

# **DE MAGNEET**

thema **ENERGIE**

**=T.B.V. PRIMAIR ONDERWIJS=**

**FORMAT- EN IDEE-ONTWIKKELING:  
HENK DE VRIES  
FOLKERT OLDERSMA**

## **INHOUDSOPGAVE**

Het programma	3
Proefcircuit	4
Het voortraject	5
Het bezoek	15
Het natraject	16
Bronnen	19

# HET PROGRAMMA

Het programma van de Magneet rond het thema “Energie” bestaat uit drie onderdelen:

- het voortraject op school;
- het bezoek aan de Magneet;
- het natraject op school.

Een bezoek aan de Magneet wordt vooraf gegaan door een programma op de scholen. Dit om de voorkennis te activeren en de leerlingen nieuwsgierig te maken naar de Magneet. Met deze voorkennis verschijnen de kinderen (doelgroep 10-14 jaar) in de Magneet waar volgens het principe leren door doen allerlei ervaringen met betrekking het onderwerp energie worden opgedaan. Die ervaringen worden gestructureerd in het zg. natraject, een programma dat wederom op school wordt uitgevoerd.

Voor de leerlingen geldt dat ze door de aanpak van “leren door zelf te doen” inzicht krijgen in het concept, maar ook inzicht in de mogelijkheden van beroepen die met het onderwerp verbonden zijn.

Het verbindende element is de website van bètaruimte de Magneet, het communicatiemiddel van de Magneet met de deelnemers, van scholen onderling en het platform waar de leerlingen opdrachten vanaf kunnen halen en door hen ontwikkeld materiaal kunnen plaatsen.

Handleidingen, achtergrondinformatie en lesmateriaal kunnen de leerkrachten van de site halen.

Om de gehele school bij dit project te betrekken is een proefcircuit ontwikkeld dat door leerlingen van groep 3 tot en met 8 uitgevoerd kan worden. Het bevat een twintigtal proefjes, die diverse thema's betreffen.

In de Magneet en ook in de bij de Magneet horende lessen op de school wordt gebruik gemaakt van een activerende didactiek. Het is gebaseerd op het principe van leren door te doen, leren door zelf te ervaren, zelf te redeneren. Het is de kunst om bij dit soort lessen via vragen kinderen te stimuleren tot het doen van eigen ontdekkingen, eigen verklaringen.

De Magneet zal gebruikt worden door leerlingen van de groepen 7 en 8 uit het basisonderwijs en van klas 1 en 2 van het voortgezet onderwijs.

Twee keer per jaar wordt de ruimte bezocht i.h.k.v. een thema, dat op school is geïntroduceerd. De kinderen komen met verwachtingen naar de ruimte. In de ruimte zijn ze voortdurend actief bezig. De leerkracht ziet de kracht van leren door doen. De leerkracht ervaart met de leerling hoe spannend techniek en wetenschap kan zijn, hoe aantrekkelijk leren door doen is en ook dat het een effectieve leervorm is. Terug op school wordt het bezoek verlengd met attractieve lessen die de leerkracht moet geven. Hier een activerende didactiek, redeneren, leren van elkaar. De leerkracht leert hier zelf van.

Door het programma dat in groep 7 en 8 plaats vindt, kan door de school gekeken worden naar plaatsing van de thema's in een leerlijn op de school.

# PROEFCIRCUIT

Organisatievormen van een proefcircuit:

1. De klas wordt in groepen verdeeld. Iedere groep doet een proef. Als de proef gedaan is, kunnen ze naar een volgende proef gaan. Zorg wel voor een “vulwerkje” (bijvoorbeeld bijwerken van het werkblad), want het komt eigenlijk bijna nooit voor dat iedere groep gelijk klaar is. Je kunt ook zorgen dat er steeds één proef vrij is, waar een groep die klaar is, naar toe kan gaan.
2. Je kunt ook van tevoren aangeven dat jij als leerkracht aangeeft wanneer er gerouleerd wordt
3. Je kunt de proefjes op de weektaak zetten en kinderen gaan er mee bezig volgens hun eigen planning.

# HET VOORTRAJECT

Doel van het voortraject is het activeren van voorkennis bij de kinderen. Er wordt gewerkt aan het begin van de conceptvorming rond energie. Tevens moet het voortraject de leerlingen nieuwsgierig en enthousiast maken voor het onderwerp energie en voor de Magneet.

Het voortraject kent de volgende onderdelen:

1. Elektriciteit – Woordweb
2. Elektriciteit - Demontagehoek
3. Elektriciteit – Proefcircuit  
(stroomkring, geleiding, serie- en parallelschakeling, citroenbatterij, elektromagneet)
4. Elektriciteit – Simulatiespel
5. Woordweb - Energie
6. Game (website – nog in ontwikkeling)
7. Powers of ten (website)

## ROND ELEKTRICITEIT

### VOORAF

Er hangt een draad uit de muur, elektriciteit. Er is niets aan te zien maar je weet dat je een schok krijgt als je het aanraakt. Maar wat is dat nou precies een schok en wat stroomt er eigenlijk als we praten over elektrische stroom?



Deze lessen gaan over het opbouwen van een basis dat ten grondslag ligt aan een cognitief model op het gebied van elektriciteit. Een model is een gedachtepatroon waarin kinderen begrippen aan elkaar koppelen die iets met elkaar te maken hebben. Daarnaast krijgen de verschillende onderdelen een relatie met beelden, ervaringen en gevoel. De relaties hebben onderling een rangorde en waarde.

Aankankelijk begint een kind vrij wanordelijk deze 'kennisboom' op te bouwen. Met name de eigen ervaringen met elektriciteit worden verwerkt en vermengd met de begrippen die het op school leert. Aan de hand van experimenten en ervaringen is de leerling genoodzaakt

zijn of haar model aan te passen en/of te verbeteren. Een leerling omschreef het proces als volgt: *"In mijn hoofd zit een ruimte, zo groot, of zo klein als ik hem zelf wil maken. Wanneer ik wil, zet ik er een vliegtuig of een schip in. Ik kan met het grootste gemak voorwerpen omdraaien en van alle kanten bekijken. Wanneer het mij niet lukt iets in mijn hoofd te bekijken heb ik het niet begrepen en probeer ik aan de hand van een boek of de meester of juf het voorwerp aan te passen."*

Door op deze manier met het begrip elektriciteit om te gaan is het later mogelijk het model verder te vullen. Belangrijk is dat de kinderen weten dat elektriciteit iets met energie te maken heeft.

#### HANDLEIDING VOORTRAJECT

Deze lessen willen een basis leggen met betrekking tot het begrip over elektriciteit. Voor het simulatiespel gespeeld kan worden, moeten de leerlingen eerst het woordweb en het proefcircuit met betrekking tot elektriciteit gedaan hebben.

Om de onderdelen van elektriciteit te ordenen en de beginsituatie en de ervaring van de kinderen vast te stellen, starten we met het maken van een woordweb over elektriciteit.

Hierop volgt een doe-activiteit waarbij de kinderen met draad en batterij aan de slag gaan om een stroomkring te maken. De nadruk wordt gelegd op het woord kring. Vervolgens worden er twee lampjes in de stroomkring gebracht worden, waarbij er moet worden opgelet hoe fel de lampjes branden. De kinderen kunnen deze activiteiten in groepjes zelfstandig uitvoeren.

Op de doeles volgt reflectie: gaat de stroom rond in kringetjes? De kinderen krijgen in het simulatiespel een theoretische onderbouwing met betrekking tot het onderwerp elektriciteit. Hun ervaringen en waarnemingen tijdens de doeles worden geordend.

Bij het simulatie-onderdeel is er sprake van een gezamenlijke activiteit voor de gehele groep.

## PROEFCIRCUIT ELEKTRICITEIT

Bij de proefjes hoort een werkblad dat na afloop gebruikt kan worden voor het gezamenlijke nagesprek.

### STROOMKRING

#### **Materialen:**

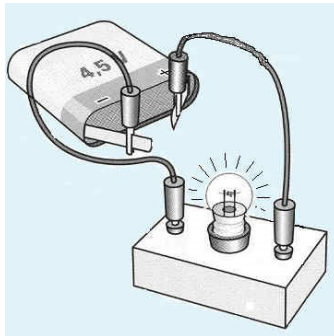
- 2 draden
- 2 paperclips
- 1 lampje in een fitting
- Een platte 4,5 volt batterij

#### **Werkwijze:**

Uitvoering in een groep van drie/vier leerlingen.

De opdracht is het lampje aan het branden te krijgen. Wanneer dit na ongeveer 5 minuten niet lukt, kan de onderstaande afbeelding getoond worden.

#### KAART A



#### **Opdracht:**

1. Zorg dat je met deze materialen het lampje laat branden.
2. Je lamp brandt. Maak 1 draad los.
  - a. De lamp blijft branden.
  - b. De lamp brandt niet meer.
3. Maak een tekening van je oplossing om een brandende lamp te krijgen.

### GELEIDING

#### **Materialen:**

- 1 draad
- 2 paperclips
- 1 lampje in een fitting
- Een platte 4,5 volt batterij
- Touw
- Potlood
- Pen
- Liniaal

Rietje  
Takje  
Een recht gebogen paperclip  
Je mag zelf ook ander materiaal testen.

**Werkwijze:**

Uitvoering in een groep van drie/vier leerlingen.  
De opdracht is het lampje aan het branden te krijgen.

**Opdracht:**

Test of je met deze materialen het lampje kunt laten branden.  
Het lukt wel met: .....  
Het lukt niet met .....

SERIE- PARALLELSCHAKELING

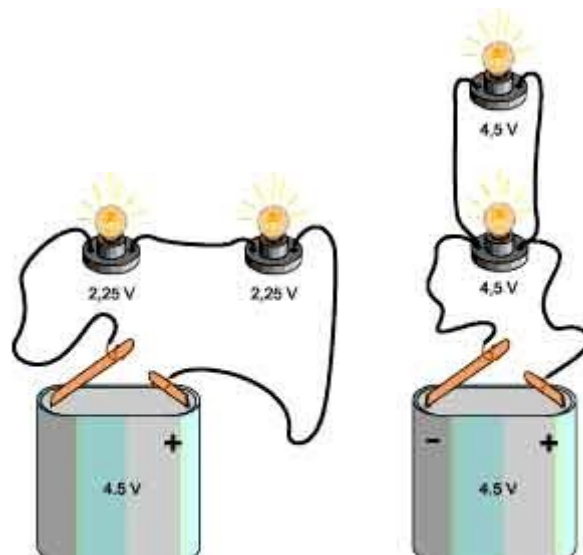
**Materialen:**

4 draden  
2 paperclips  
2 lampjes in een fitting  
Een platte 4,5 volt batterij

**Werkwijze:**

Uitvoering in een groep van drie/vier leerlingen.  
Wanneer het de leerlingen niet lukt deze opdracht goed uit te voeren, kunnen de onderstaande afbeeldingen getoond worden.

KAART B



**Opdracht:**



Laat twee lampjes met 1 batterij branden. Je gaat het op twee manieren doen. Let daarbij op de felheid van het brandende lampje.

1. Doe het met drie draden.
2. Doe het met vier draden.
3. Teken je oplossingen.
4. Controleer jullie oplossing met kaart B.
5. Zie je verschil in felheid van het brandende lampje?
  - a. Met drie draden brandt het lampje het felst.
  - b. Met vier draden brandt het lampje het felst.

## CITROENBATTERIJ

### **Materialen**

- 4 citroenen
- 5 snoertjes met knijpertjes
- Lampje
- 4x vijf eurocent
- 4x zink
- 

### **Werkwijze**

Maak een batterij van een citroen door aan de ene kant de munt en aan de andere kant zink te steken.

### **Opdracht**

1. Maak de verbinding van de citroen en led-lampje
2. Herhaal dit met twee en vier citroenbatterijen.
3. Teken de stroomkring als een elektricien.

## ELEKTROMAGNEET

### **Materialen**

- batterij
- spijker
- koperdraad
- paperclips

### **Opdracht**

Wikkel de koperen draad vele malen om de spijker. Verbind de uiteinden van de koperdraad aan de batterij. Houd de spijker boven een paperclip.

## SPAARLAMP (keuze-onderwerp)

### **Werkwijze**

Met behulp van een verbruiksmeter kan het verschil in stroomverbruik gemeten worden tussen een gloei- en een spaarlamp.

### **Eindgesprek naar aanleiding van de proefjes:**

Uitwisseling van ervaringen, uitkomsten en tekeningen vergelijken.

In het eindgesprek zijn de leidende vragen:

- over de open en gesloten stroomkring
- over welke stoffen geleiden en welke niet (waarom wordt plastic gebruikt voor isolatie?)
- over de felheid van de lampjes,

## **SIMULATIESPEL**

Vooraf:

De leerlingen hebben nu een aantal gedeelde ervaringen:

- Een lampje brandt alleen als er twee (koper) draden aanzitten;
- Wanneer je twee lampjes achterelkaar (serie) plaatst, branden ze beide minder fel;
- Wanneer je twee lampjes naast elkaar plaatst (parallel), branden ze even fel als één lampje;
- De leerlingen kennen het begrip 'stroom'.

Met de simulatie gaan we op de essentie van elektriciteit in.

Als gehele klas gaan leerlingen de schakelingen die ze eerder gemaakt hebben, naspelen. Het geheel wordt gefilmd of geobserveerd door twee leerlingen. Filmen heeft absoluut de voorkeur. Is filmen niet mogelijk, dan moet er goed geobserveerd worden tijdens de simulatie en brengen de observatoren na afloop mondeling verslag uit.

In een grote ruimte spelen de kinderen dat ze stroomdeeltjes zijn. Drie leerlingen hebben de functie van lamp, schakelaar en batterij. Ze spelen een stroomkring na. Van die actie worden beelden gemaakt.

### **Materialenlijst:**

100 energiepunten (werkvel simulatie)

2 afbeeldingen van het lampje. (werkvel simulatie)

1 afbeelding van de batterij. (werkvel simulatie)

Gekleurde tape of krijt.

Een rol plakband

Een videocamera

Een hoog standpunt voor de opnames (tafel, trap)

Een beamer, een TV of een digitaal schoolbord.

Zorg voor een grote vrije werkruimte (gymzaal/schoolplein)

### **Werkwijze:**

Vorbereiding:

Print de werkvellen uit:

lamp: 2x

batterij 1x

schakelaar 1x

stroomdeeltje: voor iedere leerling in de klas min 3 (deze drie leerlingen hebben een andere functie.)

Knip de energiepunten via de stippellijn uit of laat ze door de leerlingen uitknippen.

Doe een touwtje door de twee gaatjes van de werkvellen van de lamp, batterij en schakelaar, zodat de touwtjes om de nek van de leerlingen kunnen zodat het vel voor hun borst hangt.

(Wilt U dit spel vaker uitvoeren, dan kunt U het materiaal op karton afdrukken en plastificeren.)

Neem de plattegrond in tape (of krijt) over op de grond. Let goed op de afmetingen!!

Leg alle vellen van de lamp, schakelaar, alle stroomdeeltjes en de batterij door elkaar met de onbeschreven kant boven, op de vloer. (houd 1 lamp apart!!)

Zorg dat de speelgrond door de camera goed in beeld wordt gebracht.

Maakt U geen gebruik van film, zie dan voor de oplossing met observatoren verderop.

### **De introductie:**

1. De leerkracht leest de introductietekst voor:

“Jullie hebben met draden, batterij en lamp een stroomkring gemaakt. Nu gaan we met zijn allen een stroomkring spelen. Als we dat doen, wordt het gefilmd. Later gaan we die film bekijken en krijgen we daarbij opdrachten. De meesten van jullie zijn straks een stroomdeeltje. Die stroomdeeltjes zijn heel belangrijk, want zij geven energie af bij de lamp. Nu kan stroom alleen maar in een draad bewegen. Op de grond zien jullie de draad aangegeven. Jullie moeten dus wel binnen de lijnen blijven. Jullie pakken straks een vel papier. De meesten zijn straks dus stroomdeeltjes, maar een paar van jullie zijn batterij, schakelaar en lamp. (als er niet gefilmd wordt: of observator). Als je straks je vel hebt, bekijk het goed en lees wat er op staat.”

2. De leerlingen pakken allemaal een blad en lezen/kijken wat er op staat.

3. De batterij, de schakelaar en de lamp nemen hun plaats in. Zie hiervoor op de plattegrond.

4. De stroomdeeltjes nemen plaats naast de 'draad'. De observatoren nemen hun plaats in.

5. De stroomdeeltjes verdelen zich over de draad. Laat de leerlingen zich zo goed mogelijk verdelen over de gehele ruimte binnen de draad.

Tekst: “Jullie moeten je zo goed mogelijk over de gehele draad verdelen. Jullie bewegen je naar de min van de batterij toe en van de plus van de batterij af. De batterij is een 2-volt-batterij. Ieder stroomdeeltje dat langs de batterij komt, krijgt van de batterij twee energiepunten. Jullie moeten lopen en niet rennen.”

(ADVIES: laat de kinderen oefenen in het afstand houden van elkaar en het gelijk verdeeld blijven over de “draad”.)

6. Neem dan zelf de camera ter hand (of kies hiervoor een leerling). Zorg dat de hele schakeling in beeld is. Zet de camera aan en vertel de leerlingen dat ze mogen beginnen. Ga door tot alle energiepunten door de lamp ontvangen zijn.

7. Doe nu hetzelfde met een 1 Volts batterij (elk stroomdeeltje krijgt 1 punt)

8. Herhaal het eventueel met 4 Volt (4 punten per stroomdeeltje) en/of 3 Volt.

9. Nu wordt de simulatie gespeeld op de plattegrond van de serieschakeling (2 lampjes achter elkaar) en parallel (2 lampjes naast elkaar). Hierbij kunt u ook variëren met de spanning (volt).

## Afsluiting

U verdeelt de klas in groepjes. Gezamenlijk worden de beelden bekeken van de ronde met een batterij van 1 volt.

Opdrachtvel 1 wordt uitgedeeld.

De leerlingen lezen vraag 1 en proberen een antwoord te geven.

U deelt aan ieder groepje een stopwatch uit en laat daarna de beelden nogmaals zien.

(i.p.v. een stopwatch kan ook de tijdcodering van de video gebruikt worden)

Geef de gelegenheid om vraag 2 te beantwoorden.

Laat de leerlingen vraag 4 doorlezen en laat het filmpje nogmaals zien.

Laat het stukje van de serieschakeling zien (twee lampjes achter elkaar) en beantwoord de betreffende vraag.

Daarna hetzelfde voor vraag rond de parallelschakeling (twee lampjes naast elkaar).

Besprek de antwoorden. Probeer met de kinderen aan de hand van de antwoorden de volgende conclusies te trekken:

- Hoe groter de spanning (meer energiepunten) hoe meer energie het lampje kan omzetten;
- Bij een serieschakeling (2 lampjes achter elkaar) geven de stroomdeeltjes bij het eerste lampje niet alles af maar gaan met de helft van het aantal energiepunten naar het volgende lampje;
- Bij een parallelschakeling komt elk stroomdeeltje maar 1 lampje tegen en heeft daarom ook alle energiepunten nog.

Bij het gebruik van observatoren in plaats van film:

De observatoren moeten de vragen beantwoorden van het opdrachtvel. Daarvoor moeten ze tellen en een stopwatch gebruiken.

Aan de hand van hun bevindingen (tellingen) kan later door de gehele klas het opdrachtblad ingevuld en besproken worden.

## GAME (nog in ontwikkeling)

Middels een game wordt de voorkennis van de kinderen geactiveerd cq. gevormd ten behoeve van het bezoek aan de magneet.

De game wordt door twee spelers gespeeld. Eén speler is de reiziger. De andere mission control. De reiziger komt onderweg allerlei obstakels tegen waarbij mission control met het geven van informatie kan helpen deze obstakels te nemen/passeren.

## POWERS OF TEN

Deze op de site te vinden audio-visuele productie gaat van het uiterst grote (melkwegstelsel) naar het kleinste (atoom) met steeds stappen van het tienvoudige. Dit ter voorbereiding van kernenergie, om te laten zien hoe zeer kleine deeltjes nog steeds op te delen zijn.

## WOORDWEB ENERGIE

Voor dit laatste onderdeel van het voortraject verwijzen we met betrekking tot de uitvoering naar wat omschreven staat onder het woordweb over elektriciteit.

Het onderwerp is nu: energie

Energie van de mens, spieren, auto's, machines, etc.

## HET BEZOEK

Informatie over waar U zich moet melden voor het bezoek aan de Bètaruimte de Magneet vindt U op de website.

Bij de diverse stations en activiteiten wordt geen uitleg gegeven. Achtergrondinformatie over de “dansmatvragen”, de stations (bijvoorbeeld: welk aantal wieken heeft bij een windmolen de voorkeur?) en de proefcircuits vindt U in het bestand “ACHTERGRONDINFORMATIE”.

# HET NATRAJECT

Het natraject kent de volgende onderdelen:

1. Proefjescircuit  
(inductie, magneten, zwaarte- en centrifugale kracht, statische elektriciteit, stroomkring)
2. Onderzoek
3. Uitvinding
4. Bouw van een elektromotor en waterraket
5. Reflectie
6. Games (via de site – nog in ontwikkeling)
7. Antwoorden van het dansmatprogramma

## PROEFCIRCUIT

Bij de proefjes hoort een werkblad dat na afloop gebruikt kan worden voor het gezamenlijke nagesprek. Tijdens dit nagesprek daagt de leerkracht de leerlingen uit tot het vinden van verklaringen. De leerkracht legt verbanden met de opdrachten in de Magneet. Ook legt hij/zij relaties met de buitenwereld, de werkelijkheid (bijvoorbeeld bedrijven/beroepen)

De proefjes betreffen:

INDUCTIE (relatie met de Magneet: het doe-station met de magneten)

STATISCHE ELEKTRICITEIT (o.a. onweer, genoemd in dansmatprogramma)

ZWAARTE- CENTRIFUGALE KRACHT (in verband met getijdencentrale)

MAGNETISME (relatie met de Magneet: het doe-station met de magneten)  
(U kunt het op de stuurkaarten afgebeelde materiaal o.a. bestellen bij [www.pmot.nl](http://www.pmot.nl))

STROOMKRING (dokter bibber)

**N.B.** Na het uitvoeren van het proefcircuit kunnen de leerlingen hun kennis over zwaartekracht en centrifugale kracht toepassen in de powerpoint over eb en vloed.

## KLASSIKALE PROEVEN

De volgende proeven kunnen klassikaal gedaan worden.

### KLEUR EN WARMTE

In de klas worden twee conservenblikken gevuld met wat water neergezet voor het raam. Het ene blik is zwart gemaakt, het andere wit. Is er na enige tijd verschil in temperatuur te meten?



Bij zwart wordt het zonlicht geabsorbeerd bij wit teruggekaatst.  
Er dient een relatie gelegd te worden met het kleurgebruik bij de zonnepanelen in de Magneet.

### HET VLIEGENDE THEEZAKJE

Dit proefje in verband met hoge en lage druk en het windmolenonderdeel in de Magneet.  
Thermiek.

Nodig:

- Een theezakje
- Een schaar
- Lucifers

Doen:

1. Knip de bovenkant van het theezakje (daar waar het nietje zit)
2. Vouw het zakje open, schud de thee eruit.
3. Maak van het zakje een "kokertje". Zet het rechtop een tafel.
4. Steek het theezakje aan de bovenste rand aan.

### ONDERZOEK EN PRESENTATIE

De leerlingen verdiepen zich in diverse onderwerpen rondom het thema energie. Het doel is dat de kinderen een korte krachtige presentatie maken.

De klas wordt in groepjes verdeeld. Ieder groepje zorgt voor een presentatie. De presentatie wordt aan de klas gegeven.

Er kan voor de presentatie uit diverse vormen gekozen worden:

- maquette met toelichting
- powerpoint
- digitale klassenkrant (weblog/website) of muurkrant
- spreekbeurt
- toneelspel
- (wellicht excursie)

De presentaties of een verslag ervan kunnen op de site geplaatst worden.

De leerkracht geeft van te voren kernwoorden rond de onderwerpen. Deze kernwoorden dienen terug te komen in de presentaties van de kinderen.

Onderwerpen:

Kernenergie

Fossiele brandstoffen (op te delen aardgas/aardolie, steenkool, turf)

Hybride motor

Getijdencentrale

De zon

Solar/infrarood

Witte steenkool

Extra:

Geothermiek

Golfgenerator

Biobrandstof

### **UITVINDING**

(vervalt voor schooljaar 2009-2010 in verband met deelname aan de wedstrijd rond de Wubbo Ockelsprijs)

De kinderen worden uitgedaagd om het thema “Nederland-Waterland” te verbinden met energie en hierbij tot inventieve energie-oplossingen te komen. De in de ogen van de jury beste vondst/presentatie wint een prijs voor de gehele klas.

De scholen worden gevraagd om de “uitvindingen” cq. presentaties in te zenden. Het werk van de kinderen zal in de Magneet geëxposeerd worden. Op de website van de magneet zal een verslag van de wedstrijd verschijnen.

### **BOUW**

De kinderen bouwen een ELEKTROMOTOR en een WATERRAKET

### **REFLECTIE**

Aan de hand van de ingevulde werkbladen alsmede de ervaringen in de Magneet worden de proeven besproken. De leerlingen delen hun ervaringen.

Met betrekking tot de proefjes over zwaartekracht en centrifugale kracht kan de powerpoint eb en vloed op de site worden gebruikt. Dit in het kader van de getijdencentrale.

### **GAMES** (nog in ontwikkeling)

Op de site van de Magneet kunnen de leerlingen nog diverse zeer korte ict-games vinden waarbij het kind al spelend bepaalde onderwerpen of relaties leert verklaren.

Onderwerpen van de games zijn:

- weerkaatsing (in verband met de zonnecentrale in de Magneet)
- hoge en lage drukgebieden en de invloed van de rotatie van de aarde,
- zon en thermiek,
- geothermische energie,
- getijdencentrale,
- biogas,
- hybridemotor.

In korte attractieve games leren de leerlingen al spelend zaken rond de eerder genoemde onderwerpen.

## **BRONNEN**

Voor de samenstelling van het lesmateriaal, handleiding en uitleg cq. achtergrondinformatie is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- Science Op School (Henk de Vries, Folkert Oldersma)
- Wikipedia
- [www.proefjes.nl](http://www.proefjes.nl)
- [www.sciencecenteropschool.nl](http://www.sciencecenteropschool.nl)