonder tegenstand vry over zig heen laaten loopen, uit de Hoogte tot geheel naar om laag toe. De gansche Weerstand derhalven, die in de eerste Proef voor een Kragt van 45 Oncen week, ontstaat alleen uit de styfheid en onbuigbaarheid der Touwen, gespannen door 't Gewigt CD. En dewyl deeze styfheid niet dan door een

Kragt

Kragt van 90 Oncen, gelyk in de tweede Proef, overwonnen kan worden, wanneer men het Gewigt, dat door zyn spanning tot die styfheid aanleiding geeft, verdubbelt en in plaats van 20 Pond 40 Ponden neemt; strekt zulks tot een klaar bewys, dat de styfheid der Touwen, gelyk wy zeiden, in dezelfde evenredigheid toeneemt als de Gewigten of Kragten toeneemen, die ze gespannen houden: want 45 staat tot 90 als 20 tot 40.

II. PROEFNEEMING.

Toestel.

Men neemt tot deeze Proefneeming eerst een paar Touwen van 2 Lynen middellyns, men spant ze door een Gewigt van 20 Ponden, en slaat ze om een Rol, die, gelyk in de voorgaande Proefneeming, een halven Duim middellyns heeft.

Vervolgens neemt men een ander paar Touwen, die eens zoo dun zyn als de voorige, van 1 Lyn middellyns derhalven; maar men geeft hun denzelfden Graad van span-

IX. LES 3. AFDEEL ning door 't zelfde Gewigt van 20 Pond te gebruiken, en ſtaat ze ook om dezelfde Rol van ½ Duim middellyns.

Uitwerkzels.

In het eerſte Geval worden 30 Oncen vereiſcht, om de ſtyfheid der Touwen te overwinnen. In het tweede heeft men 'er ſlegts 15 Oncen toe van nooden.

Opheldering en.

De ſtyfheid der Touwen neemt toe als derzelver Middellynen.

Wanneer het Touw zig om de Rol buigt, moet men deszelfs Middellyn, die loodregt ſtaat op de Oppervlakte van de Rol, daar ze om heen geſlagen is, als een Hefboom aanmerken, die zyn Steunpunt heeft op den Omtrek der Rol zelve. Hoe nu deze Middellyn, of Hefboom zo men wil, grooter is, hoe de Kragt of het Gewigt, dat het Touw ſpant, verder af is van dat Steunpunt; en bygevolg, hoe grooter Weêrſtand het doet tegen de Werking der Zwaarte van de Rol zelve en tegen die van het Gewigt, dat 'er in g aan hangt.

PL. 9. Fig. 3.

langt. Anders kan men ook de Middellyn van het Touw, te zamen met die van de Rol, als maar één Hefboom met haar beiden maakende aanmerken, wiens Beweeg- of Steunpunt in *e* is. Dan ziet men ligtelyk dat, naar maate dat *eb*, terwyl de andere Arm *ef* dezelfde blyft, langer wordt, de Kragt, die in L werkt, zoo veel meêr Weerstand zal kunnen bieden tegen het Gewigt *g*, en dit derhalven, om dien grooten Weerstand door de verlanging van *eb* te overwinnen, naar evenredigheid verzwaard zal moeten worden. Wanneer men derhalven de styfheid, voorzoo ver ze uit de dikte der Touwen ontstaat, op deeze wyze beschouwt, merkt men aanstonds de Reden, waarom men by 't verdubbelen van de Middellyn der Touwen ook het Gewigt verdubbelen moet, dat de Rol doet naar beneden komen. Dus ziet men 'er ook uit, dat deeze Zoort van Weerstand niet toeneemt naar evenredigheid van den Inhoud, de vaste Stof in die dikte begreepen, gelyk men anders moogelyk denken zou, maar enkel naar evenredigheid van

IX. LES. 3. AFDEEL.

IX. LES. 3. AFDEEL. de middellynen der Touwen alleen, zoo als uit onze Proefneeming duidelyk blykt.

III. PROEFNEEMING.

Toestel.

Touwen neemende van 3 Lynen middellyns, en door een Gewigt van 60 Ponden gespannen, doet men de Proef eerst met een Rol van één Duim, en naderhand met een andere van anderhalven Duim middellyns.

Uitwerkzels.

De stylheid der Touwen wykt in de Proef met de eerste Rol voor een Gewigt van 135 Oncen, in die met de tweede voor een van 114 Oncen.

Ophelderingen.

Hoe kleinder Rol, hoe zig de Touwen

Dewyl de Touwen, en de Gewigten, die hen gespannen houden, in deeze Proefneeming dezelfde blyven, kan 'er in hun stylheid geen verandering gebragt worden, dan al-

alleen door het verſchil der middellynen van de Rollen, daar ze om geſlagen zyn. Als deeze Rol dunner is, moet het Touw zig meer krommen, en een naauwer of kleinder Bogt maaken; dewyl nu deeze kromming en Bogt in 't algemeen de oorzaak eigentlyk is, die de Rol belet te daalen, gelyk wy in de Eerſte Proefneeming hebben doen zien, moet de Weerſtand, die het daalen belet, ook ongetwyffeld grooter en kragtiger worden, naar maate dat het Touw krommer wordt, of een naauwer Bogt maakt. Men zou zig hier mogelyk verbeelden kunnen, dat, zo de Middellyn van de Rol eens zoo klein genomen werde, de ſtyfheid van een zelfde Touw, om haar heen geſlagen, eens zoo groot zou moeten zyn: maar de Proefneeming doet ons zien, dat 'er deeze evenredigheid geen plaats by heeft. Want 135 Oncen zyn, op verre na. zoo na geen tweemaal 114 Oncen; als de Rol, tot het tweede Geval van onze Proefneeming gebruikt, door de grootheid van haar Middellyn naby-

IX. LES. 3. AFDEEL.

'er bezwaarlyker ombuigen.

IX. LES. 3. AFDEEL. komt aan tweemaal de Rol van het eerste Geval (*).

Gevolgen.

Op de styfheid der Touwen in 't gebruik te letten.

Het geen wy door de drie voorgaande Proefneemingen beweezen hebben, moet tot een Regel dienen in 't gebruik der Katrollen, Windas, Spil, en dergelyke. Alle die zoorten van Werktuigen kunnen zonder Touwen niet gebruikt worden, of, om eigent-

(*) [De Heer DESAGULIERS, die deeze Proeven met groote oplettendheid heeft nagedaan, bevindt, dat de Weerstand, door de styfheid der Touwen veroorzaakt, inderdaad zig naauwkeurig schikt naar de Middellynen der Rollen of Schyven: en dat dezelve waarlyk eens zoo groot is, wanneer de middellyn van de Schyf of Rol eens zoo klein genomen wordt: in 't kort dat de styfheid toeneemt juist naar maate dat de Middellynen der Rollen kleinder zyn, en afneemt naar maate dat ze grooter zyn. De Leezer kan 'er een omstandiger berigt van vinden by den Heer DESAGULIERS in zyn *Natuurkunde*, I Deel bladz. 252. en in de Lyst, ook by den Heer MUSSCHENBROEK bladz. 184, te vinden. De twee andere Eigenschappen van de styfheid der Touwen door den Heer NOLLET te vooren gemeld, worden, gelyk ook uit die Lyst te zien is, door de Proefneemingen van den Heer DESAGULIERS ten vollen bekrachtigd.]

gentlyk en naauwkeuriger te ſpreeken. de Touwen maaken 'er een wezendlyk gedeelte van uit. Vergat men op derzelver ſtyfheid insgelyks rekening te maaken, men zou ontwyffelbaar zeer merkelyke misſlagen in 't opſtel van zyn beſtek begaan, en de misrekening zou juiſt inzonderheid het meeſt plaats hebben in Gevallen, waar in men zig vooral niet diende te bedriegen; in groote Onderneemingen, meen ik, en in Werken waar mede veel kragts en gewelds moet gedaan worden: want in zulke Gevallen moeten de Touwen noodwendig dik en zwaar zyn, en doorgaans zeer ſtyf geſpannen worden. IX. LES. 3. AFDEEL.

Groote Schyven zyn beter dan kleine.

Men behoort derhalven op deeze volgende zaaken, zoo veel mogelyk is, te letten. Dat men, indien 't de plaats toelaat, liever groote Katrollen of Schyven neeme, dan kleine: niet alleen om dat zy, dewyl ze zoo dikwils niet behoeven rond te draaien, minder Wryving op haar Aſſen maaken; maar ook, om dat de Touwen, die over haar loopen, en met haar draaien moeten, een minder Graad van kromming ondergaan,

en

IX. LES. 3. AFDEEL.

en haar bygevolg minder Weerstand bieden-de, ligter volgen. Deeze aanmerking is in 't gebruik van zoo groot belang, dat wanneer men de styfheid der Touwen volgens den Regel van den Heer AMONTONS wil berekenen, om een Gewigt van 800 Ponden met een Touw van 20 Lynen middellyns over een Schyf van maar 3 Duimen op te hyssen; men de Beweegkragt met een Vermogen als van 212 Ponden zou moeten verzwaaren, om de styfheid alleen van het Touw te overwinnen: daar in tegendeel deeze zoort van Weerstand, als men 'er een Schyf toe nam van één Voet Middellyns, alle andere omstandigheden gelyk gesteld, wyken zou voor een Kragt van 22 Ponden (*).

Memoires de l'Academ. des Scienc. 1699. pag. 227.

Hier

(*) [Indien 'er om de styfheid van 't Touw op de Schyf van één Voet Middellyns te overwinnen, 22 Ponden vereischt werden, zouden 'er derhalven voor dat zelfde Touw, op een Schyf van 3 Duim, volgens den Regel van den Heer DESAGULIERS, maar 88 Ponden noodig zyn. Want de styfheid neemt toe, gelyk de Middellynen afneemen; een Voet staat tot 3 Duim, als 4 tot 1: even gelyk 88 staat tot 22.)

IX. LES. 3. AFDEEL. Nadeel door de ſtyfheid der Touwen inde Takels,

Hier uit kan men ligtelyk opmaaken, dat aaneengekoppelde Katrolſchyven, tot een Takel vereenigd, nimmer het volle Uitwerkzel zullen doen, 't welk men anders billyk verwagten moeſt van haar getal, van de ſchikking en ſtand der Hefboomen, die ze verbeelden. Want in al die zoorten van zameſtellingen maaken de Touwen noodwendig verſcheiden keeren en draaien; en ſchoon wel de Beweegkragten, die hen ſpanten, de Aſſen minder drukken en bezwaaren, naar maate dat 'er meer Schyven zyn; nogtans, dewyl 'er geen Touw is, dat zonder eenige ſtyfheid en volmaakt buigbaar is, vergroot men onvermydelyk, door 't getal der keeren en bogten te vermeerderen, ook den Weerſtand, die uit hun ſtyfheid en onbuigbaarheid ontſtaat.

inzonderheid met ongelyke Schyven.

Dit nadeel, 't welk alle Takels zonder onderſcheid eigen is, neemt nog merkelyk toe in die zoorten van Stelzels en koppelingen, waar in de Schyven de eene vlak boven de andere, als op eene ſtreek, geſchikt, noodzaakelyk hoe langer hoe kleinder moeten

IX. LES 3. AFDEEL.

ten genomen worden, om het Touw ruimte te geeven, dat het, zonder te raaken en tegen elkander te wryven, vry kan voortschieten. Want in de Derde Proefneeming hebben wy doen zien, dateen Touw zig veel bezwaarlyker buigen laat wanneer het om een Rol van een kleinder middellyn gewonden wordt; dan om een die dikker is. Zulke Takelsderhalven, waar in alle de Schyven evengroot zyn, en van één zelfde Middellyn, zyn in 't algemeen de beste en boven alle andere te verkiezen in die Gevallen, wanneer deeze reden, daar we nu van spreeken, door geen andere inzigten van meêr belang opgewoogen en kragteloos gemaakt wordt.

Voorbeeld op den Draaibank.

Liefhebbers van den Draaibank, die gewoon zyn met den Voet en Treê te draaien, of te drillen met den Drilboog, weeten by Ondervinding hoe noodig het is, dat zy de dikte van hun Touw of Snaar schikken naar de dikte van 't stuk, dat ze draaien. Die daar niet naaukeurig op let, zal nooit eenig fyn Werk tusschen twee Punten tot volkomenheid brengen met eenige fraaiheid en konst.

konst. De Kragt, die men doen moet om de styfheid van 't Touw te overwinnen, drukt en werkt op het stuk zelf, dat men draait; 't welk die Kragt niet weerstaan en uithouden zal, ten zy het 'er sterk genoeg toe zy, en van een genoegzaam harde Stof gemaakt. En hoe bezwaarlyk een al te dik Touw zig krommen en buigen laat, kan men ook nergens duidelyker aan gewaar worden, dan aan dien korten tyd, dien het goed en bruikbaar blyft; dewyl 't heel schielyk warm wordt en aan stukken slyt, als het om een zeer dunne Spil of Staaf loopt.

De Touwen, die men tot zulke Werktuigen gebruikt, welke geschikt zyn om 'er groote Kragt meê te doen, moeten sterk zyn en een langen tydduuren kunnen, dewyl menze niet zonder groote Kosten maaken of herstellen kan; ook dienen ze in staat te zyn om veel geweld en Kragt te kunnen uitstaan, dewyl ze anders nutteloos zouden zyn, of zomtyds ongelukken en verdrietige toevallen veroorzaaken. Maar deeze twee Eigenschappen zyn zeer bezwaarlyk met een tamelyk groo-

De Touwen moeten naar 't Werk geschikt en niet te zwaar zyn.

IX. LES. 3. AFDEEL.

groote Buigbaarheid overeen te brengen, dewyl de Touwen van dien aart niet wel anders dan merkelyk dik kunnen vallen, en toebereid moeten worden op een wys, die hun onvermydelyk ſtyfheid moet byzetten. De dikke Touwen, daar men zig in 't algemeen van bedient om iets op te hyſſen, maar boven al de Kabels op de Schepen, zouden veel voordeeliger en gemakkelyker in 't gebruikzyn, zo men een middelwiſt te vinden, om ze ligteren buigbaarder te maaken, zonder hun egter daar door de noodige ſterkte te beneemen, of te maaken, dat ze eerder verſleeten waren. De uitkiezing der Stoffen; daar men ze van maakt; de manier om dezelve te bereiden, en de wyze waar op men ze bewerkt en 'er Touw van ſlaat, zouden hier buiten twyffel veel toe doen kunnen: maar iets, daar men doorgaans wat al te weinig op let, en daar men egter altyd op letten moeſt, is, dat men de Touwen, zoo naaukeurig als mogelyk is, kieze naar het Werk, dat men 'er mee meent te verrigten; dat men ze ſterk genoeg neeme, om, zonder gevaar van breeken,

ken, de Kragt 'er mee tedoen, die men 'er meê doen moet, maar dat men zig voor alle overmaat in dit ſtuk wagte; dewyl die overmaatige ſterkte meeſt al gepaard gaat met noodelooze vermeerdering van Zwaarte, van ſtyfheid, en van koſten, welke men alle zeer gevoeglyk, en tot merkelyk gemak, zou kunnen beſpaaren.

Aanmerking op de Konſt van Touwſlaan.

De Konſt van het Touwſlaan is tot nog toe genoegzaam geheelovergelaatengeweeſt aan Werkbaazen, doorgaans niet zeer kundig, die alleen volgens den ouden Regel en Keur voort werkten, en zig vergenoegden met blindelings na te doen, 't geen anderen hun hadden voorgedaan. Die Konſt is egter van groot belang genoeg om de aandagt en opmerkzaamheid der Geleerden naar zig te trekken, en met regt te verdienen: en men kan niet dan met het uiterſte genoegen zien, dat zy de gedagten bezig houdt van sommigen van die edele Vernuften, die hun tyd, in ſtee van denzelven aan verheven, en niet zelden nuttelooze, Beſpiegelingente beſteeden, aan zaaken te koſt leggen, die het

IX. LES. 3. AFDEEL.

welzyn der Zamenleeving onmiddelyker bevorderen. De Heer DU HAMEL DE MONCEAU heeft onlangs, om een gedeelte der oogmerken te bereiken, tot welke de pligten van zyn Bediening hem aanleiding gaven, een Werk in 't ligt gegeeven over de Konst van 't Touwslaan, op een groot getal van Proefneemingen, die men hem in verscheiden van onze Zeehavens heeft ziendoen gegrond. Het bevat niet slegts een bloot verhaal of Beschryving, van 't geen men in de Lynbaanen, daar men dat Handwerk oefent en Touw slaat, gewoon is te doen, maar ook een reeks van nieuwe en nuttige onderrigtingen, die deeze Konst tot een Trap van volmaaktheid zullen kunnen brengen, welke haar tot nog toe ontbroken hadt.

Inspecteur Generalde la Marine

De sterkte der Touwen.

Tot hier toe spraken we van de styfheid der Touwen, en van de wyze, waar op men den Weêrstand, die daar uit in de Werktuigen ontstaat, schatten en berekenen moet. Nu staat ons nog iets te zeggen van derzelver Kragt en sterkte; en van de veranderingen, die ze ondergaan, wanneer ze beurtelings nu droog dan nat worden.

De

De Touwen, daar men zig in de Beweegkunde meeſt van gewoon is te bedienen, en die wy hier inzonderheid op 't oog hebben, beſtaan uit Draaden of Vezels van Plantgewaſſen, gelyk de Hennip; [Baſt van Boomen, enz.] of van Dieren, gelyk de Zyde, of zekere Darmen, die men op eens wys bereidt, dat ze geſponnen kunnen worden. Indien deeze Vezels uit zig zelve lang genoeg waren, zou men zig mogelyk vergenoegen met ze by één te binden; en by wyze van Bondels of Strengen onder een gemeenenomſlag aan elkaâr te vereenigen en vaſt te koppelen. Deeze manier van een Touw te maaken zou dan miſſchien de allereenvoudigſte geſcheenen hebben, en de bekwaamſte, om hen die allernoodigſte Eigenſchap, de Buigbaarheid; te doen behouden; maar dewyl al die Stoffen, daar men Touw van maakt, ſlegts een zeer bepaalde en kleine langte hebben, heeft men een middel uitgevonden om ze langer te maaken door ze te ſpinnen, dat is te zeggen, door ze op zulk een wys in elkaar te draaien en te verwar-

IX. LES. 3. AFDEEL. Hun zamenſtel en wys van maakzel.

IX. LES. 3. AFDEEL.

ren, dat de Vezels met het eene gedeelte aan de voorgaande gevlogten en vaftgeraakt, wederom op dezelfde wys met het ander gedeelte in de volgende verward en vaftgehouden worden. De Wryving, die uit deeze Zoort van onderlinge vereeniging ontftaat, is zoo fterk, dat ze eer breeken zullen, dan de een langs den anderen in de lange afglyden en malkaar los laaten. Op deeze wys worden de eerfte Draaden gevormd, uit wier vereeniging en zamenvlegting men Touw of Koord maakt: en verfcheiden van die Touwtjes in één gedraaid en aan malkaar gevlogten, maaken weder een dikker Touw uit, en dus tot de zwaarfte Kabeltouwen toe.

Los of in eenge-draaid.

Men begrypt ligtelyk, dat de aart en hoedanigheid der Stoffe, die men 'er toe gebruikt, merkelyk tot de fterkte van een Touw of Koord doen moet: men zal ook zonder veel zwaarigheid wel willen toeftaan, dat hoe grooter het getal is van de ineengevlogten Touwtjes, alle van dezelfde dikte, waar uit een Touw beftaat, hetzelve fterker zyn

zyn zal, en minder ligt breeken; even gelyk IX. LES.
een grooter menigte van zamengevlogten 3. AF. DEEL
Draaden een sterker Touwtje geeft, dat meer Kragt kan uitstaan. Maar welke manier van de Draaden en Touwtjes met malkaar te vereenigen en tot een onderling verband te brengen, is de beste en voordeeligste? Geeft het ineendraaien, waar door men gewoon is die zamengevlogten Draaden of Touwtjes aan malkander te verbinden, meer Kragt en sterkte aan de Touwen, dan ze hebben zouden, zo ze slegts by wyze van Bondels en Strengen aan een hingen en vast gemaakt waren? Dit begrypt men zoo gemakkelyk als het voorige en in den eersten opslag niet; maar vereischt eenig nadenken. Indien men naar 't vooroordeel wilde te werk gaan, zou men, schynt het, ten voordeele van 't ineendraaien besluiten moeten, dewyl die manier van Werking een naauwer vereeniging en sterker onderling verband van alle Deelen aan elkander veroorzaakt, en de Kragt en sterkte van 't geheel voornaamentlyk van die nauwe vereeni-

IX. LES. 3e AFDEEL.

niging en dat vaſt onderling verband ſchynt af te hangen.

Het ontbreekt hier zelfs ook aan geen ſchynbaare redenen, die verſcheiden Mannen van vernuft en kundigheid eveneens over dit ſtuk hebben doen oordeelen, als het Gemeen doorgaans gewoon is te doen. Men weet in 't algemeen, dat de Kragt, de ſterkte van een Lighaam, van deszelfs vaſtheid, dat is van deszelfs Inhoud of dikte afhangt. Nu maakt het ineendraaien buiten twyffel het Touw dikkerdan het anders geweeſt zou zyn, zo deszelfs Draaden of Touwtjes alleen los naaſt elkanderen bleeven hangen: want het is een zekere waarheid, en daar yder zig zelven ligtelyk van overtuigen kan dat zo men 5 of 6 loſſe Draaden in malkander draait, die zamengevlogten of gedraaide Koord daar door korter en teffens dikker zal worden. Die grooter dikte nu van een Touw, ten koſten van zynlangte verkreegen, moeſt zou men zeggen, het Touw ongetwyffeld ſterker doen worden en maaken, dat het zoo ligt niet in ſtukken breeken kon.

Het ineendraaien ſchynt de Touwen ſterkerte maaken.

Het

Het ineendraaien, daarenboven, doet de Draaden een Streeklyn aanneemen, die schuins loopt op de langte van het Touw, dat uit hun zamengesteld is: en dewyl de Kragt, die een Touw heeft uit te staan, op het zelve werkt in de langte, zou daar uit volgen, dat de Kragt, waar door een Touw gespannen, en, zo het te zwak is, gebroken wordt, enkel maar schuins op de Draaden werkte, en die bygevolg te beter daar door in staat waren om tegenstand te doen; want een schuinze werking, gelyk wy voorheen meer maalen gezien hebben, heeft op verrena de zelfde Kragt niet, welke eene werking heeft, die loodregt geschiedt. IX. LES. 3. AFDEEL.

Maar, in weerwil van alle deeze waarschynlykheden, heeft de Ondervinding de zaak op een geheel andere wys beslist, en verklaard, dat zulk een maakzel, gelyk men doorgaans aan de Touwen gewoon is te geeven, schoon hetzelve in andere opzigten ook zyn gemakken en voordeelen heeft, derzelver sterkte veel eer verzwakt, dan vermeerdert. Dit ziet men op een ten vollen overtuigende wys Doch de Ondervinding weêrspreekt het.

IX. LES. 3. AF. DEEL. geſtaafd in een zeer fraaie verhandeling van den Heer DE REAUMUR, waar in naar 't ſchynt, dit byzonder ſtuk voor de eerſte maal beredeneerd wordt, en waar uit ik de Proefneemingen getrokken heb, die ik nu zal voorſtellen.

Memoires de l'Academ. des Scienc. de 1712. pag. 6

IV. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

Men zoekt een Streng Naaigaaren uit, zoo gelyk van Draaden als men vinden kan. Men verdeelt en ſnyt haar in verſcheiden ſtukken of enden, wier Kragt men beproeft door 'er Gewigten van bekende Zwaarte, het een na het ander aan te hangen, zoo lang tot dat ze breeken. Als men nu by herhaalde Proeven wel overtuigd is, wat yder end Draad afzonderlyk en op zig zelven, zonder te breeken, draagen kan, draait men 'er 2, 3 of 4 &c. in een, en maakt 'er een Touwtje of Koord van, daar men op dezelfde wys Gewigten van verſcheiden zwaarte beurtelings aanhangt, om te zien, wat ze nu kunnen uitſtaan. Zie *Fig.* 4.

PL. 9. *Fig.* 4.

Uit-

Uitwerkzels.

IX. LES, 3. AFDEEL.

De ineengedraaide en 't zaamgevlogten Draaden draagen nooit, hoe veel men 'er ook by één genomen heeft, 't zy veel of weinig, met elkander een Gewigt van de zelfde Zwaarte, als alle die Gewigtjes met malkanderen uitmaakten, die ze voorheen, elk afzonderlyk, droegen.

Opheldering.

Indien de Draad van onze Proefneeming, enkeld en op zig zelven afzonderlyk opgehangen, een sterkte heeft, die een Gewigt van 6 Ponden kan uitstaan, zullen twee zulke Draaden, als C en D, ongetwyffeld met hun beiden 12 Ponden draagen kunnen. Maar dan wordt 'er ook wel degelyk by vereischt, dat de gansche Zwaarte van die 12 Ponden gelykelyk onder hun beiden verdeeld zy, en dat yder van hun niet meer te draagen hebbe, dan de juiste helft van de geheele Som, dat is, yder 6 Ponden.

Losse Draaden zyn sterker dan gedraaide.

Laaten wy, om de noodzaakelykheid van

Denk-

IX. LES. 3. AFDEEL. beeldhoe een Touw breekt.

PL. 9. Fig. 4.

deeze voorwaarde, en dat ze 'er onvermydelyk by vereiſcht wordt, te duidelyker te doen begrypen, ons verbeelden, dat de twee Gewigten van 6 Ponden yder, E en F, te zamen aan malkander vaſt en vereenigd aan twee Draaden hangen, dog op zulk een wys, dat van die Som van 12 Ponden de Draad D de twee derden of 8 Ponden draagt, terwyl het ander derde gedeelte, 4 Pond, aan C hangt; dan zal de eerſte van die Draaden D wel haaſt breeken, dewyl dezelve, volgens onze onderſtelling, niet meer dan 6 Ponden, en geen 8, draagen kan. Maar zoo dra deeze nu, door die overmaat van zwaarte, gebroken is, zal de andere ook breeken moeten, om dat dan aan hem alleen het ganſche Gewigt blyft hangen, daar hy ſlegts de helft van zou hebben kunnen draagen. Dus zullen dan die twee Draaden, ſchoon yder van hun afzonderlyk wel een Gewigt van 6 Ponden kan uitſtaan, egter met malkanderen geen 12 Ponden draagen kunnen, ten zy hetzelve onder hun beiden juiſt op de helft verdeeld zy, en elk even-

veel

veel draage. Maar wanneer de twee Draaden ineengedraaid worden, kan 't niet anders zyn, of één van hun beiden raakt sterker bezwaard dan de andere, en het Gewigt is ongelyk onder hun verdeeld; 't welk oorzaak is, dat ze nooit tezamen met malkanderen de 12 Ponden, zonder breeken, ophouden kunnen, die ze afzonderlyk, elk zyn helft, zouden hebben kunnen draagen. IX. LES. 3. AFDEEL.

Een andere reden, die ook tot dit Uitwerkzel medewerkt, is dat men de Draaden, door ze dus in één te draaien, spant; en die spanning neemt een gedeelte weg van de Kragt, die ze konden uitstaan, door ook op haar te werken. Zy kunnen derhalven dus ineengedraaid niet meer in staat zyn om den zelfden tegenstand te doen, dien ze zouden mogen gedaan hebben, eer ze nog in eengedraaid worden.

Gevolgen.

Dewyl de Kabeltouwen en alle andere zoort van zwaar Touwwerk, daar men zoo op de Schepen als in Pakhuizen en elders Alle geslaagen Touwen verliezen

IX. LES. 3. AFDEEL.

ders gebruik van maakt, altyd uit verſcheiden ineengeſlagen Touwtjes en deezewederom uit een zeker getal van met elkaar vereenigde Draaden, gelyk die daar we in onze laatſte Proefneeming van ſpraken, gemaakt en zamengewerkt zyn; ziet men ligtelyk, dat men 'er nooit van te wagten heeft, dat zy de volle Kragt en Weerſtand zullen doen, dien ze zouden kunnen gedaan hebben, zo zy door 't ineendraaien niets van hun Kragt en ſterkte verlooren hadden. Deeze aanmerking is van zoo veel te grooter belang, om dat dikwils van den Weêrſtand, dien een Touw in ſtaat is te doen, het Leeven van een groot getal van Menſchen afhangt.

van hun Sterkte.

En zoo veel meer, naar maate datze ſterker gedraaid worden.

Maar zo het ineendraaien der Draaden in 't algemeen, gelyk we gezien hebben, de Touwen zwakker maakt, dan volgt daar uit, dat men ze hoe langer hoe zwakker maakt, naar maate dat men ze ſterker draait. Het is derhalven een voorzorg van merkelyk Gewigt, en daar men inzonderheid in de Lynbaanen, in welke de Touwen ten dienſt der Scheepvaart gewerkt worden, op behoorde letten, dat

dat men ze niet sterker draaie, dan 'er noodzaakelyk vereischt wordt, om de Deelen door een genoegzaame Wryving op elkander te vereenigen en tot een vast onderling verband te brengen. Het waar te wenschen, dat men de Werklieden in dit stuk een zekeren vasten regel kon voorschryven, en dat men op hun Leerzaamheid, en op hun oplettendheid, om 'er zig in 't bewerken naar te gedraagen, mogt staat maaken.

Als men op één zelfden tyd verscheiden Touwen teffens tot eenig zwaar Werk gebruikt, en 'er groote Kragt meê doen wil, mislukt de Onderneeming dikwils. De reden is, dat men alle de Touwen niet gelyk en met de zelfde Kragt trekken laat. Daar door breekt het een voor, het ander na, om die oorzaaken, daar we zoo aanstonds te vooren in de Opheldering van onze Proefneeming vanspraken, en zy raaken dus allenskens eerlang alle in Rukken, niet zonder gevaar der Werklieden. Het valt altyd zoo gemakkelyk niet, alle de Touwen, die met elkanderen te zamen eenige groote Kragt moe-

Het trekken met verscheiden Touwen teffens.

IX. LES 3. AFDEEL.

moeten doen, gelyk en eenpaarig te doen trekken, als het wel noodig is. Dit is een van die gevallen, welke vry dikwils in de Beweegkunde voorkomen, waar in de goede Uitslag byna ruim zoo veel van de kundigheid en 't goed overleg van den Ondernemer afhangt, als van de Kragten, die hy te Werk stelt.

Veranderingen der Touwen door Vogt en Droogte.

Ik ga nu over tot de veranderingen, die in de Touwen kunnen veroorzaakt worden, door Vogtigheid en Droogte. Zy hangen inzonderheid af van de Stoffe waaruit dezelven bestaan, en van de wyze, waar op ze gemaakt zyn. Ik zal hier alleen van de veranderingen spreeken, die de merkwaardigste zyn, en van zulke, die in 't gebruik der Werktuigen, van eenig merkelyk belang kunnen gerekend worden.

Alle Touwen, die uit verscheiden Vezels, Draaden, of Lynen, die men in een draait, zamengesteld zyn, zwellen en worden dikker, als het Water'er in doordringt; en in tegendeel neemen ze, naar maate dat ze drooger worden, een weinig in dikte af.

Wan-

Wanneer ze door de Vogtigheid dikker wor- IX. LES.
den krimpen ze op, en verliezen dus een ge- 3. AF-
deelte van hun langte, en teffens draaien ze DEEL.
zig een weinig los. Deeze twee toevallen weet men al van over lang dat de Touwen eigen zyn, en ik heb ze dikwils zigtbaar bewaarheid door middel van de volgende Proeneeming.

V. Proefneeming.

Toestel.

Ik maak aan den Zolder, aan een Balk, *PL. 9. Fig. 5.*
of eenig ander vaft Punt, eenige Touwen van Hennip, Snaaren van Darmen gemaakt, en dergelyke vaft, aan wier enden ik de Gewigten H en K, hang, gelyk in *Fig.* 5 te zien is. Deeze zyn flegts zoo zwaar als noodig is om de Touwen tamelyk gefpannen te houden, en hangen met hun fpits, want zy zyn tapswyze gevormd, vlakboven en zoo digt als mogelyk is by de Lyn IL van het Plankje. Aan yder der Touwen, even boven de Gewigten, plaats ik een zoort van

klein

IX. LES. 3. AFDEEL. klein Wyzertje, van Kaarteblad gemaakt als *g* en *h*, die Loodregt op de Touwen steeken. Vervolgens maak ik met een Spons, of op eenige andere wys, de Touwen van boven tot onder nat.

Uitwerkzels.

Men merkt: 1. dat de Touwen op krimpen en korter worden, dewyl de Gewigten, die hen gespannen houden, een weinig hooger van het Plankje I L af, opwaarts beginnen te ryzen: 2. Ziet men uit de beweeging van het Wyzertje, 't welk allenskens draait van de regte naar de slinkerhand, dat ze zig een weinig los draaien.

Opheldering en.

Een Touw krimt op, en ontdraait zig door Vogt.

Het Water dringt in een Touw door, op dezelfde wys als het in alle andere Lighaamen, die hun tusschenwydtens en openingen hebben, doordringt: het verwydert deszelfs Deelen van elkander, en daarom zwelt een nat Touw en wordt eenigzins dikker. De Tou-

Touwen beſtaan uit Vezels, die door 't ſpinnen en ineendraaien elkander op ontelbaare wyzen kruiſſen, en zig niet van één verwyderen kunnen, zonder een zoort van buik te maaken, en zonder dat de enden der Vezels daar door nader by elkaar getrokken worden; dit is oorzaak, dat het ganſche Touw opkrimt en korter wordt. De Waterdeeltjes, die de kleine tuſſchenwydtens tuſſchen de Vezels openen en uitzetten, maaken de holligheden en ruimtens, die 'er tusſchen de Touwtjes zelve zyn, ook grooter en wyder; en deeze verwydering en uiteenzetting der Tonwtjes: uit wier ineendraaijng het ganſche Touw gevormd is, maakt dat hetzelve zig een weinig ontwringt en los draait. IX. LES. 3. AFDEEL.

Het is by dit geval inzonderheid merkwaardig, dat deeze Uitwerkzels beſtendig altyd plaats hebben, niet tegenſtaande 'er Gewigten hangen aan de Touwen, waar door dezelve geſpannen gehouden worden; en die Gewigten mogen zelfs al vry zwaar zyn. Het is een voorbeeld onder anderen, In weerwil van 't Gewigt, dat 'er aanhangt.

IX. LES. 3. AF DEEL.

daar men zig van bedienen kan, om te tooonen, dat zeer geringe en zwakke Beweegkragten, maar in groot getal met elkanderen teffens werkende, in ſtaat zyn om groote Uitwerkzels voort te brengen. Een Proefneeming, die ook uit zig zelve dubbeld opmerking verdient, zal ons doen zien, op welk eene wys eene Vloeiſtof, die in een Touw doordringt, hetzelve, door het te doen zwellen en uit te zetten, korter maaken kan, ſchoon eene al vry aanmerkelyke Kragt 'er tegen aanwerkt en zulks tragt te beletten.

VI. PROEFNEEMING.

Toeſtel.

PL. 9. Fig. 6.

A, B, C, in *Fig.* 6, zyn Blaazen, die door middel van kleine Pypjes, waar op men ze wederzyds met haar onder en bovenend vaſt gebonden heeft, gemeenſchap met elkander hebben. D is een Gewigt van 30 Ponden, 't welk op den Voet van 't Werktuig ſtaat, terwyl de Blaazen ledig zyn.

Uit-

Uitwerkzels.

Als men met het Pypje, in E te zien, Lugt blaaſt in de Blaazen, beginnen ze zig uit te zetten en te zwellen; en het Gewigt D ryſt op tot eenige Duimen boven den Grond of den Voet van 't Werktuig.

Opheldering en.

De Lugt, die in de Blaazen doordringt, als men blaaſt, zet dezelve uit. Maar de Wanden AA, BB, CC, kunnen zig van elkander niet verwyderen, zonder dat het boven en beneden end van yder Blaas nader by een getrokken wordt, en dat bygevolg het ganſche geſtel, korter wordende, daar door het Gewigt dwingt om hoog te ryzen.

De Kragt der Lugt doet de Blaazen opkrimpen.

Om zig nu een duidelyk denkbeeld te vormen, hoe men enkel met een weinig te blaazen een Gewigt van zoo aanmerkelyk een zwaarte kan optillen, moet men aanmerken, dat de ganſche Kragt van de Lugt, die men

En een groot Gewigt opligten.

IX. LES. 3. AFDEEL.

'er in blaaſt, zig eenpaarig verſpreidt over de geheele Oppervlakte van de Blaazen, en overal op dezelve werkt met een gelyke Kragt. De mond van het Pypje E*e* maakt ſlegts een zeer klein gedeelte van die ganſche Oppervlakte uit. Laat het 'er, by voorbeeld, eens een $\frac{1}{1000}$ gedeelte van uitmaaken; dan zal de Weerſtand, die 'erop den mond van het Pypje ſtaat, en dien men overwinnen moet om 'er de Lugt in te kunnen blaazen, niet meer dan ſlegts het $\frac{1}{1000}$ gedeelte zyn van 't Gewigt van 30 Ponden.

De Zyden *b* A *b*, *c* A *c*, van eene der Blaazen, verbeelden vry natuurlyk de Vezels, waar uit de Touwen zyn zamengeſteld. Gelyk de Lugt hier de eene uitzet, op dezelfde wys doet de Vogtigheid de andere opzwellen, en ſtelt hen daar door in ſtaat, om groote Kragt te kunnen doen.

Gevolgen.

Het krimpen van Linnen

Het geen de Touwen, die men nat maakt, gebeurt, heeft ook op de zelfde wys plaats in

IX. LES. 3. AFDEEL

n gesponnen Draaden, die men als zoo vee-
e Koordjes of Touwtjes kan aanmerken,
t zy men ze enkel gebruike, 't zy men 'er
een Weefzel van maake. Nieuw gereed Lin-
en krimpt daarom merkelyk, als het voor de
eerste maal gewasschen en gebleekt wordt;
en in 't algemeen ziet men dat allerhande ge-
weeven Stoffen, wanneer ze nat worden, min
of meer opkrimpen. Stoffen, die uit tweeder-
ley zoort van Draaden, en verschillenden
kant heen leggende, zamengesteldz yn, krim-
pen niet eenpaarig, maar trekken scheef, en
doen het Werk, dat men 'er van gemaakt
heeft, een ongeschikte vorm en onregelmaa-
tig beloop krygen. Gebreide Koussen en
Handschoenen laaten zig, als ze vogtig zyn,
bezwaarlyk uit of aan trekken. Dit ontstaat
ook alleen uit de inkrimping door de Wa-
terdeeltjes, die de Draaden deeden zwellen,
veroorzaakt. Want anders zou de tusschen-
komst van een Vloeistof in tegendeel veel eer
dienen, om ze te gemakkelyker over het Vel
te doen stryken en henen glyden.

en Wollen Stoffen, Laken, Koussen, Handschoenen.

Het middel om, door het Natmaaken der Voorval

IX. LES. 3. AFDEEL. met het opregten van een *Obelisk* te *Rome*

Touwen, dezelve te doen opkrimpen en korter worden, zou in zommige gevallen van grooten dienst kunnen zyn. Men zegt, (en 't is een overlevering die vry algemeen ingang vindt) dat, toen men te *Romen* onder het Pausschap van *Sixtus* den Vyfden een zwaare *Obelisk* oprigte, en de ondernemer zig eenigermaate belemmerd vondt, om dat de Touwen een weinig gerekt waren, 'er iemand uit den hoop riep, *maakt de Touwen nat*, en dat men daarop van dat middel de Proef neemende, de zaak naar wensch gelukte. Om dit voorval te bewaarheden heb ik de Nieuwsgierigheid gehad om eenige Werken door te loopen, waar in men zeer omstandig alles van stuk tot stuk verhaald vindt, wat *Dominicus Fontana*, uyt last van den Paus, van 't jaar 1586 af tot aan 't end van 't jaar 1588 heeft uitgevoerd, om vier aloude Pieramieden, die onder de Puinhoopen bedorven waren geweest, weer op te regten, naamelyk die van 't Vatikaan, welke voor de Kerk van St. *Pieter* geplaatst wierdt; een tweede, die tot sieraad van de Graftombe

van

van Keifer *Augustus* gediend hadt, nu voor de Kerk van St. *Rochus* gesteld; en nog twee andere, die oudtyds beide tot de groote Renbaan behoord hadden, en thans een voor St. *Jan de Laterano*, de ander op het Plein van de Poort *del Popolo* staan. Doch in alle myne navorschingen heb ik niet een enkel woord van 't nat maaken der Touwen gevonden: ik kan egter niet denken, dat men zulk eenzonderling Voorvalstilzwygendzouvoorbygegaan hebben, in Beschryvingen inzonderheid, die in alle opzigten zoo omstandig en breedvoerig zyn. Het komt my derhalven waarschynlykst voor, dat men 't niet hooger dan voor eene Vertelling heeft te boek te zetten; maar aan de mogelykheid der zaak zelve twyffelt niemand, en men kan dezelve uit de Proefneemingen, daar we zoo aanstonds te vooren van spraken, zeer gemakkelyk afleiden.

IX. LES. 3. AFDEEL.

Ik zal hier, eer ik van myn tegenwoordig Onderwerp afscheide, nog aanmerken, dat de natgemaakte Touwen niet in staat zyn om door hunne opkrimping en korting zwaare

't Krimpen en trekken der Snaaren.

IX. LES 3. AFDEEL. Weerstanden en Gewigten te verzetten en op te ligten, dan voor zoo ver ze bestaan uit Stoffen, die van dien aart zyn, dat ze weirig verlenging en rekking uit zig zelve veelen kunnen; gelyk de Vezels zyn van de Hennip en de Zyde. Maar indien men Snaaren, van Darmen gemaakt, nat maakte, zou men ze, schoon ze om de voorheen gemelde redenen natuurlyker wys neigen zouden tot opkrimpen, egter ongetwyffeld doen rekken en langer worden, als men 'er tamelyk sterk aantrok; om dat de Vezels, waar uit ze bestaan, zig naar alle kanten heen laaten uitrekken, en wel zoo veel te gemakkelyker wanneer ze nat zyn, dewyl dan de Vogtigheid, die 'er in doordringt, nog hun natuurlyke slapheid en taaiheid vermeerdert.

De Vogtmeeter. Dewyl de Vogtigheid en Droogte zulke zigtbaare Uitwerkzels hebben op de Touwen, heeft men zig daar van getragt te bedienen, om 'er de gesteltenis van den Dampkring in dat Opzigt uit te leeren kennen. Deeze Werktuigen, die men doorgaans *Vogtmeeters* noemt, en op zoo veel verscheiden wyzen, en

Hygrometres.

en onder verſchillende gedaantens vormt, beſtaan voornamentlyk uit een Touw of Snaar van Hennip of Darmen gemaakt, die door uitrekken en opkrimpen; of ook wel, door zig vaſter en loſſer ineen te draaien en te ontdraaien, te kennen geeft dat de Lugt in minder of meerder maate Vogtig en met Dampen vervuld is De allereenvoudigſte van deeze Zoort van Werktuigen is een Touw van 10 of 12 Voeten lang, dat men Waterpas, doch ſlapjes ſpant, in een plaats, daar het bedekt is voor den Regen, maar egter voor de vrye Lugt rondsom bloot ſtaat. Op 't midden van het Touw maakt men een ſtuk Koperdraad vaſt, aan wiens benedenend men een Gewigje hangt, dat voor Wyzer, dient, en op een daar toe vervaardig Maatplankje, in Duimen en Lynen verdeeld, de Graaden van de Vogtigheid der Lugt, al klimmende, en door zyn daalen die der Droogte aanwyſt, gelyk in *Figuur* 7 zulk een Werktuig ſtaat afgebeeld.

IX. LES. 3. AFDEEL.

Door 't rekken en krimpen van een Touw.

PL 9. *Fig.* 7.

Veeltyds maakt men ook een Vogtmeeter van een ſtuk Snaar, van Darmen gemaakt, die

Vogtmeeters door 't zig vas-

IX. LES. 3. AFDEEL. ter of losser draaien van een Snaar.

die men met het eene end aan eenig vast Lighaam, een Balk, Plank, of iets dergelyks vast hegt, en met het ander end Loodregt op een klein Dwarsplankje, of Stokje, 't welk, naar maate dat de Snaar zig losser draait of vaster, mede omdraait, en, even als een Wyzertje op den Omtrek van een Wyzerplaat, daar toe vervaardigd en verdeeld, de Graaden van Vogtigheid en Droogte aanwyst. Zie zulk een Werktuig in *Fig* 8.

PL. 9. *Fig.* 8. Weêrhuisje.

Ook plaatst men wel op de beide enden van dat Dwarsplankje of Wyzertje twee Menschenbeeldjes, een Heertje doorgaans en Juffertje, van Kaarteblad of geëmalieerd, van welke, naar maate dat de Vogtigheid of de Droogte de Snaar draaien doet, het een naar binnen gaat en in een huisje wykt met twee ingangen voorzien, terwyl het ander voor den dag komt. Men geeft zomtyds een klein Regenschermptje te draagen aan dat Beeldje, 't welk door 't ontdraaien van de Snaar, als de Vogtigheid der Lugt toeneemt, naar buiten gaat. Dergelyk een Werktuigje wordt 'er in *Fig.* 9 vertoond.

De

De Vogtmeeters, die men op deeze of dergelyk een vorm maakt, en waar in men de Snaar, om 'er een zweemzel van geheimenis en verborgen Werking aan te geeven, voor 't oog zorgvuldig bedekt, zyn alleen goed, om de Kinderen wat tydverdryf te doen hebben. Met geen regt kan men 'er van verwagten, dat zy ons de weezendlyke gesteltenis van den Dampkring ten opzigt van deszelfs Vogtigheid of Droogte zullen aanwyzen, dewyl men ze veelal in beslooten vertrekken hangt, en de Snaar, de Ziel van 't gansche werk, daar 't boven al op aankomt, als in een Buis of Scheede steekt, daar de Lugt geen vryen toegang heeft, en zig weinig of niet vernieuwen en veranderen kan.

IX. LES. 3. AFDEEL. Derzelver weinig nut.

Het allerbeste eindelyk van alle deeze Werktuigen leert ons genoegzaam bynaniets anders, dan dat het Touw nat, of dat het droog is. Want 1, verliest het Touw de Vogtigheid, die 'er eens in doorgedrongen is, niet dan langzaam en met den tyd, vroeger of laater, naar de plaats, daar het hangt; naar dat

Gebreken.

IX. LES 3. AFDEEL. dat 'er min of meer Windt of ſtilte is; en zeer dikwils gebeurt het, dat de Dampkring reeds een groot gedeelte van zyn Vogtigheid verlooren heeft, eer het Touw 'er eenig teken van kan geeven: 2. Alles wat men van een Vogtmeeter, uit Touw of Snaar beſtaande, verwagten kan, is dat hy ons zegt, of 'er minder of meerder Vogtigheid en Dampen in de Lugt zyn, dan den voorgaanden dag: en dit kan men aan zoo veel andere tekens weeten, dat het zeer onnoodig is, een Werktuig te maaken. 't welk ons, behalven dat, niets meer leeren kan. Van grooter belang zou het zyn, dat men weeten kon hoe veel, en in welke maate de Vogtigheid der Lugt van tyd tottydaf oftoenam, en dat men die Werktuigen op zulk een wys wiſt toe te ſtellen, dat men ze met malkanderen kon vergelyken. Zonder deezen dienſt en wezendlyke voordeelen, die men van de Touw en Snaar-Vogtmeeters waarſchynlyk nimmerte wagten heeft, verdienen ze naauwelyks dat men ze onder de Werktuigen telle, die ons de geſteltenis van den Dampkring en deszelfs Verſchynzels leeren kennen.

BY-

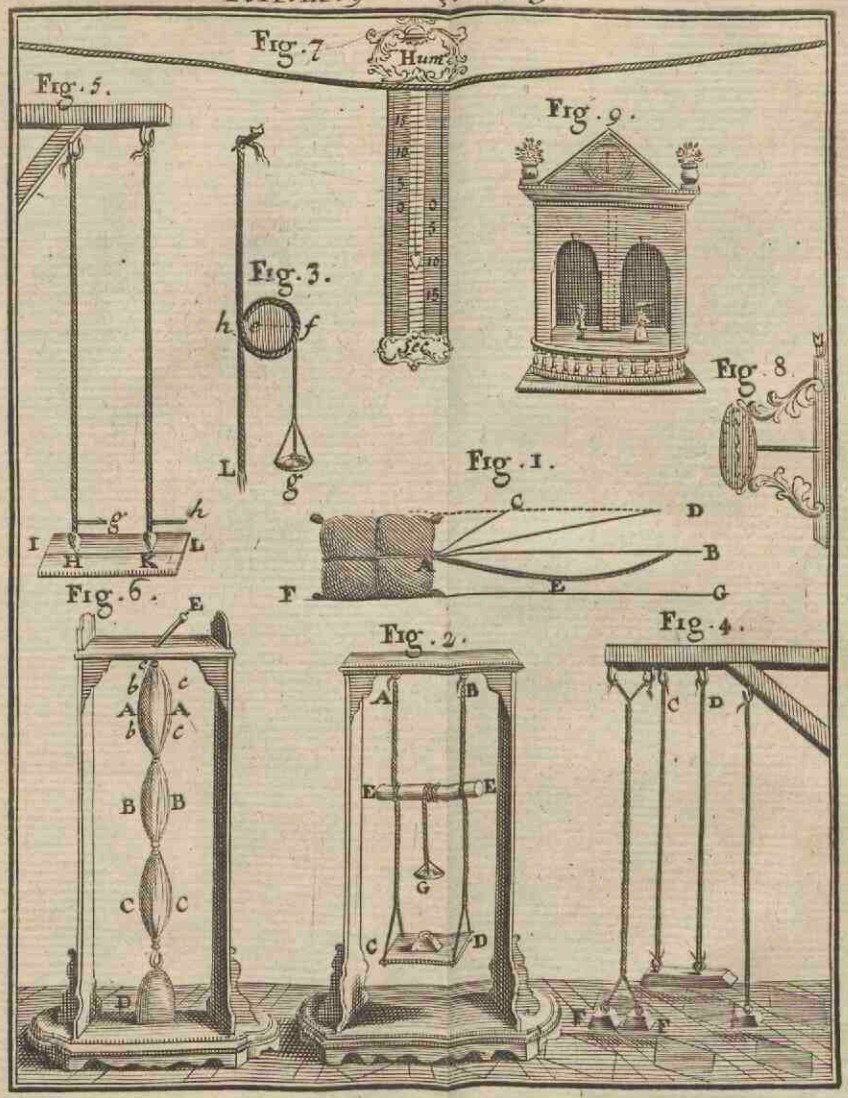


Fig. 7
Hum.
Fig. 5.
Fig. 9.
Fig. 3.
Fig. 8
Fig. 1.
Fig. 6.
Fig. 2.
Fig. 4.

I. BYVOEGZEL.

Berekening der Kragten van Zamengestelde Werktuigen.

GElyk ik ten dienst der min, geoeffenden de Berekening der Kragten, van de enkelde Werktuigen doorgaans in de Aantekeningen met een voorbeeld getragt heb op te helderen, zal ik 'er nu nog met dat zelfde oogmerk eenige voorbeelden byvoegen van de manier op welke men de Kragten der Zamengestelde Werktuigen berekent.

Zamengestelde Werktuigen, weet men, zyn, die uit verscheiden, twee, drie, en meer enkelde, vandezelfde of verschillende soort, zyn zamengesteld. De Hefboom, by voorbeeld, onder de gedaante van Handspaak of Zwengel aan ontelbaare Werktuigen: de Katrol, en min of meer zamengestelde Takel aan het Rad, de Windas, de Spil, de Schroef, het Hellend Vlak. Dus heeft men de *Zamengestelde Unster* of Romeinsche Weegschaal, daar men Geschut, Scheepsankers, en andere dergelyke Lasten meê weegt, te zwaar om met de gemeene Weegschaal

Zamengestelde Werktuigen.

I. BYVOEGZEL.

ſchaal gewoogen te worden: het beknopt en vernuftig Werktuig de *Dommekragt*, tot het ligten van de zwaarſte Laſten dagelyks in gebruik; *den Spaanſche Takel*: de *Helling* daar men Schuiten en Schepen met Takel en Spil by op, en op het drooge windt: verſcheiden ſtelzels van Bokken, Kraanen, uit verſcheiden met elkander vereenigdeenkelde Werktuigen zamengeſteld. Derzelver Verklaaring en Aftekeningen zyn by de Schryvers over de Natuur- en Beweegkunde overal te vinden. Ik zal op de *Wryving* wederom, gelyk voorheen, in dit Byvoegzel geen agt geeven, maar de volle Kragt der Werktuigen berekenen.

Regel van Berekening.

De Algemeene en Eenvoudigſte Regel is, dat men de Kragt van yder enkeld Werktuig, zoo veel 'er zyn, afzonderlyk berekene; en dezelve dan met malkandere vermenigvuldige; de uitkomſt wyſt de Kragt aan van 't ganſche Zamengeſtelde Werktuig. Men kan, om 'er zig op de gevoeglykſte en duidelykſte wys een begrip van te maaken, de Rekening beginnen met dat enkeld Werktuig,

tuig, daar de Beweegkragt onmiddelyk aan werkt, dus van ſtuk tot ſtuk voortgaan tot het laatſte, 't welk werkt op den Weerſtand zelven. Een Voorbeeld zal myn zeggen nader ophelderen. 1. BYVOEGZEL.

Voorbeeld Spil met een Takel.

Het is zeer gemeen, dat men aan een Takel daar men iets meê ophyſt of voort trekt, een Windas of Spil voegt. De Beweegkragt werkt aan den Hefboom of Spaak van de Windas of de Spil; het Touw van den Takel is om de Spil geſlaagen, en wordt 'er om opgewonden; de Weerſtand, het Gewigt, dat men ophyſſen of voortſleepen wil, is vaſt aan deszelfs ander einde. Laat de Spil twee Voet Middellyns hebben, en de Hefboom of Handſpaak, uit het Middelpunt der Spil gerekend, vier Voeten lang zyn; dan zal de Beweegkragt tot den Weerſtand ſtaan als 4 tot 1. Een Man, die met een Kragt van 30 Pond werkt, zal derhalven met deeze Spil een Kragt doen als van 120 Pond. Het Touw, dat om de Spil loopt, wordt bygevolg met een Kragt als van 120 Pond aangetrokken. Het is derhalven eeven eens,

als

1. BYVOEGZEL.

als of 'er een Beweegkragt, 120 Pond sterk, aan het Touw zelf van den Takel werkte. Of het de omdraaiende Spil zy, of een Mensch, die met die Kragt werkt, of iets anders, komt op een uit. Het Touw althans van den Takel wordt getrokken met een Kragt van 120. Stel 'er twee Beweegbaare Schyven in, dan staat in dit enkeld Werktuig, gelyk men weet, de Beweegkragt tot den Weerstand, als het dubbeld getal dier Schyven, dat is, 4 tot 1. Maar aan dit Werktuig werkt een Beweegkragt van 120 Pond: en viermaal 120 is 480. bygevolg B. W :: 1. 4 Maal 120 of 480. Dus zal dan een Man met 30 Pond Kragt, door middel van zulk een zamengesteld Werktuig, een Kragt doen van 480 Pond; en zal de Kragt bygevolg van 't geheel zyn, als alle de Kragten van elk byzonder Werktuig, met malkanderen vermenigvuldigd.

De Bok Ander voorbeeld.

Laat ons nog een ander voorbeeld neemen. Op den Boeg van een zwaare Schuit, die men doorgaans een *Bok* noemt, en tot het Uitwinden van Paalen, en 't ligten van an-

de-

dere zwaare Gewigten, Ankers, by voor- I. BT. VOEGZEL.
beeld, gebruikt, legt men een waterpas Spil of Windas, waar over het Touw of de Ketting loopt, die aan den Paal of het Anker vaſt is. In de Windas ſteekt een lange en ſtevige Handſpaak, aan wier top het Touw vaſt is van een Takel met twee, drie, of meer beweegbaare Schyven, die aan den Bodem of Zoldering van de Schuit, als aan een vaſt Punt, gehaakt, de Handſpaak naar om laag trekt. Het ander end van het Takeltouw ſlaat men om een regtſtandig ſtaande Spil, of een zoogenaamd Braadſpit, 't welk, naar gewoonte, met Handſpaaken gedraaid wordt. Dit zamengeſteld Werktuig beſtaat derhalven uit drie enkelde, een Windas, aan den Weêrſtand vaſt, met haar Hefboom, een Takel, en een Spil, daar de Beweegkragt aan werkt. Laat men eens weêr, als voorheen, met de Spil 120 Pond Kragt kunnen doen; deeze Kragt aan een Takel met drie Beweegbaare Schyven, by voorbeeld, werkende, doet een Kragt van 720 Ponden: met die Kragt derhalven wordt

I. BYVOEGZEL.

de Handſpaak der Windas neergetrokken (*). Laat nu dezelve 8 Voeten lang zyn en de halve Middellyn der Windas, 1 Voet: dan zal een Kragt van 720, aan zulk een Windas draaiende, 5760 zyn, dat is, 120 maal 6 maal 8, of de Kragten van yder byzonder enkeld Werktuig met malkanders vermenigvuldigd.

De Krag van 't ganſche Werktuig is als de met elkaar vermenigvuldigde Kragten van elk Deel.

De ganſche Kragt derhalven, die men met een zamengeſteld Werktuig doen kan, is gelyk aan de met elkaar vermenigvuldigde Kragten van yder enkeld Werktuig, en heeft men derhalven, om de Kragt van eenig zamengeſteld Werktuig te vinden, ſlegts de Kragt van yder enkeld Werktuig op zig zelf te berekenen, en die alle met elkaar onderling

(*) Men weet, dat de Kragt, die met, of op deze Handſpaak geſchiedt, niet altyd dezelfde blyft, maar naar derzelver verſchillenden ſtand grooter of kleinder wordt. Als de Takel Loodregt op dien Hefboom werkt, heeft hy zyn volle of grootſte Kragt; by alle ſchuinze trekking is ze minder. Dit verſchil komt in 't gebruik en een naauwkeurige Uitrekening der Kragten buiten twyffel in aanmerking: doch in deeze algemeene Berekening behoorde daar niet op gelet te worden.

ling te vermenigvuldigen: waar na men de uitkomst verder vermenigvuldigt met de waardy of sterkte van de Beweegkragt, die aan het eersteenkeld Werktuig werkt. Want het komt op één uit, of men, gelyk wy tot beter begrip gedaan hebben, van de Kragt van 30 Ponden van den Man af beginne, en daar het eerste Werktuig meê vermenigvuldige, of dat men eerst de Kragten van alle de Werktuigen op zig zelve berekene en dan dezelve met de Beweegkragten vermenigvuldige, die 'er aan gebruikt worden. Want dus geeft in het eerste voorbeeld de Kragt der Spil, 4, met die van den Takel, ook 4, vermenigvuldigd, 16: die weder door de Beweegkragt 30 vermenigvuldigd, 480 maaken. In het tweede voorbeeld heeft men de Kragt der Spil 4, die van den Takel, 6, die van de Windas met haar Hefboom 8, te zamen 192: daar de Beweegkragt van 30 Pond mêe werkende 5760 geeft. Deeze laatste wys van rekenen is ongetwyffeld de gevoeglykste, dewyl, de Werktuigen doorgaans dezelve blyvende, men de Be-

I. BYVOEGZEL.

1. BYVOEGZEL.

weegkragten naar vereisch van zaaken vermeerdert of vermindert, en men met de minste moeite zien kan, hoe veel Man men tot het doen van zeker Uitwerkzel zal noodig hebben, en wat een zeker bepaald getal van Beweegkragten zal kunnen doen. Dus zullen 4 Man met dien Bok een Gewigt van 23040 Pond ligten. Want de gansche Kragt van 't Werktuig 192, vermenigvuld met 4 maal 30, of 120, maakt dat getal uit. Om derhalven te weeten, welke Kragt een zeker getal Arbeiders met een zeker zamengesteld Werktuig zullen kunnen doen, moet men de Kragt van 't Werktuig met die der Arbeiders vermenigvuldigen; en om te weeten, hoe veel men tot het opligten van zeker Gewigt met zeker zamengesteld Werktuig zal noodig hebben, de zwaarte van dat Gewigt door de Kragt van dat Werktuig verdeelen: want 23040 door 192 gedeeld, geeft 120, en derhalven, volgens de veronderstelling, 4 Man.

De gewoone algemeeden en gewoonen Regel van Evenwigt. de

Be-

Beweegkragt ſtaat tot den Weerſtand, als de Weg of de Snelheid van den Weerſtand tot den Weg of Snelheid der Beweegkragt; of, gelyk wy 't voorheen uitdrukten B. W.: w. b. Want zo men de Wegen, door den Weêrſtand en door de Beweegkragt in de twee ſtraksgemelde zamengeſtelde Werktuigen, op denzelfden tyd afgeloopen, nagaat, zal men bevinden, dat die Wegen tot elkanderen ſtaan als 1 tot 16: en 1 tot 192: dat is, dan in 't eerſte Werktuig, terwyl de Weerſtand of Laſt 1 Voet, by voorbeeld, ryſt of voortgeſleept wordt, de Beweegkragt 16 Voeten met loopen: en in het tweede, 192 Voeten. Dewyl 'er in den Takel, volgens onderſtelling, 2 Beweegbaare Schyven zyn, trekt men, terwyl de Laſt 1 Voet nadert, 4 Voeten Touw naar zig; eer die 4 Voeten Touw op de Spil gewonden zyn, , moet dezelve (als men haar Middellyn 2 Voet en den Omtrek derhalven op ruim 6 Voeten ſtelt) (*) twee derde rondgedraaid zyn: de Be-

1. BYVOEGZEL. ne Regel van Evenwigt heeft hier ook plaats.

(*) Als men naauwkeurig ſpreeken wil, bedraagt de Om-

1. BY. VOEG. ZEL.

Beweegkragt of Arbeider heeft derhalven ook middelerwyl aan 't end van zyn Handspaak twee derde van zyn Kring geloopen. Die Kring, dewyl de Handspaak of halve Middellyn 4, de geheele Middellyn bygevolg 8 Voeten lang is, bedraagt in zyn Omtrek 24 Voeten; wier twee derde 16 Voeten zyn; welke de Arbeider voortloopt, terwyl de Last maar 1 Voet nader komt.

De zelfde evenredigheid ontdekt men ook ligtelyk in het tweede Werktuig. Terwyl de Windas één Voet draait, maakt de Top van de Handspaak, die 8 maal langer van Middellyn is, een Kring of Cirkelboog van 8 Voeten: voor één Voet, dien men den Weer-

Omtrek zekerlyk geen 6 Voeten: wanneer de Middellyn 2 Voet is, maar wel $6\frac{1}{7}$ Voeten of daar omtrent. De Leezer weet, denk ik, de evenredigheid van de Middellyn van een Cirkel tot den Omtrek wel. In het I Deels 2 Stukje op bladzyde 360 is 'er in de Aantekening van gesproken: alwaar egter in de laatste Regels, door *Schryf* of *Drukfeil*, aan de halve Middellyn wordt toegeschreven, 't welk de geheele toekomt. De *Middellyn* van een Cirkel, weet men, staat tot den Omtrek nagenoeg als 7 tot 22; of (zo men 't nader begeert) als 100 tot 314.

Weerstand, de Handspaak naamelyk, met een Takel van drie Beweegbaare Schyven naderen doet, krygt men 6 Voet Touw: voor 8 derhalven 48 Voeten: om 48 Voeten Touw op een Spil van 2 Voet Middellyns, dat is 6 Voeten Omtreks, te winden, moet dezelve 8 maal ronddraaien: de Beweegkragt loopt derhalven 8 maal rond aan t end van de Handspaak: die Handspaak, de halve Middellyn des Cirkels, is 4, de geheele derhalven 8 Voeten; en de Omtrek van den Kring, dien de Beweegkragt yder keer maakt, 24 Voeten. Deezen Kring loopt dezelve 8 maal, dat is, 192 Voeten, terwyl de Windas maar éénen Voet omdraait en de Paal of 't Anker, dat 'er aan vast is, maar één Voet geligt wordt. I. BY-VOEGZEL.

In de voorgaande voorbeelden heb ik, om de eenvoudigheid der Rekening, de evenredigheid der Kragten in elk enkeld Werktuig zoo genomen, dat ze waren als 4 tot 1: 6 tot 1. Dawyl het Getal 1, hoe dikwils met zig zelven vermenigvuldigd, altyd 1 blyft, en een ander Getal niet deelt, hadt De Regel van Berekening nader opgeheldert.

I. BYVOEGZEL.

men alleen maar te zien op de Getallen van 4, van 6, van 8, en dezelve in 't berekenen van de Kragt van 't ganſche zamengeſteld Werktuig met elkander te vermenigvuldigen. Maar dikwils gebeurt het dat de Kragt van een enkeld Werktuig is, by voorbeeld, als 7 tot 2, 5 tot 3, dat is dat de Beweegkragt in dat enkeld Werktuig ſtaat tot deszelfs Weerſtand, als 7 tot 2 5 tot 3. In zulk een geval moet men die Weerſtanden, van elk byzonder enkeld Werktuig, ook met elkander vermenigvuldigen; en door dezelve de vermenigvuldigde Kragten deelen: de uitkomſt geeft de waare Kragt van 't zamengeſteld Werktuig: laat 'er dus by voorbeeld, een zyn, 't welk uit tweeenkelde Werktuigen beſtaat, wier Kragten zyn, als 7 tot 2 en als 5 tot 3. De Kragt van 't ganſche Werktuig zal zyn als 35 gedeeld door 6 dat is als $5\frac{1}{6}$ Indien men de Handſpaak der Spil van ons eerſte Werktuig, op $3\frac{1}{2}$ Voet nam; zou de Kragt, welke men met die Spil doen kon, zyn als 7 tot 2: en die Kragt van 't ganſche Zamengeſteld Werk-

Werktuig derhalven als 28 gedeeld door 2, dat is, als 14. Zo men in het tweede Werktuig de Kragt der Spil ook als 7 tot 2, die van de Windas als 20 tot 3 neemt, terwyl de Takel blyft als 6 tot 1; krygt men voor de Som der met elkander vermenigvuldigde Beweegkragten 7 maal 20 maal 6 = 840; voor die der Weerstanden 2 maal 3 = 6: en voor de Kragt van 't gansche Werktuig 840 gedeeld door 6, dat is 140. De Beweegkragt derhalven van een zamengesteld Werktuig, in geval van Evenwigt, staat tot den Weerstand, als de met elkaar vermenigvuldigde Weerstanden van yder enkeld Werktuig, daar het uit bestaat, tot de met elkaar vermenigvuldigde Beweegkragten dier enkelde Werktuigen: dat is, B W :: w. b. indien men door w de Som der Weerstanden, en door b die der Beweegkragten verstaat. Hier uit zyn de byzondere Regels, om B of W, de Kragt die men tot zeker Uitwerkzel noodig heeft, of de uitwerking die men met zekere Kragt doen zal, en de verwisselingen en onmiddelbaar verschei- I. BYVOEGZEL.

1. BYVOEGZEL'

den evenredigheden van w en b of enkelde Werktuigen, wier zamenstel met tyd, plaats, en aart van 't Werk best overeenkomt, ligtelyk verder af te leiden.

De Kraan.

By de Kraan voegt men doorgaans ten minsten één Beweegbaare Katrol. Het end van het Touw, in *Figuur* 51 aan den Last gebonden, wordt aan den vooruitstaanden Neus van de Kraan vastgemaakt, en hangt met een Bogt Lynregt neerwaarts, waar in onder aan de beweegbaare Katrol hangt, aan wier Haak of Ketting men den Last slaat. Het vermogen der Beweegkragt wordt 'er derhalven door verdubbeld.

PL. 6. *Fig.* 51.

Ik zal my verder met geen andere Zamengestelde Werktuigen ophouden. Zonder *Figuuren* valt het te bezwaarlyk, zig dezelve wel te verbeelden. De Leezer kan dezelve overal elders vinden, en op de zoo aanstonds gemelde wys, zo hy wil, derzelver Kragten berekenen.

II.

II. BYVOEGSEL

Het Zwaarte-punt in de Lighaamen.

DEwyl uit de Eigenſchappen en Uitwerkzels van het Zwaartepunt verſcheiden Gemeenzaame en dagelyks voorkomende Verſchynzels opgeloſt kunnen worden, en de Heer NOLLET 'er ſlegts in 't voorbygaan van ſpreekt, zullen eenige Aanmerkingen over 't zelve den Leezer mogelyk niet onaangenaam zyn. Ik zal ze ſlegts kortelyk aanroeren, zonder Betooging en Proef, dewyl de meeſte van die Aanmerkingen, en de *Figuuren* tot derzelver beter begrip zomtyds noodig, by den Heer DESAGULIERS en andere Schryvers over de Natuurkunde doorgaans breeder te vinden zyn.

Denkbeeld van Zwaartepunt

Door Middelpunt van Zwaarte of *Zwaartepunt* van een Lighaam verſtaat men dat Punt in een Lighaam, rondsom het welke alle Deelen van hetzelve met malkander Evenwigt maaken, en waar in men derhalven de ganſche Zwaarte van het Lighaam als begreepen en vereenigd zig verbeelden kan. De Heer NOLLET geeft 'er een omſtan-

II. BYVOEGZEL.

ſtandiger beſchryving of Denkbeeld van in dit ſtukje, Bladzyde 18 en volgende.

Het daalt zoo laag het kann

De neiging van het Zwaartepunt is, gelyk van alle andere zwaare Lighaamen, volgens de Loodlyn nederwaarts. Het tragt derhalven altyd zoo laag te daalen, als het kan: even als andere Lighaamen zoo lang daalen en vallen, tot dat zy een Weerſtand ontmoeten, die hen ophoudt. Het volgt dezelfde Wetten van Beweeging en Streeklynen. Als men uit het Beweegpunt door het Zwaartepunt een Cirkelboogje trekt, ziet men de Lyn, die het in 't daalen beſchryven zal, wanneer het Lighaam op den Beweegpunt ſteunt, hangt, of draait: dat gedeelte, naamelyk, van 't Boogje, 't welk, zoo dra 't het Zwaartepunt geſneeden heeft, begint te daalen. Het Zwaartepunt ryſt, uit zig zelven nooit.

Houdt, onderſteunt het ganſche Lighaam.

Zoo lang het Zwaartepunt derhalven in de Loodlyn opgehouden, dat is, belet wordt te daalen, 't zy men 't ergens aanhange of van onderen onderſteune, kan het Lighaam, welks ganſche Zwaarte in dat Punt werkt,

niet

niet vallen. Alle deelen van het Lighaam oeffenen in dat Punt hun Kragt om volgens hun neiging zig te beweegen; die Kragt wordt door 't ophouden, als door een onverwinbaare Hinderpaal, tegengeſtaan en vernietigd: het Lighaam blyft derhalven met alle deszelfs deelen, door hun zamenhang aan één verbonden, in ruſt. 11. BY-VOEGZEL.

In welken ſtand men daarenboven ook zulk een Lighaam plaatze, zoo lang deszelfs Zwaartepunt in zyn Loodlyn onderſteund wordt, zal het niet alleen niet vallen, maar zelfs ook niet van ſtand veranderen. Dat Zwaartepunt is altyd het juiſte punt van Evenwigt van 't ganſche Lighaam: en dewyl dus alle gedeeltens van 't zelve rondsom dat punt, weêrzyds tegen elkander over, even zwaar zyn, kan het een het ander niet overweegen, doen ryzen of daalen, maar moet, alles in ruſt, Evenwigt, en denzelfden ſtand blyven. Dus zou een Weegſchaal, indien ze aan haar Zwaartepunt hing, by Evenwigt, altyd in den ſtand, daar men haar in plaatſt, regt of ſchuins blyven ſtaan; En in den ſtand, zoo als men 't plaats.

en

11. BYVOEGZEL.

en dus tot Weegen niet zeer bekwaam zyn, men neemt daarom het Beweegpunt een weinig boven het Zwaartepunt; gelyk de Leezer by den Heer NOLLET zelven omstandiger zien kan, bladz. 116.

Eigenschap van 't bewoogen Zwaartepunt.

Als het Zwaartepunt van een Lighaam in Beweeging gebragt wordt, volgt het, gelyk alle andere zwaare Lighaamen, de Streeklyn der Beweeging, 't zy de Deelen rondsom hetzelve in rust zyn of niet. Een opgeworpen Kloot of Bal volgt zyn Brandsnede of kromme Lyn, schoon hy middelerwyl om zyn As draait: een Blokje, Balkje, Plank, vallen Loodregt neer, schoon ze al wentelende vallen.

Plaats van 't Zwaartepunt in Lynen en Figuuren

Het Zwaartepunt van een *Lyn*, is haar Middelste Punt: van een *Vierkant*, een regt of schuinshoekig *Raam*, het middelste punt van een der Hoeklynen (*diagonale*): van een *Drieboek*, op het derde Deel van een Lyn, uit het midden van één der Zyden tot den tegenoverstaanden Hoek getrokken: van een *Cirkel*, een Regelmaatige *Veelhoek*, een *Langrond*, het Middelpunt: van een *Taarling* (*Cu-*

(*Cube*) het middelste punt eener Dwarslyn, die van den eenen tot dendwarsoverstaanden hoek loopt: van een *Rol* en *Kantzuil* (*Cylindre, Prismo*) het Middelpuntvanderzelver Assen: van een *Puntzeil* en *Kegel Piramide Cone*) op een derde van hun Assen, van den Voet afgerekend, indien ze Hol zyn; maar op een vierde der As, zo ze uit een vaste Stof bestaan; van een *Kloot* of Bol (*Globe*) deszelfs Middelpunt. De Berekening van de Plaatzen der Zwaartepunten in andere Regelmaatige Figuuren en Lighaamen en onder die van den *Geknotten Kegel*, en de daar uit volgende Verschynzels en gebruik van den Ledigen en Vollen Water Emmervan die Vorm, kan de Leezer by andere Schryvers en den Heer DESAGULIERS I Deel der Natuurkunde bladz. 65, vinden. II. BY-VOEGZEL.

Hier uit zal men de plaats van 't Zwaartepunt in regelmaatige Vaste Lighaamen, zig zelven overal gelyk vormig, en eenpaarig van Stof en Inhoud, ligtelyk kunnen afleiden: 't is niets anders, dan het eigentlyke en vaste Middelpunt van dergelyke een Lighaam In vaste Regelmaatige Lighaamen.

Als

II. BY-VOEGZEL.

Als men zig op 't Middelpunt van een Ronde Houten Schyf van 1 of 2 Duim dik, by voorbeeld, een Lyn verbeeldt, die dwars door de Schyf heen, van de eene Oppervlakte tot aan de andere loopt, die Lyn noemt men de *As der Zwaarte*, of Zwaarte-As, om dat het Zwaartepunt van de Schyf op die Lyn gevonden wordt. Het middelste punt van die Zwaarte-As, (dat ook teffens het middelste punt is van het ganſche Lighaam) is het Zwaartepunt der Schyf: dus ook, in een rond Bord of Schootel, een ronde Metaalen Plaat, een ronde of langwerpig ronde Tafel, en alle regelmaatige zes, agt, en andere Veelkantige platte Lighaamen. In een Driehoekig ſtuk valt deeze Zwaarte As op een derde van den afſtand tusſchen het midden van den Voet en den Top; en het Zwaartepunt op 't midden dier As, of de halve dikte van 't ſtuk. In alles wat de gedaante van een plat Vierkant, of van een Raam heeft, een Plaat, by voorbeeld, een Plank, Venſter, Deur, en ontelbaare andere, loopt de Zwaarte-As, op wier helft het

punt

Punt is, van het midden der Hoeklyn op de eene Oppervlakte, tot dat der Hoeklyn op de andere. Een Taarlings Lighaam, een Vierkant Blok of Dobbelsteen, heeft zyn Zwaartepunt op 't midden van de Lyn, die dwars door 't Lighaam van den eenen Hoek naar den anderen loopt. Een Rol, dat is een Buis, een Emmer, onder en boven even wyd, een Stok; een Kantzuil, een Balk; een langwerpig Blok, een Staaf, en wat meer van dergelyk een regelmaatige gedaante is, heeft zyn Zwaartepunt op 't midden van de As, die Lyn, die door het Middelpunt van al de Cirkels, Vierkanten of Veelhoeken, daar 't Lighaam uit bestaat, van boven tot beneden doorgaat. In een Puntzuil of Kegelvormig Lighaam op een derde van de As boven den Voet, zo het hol, op een vierde, zo het geheel van een vaste Stof is: in een dubbelden Kegel, geknot of niet, vol of ledig, als een Ton, een Vat, of iets dergelyks, het Middelpunt van den grootsten Cirkel. II. BYVOEGZEL.

Het Zwaartepunt van twee aan een gekop- Gemeen

II. BYVOEGZEL.

Zwaartepunt van tweeLighaamen.

pelde Lighaamen, een Bout of Kneppel-Kogel, by voorbeeld, zo ze beide even zwaar zyn, is het juiste midden van den Bout, of afstand, die hen vereenigt: zo 't een grooter en zwaarder is dan 't ander, het punt van beider Evenwigt. De Afstanden der Lighaamen van dat Punt moeten derhalven, gelyk die van het Draagpunt in de Hefboomen, zyn in de omgekeerde reden van de Zwaartens der Lighaamen: of, gelyk wy 't noemden, B. W :: w. b. Maar dewyl hier beide de afstanden, dat is w en b, onbekend zyn, volgt men, om dezelve te vinden, deezen algemeenen Regel: *de Zwaarte of Inboud der beide Lighaamen 't zamen genomen, staat tot den Inboud van 't een, als de geheele afstand tot den afstand van 't ander.* Of B maal W. B :: b maal w. w. Laat B eens 4, W 6 Pond weegen, en de gansche afstand tusschen de Middelpunten dier Lighaamen 5 Duim bedraagen; dan moet de afstand van W van 't gemeen Zwaartepunt, dat is w, 2 Duim zyn. Want 10. 4 :: 5. 2. De eenvoudigste en gemakkelykste wys van berekenen

nen dan in dit ſtuk is, dat men de Zwaartens der twee Lighaamen by elkanderen voegt, en den ganſchen afſtand in zoo veel Deelen deelt, als die Som bedraagt: die Deelen omgekeerd of overhands genomen wyzen de plaats aan van't Zwaartepunt: B en W bedraagen t'zamen 10 Pond, ik deel derhalven den ganſchen afſtand in 10 Deelen: 4 van die Deelen, hier halve Duimen, geeven my den afſtand van W van 't gemeen Zwaartepunt, en 6 dien van B. II. BYVOEGZEL.

Met het zoeken van 't gemeen Zwaartepunt van drie en meer Lighaamen is 't even eens gelegen. Wanneer men 't Zwaartepunt op de ſtraksgemelde wys tusſchen twee Lighaamen gevonden heeft, zoekt men op de zelfde wys het Zwaartepunt tusſchen dat gevonden Punt, en het nog overig Lighaam. Laat dit derde Lighaam 5 Pond weegen, en de afſtand tusſchen het voorheen gevonden Zwaartepunt, en dit Lighaam 9 Duimen zyn: 10 maal 5 (want in dat gemeen Zwaartepunt der twee eerſte Lighaamen rekent men nu beider ganſche zwaarte vereenigd) of 15. Van drie en meer Lighaamen.

II. BYVOEGZEL.

10:: 9. 6. of wil men den afſtand ook in 15 Deelen verdeelen 15, 10:: 15 10. Dat is op 6 Duim, of $\frac{10}{15}$ dat is $\frac{2}{3}$ Deelen afſtand van dit laatſte Lighaam, heeft men het gemeen Zwaartepunt van alle drie de Lighaamen. Als 'er nog meer aan een gekoppelde Lighaamen zyn, gaat men weder op dezelve wyze voort.

Verplaatzing van Zwaartepunt.

Men kan het Zwaartepunt derhalven van een Lighaam of meer zamengevoegde Lighaamen, door 'er iets af te neemen of by te doen, veranderen en naar welgevallen plaatzen. Een Houten Kloot, een Rol, een Stok of Schyf, ten deele met Lood gevuld of beſlaagen, hebben hun Zwaartepunt niet meer, als voorheen, in 't Middelpunt van hun Lighaam.

Zwaartepunt in onregelmaatige Lighaamen.

In deeze en dergelyke onregelmaatige Lighaamen, niet overal eenpaarig van Stof en Zwaartezynde, of ongeſchikt van Vorm, vindt men het Zwaartepunt door andere middelen. Men hangt het Lighaam, een ongelyke Schyf, by voorbeeld, een ongeſchikt ſtuk Houts &c. aan een vaſt Punt daar 't op draaien kan,

en

en tekent 'er de Lyn op af, die een Pasloot, aan dat zelve Punt of Nagel hangende, 'er op beschryft. Men hangt het daarna weder in een anderen stand, en het Punt, daar het Pasloot nu de voorgaande Lyn snydt, is op deeze Oppervlakte het uitend van de Zwaarte-As; wier ander uitend, en dus de geheele Zwaarte-As, men op dezelfde wys op de andere Oppervlakte vindt. Men legt het ook, een Plank, een Stok, een Balk, op een Schraagje, dat een scherpen kant heeft, in Evenwigt, in verschillende standen, langte, breedte, dikte. Het Snypunt der Lynen, vlak boven den scherpen kant op 't Lighaam in die verschillende standen getrokken, is het Zwaartepunt. Van zulk een Plank, reeds tot Evenwigt gebragt, bedient men zig ook om 't Zwaartepunt te vinden van buigzaame, losse en anderzins onhandelbaare Lighaamen. Men legt ze, namelyk, op die Plank, en brengt ze, in verscheiden standen, op dezelve tot Evenwigt. Het Punt, vlak boven 't bekende Punt van zwaarte of Evenwigt der Plank, is dan hun Zwaartepunt.

II. BYVOEGZEL.

II BYVOEGZEL.

Dus vindt men, onder anderen, gevoeglyk het Zwaartepunt van Beelden, Dieren, Menschen en Geraamten.

De deelen rondsom het zelve zyn, afzonderlyk, niet even zwaar.

Eindelyk weet men, dat gelyk het Zwaartepunt veeltyds het middelpunt niet is van de grootte van 't Lighaam, zoo ook de Deelen, die rondsom dat Zwaartepunt tegen elkander over en in Evenwigt staan, afzonderlyk en op zig zelve genomen veelal niet even zwaar zyn. Brengt men by voorbeeld een gemeene Tabakspyp op den Vinger tot Evenwigt, het Punt vlak boven den Vinger, 't welk merkelyk nader aan den kop dan aan 't ander end vallen zal, is het Zwaartepunt van de geheele Pyp Maar breekt men ze op dat Punt door, en weegt men de twee Deelen tegen elkander; men zal het deel met den Kop merkelyk zwaarder bevinden dan het ander. Het gaat 'er meê, als met den Hefboom, gelyk een kleine Beweegkragt of ligt Gewigt aan den langen arm een groot Gewigt aan den korten opweegt, zoo maakt hier ook een minder hoeveelheid van Stof aan het langste end Evenwigt met

een

een meerder maate van Stof aan het kortste. De Vinger, die het Zwaartepunt draagt, draagt egter de geheele zwaarte van de Pyp niet meer nog min; even gelyk het Steunpunt van zulk een Hefboom met ongelyke Armen de nette Som draagt van beide de Gewigten, zie bladzyde 80 en volgende. Met een Stok, een Plank, en allerhande Lighaamen van ongelyke dikte of Inhoud, is 't eveneens gelegen. Ik gaa nu over tot zommige Uitwerkzels en Verschynzels, die uit deeze algemeene Beginzels voortvloeien en opgehelderd kunnen worden.

II. BYVOEGZEL.

Het vast en los staan der Lighaamen.

Het eene Lighaam, schoon op een vlakken Grond, staat veel vaster dan het ander. Zommige zyn naauwelyks of geheel niet tot staan te brengen; andere vallen op de minste dreuning, stoot of beweeging. Een Blok, op een Vlakken Grond, staat onbeweeglyk. Het Zwaartepunt, dat hier het juiste Middenpunt van 't Lighaam is, valt, volgens zyn Loodlyn, ver binnen den Voet. Het wordt derhalven ondersteund, en kan niet daalen. Indien het Blok vallen zou, gelyk wanneer

II. BY-VOEGZEL.

men 't omwentelt, zou het Zwaartepunt, eer het daalen kon, eerst ryzen moeten, tegen zyn neiging. Als men het Blok opligt, tot dat het op zyn kant staat, ryst ook het Middelpunt om hoog, en beschryft een Cirkelboogje, dat opwaarts loopt, tot dat het punt Loodregt boven den kant staat; wanneer het, tot zyn grootste hoogte gekomen, weer zou beginnen te daalen, en het Blok, bygevolg, zo men 't los liet, vallen. Zulke Lighaamen derhalven staan vast, wier Zwaartepunt binnen den Voet valt, en daar door, in zyn Loodlyn volkomen ondersteund, niet laager daalen kan: en zy staan zoo veel vaster, naar maate dat de Loodlyn van 't Zwaartepunt meer binnenwaarts valt en verder van den Omtrek van den Voet af: want hoe verder het van den kant, waarom het, in 't vallen, als om zyn Beweegpunt den boog beschryft, af staat, hoe hooger het zou moeten ryzen, eer het daalen kon, en daar door 't Lighaam doen vallen. Hoe breeder voet derhalven in 't algemeen, hoe een Lighaam vaster staat, en met Voeten van gelyke breed-

te,

te, hoe nader het Zwaartepunt by den Voet, dat is, by den Grond is. Yder weet, dat een Blokje van een Voet in 't Vierkant vaster ſtaat, dan een Balk van dezelfde dikte en vier, zes of meer Voeten hoog. Beider Voetſteun is wel dezelfde, maar in den Balk behoeft het Zwaartepunt niet eerſt zoo hoog te ryzen, eer het daalen en vallen kan. Het verſchil der evenredigheden in yder Lighaam, tusſchen de langte van de Loodlyn van 't Zwaartepunt, en van die der halve Middellyn van 't boogje, dat het in 't vallen beſchryven zou (dat is, de Lyn van 't Beweegpunt tot aan het Zwaartepunt) maakt in yder Lighaam het verſchil uit van het vaſter of loſſer ſtaan. En dewyl 'er grooter Kragt vereiſcht wordt, om een zwaar Lighaam, ſchoon even groot, tot een zekere hoogte op te heffen dan een ligt, zal het Zwaartepunt, als waar in de ganſche Zwaarte van het Lighaam huisveſt, ook in dat Lighaam bezwaarlyker ryzen willen, en 't zelve bygevolg zoo veel vaſter ſtaan. Een Marmeren, Steenen of Metaalen Zuil, Voetſteun,

II. BYVOEGZEL.

II. BY-VOEGZEL. Stander, ſtaat vaſter dan een Houten: een ledig Vat of Water-Emmer wordt ligter omgeſtooten dan een vol. Hoe ligter Lighaam derhalven hoe 't, in vergelyking van anderen, loſſer ſtaat: maar in Lighaamen van dezelfde Zoort en Stof kan men in 't algemeen zeggen, dat een Lighaam zoo veel loſſer ſtaat, naar maate dat het Zwaartepunt minder behoeft te ryzén, eer het beginnen kan te daalen; of, gelyk men 't doorgaans uitdrukt, naar maate dat het Zwaartepunt ligter buiten den Voet valt van 't Lighaam.

Gemeenzaame voorbeelden van regtſtaande Lighaamen op vlakken Grond.

Alle Zoorten van Werktuigen en Huisraad, die op een zoogenoemden *Voet* of Pooten ſtaan; Tafels, Stoelen, Banken, Gueridons, Theekomfooren, en alles wat den naam van Knaap, Schraag of Voet draagt, ſtaan ſteviger naar maate dat de Voet, daar ze op ruſten, breeder van Omtrek is. Zy vallen, zoo dra de Loodlyn van het Zwaartepunt buiten dien Omtrek valt.

Een ronde Kloot blyft op een vlakke Waterpas Tafel ſtil leggen, zoo lang de Loodlyn uit zyn Zwaartepunt vlak op het Punt valt,

valt, daar hy de Tafel raakt: maar dewyl dat Raakpunt zeer weinig breedte heeft, valt ze, op de minste beweeging, 'er buiten, vindt geen Steunzel, daalt derhalven, en doet bygevolg den Kloot voortrollen. II. BYVOEGZEL.

Men weet het Sprookje van *Columbus*. Een Ei op zyn kant te zetten, en deszelfs Zwaartepunt dus op een enkel stip te doen rusten, is byna onmogelyk. Door 't Kneuzen en platten van de Schaal maakt men den Voet grooter.

De jongens ziet men dikwyls een Pyp, een langen Stok regt om hoog op hun Duim, op de toppen van de Vingers, op Neus of Voorhoofd draagen. Hun Behendigheid bestaat daar in, dat ze den Stok zo Loodregt weeten te zetten en te houden, dat de Loodlyn van zyn Zwaartepunt binnen den Omtrek blyk van dat end, daar hy op staat.

Een te ver uitgestoken Balk of Plank, een Boek, een Vles, een Theeblaadje niet ver genoeg op Tafel gezet, valt neêr, om dat het Zwaartepunt overhangt, en buiten den steun of Tafel vallende, daalen kan.

Met

II. BYVOEGZEL.

Van Hellende of schuins staande Lighaamen.

Met hellende en schuins staande Lighaamen is het eveneens gelegen. Zy blyven staan zoo lang de Loodlyn van hun Zwaartepunt binnen den Omtrek van den Voet valt: maar beginnen te vallen, zo dra ze zo ver overhellen, of zoo schuins gezet worden, dat die Loodlyn 'er buiten raakt, en 't Zwaartepunt derhalven, zonder eerst te ryzen, daalen kan. Dus staat een schuins stuk Hout, een Vat, een Emmer, op zyn kant gezet; maar staat egter minder vast, dan zo het regt stondt. De Loodlyn van het Zwaartepunt valt in dien stand nader by den Omtrek van den Voet, ten zy men door byvoeging van andere en zwaarder Stof het Zwaartepunt verplaatst en zoo ver agterwaarts gebragt heeft, dat zyn Loodlyn in dien stand midden op den Voet valt.

Van dien aart zyn ook de berugte Torens van *Bononie* en *Pisa*. De eerste, 130 Voeten hoog, helt 9 Voeten over, die van *Pisa* hangt, by een hoogte van 138 Voeten, met zyn Top 15 Voeten ver buiten den Voet over, daar by op staat. Dus valt een Huis niet,

schoon

ſchoon de Muuren hellen, zoo lang alle Deelen aan malkaar verbonden blyven en één Lighaam maakten, wiens gemeen Zwaartepunt binnen de Grondveſten valt. II. BYVOEGZEL.

Als men op een Hellend Lighaam, dat egter vaſt ſtaat, nog een ander zet, vallen ze veeltyds beide: om dat het Zwaartepunt daar door van plaats verandert, en in de twee vereenigde Lighaamen het zelfde niet meer is, als het was in 't eerſte. Indien dit nieuwe Zwaartepunt buiten den Bodem valt, moeten ze beide deszelfs neiging volgen, en, als één Lighaam uitmaakende, met hetzelve vallen.

Van Lighaamen op Hellende Vlakken.

In Lighaamen op Hellende Vlakken geplaatſt levert dit Zwaartepunt ook verſcheiden merkwaardige en gemeenzaame Verſchynzels uit. Een Kloot en alles wat rond is *rolt*, om dat het Zwaartepunt, 't welk volgens de Loodlyn werkt, ver buiten het Raakpunt vallende, niet onderſteund wordt, bygevolg daalt, en zoo laag daalt als het komen kan. Een kantig Lighaam, indien de Loodlyn van deszelfs Zwaartepunt ook buiten

II BY-VOEG-ZEL. ten den bodem valt, *wentelt* om de zelfde reden: maar zo de Loodlyn binnen den Voet valt, daar 't meê op 't Hellend Vlak ligt, *schuift* of *glydt* het naar beneden. Want schoon het Zwaartepunt dus wel eenigermaate ondersteund wordt, het heeft egter geen volkomen Steunzel, dewyl het niet volgens zyn Loodlyn, en slegts door een min of meer schuins werkende Kragt, naar boven, volgens eene Lyn, die Loodregt op het Vlak staat, wordt opgehouden. Hoe steilder Vlak, met hoe schuinzer Kragt het Zwaartepunt wordt opgehouden en hoe minder Steunzel het vindt. Het volgt derhalven een Beweegstreek uit die beide Kragten zamengesteld, en daalt, zoo als het alleen daalen kan, evenwydig met het Vlak; met meerder of minder Snelheid naar maate van deszelfs steilte. Alle Lighaamen daalen egter niet, maar veele blyven leggen, inzonderheid op Vlakken, die weinig steilte hebben. De Wryving houdt hen tegen, en belet de Werking van het Zwaartepunt; gelyk men weet, dat hoe gladder een Lighaam en Vlak is, hoe het eerder en ligter afglydt.

Een

Een Vat op een Wagen leggende, die by een heuvel of hoogte oprydt, en dus voor 't zelve een Hellend Vlak maakt, loopt gevaar van of te rollen, of om ver te vallen, zo 't regt opstaat. Dus tuimelt ook ligtelyk een Pak, een hooge Mand, een Mensch, die op zulk een Rytuig op een Stoel zit. II. BYVOEGZEL.

Een Hooiwagen op een ongelyken afloopenden Weg, of diep Spoor, dat ook een Hellend Vlak maakt, valt dus niet alleen, gelyk ook alle andere Rytuigen, om ver, zoo dra het Zwaartepunt buiten de Wielen valt, maar loopt ook meer gevaar van vallen, dan een Wagen met Yzer, Steen of andere zwaare zoort van Vragt belaaden. In den eersten is het gemeen Zwaartepunt merkelyk hooger boven den grond, dan in den laatsten, en raakt daar door, by Helling, eerder buiten den Omtrek der Wielen: even gelyk, by voorbeeld, van een langen Stok, schuins op een Vierkant of langwerpig Vlak gehouden, de top meer overhangt, en eerder buiten den Omtrek valt dan het midden. Hooge Wielen werpen om dezelfde reden ook

II. BYVOEGZEL.

ook een Rytuig ligter om dan laage. Rytuigen, die met wyd Spoor ryden, vallen op verre na zoo ligt niet om, als die op naauw Spoor ſtaan. Het Vlak, daar ze op ſtaan, is breeder, en 't Zwaartepunt kan 'er derhalven zoo ligt niet buiten vallen.

Van 't Verſchynzel van den dubbelden Kegel, die door 't daalen van zyn Zwaartepunt by een Helleud Vlak oploopt, is voorheen geſproken. De Leezer kan het zelve nevens dat van den Houten Rol, waar in een andere van Lood, buiten de As, is ingevoegd, breeder zien by den Heer DESAGULIERS.

Van bewoogen Lighaamen.

Wanneer het Zwaartepunt van een Lighaam bewoogen wordt, volgt het dezelfde Wetten, als alle zwaare Lighaamen, en loopt zyn Streeklyn, in welken ſtand de Deelen rondsom hetzelve zig ook bevinden, en 't zy ze in Beweeging zyn of niet. Een Geſchooten Pyl vliegt regt uit met de Punt voorwaarts, om dat men aan deszelfs Zwaartepunt een Streeklyn gegeeven heeft, die dezelfde is, en eeneregte Lyn maakt met het be-

beloop van 't Lighaam van den Pyl. Een Stok vliegt dwars, in allerhanden ſtand, naar dat men hem werpt; of draait zig, onder 't voortvliegen, met meerder of minder Snelheid, als men deszelfs enden, met den Werp, Cirkelswyze bewoogen heeft; maar hy vliegtegter regt uit regt aan naar het Wit, volgens de B weegſtreek, die men gaf aan zyn Zwaartepunt. Dus loopt een Billardbal de regte Lyn, volgens welke zyn Zwaartepunt geſtooten wierdt, terwyl hy al loopende om zyn As draait; dus valt een rond of kantig Lighaam in de Loodlyn, ſchoon het wentelt onder 't vallen; gelyk reeds voorheen is aangemerkt. II. BY-VOEGZEL.

Het bewoogen Zwaartepunt daalt ook altyd, gelyk alle zwaare Lighaamen, zoo laag als het kan, eer het tot ruſt komt. Even gelyk een ronde Schyf, Plankje, Plaatje of wat Lighaam 't zy, wanneer men 't buiten zyn Zwaartepunt en deszelfs Loodlyn, dat is, vlak boven of onder 't zelve, losjes tusſchen twee Vingeren houdt, zoo dat het draaien kan, zoo lang tusſchen de Vingers

II. BYVOEGZEL.

omdraait, tot dat het Zwaartepunt zoo laag gedaald is, als het komen kan.

Kinderen speelen zomtyds met Mannetjes, Soldaatjes en Ruitertjes, die op Halfrondjes staan. Hoe men ze op Tafel werpt, zy herstellen zig en komen op hun Voeten neêr. Een Plaatje Lood onder in die Halfrondjes is het Zwaartepunt, dat niet tot rust komen en stilstaan kan, eer het zoo laag als mogelyk gedaald is, dat is, de Tafel raakt. Dus maakt men valsche Dobbelsteenen door zommige van derzelver Oogen met Lood te vullen.

Scheeps-Kompassen blyven in weerwil van de Beweegingen en 't slingeren van 't Schip altyd Waterpas. Zy hangen in verscheiden Cirkels of Beugels, wier Beweegpunten zoo geschikt zyn, dat, volgens welke Streeklynen het Kompas ook bewoogen en geslingerd worde, deszelfs Zwaartepunt, de Looden Bodem, altyd in het laagste Punt blyft, of 'er aanstonds weder in daalt. De Leezer kan'ereenigermaate een netter Denkbeeld van krygen uit het Stelzel van een

Rol

Rollende Lamp, die ook altyd Waterpas blyft, en gerold en geslingerd kan worden zonder Olie te storten: by den Heer DESAGULIERS in het Eerste Deel zyner Natuurkunde bladz. 81. II. BYVOEGZEL.

Zamengestelde Werktuigen en groote gezaartens, een Kraan met den zwaaren Last, die 'er aanhangt, de Kap van een Windmoolen, een ganschen Molen zelf, draait men met een zeer geringe Kragt in vergelyking van de zwaarte van 't geheele Lighaam, om dat men deszelfs Zwaartepunt maar een zeer kleine en geringe Beweeging doet maaken. Het Zwaartepunt van de Kraan, rondsom 't welke het gansche Lighaam als in Evenwigt hangt, rust op de As van den Standert, of een weinig meer agterwaarts, om dat de Kraan door den Last, die opgehyst wordt, een weinig voorwaarts over verzet wordt: gelyk het Zwaartepunt van de Kap of den ganschen Molen op de As van de Spil rust, daar ze op draaien, of wel een weinig voor dezelve, om dat de Kragt van den Wind, die op den Molen en Zeilen Van Zamengestelde Lighaamen.

II. BYVOEGZEL.

drukt, dezelve eenigermaate agterwaarts dringt, en dus de Loodlyn van 't Zwaartepunt in dien ſtand vlak op de As der Spil vallen kon. Op dit Zwaartepunt ſteunt het ganſche Lighaam en volgt deszelfs Beweeging.

Door byzondere plaatzing van het Zwaartepunt en deszelfs onderſteuning op verſchillende wyzen in zamengeſtelde Lighaamen, weet men ook verſcheiden Konſtjes of Handgreepen te verrigten. Een Tafelvork op de Punt van een Naald tot Evenwigt te brengen, ſchynt genoegzaam onmogelyk. Maar indien men 'er aan yder end een andere aanvoegt, zo dat ze een zoort van Galgje onder haar drieën maaken, brengt men ze niet alleen ligtelyk tot Evenwigt, maar kan ze ook, zo men voor 't afſchampen der Naald genoegzaame zorg draagt, op verſcheiden wyzen beweegen en ſlingeren, zonder dat ze vallen. Het Zwaartepunt, dat in de eerſte Vork boven het Beweegpunt, de Punt van de Naald was, en bezwaarlyk Loodregt boven zoo fyn een ſtip te brengen

en

en te houden was, wordt nu beneden hetzelve gebragt, en kan even als een Weegschaal in Evenwigt, die ook haar Zwaartepunt beneden het Beweegpunt heeft, slingeren, tot dat het weer tot zyn laagsten stand gedaald is: maar nooit vallen, zoo lang het ondersteund wordt, en op een vast Punt rust. II. BYVOEGZEL.

Een Balkje of Plankje, zoo ver over den kant van een Tafel heen gelegd, dat deszelfs Zwaartepunt 'er buiten komt, en 't zelve bygevolg vallen zou, blyft leggen als men 'er, zelfs buiten den rand van de Tafel, een Els of Mes schuins op steekt; of ook wel op de zelfde wys, een onder en een boven. Het Zwaartepunt van 't Balkje, dat buiten de Tafel viel, wordt 'er zoo ver agterwaarts door gebragt, dat het nu binnen den rand van de Tafel valt, en dus steunzel heeft.

Aan dergelyk een Balkje of Stokje, dat uit zig zelf, als men 't los liet, vallen zou, kan men zelfs een ganschen Emmer met Water hangen, zonder dat het Balkje of Emmer van de Tafel valt. De bekende zoogenoemde

II. BYVOEGZEL.

Zaagmannetjes hebben ook hun Zwaartepunt beneden 't Beweegpunt, en kunnen daarom draaien, ſlingeren, even als de Weegſchaal, en herſtellen zig en keeren, door het daalen van hun Zwaartepunt, dat niet ruſt eer 't zoo laag gedaald is als het kan, even als de Waagſchaal, tot hun Evenwigt weder. De Leezer kan van deeze en dergelyke Werktuigen en Handgreepen een breeder verklaaring en Afbeeldzels vinden by den Heer DESAGULIERS, I Deel der Natuurkunde bladz. 85. en volgende.

Plaats van 't Zwaartepunt in Menſchen.

Het Zwaartepunt in een Menſch, jong of oud, kort of lang, vet of mager (zeer Zwaarlyvigen uitgezonderd) dood of leevend, in Geraamten zelfs, is in 't zoogenaamde *Bekken*, midden tusſchen de Heupen. Daar door is dat Punt op zulk een wys geplaatſt, dat het, in alle gewoone Ligbaamsbeweegingen, de minſte beweeging heeft, dat is, het minſt uit zyn plaats wykt, minder dan de andere Leden, Armen, Beenen, Hoofd, Schouders, en daar door ook bygevolg het minſt gevaar loopt om met zyn

Lood-

Loodlyn buiten zyn Voetsteun te vallen.

IV. BYVOEGZEL.

In Beelden.

In een hol Beeld, van Menschelyke gedaante, is het Zwaartepunt elders; dewyl de Holligheden in een Beeld niet even eens geplaatst noch geaard zyn, als die in 't Lighaam van een Mensch. In een vol of *Massief* Beeld valt het Zwaartepunt hooger dan in een Mensch: dewyl het Bovenlyf van een Mensch met zyn Ingewanden van zoo vast en zwaar een Stof niet is, als de Inhoud van 't Bovenlyf van een vast en vol Beeld. In de houding van een Standbeeld moet derhalven op die verschillende plaats van 't Zwaartepunt gelet worden, op dat deszelfs Loodlyn binnen den Voetsteun blyve vallen; en van den zwaksten kant meest verzekerd worde.

Steunvlak van dat Zwaartepunt.

Als men van den grooten Teen van den eenen Voet een regte Lyn trekt naar dien van den anderen, en een tweede Lyn van Hiel tot Hiel, zullen die twee Lynen met de buitenzyden van beide de Voeten een zoort van ongeschikten of onregelmaatigen Vierhoek (*Trapéze*) uitmaaken. Deeze Vier-

II. BY-VOEGZEL.

hoek neemt naar de verscheiden beweegingen der Voeten, Staan, Gaan, Loopen, &c. ontelbaare verschillende gedaantens, en dikwils zelfs die van een Driehoek aan. Zoo lang de Loodlyn van het Zwaartepunt binnen den Omtrek van dit vlak valt, staat een Mensch; maar, zo dra zy 'er buiten valt, valt hy.

Staan, Gaan, Loopen.

Als men regt opstaat valt de Loodlyn van 't Zwaartepunt in 't midden van dat Steunvlak, 't zy Vierhoek, 't zy Driehoek, naar dat men de Voeten zet. Als men zyn Arm, Hoofd, Bovenlyf, naar ééne zyde beweegt en buigt, wykt het Zwaartepunt van 't Lighaam ook min of meer naar die zyde, en doet zyn Loodlyn verder naar dien kant en Voet vallen. In 't voor- of agterwaarts overhellen, helt ook het Zwaartepunt derwaarts over, en valt tusschen de Teenen of Hielen. In 't Gaan en Loopen volgt die Loodlyn de beweeging der Voeten, en loopt gelyk men de Voeten zet, langs een zeer smal Vlak, regts en slinks. Dit blykt zelfs duidelyk uit de Beweeging, die men in 't

gaan

gaan ongevoelig met het Lighaam maakt. Als men, inzonderheid in 't sterk doorstappen, zyn Armen, losjes by 't Lyf neerhangende, hun vryen loop laat, volgen zy natuurlyk de Beweeging van den tegenovergestelden Voet: de Slinker Arm slingert voorwaarts, als men den regter Voet voortzet, en de regter Arm by 't voortzetten van den slinker Voet; de Schouder zelfs en bygevolg de geheele zyde draait zig ook min of meer derwaarts, en volgt den Arm; men brengt dus, regts en slinks, het Zwaartepunt des Lighaams telkens naar dien Voet, daar men op treedt. Als deeze Regts en Slinksche beweeging van 't Zwaartepunt, door 't wyd van één zetten der Voeten, gelyk, by voorbeeld, de Endvogels, Ganzen, en veeltyds ook zwaarlyvige Menschen doen, zigtbaar wordt, noemt men 't *Waggelen*. II. BYVOEGZEL.

Op één Been staan, en Hinken.

Als men op één Been staat of hinkt, brengt men wel, door het Lighaam over dien kant te buigen, het Zwaartepunt vlak boven den Voet, maar staat egter los en wankelbaar; om dat het Steunvlak dan geen grooter lang-

II. BYVOEGZEL.

te en breedte heeft; dan de langte en breedte van den Voet, daar men op ſtaat. De Loodlyn van 't Zwaartepunt zou 'er ligtelyk voor, agter, of ter zyden, buiten vallen, zo men 't niet door de beweeging van 't losſe Been en Armen van plaats deedt veranderen en boven zyn Steunvlak hieldt. Met het zetten der beide Voeten Vlak voor malkanderen, is 't eveneens gelegen: en daarom is het zoo moeielyk en gevaarlyk, over een ſmalle Plank, Balk, of langs een regte Lyn te gaan.

Vallen, Buigen, Zitten, Opſtaan &c.

Door gewoonte leeren wy van jongs af de Loodlyn van 't Zwaartepunt niet alleen binnen den Omtrek van zyn Steunvlak te houden, maar ook hetzelve door 't maaken van een zoort van Tegenwigt te verplaatzen, naar zyn vlak te rug te brengen, en verſcheiden beweegingen en Streeklynen te doen aanneemen, naar de verſchillende Beweegingen, die wy met het Lighaam maaken willen. Die gewoonte ſchynt men, wanneer de Hersſens door Drank of anderzins beneveld zyn, te vergeeten, en, ook daar door,

in

in dien ſtaat te ligter vallen. Als iemand vreeſt, dat is, voelt dat hy vallen zal, ſtrekt hy aanſtonds zyn Arm, en zo hy ſterk overbelt, ook zyn Hoofd, Bovenlyf en Been, zoo veel hy kan, naar de andere zyde. Daar door verandert het Zwaartepunt van plaats en komt deeze zyde nader, waar door deszelfs Loodlyn dikwils weder binnen zyn Steunvlak raakt. Hier om, en teffens om het Zwaartepunt, als in weerwil der Voeten, voorwaarts te brengen, ziet men onervaren Schaatsryders zoo geweldig met de Armen vegten en ſlingeren. Dus zwaait men ook in 't ſterk gaan met de Armen, of ſteekt ze in 't loopen voorwaarts uit, om de beweeging van 't Zwaartepunt volgens de Streeklyn, die men 'er aan geeft, te verhaaſten, en de Kragt, die men ten dien einde met de Voeten doet, te hulp te komen. Maar die beweeging van 't Zwaartepunt wordt daar door dikwils zoo ſnel, dat de Voeten deszelfs Loodlyn niet volgen en tydig genoeg bereiken kunnen, zoo dat het Lighaam voor over tuimelt. Als men zig

II. BYVOEGZEL.

min

II. BYVOEGZEL. min of meer diep buigt, of voor over bukt om iets van den Grond op te raapen, brengt men 't Zwaartepunt agterwaarts; gelyk ook als men gaat zitten: in 't opstaan brengt men 't, door 't voor over buigen van 't Bovenlyf, eerst voorwaarts. In 't knielen, opstaan van den Grond, reiken, schoppen, slaan, werpen, van zig stooten, en alle andere Lighaamsbeweegingen, verplaatst men door de verschillende standen, die men aan 't Lighaam geeft, het Zwaartepunt, voor, agterwaarts, ter zyden uit, min of meer, dat deszelfs Loodlyn binnen den Omtrek van 't Steunvlak blyft vallen; 't welk de Voeten maaken. Hoe de zoogenaamde Samsons of sterke Mannen, en de Koordedansers, op zoo smal een Steunvlak als een Koord of Yzerdraad, met hun Zwaartepunt blyven, kan de Leezer breeder verklaard vinden, (behalven 't geen de Heer NOLLET *daar van gezegd heeft bladz.* 200.) inzonderheid by den Heer DESAGULIERS I Deel der Natuurkunde bladz 83 en 279. en volgende. Dergelyk een behendigheid om de

Lood-

Loodlyn van hun Zwaartepunt binnen den Omtrek van een zeer klein Steunvlak te houden, blykt ook, op een verbaazende wys, in de zoogenaamde *Balanceerders*, die by een genoegzaam los, of alleen ſtaanden Ladder, by op één geſtapelde Stoelen, opklimmen, op den Stoelknop, of Vlakken van nog kleinder uitgeſtrektheid, met het hoofd ſtaan, en andere bekende Konſtjes van dit zoort meer verrigten. II. BYVOEGZEL.

Schaatsryden.

Een goed en ſierlyk Schaatsryder ſchynt, op 't oog, de Loodlyn van zyn Zwaartepunt buiten het yzer van zyn Schaats te werpen; maar door 't uitſtrekken van zyn ander Been doet hy 't zelve van plaats veranderen, en zo ver naar dien kant overwyken, dat het op het ſmalle Steunvlak valt, daar hy op voortglydt.

Lighaamsgeſtaltens in 't Draagen.

Die een Pak op zyn Hoofd draagt, gaat met een ſtyven en opgeregten Hals en Lighaamsgeſtalte, op dat het Zwaartepunt van zyn Laſt vlak boven dat van zyn Lighaam, en te gelyk met hetzelve binnen 't Steunvlak van zyn Voeten blyve.

Die eenigen zwaaren Laſt voor zyn Lighaam

II. BYVOEGZEL.

haam draagt, gelyk ook zeer Zwaarlyvige Menſchen, of zwangere Vrouwen, buigen het Hoofd en Bovenlyf agterwaarts over, waar door 't gemeen Zwaartepunt van den Laſt en van 't Lighaam valt op de gewoone plaats. Om dezelfde reden bukt iemand, die een Pak draagt op zyn rug, met het Bovenlyf voorwaarts over.

Een Vrouw, die een kind op den ſlinker Arm draagt, kromt haar Bovenlyf en helt 'er mede over de regte zy. Het gemeen Zwaartepunt van beiden blyft daar door op zyn gewoone plaats. Die een Emmer met Water of eenigen anderen zwaaren Laſt aan den eenen Loodregt neêr hangenden Arm draagt, ſteekt den anderen Arm; en doorgaans, gelyk hy dan ook het ſterkſte Tegenwigt maakt, Waterpas uit.

Lighaamsbeweegingen van Viervoetige Dieren.

Dewyl het Steunvlak in de Viervoetige Dieren merkelyk grooter is, dan in de Menſchen, begrypt men ligtelyk, dat ze, ook om die reden, vaſter ſtaan. De Leezer kan den voortgang en beweeging van 't Zwaartepunt in een Stappend Paard omſtandiger nazien by den Heer BORELLI, en in 't

geen

geen de Heer DESAGULIERS uit denzelven aanhaalt, I Deel der Natuurkunde bladz. 83. Daar uit en uit het geen we te vooren van het Zwaartepunt gezegd hebben, zal men zig gemakkelyk van alle ander Lighaamsbeweegingen der Paarden en andere Viervoetige Dieren een begrip kunnen maaken; als Draaven, Galloppeeren, Steigeren, agter over vallen, met beide Pooten agter uit slaan; nederleggen en opstaan. Ik zal 'er hier slegts nog een aanmerkelyk Verschynzel van zommige Dieren byvoegen. II. BYVOEGZEL.

De Katten en eenige weinige andere Dieren, wanneer ze, op welke wys 't ook zy, met den Kop, Staart, Rug, of zydlings uit een hoogte vallen, wentelen zig onder 't vallen om, en komen doorgaans op hun Pooten neder. Dewyl ze in de Lugt geen vast Punt ontmoeten, daar ze min of meer op zouden kunnen steunen, om eenige beweeging te maaken met hun Lighaam, kunnen ze zig zelven zekerlyk niet omdraaien. De verplaatzing van 't Zwaartepunt is 'er de oorzaak van. Als men hen, by voorbeeld, met de Pooten om hoog vallen laat, doet de Hetneêrvallen, van Katten op hun Pooten.

vrees.

11. BYVOEGZEL.

vrees, zoo dra zy zig los voelen, den rug krommen, en Kop en Pooten naar de plaats, daar ze uit vallen, uitsteeken, als om 'er zig weer aan vast te grypen. Het Zwaartepunt van 't Dier verandert door die gestalte van plaats, en rysst door het om hoog drukken der Ingewanden, en het opsteeken van Kop en Pooten, uit het midden van 't Lighaam merkelyk hooger. Het bevindt zig derhalven nu in denzelfden staat, als een Houten Kloot, op 't Water dryvende, aan wiens bovenste gedeelte men een Plaatje Lood vast maakt; om het Zwaartepunt boven het Middelpunt te brengen. Het gaat 'er derhalven ook eveneens meê, en in beiden daalt het Zwaartepunt zoo laag als het komen kan. De Kloot draait om in 't Water, tot dat het Lood geheel onder aan raakt; en de Kat doet in de Lugt een halve keer, terwylzyn Zwaartepunt zoo laag, als mogelyk, daalt. Dus komt hy bygevolg neêr op zyn Pooten, en een verwarde en blinde aandoening van schrik, die hem zoo heilzaam een raad in geeft, als de doorsleepenste Beweegkonsten aar immer doen kon, behoudt hem 't Leeven.

Einde van 't Derde Deels Eerste Stukje.