



Werkbladen
In NEMO

Experimenteren in NEMO

Inspiratie & Kennismaking

PABO

Naam

School

Klas

SCIENCE MUSEUM

Experimenteren in NEMO

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 bij een breed publiek (waaronder leerkrachten en leerlingen) inspiratie op te wekken voor wetenschap en techniek.

De eerste verdieping Fenomena

Op de werkbladen staan verschillende exhibits. De meeste bevinden zich op de eerste verdieping.

Een bekende uitspraak van Isaac Newton is 'Wij staan op de schouders van reuzen.' Hiermee bedoelde hij dat wetenschappers steeds voortbouwen op ontdekkingen van anderen. Ze zijn nieuwsgierig, kijken kritisch naar bestaande theorieën en stellen vragen. *Fenomena* (de eerste verdieping) gaat over hoe wetenschap werkt en bestaat uit twee tentoonstellingen. In de tentoonstelling *Wonderlijke Wetenschap* worden doodgewone natuurverschijnselen als licht, geluid en statische elektriciteit onderzocht en ontdek je dat natuurkunde overal is. In de tentoonstelling *Wetenschap in alle tijden* vind je op verschillende plekken belangrijke wetenschappelijke ontwikkelingen terug. Bij de exhibits van *Onderzoek als een wetenschapper* doe je ervaringen op met de wetenschappelijke methode.

Dit materiaal bestaat uit twee delen. Het eerste deel *Experimenteren in NEMO* bestaat uit acht werkbladen. Op elk werkblad bestudeer je één exhibit. Kies hieruit drie werkbladen die je gaat maken. In het tweede deel *Zoom in op Exhibits* denk je aan de hand van twee zelfgekozen exhibits na over de opzet en het doel van de exhibit. Daarnaast bekijk je wat je van de exhibit kunt leren en hoe je dit onderwerp op school kunt behandelen. In totaal maak je uit dit materiaal dus vijf opdrachten, drie uit *Experimenteren in NEMO* en twee uit *Zoom in op Exhibits*.

Wij wensen je veel plezier in NEMO.

Inhoud

Werken met het NEMO lesmateriaal

Leerlijn Onderzoekend Leren

04

In NEMO

Werkbladen *Experimenteren in NEMO*

06

Werkbladen *Zoom in op Exhibits*

15

Meer informatie *Achtergrondinformatie Zoom in op exhibits*

18

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

TIP

Wil je meer weten over een exhibit? Kijk dan op pagina 20 in de achtergrondinfo.

© NEMO Science Museum

Deze uitgave van NEMO Science Museum 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 zonder winstoogmerk het materiaal of delen van het materiaal te kopiëren en te distribueren, zolang vermelding van 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 *Onderzoekend Leren*

In dit lesmateriaal maken we gebruik van de didactiek *Onderzoekend Leren*. NEMO onderscheidt zeven stappen in onderzoekend leren. In het lesmateriaal geven we elke stap weer met een pictogram. Voor de leerlingen gebruiken we andere termen dan voor de leerkracht. In onderstaande tabel staan alle stappen, met pictogram en uitleg.

Pictogram	Stappen van onderzoek	Term voor de leerling
	Verkennen ■ Verkennende activiteit over het onderwerp, bijvoorbeeld een brainstorm. ■ Activeert voorkennis of introduceert nieuwe kennis bij leerling.	Op verkenning
	Onderzoeksvraag ■ Vraag waarin geformuleerd wordt wat de leerling gaat onderzoeken. ■ Belangrijk is dat de onderzoeksvraag niet te breed of te smal gesteld wordt.	Wat ga je onderzoeken? of Vraag
	Hypothese ■ Een mogelijk antwoord op de onderzoeksvraag. ■ Een hypothese is niet goed of fout. De hypothese geeft weer wat je denkt.	Wat denk jij?
	Experiment ■ Proefondervindelijk wordt een antwoord gezocht op de onderzoeksvraag. De hypothese wordt getest. ■ Het experiment is niet altijd praktisch, het kan ook een theoretisch experiment zijn.	Aan de slag! of Het experiment!
	Resultaten ■ De resultaten uit het experiment worden vastgelegd.	Wat gebeurt er?
	Conclusie ■ Er wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag. ■ De resultaten zijn leidend bij het beantwoorden van de onderzoeksvraag.	Wat weet je nu?
	Verdieping ■ Hier kan verdere uitleg gegeven worden. ■ Suggesties voor verder onderzoek. ■ Discussie kan hier plaats vinden.	Meer weten!

Niet in al het lesmateriaal maken we gebruik van alle pictogrammen of alle stappen. Dit hangt af van de opdracht en de doelgroep.

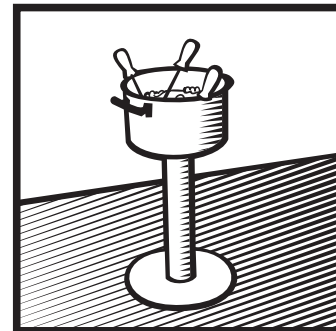
Experimenteren in NEMO



Werkblad 1 <i>Zeepbellen</i>	06	Werkblad 4 <i>Hijsstoelen</i>	09
Werkblad 2 <i>Luisterschotels</i>	07	Werkblad 5 <i>Draaistoel</i>	10
Werkblad 3 <i>Kleurenmenger</i>	08	Werkblad 6 <i>Waterstroom</i>	11

1 Zeepbellen

Op verdieping 1 vind je verschillende zeepopstellingen.
Ga naar de bak met verschillende vormen.



Onderzoeksvraag

Zijn zeepbellen altijd rond?



Hypothese

Zijn zeepbellen altijd rond?

- ☐ Ja, een zeepbel is altijd rond.
- ☐ Nee, een zeepbel kan ook een andere vorm hebben.



Experiment

Doop het driehoekige frame een paar keer voorzichtig in het sop. Wat zie je?

Blaas bellen met het driehoekige frame. Welke vorm heeft de bel?

Doop een ander frame een paar keer voorzichtig in het sop en blaas er bellen mee. Welke vorm heeft de bel?



Conclusie

Wat weet je nu over zeepbellen?



Meer weten!

Het sop voor de bellen bestaat uit water, zeep en glycerine. De zeep en de glycerine omsluiten samen een dunne laag water. Dit komt doordat de zeepmoleculen een bijzondere eigenschap hebben. Het zijn lange sliertjes waarvan het ene uiteinde waterafstotend is en het andere uiteinde juist waterbindend. Alle moleculen staan dus met de waterbindende kant naar het water toe en vormen zo een vlies om het water heen. Zeepvliezen nemen de kleinst mogelijke vorm aan. Op die manier is de spanning het laagst. Bij een zeepbel is dat een bol.

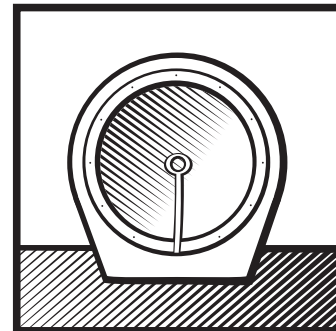
2 Luisterschotels

Op verdieping 1 bij de douane staan twee schotels.



Onderzoeksvraag

Hoe kun je deze schotels gebruiken om elkaar op afstand te horen fluisteren?



Hypothese

Kies één van de volgende hypothesen:

- ☐ Door te praten en te luisteren terwijl je met je rug naar de schotel zit, met je hoofd voor het gat.
- ☐ Door te praten en te luisteren terwijl je met je gezicht naar de schotel zit, met je hoofd voor het gat.



Experiment

Toets je hypothese door de exhibit uit te proberen. Werkt het ook als je niet door het midden praat?



Conclusie

Definieer een conclusie.



Meer weten!

Je kunt de werking van deze schotels vergelijken met de werking van je oorschelp. Met je oorschelp vang je geluidstrillingen op uit de lucht. Als je je hand om je oorschelp houdt, kun je je gehoor versterken. Dan vang je namelijk meer geluidsgolven op. Als je precies in het midden van de schotel praat, wordt het geluid over de schotel verspreid en weerkaatst naar de andere schotel. Die vangt de geluidsgolven op en buigt het weer naar het midden toe. Dit werkt alleen als de schotel een goede vorm heeft. Deze vorm noemen we een parabool.

3 Kleurenmenger

Deze exhibit bevindt zich op verdieping 1.



Onderzoeksvraag

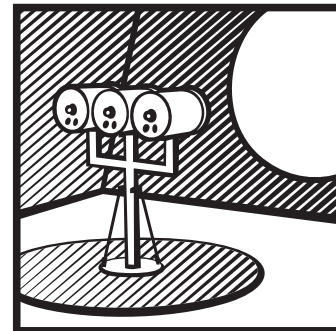
Wat gebeurt er als je rood, groen en blauw licht mengt?



Hypothese

Vul de volgende hypothesen in:

- Als je groen en blauw licht mengt, ontstaat er _____ licht.
- Als je groen en rood licht mengt, ontstaat er _____ licht.
- Als je rood en blauw licht mengt, ontstaat er _____ licht.
- Als je alle drie de kleuren mengt, ontstaat er _____ licht.



Experiment

Toets je hypothesen door de exhibit uit te proberen. Vul de antwoorden in, nadat je het experiment hebt uitgevoerd.

- Groen en blauw licht levert _____
- Groen en rood licht levert _____
- Rood en blauw licht levert _____
- Alle drie de kleuren samen leveren _____



Conclusie

Definieer een conclusie. Grijp hiervoor terug op je hypothese.

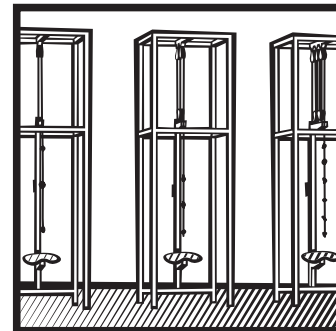


Meer weten!

Wist je dat zonlicht uit alle kleuren van de regenboog bestaat? Maar omdat ze allemaal gemengd zijn, ervaren we zonlicht als 'wit' licht. De kleuren worden zichtbaar als het zonlicht wordt gebroken, bijvoorbeeld door regendruppels. Er ontstaat een regenboog, doordat de ene kleur wat sterker wordt gebroken dan de andere. Zo wordt rood licht het minst gebroken en violet het meest. De kleurenvolgorde van een regenboog is altijd hetzelfde, omdat de verschillende kleuren altijd op dezelfde manier gebroken worden.

4 Hijsstoelen

Op verdieping 1 staat de exhibit *Hijzen maar*. Deze exhibit gaat over de werking van katrollen.



Onderzoeksvraag

Wat is de relatie tussen het aantal katrollen en de inspanning die je moet verrichten om jezelf op te hijsen?



Hypothese

Ik denk dat ik mezelf het gemakkelijkst op kan hijsen op de stoel met _____ katrol(len).



Experiment

Toets je hypothese door de exhibit uit te proberen. Hoeveel inspanning moet je verrichten?

Op de stoel met _____ katrollen kan ik mijzelf het gemakkelijkst ophijzen.



Conclusie

Definieer een conclusie.

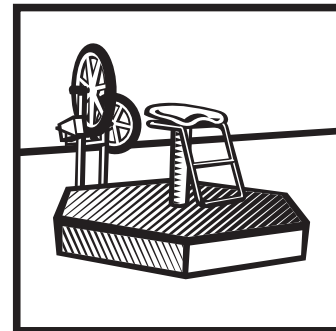


Meer weten!

Katrollen kunnen helpen om iets makkelijker op te tillen. Dat komt doordat je met katrollen gewicht kunt verdelen over meerdere touwen. Bij één katrol zit al je gewicht op één touw. Bij twee katrollen verdeel je het gewicht over twee touwen. Je moet dan wel twee keer zoveel touw hijsen om net zo hoog te komen. Dit heeft te maken met hoeveel energie het kost om jezelf op te tillen. Dat is gelijk aan kracht maal afstand. Met behulp van katrollen kun je de hoeveelheid kracht die je nodig hebt verminderen. Maar doordat de afstand dan meer wordt, kost het je net zoveel energie.

5 Draaistoel

Deze exhibit bevindt zich op verdieping 1. Bij de exhibit hangen twee blokken; dit zijn de gewichten die je bij dit experiment gebruikt. De fietswielen demonstreren een ander principe.



Onderzoeksvraag

Hoe kun je sneller rondjes draaien zonder jezelf een zetje te geven?



Hypothese

Kies één van de volgende hypothesen:

- ☐ Door met gewichten en gestrekte armen rond te draaien.
- ☐ Door je armen in te trekken en de gewichten tegen je borst te houden.



Experiment

Pak de twee gewichten en ga op de kruk zitten. Laat iemand je een zwieper geven en houd je armen wisselend gestrekt naar buiten en dan weer naar binnen tegen je borst. Wanneer ga je het snelst?



Conclusie

Kun je deze uitkomst verklaren? Definieer een conclusie.

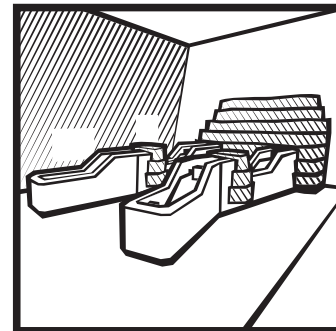


Meer weten!

Bij deze exhibit gaat het niet alleen om het gewicht, maar vooral de verdeling van het gewicht is belangrijk. Bij kunstrijden en ballet maken de dansers gebruik van dit principe. Met je armen wijd zit er veel massa ver van het midden van je lichaam, je draai-as. Met je armen ingetrokken, zit er veel massa dicht bij je draai-as. Door je armen in te trekken of wijd te doen, haal je massa naar je toe of van je af. Door massa naar je toe te halen, ga je sneller draaien. Dat komt doordat massa in het midden minder snel beweegt dan massa aan de buitenkant. Dus door massa te verplaatsen, kun je de draaisnelheid veranderen.

6 Waterstroom

Deze exhibit bevindt zich op verdieping 2. Deze exhibit gaat over het opwekken van elektriciteit en de werking van (stuw)dammen. In de waterval liggen zandzakjes en hulpstukken om (stuw)dammen te bouwen.



Onderzoeksvraag

Hoe kun je met zo min mogelijk zandzakjes en kanaaltjes, zoveel mogelijk energie opwekken met de waterradjes?



Hypothese

Kies één van de volgende hypothese:

- ☐ De vorm van de dam heeft wel invloed op de snelheid van het waterrad.
- ☐ De vorm van de dam heeft geen invloed op de snelheid van het waterrad.



Experiment

Probeer met zo min mogelijk zandzakjes en kanaaltjes, zoveel mogelijk energie op te wekken met de waterradjes.



Conclusie

Op welke plaats en met hoeveel materiaal kreeg je op de grafiek de meeste uitslag op de graadmeter (oranje of rood)?



Meer weten!

Deze exhibit gaat over het opwekken van stroom met behulp van stromend water. Voorbeelden hiervan zijn de elektriciteitscentrales in stuwdammen. Hierin worden grote dynamo's aangedreven door water dat erlangs stroomt. In de waterval liggen zandzakjes en hulpstukken om (stuw)dammen te bouwen. De molens kunnen door middel van vier kabels aangesloten worden op het paneel boven de waterval. Zo wordt de hoeveelheid opgewekte stroom gesymboliseerd door lampjes: hoe meer lampjes branden, hoe harder het molentje draait. Op de plek waar de rivier het smalst is, kan het beste een stuwdam worden gebouwd. Dan is de dam zo klein mogelijk (goedkoper). Een stuwdam heeft altijd een bolle vorm, tegen de stroomrichting van de rivier in. Op deze manier is de stuwdam het sterkst met zo min mogelijk bouw materiaal. Met de metalen hulpstukken kun je een opening in de dam maken. Hierdoor kan het water stromen om een van de molentjes aan te drijven. Je zult merken dat het molentje het hardst draait met een kleine opening in de dam.

Zoom in op exhibits



Zoom in op Exhibits 1

15

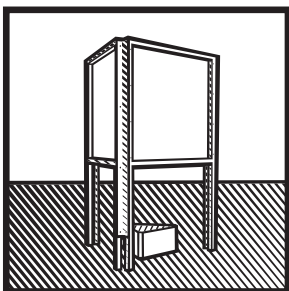
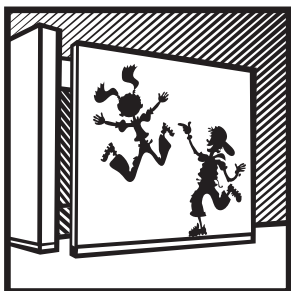
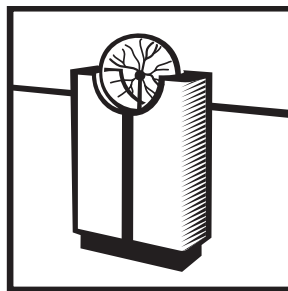
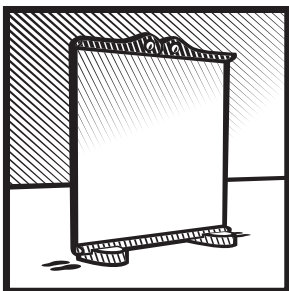
Zoom in op Exhibits 2

16

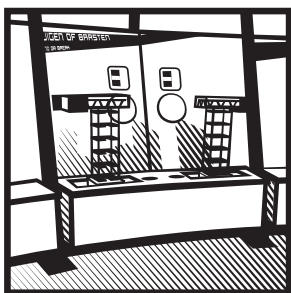
Zoom in op exhibits

Bij dit onderdeel kies je twee exhibits die je nader gaat onderzoeken. De antwoorden op de vragen vul je in op de werkbladen op de volgende bladzijden. Kies uit onderstaande exhibits, twee exhibits die je aanspreken.

Verdieping 1



Verdieping 2



Zoom in op Exhibits 1

Naam exhibit:

Exhibit

Hoe heeft NEMO geprobeerd inspiratie op te wekken voor wetenschap en techniek met deze exhibit?

Wetenschap

Over welk wetenschappelijk thema gaat deze exhibit?

Leren

Wat kun je hier leren of wat is de boodschap van deze exhibit?

School

Stel: je geeft een les over dit onderwerp in je stageklas. Bedenk, geïnspireerd door deze exhibit, een activiteit voor in je stageklas. Geef een korte beschrijving.

Zoom in op Exhibits 2

Naam exhibit:

Exhibit

Hoe heeft NEMO geprobeerd inspiratie op te wekken voor wetenschap en techniek met deze exhibit?

Wetenschap

Over welk wetenschappelijk thema gaat deze exhibit?

Leren

Wat kun je hier leren of wat is de boodschap van deze exhibit?

School

Stel: je geeft een les over dit onderwerp in je stageklas. Bedenk, geïnspireerd door deze exhibit, een activiteit voor in je stageklas. Geef een korte beschrijving.

Meer informatie



Achtergrondinformatie *Zoom in op exhibits*

18

Achtergrondinformatie

Zoom in op exhibits

Mengspiegel

In de spiegelstroken zie je jezelf. Dit komt doordat licht dat op een spiegel valt, weerkaatst. In de open stukjes zie je degene die voor je zit. Je hersenen combineren de informatie van de open stukjes (het gezicht van de ander) en de stukjes met spiegelstrook (je eigen gezicht) en maken hiervan een nieuw beeld. Dat beeld bestaat gedeeltelijk uit jouw eigen gezicht en gedeeltelijk uit het gezicht van de ander.

Schaduwmuur

Dit is een bijzondere muur: deze kan het licht van de lamp kort opslaan. Dit komt doordat de muur bedekt is met een speciale stof. De deeltjes van deze stof bewaren de energie van het licht een tijdje. Daarna geven de deeltjes die energie weer af in de vorm van licht. De muur geeft dan zelf ook even licht. Behalve op de plek waar jij stond, daar kon geen licht op schijnen. Zonder licht en energie kan de muur zelf ook geen licht geven. Daarom zie je je eigen schaduw op de muur. Als je dichtbij de lamp staat is je schaduw vaag. Sta je dichtbij de muur, dan is je schaduw duidelijk.

Zweefspiegel

Als je op de voetstappen staat en naar de andere persoon kijkt, zie je eigenlijk maar één helft van zijn lichaam echt. De andere helft is een spiegelbeeld van die 'echte' helft. Doordat ons lichaam behoorlijk symmetrisch is, lijkt het alsof de echte lichaamshelft en het spiegelbeeld samen één persoon vormen. Maar in werkelijkheid zie je dezelfde helft twee keer. Hierdoor lijkt het alsof je kunt zweven.

Caleidoscoop

Dit onderdeel is een grote caleidoscoop. Als je door een caleidoscoop kijkt, zie je vaak de mooiste patronen. Dat komt omdat in een caleidoscoop drie spiegels zitten, die samen een driehoek vormen. Elke hoek is 60 graden. Daardoor weerkaatst iedere spiegel heel precies het complete spiegelbeeld van de spiegels die ernaast zitten en dat spiegelbeeld wordt ook weer gespiegeld, dat ook weer wordt gespiegeld tot in het oneindige.

Bliksembol

Dit is een Teslabol. De spanning in de bol is heel hoog, en toch is de stroom niet gevaarlijk. Dat komt doordat de stroom heel snel van richting wisselt. Dus per keer gaat er maar een klein beetje langs je lichaam. De stroom gaat niet door je lichaam maar langs je lichaam. De stroom die uit het stopcontact komt is minder sterk, maar wel gevaarlijk! Deze wisselt niet zo vaak van richting en gaat daardoor dwars door je lichaam heen. Dat is erg gevaarlijk. Speel dus niet met de stroom uit een stopcontact.

Je kunt het vergelijken met een waterval: de hoogte waar het water vanaf valt is de spanning en de hoeveelheid water dat valt is de stroomsterkte. Stroomsterkte geven we aan met Ampère. Je kunt de stroom in de bol goed zien door een speciaal gas. Daarbuiten zie je niets. Het lijkt dan op te houden. Toch is er ook (ver) buiten de bol stroom. Je kunt die zichtbaar maken door er een tl-buis in de buurt te houden. Die gaat branden in de buurt van de bol. Ook kun je de stroom van de bol via je eigen lichaam naar de tl-buis sturen.

Buigen of barsten

Hoge gebouwen moeten kunnen meebewegen met de wind, maar niet teveel anders gaan ze kapot. Daarom zijn gebouwen op verschillende manieren verstevigd. Bij een gebouw met een sterke kern worden de verdiepingen aan deze kern 'gehangen'. Bij het gebruik van dwarsbalken wordt gebruik gemaakt van de duw- en trekkrachten die het gebouw stabiel maken. Door de dwarsbalkjes diagonaal aan te brengen versterk je de constructie; de toren zal minder uitzwaaien. Een dwarsbalkje maakt van het wiebelende vierkant twee stabiele driehoeken. Deze driehoeken vangen de windkracht op waardoor de toren minder uitzwaait.

Met elkaar omgaan: gehoorzaamheid

Deze exhibit bestaat uit twee bordjes en een video. Op deze bordjes wordt de bezoekers verzocht te splitsen in twee groepen: blanken en niet-blanken. Het schijnt zo te zijn dat men dit 'gehoorzaamt' zonder dat men zich dat bewust is (en zonder dat men vraagtekens zet bij dit controversiële verzoek). Deze beïnvloeding kan ernstige gevolgen hebben. Zoals bijvoorbeeld de Nazi's in de jaren dertig en veertig (bijna) de totale controle over het Duitse volk hadden. Naar aanleiding van deze periode werd onderzocht, hoe je normaal denkende mensen zo sterk kan beïnvloeden. De volgende situaties werden onderzocht:

- de invloed van verschillende leiderschapstijlen op een groep: een autocratische, democratische en gemakzuchtige leider werden bekeken;
- de invloed van een groep op de keuze van een individu;
- de invloed van een leider op een individu;
- het nabootsen van een gevangenissituatie met willekeurige studenten als gevangenen en willekeurige studenten als bewakers. Hierbij bleek dat de mensen zich naar hun rol gingen gedragen;
- het zicht van proefpersonen. Zien mensen beter als ze als echte piloten behandeld worden of toch niet?

Spiegelschrift

Bij alles wat je doet werken je ogen en je handen samen: als je veters strikt, als je een boterham eet, en dus ook als je schrijft. Dit heet oog-handcoördinatie. Dit leer je jezelf aan als je heel jong bent. Via de spiegel zie je alles anders dan je gewend bent. Daarom kost het in het begin veel moeite. Je kunt jezelf wel aanleren om via een spiegel te tekenen. Het gaat daarom steeds beter als je het vaker doet.