

De superstar	P.44
Het multitalent	P.45
Mechanische vleugel	P.46
Smeedtang	P.47
Kraan met blokkeerpal	P.48
Steentang en zelfontgrendelende haak	P.49
Katapult	P.50
Strijdwagen	P.51
Stormladder	P.52
Trommelwagen	P.53
Vijlenkapmachine	P.54
Draaibrug	P.55
.....
Overzicht van afbeeldingen	P.84

Inhoud



De superstar

■ In een lang vervlogen tijd was er eens een echte superstar. Renaissance noemde men die tijd (wedergeboorte) en in die tijd werden vele dingen opnieuw gecreëerd of ontdekt.

Columbus ontdekte de „nieuwe wereld“ genaamd Amerika, Gutenberg maakte het eerste gedrukte boek. Het kleurloze glas en het zakhorloge werden uitgevonden.

Kunstenaars en onderzoekers

■ Leonardo was een multitalent; hij kon niet alleen schilderen en tekenen, maar was bovendien architect, natuuronderzoeker, ingenieur en uitvinder tegelijk. De veelzijdige gaven leverden hem de bijnaam „het Italiaanse universele genie“ op.

... uit Vinci

■ Maar laten we eerst maar eens bij het begin beginnen. Leonardo da Vinci betekent eigenlijk Leonardo uit Vinci. Dat is een klein Italiaans dorpje in de buurt van Florence waar zijn familie woonde en waar hij op 15 april 1452 werd geboren.

De artistieke loopbaan begon al in zijn vroege jeugd. Er is een kleine anekdote uit het leven van de jonge Leonardo bekend:

een boer gaf aan Leonardo's vader een (wapen-)schild om dit door een kunstenaar te laten beschilderen. Maar de vader gaf het in plaats daarvan aan zijn zoon. De jonge Leonardo, die graag allerlei dieren zoals slangen, hagedissen en vleermuizen verzamelde, schilderde een combinatie van deze dieren, een soort fabelwezen op het schild. De vader was zo onder de indruk van de tekening, dat hij het schild hield en later aan kooplieden uit Florence verkocht; deze kooplieden gaven hem er 100 dukaten voor (ca. euro 350).

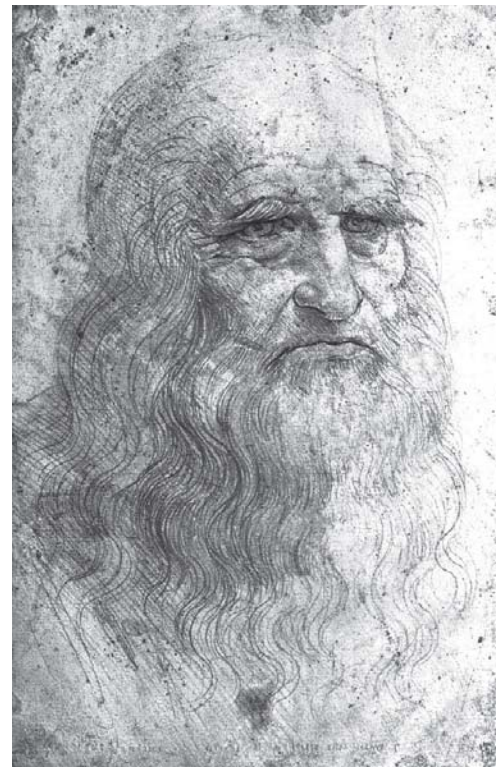
De „Vitruviaanse mens“ aan de achterzijde van de Italiaanse 1 euro-munt



■ De jonge Leonardo volgde geen bijzonder schoolopleiding. In het begin kon hij zelfs geen latijn, hetgeen voor een wetenschappelijke opleiding destijds echt nodig was. Ondanks deze beperking maakte hij er het beste van. De spirit en energie haalde hij uit zijn onverzadigbare nieuwsgierigheid.

„Zeg mij ... hoe, waarom?..“ heeft hij steeds weer op zijn manuscripten geschreven. Het antwoord daarop heeft hij zich meestal zelf gegeven. Hij noemde zichzelf daarom *discepolo dell' esperienza* „leerling met ervaring“.

Leonardo hield zich graag bezig met de interessante natuur. Zo zijn onderzoeken van hem bekend op het gebied van botanica, zoölogie en anatomie (de leer van de opbouw van organismen). Heel vaak ziet men zijn tekening van de mens, die verradt, dat Leonardo de menselijke proporties nauwkeurig heeft bestudeerd.



De schilder

Veel van zijn schilderijen zijn nog altijd wereldberoemd. Ze zijn zo perfect en zo mooi, dat ze iedereen fascineren. Zoals bijv. het portret van de Mona Lisa – dat is die met het geheimzinnige lachje. Of het laatste avondmaal. Een 8 meter brede wandschildering in een klooster in Milaan.

De architect

Voor verschillende koningen en heersers was hij de stedenbouwkundige; hij ontwierp kerken, vestingen, scheepvaartkanalen, sluizen en bruggen. Een van de bruggen van Leonardo da Vinci werd in 2001 in Noorwegen aan de hand van de originele tekeningen gebouwd – en daarbij valt al het andere in het niet.

De anatoom

Hij bestudeerde de bouw van het menselijk lichaam en maakte er zeer nauwkeurige tekeningen van. Omdat hij niet blindelings wilde vertrouwen op de kennis in oude boeken, deed hij zelf onderzoek naar het menselijk lichaam. De tekeningen waren zo ontzettend nauwkeurig, dat vele ervan nog vandaag de dag in medische leerboeken worden gebruikt.

De onderzoeker

Een onverzadigbare nieuwsgierigheid dreef hem en hij wilde de zin van alles weten. Wellicht zijn meest in het oog springende karaktertrek.

De lijst van zijn talenten kan nog eindeloos worden uitgebreid, omdat hij zo'n veelzijdig begaafd man was.

Zij geheim ...

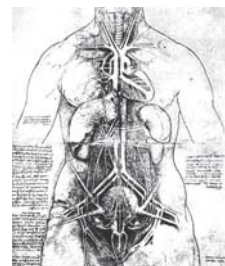
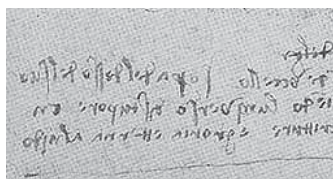
... is het denken met beide hersenhelften. Zonder twijfel dacht Leonardo met de linker en rechter hersenhelft, dus artistiek en logisch. Beide vloeien in elkaar over. Kijk zelf maar eens naar de tekening van de vijlenkapmachine aan het einde van dit boekje. Is hij niet logisch weergegeven, maar tevens ook uitzonderlijk mooi?

Bovendien had Leonardo een zeer ongewone schrijfstijl. Met zijn linker hand schreef hij van rechts naar links – en nu komt het meest opvallende – in spiegelschrift! Hij kon ook „normaal” schrijven, maar dat vond hij moeilijk.

Zijn nalatenschap

Leonardo vulde duizenden bladzijden in notitieboeken. Vele ervan gingen verloren, maar ook enkele bleven behouden en werden in een zogeheten Codex samengevat. De Codex Atlanticus bijv. bestaat uit 1.119 bladzijden en bevat vele van zijn machinetekeningen. Als je deze wilt bekijken, kun je het beste naar Milaan naar de bibliotheek Ambrosiana gaan of op internet zoeken.

Als je de machines en apparaten zelf wilt bouwen, blader dan maar gewoon verder en breng met behulp van deze fischertechnik-bouwdoos de 500 jaar oude uitvindersgeest tot leven.

**Het multitalent****Pas vandaag de dag gebouwd****Vandaag de dag nog steeds in gebruik****Kunstenaar en logicus****Codex Atlanticus**

Mechanische vleugel

■ Ikarus zou het volgens een Griekse sage hebben gedaan. Albrecht Ludwig Berblinger „De kleermaker van Ulm“ heeft het geprobeerd (1811), Otto Lilienthal heeft het gedaan (rond 1890): de droom van het vliegen gerealiseerd. Leonardo werd er ook door gefascineerd.

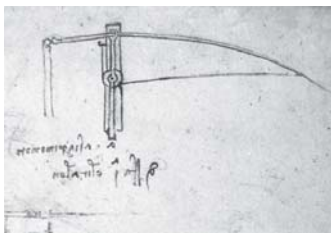
■ De meest indrukwekkende prestaties zijn zijn inspanningen om te kunnen vliegen. De wens, zich als een vogel door de lucht te bewegen, is in de tijd van Leonardo niet nieuw, maar hij - de geniale uitvinder - komt met zijn verbeeldingskracht zo dicht bij de realisatie als geen ander. Op dit vlak denkt Leonardo al zo ver vooruit, dat zijn visies pas 400 jaar later langzamerhand werkelijkheid werden.



De vogels op de vleugel bekeken

■ Het is ongeveer 1490: Leonardo observeert, onderzoekt en onderneemt verschillende pogingen m.b.t. het thema vliegen. Daarbij bestudeert hij de natuur heel nauwkeurig – en dan met name de vogels – zodat hij de minimale details ontdekte die van het grootste belang bleken te zijn. Eigenlijk was hij destijds al een echte biomechanicus. Daarbij heeft hij geconstateerd, dat de vleugels van een vogel niet alleen op en neer bewegen, maar ... en dat moet je zelf maar verder uitvinden, door precies dat te doen wat Leonardo ook deed – nadenken, proberen en kijken.

Uit de Codex Atlanticus stamt dit ontwerp van een mechanische vleugel als basis voor een vliegtuig met beweegbare vleugels. Je kunt de vleugel nu, 400 jaar nadat hij werd getekend, tot leven laten komen.



Taak:

Bouw het model en beweeg de vleugels met behulp van de stangen. Eerst afzonderlijk en dan tegelijk, soms snel soms langzaam. Wat valt je op, vooral als je speciaal op de uiteinden van de vleugels let?



Precies, de punten worden naar binnen getrokken, net als bij vogels die ook de uiteinden van de vleugels naar het lichaam toe bewegen. Maak nu ter vergelijking het koord van een vleugel los, beweeg de vleugel nogmaals en je zult zien wat Leonardo met deze eenvoudige „koordtruc“ heeft ontdekt.

Wat denk je, zou het Leonardo uiteindelijk zijn gelukt om met zijn machines te vliegen?

Helaas niet. Leonardo had helaas geen geschikte aandrijving. Want de spierkracht van de mens alleen is niet voldoende. Maar heel veel van zijn ideeën werden honderden jaren later gerealiseerd, zoals bijv. de helikopter.

Kijk ook eens hoe de vissen in het water zwemmen en je zult de vlucht van de vogels in de lucht begrijpen (Leonardo da Vinci)

■ Er was Leonardo ook alles aan gelegen, het werk van de mens gemakkelijker en veiliger te maken. Hij ontwikkelde machines die het werk van de mens zelfs overnamen. Ze waren echter vaak heel groot en zeer gecompliceerd. Dat het ook anders kan, namelijk met kleine, eenvoudige maar tevens handige oplossingen, blijkt uit het voorbeeld van de smeedtang.

Vergeleken bij het werk in een smidse was al het andere werk een makkie. In de smidse was het heet, de hamer was zwaar en het was een hele klus om ermee te slaan zolang het werkstuk nog heet was. En bovendien moest het werkstuk met de tang in de hand, de hele tijd stevig worden vastgehouden. Je vingers gingen ervan „verkrampen“.



Smeedtang

Het is hard werken in een smederij

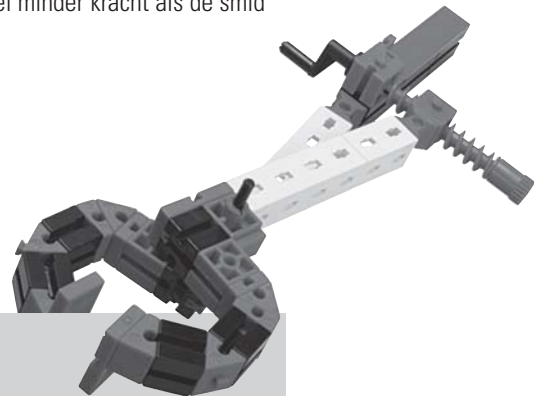
■ Met deze speciale tang sloeg Leonardo twee vliegen in één klap :

Hij maakte gewoon een schroefdraad in de greep van de smeedtang. Enerzijds om de spankracht te verhogen om het werkstuk veilig vast te houden. Anderzijds kostte het veel minder kracht als de smid de tang niet zo lang met heel veel spierkracht hoefde vast te houden.

Voordelen:

- eenvoudig in gebruik
- hoge spankracht
- het werkstuk veilig en met minder kracht vasthouden

De truc met de schroef



Taak:

het beroep van smid is vandaag de dag zeldzaam geworden en dat geldt ook voor het gebruik van de smeedtang. Bij welke gelegenheden kun je de tang nu nog gebruiken?

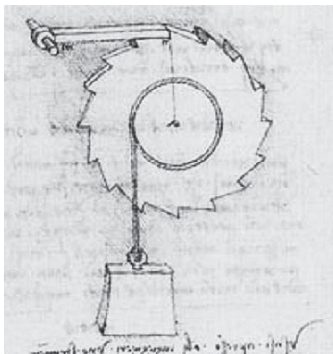


Bij het lijmen kunnen de onderdelen bijvoorbeeld strak tegen elkaar worden gehouden tot de lijm is uitgehard. Speel een beetje met de tang en bedenk waarvoor je de tang nog meer kunt gebruiken.

Net zoals ijzer na langere tijd gaat roesten en stilstaand water bederft of bij kou bevriest, zo raakt ook een geest zonder oefening in verval (Leonardo da Vinci)

Kraan met blokkeerpal

Veiligheidsgordel uit de 14e eeuw



■ Deze uitvinding is een voorbeeld van de zorgen die Leonardo zich om de veiligheid van zijn medemensen maakte. Als je het met het heden zou vergelijken, zou de blokkeerpal zo iets als een veiligheidsgordel uit de 14e eeuw zijn. Er gebeurden namelijk veel ongelukken, met zwaargewonden en zelfs doden bij het hijsen van zware lasten met de kraan. Bijv. op schepen, paardenwagens of op bouwplaatsen. Door de blokkeerpal kon men nu grote, zware lasten optillen en vasthouden, zonder gevaar voor de eronder staande medewerkers.

■ Het mechanisme van de blokkeerpal bestaat uit een tandwiel met puntige tanden en een stompe haak, die in de openingen tussen de tanden kan grijpen. De haak wordt zo aangebracht dat deze in de ene draairichting over de tanden glijdt, maar in de andere richting vastklemt.

■ Bij het model til je het gewicht op door de kruk te draaien. Als je de kruk loslaat, wordt het gewicht dankzij de blokkeerpal stevig vastgehouden. Voor het neerlaten moet je de kruk vasthouden, de blokkeerpal iets optillen en het gewicht langzaam m.b.v. de kruk laten zakken. Doe ter vergelijking het volgende: breng het gewicht met de kruk op de halve hoogte. Maak dan de blokkeerpal los en kijk hoe snel het gewicht nu naar beneden suist. Wie zou dan ooit de kans hebben om nog snel weg te rennen?



Taak:

Net als vele andere uitvindingen van Leonardo, wordt ook de blokkeerpal tegenwoordig nog steeds gebruikt. Weet je een voorbeeld te noemen?

Tip: let ook eens op het geluid van de blokkeerpal bij het draaien van de kruk. Komt je dat bekend voor?



Oplissing van de schrijfwijze van Leonardo:

Als je ooit in een gereedschap met een steeksluitendoor hebt gebruikt, heb je ook vast wel eens een zwaar gewicht op de hand gehad. Daarin zijn zelfs twee blokkeerpalen ingebouwd.

Andere voorbeelden: klokken, deursloten, handpomp.



Steentang

■ In 1466 verhuisde de familie van Leonardo naar Florence. Florence was een financieel- en handelscentrum en dat trok kunstenaars en vormgevers aan. Leonardo had geluk en mocht als 14-jarige bij de destijds meest beroemde kunstenaar in de leer gaan: Andrea del Verocchio. Het was een tijd waarin Florence rijk en machtig was. Er werd veel gebouwd, want de stad moest groter en mooier worden. Als Leonardo 's morgens naar zijn leeradres ging, kwam hij langs vele bouwplaatsen en observeerde de mensen tijdens hun werk. Hij was lichamelijk zwaar werk, mede omdat er maar weinig machines ter ondersteuning waren. Waarschijnlijk waren deze indrukken de reden dat hij later zo veel kranen en gereedschappen voor de bouw heeft ontworpen.

■ Net als bijvoorbeeld de steentang. Het is een eenvoudig apparaat, maar herbergt een ingenieus mechanisme. Natuurlijk kun je het gereedschap aan de kraanhaak hangen en de verschillende lasten optillen. Daarbij zal het je opvallen, dat je de tang nooit hoeft te spannen of te klemmen. Dat doet hij namelijk helemaal automatisch. En niet alleen dat is heel simpel, maar hoe zwaarder de last, des te krachtiger de tang gespannen wordt en zich regelrecht in de last (de steen) vastgrijpt. Geloof je dat niet? Probeer het volgende maar eens.

Taak:

Steek je wijsvinger in de bek van de tang, daarmee simuleer je de last (de steen). Met je andere hand houd je de draad tegen (dat moet het haakje zijn). Nu maak je de „steen“ steeds zwaarder door je wijsvinger naar beneden toe uit de tang te trekken.



Merk je hoe de tang „zich vastbijt“? Zeg nou zelf, dat was toch geniaal bedacht!

Zelffloslatende haak

Taak:

Vervang nu de normale haak van de kraan door de zelffloslatende haak van Leonardo da Vinci. Trek de haak op tot de halve hoogte. Hang er dan een gewicht aan en laat hem langzaam zakken.

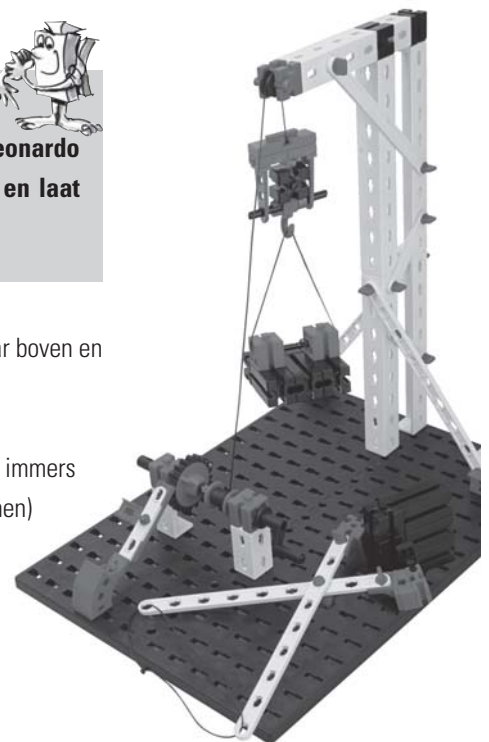
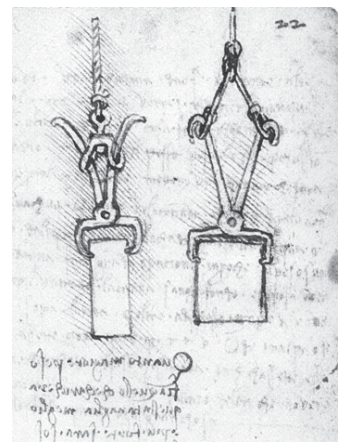


Vlak nadat het gewicht de grond raakt en zo het haakmechanisme ontlast, kantelt de haak naar boven en laat het gewicht vrij, dat aan de haak hangt.

Misschien vraag jij je het volgende af: „Prachtig – maar waar is het goed voor?“

Deze haak is op een bouwplaats net zo veel waard als één man. Want voor het verladen heb je immers ten minste drie personen nodig. Een kraanmachinist, iemand om de last (een mand met bakstenen) vast te maken en nog iemand die de mand op de losplaats weer losmaakt - en juist dat kan dus nu veel eenvoudiger.

Steentang en haken die vanzelf losgaan



Katapult

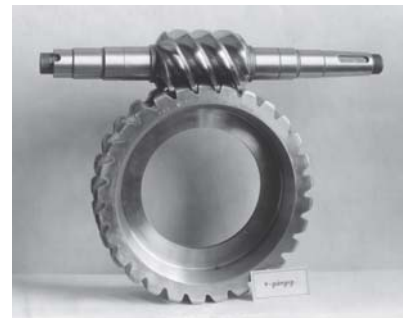
■ Aan het einde van de 15e eeuw was Leonardo ongeveer 35 jaar oud en zijn de politieke verhoudingen zeer onstabiel. De ene oorlog volgde de andere op. Leonardo haatte al die oorlogen. Maar zijn vaardigheden in de architectuur en de bouw van machines werd door verschillende heersers zeer op prijs gesteld. Hij moest voor hen vestingen ontwerpen en wapens uitvinden. Katapulten waren tot dan toe de bekendste slingermachines. Bij de ontwikkeling van zijn nieuwe katapult draaide het bij Leonardo hoofdzakelijk om het principe van het veermechanisme.



Snelspanmechanisme en activeringspal in een wormwieloverbrenging

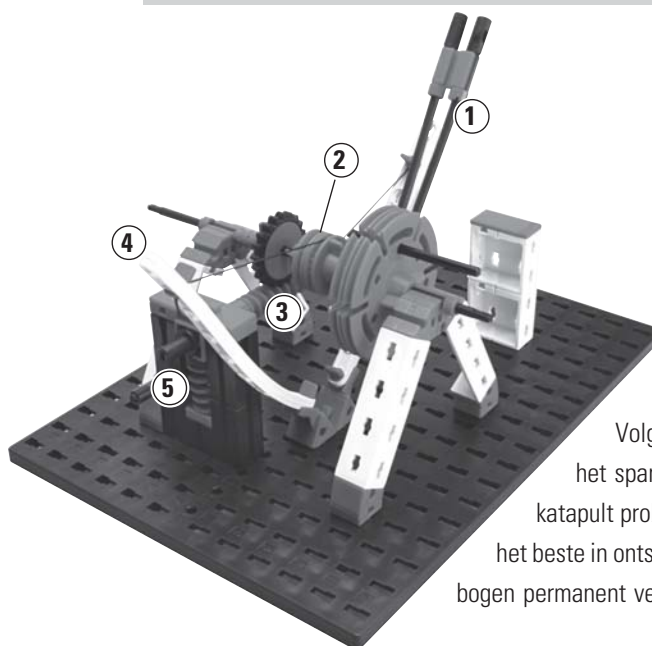
■ De werpenergie haalde de machine uit de voorgespannen bladveren, die de energie op hun beurt via de rol op de werphendel overdroegen. De twee grote bladveren waren destijds natuurlijk van hout en ontwikkelden een enorme spankracht. Met een speciale spanvoorziening kon hij in korte tijd weer opnieuw worden geladen. En het allerbeste eraan was het zelfvergrendelende mechanisme. De meeste katapulten moesten namelijk met blokkeerpallen of vergelijkbare voorzieningen tegen vroegtijdig terugveren worden geblokkeerd. Want anders gebeurde het regelmatig dat de katapult al halverwege het traject en dus met de halve kracht ging schieten.

■ Leonardo had net als zo vaak een geniale oplossing: de wormwieloverbrenging. Zo sloeg hij twee vliegen in één klap. Een gemakkelijk bewegende aandrijving voor het spannen en een ingebouwde beveiliging tegen het terugkaatsen.



Oefening:

Hoe ver kun jij een baksteen weggoeien?

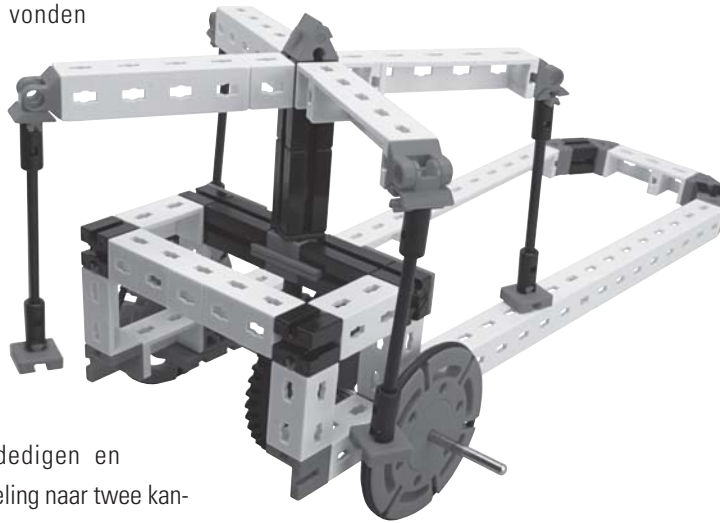


- 1 Werphendel
- 2 Rol
- 3 Wormwieloverbrenging
- 4 Bladveer
- 5 Spanhendel en activeringsmechanisme

Tips:

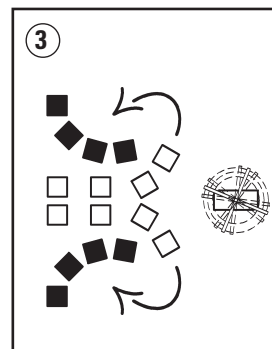
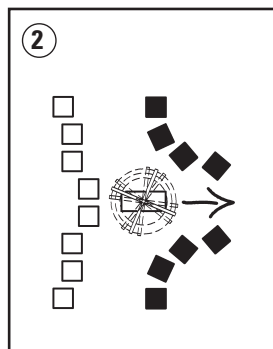
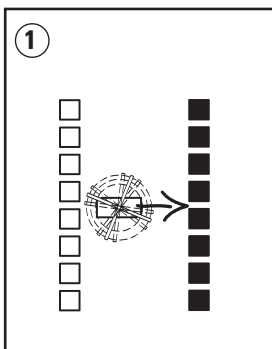
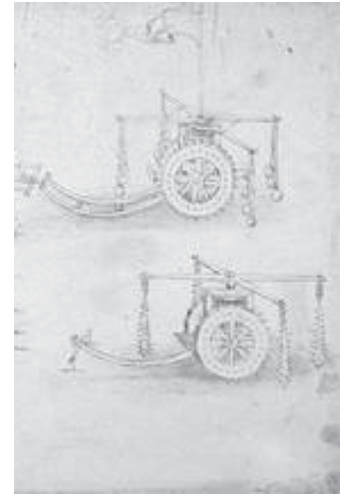
Volg nauwkeurig de instructies in de handleiding voor het spannen van de kabel. Zo wordt gegarandeerd, dat de katapult probleemloos werkt. Net als bij een slinger kun je hem het beste in ontspannen toestand bewaren. Anders worden de spanbogen permanent vervormd en verminderdt de spankracht.

■ De schermutselingen vonden meestal op het slagveld plaats. De vijandelijke troepen stonden daarbij in linies tegenover elkaar. De beste tactiek was om de linie op een bepaalde plaats te doorbreken en dan de tegenstander in de rug aan te vallen. Enerzijds kon men zich op die plaats slechter verdedigen en anderzijds moest men plotseling naar twee kanten toe vechten.



Voor het doorbreken van een verdedigingslijn was een strijdswagen ideaal. Want iedereen die zo'n wagen op zich af zag stormen, maakte direct plaats. Achter de wagen aan konden dan de eigen troepen door de opening stormen.

Strijdwagen



1 Oprukken

2 Doorbreken

3 Invallen

■ Leonardo had in de as, die de beide wielen met elkaar verbond, in kroonwieloverbrenging ingebouwd. Deze had de bijzondere eigenschap een draaibeweging ca. 90° af te buigen, in dit geval van een horizontale as in een verticale as. Daarbij had Leonardo tandwielen met een verschillende grootte gebruikt. Dit had tot gevolg, dat het toerental veranderde. Het aandrijvende grote tandwiel heeft 32 tanden en het aangedreven kleine tandwiel heeft slechts 10 tanden. Als het grote wiel eenmaal ronddraait, moet het kleine tandwiel in dezelfde tijd driemaal ronddraaien. Dat kan het kleine tandwiel alleen als het sneller draait, d.w.z. drie keer zo snel. Men noemt dat een overbrenging van 1 op drie of 1:3.

En precies dat versnellingseffect had Leonardo voor ogen. Want alleen als de rotor snel draait, ontstaat voldoende middelpuntsvliedende kracht om het zware gewicht weg te slingeren. De gevolgen van de middelpuntsvliedende kracht heb je zelf op je eigen lichaam gevoeld. Bijvoorbeeld als je in een zweefmolen zit, dan wordt het stoeltje naar buiten gedrukt, gelijktijdig wordt je opgetild en toch stevig in je stoel gedrukt.

Middelpuntsvliedende kracht, recht op de man

Stormladder

■ De stormladder werd ook wel muurdoorbreker genoemd, waarmee het doel van de ladder beter wordt beschreven. In de middeleeuwen was het een belangrijk wapen. Hiermee konden aanvallers een muur, een burcht of vesting bestormen, er door of overheen klimmen, de poort van binnenuit openen en de wachtende troepen binnenlaten.

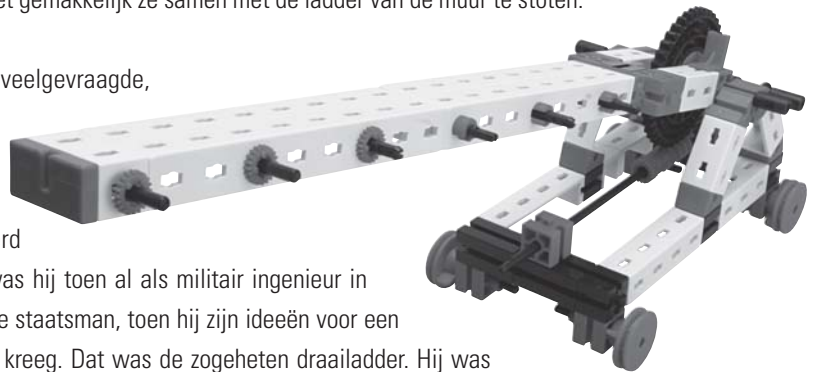


Zwaar, wiebelig en weinig belastbaar

■ Dat was de theorie. In de praktijk was het geen gemakkelijke onderneming. Bovendien waren de burchteigenaren hierop ingesteld. Daarom bouwden ze steeds hogere muren. De ladders moesten verlengd worden, waardoor ze nog zwaarder, wiebeliger en minder belastbaar werden. Door de geringe draagkracht mocht hij door niet te veel soldaten tegelijk worden beklommen. En als de bestormers van de muur werden ontdekt, was het gemakkelijk ze samen met de ladder van de muur te stoten.

De draailadder

■ Er was echter een veelgevraagde, geniale uitvinder genaamd Leonardo da Vinci, die ook bij dit probleem om raad werd gevraagd. Misschien was hij toen al als militair ingenieur in dienst bij een beroemde staatsman, toen hij zijn ideeën voor een bijzondere stormladder kreeg. Dat was de zogeheten draailadder. Hij was lang en stabiel. Er konden meerdere soldaten tegelijk omhoog klimmen en hij was traploos in de hoogte verstelbaar. Met de gemonteerde wielen kon hij snel naar de plaats van gebruik worden gereden en hij kon niet worden weggestoten.



Taak.

Ook al is Leonardo da Vinci al lang geleden gestorven, veel van zijn ideeën blijven voortleven of worden vandaag de dag opnieuw ontdekt. Zoals bijvoorbeeld de parachute. Ook het principe van zijn stormladder behoort tot deze categorie. Het idee leeft nog steeds voort en redt zelfs levens. Weet je hoe?

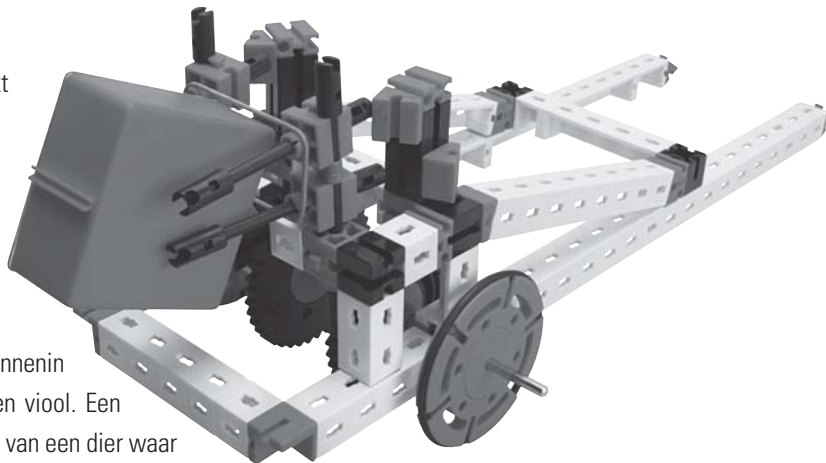


Oplissing van de schrijfwijze van Leonardo:

De draailadder zou het tweemaal zo gemakkelijk beklommen worden zonder te worden weggestoten.

■ De veelzijdigheid van Leonardo blijkt ook uit zijn muzikale vaardigheden.

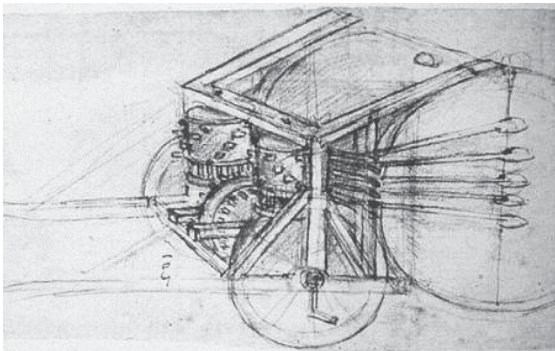
Hij componeerde opera's, organiseerde feesten met muzikoptredens, had zelf een uitstekende zangstem en ontwierp bovendien zelf muziekinstrumenten. De ene had toetsen zoals een piano, binnenin echter snaren en een boog zoals een viool. Een ander instrument zag eruit als de kop van een dier waar zich binnenin een *lier bevond. De meeste belangstelling had hij echter waarschijnlijk voor slaginstrumenten, want daarvan zijn veel ontwerpen.



Trommelwagen

■ De trommelwagen heeft Leonardo wellicht voor straatoptredens of parades bedacht. Misschien werd hij zelfs voor veldslagen gebruikt, om de vijand door het ongewone geluid bang te maken en in de war te brengen.

Krijgskunst



■ Bij het origineel was bijna alles van hout en de trommelslagers maakte gebruik van houten stokjes die vervangen konden worden. Zo konden verschillende ritmes gecreëerd worden.

Verstelbaar ritme

Taak:

Ook jij kunt je eigen trommelwagen „herprogrammeren“. Verplaats de hoekstenen naar de andere kant van de zwarte baksteen en verander zo de slagvolgorde van jouw trommelwagen.



Aanwijzing m.b.t. de werking: de trommelwagen is voor een bepaalde rijrichting geconstrueerd. D.w.z. niet schuiven zoals een duwkar, maar trekken zoals een koets.

Opmerking!

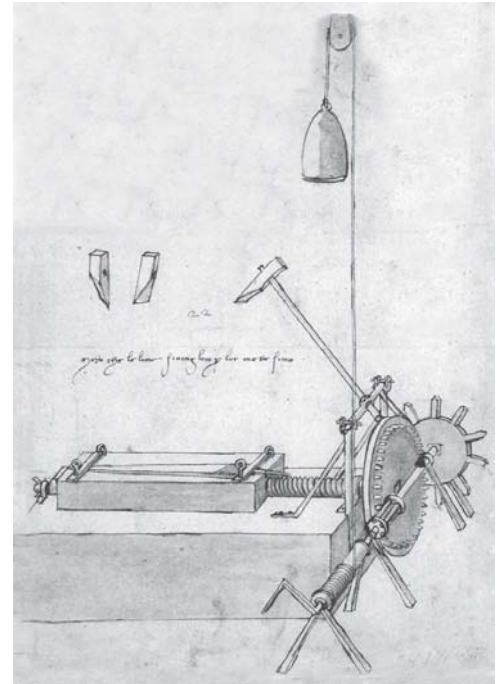
*Lier: een strijkinstrument, waarbij de snaren door een ingebouwd wiel worden aangeraakt, dat door een kruk wordt gedraaid.

De vijlenkapmachine

Machine starten

■ Bij deze machine is zelfs de tekening al een klein kunstwerk. Leonardo was niet alleen technicus of schilder, hij was beide.

De installatie kan geheel automatisch kerven in een onbewerkte vijl slaan. Sneller en nauwkeuriger dan een mens dat ooit zou kunnen. Zo werd een ingewikkeld arbeidsproces gemechaniseerd en geautomatiseerd. Tegenwoordig vormt dit de basis van de industriële productie. Verbazingwekkend, dat Leonardo dat niet alleen herkend, maar ook in de vorm van een machine omgezet heeft – en dat 500 jaar geleden!

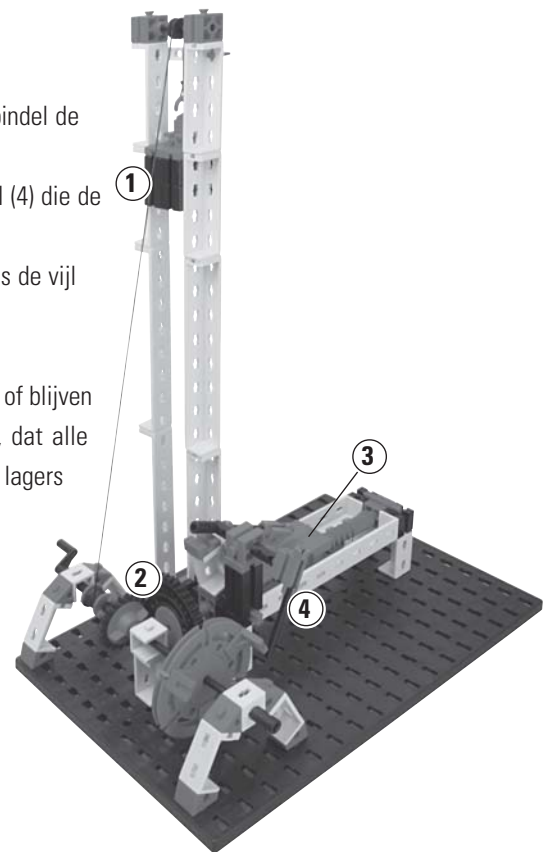


■ Vijlenkapmachine opwinden en starten: Het complexe systeem is vergelijkbaar met een uurwerk. Je moet het eerst „opwinden” door het gewicht naar boven te zwingelen.

Opmerking: de hamer daarbij a.u.b. iets optillen, zodat hij niet vasthaakt.

Laat je de kruk en de hamer los, dan loopt het „uurwerk” automatisch af.

- het gewicht (1) drijft de as via de draadspool aan.
- de as zet de twee systemen gelijktijdig in beweging:
 1. De kroonwieloverbrenging (2) verschuift m.b.v. de spindel de slede (3) waarop de vijl rust.
 2. Synchroon daaraan tikt het nokkenwiel op de hendel (4) die de vijlenhamer bediend.
- bereikt het gewicht aan de draad weer de grond, dan is de vijl klaar.



Wrijving verminderen door afstellen

Tip: als de hamers niet gelijkmatig slaan, maar stotteren of blijven hangen, dan kun je dat verhelpen door erop te letten, dat alle assen heel gemakkelijk draaien. Evt. de tandwielen en lagers afstellen. Een beetje voor- of achteruit – gewoon proberen. Als het dan zo heerlijk ratelt, bijna zoals een specht in het bos, dan heb je de vijlenkapmachine optimaal ingesteld.

Let ook op de instructies voor de ingebruikname van het model in de handleiding.

Taak:

Starten met „één druk op de knop“. Kun je de machine van Leonardo nog verbeteren? Bijv. door een veiligheidsmechanisme in te bouwen, waarmee de machine in opgewonden toestand blijft stilstaan en dan met één druk op de knop kan worden gestart?

Trefwoord: blokkeerpal (zie model kraan).



■ De Bosporus-brug:

Als universeel talent, kunstenaar en uitvinder schrok Leonardo da Vinci vrijwel nergens voor terug. Ook niet voor het feit, een grote brug over de Bosporus te bouwen! Bedacht in het jaar 1502, een indrukwekkend staaltje met een spanwijdte van 250 meter.

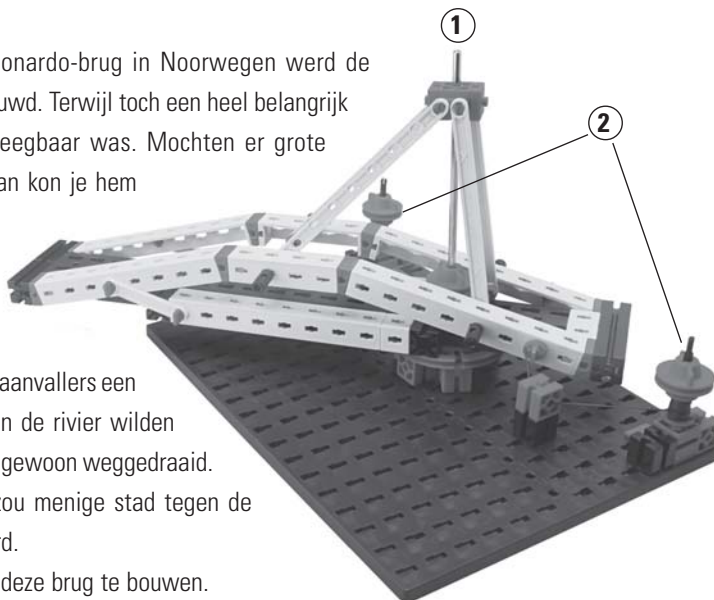


De Bosporus-brug in Noorwegen

De Turkse sultan Bajazet II, in wiens opdracht de brug eigenlijk gebouwd moest worden, zette de bouw van de brug over de Gouden Hoorn echter stop. Hij dacht dat het onmogelijk was, zo'n bouwwerk te realiseren. En zo bleven de geniale ontwerpen slechts schetsen! Tot 500 jaar later de Noorse koningin Sonja de Leonardo-brug met zijn houten constructie en karakteristieke draag- en steunbogen in het zuiden van Noorwegen opende!

■ De draaibrug:

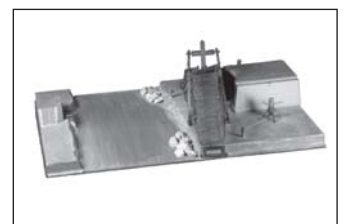
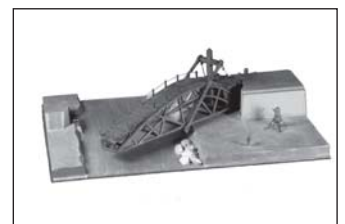
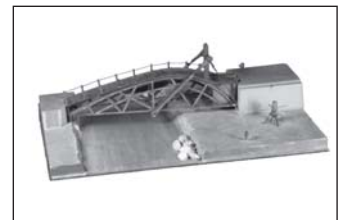
In tegenstelling tot de Leonardo-brug in Noorwegen werd de draaibrug helaas nooit gebouwd. Terwijl toch een heel belangrijk voordeel was, dat hij beweegbaar was. Mochten er grote schepen willen passeren, dan kon je hem gewoon naar de zijkant zwenken. Met kon de brug zogezegd in- en uitschakelen. In die oorlogszuchtige tijden was hij uiterst bruikbaar. Als aanvallers een stad aan de andere kant van de rivier wilden overvallen, had men de brug gewoon weggedraaid. Jammer maar helaas, het zou menige stad tegen de rooftochten hebben bewaard. Maar nu heb jij de kans om deze brug te bouwen.



- (1) Ophanging van de brug en draaiaxis in één.
- (2) In- en uitschakelen van de brug gebeurt m.b.v. kabellieren.

Draaibrug

500 jaar later





A series of horizontal dotted lines for writing, spanning the width of the page.