



**WETENSCHAPS  
KNOOPPUNTEN  
ZUID-HOLLAND**

partnership universiteiten  
Leiden - Delft - Erasmus

**TU**Delft

# Wielen, (ver)draaid handig!

---

Hands-on leren



Annemarie Looijenga



## Colofon

Het project 'Wielen, (ver)draaid handig' is ontwikkeld door Annemarie Looijenga, Montessori leerkracht in samenwerking met het Wetenschapsknooppunt TU Delft.

I: [www.wetenschapsknooppuntzh.nl](http://www.wetenschapsknooppuntzh.nl)

E: [wetenschapsknooppunt@tudelft.nl](mailto:wetenschapsknooppunt@tudelft.nl)

Het e-book is kosteloos te downloaden.



Tekst onder Creative Commons licentie: Naamsvermelding — Niet Commercieel — Gelijk Delen 3.0.  
Voor gebruik van de foto's neem contact op met Wetenschapsknooppunt Zuid-Holland | TU Delft

Februari 2017

# Wielen, (ver)draaid handig!

## **INHOUD**

Woord vooraf.....	4
Werkwijzer.....	6
Les 1 Kennismaken.....	8
Les 2 Uitproberen.....	10
Les 3 Alternatieve aandrijving en toepassingen uitproberen .....	12
Les 4 Zelf ontwerpen & maken.....	14
Afsluiting: tentoonstelling.....	14
Bijlage 1: Wheels at work .....	15

# Woord vooraf

Als mensen leren met zoveel mogelijk zintuigen, wordt er in hun brein uitgebreidere kennis opgeslagen dan wanneer alleen maar door horen of zien wordt geleerd, omdat meerdere hersengebieden worden benut bij de opslag van de kennis en met elkaar in verbinding worden gebracht. Je bereikt dit uitgebreide leren door, naast theoretische opdrachten, op hetzelfde leergebied praktische opdrachten aan te bieden. Het aantal verbindingen neemt nog meer toe door aan een praktische opdracht nog een extra element toe te voegen; een ontwerpelement, waarbij ze zelf een product mogen verzinnen en dat maken. Dit is niet alleen een effectieve manier van leren, maar ook een leuke, uitdagende manier van leren, omdat de focus ligt op mogelijkheden i.p.v. op een vast eindproduct.

Het project 'Wielen, (ver)draaid handig' is gericht op diepgaand leren via alle zintuigen uitgebreid met een ontwerpelement en is geschikt voor kinderen van groep 3 tot en met 5. Centraal staat een ontwerpopdracht die ik in mijn eigen klas heb uitgevoerd: het maken van een zelfbedacht, bewegend apparaat. Het project bestaat uit vier lesactiviteiten en een afsluitende tentoonstelling:

- > Les 1 (5 min) Mini-demonstratie
- > Les 2 (60 min) Eenvoudige apparaten met wielen uitproberen
- > Les 3 (60 min) Complexe apparaten uitproberen
- > Les 4 (60 min) Maken van een zelfbedacht bewegend apparaat
- > Tentoonstelling (40 min) bewegende apparaten

Steeds merk ik dat kinderen enthousiast worden van praktische ontwerpopdrachten. Hun enthousiasme heeft uiteraard een goede uitwerking op het leren, omdat de motivatie toeneemt. Omdat ik nieuwsgierig was of de motivatie nog meer kan toenemen, wilde ik graag het effect van optimale vrijheid van handelen op het gedrag van de leerlingen observeren. Onder optimale vrijheid versta ik de mogelijkheid voor de leerlingen om zelfbepalend aan te sluiten bij hun eigen persoonlijkheid, voorkennis en mogelijkheden.

Voor het project 'Wielen, (ver)draaid handig' heb ik een leersituatie ontworpen, waarin de kinderen daarvoor alle ruimte krijgen. Omdat een te vrije situatie overweldigend is, heb ik wel een duidelijk denk- en doekader aangebracht. Ik deed dit door in de eerste les een mini-demonstratie te geven, die de kinderen zelf (thuis) konden uitproberen, met daarbij een richtinggevende, gesloten vraag waar ze een antwoord op konden proberen te vinden. Deze mini-demonstratie gaf een gemeenschappelijk kader en inspiratie om samen na te denken, te praten en te ontwerpen.



Tijdens het testen van het project werkten veel kinderen samen en overlegden ze. Alle kinderen waren steeds druk en gericht bezig. Zelfs kinderen die niet makkelijk of helemaal niet uit zichzelf tot gericht handelen komen, deden dit nu wel. Uit wat ze maakten sprak veel kennis en inzicht over de werking van wielen en het overbrengen van beweging via touwtjes en wielen.

Uit de test bleek ook dat de meeste kinderen niet goed konden verwoorden wat ze aan het doen waren. De kinderen wezen en deden voor, als ik vroeg wat ze aan het maken waren en/of als ik vroeg over hoe het werkte, maar hadden geen passende woorden bij hun handelingen.

In deze handleiding is er daarom voor gekozen om de episode van hands-on leren te vergezellen van een episode van klassikaal benoemen en ordenen van de ervaringen om het leren te verdiepen en af te ronden. Hierdoor bouwt de klas als groep aan gezamenlijke taal om over de experimenten en de ontworpen apparaten te praten. Ook ontstaat hierdoor de gelegenheid om gezamenlijk een nieuw focus te bepalen. Dit focus kan dan als anker werken voor de handelingen die gaan komen. Daarom heb ik in deze handleiding de vooruitblik naar de volgende les uit mijn oorspronkelijke opdracht uitgebreid met een fase van gericht benoemen en ordenen van zojuist opgedane ervaringen.

In het project mogen de leerlingen allerlei apparaten uitproberen. Mijn beschrijving is een voorbeeld van een uitvoering. Uiteraard bepalen de mogelijkheden op uw school en de belangstelling van de kinderen de apparaten die u de kinderen aanbiedt. Dat geldt ook voor de organisatievorm; mij bevalt altijd een circuitvorm goed, maar dat kan bij u op school anders zijn. De grote apparaten, waarmee gespeeld en geëxperimenteerd kon worden, kunt u zelf maken uit eenvoudig te verkrijgen materialen en afvalmaterialen. Ze zijn nagebouwd uit "Wheels at work" van Bernie Zubrowski. De kleinere apparaten, gemaakt van K'nex, zijn verzonnen en gemaakt door oudere kinderen. Verder was er gereedschap uit de keukenkast en de gereedschapskast. Ook heb ik ideeën gevonden op internet, [www.encyclopedoe.nl/](http://www.encyclopedoe.nl/).



Het voorbeeld voor de kleine, zelf te vouwen papieren windmolentjes is daar gevonden. De doos met tandwielen en het kant en klare waterrad is spel materiaal voor de kleuters.

Ik wens leerkrachten veel creativiteit bij het verzamelen van geschikt onderzoeks- en speel materiaal en de leerlingen wens ik veel plezier en veel nieuwe ontdekkingen.

Annemarie Looijenga, Montessori leerkracht.

# Werkwijzer

In deze handleiding vindt u een aantal tips, die van pas kunnen komen bij creatief ontwerpen met leerlingen.

## De aard van het creatief ontwerpproces

Het bijzondere van een creatief ontwerpproces is dat dit ruimte biedt aan leerlingen én leraren om hun verbeeldingskracht te gebruiken. Het scheiden van het proces van het verzinnen van ideeën en het proces van het beoordelen van ideeën bevordert creativiteit. Verzinnen en tegelijk beoordelen stopt de ideeënstroom. Het wybertjesmodel laat goed zien hoe een creatief proces eruit ziet: divergeren (ideeën genereren) wordt afgewisseld met convergeren (ideeën concretiseren en verwoorden).

De leraar neemt de leiding en laat een voorbeeld zien van het opdoen van een nieuwe gewaarwording met een eenduidige focus. Het voorbeeld werkt structurerend en daardoor rustgevend. Vanuit de focus is het gemakkelijk om uit te waaieren en het onderwerp breed te verkennen. Omdat ordening zo belangrijk is voor het welbevinden, heeft het geen zin om te streven naar zoveel mogelijk ideeën. Hier geldt: Veel is al gauw té veel; less is more! Beter één goede focus van waaruit je veel gewaar kan worden, dan vluchtig veel bekijken met onduidelijke of wisselende focus.

## Voorbereiden activiteit

Dus de leraar begint. Hij/zij probeert te bedenken wat de essentie is van dat waar hij/zij de kinderen mee wil laten experimenteren en kennis over wil laten verzamelen. Dan brainstormt hij/zij met zichzelf of samen met collega's over verschillende mogelijkheden voor de vormgeving van introductie, inrichting leeromgeving en vragen voor de leerlingen. Uit die mogelijkheden kiest hij/zij dié, die het beste past bij de vaste gegevens:

- › De leerlingen en hun mogelijkheden, interesses en voorafgaande kennis (evt. verkent hij van te voren samen met de kinderen waar de interesses liggen).
- › De omgeving waarin de opdracht zich af moet spelen.
- › De beschikbare materialen.
- › De beschikbare tijd en plaats in het rooster.

Als hulpmiddel voor het selecteren kunnen ideeën geclusterd worden. De ideeën van de leraar voor de vormgeving van de opdracht worden vertaald naar concrete producten;

- › de demonstratie voor de leerlingen.
- › de opdracht tijdens de lessen.
- › de inrichting van de leeromgeving.
- › de essentie van het onderwerp, waar de leerlingen op kunnen focussen.

Dan is het zaak om al de benodigde materialen te verzamelen en te ordenen, zodat die geordend kunnen worden gepresenteerd aan de leerlingen. Voor les 1 is er een touw, een gewicht en een stevige kruk of trapje nodig.



Voor les 2 zoals ik het bedacht heb, is een kurketrekker nodig, een handboormachine, een set tandwielen, van K'nex gemaakte hijskranen, auto's, wielen met verschillende diameter, (die tegelijk draaiden met verschillende snelheid doordat ze verbonden waren), een kruk-as speelgoed, katrollen, touw, een of meerdere stoelen, een opwindas gemaakt volgens de tekeningen van Zubrowski.

Voor les 3 zijn er installaties van Bernie Zubrowski, zoals een windmolen, een waterrad en een muziek-apparaat nodig. Verder twee kleine waterwielen van weggoomateriaal en twee muziek-apparaten van K'nex. Ook konden de kinderen drie verschillende papieren molentjes vouwen, die door blazen gingen draaien.

Het is goed en leuk als de leraar zelf zijn eigen apparaten kiest en maakt of laat maken. Streef niet naar perfectie. Mijn ervaring is dat slecht werkende apparaten heel intrigerend zijn voor de leerlingen. Waarom werkt het niet, zou ik het beter kunnen? Het stimuleert het zelf experimenteren van de leerlingen.

Voor les 4 is er allerlei verbruiksmateriaal nodig, zoals kosteloos materiaal, touw, elastiek, plakband. Verder kunnen de opwind-as, het waterwiel, de katrollen en de K'nex door de kinderen worden gebruikt.

Voor de tentoonstelling is er een uitstalplek nodig.

Verder moeten er voor elke les plannen gemaakt worden over een tijdstip en een plaats. Eventueel moet die plaats van tevoren worden ingericht.

## Uitvoeren van de lessen

Hierna is het de beurt aan de leerlingen. Ze bekijken de kennismaking en denken na over de gesloten vraag. Misschien praten ze er onderling over, of thuis. Bewust en onbewust gaan ze met de vraag aan de slag. Voor de 2<sup>e</sup> les begint, hebben ze zich zo een beeld gevormd over een essentie van het onderwerp. Dat beeld gaan ze uitbreiden en verrijken tijdens de 2<sup>e</sup> les. Dit geldt ook voor de derde en vierde les.

Aan het einde van de les is het de beurt aan leraar en leerlingen samen. Ervaringen en ideeën worden geclusterd en besproken. Zo worden de ervaringen en ideeën benoemd en geordend. Deze ordening met bijbehorende gedeelde taal biedt een basis om samen plannen te maken voor de volgende les.

## De rol van de begeleider

De begeleider van een hands-on leerproces heeft een onopvallende maar belangrijke rol:

- › Hij/zij zorgt voor een zorgvuldig voorbereide omgeving, die uitnodigt en ruimte biedt aan experimenteren, maar tegelijk structuur geeft en niet overweldigend is.
- › Hij/zij laat leerlingen samenwerken en biedt zo gelegenheid naar elkaar te luisteren en elkaar uit te vragen.
- › Hij/zij zorgt voor een ordening, waaraan ervaring kan worden gekoppeld en van waaruit ervaring kan worden besproken.
- › Hij/zij bewaakt de ordening, door de aandacht daar steeds weer op te richten met behulp van vragen of anderszins.

## Indeling van deze handleiding

De eerste les duurt 5 minuten. De overige lessen duren 50 minuten tot 1 uur. Door de korte duur kan een les makkelijk ingepland worden. Niet alle lesonderdelen behoeven gedurende dit uur plaats te vinden; bespreken en vooruitzien kan ook op een ander moment plaatsvinden.

De lessen zijn steeds op dezelfde manier beschreven:

- › Lesopzet met tijdsindicatie.
- › Beschrijving van de verschillende onderdelen met afbeeldingen.
- › Verdieping. Hier vind je opmerkingen en/of varianten en/of achtergrondinformatie.

# Les 1 Kennismaken

## Lesopzet

1.1 Demonstratie: 5 minuten

1.2 Vooruitblik: 1 minuut

## 1.1 Demonstratie afgesloten met structurerende, gesloten vraag

### DOELSTELLING

De voorbereiding voor het mogelijk maken van een toekomstige ordening van ervaringen. Door de demonstratie met bijbehorende vraag wordt een essentie van het onderwerp als ankerpunt gebruikt. Met dit ankerpunt kunnen waarnemingen en ervaringen in de volgende lessen vergeleken worden.

### VOORBEREIDING

- > Alles voor de demonstratie staat geordend klaar.
- > Leerlingen zitten in een halve cirkel op de grond om het materiaal heen.

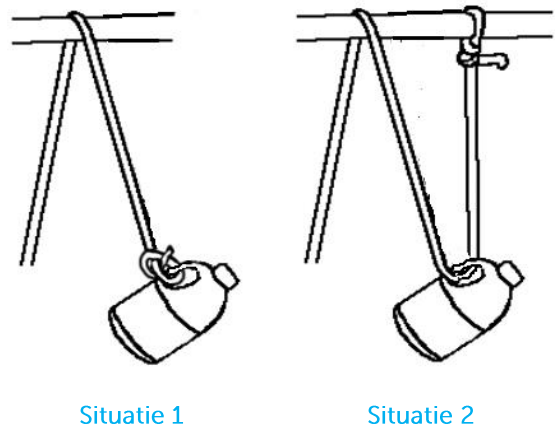
### BENODIGDE MATERIALEN

- > Touw
- > Gewicht
- > Stevige kruk of trapje

### UITVOERING (5 MINUTEN)

Leg een bezemsteel op twee verschillende tafels die ongeveer 1 meter van elkaar afstaan. Knoop een uiteinde van een touw aan het plastic melkpak (gevuld met zand) vast en leg het touw over de bezemsteel. Trek dan aan het touw het pak omhoog (situatie 1). U zegt: "Nou, dat is behoorlijk zwaar".

Dan herhaalt u de demonstratie maar u knoopt nu het uiteinde van het touw aan de bezemsteel vast en het andere uiteinde van het touw door het handvat van het melkpak. Leg het touw over de bezemsteel en trek dan aan het touw (situatie 2). U vraagt: "Voelt het pak tijdens het omhoog trekken nu lichter of zwaarder aan dan de vorige keer?"



## 1.2 Vooruitblik naar volgende les

Hierna vertelt u dat de volgende keer de kinderen -in circuitvorm- verschillende apparaten en speelgoederen mogen uitproberen, steeds denkend aan de vraag: "Wat maakt dat eenzelfde gewicht de ene keer lichter aanvoelt dan een andere keer?"

### VERDIEPING

Er kan ook een andere essentie van het onderwerp bewegende wielen/apparaten gedemonstreerd worden met een andere gesloten vraag. Bijvoorbeeld: Een klein tandwiel, dat een groot tandwiel aandrijft, met de hand ronddraaien. "Welk wiel draait sneller rond?". De leidende vraag tijdens het circuit wordt dan "Wat maakt dat het wiel sneller of langzamer draait?"



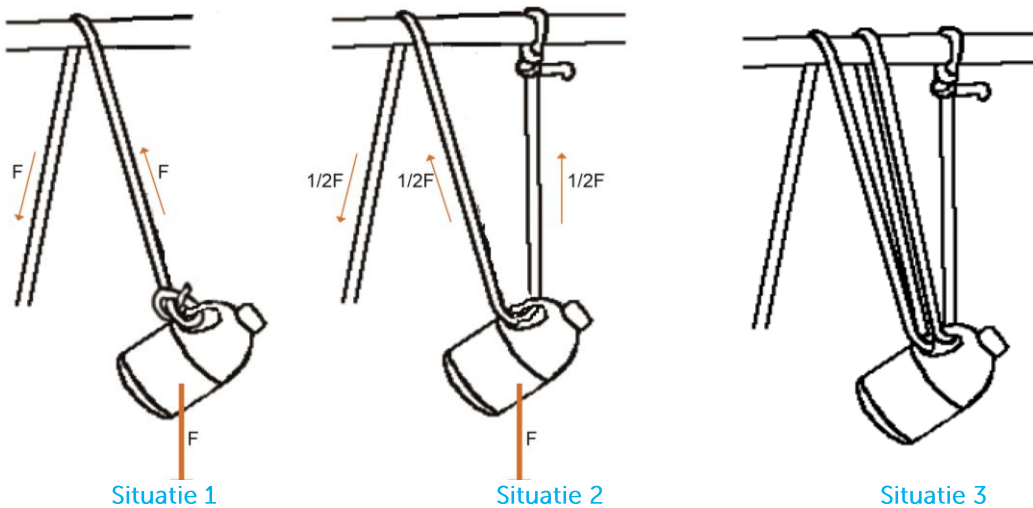
### 1.3 Achtergrondinformatie

Hoe zit het nu precies met het melkpak uit het voorbeeld? Hoewel het niet nodig is om deze theorie met uw leerlingen te behandelen, is het wel handig om als leerkracht te weten hoe het katrolsysteem werkt. Zo kunt u eventuele misconcepten van de leerlingen herkennen en daar samen met uw leerlingen verder onderzoek naar doen.

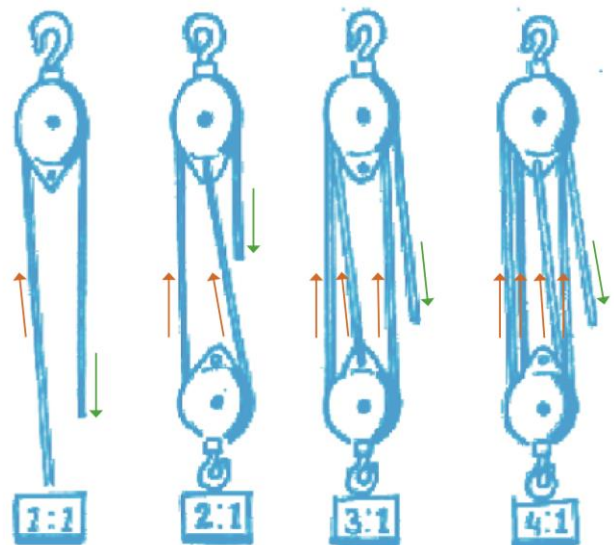
Door het touw te verbinden in situatie 2 via het handvat en de bezemsteel, creëer je een katrolsysteem. Hierdoor heb je in situatie 2 maar de helft van de kracht nodig om het melkpak omhoog te trekken. Dit komt omdat de kracht verdeeld wordt over twee stukken touw, zie ook de afbeelding hieronder. Om het pak omhoog te krijgen, moet je wel twee keer zoveel touw binnen halen.

In situatie 1 ervaar je ook dat het omhoog hijsen makkelijker gaat dan wanneer je het melkpak direct aan het touw omhoog zou tillen. Dat komt omdat de bezemsteel ervoor zorgt dat de richting van de kracht wordt veranderd en dat maakt het makkelijker om iets te hijsen. De benodigde kracht blijft echter gelijk!

Zou je het melkpak nog een keer door het handvat halen (situatie 3) dan wordt de kracht over vier stukken touw verdeeld. Hierdoor wordt de kracht die nodig is met een factor vier verminderd.



Een handige ezelsbruggetje is om het aantal stukken touw te tellen waar het gewicht aan hangt. Dat is de factor waarmee het gewicht wordt verminderd. Dus hangt het gewicht aan twee delen, dan is er de helft van de kracht nodig. Hangt het aan drie delen, dan is er nog maar een derde van de kracht nodig, etc.



# Les 2 Uitproberen

## Lesopzet

2.1 Circuit: 45 minuten

2.2 Benoemen en ordenen: 10 minuten

2.3 Vooruitblik: 1 minuut

## 2.1 Circuit met eenvoudige toepassingen van wielen (individueel of in groepjes)

### DOELSTELLING

- › Ervaringen opdoen met alle zintuigen. Verkennen van wielen en draaien.

### VOORBEREIDING EN BENODIGDE MATERIALEN

U zet installaties van Bernie Zubrowski (zie bijlage 1 voor uitgebreide toelichting en bouw instructies) in elkaar en laat ze uitvoerig testen door kinderen, zodat ze tijdens het circuit goed functioneren. Ik had gekozen voor een katrolinstallatie en een opwindapparaat. De apparaten bleken heel solide te zijn; de kinderen speelden er meer dan 200 keer mee, zonder dat ze stuk gingen.

Verder verzamelt u van allerlei huishoudelijke apparaten, gereedschappen, knutselwerk, speelgoed en van constructiemateriaal gemaakte modellen. Ik had een 'draai maar door' tandwielenset, een kurketrekker, een handboormachine, van K'nex gemaakte hijskranen, auto's, wielen met verschillende diameter, (die tegelijk draaiden met verschillende snelheid doordat ze verbonden waren), een kruk-as speelgoed.

- › Alles voor het circuit staat geordend klaar.
- › Leerlingen zitten in halve cirkel op de grond om het materiaal heen (maar komen nog niet aan de materialen!)

### UITVOERING (45 MINUTEN)

"Voelde het pak tijdens het omhoog trekken in het eerste geval lichter of in het tweede geval (via de bezemsteel en het handvat)?" U begint met de vraag te herhalen die u in les 1 gesteld hebt. Omdat het een simpele vraag is, komen er maar twee antwoorden. Het is wel interessant om te zien welk percentage kiest voor situatie 1 en welk voor situatie 2. Met handopsteken kunt u dat tellen. Aan het einde van deze les gaan we kijken of iedereen er nog hetzelfde over denkt.

Er zijn nog meer handige toepassingen van wielen (onderwijl demonstreert/toont u de verschillende apparaten kort). U kondigt aan dat aan het eind van de les de verschillende functies van wielen gezamenlijk zullen worden geïnventariseerd. Dan legt u even kort de gedrags- en omgangsregels tijdens het circuit uit. Deze zijn nodig om de kinderen voorzichtig met de verschillende materialen te laten werken en om een goede omgang met elkaar te waarborgen. Vertel ook dat ze samen mogen werken, dat dat zelfs heel leuk kan zijn.

Tijdens het circuit observeert u. U kunt wijzen (door vragen te stellen) op de verschillende verschijnselen die optreden tijdens het uitproberen. Ook kunt u helpen iets handiger te doen. Soms is het zinvol samenwerking met een andere leerling te adviseren. Als het nodig is, stelt u wisselgelegenheid in. Dat kan nodig blijken te zijn, omdat de kinderen steeds met hetzelfde spelen of omdat er kinderen zijn die graag iets willen uitproberen, maar niet aan de beurt komen.



## 2.2 Benoemen van functies van draaien en wielen en ervaringen aan de hand van deze functies ordenen (gezamenlijk)

De laatste 10 minuten van de les (of een ander moment na de les) zijn gereserveerd voor clusteren en benoemen van functies van wielen.

Begin met te vragen naar wat de kinderen het leukste vonden om te doen. (stemmen met handopsteking) evt. beurten geven om te benoemen "waarom?"

Daarna vraagt u wat de overeenkomst van de materialen was. (draaien, wielen). Hierna bespreekt u de verschillen. In welke materialen hebben de kinderen de functie 'geleiden' herkend. Hebben ze nog meer functies herkend? (beweging overbrengen, opwinden en schroeven). Welke verschillen? Zet de materialen bij elkaar, die bij elkaar horen qua functie volgens de kinderen. Hoe zou je dat verschil met een werkwoord kunnen benoemen? Zorg dat u de vier functies duidelijk op een grote kaart geschreven hebt en vraag bij welk werkwoord de respectievelijke kaarten passen. De kaarten worden bij de gegroepeerde activiteiten gezet.

Vier functies op een rijtje:

- › **Geleiden:** Katrol geeft de mogelijkheid om iets zwaars op te hijsen, maar ook om de trekrichting te veranderen.
- › **Beweging overbrengen:** Als een wiel verbonden is met een ander wiel door tandjes of touw of elastiek, gaan beide wielen draaien als je één wiel draait. (tandwielen, rupsbanden, voertuig verplaatst zich op wielen)
- › **Schroeven:** Door een draaiende beweging te maken, hoef je minder kracht te zetten. (schroef, boor, kurketrekker)
- › **Opwinden:** Een gewicht kun je makkelijk verplaatsen door er een touw aan vast te binden en dat touw op te winden om een spoel met een draaiende beweging.

## 2.3 Vooruitblik naar volgende les (gezamenlijk)

Vraag de leerlingen met welke materialen ze de volgende les nog eens willen experimenteren. Antwoordt met: "Deze komen de volgende les ook aan bod. Verder gaan we de volgende keer experimenteren met andere manieren, behalve handkracht, om wielen in beweging te zetten en met andere toepassingen van draaiende materialen, behalve geleiden/beweging overbrengen/opwinden/schroeven."

# Les 3 Alternatieve aandrijving en toepassingen uitproberen

## Lesopzet

3.1 Circuit: 45 minuten, individueel of in groepjes

3.2 Benoemen en ordenen: 10 minuten

3.3 Vooruitblik: 1 minuut

## 3.1 Circuit met complexe machines met als focus alternatieve aandrijving en alternatieve toepassing van draaiende voorwerpen

### DOELSTELLING

- › Ervaringen opdoen met alle zintuigen. Verkennen van alternatieve aandrijving en alternatieve toepassing van draaien.

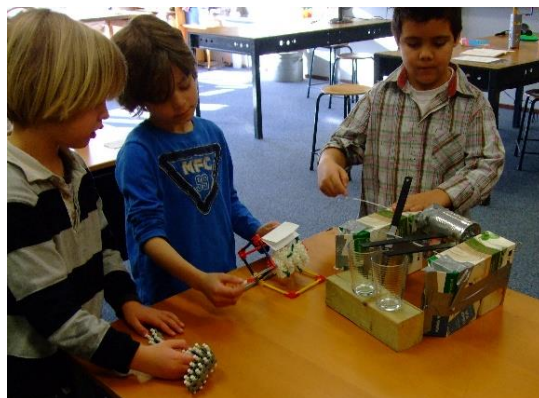
### VOORBEREIDING EN BENODIGDE MATERIALEN

U zet de installaties van Bernie Zubrowski in elkaar en laat ze uitvoerig testen door kinderen, zodat ze tijdens het circuit goed functioneren. Ik had gekozen voor een windmolen, een waterrad en een muziek-apparaat. Deze installaties waren gebouwd volgens het boek van Zubrowski. Op advies van testende kinderen voegde ik wat grappige details toe, die aandacht trokken. Een voorbeeld daarvan was een krokodil, die werd voortgesleept door een touw dat werd opgewonden door een waterwiel. Als de krokodil er niet aan had gezeten, hadden de kinderen niet opgemerkt dat het touw werd opgewonden, omdat ze zo druk waren met water gieten op het waterwiel. De apparaten bleken heel solide te zijn; de kinderen speelden er meer dan 200 keer mee, zonder dat ze stuk gingen. De rest had ik zelfgemaakt, twee kleine waterwielen van weggoomateriaal en twee muziek-apparaten van K'nex. Ook konden de kinderen drie verschillende papieren molentjes vouwen, die door blazen gingen draaien.

- › Alles voor het circuit staat geordend klaar.
- › Leerlingen zitten in een halve cirkel op de grond om het materiaal heen (maar komen nog niet aan de materialen!)

### UITVOERING (45 MINUTEN)

Vorige week hebben jullie verschillende functies van draaien en wielen onderzocht en ontdekt. Dat waren geleiden, beweging overbrengen, opwinden en schroeven. Deze les gaan we onderzoeken hoe we wielen in beweging kunnen brengen, behalve met onze handen en wat bewegende wielen nog meer voor mogelijkheden hebben. Ik heb voor jullie de materialen, waar je nog een keer mee wilde werken, ook weer neergezet. U kondigt aan dat aan het eind van de les de verschillende mogelijkheden om een wiel te laten draaien gezamenlijk zullen worden geïnventariseerd. Ook worden dan de verschillende toepassingsmogelijkheden geïnventariseerd. Dan herhaalt u kort de gedrags- en omgangsregels tijdens het circuit. Vertel ook weer dat ze samen mogen werken, dat dat zelfs heel leuk kan zijn.



Tijdens het circuit observeert u. U kunt wijzen (door vragen te stellen) op de verschillende verschijnselen die optreden tijdens het uitproberen. Ook kunt u helpen iets handiger te doen. Soms is het zinvol samenwerking met een andere leerling te adviseren. Als het nodig is, stelt u wisselgelegenheid in. Dat kan nodig blijken te zijn, omdat de kinderen steeds met hetzelfde spelen of omdat er kinderen zijn die graag iets willen uitproberen, maar niet aan de beurt komen.

### 3.2 Benoemen en ordenen van alternatieve wijzen van in beweging zetten en alternatieve toepassingen (gezamenlijk)

De laatste 10 minuten van de les (of een ander moment na de les) zijn gereserveerd voor het benoemen en clusteren van alternatieve wijzen van aandrijving van wielen en alternatieve toepassingen. Wat was het leukste? (stemmen met handopsteking) evt. beurten geven om te benoemen waarom.

Benoemen van wijzen van aandrijving (water, lucht, spierkracht, motor) en benoemen van wijzen van alternatieve toepassingen behalve de al bekende functies (geleiden/beweging overbrengen/opwinden/schroeven). Naamkaarten van de verschillende wijzen van aandrijving en van de verschillende toepassingen bij de materialen zetten.

### 3.3 Vooruitblik naar volgende les (gezamenlijk)

Volgende week mogen jullie zelf iets maken waarbij je geleiden/ beweging overbrengen/ opwinden/ schroeven/ geluid maken toepast en water, wind of handkracht gebruikt.



# Les 4 Zelf ontwerpen & maken

## Lesopzet

4.1 Materiaal bekijken: 5 minuten, individueel of in groepjes

4.2 Zelf maken: 40 minuten

4.3 Benoemen en ordenen 5 minuten

## 4.1 Uitgestald materiaal mag bekeken en gevoeld worden

### DOELSTELLING

- > Ervaringen opdoen met alle zintuigen.
- > Verkennen.

### VOORBEREIDING EN BENODIGDE MATERIALEN

Op een tafel ligt allerlei verbruiksmateriaal uitgestald (kosteloos materiaal, touw, elastiek, plakband). Verder staan de opwind-as, het waterwiel, de katrollen en de K'nex uitgestald. (de windmolen staat er niet bij, omdat deze in beweging gebracht moet worden door een föhn is hij ongeschikt voor zelfstandig werken).

## 4.2 Zelf wat maken (individueel of in groepjes)

### DOELSTELLING

- > Kennis over de gezamenlijk benoemde functies van draaien en wielen en de gezamenlijk benoemde aandrijvingsmogelijkheden omzetten in concrete producten.

### VOORBEREIDING EN BENODIGDE MATERIALEN

Gebruik hiervoor de materialen die zijn uitgestald bij 4.1.

### UITVOERING (40 MINUTEN)

De kinderen mogen alleen of in kleine groepjes zelf iets maken.

## 4.3 Benoemen en ordenen (gezamenlijk)

De laatste 10 minuten van de les zijn gereserveerd voor clusteren en ordenen. De naamkaarten van toepassingen (geleiden, beweging overbrengen, opwinden, schroeven, geluid) en de naamkaarten van de aandrijfmogelijkheden (wind, water, spierkracht) worden verdeeld over het lokaal neergezet. Hierna mogen de kinderen hun werkstuk bij de juiste benaming zetten. (Als er meerdere benamingen van toepassing zijn kan het werkstuk in het midden staan met pijlen of touwtjes naar de benamingen leidend). Het geheel wordt vastgelegd op foto.



# Afsluiting: tentoonstelling

Het is aan te raden om af te sluiten met een tentoonstelling van alle gemaakte werkstukken in les vier. Deze krijgen zo extra betekenis, vooral als ouders komen kijken.

De werkstukken kunnen het beste geordend worden gepresenteerd; geordend op aandrijving en toepassing met benamingen erbij. Zo komt de essentie van de onderzochte toepassingen van wielen goed tot uiting, evenals de manieren om de wielen aan het werk te zetten.

# Bijlage 1: Wheels at work

Uitgebreide toelichting en bouw instructies van de installaties van Bernie Zubrowski.

## Wheels at work

### Katrol

Stel je eens voor dat je een zware piano een verdieping omhoog moet tillen. Hoe zou het zijn om deze piano de trap op de tillen? Als je de piano met een paar katrollen omhoog hijst, gaat dit een stuk makkelijker.

Om uit te vinden wat katrollen doen kan je ze op verschillende manieren testen. Hier gebruiken we verschillende katrollen voor. Omdat het leuker is om met zwaardere gewichten te testen, kan je het beste katrollen kopen bij de bouwmarkt en niet bij de speelgoedwinkel.

Materiaal:

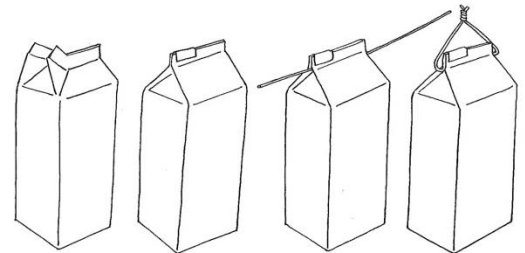
- Katrollen
- lege melkpakken (vla of sap) of andere bakjes/zakjes die als gewichten gebruikt kunnen worden.
- Zand of ander materiaal om deze te vullen
- stukken stevig metaal draad van ongeveer 20cm
- Tape
- Nietmachine
- Tang om het metaal draad te buigen
- Handschoenen

*Stap 1:*

Vul de lege pakken met zand of iets anders wat het pak zwaarder maakt.

*Stap 2:*

Maak de pakken aan de bovenkant dicht met plakband of nietjes, zodat er geen zand uit lekt.



*Stap 3:*

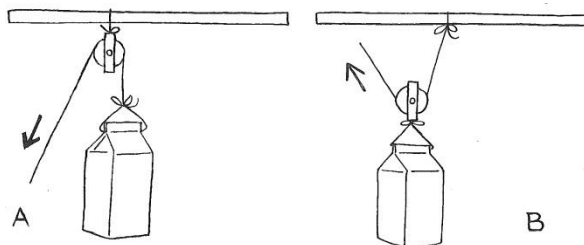
Haal het metaal draad door de bovenkant van elk pak. Dit wordt het handvat/ haakje om het pak aan op te tillen. Buig het metaal draad aan beide zijden naar boven om en draai dit aan elkaar.

Als je met de gewichten aan de slag gaat is het handig om handschoenen bij de hand te hebben, een touw dat snel tussen je handen door gaat kan flink pijn doen.

### Experimenteren met katrollen

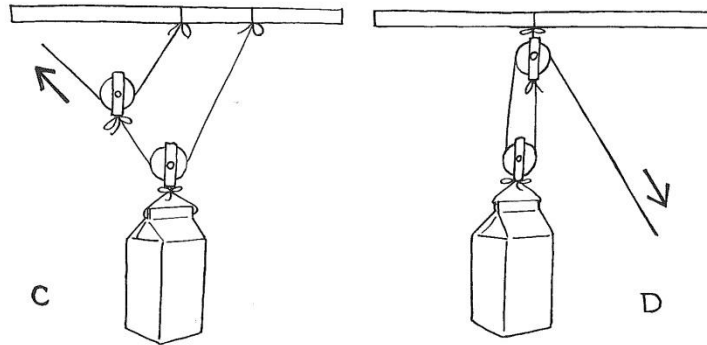
Voordat je met de experimenten kan beginnen moet je eerst een goede plek vinden waar je de katrollen op kunt hangen. Dit kan bijvoorbeeld aan een stok, die je tussen twee stoelen of tafels legt.

Er zijn verschillende manieren om met een enkele katrol een gewicht op te tillen. Probeer de manieren die op het plaatje staan eens. Met welke manier krijg je het gewicht makkelijker omhoog??



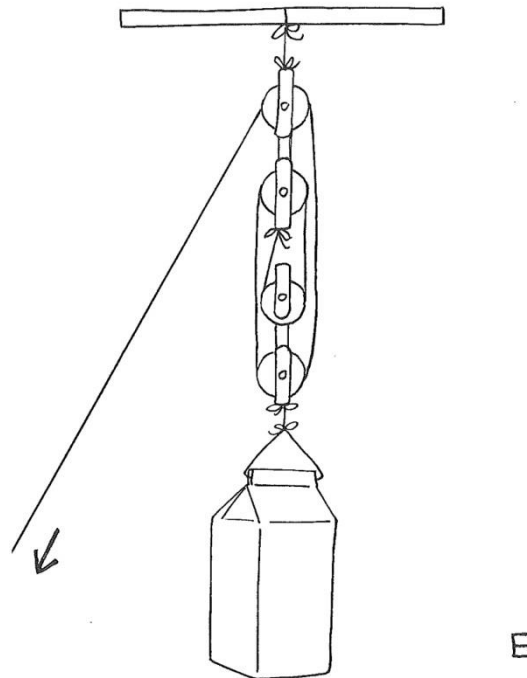


Als je met twee katrollen werkt, kan je dit ook op verschillende manieren doen. Welke van deze manieren gaat makkelijker? En is het nog makkelijker om iets op te tillen als je twee katrollen gebruikt?



Hang twee sets van twee katrollen boven elkaar en haal het touw er doorheen zoals op de afbeelding hieronder.

Maakt deze constructie het nog makkelijker om gewichten te tillen? En hoeveel gewicht zou je hiermee kunnen tillen?



## Windas

### Materiaal:

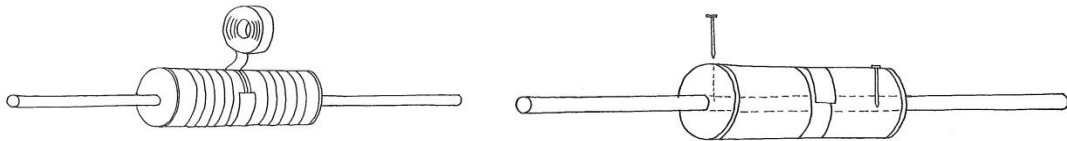
- Bezemsteel of stok van ongeveer een meter lang met een diameter van 2,5cm
- Stok van 60 cm met een diameter van 0,6 cm
- 2 koffie blikken met een plastic deksel van 250 gram
- 2 spijkers 5 cm
- 2,5 meter aan stevig touw

### Stap 1:

Doe de plastic deksel van het koffie blik op de onderkant van het blik. Zoek het midden van de deksel en maak met een spijker een gat door de deksel en onderkant van het koffie blik. Pak een grotere stok met een punt en duw deze door het gat heen om het gat groter te maken. Zorg dat het gat groot genoeg is om de lange stok door te schuiven. Doe dit ook met het tweede blik.

### Stap 2:

Schuif de stok door beide blikken, de blikken met de opening naar elkaar toe. Plak de blikken met tape stevig aan elkaar vast.

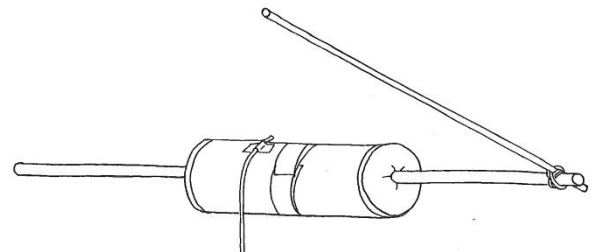


### Stap 3:

Sla twee lange spijkers door de blikken. De spijker moet lang genoeg zijn om het blik met de stok te verbinden.

### Stap 4:

Bindt met een elastiek het smallere stokje aan een uiteinde van de stok met de blikken. Plak of bindt dan het uiteinde van het touw aan de blikken.



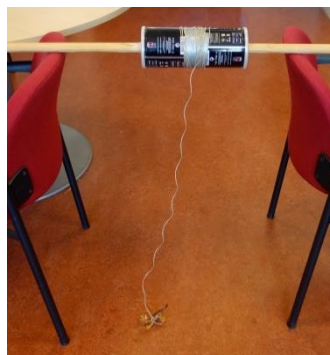
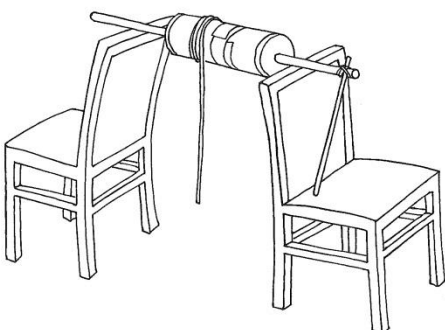
### Stap 5:

Leg je prototype op de rugleuning van twee stoelen of tussen twee tafels en ga aan de slag. Gebruik hier de gewichten van het katrol experiment.



## Experimenteren met een windas

Maak een van de gewichten(melkpakken) aan het vrije uiteinde van het touw. Draai met het kleine stokje de hele constructie en til zo het pak op.



## Waterrad

Experimenteren met een miniatuur waterrad kan super leuk zijn. Je kan het wiel laten draaien met water zodat je ingewikkelde en zware constructies kan optillen. Dit model hoeft je niet van hout of metaal te maken, plastic borden en bekertjes doen het net zo goed!

Materiaal:

- 4 plastic borden (steviger dan standaard wegwerp bordjes, liefst wel met een opstaand randje)
- Maximaal 24 plastic bekertjes (stevige wegwerp bekertjes)
- Plastic buisje van een balpen
- (Naaimachine spoeltjes (moet een balpen doorheen kunnen), of iets wat zorgt dat het wiel niet van de as af draait.)
- Tape
- Touw
- Spijker
- Schaar

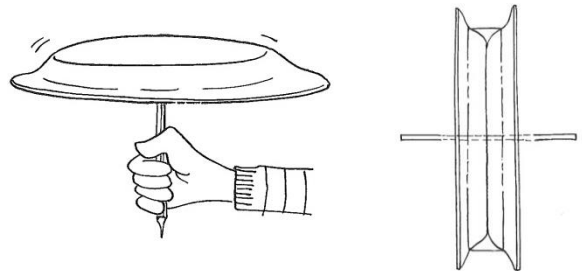
*Stap 1:*

Maak een gat, van ongeveer een halve centimeter in diameter, in het midden van elk bord.

Tip, Je kan het midden van een bord of koffie blik vinden door te zoeken naar de plek waar het bord op een potlood blijft balanceren.

*Stap 2:*

Plaats twee borden met de onderkant tegen elkaar en duw de stift van de balpen door de gaten. Herhaal dit voor de andere twee borden.



*Stap 3:*

Plak elke set borden aan elkaar.

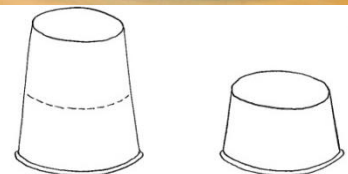
*Stap 4:*

Snij 6 van de plastic bekertjes doormidden, bewaar de bovenkant



*Stap 5:*

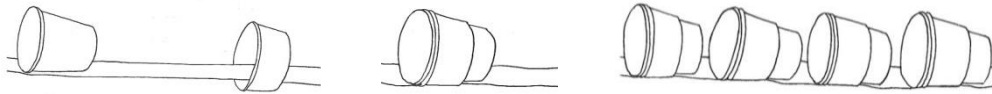
Scheur een stuk tape van 65cm af. Plak een bekertje in de lengte richting aan het tape vast. Doe daarna het tape door een van de halve bekertjes. Schuif door tot deze om de hele beker heen zit, hierdoor



zitten de bekertjes steviger



vast.

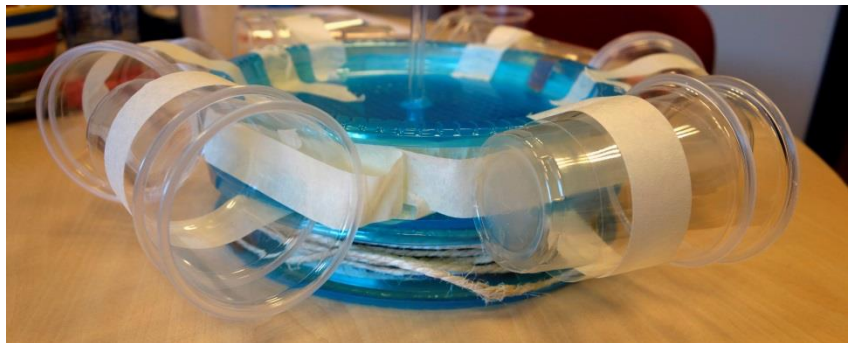
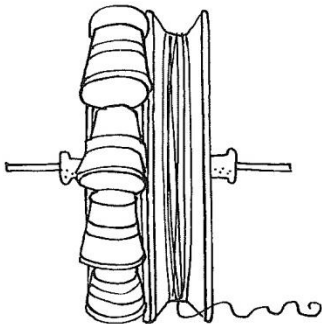
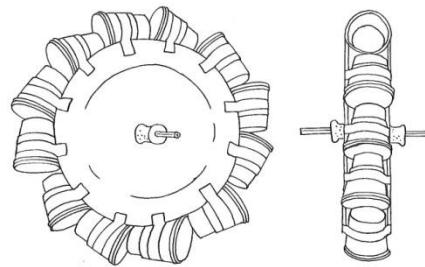


*Stap 6:*

Doe hetzelfde met de andere 11 bekertjes, zorg dat ze ongeveer 1,5 centimeter van elkaar af zitten.

*Stap 7:*

Vouw het stuk tape met de bekertjes om de rand van een van de bordensets. Zorg dat je elk bekertje apart vast maakt aan de buitenkant van de bordes.



*Stap 8:*

Duw beide bordensets tegen elkaar aan over het buisje. Zet ze met tape aan elkaar vast zodat ze als 1 wiel draaien.

*Stap 9:*

Plak het begin van ongeveer 6 meter touw aan het lege wiel en wikkel een deel eromheen.

### Voor de opstelling

- 2 koffie blikken, of gewone blikken
- Zand/ stenen op de blikken te vullen
- 2 stokken van 60 cm (2,5 cm diameter)
- 10 dikke elastieken
- Stuk stevig metaal draad van 45cm (oude kleding hanger)
- Plastic buisje van een balpen
- Zaag
- Twee katrollen die op afstand gehouden worden, of 1 enkele
- Spijkers

### Stap 1:

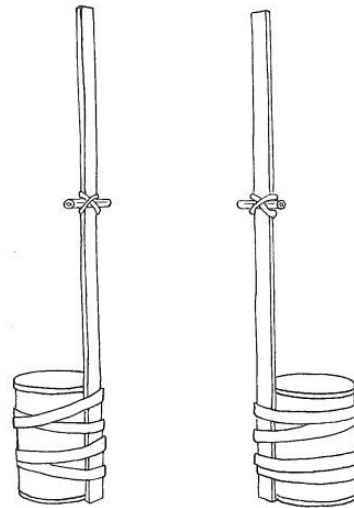
Bevestig een stok van 60cm verticaal aan een koffieblik. Wikkel 3 of 4 dikke elastieken strak rond het blik en zet de stok zo vast. Let erop dat de blikken gevuld zijn met zand of stenen, anders vallen ze gelijk om.

### Stap 2:

Zaag een van de plastic balpen buisjes doormidden. Maak 1 van deze 2 helften op ongeveer 30cm hoogte, horizontaal aan de stok vast met een dik elastiek. Herhaal deze stappen voor de andere stok.

### Stap 3:

Plaats de blikken aan de buitenzijdes. Schuif het wiel met de bekertjes en het touw over de metalen draad heen. Steek het metaal draad door het buisje van de balpen. Zorg ervoor de het wiel een stukje boven de grond hangt.



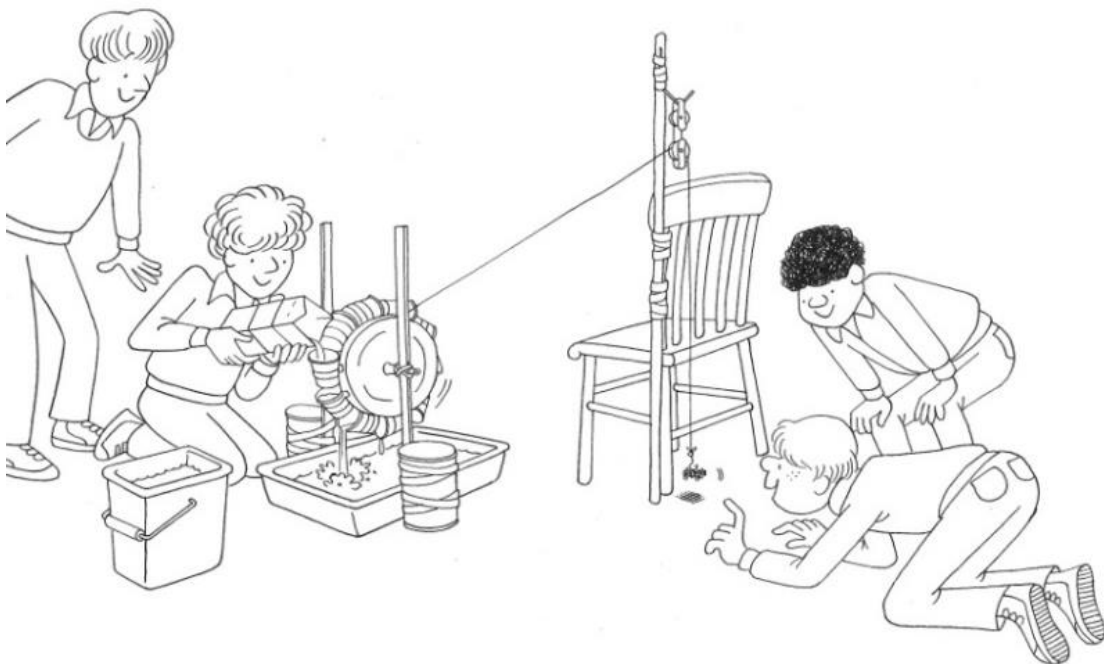
*Stap 4:*

Voordat we het experiment kunnen uitvoeren moeten we nog een paar dingen klaarzetten.

Hang 1 van de katrollen over een stoel of aan een haakje in de buurt. Haal de draad door de katrol en laat het uiteinde op de vloer hangen. Als laatste kan je een gewichtje maken door een aantal spijker bij elkaar te binden met een elastiekje.

Om het wiel te laten draaien giet je water (of een aantal knikkers) in de bekertjes.

(op de afbeelding kan je zien hoe de laatste stap werkt.)



## Windmolen

Materiaal:

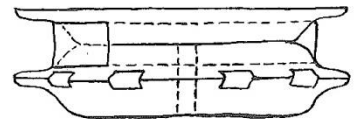
- 4 plastic borden (steviger dan standaard wegwerp bordjes, met een opstaand randje)
- Stuk stevig metaal draad van 40cm (oude kleding hanger)
- Leeg melkpak (vla of sap), of een stuk stevig karton waar je dit uithaalt, dit kan van muesli, of cornflakes pakken zijn.
- Plastic buisje van een balpen, 2,5cm
- Tape
- Spijker
- Schaar

*Stap 1:*

Pak 4 borden. Zoek het midden van het bord. Maak hier een gat in dat net groot genoeg is om een metaal draad doorheen te schuiven. Herhaal dit bij de andere drie borden.

*Stap 2:*

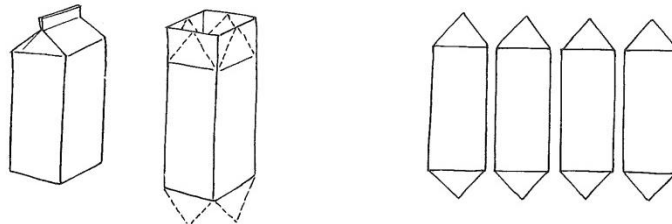
Plak 3 borden aan elkaar zoals op het plaatje. Zorg ervoor dat de gaten goed boven elkaar zitten.



*Stap 3:*

Knip een (melk)pak in vieren, zo dat je 4 stukken hebt, met een driehoek aan beide uiteindes.

(Je kan dit ook uit karton snijden, maar dan moeten de 3-hoekige uiteindes wel omgevouwen worden.)



*Stap 4:*

Neem het plasticbuisje van een balpen, houdt dit onder de 3 aan elkaar geplakte borden. Schuif het gebogen stuk metaal draad van 40 cm door het buisje en de borden. Dit is de as.



*Stap 5:*

Plak de 3-hoekige flappen van een zijde van de 4 kartonnen stukken aan het bovenste bord op de as. Doe daarna het 4<sup>e</sup> bord boven op de stukken karton op de as en plak deze vast.

Voor de opstelling, deze is hetzelfde als bij het waterrad

- 2 koffie blikken, of gewone blikken
- Zand/ stenen op de blikken te vullen
- 2 stokken van 60 cm (2,5 cm diameter)
- 10 dikke elastieken
- 2 stukken stevig metaal draad van 45cm (oude kleding hanger)
- Plastic buisje van een balpen
- Zaag
- Spijkers
- Föhn

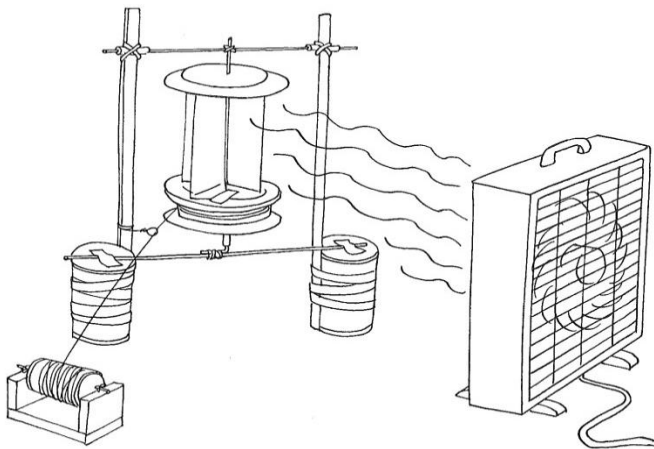
*Stap 1:*

Je kan de opstelling met de blikken van het waterrad gebruiken of deze nogmaals bouwen.

Plaats de blikken aan de buitenzijdes.

Steek het metaal draad door het buisjes van de balpen. Zorg ervoor dat deze boven aan de stokken zitten. Bindt de bovenkant van de as met een elastiek aan deze horizontale draad vast.

Plak het tweede stuk metaal draad aan beide blikken vast. Als laatste bind het gebogen stuk van de as aan deze horizontale draad vast. Nu kan je gaan testen!



*Oorspronkelijke tekst uit; Wheels at Work, building and experimenting with models of machines.  
Geschreven door Bernie Zubrowski en geïllustreerd door Roy Doty.*

Wheels at work 1, 2.23 min

[https://www.youtube.com/watch?v=V\\_52QrmFTfI](https://www.youtube.com/watch?v=V_52QrmFTfI)

Wheels at work 2, 1.24 min

<https://www.youtube.com/watch?v=Myt4n4AqUgA>

Wheels at work 3, 6.40 min

[https://www.youtube.com/watch?v=GNnX8uatrC4&feature=youtube\\_gdat](https://www.youtube.com/watch?v=GNnX8uatrC4&feature=youtube_gdat)



## Boodschappenlijst om bovenstaande te bouwen

### Gamma:

- 1 Bezemsteel 0,9m\* 2,5cm
- 4 stokken van 60 cm (2,5 cm diameter)
- 1 stok van 60 cm \* 0,6 cm
- 2 spijkers 5 cm
- 10+ meter aan stevig touw
- Touw
- 4+ spijkers
- Tape, schilders tape en ductape
- Twee katrollen
- (2x Twee katrollen die op afstand gehouden worden)

### Hema:

- 8 plastic borden (steviger dan standaard wegwerp bordjes, met een opstaand randje)
- 12-24 plastic bekertjes (stevige wegwerp bekers)
- 4 Buisje/stift van een balpen
- 2 Naaimachine spoeltjes (moet een balpen doorheen kunnen)

### Algemeen/zelf verzamelen

- 10 dikke elastieken
- 4 stukken stevig metaal draad van 45cm (oude kleding hanger)
- 3 stukken stevig metaal draad (oude kleding hanger)
- Zand/ stenen op de blikken te vullen
- 2 koffie blikken met een plastic deksel van 250 gram
- 4 koffie blikken, of gewone blikken
- Lege melkpakken (vla of yoghurt), of een stuk stevig karton waar je dit uithaalt, dit kan van muesli, of cornflakes pakken zijn.