



Werkbladen  
In NEMO

# Ontwerpen in NEMO

Inspiratie & Verdieping

PABO

Naam

---

School

---

Klas

---

# SCIENCE MUSEUM

# Ontwerpen in NEMO

## Informatie bij dit lesmateriaal

In NEMO Science Museum draait alles om ervaren. Soms is de ervaring fysiek, soms zintuiglijk, soms cognitief, maar altijd onuitwisbaar. NEMO gebruikt deze interactieve buitenschoolse leeromgeving om enthousiasme te wekken voor wetenschap en techniek bij een breed publiek, waaronder leerkrachten en leerlingen. Dit lesmateriaal over ontwerpend leren is speciaal ontwikkeld voor (toekomstige) leerkrachten.

## De tweede verdieping, *Technium*

De tweede verdieping van NEMO staat in het teken van techniek en technologie. Alles wat door mensen wordt gemaakt is techniek, het is overal om ons heen. De kleding die je draagt, je fiets, je smartphone ... Techniek is zo vanzelfsprekend dat we het bijna niet meer zien. In de tentoonstelling ga je op onderzoek uit en ervaar je hoe de mens technologie ontwerpt, maakt en gebruikt om de wereld te veranderen. Er is ook aandacht voor hoe techniek en technologie ingezet (kunnen) worden voor een gezondere en duurzamere wereld.

In de tentoonstelling komen onderwerpen aan bod als *Energie en duurzaamheid*, *Constructies en overbrengingen*, *Machines en programmeren* en *Ontwerpen en maken*.

## Hoe gebruik je dit lesmateriaal?

Het lesmateriaal bestaat uit vijf werkbladen. Je gaat bij ieder werkblad naar een andere exhibit (tentoonstellingsonderdeel) en maakt daar de opdracht. Als je een exhibit niet kunt vinden, kijk dan op de plattegrond op pagina 6. De werkbladen volgen de stappen die horen bij de ontwerpcyclus: verken, ontwerp, maak, test & verbeter. De leerlijn van ontwerpend leren staat ook op pagina 4. *Bij Jij als leerkracht* bedenk je hoe je het onderwerp van de opdracht in de klas kunt aanbieden. Tot slot vind je achterin *Achtergrondinformatie*. Hier vind je aanvullende informatie over de exhibits en de wetenschap erachter.

Veel plezier in NEMO!

# Inhoud

## Werken met het NEMO lesmateriaal

Leerlijn Ontwerpend Leren

04

In NEMO

## Werkbladen *Ontwerpen in NEMO*

05

## Meer informatie

*Achtergrondinformatie bij Ontwerpen in NEMO*

16

## TIP

NEMO heeft een ruim educatief aanbod voor zowel in NEMO als in de klas. Wil je meer weten over dit gratis materiaal, kijk dan op onze website: [www.nemosciencemuseum.nl](http://www.nemosciencemuseum.nl)

© 2018 NEMO Science Museum

Deze uitgave is ontwikkeld door het NEMO Science Learning Center, het expertisecentrum van NEMO op het gebied van leren over wetenschap en techniek.

Het is toegestaan om dit materiaal of delen daarvan te kopiëren en te distribueren, maar alleen als dat zonder winstoogmerk is en de herkomst van het materiaal goed is aangegeven.

Fotografie DigiDaan

Illustraties Henk Stolker

NEMO Science Museum t +31 (0) 20 531 32 33

Oosterdok 2 info@e-nemo.nl

1011 VX Amsterdam

Postbus 421 nemosciencemuseum.nl

1000 AK Amsterdam nemokennislink.nl

# Werken met het NEMO lesmateriaal

## Leerlijn *Ontwerpend Leren*

In dit lesmateriaal maken we gebruik van de didactiek *Ontwerpend leren*. NEMO onderscheidt daarin vijf stappen, die we in het lesmateriaal aangeven met een pictogram. In de tabel staan alle stappen, met pictogram en uitleg.

Pictogrammen

Stappen van ontwerpen

---



### Probleem of wens

- Het probleem dat, of de wens die centraal staat.



### Verken

- Verkennende activiteit over het onderwerp, bijvoorbeeld een brainstorm.
- Activeert al bestaande kennis of introduceert nieuwe kennis.



### Ontwerp

- Ideeën voor het ontwerp bedenken.
- Het ontwerp tekenen.



### Maak

- Het ontwerp maken.



### Test en verbeter

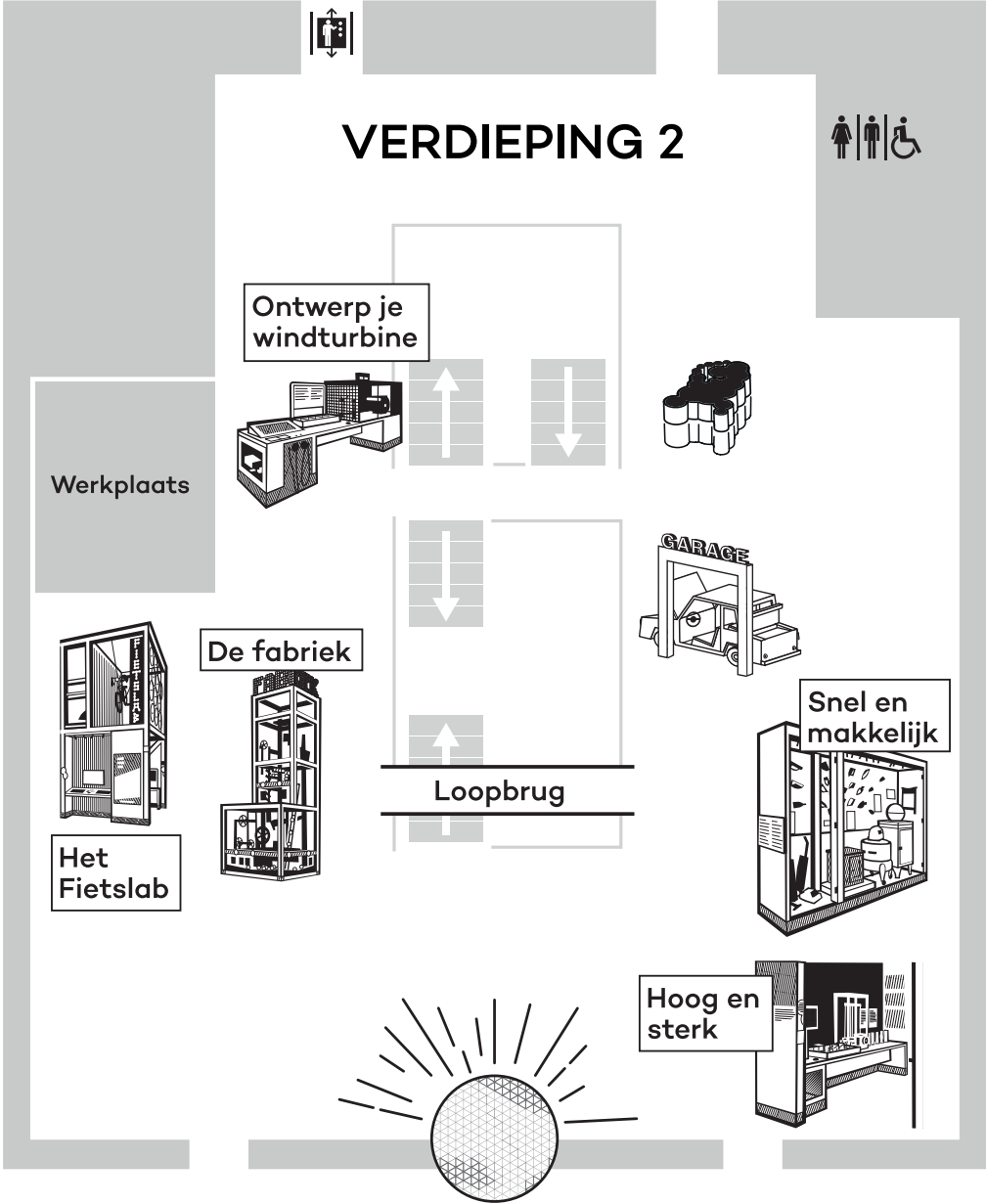
- De gemaakte oplossingen voor het probleem of de wens testen en verbeteren.
-

# Ontwerpen in NEMO



Werkblad 1 <i>Het Fietslab</i>	07
Werkblad 2 <i>Snel en makkelijk</i>	08
Werkblad 3 <i>Hoog en sterk</i>	09
Werkblad 4 <i>Ontwerp je windturbine</i>	11
Werkblad 5 <i>De Fabriek</i>	13

# Plattegrond van Technium



# 1 Het Fietslab

Je bent op de tweede verdieping van NEMO, *Technium*. Het gaat hier over techniek en technologie: alles wat mensen maken. Als mensen dingen maken, dan volgen ze vaak de stappen van de ontwerpcyclus.

Ga naar *Het Fietslab*. Je kun hier op vier plekken ontdekken hoe je een fiets ontwerpt, maakt, test en verbetert.



## Verken

Probeer deze 3 exhibits uit en zet een kruisje als je klaar bent.

- Passend ontwerp
- Terug naar de tekentafel
- Wat is een fiets?

Wat ben je te weten gekomen?

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_



## Ontwerp

Ga nu naar het onderdeel *Teken een fiets* en teken een fiets.



## Maak, test en verbeter

Kun je fietsen op jouw fiets?

- Wat gebeurt er als je gewicht op je zadel zet? Is de fiets stevig genoeg om op te zitten?
- Is je ketting verbonden met de wielen?

Wat kan je nog verbeteren?

\_\_\_\_\_

## Jij als leerkracht

Bij *Het Fietslab* kan je het onderwerp 'fiets' verkennen.

Hoe zou je op een prikkelende manier een les over het onderwerp fiets aan jouw stagegroep kunnen geven?

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

## 2 Snel en makkelijk

Ga naar de exhibit *Snel en makkelijk*.

Je ziet hier apparaten die ons leven in huis makkelijker maken. Welk apparaat zou je het meest missen als het er niet was?

---

Welk probleem lost dat apparaat op?

---

Hoe losten ze dat probleem vroeger op, toen het apparaat nog niet bestond?

---

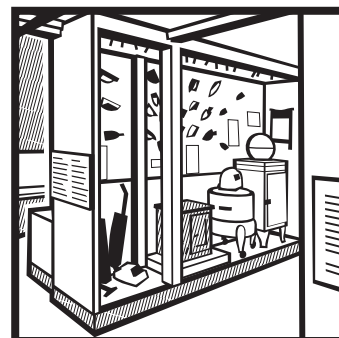
Hoe lossen we dat probleem in 2050 op? Teken jouw ontwerp.

Stel je voor: jij bent ontwerper en je mag iets veranderen om het apparaat duurzamer te maken. Wat zou jij verbeteren? Hoe?

Materiaal: \_\_\_\_\_

Energieverbruik: \_\_\_\_\_

Zelfbedachte oplossing: \_\_\_\_\_





# 3 Hoog en sterk

Ga naar de exhibit *Hoog en sterk*.

Bouw de toren zoals op het plaatje. Druk dan op de testknop.



## Probleem

Wat is het probleem dat je bij deze exhibit gaat oplossen?

---



---



## Verken

Bekijk de materialen.



## Ontwerp

Bedenk hoe je het gebouw kunt verstevigen met latjes.  
Teken je ontwerp in het plaatje van de toren.



## Maak

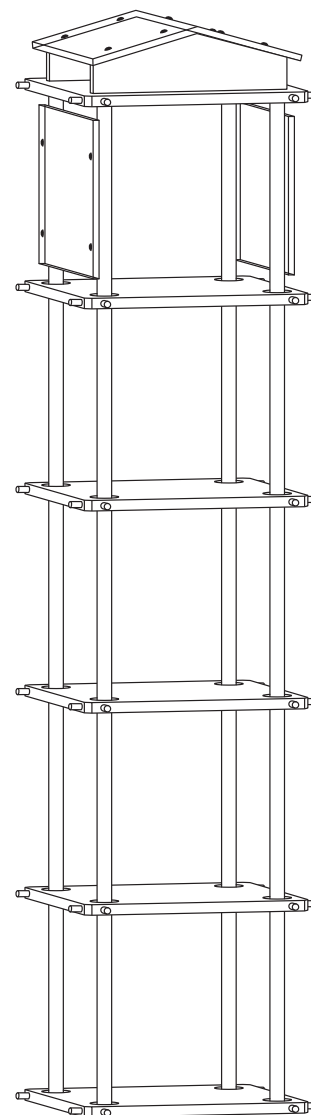
Volg je ontwerp en plaats de latjes.



## Test en verbeter

Gebruik de testknop en test of je ontwerp werkt.  
Zo niet, pas je ontwerp aan en test opnieuw.

Hoe blijft de toren stevig met zo min mogelijk materiaal?  
Welke latjes heb je echt nodig? Omcirkel ze in je ontwerp.



## Jij als leerkracht

Een driehoek is de sterkste vorm. Het is de enige vorm die niet verandert als je erop drukt. Dit heet vormvast. De krachten worden verdeeld over de hele driehoek. Constructies met driehoeken zijn dan ook stevig.

Zoek in NEMO drie andere voorbeelden van een driehoek in een constructie. Schrijf ze op.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Tijdens een ontwerp opdracht in de klas kun je leerlingen de mogelijkheid geven om eerst onderzoek te doen. Noem twee experimenten die leerlingen kunnen doen voordat ze een hoge toren ontwerpen.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_

Bij welk vak zou je een onderzoeks- of een ontwerp opdracht over constructie kunnen laten aansluiten? (Je kunt meerdere vakken aanvinken)

- Aardrijkskunde
- Taal
- Geschiedenis
- BEVO
- Rekenen/ wiskunde
- Lichamelijke opvoeding
- Digitale geletterdheid

# 4 Ontwerp je windturbine

Ga naar de exhibit *Ontwerp je windturbine*.



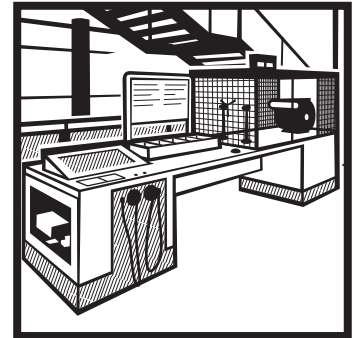
## Probleem

Hoe kun je een windturbine snel laten draaien?



## Verken

Bekijk de verschillende soorten wieken. Pak uit de glazen testkast het ronde stuk waar de wieken in moeten. Draai het open. Je kunt er nu zelf wieken in doen.

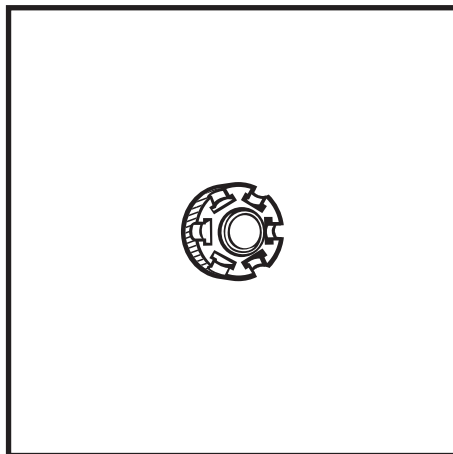


## Ontwerp

Hoeveel wieken wil je gebruiken? \_\_\_\_\_

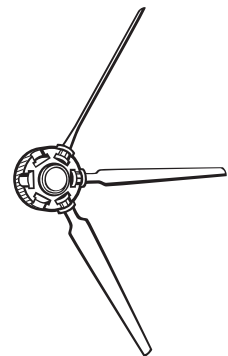
Kies je voor korte of lange wieken? \_\_\_\_\_

Teken je ontwerp.



## TIP

Experimenteer met de stand van de wieken, zie plaatje rechts.



## Maak

Zet het ronde deel met de wieken op de houder in de glazen testkast.



## Test en verbeter

Doe de deur van de testkast dicht. Klaar om te testen!  
Druk op de testknop. Kijk op het display boven de testcabine.

Hoe hard draait jouw windturbine? Schrijf het op:

_____	_____	_____	_____
-------	-------	-------	-------

Pas je ontwerp aan en test opnieuw.

Rotaties per minuut

## Jij als leerkracht

Bij deze exhibit wordt wind gebruikt om energie op te wekken. Noem drie andere manieren om energie op te wekken.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Energie opwekken uit fossiele brandstoffen is belastend voor het milieu. Een manier om dit bij leerlingen onder de aandacht te brengen is door samen energiebesparende maatregelen te bedenken. Welke energiebesparende maatregelen kun je bijvoorbeeld toepassen in een klaslokaal?

---

---

---

Bij welk vak zou je een onderzoeks- of een ontwerpdracht over energie kunnen laten aansluiten? (Je kunt meerdere vakken aanvinken)

- Aardrijkskunde
- Taal
- Geschiedenis
- BEVO
- Rekenen/ wiskunde
- Lichamelijke opvoeding
- Digitale geletterdheid

# 5 De Fabriek

Bezoek de exhibit *De Fabriek*.

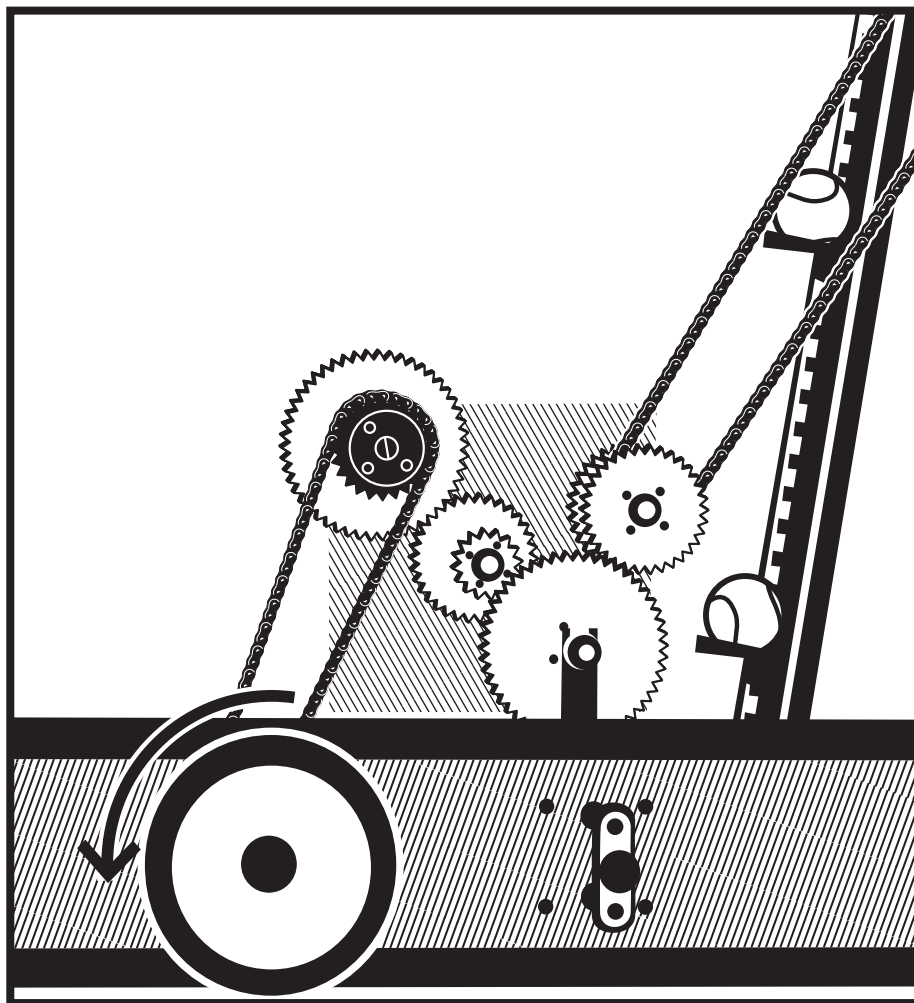
Wat brengt de ballen in beweging? Zoek deze drie plekken in de exhibit.



## 1. Tandwielen

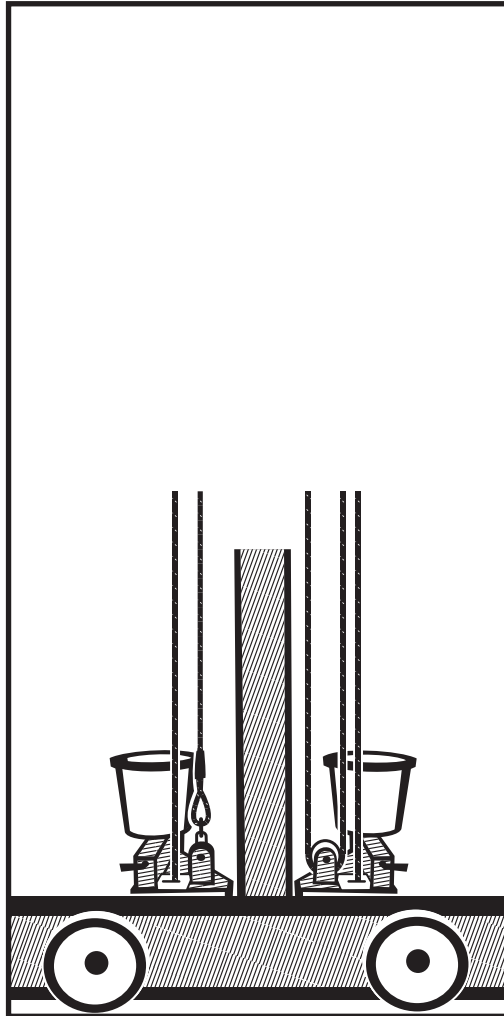
*Tandwielen vind je bijvoorbeeld in de kettingkast van je fiets.*

Draai het wiel naar links. Laat op het plaatje bij ieder tandwiel met een pijl zien welke kant het tandwiel op draait.



## 2. Katrollift

*Katrollen worden gebruikt voor het tillen van zware dingen, zoals bij een verhuizing.*



Draai het linkerwiel naar rechts. Beschrijf stap voor stap wat er gaat bewegen.  
 Begin bij: "Door de spierkracht van mijn armen en handen draait het wiel.  
 Dit zorgt ervoor dat ...".

---

---

---

---

---

---

---

---

---

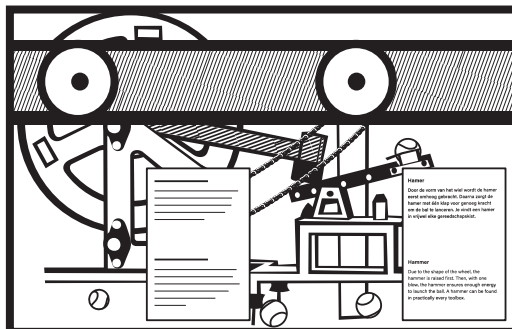
---

Hoe lopen de touwen aan de bovenkant?  
 Teken dit in het vak.

## 3. Hamer

*Je vindt een hamer in bijna elke gereedschapskist.*

Ga op zoek naar de hamer. Hoeveel kettingen breng je in beweging als je aan het wiel bij de hamer draait?




---

## Jij als leerkracht

Bij de exhibit *De Fabriek* zie je heel veel manieren van overbrengingen. Hoe zou jij op een prikkelende manier het onderwerp 'overbrengingen' in jouw stagegroep verkennen?

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Bij welk vak zou je een onderzoeks- of een ontwerpopdracht over energie kunnen laten aansluiten? (Je kunt meerdere vakken aanvinken)

- Aardrijkskunde
- Taal
- Geschiedenis
- BEVO
- Rekenen/ wiskunde
- Lichamelijke opvoeding
- Digitale geletterdheid

# Achtergrondinformatie

## Ontwerpen in NEMO

### Werkblad 1 Het Fietslab

Kerdoel 45: De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren.

Techniek is overal om ons heen. Vaak denken we bij het woord techniek aan ingewikkelde ontwerpen, maar eigenlijk is alles wat de mens heeft gemaakt techniek. Ook de simpelste gebruiksvoorwerpen zijn ooit door iemand ontworpen om een probleem op te lossen of te voldoen aan een wens.

Om een probleem op te lossen zijn vaak verschillende oplossingen mogelijk. Het meisje uit de strip had het probleem dat ze op het eiland wilde zijn. Zij bouwde uiteindelijk een vlot om zelf naar het eiland te varen, maar had ook een andere oplossing kunnen bedenken.

Zo had ze bijvoorbeeld ook een kabelbaan kunnen bouwen, een surfplank kunnen maken, of een manier kunnen bedenken om te communiceren met de persoon op het eiland en vragen of deze haar ophaalt. Ook bij die andere oplossingen worden de stappen die horen bij de ontwerpcyclus doorlopen.



Een maker doorloopt een cyclus van verkennen, ontwerpen, maken, testen en verbeteren. In Het Fietslab ervaar je deze stappen zelf. Bij elke exhibit komt de ontwerpcyclus terug.



## Werkblad 2 Snel en makkelijk

*Kerdoel 42: De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur.*

*Kerdoel 45: De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren.*

Het ontwerpproces is dynamisch, het houdt dus niet op als je een werkend product hebt, maar gaat door, soms decennialang. Veel alledaagse apparaten van vroeger herkennen we niet meer, zo veel is het product veranderd. Laat jonge leerlingen eens een cassettebandje, een floppydisk, walkman, diaprojector, videoband of oude Gameboy zien en voelen. Vraag hun waarvoor ze denken dat het voorwerp gebruikt werd en wat we daar tegenwoordig voor gebruiken, en laat ze een ontwerp tekenen en bouwen van hoe zij denken dat dit voorwerp er in de toekomst uit zal zien.

Aan het begin van de twintigste eeuw was het huishouden (meer dan) een dagtaak. Een gemiddelde was duurde bijna een dag. En met het aan maken en aan houden van het fornuis was iemand dagelijks een uur bezig. Technologische ontwikkelingen in het huishouden zorgden ervoor dat de tijd die nodig was voor deze taken aanzienlijk minder werd. Bovendien werd het werk lichamelijk minder zwaar.

De exhibit is onderverdeeld in drie onderdelen:

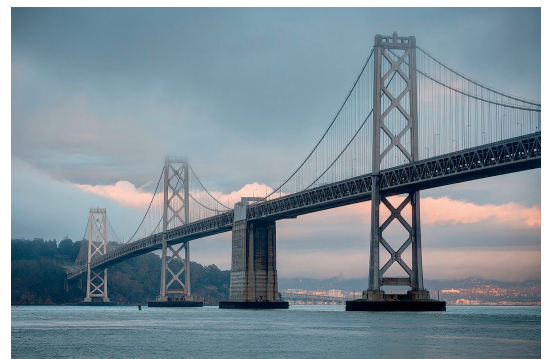
- Schone kleren (wasmachine)
- Schoon huis (stofzuiger)
- Eten en drinken (koelkast)

### Werkblad 3 Hoog en sterk

*Kerdoel 44: De leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik.*

In een hoog gebouw kunnen veel mensen wonen of werken, terwijl het gebouw maar een klein stuk grond in beslag neemt. Om zo'n hoog gebouw stevig te maken, wordt in de bouwkunde veel gebruikgemaakt van een driehoek. Door een balk diagonaal aan te brengen, versterk je de constructie en maak je van een wiebelend vierkant twee stabiele driehoeken. Deze driehoeken vangen de windkracht op, waardoor een hoog gebouw minder beweegt. Een hoog gebouw moet echter wel een beetje mee kunnen bewegen met de wind. De Eiffeltoren kan bijvoorbeeld zo'n 30 centimeter heen en weer bewegen. Als een hoog gebouw niet een beetje meegeeft in een storm of tijdens een aardbeving, kan een constructie kapotgaan of materiaal breken.

Bij deze exhibit kun je een hoge toren zelf steviger maken door latjes te plaatsen. Vervolgens kun je testen wat het effect is door met de testknop een ventilator aan te zetten.



## Werkblad 4 Ontwerp je windmolen

Kerdoel 39: *De leerlingen leren met zorg om te gaan met het milieu.*

Kerdoel 43: *De leerlingen leren hoe je weer en klimaat kunt beschrijven met behulp van temperatuur, neerslag en wind.*

In deze exhibit ontwerp je een oplossing om de windturbine snel te laten draaien. Je kunt drie dingen aanpassen: het aantal wieken, de grootte van de wieken en de stand van de wieken. Windturbines zetten wind om in stroom. De wind laat de wieken draaien en in de turbine wordt deze energie die hierbij vrijkomt, omgezet in elektrische energie. Hoe meer wind, hoe meer stroom. Windturbines zijn er in allerlei soorten en maten. Een turbine met twee wieken draait ongeveer even snel als een turbine met drie wieken en er is minder materiaal nodig om deze te maken. Toch hebben de meeste windturbines drie wieken. De reden daarvoor is dat ze dan minder wiebelen en daardoor minder snel stuk gaan.

Een groot deel van onze energie komt van fossiele brandstoffen, zoals aardolie, aardgas en steenkool. Fossiele brandstoffen zijn ontstaan uit resten van planten en dieren in een proces dat miljoenen jaren duurt. Je kunt die stoffen uit de grond halen en gebruiken als brandstof. Maar dat kan niet onbeperkt; als het op is, is het op. Bij het verbranden ontstaat bovendien een broeikasgas (CO<sub>2</sub>), dat bijdraagt aan versnelde opwarming van de aarde en klimaatverandering. Daarom wordt gekeken naar andere energiebronnen zoals wind, zon en water. Deze energiebronnen zijn overal om je heen, ze raken nooit op en leiden tot veel minder CO<sub>2</sub>-uitstoot. Tegenwoordig wordt zoveel elektriciteit gebruikt en is de wereldbevolking zo gegroeid, dat de nadelen van het gebruik van deze grondstoffen steeds grotere effecten hebben op onze samenleving.

Leerlingen kunnen daar ook aan bijdragen. Maak in de klas bijvoorbeeld deze afspraken:

- Zet elektrische apparaten uit die je niet gebruikt.
- Haal stekkers aan het eind van de dag uit de stopcontacten; vooral adapters gebruiken ook stroom als ze niet worden gebruikt.
- Doe de deuren dicht en houd de warmte binnen.
- Doe lichten uit als het kan.
- Zet de verwarming wat lager, en zet die aan het einde van iedere middag uit.
- Bespaar water door de kraan zo min mogelijk te laten lopen en maar half open te draaien.
- Scheid papier-, plastic-, gft- en restafval. Kies iedere week twee leerlingen die verantwoordelijk zijn voor de afvalscheiding, of maak de klassenbeurt verantwoordelijk.
- Vermijd het gebruik van wegwerpartikelen.
- Gebruik herbruikbare flesjes in plaats van pakjes drinken.
- Maak afspraken met de andere klassen over jullie regels.
- Organiseer een ruilmiddag voor oud speelgoed.
- Stel een plan op voor schoolpleinrooien, waarbij steeds een andere klas verantwoordelijk is voor het opruimen en scheiden van het afval op het schoolplein.

## TIP

Laat de leerlingen zelf een ontwerp verzinnen voor een nieuw leven voor oud speelgoed of andere apparaten. Maak hier een leuke ontwerpopdracht van. Een voorbeeld daarvan kun je vinden in het lesmateriaal *Ontwerpen*. Ga naar [www.nemosciencemuseum.nl](http://www.nemosciencemuseum.nl) en gebruik de zoekterm *Workshop Ontwerpen*. In de werkbladen voor leerlingen vind je de ontwerpopdracht *Hack je speelgoed*.

## Werkblad 5 Overbrengingen

De Fabriek is een grote installatie met een extra etage. Je kunt er helemaal omheen lopen en van alle kanten bekijken wat er gebeurt. Er zijn verschillende werkstations om de machine aan te sturen. Door aan wielen te draaien, kun je via verschillende soorten overbrengingen ballen verder omhoog brengen. Als de bovenste 'ballenkom' vol is, vallen de ballen eruit en gaan weer terug naar start. Onderstaande manieren van overbrenging komen in de opdrachten terug:

### **Tandwielen**

Als de 'tanden' van tandwielen in elkaar grijpen, kun je door één tandwiel te bewegen, het volgende in beweging zetten. Dat draait dan altijd in de tegengestelde richting. Als de tandwielen verschillen in grootte, draait het volgende tandwiel sneller of langzamer dan het eerste. Je kunt ook de richting van een beweging veranderen. Tandwielen vind je onder andere in de kettingkast van je fiets. De tandwielen in je fiets worden verbonden door een ketting; deze tandwielen draaien daardoor in dezelfde richting.

### **Katrollift**

Katrollen zijn een soort wielen met een touw eromheen. Als je aan het touw trekt dan loopt de kracht op het touw via het katrol bovenin. De kracht wordt daardoor verdeeld tussen jouw arm en de katrol bovenin. Het trekken voelt lichter. Hoe meer katrollen, hoe beter het gewicht verdeeld wordt en hoe lichter de last voelt. Je hebt wel steeds meer touw nodig om een klein stukje te tillen. Hoe meer katrollen, hoe meer touw je moet inhalen en hoe beter het gewicht verdeeld wordt.

Katrollen worden bijvoorbeeld gebruikt voor het tillen van zware dingen, zoals bij een verhuizing.

### **De hamer**

De hamer in deze exhibit wordt omhoog gebracht en zorgt met één klap voor genoeg kracht om de bal te lanceren.