



# TALENT ONTWIKKELEN

MET WETENSCHAP  
EN TECHNIEK



OBS  
DE EENDRACHT



**Naar zelfstandig onderzoekend leren**

**Een Beschrijving van Talentontwikkeling van Kinderen  
in de Context van Wetenschap en Techniek  
op Vindplaatschool De Eendracht**

Utrecht, december 2013

# DEEL 1 OBS DE EENDRACHT

---

## Naar zelfstandig onderzoekend leren

Voorwoord	5
1. Aanleiding voor het vindplaatsonderzoek	6
Kinderen zelf verantwoordelijk maken voor hun leerproces	6
Opbouw van het verslag	7
2. De startsituatie	8
Techniekweken op de Eendracht	8
Hoe wil je leren over wetenschap & techniek?	9
Vragenlijst leerkrachten	12
Plannen voor het schooljaar 2012/2013	12
3. Werken met exova	13
De invoering van Exova	13
Het grootste vliegtuig	15
Leerling-vragenlijst motivatie en interesse	15
Interviews: wat vinden de leerlingen van het werken met Exova?	16
4. Zelfbeoordeling en feedback	19
Rubrics	19
5. Experimenteren met licht	20
Leren door doen	20
Meten van licht, de eerste ronde	20
Meten van licht, de tweede ronde	21
Zelfstandig	23
6. De techniekweek	24
Teamontwikkeling en de techniekweek	24
7. Conclusies	25
De onderzoeksvragen	25
Informatie zoeken en zelf onderzoek doen	26
Bijlage 1. Opdrachten rond de Airbus A380, het grootste passagiersvliegtuig	27
Bijlage 2. Rubrics voor het zelf beoordelen van het werken aan opdrachten	33

# TALENT MET WETENSCHAP EN TECHNIEK © ONTWIKKELEN

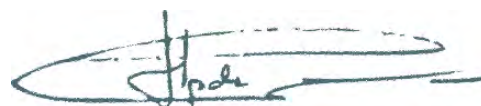
## Voorwoord

Door de eeuwen heen is het onderwijs in z'n uiterlijke verschijningsvorm niet erg veranderd. Ook de laatste 40 jaar, die ik zelf heel direct heb meegemaakt, lijkt er veel hetzelfde gebleven. Iemand die na jaren weer eens een basisschool binnen zou stappen ziet wat hij of zij vroeger ook zag: lokalen waarin leerkrachten met een groep kinderen aan het werk zijn. Toch blijkt bij nadere beschouwing dat wat inhoud en benadering betreft er van alles veranderd is. Niet voor niets, want uiteindelijk zijn ook de kinderen die de school bevolken heel anders. Zij komen binnen met een andere bagage, hebben een andere leerstijl en hebben heel andere behoeftes.

Om goed in te kunnen spelen op de veranderde vraag moet het onderwijs bereid zijn zich steeds van binnenuit te vernieuwen. Dit vraagt een open houding van een team en de bereidheid hetzelfde onderwijs steeds weer opnieuw vorm te geven. Het team van de OBS De Eendracht vindt het belangrijk om het onderwijs steeds weer bij te sturen en onderdelen te vernieuwen. De waarden waar de school voor staat worden daarbij niet uit het oog verloren. De laatste jaren heeft dit bij ons onder andere geleid tot onderwijs met veel inzet van ICT- middelen en tot veel aandacht voor samenwerkend leren, onderzoekend en ontwerpnd leren en leren onder eigen verantwoordelijkheid. Dit doorgaande proces speelt zich af met in ons achterhoofd de wetenschap dat we werken met zeer kostbaar materiaal, namelijk met kinderen. Het vraagt van ons zorgvuldigheid in het experimenteren. In dit verslag leest u over onze zoektocht naar vernieuwing die we de afgelopen periode hebben gemaakt. Een zoektocht die met vallen en opstaan ging, soms voorwaarts, maar evengoed weer stappen terugzettend. Het proces is voor onszelf zeker leerzaam en boeiend geweest. Wij hopen dat het verslag anderen aanleiding geeft om op zoek te gaan naar soortgelijke vernieuwingen.

We hebben dit onderzoek kunnen doen met ondersteuning van het Platform Bèta Techniek in Den Haag. Wij zijn gevraagd als vindplaatschool vanuit de programma's TalentenKracht en Excellentie, Wetenschap & Techniek in de regio Utrecht.

Harry de Grood



Adjunct directeur

OBS De Eendracht, Mijdrecht



## Aanleiding voor het vindplaatsonderzoek

### Kinderen zelf verantwoordelijk maken voor hun leerproces

Openbare basisschool De Eendracht besteedt veel aandacht aan wetenschap & technologie. Een belangrijke rol speelt daarin de 'techniekweek' die twee keer per jaar wordt georganiseerd. In die week doen de leerlingen in alle klassen opdrachten rond wetenschap & technologie, deels vanuit onderdelen van de methode Natuniek, maar ook in door de leerkracht zelf opgezette projecten. We zullen verderop een voorbeeld van zo'n techniekweek beschrijven.

Hoewel het team tevreden is over de opzet van de techniekweken en ook over de methode Natuniek, zoekt men naar mogelijkheden om de leerlingen met name bij het vak wetenschap & technologie meer verantwoordelijk te maken voor hun eigen leerproces. Belangrijke uitgangspunten van het onderwijs op OBS De Eendracht zijn dat leren een actief proces is en dat kinderen plezier moeten hebben in het leren. Vanuit die visie vindt het team het belangrijk dat kinderen de kans krijgen om tot op zekere hoogte zelf te kiezen wat ze willen leren, en hoe.

Voor het vak rekenen stond in het schooljaar 2012/2013 een experiment gepland met MATH, een online pakket dat wordt uitgegeven door Exova (zie: [exova.nl](http://exova.nl)<sup>1</sup>). De leerlingen zouden grotendeels zelf mogen kiezen aan welke onderdelen ze wilden werken. Een van de onderdelen van het Exova materiaal was op dat moment de 'Ontdekhoek', een serie opdrachten op het terrein van wetenschap & technologie. Bij sommige taken moet flink gerekend worden, zoals bij opdrachten rond het grootste vliegtuig, de Airbus A380, maar er zijn ook opdrachten over orkanen, licht, rivieren, enzovoort. Het plan was om leerlingen eerst met de echte rekenonderdelen te laten werken en hen dan vanaf januari 2013 ook opdrachten van de Ontdekhoek te laten doen.

De school had bewust gekozen voor een zeer geleidelijke invoering van Exova. In het schooljaar 2012/2013 zouden alleen de I en I+ leerlingen met Exova werken, dat wil zeggen de leerlingen die volgens rekentoetsen van het Cito tot de 20%, resp. 10% beste leerlingen behoren, landelijk gezien. Op de Eendracht scoort ongeveer een derde van de leerlingen op I en I+ niveau. De Cito-toetsen vormden overigens niet het enige criterium: een paar kinderen die hoog scoorden, maar niet goed zelfstandig zouden kunnen werken mochten niet meedoen, en een enkel kind dat iets lager scoorde, maar wel goed zelfstandig kon werken mocht dat wel.

Als het werken met Exova in het schooljaar 2012/2013 een succes zou blijken, zou het pakket in de volgende schooljaren breder ingezet kunnen worden. Binnen het team was er een discussie of er een nieuwe rekenmethode moest worden aangeschaft - de methode was aan vervanging toe - of dat de school helemaal over zou stappen op een pakket als Exova. De auteurs van Exova zien de rekenonderdelen als vervangend voor een traditionele rekenmethode; de Eendracht wilde het pakket voorlopig echter alleen inzetten als aanvulling op 'De Wereld in Getallen'.

De school wil toe naar een systeem van zelfverantwoordelijk leren voor alle vakken, dus inclusief het vak wetenschap & technologie. Ook op dit punt koos de school echter voor een voorzichtige aanpak. Pas als zou zijn gebleken dat leerlingen het zelfstandig werken met de echte rekenonderdelen van Exova aan konden zou de Ontdekhoek worden geïntroduceerd. In de opdrachten van de Ontdekhoek is het onderzoeksaspect bovendien vrij bescheiden; regelmatig moet informatie worden gezocht op internet, maar de leerlingen voeren bijvoorbeeld geen proefjes uit. Uiteindelijk zou de school toe willen naar de situatie dat leerlingen een onderzoek bedenken bij een door henzelf geformuleerde vraag en dat onderzoek vervolgens zelfstandig uitvoeren.

<sup>1</sup> De huidige versie (februari 2014) van het pakket is te bereiken via [m4th.nl](http://m4th.nl). De opdrachten van de Ontdekhoek zijn in deze nieuwe versie geen onderdeel meer van MATH. Ze zijn nu opgenomen in T-world, een pakket voor natuur&techniek, geschiedenis, aardrijkskunde, mens & maatschappij.

De vraag die de school geformuleerd had in de subsidieaanvraag was:

*Heeft het eigenaar zijn van het eigen leerproces een positieve invloed op de leerprestaties en het leerplezier van de leerlingen?*

Daarachter lag echter de vraag hoe je als school dergelijk onderwijs het beste vorm kunt geven. In overleg met de school hebben we de onderzoeksvraag als volgt uiteengelegd:

- a. Hoe kan de school ervoor zorgen dat leerlingen op een aantal terreinen hun eigen leerweg kunnen kiezen, om daarmee te stimuleren dat leerlingen zich verantwoordelijk gaan voelen voor hun eigen leerproces?*
- b. In hoeverre is een dergelijke onderwijsopzet ook te realiseren voor het vak wetenschap & technologie?*
- c. Heeft een dergelijke onderwijsopzet een positieve invloed op de leerprestaties en het leerplezier?*

## Opbouw van het verslag

In hoofdstuk 2 van dit verslag wordt de situatie beschreven bij de start van het schooljaar 2012/2013. We beschrijven eerst kort de techniekweek van eind oktober en daarna beschrijven we de uitkomsten van een onderzoekje onder de leerlingen over hoe ze het liefst zouden willen leren over wetenschap & technologie. Ook de leerkrachten zijn bevroegd, met name over de tijd die ze besteden aan het onderwijs in wetenschap & technologie en over de vraag in hoeverre ze zich in staat achten om die lessen te geven. Tot slot beschrijven we de planning van de activiteiten binnen het schooljaar.

In hoofdstuk 3 tot en met 6 wordt beschreven hoe het team in het schooljaar 2012/2013 gewerkt heeft aan verandering. Hoofdstuk 3 beschrijft het werken met de Exova-opdrachten en wat de leerlingen vonden van het werken in een situatie waarin ze zelf veel keuzes mochten maken.

Hoofdstuk 4 beschrijft de rol van feedback bij het zelfstandig leren. Door een van de leerkrachten is een serie rubrics gemaakt voor verschillende aspecten van een taak.

In hoofdstuk 5 wordt beschreven hoe de leerlingen van groep 7 zelfstandig in kleine groepjes een onderzoek uitvoerden rond lichtsterkte en lichtintensiteit.

Hoofdstuk 6 beschrijft de activiteiten binnen de techniekweek van mei 2013.

In hoofdstuk 7, tenslotte, wordt teruggeblikt op de activiteiten en worden conclusies getrokken.



Afbeelding 1.

## 2 De startsituatie

### Techniekweken op de Eendracht

Twee keer per jaar wordt op de school een 'techniekweek' gehouden, om ervoor te zorgen dat wetenschap & technologie voldoende aandacht krijgt. Het programma van vakken als rekenen, taal en gym loopt door, maar daarnaast wordt veel tijd ingeruimd voor techniekopdrachten. De week van 29 oktober tot 2 november 2012 was zo'n techniekweek. Deze keer was de invulling per klas nog door de leerkrachten zelf gekozen, zonder veel onderling overleg.

Verschillende opdrachten deze week kwamen uit de methode Natuniek, maar de leerkrachten hadden daarnaast ook andere opdrachten gekozen. Leerlingen van de groepen 7 maakten bijvoorbeeld een brug van spaghetti. Op youtube staan video-opnamen van het testen hoeveel gewicht de brug kon dragen (youtube.com, bij gebruiker 'obseendracht'). In groep 8 werd gewerkt met microscopen.



Afbeelding 2. Testen van de spaghettibrug 1



en van spaghettibrug 2.



Afbeelding 3. Onderzoek doen met de microscoop.



Afbeelding 4. Onderzoeken van drijven en zinken.



Afbeelding 5. Een hijskraan maken om de juf op te takelen.

Het streven van de school is om de techniekweken meer gezamenlijk te gaan organiseren, niet alleen om zo een meer samenhangend programma te krijgen, maar ook om op die manier de teamontwikkeling op het gebied van wetenschap & technologie te stimuleren.

## Hoe wil je leren over wetenschap & techniek?

In oktober 2012 hebben de leerlingen van groep 6, 7 en 8 - in totaal 110 leerlingen - een vragenlijst ingevuld over hoe ze het liefst zouden willen leren over onderwerpen van het vak wetenschap & techniek.<sup>2</sup> De vragenlijst was ontworpen door Harry de Groot en Manja van Buul. De antwoorden op deze vragenlijst zijn samengevat in tabel 1 en 2.

Bijna alle leerlingen zeggen dat ze wel eens vragen hebben rond wetenschap & techniek. Ze moesten daar een voorbeeld van opschrijven; we hebben hun antwoorden weergegeven in de tabel op bladzijde 9-11. Planten, bouwen en scheikunde worden niet vaak genoemd als onderwerp; vaker gaat het over geschiedenis, de toekomst, over dieren, mensen, techniek.

Bij de vraag hoe leerlingen op school het liefst aan het beantwoorden van zulke vragen zouden willen werken wordt maar 13 keer gekozen voor een traditionele vorm: 'een les met de juf', of 'een les met uitleg en werkbladen'. 230 keer wordt gekozen voor vormen waarbij de leerlingen zelf initiatief kunnen nemen: opzoeken in boeken of op internet, zelf onderzoek doen, iets uitproberen, experimenteren, mensen ondervragen. Bij deze vraag mochten maximaal twee alternatieven worden aangekruist, maar sommige leerlingen kozen er meer.

Bij de vraag 'Wil je alleen werken of samen met anderen?' kiezen 18 kinderen voor alleen, 81 voor in een groepje en 11 voor met de hele klas. Als afsluiting willen ze liever een presentatie houden of hun werk laten zien dan een verslag schrijven. Driekwart van de kinderen wil dat de juf of meester een cijfer geeft.

We kunnen concluderen dat bij onderwerpen rond wetenschap & techniek de meeste kinderen graag zouden willen werken in een vorm waarbij ze actief zijn en zelf keuzes mogen maken. Er zijn kinderen die alleen willen werken, maar de meeste kinderen hebben voorkeur voor het werken in een groepje.

### ***Tabel 1. Hoe wil je leren over wetenschap & techniek? Hieronder staan de vragen van de vragenlijst, met erbij hoe vaak een alternatief gekozen werd. In totaal vulden 110 leerlingen de vragenlijst in.***

Dit zijn voorbeelden van vragen rond Wetenschap en Techniek:

- Hoe konden de Egyptenaren een piramide bouwen zonder hijskranen?
- Zijn er planeten zonder sterren?
- Waarom krijg je kippenvel als je bang bent?
- Waar bestaan vlammen uit?

Heb je zelf ook zo'n vraag? Schrijf hem dan hieronder op.

(Voor de antwoorden, zie de tabel op blz. 10-11)

Heb je uit jezelf wel vaker zulke vragen? Omcirkel wat voor jou geldt:

nooit (6), soms (93), vaak (11)

Op welk gebied zijn deze vragen? Omcirkel wat voor jou geldt, meer dan één mag:

geschiedenis (43), toekomst (47), planten (24), dieren (46), mensen (44), techniek (48), bouwen (23), scheikunde (21)

Kijk je op tv wel eens naar een van deze zenders: National Geographic, Discovery, Animal Planet? Omcirkel wat voor jou geldt:

nooit (26), soms (48), vaak (36)

<sup>2</sup> We gebruiken hier de omschrijving 'wetenschap & techniek' en niet het tegenwoordig meer gebruikelijke 'wetenschap & technologie' omdat in de teksten voor de leerlingen en in de uitleg van de leerkrachten steeds het woord 'techniek' is gebruikt.



Lees je wel eens in tijdschriften over wetenschap en techniek, zoals Quest, National Geographic, Kijk, Zo zit dat ?

Omcirkel wat voor jou geldt:

nooit (39), soms (58), vaak (13)

Kruis aan hoe je op school het liefst aan het beantwoorden van zulke vragen zou willen werken? Kies er maximaal twee.

- door een les met de juf (9)
- een les met uitleg en werkbladen (4)
- zelf opzoeken in boeken (10)
- zelf opzoeken op internet (45)
- een werkstuk maken (18)
- zelf iets bouwen (31)
- zelf onderzoek doen naar de vraag (21)
- met een experiment (49)
- iets uitproberen (30)
- mensen ondervragen (26)

Hoe zou je het willen doen? Kruis jouw voorkeur aan. Je mag er één kiezen.

Alleen (18), in groepjes (81), met de hele klas (11)

Hoe zou je jouw onderzoekje willen afsluiten? Kruis jouw voorkeur aan. Je mag er één kiezen.

- presentatie houden (30)
- verslag maken (7)
- poster maken (18)
- laten zien wat je gemaakt hebt (42)
- een lijst met vragen invullen (15)

Als ik klaar ben, wil ik graag. Kruis jouw voorkeur aan.

- dat de juf of meester mijn werk nakijkt en een cijfer geeft (76)
- dat de juf of meester mijn werk bekijkt, maar zij/hij hoeft geen cijfer te geven (34)

**Tabel 2. Vragen die de leerlingen zelf formuleerden op het terrein van wetenschap & techniek.**

<i>Waarom is bloed rood?</i>	<i>Waarom is er in de ruimte geen zuurstof?</i>
<i>Wat zijn hierogliefen?</i>	<i>Hoe maak je een explosie?</i>
<i>Hoe vliegt een vliegtuig?</i>	<i>Hoe kan het dat een vliegtuig vliegt? (2x)</i>
<i>Waarom zijn de blaadjes aan de bomen groen? (2x)</i>	<i>Hoeveel meter of kilometer is de grootste jungle?</i>
<i>Hoe kan het in de woestijn zo warm zijn?</i>	<i>Wie leefde als eerste in Europa?</i>
<i>Waaruit bestaat als je trilt?</i>	<i>Hoe zit een telekraan in elkaar?</i>
<i>Waarom ga je lachen als je gekieteld wordt?</i>	<i>Hoe komt het dat bomen lucht geven?</i>
<i>Hoe zijn er mensen?</i>	<i>Waaruit bestaan vlammen?</i>
<i>Wat zou er in de toekomst gebeuren?</i>	<i>Wie was de eerste man/vrouw op aarde?</i>
<i>Hoe kun je de toekomst voorspellen?</i>	<i>Wat kwam er eerder een kip of een ei?(4x)</i>
<i>Hoe bestaan vulkanen?</i>	<i>Hoe zijn er mensen op de wereld gekomen en de wereld zelf ook?</i>
<i>Waarom staan paddenstoelen vaak in het bos?</i>	<i>Waarom maken dieren geluiden?</i>
<i>Hoe ontstaan er sterren?</i>	<i>Hoe wordt een piramide gebouwd?</i>
<i>Waar bestaat de aarde uit?</i>	

<p>Waarom heet een mens mens? (2x)</p> <p>Waarvan wordt krijt gemaakt?</p> <p>Waarom is de hemel blauw?</p> <p>Hoe kan het dat er al spullen op de wereld stonden zonder dat er gebouwd is.</p> <p>Wat zit er achter het zwarte gat?</p> <p>Waarom ga je klappertanden?</p> <p>Waarom kunnen wij niet vliegen als vogels?</p> <p>Wie zegt dat je het koud hebt?</p> <p>Wat is er aan het einde van een zwart gat?</p> <p>Hoe draait de aarde?</p> <p>Waarom zie je in kleur?</p> <p>Waarom merk je niet dat de wereld draait?</p> <p>Hoe ver is de ruimte?</p> <p>Hoe groot is het heelal?</p> <p>Hoe komt het dat een stoel stoel heet?</p> <p>Is er nog een planeet net als de aarde?</p> <p>Is de universum oneindig?</p> <p>Waarom voel je de lucht maar ziet het niet?</p> <p>Hoeveel kilometer staat de zon van de aarde af?</p> <p>Waarom is de aarde rond en een vierkant een vierkant?</p> <p>Hoe konden de Grieken tempels bouwen zonder hulpmiddelen?</p> <p>Waarom klinkt je stem anders voor jezelf dan voor een ander?</p> <p>Hoe en wanneer bestond de wereld?</p> <p>Hoe is de planeet aarde ontstaan?</p> <p>Hoe groot is de omtrek van de wereld?</p> <p>Waarom hebben wij zuurstof op aarde en andere planeten niet?</p> <p>Hoe is de aarde ontstaan?</p> <p>Hoe kan je je lichaamsdelen optillen?</p> <p>Hoe kan het dat je met een inktwischer je pen uit kan wissen?</p> <p>Welke kleuren hebben de planeten?</p> <p>Waarop leeft een kip nog als je z'n kop er in één keer afhakt?</p> <p>Waar bestaat water uit?</p> <p>Waarom heet een stoel een stoel?</p> <p>Hoe is taal ontstaan?</p> <p>Hoe is de mens ontstaan?</p>	<p>Hoe krijg je een schipje in een fles?</p> <p>Hoe hebben mensen vroeger papier ontdekt?</p> <p>Is er een einde aan het heelal?</p> <p>Hoe groot is de ruimte?</p> <p>Hoe komt er prik in frisdrank?</p> <p>Hoe zit zwaartekracht in elkaar?</p> <p>Hoe kunnen we weten dat bijv. Yes ja is?</p> <p>Hoe is de aarde ontstaan?</p> <p>Wie was de eerste mens op aarde?</p> <p>Als er geen tijd was, hoe zou het dan gaan?</p> <p>Hoe kan een dier lopen?</p> <p>Hoe weten ze dat alles van de wetenschap echt waar is?</p> <p>Waarom als jij gaapt, moeten mensen die naast je zitten ook gapen?</p> <p>Is er ergens anders in het universum leven?</p> <p>Bestaat er iets nog heters dan de zon?</p> <p>Is het heelal oneindig?</p> <p>Hoe gaat het precies met zonsondergang?</p> <p>Hoe heeft alles een naam gekregen?</p> <p>Bestaan er aliens?</p> <p>Waarom lijken wolken dichtbij, maar zijn ze toch ver weg?</p> <p>Alles wat je zegt heb je al gezegd of moet nog komen?</p> <p>Hoe zijn er mensen ontstaan?</p> <p>Hoe is de eerste mens ontstaan?</p> <p>Hoe kun je kippenvel krijgen als je het koud hebt?</p> <p>Hoe kan er nog meer zijn dan de aarde? Zo groot?</p> <p>Waarom wil je beter zijn dan je concurrent?</p> <p>Hoe lang brandt de zon?</p> <p>Het universum breidt zich uit als een ballon, explodeert het dan ook?</p> <p>Hoe maak je een camera die waterdicht is?</p> <p>Waar bestaat een planeet uit?</p> <p>Hoe is de wereld helemaal ontstaan, mensen, planten, water en dieren?</p> <p>Hoe wordt water gezuiverd?</p> <p>Hoe zijn de mensen ontstaan?</p> <p>Hoe is de mens ontstaan? (2x)</p> <p>Hoe wordt het in de toekomst?</p> <p>Hoe komt het dat lijm plakt?</p>
---	--

## Vragenlijst leerkrachten

Aan het begin van het schooljaar hebben we de leerkrachten van de Eendracht een vragenlijst voorgelegd waarin we vroegen naar hun attitude ten opzichte van het vak wetenschap & technologie, naar de plek die het vak had binnen hun onderwijs en of ze voldoende vertrouwen in hun eigen kennis en vaardigheden hadden om het vak te geven. De vragenlijst werd ingevuld door 20 mensen: 18 leerkrachten plus de directeur en een onderwijsassistent.

Wat vooral opvalt is dat er behoorlijke verschillen zijn tussen de leerkrachten. Op de vraag 'Hoe vaak onderwijs je wetenschap en techniek in jouw klas (los of geïntegreerd)?' zeggen 8 leerkrachten dat ze het 1 tot 3 keer in de maand doen en 3 leerkrachten wekelijks. De andere leerkrachten komen echter niet verder dan een aantal keer per jaar. Gevraagd of ze zelf ook lessen bedenken zijn de verschillen nog veel groter: 1 leerkracht doet dat 1 tot 3 keer per maand, 8 leerkrachten doen het een aantal keer per jaar en 10 leerkrachten doen het zelden of nooit. Vragen over plezier in het geven van het vak en het gevoel er voldoende kennis voor te hebben laten een aanzienlijke spreiding zien.

Het beeld dat deze vragenlijst schetst zal niet zo heel veel verschillen van de situatie op andere scholen: er zijn leerkrachten die het vak wetenschap & technologie met veel enthousiasme geven, terwijl andere leerkrachten waarschijnlijk de prioriteit leggen bij andere vakken. De keuze voor het organiseren van techniekweken lijkt daarom ook vanuit dat gezichtspunt verstandig. De techniekweken geven een gezicht aan het vak wetenschap & technologie en ze zorgen ervoor dat het vak voldoende aan bod komt.

## Plannen voor het schooljaar 2012/2013

De school wilde in het schooljaar 2012/2013 op verschillende manieren onderzoeken hoe het wetenschap & technologie onderwijs verbeterd kon worden.

Op de eerste plaats zouden wetenschap & technologie opdrachten een plek krijgen binnen de gefaseerde invoering van Exova. Dat pakket bestond uit de volgende onderdelen:

- **De Rekentuin.** Dit is een doorlink naar [www.rekentuin.nl](http://www.rekentuin.nl). Dit onderdeel is vooral bedoeld om leerlingen rekenvaardigheden te laten oefenen.
- **Rekeneniseenmakkie.** Dit onderdeel geeft een lijst van leerdoelen in het rekenonderwijs, waarbij leerlingen na moeten gaan of ze die doelen al beheersen. Bij de meeste doelen zijn links naar uitlegfilmpjes, oefenopdrachten of rekenspelletjes. De uitlegfilmpjes zijn afkomstig van [cedicu.nl](http://cedicu.nl) of van [khanacademy.org](http://khanacademy.org).
- **De Ontdekhoek.** Dit is een gevarieerde set van taken over allerlei onderwerpen, grotendeels op het terrein van wetenschap & technologie. Bij sommige taken moet flink gerekend worden, maar er zijn ook opdrachten over orkanen, licht, rivieren, enzovoort.

Het tijdpad voor het schooljaar 2012-2013 was:

- **September 2012:** start met Rekentuin in groep 4 tot en met 8.
- **Oktober:** start met Rekeneniseenmakkie in groep 6, 7 en 8.
- **Januari 2013:** eerste Ontdekhoekopdrachten in groep 6, 7 en 8.

Op de tweede plaats zou geëxperimenteerd worden met hands-on projecten op het gebied van wetenschap & technologie. Uit verschillende mogelijkheden is gekozen voor een project rond het meten van lichtsterkte met een aan de computer verbonden sensor.

Op de derde plaats zou de techniekweek van mei 2013 worden aangegrepen als een aanleiding voor interne scholing en teamontwikkeling. Het was de bedoeling om de techniekweek dit keer veel meer gezamenlijk te organiseren.

In het volgende deel van dit verslag bespreken we de verschillende onderdelen van dit plan.

## 3 Werken met Exova

### De invoering van Exova

In groep 7 is het geplande tijdpad voor de invoering van Exova gevolgd. De I en I+ leerlingen begonnen in september met de Rekentuin en werkten vanaf oktober daarnaast met Rekeneniseenmakkie. Vanaf januari 2013 deden ze ook opdrachten uit de Ontdekhoeck. De leerlingen van groep 6 hebben vooral gewerkt met de Rekentuin. De leerlingen van groep 8 zijn pas echt na de Cito-eindtoets met Rekeneniseenmakkie en de Ontdekhoeck begonnen.

De invoering van het werken met de Rekentuin, in september/oktober 2012, leverde geen bijzondere problemen op. De leerlingen die hiervoor waren uitgekozen (de 1 en 1+ leerlingen) kregen een half uur per week om op de computer te oefenen. Doorgaans gebeurde dat in het computerlokaal van de school, onder toezicht van een ouder. Rekentuin geeft leerlingen maar beperkte keuzes. De computer bepaalt op grond van de prestaties van leerlingen welke sommen ze gaan oefenen. De leerlingen krijgen feedback op hun prestaties en naarmate ze meer onderdelen af hebben zien ze meer bloemen in hun tuin.



Afbeelding 6. Het computerlokaal;



De school heeft laptops waarmee de leerlingen in de klas aan computertaken kunnen werken.

Het kostte de leerlingen wat meer tijd om te wennen aan het werken met Rekeneniseenmakkie. De computer geeft een lijst leerdoelen die leerlingen af kunnen vinken wanneer ze denken dat ze dat doel beheersen. Achter elk doel staat een knop waarmee ze een lijst van leermiddelen kunnen oproepen. Dat kunnen uitlegfilmpjes zijn, maar ook werkbladen waarmee de leerlingen de vaardigheid kunnen oefenen. De leerlingen kiezen zelf aan welke leerdoelen ze willen werken en ze besluiten ook zelf of ze een leerdoel bereikt hebben.

Ik kan delen met een deler tot 10 (zonder rest)	<a href="#">Deelsommen in stapjes</a>	
	<a href="#">Deelsommen in stapjes (antwoorden)</a>	
	<a href="#">Zelf werkbladen maken met Onlineklas</a>	 
	<a href="#">Zelf werkbladen maken met Sommenmaker</a>	
Ik begrijp b.v. `25 mensen in 4 boten --> $25:4=6$ rest 1. In één boot zitten er 7. Of 1 persoon moet wachten op de kant;-)!		
		<i>Stuur je tips naar <a href="mailto:info@snelleren.nl">info@snelleren.nl</a></i>
Ik kan delen met een deler tot 10, met rest	<a href="#">Zelf werkbladen maken met Sommenmaker</a>	
	<a href="#">Zelf werkbladen maken met Studiewijs</a>	 
Ik kan keersommen maken met getallen tot 100.	<a href="#">3x vermenigvuldigen</a>	
	<a href="#">3x vermenigvuldigen (antwoorden)</a>	
	<a href="#">Zelf werkbladen maken met Onlineklas</a>	 
	<a href="#">Zelf werkbladen maken met Studiewijs</a>	 
Ik kan met grote hoeveelheden werken, tot 1000.	<a href="#">Bekijk video</a>	 
Ik kan optellen en aftrekken tot 1000.	<a href="#">Bekijk video</a>	 
	<a href="#">Kies: Optellen en aftrekken Expert</a>	
	<a href="#">Samen 1000?</a>	 
	<a href="#">Sommengenerator</a>	
	<a href="#">Strategie: G10 optellen en aftrekken</a>	 
	<a href="#">Zelf werkbladen maken met Onlineklas</a>	 
	<a href="#">Zelf werkbladen maken met Sommenmaker</a>	
	<a href="#">Zelf werkbladen maken met Somprint</a>	 
	<a href="#">Zelf werkbladen maken met Studiewijs</a>	 
Ik weet van elk getal (onder de 1000) hoeveel ik erbij moet doen om 1000 te maken.	<a href="#">Bekijk video</a>	 
Ik weet wat een getal x10, x100 of x1000 is. Ik kan delen door 10, 100 en 1000.	<a href="#">Zelf werkbladen maken met Studiewijs</a>	 

Afbeelding 7. Een lijst van leerdoelen in Exova, met links naar ondersteunende filmpjes of oefeningen.

In januari 2013 werden de opdrachten van de Ontdekhoek geïntroduceerd. De Ontdekhoek is een verzameling van heel verschillend onderwijsmateriaal. Er zijn werkbladen met opdrachten over allerlei onderwerpen, maar ook links naar computerspellen en naar door anderen beheerde sites zoals proefjes.nl. Bij de introductie van de Ontdekhoek mochten de leerlingen zelf een keuze maken uit de opdrachten. In groep 7 liet de leerkracht op een gegeven moment de leerlingen kiezen uit vier onderwerpen. Ze moesten hun werk inleveren en dat werd nagekeken. De meeste leerlingen kozen voor de opdrachten rond de Airbus A380.

Aan het eind van het schooljaar werkten de leerlingen van groep 7 en 8 per week anderhalf uur met Exova. Bij groep 7 lag dat vast als 30 minuten voor elk onderdeel - Reken tuin, Rekenenineenmakkie en de Ontdekhoek -

maar de leerlingen mochten zelf het moment kiezen binnen de weektaaktijd. De leerlingen van groep 8 waren in de periode na de Cito-eindtoets helemaal vrij in hun keuzes.

## Het grootste vliegtuig

De Airbus A380 is op dit moment het grootste passagiersvliegtuig ter wereld. In de werkbladen rond dat onderwerp staan 36 vragen die op heel verschillende terreinen liggen: aardrijkskunde, rekenen, natuurkunde. We geven een aantal voorbeelden. Voor de opdrachten zie bijlage 1.

- Uitzoeken waar in Europa de verschillende onderdelen van het vliegtuig worden gemaakt en hoe de onderdelen van de ene fabriek naar de andere worden getransporteerd.
- Rekenopdrachten over schaal (plaatje van een giraffe naast het vliegtuig) en over de indeling van het vliegtuig.
- Uitzoeken naar welke plaatsen op aarde het vliegtuig met volle tanks kan vliegen zonder tussenlandingen. Hierbij komt ook aan de orde dat wereldkaarten via verschillende projecties kunnen worden getekend.
- Rekenopdrachten over het gewicht dat het vliegtuig kan meenemen, met vragen over het soortelijk gewicht van kerosine.
- Vragen over het 'grondeffect' het verschijnsel dat een vliegtuig vlak boven de grond gemakkelijker in de lucht blijft omdat de lucht onder de vleugels niet makkelijk naar beneden kan worden geduwd.

Met name de rekenopdrachten zijn pittig. Nadat bijvoorbeeld de leerlingen hebben uitgerekend hoeveel vracht het vliegtuig kan dragen als de tanks vol zijn - gegeven het totale draagvermogen, de capaciteit van de tanks en het gewicht van kerosine per liter - moeten ze ook schatten hoeveel passagiers er dan kunnen worden meegenomen, inclusief hun bagage.

Het grondeffect is een natuurkundig verschijnsel waar de leerlingen waarschijnlijk nog niet eerder van hadden gehoord. Er wordt in de werkbladen een relatie gelegd met de manier waarop grote watervogels landen en er wordt verteld over de 'ekranoplan', een vliegtuig dat in de Sovjet-Unie werd gebouwd en bedoeld was om vlak boven de Zwarte Zee en de Kaspische Zee te vliegen. Op zich had dat vliegtuig door het grondeffect relatief weinig motorvermogen nodig om in de lucht te blijven, maar de motoren moesten toch heel zwaar zijn omdat het vliegtuig opstijgt vanaf het water en dat kost veel energie.

De meeste leerlingen kozen ervoor om de opdrachten met zijn tweeën of drieën te maken, maar er waren ook een paar leerlingen die liever alleen werkten. Het schriftelijk werk dat de leerlingen inleverden laat zien dat er zeer serieus aan de opdrachten is gewerkt.

## Leerling-vragenlijst motivatie en interesse

Omdat we graag wilden weten hoe gemotiveerd de leerlingen waren voor het werken aan opdrachten uit de Ontdekhoek hebben we de leerlingen die met Exova werkten in februari 2013 een tweede vragenlijst laten invullen. De leerlingen hadden toen allemaal minstens een opdracht gedaan. In totaal hebben 27 leerlingen de vragenlijst ingevuld; tien leerlingen uit groep 7 en zeventien leerlingen uit groep 8. Het waren zestien jongens en elf meisjes, 9 tot 12 jaar oud.

Opvallend is dat de leerlingen van deze groep rekenen een veel leuker vak vinden dan taal: een gemiddelde van

4,0 op een 5-puntsschaal tegenover 2,9 voor taal. Over de opdrachten rond wetenschap en techniek van Exova zijn ze nog positiever, die geven ze gemiddeld een 4,3. Bij dit laatste moet wel bedacht worden dat het gaat om een onderdeel dat nieuw voor hen is, wat de opdrachten interessanter maakt.

Gevraagd is ook hoeveel vertrouwen de leerlingen er in hadden dat ze dergelijke opdrachten zouden kunnen maken. Een van de vragen was bijvoorbeeld: 'Ik denk dat ik ook de moeilijke opdrachten kan begrijpen'. Over het algemeen is het oordeel van de leerlingen positief (gemiddeld 3,9), al zijn er ook duidelijk een paar leerlingen die minder geloven in hun eigen kunnen.

Met de vragen over motivatie werd onderzocht waar de motivatie van leerlingen op gebaseerd was: doe je dit soort opdrachten 'omdat het van me verwacht wordt' (externe motivatie), 'omdat ik denk dat het nuttig is' (geïdentificeerde motivatie), of 'omdat ik denk dat zulke opdrachten interessant zijn' (intrinsieke motivatie). De hoogste scores geven leerlingen bij uitspraken die verwijzen naar intrinsieke motivatie.

Bij de vragen naar de interesse van leerlingen kan een onderscheid gemaakt worden tussen 'situationele interesse' - een antwoord op vragen als: 'ik vind het leuk om nieuwe dingen te zien en te horen' - en 'individuele interesse' - vragen als: 'ik wil graag zoveel mogelijk weten van zulke onderwerpen'. De vragen naar de situationele interesse leveren een hoge score op (4,1 op een 5-puntsschaal), die naar de individuele interesse een iets lagere score (3,7). Het lijkt er op dat deze leerlingen in het algemeen graag nieuwe dingen leren. Ook de score op vragen die meer direct naar het onderwerp verwijzen is hoog, maar hier lijken de leerlingen iets terughoudender.

Er waren geen belangrijke verschillen tussen jongens en meisjes. Op twee vragen was er echter wel een behoorlijk verschil:

- 'Als we met een opdracht bezig zijn, vind ik het leuk er mee door te gaan.' Meisjes scoren gemiddeld 4,6 en de jongens 3,8.
- 'Thuis ben ik ook bezig met zulke onderwerpen.' Meisjes scoren 3,4 en de jongens 2,2.

We kunnen concluderen dat de leerlingen heel positief zijn over het werken aan de opdrachten van de Ontdekhoek.

## **Interviews: wat vinden de leerlingen van het werken met Exova?**

We vroegen in juni 2013 aan leerlingen van groep 7 en 8 wat zij vonden van het werken met Exova in het afgelopen schooljaar. We interviewden in totaal 19 leerlingen, in groepjes van vier of drie.

### ***Hoe werken jullie met de Reken tuin?***

De leerlingen van groep 8 doen meestal niets meer in de Reken tuin. In het begin van het jaar hebben ze daar veel tijd aan besteed - het was het enige onderdeel van Exova waar ze toen mee mochten werken - maar nu vinden ze de sommen te makkelijk. Bovendien verdorren de plantjes als je niet regelmatig wat doet, en dan kun je deel 2 niet meer in. Het tweede deel bestaat uit spelletjes en dat is leuker dan de sommen.

De leerlingen van groep 7 vinden het werken met de Reken tuin leuk, maar vrij makkelijk.

### ***Hoe werken jullie met Rekeniseenmakkie?***

Rekeniseenmakkie geeft een lijst van wat je allemaal van rekenen zou moeten snappen. Je moet bedenken of je iets al snapt en als dat zo is kun je er een vinkje bij zetten. Er staan links bij naar uitlegfilmpjes of opdrachten. Ze kiezen zelf van welke onderwerpen ze de links bekijken. In de uitlegfilmpjes wordt alles nogal kinderachtig uitgelegd, zeggen de leerlingen, maar het is ook grappig en je snapt het dan wel.

### ***Hoe kies je uit de onderwerpen van de Ontdekhoek?***

De leerlingen van groep 7 hebben meestal zelf mogen kiezen welke opdrachten ze wilden doen. Eén keer moesten

ze kiezen uit vier opgegeven onderwerpen en de meeste leerlingen kozen toen voor de opdracht over het grootste passagiersvliegtuig. De leerlingen mogen ook proefjes doen van proefjes.nl, want die link staat ook bij de Ontdekhoek. Voor het proefje van een ei in een fles namen ze een ei van thuis mee, maar er is ook een groepje dat azijn mocht gaan kopen omdat ze dat voor een proefje nodig hadden. De juf eist wel dat ze eerst opschrijven wat ze verwachten en dat ze later opzoeken hoe je het proefje of verschijnsel kunt verklaren.

De leerlingen van groep 8 hebben geen proefjes gedaan, alleen heeft een leerling een keer een winegum in water gelegd, omdat ze daarover op de site gelezen had. De leerlingen waren altijd vrij bij het kiezen van hun onderwerpen.

Kiezen van een onderwerp doe je samen met degene met wie je wil werken. Je gaat af op de titel en het plaatje. Ook hoor je soms van andere kinderen wat interessant is. Heel veel kinderen hebben de film van Donald Duck in Mathmagicland bekeken. Ook het spel van de kat en de bolletjes wordt door bijna elk groepje genoemd.

### ***Werk je liever alleen of met iemand anders?***

Er zijn kinderen die een opdracht in hun eentje doen - dat gaat sneller, je hoeft niet steeds te overleggen - maar diezelfde kinderen hebben ook wel in een groepje van twee of drie gewerkt. Samenwerken is gezelliger en het voordeel is ook dat je eerder merkt dat je iets fout hebt. Als voorbeeld noemt een jongen dat zijn groepje verschil van mening had over de windsnelheid midden in een orkaan: hij dacht 0 km/uur, een andere leerling dacht 100 km/uur. Toen zijn ze het op gaan zoeken op wikipedia.

### ***Als je iets niet snapt, wat doe je dan?***

Alle kinderen zeggen dat ze het dan opzoeken op internet, of het aan klasgenootjes vragen. Alleen als je het echt niet weet vraag je het aan de juf. Dat is niet alleen omdat de juf toch meestal zegt dat je er eerst zelf maar uit moet zien te komen, maar ook omdat het prettiger is om het aan een ander kind te vragen. Bovendien geeft de juffrouw vaak een heel lange uitleg, terwijl je bij wikipedia in een paar minuten het antwoord weet.

### ***Letten de leerkrachten op wat je doet in de Exova-tijd?***

Bij groep 8 praat meester Harry (de adjunct-directeur) af en toe met kinderen over wat ze gedaan hebben. Hij geeft dan tips hoe ze iets zouden kunnen verbeteren. Eigenlijk moeten de leerlingen steeds in hun map opschrijven wat ze gedaan hebben, maar de leerlingen van groep 8 vergeten het vaak. In groep 7 doen de leerlingen dat wel steeds: datum, wat gedaan, hoeveel minuten. De juf bekijkt hun werk. Ook met hen praat meester Harry af en toe over wat ze gedaan hebben.

### ***Wat vind je ervan dat je zoveel zelf mag bepalen?***

Zonder uitzondering lijken de kinderen daar heel gelukkig over te zijn. Je kunt zelf een onderwerp kiezen dat je leuk vindt en je kunt dingen die je saai vindt omdat je ze al weet gewoon overslaan.

### ***Wat vinden jullie van de opdrachten van de Ontdekhoek?***

Ze zijn soms behoorlijk moeilijk, en de leerlingen zeggen ook dat ze wel eens dingen fout hebben, maar ze komen er wel altijd uit. Ze zouden er graag opdrachten over andere onderwerpen bij willen hebben. Een meisje dat later arts wil worden wil opdrachten over medicijnen, een meisje dat zegt dat ze erg geïnteresseerd is in politiek zou wel wat willen leren over bijvoorbeeld de crisis in Griekenland, een derde meisje noemt het opbouwen van een band met je paard als onderwerp.

### ***Wat is leuker, de Ontdekhoek of een werkstuk maken?***

In het begin van het schooljaar maakten de leerlingen vaker werkstukken dan nu. Meestal mochten ze het onderwerp daarvan zelf bepalen, maar er werd wel op gelet dat ze minstens vier vragen bedachten en die dan uitwerkten als aparte hoofdstukjes. De meeste leerlingen vinden het maken van een werkstuk leuker dan de



opdrachten uit de Ontdekhoek, want bij een werkstuk mag je zelf bepalen wat je precies gaat uitzoeken en hoeveel je er over wilt weten. Niemand vindt de Ontdekhoek-opdrachten echter vervelend.

Uit de interviews blijkt dat de leerlingen heel positief zijn over het werken aan opdrachten uit de Ontdekhoek. Ze vinden het prettig dat ze veel vrijheid krijgen en hun verhalen suggereren dat ze die vrijheid ook zinvol gebruiken. Daarbij moet wel bedacht worden dat de leerlingen die met Exova werkten leerlingen waren die goed zijn in rekenen, leerlingen die waarschijnlijk naar havo of vwo gaan. De leerlingen die we interviewden waren enthousiaste, nieuwsgierig kinderen; ze willen graag weten hoe de wereld in elkaar zit en het programma lijkt die onderzoekende houding te stimuleren.

Uit de verhalen van groep 7 blijkt dat het heel goed mogelijk is om leerlingen zelf eenvoudige proefjes te laten doen. Blijkbaar maakten de leerlingen zelf al een schifting in welke proefjes van proefjes.nl wel of niet haalbaar waren. Wat ze voor het proefje nodig hadden zochten ze op school of namen ze van huis mee.

## 4 Zelfbeoordeling en feedback

### Rubrics

Wanneer kinderen verantwoordelijkheid wordt gegeven voor wat en hoe ze leren is het belangrijk dat ze ook leren om naar hun eigen leerproces te kijken. De leerkracht van groep 7, Manja van Buul, heeft een aantal rubrics ontworpen die leerlingen daarbij helpen. De rubrics hebben betrekking op verschillende aspecten van het leerproces:

- de inhoud van de taak, het beantwoorden van de vragen,
- het samenwerken met andere leerlingen,
- het presenteren van resultaten aan de klas,
- het leerplezier

Afbeelding 8 geeft de rubric waarin leerlingen kunnen aangeven of ze bepaalde onderdelen van een leertaak plezierig vonden of niet. De andere rubrics zijn te vinden in bijlage 2. Aan de hand van dergelijke rubrics kunnen leerlingen met de leerkracht nabespreken hoe het werken aan een taak verlopen is. De opgenomen rubrics zijn bruikbaar bij elke taak waar leerlingen alleen of in groepjes aan gewerkt hebben. Het is ook mogelijk om rubrics te maken voor specifieke opdrachten en daarbij de inhoud van de taak uiteen te leggen. De leerlingen kunnen in een dergelijke rubric aangeven hoeveel moeite ze hadden met de taak en in hoeverre ze bepaalde onderwerpen nu begrepen hebben.

Zowel de leerkrachten als de leerlingen vonden het werken met de rubrics erg zinvol. De rubrics hielpen de leerlingen om bijvoorbeeld 'leerplezier' of 'kunnen samenwerken' uiteen te leggen in verschillende aspecten. Hoewel de rubrics op de eerste plaats bedoeld waren voor zelfbeoordeling, maakten ze ook duidelijk waar de leerkracht op zou letten. Onderdelen als samenwerken of het voorbereiden en geven van een presentatie telden voor de leerkrachten minstens even zwaar mee als de leerstofinhoud.

#### Rubric: Leerplezier

Afbeelding 8. Rubric over leerplezier.

Leerplezier	😊	😐	😞
<b>Informatie opzoeken</b>	Ik vond het heel leuk om de benodigde informatie te verzamelen	Het opzoeken van de benodigde informatie vond ik een beetje leuk	Het opzoeken van de benodigde informatie vond ik niet zo leuk
<b>Verslagleggen</b>	Ik vond het heel leuk om de informatie te ordenen en op te schrijven	Ik vond het een beetje leuk om de informatie te ordenen en op te schrijven	Ik vond het niet zo leuk om de informatie te ordenen en op te schrijven
<b>Samenwerken</b>	Ik vond het heel leuk om bij deze opdracht samen te werken met anderen.	Ik vond het soms leuk om bij deze opdracht met anderen samen te werken	Ik vond het niet zo leuk om bij deze opdracht met anderen samen te werken
<b>Presenteren</b>	Ik vond het heel leuk om de resultaten van deze opdracht te presenteren	Ik vond het presenteren van de resultaten van deze opdracht een beetje leuk om te doen	Ik vond het presenteren van de resultaten van deze opdracht niet zo leuk om te doen
<b>Kennis opdoen</b>	Ik heb veel nieuwe dingen geleerd en/of ik begrijp beter hoe het in elkaar zit	Ik heb wat nieuwe dingen geleerd. Ik begrijp wat meer hoe het in elkaar zit.	Ik heb niet veel nieuws geleerd met deze opdracht
<b>De opdracht</b>	Ik vond deze opdracht heel leuk om te doen	Ik vond deze opdracht redelijk leuk om te doen	Ik vond deze opdracht niet zo leuk om te doen.

## 5 Experimenteren met licht

### Leren door doen

In de Ontdekhoeck zitten aardige opdrachten rond wetenschap & technologie, maar voor zover het niet gaat om vragen die leerlingen kunnen beantwoorden via rekenen of redeneren zijn het vragen waarvoor ze de antwoorden op internet moeten zoeken. Zelf een experiment uitvoeren, of zelf een onderzoek opzetten komt in de opdrachten niet voor. De enige uitzondering is dat er op de site een link staat naar proefjes.nl. Leerlingen van groep 7 hebben een aantal van de proefjes ook gedaan, met name kleine proefjes waar ze makkelijk de materialen voor konden vinden.

Omdat we wilden weten of leerlingen ook zelfstandig een wat grotere opdracht zouden kunnen uitvoeren, heeft de leerkracht van groep 7 haar leerlingen opdrachten laten doen rond het meten van licht via de computer. In dit geval deden de leerlingen allemaal mee, niet alleen de I en I+ leerlingen. Dat was niet alleen om pedagogische redenen - aan de opdrachten van de techniekweek doen ook altijd alle leerlingen mee - maar ook om wille van de organisatie. Op twee middagen stond het project centraal. De leerlingen besteedden in groepjes van vier een half uur aan de opdrachten en de rest van de tijd werkten ze zelfstandig aan hun weektaak. Er kon tegelijk gewerkt worden in drie ruimtes met een eigen proefopstelling. De organisatie lag in handen van de leerkracht van groep 7, Manja van Buul. De onderzoeker beperkte zich tot het interviewen van de kinderen die net hun onderzoekje hadden afgerond.

### Metten van licht, de eerste ronde

De Eurosense - een sensor die speciaal voor het basisonderwijs is ontwikkeld <sup>3</sup> - is een kastje dat aan de computer wordt gekoppeld via de USB-ingang. Met de sensor kan lichtintensiteit, geluidsterkte en temperatuur worden gemeten. In dit geval werd gekozen voor opdrachten rond licht, omdat daar al veel ervaring mee is opgedaan. <sup>4</sup> In de eerste ronde was de opdracht heel open:

Bedenk zelf proefjes met de sensor. Je kunt de spullen gebruiken die we hebben klaargelegd.

Schrijf hieronder 5 dingen die jullie gemeten hebben. Schrijf precies op wat je gemeten hebt en hoe.

En:

Er zijn vast dingen die je niet snapte toen jullie aan het meten waren. Schrijf hieronder twee vragen.

Gekozen werd voor zo'n open opdracht omdat de leerlingen tijd nodig hebben om te onderzoeken hoe zo'n sensor werkt en wat je ermee kunt doen. De ervaring is dat leerlingen vaak al zelf op vragen komen als: waarom meet je minder lux als je de sensor verder van de lamp zet? Dat is de vraag die in de tweede ronde centraal zou staan. In de interviews na afloop kwamen allerlei zaken aan de orde.

- Een groepje had geëxperimenteerd met gekleurde doeken en vond grote verschillen tussen een roze en een oranje doek. Ze waren daar verbaasd over omdat die kleuren dicht bij elkaar liggen.
- Een groepje was verbaasd geweest dat de sensor ook 500 lux aangaf als de lamp uit was. Dat kwam waarschijnlijk door licht van buiten, wat in het interview leidde tot een gesprekje over de zon als lichtbron.
- Een leerling stelde voor om de sensor een hele dag voor het raam te zetten en dan te kijken hoe het licht in de loop van de dag verandert. Wolken en de plaats van de zon werden genoemd als belangrijke factoren.

<sup>3</sup> Voor informatie over de €Sense zie de website [cma-science.nl](http://cma-science.nl), onderwerp hardware, interfaces.

<sup>4</sup> Zie: Frans van Galen en Vincent Jonker, Experimenteren in de rekenles. Kenniscentrum Talentontwikkeling Wetenschap & Techniek Midden-Nederland, 2013.

- Er was ook een groepje dat gemeten had dat de sensor een hoger getal gaf als ze een geel stuk papier tussen de lamp en de sensor hielden. Ze waren daar - terecht - heel verbaasd over.
- Het punt van afstand en lichtintensiteit werd door verschillende groepjes genoemd. Een goede verklaring konden de leerlingen er niet voor geven.
- Een groepje vroeg zich af hoe ver een lamp zou kunnen schijnen in het donker. Een interessante vraag die niet zo makkelijk te onderzoeken is op school. Ook dit is in feite de vraag waarom de gemeten lichtintensiteit afneemt met de afstand.

## Meten van licht, de tweede ronde

Het experiment in de tweede ronde ging over de relatie tussen afstand en gemeten lux. Op het werkblad stonden de volgende vragen:

### 1. Voordat jullie gaan meten!

Stel je voor, je zet de sensor op 1 meter van een lamp en de computer geeft aan: 500 lux. Daarna zet je de sensor op 2 meter. Schat eens, hoeveel lux zal je nu meten?

### 2. Ga nu een heleboel keer meten, minstens 10 keer. Verplaats steeds de sensor. Kom niet aan de lamp. Je mag zelf kiezen hoe ver je de sensor weg zet.

Schrijf in de tabel op de achterkant steeds de afstand op en hoeveel lux de sensor meet.

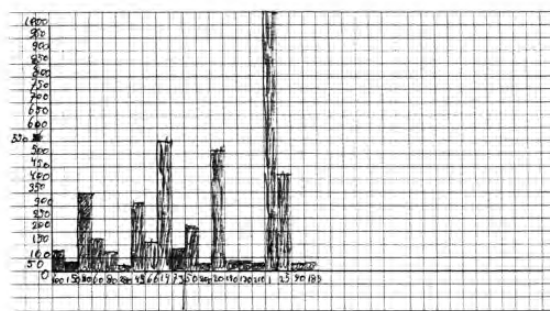
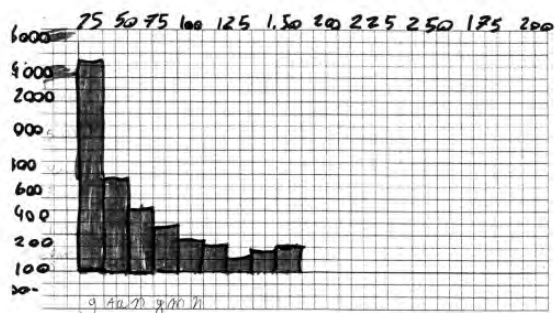
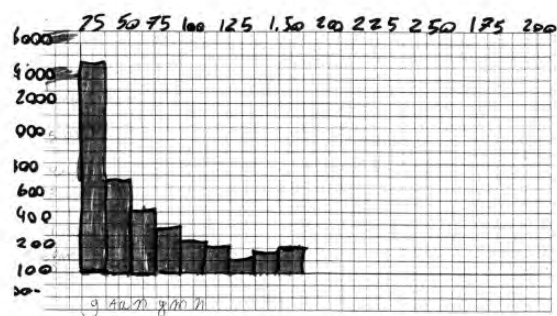
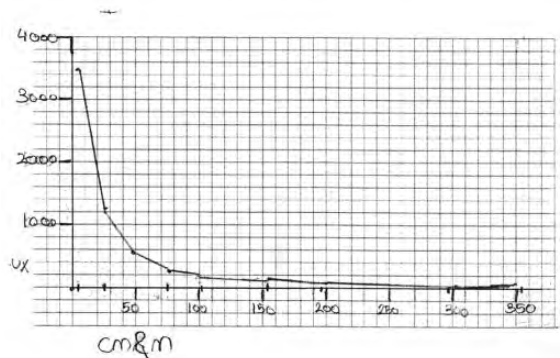
### 3. Teken op de achterkant een grafiek met jullie metingen. Probeer zo duidelijk mogelijk te zijn. Schrijf bij de grafiek wat de getallen betekenen.

### 4. Schrijf hieronder de conclusies van jullie onderzoekje. Hoe zit het met afstand en licht? Wat kun je uitleggen? Wat snap je nog niet?



Afbeelding 9. Leerlingen van groep 7 meten het licht van een lamp op verschillende afstanden.

Tekenen van de grafiek en het opschrijven van hun conclusies deden de groepjes in de klas. Er werd door iedereen serieus gewerkt. De meeste groepjes pakten het meten systematisch aan, eerst bijvoorbeeld door de sensor steeds 50 cm verder weg te leggen en daarna op afstanden er tussenin. Er was echter ook een groepje met volstrekt willekeurige afstanden: 43 cm, 183 cm, enzovoort. De leerlingen moesten zelf nog de schalen kiezen in hun grafiek. Voorbeelden van grafieken staan in afbeelding 10. In twee van de grafieken staan de afstanden op de horizontale as op volgorde en met een vaste tussenruimte, in de twee andere grafieken staan de meetwaarden in een willekeurige volgorde - de volgorde waarin de metingen zijn gedaan - waardoor de grafiek niet helpt bij het trekken van conclusies. Het leerling-werk was aanleiding voor een gesprek over grafieken.



Afbeelding 10. Grafieken van de gemeten hoeveelheid lux in relatie tot de afstand van de lamp. De leerlingen moesten zelf bedenken wat voor grafiek ze wilden maken. Bij de twee grafieken links lopen de waarden op de horizontale as op met hetzelfde aantal centimeters; de leerlingen van de rechter grafieken hebben hun metingen neergezet in de volgorde waarop ze die metingen deden.

De interviews gingen over de vraag waarom het aantal gemeten lux zo sterk afneemt met de afstand. Veel groepjes noemden het verspreiden van het licht. Het onderstaande is een fragment uit het interview met een groepje van drie meisjes en een jongen.

- m1: 'Het licht zit eerst in de lamp, dus als je dichtbij bent kan het niet veel kanten op, en als het dan verder weg is kan het ook opzij.'
- m2: 'Dus dat het meer verspreidt' (...)
- m1: 'De e-sense krijgt dan minder licht binnen.'
- j: 'Het licht is minder geconcentreerd als je verder af staat.' (De meisjes lachen)
- m1: 'Ja, dat zeggen wij ook, alleen in het Nederlands.' (Bedoelt: wij zeggen het in gewone woorden)

Er zijn kinderen die een vergelijking maken met het gooien van een steentje in het water, of met geluid dat ook steeds zwakker wordt als je verder weg bent. Dat is op zich nog geen verklaring, maar bij doorvragen werd meestal wel de verspreiding van het licht genoemd. Er werden echter ook verklaringen gegeven die niet juist zijn. Een jongen noemt bijvoorbeeld dat stofdeeltjes het licht tegenhouden. Een andere jongen denkt dat de kleuren in het licht er iets mee te maken hebben:

*j: 'Ik heb ook een keer gehoord dat licht uit verschillende kleuren bestaat en de ene kleur is zwakker dan de ander. Dus dan komt er minder licht.'*

*ond: 'Dus dan komt er minder licht in dat ding?'*

*j: 'Want dan zijn er minder kleuren die er in komen'*

## Zelfstandig

De leerlingen vonden het erg leuk om de experimentjes te doen en de leerkracht was enthousiast over wat het project allemaal naar boven bracht. Een belemmering voor het vaker laten doen van dergelijke experimentjes is dat zoiets nogal wat organisatie vraagt: er waren in dit geval losse lampen nodig en ruimtes die donker konden worden gemaakt. Bovendien moest elk groepje een laptop hebben met het meetprogramma. In dit geval woog de opbrengst hier echter ruim tegenop. De leerlingen werden door het zelf meten aan het denken gezet over fundamentele zaken: Wat is licht? Waar komt licht vandaan? Hoe verspreidt licht zich, en wat betekent dat voor de hoeveelheid licht die je meet?

De verklaringen die leerlingen in de interviews gaven waren vaak vrij vaag, en soms ook natuurkundig onjuist. Het geeft aan dat zo'n alledaags verschijnsel als de spreiding van licht voor leerlingen lang niet zo vanzelfsprekend is als we misschien denken. Veel leerkrachten zullen de neiging hebben om in een dergelijke situatie al snel uit te gaan leggen hoe het precies zit, en dat is jammer, want daarmee ontnemen we leerlingen de kans om zelf een verklaring te bedenken. Bovendien is de kans gering dat leerlingen van de gegeven uitleg veel onthouden. Leerlingen leren veel meer als ze met een lichtsensoren mogen experimenteren en dan zelf moeten nadenken over hoe hun gegevens verklaard zouden kunnen worden. Na de interviews zijn de gedane experimenten ook klassikaal nabesproken.

De belangrijkste vraag voor ons was of leerlingen van groep 7 zelfstandig aan een dergelijk onderzoekje zouden kunnen worden gezet. Het was in dit geval nodig dat ze in een ruimte buiten de klas werkten - het moest er donker zijn - en met apparatuur: computer met sensor, een lamp. Het antwoord op de vraag is zonder meer positief: de leerlingen werkten serieus aan de opdrachten en ze waren voorzichtig met de apparatuur. Met de computers waren ze al vertrouwd, want de school heeft een flink aantal kleine laptops waar de leerlingen regelmatig mee werken.

## De techniekweek

### Teamontwikkeling en de techniekweek

De techniekweek van mei 2013 is aangegrepen als een gelegenheid voor interne scholing. Sommige leerkrachten waren nog niet zo gewend aan het geven van technieklessen terwijl anderen daar veel ervaring mee hadden. De leerkrachten hebben elkaar geholpen bij het opzetten van de activiteiten voor deze week. Het maakte dat de techniekweek als een gezamenlijke activiteit werd ervaren. Het leidde ook tot veel onderlinge gesprekken over wat de kinderen ontdekt hadden. Het thema van de week was 'De Eendracht in beweging'. We geven een paar voorbeelden van activiteiten.

De kleuters mochten met grijze leidingbuizen en van een bedrijf geleende koppelstukken in groepjes een pijpsysteem maken. Tussendoor konden ze hun bouwsel testen met een knikker. Als ze klaar waren mochten ze een demonstratie geven voor de hele klas met water.



Afbeelding 11. De kleuters bouwen met plastic pijpen een waterbaan.

De leerlingen van groep 3 en 4 maakten een dominobaan met elektriciteitsbuizen, knikkers en dominosteentjes. Kinderen uit groep 8 hielpen hen hierbij.

De leerlingen van groep 7 bouwden samen aan een reactieketen. Uiteindelijk zou het zo moeten zijn dat het laten rollen van een bal een hele keten van gebeurtenissen zou moeten veroorzaken: omvallende boeken, balletjes die door pijpen lopen, slingerende objecten aan een touw, enzovoort. De leerlingen bouwden in groepjes elk een stukje van deze keten.

Dit keer deed groep 6 een onderzoek naar drijven en zinken. De leerlingen bouwden ook ieder een boot.



Afbeelding 12. Leerlingen van groep 7 bouwen een reactieketen.

## 7 Conclusies

### De onderzoeksvragen

Aanleiding voor het vindplaatsonderzoek op obs De Eendracht was dat de school in het schooljaar 2012/2013 wilde experimenteren met mogelijkheden om de kinderen een grotere verantwoordelijkheid te geven bij de planning en evaluatie van hun eigen leerproces. Het online onderwijsmateriaal van Exova ging daar een belangrijke rol in spelen. Dit materiaal is met name bedoeld voor het rekenonderwijs, maar het onderdeel de Ontdekhoeck had ook allerlei opdrachten op het terrein van wetenschap & technologie. Ook wilde de school nagaan in hoeverre hands-on activiteiten, zoals proefjes, een plaats zouden kunnen krijgen binnen een systeem van zelfverantwoordelijk leren.

De vraag van de school was of het eigenaar zijn van het eigen leerproces een positieve invloed zou hebben op de leerprestaties en het leerplezier van de leerlingen. In overleg met de school formuleerden we drie deelvragen:

- a. Hoe kan de school ervoor zorgen dat leerlingen op een aantal terreinen hun eigen leerweg kunnen kiezen, om daarmee te stimuleren dat leerlingen zich verantwoordelijk gaan voelen voor hun eigen leerproces?*
- b. In hoeverre is een dergelijke onderwijsopzet ook te realiseren voor het vak wetenschap & technologie?*
- c. Heeft een dergelijke onderwijsopzet een positieve invloed op de leerprestaties en het leerplezier?*

Wat betreft de eerste vraag kunnen we concluderen dat het materiaal van Exova leerlingen de gelegenheid biedt om zelf keuzes te maken. Dit geldt met name voor 'Rekeneniseenmakkie' en de 'Ontdekhoeck'. Bij 'Rekeneniseenmakkie' - een term die in de huidige versie van MATH niet meer wordt gebruikt - kunnen leerlingen zelf afvinken welke doelen ze inmiddels beheersen. Voor doelen die ze nog niet beheersen is er materiaal dat hen kan ondersteunen. De Ontdekhoeck - tegenwoordig opgenomen in T-world - geeft een serie opdrachten rond allerlei onderwerpen en de leerkrachten lieten de leerlingen voor een groot deel zelf bepalen welke opdrachten zij wilden maken. De manier waarop de school Exova heel geleidelijk invoerde lijkt verstandig. De leerlingen leerden eerst te werken met de Reken tuin, daarna met 'Rekeneniseenmakkie' en tenslotte met de Ontdekhoeck.

Met betrekking tot de tweede vraag kunnen we concluderen dat opdrachten waarbij de leerlingen informatie zoeken op het internet zich zonder veel moeite in een dergelijk systeem laten inpassen. Dit betekent dat ook opdrachten rond wetenschap & technologie toegevoegd kunnen worden, zolang het vooral gaat om lezen, opzoeken en schrijven. Het vak wetenschap & technologie is echter veel meer dan alleen het opzoeken en proberen te begrijpen van informatie. Binnen het vak wordt veel waarde toegekend aan activiteiten waarbij de leerlingen praktisch onderzoek doen. Op obs De Eendracht heeft dat een plek gevonden in de twee techniekweken die de school elk jaar organiseert en in de lessen met de methode Natuniek. We constateerden overigens dat er op dat punt behoorlijke verschillen waren tussen de klassen.

De vraag of de leerlingen ook praktisch onderzoek zelfstandig uit kunnen voeren kunnen we zonder meer positief beantwoorden. Dat blijkt uit de onderzoekjes die de leerlingen van groep 7 uitvoerden rond het meten aan licht, maar ook uit de proefjes die ze uitvoerden van de website proefjes.nl. Het is wel belangrijk dat de leerkracht de kinderen stimuleert om de proefjes te doen en hen de mogelijkheid geeft om de materialen ervoor te verzamelen. De leerlingen van groep 8 hebben alleen over de proefjes gelezen zonder ze zelf uit te voeren.



Met betrekking tot de derde vraag kunnen we weinig zeggen over feitelijke leerprestaties, omdat we die niet als zodanig gemeten hebben. Wel bleken de leerlingen heel serieus aan de opdrachten te werken. Duidelijk was in ieder geval dat de leerlingen de vrijheid die ze kregen zeer op prijs stelden. Dit bleek met name uit de interviews die we hielden met een groepje leerlingen uit elke klas.

We moeten bij het voorgaande de kanttekening maken dat in 2012/2013 alleen de betere leerlingen dit jaar met Exova hebben gewerkt. Weliswaar was dat een behoorlijk grote groep - meer dan een derde van elke klas - maar het zijn leerlingen die straks waarschijnlijk naar de havo of het vwo gaan. De leerlingen die we interviewden waren enthousiaste, leergierige leerlingen. De positieve conclusies ten aanzien van het zelfverantwoordelijk leren gelden dus voor een bepaalde selectie van de leerlingen.

Genoemd werd al eerder dat in het team de discussie speelde of men in zijn geheel zou overstappen op Exova. In de loop van het schooljaar werd de knoop doorgehakt en besloot men om de nieuwe versie van de Wereld in Getallen aan te schaffen. Niet alleen betwijfelde het team of de zwakkere leerlingen de vrijheid van Exova aan zouden kunnen, maar het was ook duidelijk dat Exova/MATH de pretentie niet waar kon maken dat het een volledige rekenmethode was.

Ook bij de opdrachten van de Ontdekhoek zijn kritische opmerkingen te maken. Het belangrijkste punt is dat het geheel aan opdrachten nogal willekeurig oogt. Een leerlijn ontbreekt. Datzelfde geldt overigens ook voor de opdrachten van proefjes.nl. De Ontdekhoek en proefjes.nl pretenderen niet om een methode wetenschap & technologie te zijn, maar het gevaar van sterk leunen op deze materialen is wel dat het vak wetenschap & technologie geen samenhang krijgt.

## **Informatie zoeken en zelf onderzoek doen**

Wetenschap & technologie is een vak dat vraagt om verschillende onderwijsvormen. Aan de ene kant gaat het om het lezen en begrijpen van informatie. Opzoekboeken en het internet staan vol verhalen over natuurkundige verschijnselen en leerlingen moeten leren om daar hun weg in te vinden en om kritisch met de gevonden informatie om te gaan. Een deel van de vragen die leerlingen opschreven in de vragenlijst van het eerste hoofdstuk is het beste te beantwoorden via zoeken in informatiebronnen. Tegelijk speelt bij wetenschap & technologie het doen van praktisch onderzoek een essentiële rol. Het verdelen van krachten bij een brug kunnen leerlingen onderzoeken door zelf een brug van spaghetti te bouwen en te meten hoeveel gewicht die brug kan dragen. Weliswaar kost dat veel meer tijd dan het lezen van een paar bladzijden in een jeugdencyclopedie, maar het leereffect zal ook vele malen groter zijn.

Een belangrijke conclusie uit dit vindplaats-onderzoek is dat leerlingen heel goed in staat zijn om zulk praktisch onderzoek zelfstandig uit te voeren. We zagen het bij de onderzoekjes die de leerlingen van groep 7 - dit keer alle leerlingen - uitvoerden met de lichtsensor. We zagen het ook bij de proefjes die leerlingen uitvoerden op basis van de beschrijving van proefjes.nl. Voor obs De Eendracht is dat een antwoord op de vraag of deze praktische kant van wetenschap & technologie alleen iets is voor de techniekweken. De organisatie van praktisch onderzoek kost tijd en moeite, maar de beschreven voorbeelden laten zien dat ook dat voor een groot deel aan de leerlingen zelf kan worden overgelaten. Wanneer we hen ook die verantwoordelijkheid geven leren ze daar waarschijnlijk heel veel van.



Woordenboeken betekenis, spelling, synoniemen  
 Atlas maps google  
 Vertalen vertaal woorden & translate google

Encyclopedie wikipedia  
 Sterrenkaart hemel waarnemen  
 Zoeken? zo!



## Opdrachten rond de Airbus A380, het grootste passagiersvliegtuig

Pagina afrukken  
 Antwoorden  
 © Barnard R&D

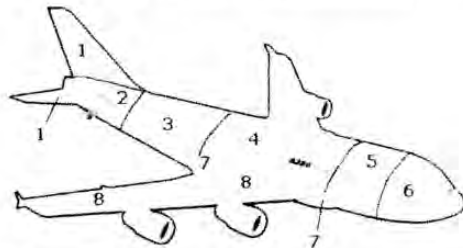
Deze zomer was het grootste passagiersvliegtuig ter wereld, de Airbus A380, voor het eerst in Nederland. Het toestel is zo groot, dat het niet zomaar op ieder vliegveld terecht kan. Soms zijn de taxibanen te smal, soms de ruimte voor de vliegtuigen aan de terminal en soms moet zelfs de fundering van de platforms worden versterkt vanwege het grote gewicht.

Airbus is de grootste Europese vliegtuigbouwer. Het bedrijf is een Frans-Duitse onderneming, maar ook Spanje en Engeland hebben een aandeel. De vier deelnemende landen willen graag een deel van de productie in fabrieken in eigen land laten plaatsvinden. Kleinere onderdelen van de Airbusvliegtuigen worden over de hele wereld gemaakt, ook in Nederland.

1. Waarom zouden landen een eigen fabriek willen?

*Dan hoeft er minder te worden geïmporteerd. Werk*

De producten van die fabrieken in verschillende landen moeten natuurlijk ergens worden samengebouwd tot een compleet vliegtuig. Dat gebeurt voor de A380 onder andere in Toulouse (Frankrijk). Voordat het zover is worden grote stukken vliegtuig door half Europa vervoerd. Hieronder staan de belangrijkste fabrieken en het deel van het vliegtuig dat er wordt gemaakt.



- 1- Staartvlak en staartvleugels – Cadiz / Puerto Real (Spanje)
- 2- Staartstuk – Hamburg (Duitsland)
- 3- Achterste rompdeel – Getafe (Spanje)
- 4- Middelste rompdeel – St. Nazaire (Frankrijk)
- 5- Voorste rompdeel – Hamburg (Duitsland)
- 6- Neus – St. Nazaire (Frankrijk)
- 7- Verbinding romp/vleugels – Cadiz / Puerto Real (Spanje)
- 8- Vleugels – Broughton (GB)

Rechts zie je een kaartje van West-Europa met de belangrijkste fabrieken van Airbus.

2. Zet de nummers van de vliegtuigdelen in de kaart bij de plaats waar ze worden gemaakt

Zo reizen de onderdelen door Europa:

- a. Deel 3 naar Hamburg
- b. Delen 2, 3 en 5 naar Broughton
- c. Delen 2, 3, 5 en 8 naar St. Nazaire
- d. Delen 2, 3, 4, 5, 6 en 8 naar Bordeaux
- e. Delen 1 en 7 naar Bordeaux
- f. Alles van Bordeaux naar Toulouse

3. Welk deel maakt de langste reis?

*deel 3...*

Eén transport gebeurt per vliegtuig.

4. Welke etappe is dat, denk je?

*deel 3 naar Broughton, Hamburg*

Eén transport gebeurt per dieplader, een open vrachtwagen met een lage, platte laadvloer.

5. Welke etappe is dat, denk je? *naar havain.*

Alle andere transporten vinden op weer een andere manier plaats.

6. Hoe zullen die andere transporten plaatsvinden? *met de trein / boot*

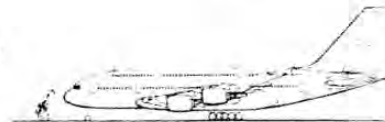
Dat ene transport per vliegtuig is nog niet zo gemakkelijk, daar is een heel speciaal vliegtuig voor nodig, de Airbus A300 Beluga, een variant op een bestaand vliegtuig van Airbus.

7. Zoek op: wat is een beluga? *eensoot dolfijn.*

Links zie je de Airbus Beluga, de gelijkenis met de andere beluga is niet te missen. Dit vliegtuig is speciaal ontworpen en gebouwd om vliegtuigonderdelen door de lucht te kunnen vervoeren.



De A380 wordt dus het grootste passagiersvliegtuig ter wereld. Het topje van de staart is ruim 24 meter boven de grond. In de tekening rechts staat er een giraffe naast een Airbus A380. Een giraffe is vijf meter lang.



8. Is de giraffe te groot of te klein getekend? *te groot.*

Met een lengte van 72,75 meter is de A380 net 2 meter langer dan het grootste verkeersvliegtuig tot op heden, de Boeing 747. Toch kunnen er veel meer mensen in de A380: 555 tot wel 840 tegen 524 in de Boeing.

9. Waarom "tussen de 555 en 840" en niet een vast aantal?

*als hij langer met rijdgen is er meer brandstof, en dus waarden, nodig en kunnen er minder mensen mee.*

Rechts zie je een Boeing 747, die dus bijna net zo lang is als de A380.

10. Waarom kunnen er dan toch zoveel meer passagiers in de A380?



*De a380 heeft de hele bovenkant, maar de boeing 747 heeft alleen de voorste kant.*

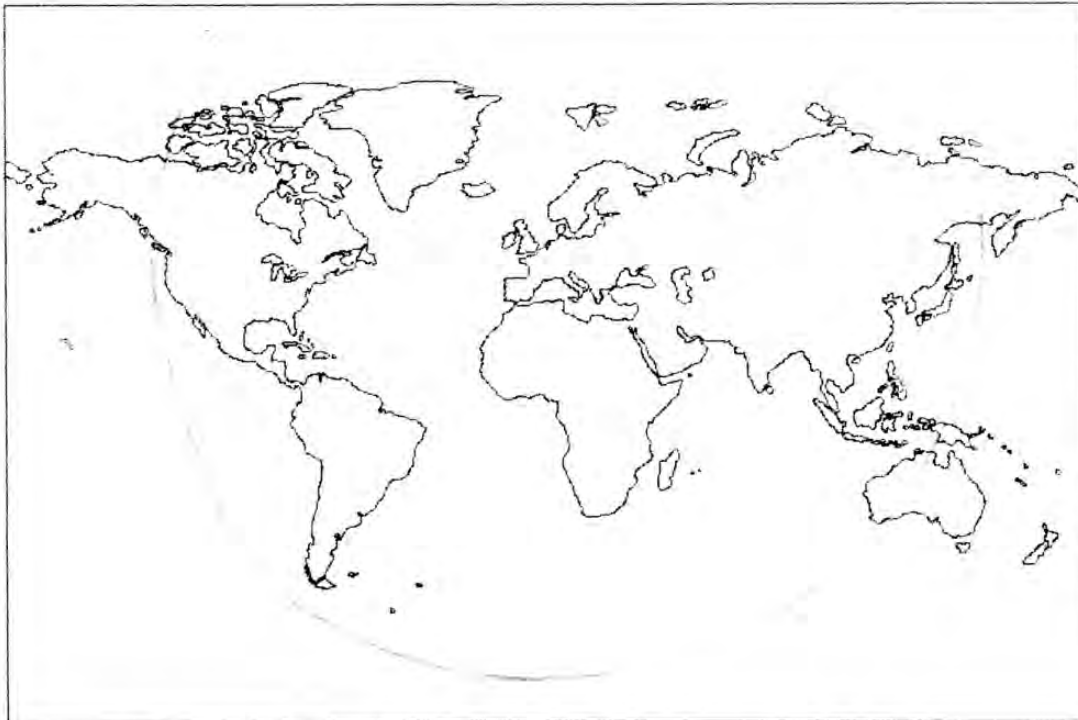
Ook de andere specificaties van de A380 zijn indrukwekkend:

Spanwijdte	80 meter
Leeggewicht	265.000 kilo
Maximaal startgewicht	575.000 kilo
Max. hoeveelheid brandstof	310.000 liter
Vliegbereik	15.000 kilometer
Kruissnelheid	1.000 km/uur

Daar kun je heel wat aan rekenen. Makkelijke en moeilijkere vragen staan door elkaar heen.

11. Hoe lang kan de A380 onafgebroken doorvliegen? *15 uur*

12. Teken in de kaart een cirkel die laat zien waar de A380 zonder tussenlanding kan komen als hij opstijgt vanaf Schiphol. Dat is zijn vliegbereik.



13. Noem een paar grote steden waar de A380 niet in één keer naartoe kan vliegen.

Sydney, Melbourne...

Stel dat een liter brandstof een kilo weegt, net als water, en dat de tanks van een A380 helemaal vol zijn.

14. Hoeveel lading kan de A380 daarnaast dan nog meenemen? niks f

Mwah, beetje weinig, nietwaar? Maar kerosine is niet even zwaar als water. Dat kun je ook wel bedenken, want het is een soort olie.

15. Is kerosine dan lichter of zwaarder dan water? lichter f

Om precies te zijn weegt kerosine 0,84 kilo per liter.

16. Hoeveel weegt dan de brandstof bij volle tanks? 260400kg f

17. Hoeveel lading kan er dan nog mee? 49600kg f

18. Hoeveel volwassen mensen zijn dat ongeveer? 620 f

19. En hoeveel mensen, als je hun bagage meerekent? 496 f

20. Wordt de passagierscapaciteit dan helemaal benut? nli. f

Het lijkt wel alsof de A380 een beetje onhandig is ontworpen, maar als je erover nadenkt valt dat misschien toch wel mee.

21. Moeilijke vraag: leg uit waarom.

als je hoger vliegt, is er minder kerosine nodig en is het vliegtuig lichter en kunnen er meer mensen mee. f

De grootte van de A380 brengt wel een paar problemen met zich mee. Om te beginnen is hij te breed voor de taxi banen van veel vliegvelden (taxi banen zijn de asfaltstroken waarover vliegtuigen van en naar de startbanen rijden). Ook past hij lang niet overal aan de gates (die slurven waar je in- en uitstapt) en is hij voor sommige vliegvelden te zwaar voor de fundering van de platforms (waar de vliegtuigen geparkeerd staan bij het in- en uitstappen).

Als je zelf wel eens met het vliegtuig op vakantie bent geweest kun je vast nog een wel een paar problemen bedenken die ontstaan als er op een vliegveld 840 mensen tegelijk aankomen.

22. Noem er eens een paar.

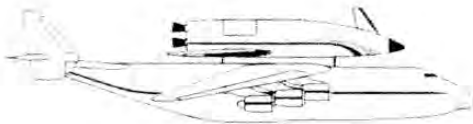
bij de douane is het druk. f

Een heel veel bagage op de bagageband.  
 te weinig taak...

Hoe groot de A380 ook is, er zijn nog grotere vliegtuigen. Er zijn alleen wel meer manieren om te bepalen welk vliegtuig het grootste is. Eerder in deze opdracht zijn al verschillende maten van de A380 genoemd.

23. Welke maten vind jij eventueel geschikt om het grootste vliegtuig te kiezen?

lengte, spanwijdte, hoogte vanaf de grond tot de staart.



Space Shuttle) te vervoeren. Tegenwoordig kan iedereen hem huren voor grote en/of zware luchttransporten. Een paar maten van de An-225.

Lengte	84 meter
Spanwijdte	88,4 meter
Maximaal startgewicht	600.000 kilo

Als je kiest voor het gewicht dat een vliegtuig de lucht in kan krijgen heeft een ouder vliegtuig een goede kans.

In de Oekraïne (destijds nog de Sovjet-Unie) is de Antonov 225 gebouwd, oorspronkelijk bedoeld om de Buran (zeg maar de Russische



Aan de tekening rechts kun je zien, dat het ontwerp van de An-225 op drie punten opvallend verschilt van de A380 en de 747.

24. Welke verschillen bedoel ik?

2 staart vleugels aan de zijkant, vleugels op het vliegtuig  
 6 motoren i.p.v. 2 motoren.

Eén van die drie heeft zonder twijfel te maken met het feit dat de An-225 moet kunnen vliegen met een grote bobbel op zijn rug.

25. Welke van de drie is dat en waarom is de An-225 dan zo ontworpen?

2 staart vleugels aan de zijkant.  
 als hier de space shuttle men wilt zit hij erover en kan hij niet meer sturen.

Je zou ook kunnen kiezen voor het vliegtuig met de grootste spanwijdte. Daarvoor moeten we nog veel verder terug in de tijd. Rond de Tweede Wereldoorlog was de Amerikaanse miljardair Howard Hughes helemaal gek van vliegtuigen. Hij had geld genoeg, dus hij besloot een reusachtig vliegtuig te bouwen: de spanwijdte moest 97,5 meter worden. Het



duurde erg lang om het vliegtuig te bouwen en na de oorlog was er bijna geen materiaal voorhanden. Daarom bouwde hij voor een groot deel met hout. Het toestel steeg op vanaf water en landde ook weer op water. Het heeft welgeteld één vlucht gemaakt, net iets meer dan een kilometer op een hoogte van minder dan vijftig meter. Deze *Spruce Goose* ("sparrenhouten gans") was dus geen doorslaand succes, maar mooi wel het vliegtuig met de grootste spanwijdte dat ooit heeft gevlogen.

Er is dus geen vliegtuig dat op al mijn punten wint en misschien heb jij nog wel andere punten verzonnen.

26. Wat vind jij het grootste vliegtuig ooit? *eminates airbus 380*

27. Waarom? *het is het grootste passagiersvliegtuig ter wereld.*

Onder andere in de zeilsport kent men de Olympische telling. Dat gaat zo: er worden bijvoorbeeld tien races gevaren. In iedere race krijgt de winnaar 0 punten, nummer twee krijgt 1 punt, nummer 3 krijgt 2 punten, enzovoort. Wie na tien races de minste punten heeft wint de wedstrijd.

Kijk eens op die manier naar hoogte, lengte, spanwijdte en startgewicht van de vier vliegtuigen.

28. Vul de tabel

	Hoogte	Lengte	Span-wijdte	Start-gewicht	Totaal
Airbus A380	0,5	1	2	1	4,5
Antonov An-225	3	0	1	0	4
Hughes H-4	0,5	3	0	3	6,5
Boeing 747	2	2	3	2	9

29. Wat is op die manier het grootste vliegtuig ooit?

antonov an-225

Genoeg over het grootste vliegtuig, maar er is nog één 'vliegtuig' dat ik jullie niet wil onthouden: de ekranoplan. De ekranoplan is bedacht en gebouwd in de Sovjet-Unie en vloog vooral vlak boven de Zwarte zee en de Kaspische Zee. Een ekranoplan vliegt namelijk op een paar meter hoogte. Het westen zag de ekranoplan voor het eerst met spionagesatellieten. Men had geen flauw idee wat het was dat daar zo snel over het water ging en noemde het 'Kaspische Zee-Monster'.

Een vliegtuig heeft vleugels die een beetje schuin staan, met de voorkant hoger dan de achterkant. Daardoor wordt de lucht die onder de vleugel terecht komt naar beneden geduwd. De vleugel wordt juist naar boven geduwd en daardoor kan een vliegtuig vliegen. De vleugels van een ekranoplan zijn altijd vlak boven water (of land). Daardoor kunnen ze gebruik maken van het zogenaamde grondeffect.

30. Wat zou dat grondeffect inhouden?

de luchtkammet door de aarde  
en er ontstaat meer luchtdruk

Vlak boven grond of water kan de lucht niet ver naar beneden. Er ontstaat extra veel luchtdruk onder de vleugel die de vleugel extra hard naar boven duwt. Dat is het grondeffect: het vliegtuig blijft gemakkelijker in de lucht.

31. Wanneer vliegt een gewoon vliegtuig vlak boven de grond?

opstijgen en landen

32. Wat betekent het grondeffect dan voor een gewoon vliegtuig?

Zij stijgen styler op, dus hebben  
ze minder grondeffect.

Ook vogels gebruiken het grondeffect, vooral grotere watervogels zijn er handig in. Let maar eens op hoe eenden, ganzen en zwanen op het water landen.

Terug naar de ekranoplans: die hebben dus minder motorvermogen nodig om met dezelfde snelheid te bewegen als een vliegtuig dat hoger in de lucht vliegt. Helaas moeten ze toch veel sterkere motoren hebben dan een gewoon vliegtuig.

33. Kun je bedenken waarom?

als je lager vliegt is er meer  
waartekracht. water!

Voordat hij opstijgt moet een ekranoplan varen. En als je vaart moet je het water wegduwen. Hoe harder

je vaart, hoe hoger de boegolf die je opzij moet duwen. En water opzij duwen kost veel meer energie dan lucht opzij duwen. Daarom die sterkere motoren. Als je motoren sterk genoeg zijn (en dat geldt ook voor een boot) kun je je eigen boeg golf inhalen en er als het ware overheen klimmen. Dan vaar je niet meer in het water, maar je scheert er overheen. Dat noem je planeren. Denk maar aan het verschil tussen een volgeladen zandschuit en een speedboot. De speedboot planeert. Een ekranoplan heeft sterke motoren nodig om te kunnen planeren en daarna opstijgen. Als hij eenmaal planeert wordt het gemakkelijker en heeft hij nog maar een derde van zijn motorvermogen nodig. Maar die dikke motoren sleept hij natuurlijk wel de rest van de vlucht met zich mee. Dat is een van de redenen dat ekranoplans nooit algemeen zijn geworden.

34. Kun je daarvoor nog een (paar) reden(en) bedenken?

er kunnen hooggolven zijn.

Dit waren de opdrachten.

**Extra**

Bij de Tip over het inteken van het vliegbereik van de A380 ging het over de vertekening die een platte kaart altijd geeft. Hieronder vind je een wereldkaart in Molweide-projectie. Die vertekent een stuk minder.

35. Teken ook in deze kaart het vliegbereik van de A380



36. Zie je grote verschillen met de gewone kaart? Welke dan?

In het Noorden trekt het land samen.

.....  
.....

## Rubrics voor het zelf beoordelen van het werken aan opdrachten

### Rubric: Vragen beantwoorden

Vragen beantwoorden	10	5	0
<b>Uitleggen</b>	Mijn antwoorden op de open vragen zijn duidelijk. Voor wie het leest is duidelijk hoe ik gedacht hebt.	Mijn antwoorden op de open vragen zijn niet erg duidelijk. Wie het leest moet moeite doen om te begrijpen wat ik bedoel.	Mijn antwoorden op de open vragen zijn onduidelijk. Wie het leest snapt niet wat ik bedoelt.
<b>Begrip</b>	Ik heb de meeste vragen goed beantwoord.	Een deel van mijn antwoorden is goed, maar ik heb nog niet alles begrepen.	Ik heb vrij veel vragen fout beantwoord. Ik begrijp nog te weinig van dit onderwerp.
<b>Inzet</b>	Ik heb goed mijn best gedaan om alle vragen zo goed mogelijk te beantwoorden. Als ik iets niet wist heb ik veel moeite gedaan om het antwoord te vinden	Ik heb mijn best gedaan. Als ik iets niet wist heb niet altijd moeite gedaan om het antwoord te vinden.	Ik heb niet veel moeite gedaan om het goede antwoord te vinden. Als ik iets niet wist heb ik de vraag overgeslagen of maar wat ingevuld.

### Rubric: Samenwerking

Samenwerking	10	5	0
<b>Overleg over de verdeling van taken</b>	Van te voren hebben we goed met elkaar overlegd wie wat zou gaan doen. Er zijn goede afspraken over gemaakt.	Er is vooraf overlegd over wie wat zou doen, maar de taken zijn niet goed verdeeld en/of de afspraken waren niet duidelijk.	We hebben nauwelijks met elkaar overlegd. Het was onduidelijk wie wat moest gaan doen en/of we konden het niet eens worden over wie wat moest doen.
<b>Overleg over de aanpak</b>	Van te voren hebben we goed overlegd op welke manier we de opdracht zouden aanpakken.	We hebben een beetje overlegd en zijn toen snel aan de slag gegaan.	We hebben niet overlegd over hoe we het zouden doen. We zijn gewoon direct aan het werk gegaan.
<b>Inzet van groepsleden</b>	Iedereen deed evenveel en deed goed zijn of haar best.	Er waren kinderen die meer deden dan de andere groepsleden.	Er waren kinderen die bijna niets aan de opdracht hebben gedaan.
<b>Mijn eigen inzet</b>	Ik heb goed mijn best gedaan, ook om goed met iedereen samen te werken.	Ik heb mijn best gedaan voor deze opdracht, maar heb me niet zo bemoeid met de anderen uit mijn groep.	Ik heb niet zoveel gedaan voor deze opdracht en heb me ook niet zo met de groep bemoeid.



## Rubric: Presenteren

Presenteren	10	5	0
<b>Vorbereiding</b>	Ik heb mij goed voorbereid op mijn presentatie, door mijn presentatie te oefenen aan iemand anders	Ik heb mijn presentatie gemaakt en nog een paar keer doorgekeken.	Ik heb mijn presentatie gemaakt en verder geen voorbereiding gedaan.
<b>Inhoud van mijn presentatie</b>	Mijn presentatie heeft een goede en logische opbouw en bevat veel interessante informatie	Mijn presentatie zit aardig in elkaar en er zit een beetje nieuwe of bijzondere informatie in	Mijn presentatie is een beetje rommelig en er zit niet echt nieuwe of bijzondere informatie in.
<b>Gebruik presentatietools</b>	Ik heb in mijn presentatie een powerpoint of prezi met filmpjes en foto's verwerkt, die ik via het smartboard laat zien.	Ik heb in mijn presentatie gewerkt met een powerpoint of prezi, maar daar staan alleen filmpjes of alleen foto's in.	Ik heb in mijn presentatie geen gebruik gemaakt van een powerpoint of prezi.
<b>Stemgebruik</b>	Ik kon met een duidelijke stem en goed verstaanbaar voor iedereen mijn presentatie houden.	Ik kon een deel van mijn presentatie met duidelijke stem en goed verstaanbaar mijn presentatie houden.	Ik kon niet zo goed luid en duidelijk mijn presentatie uitspreken.
<b>Samenvatting</b>	Ik heb aan het eind van mijn presentatie de belangrijkste informatie of de conclusie duidelijk samengevat	Ik heb aan het eind van mijn presentatie een beetje informatie samengevat.	Ik heb aan het eind van mijn presentatie geen samenvatting of conclusie gegeven.
<b>Beantwoorden van vragen</b>	Ik kon de vragen die gesteld werden over mijn presentatie goed beantwoorden.	Ik kon een deel van de vragen over mijn presentatie beantwoorden.	Ik kon het merendeel van de vragen die over mijn presentatie werden gesteld niet of niet zo goed beantwoorden.

## Rubric: Leerplezier

Leerplezier			
<b>Informatie opzoeken</b>	Ik vond het heel leuk om de benodigde informatie te verzamelen	Het opzoeken van de benodigde informatie vond ik een beetje leuk	Het opzoeken van de benodigde informatie vond ik niet zo leuk
<b>Verslagleggen</b>	Ik vond het heel leuk om de informatie te ordenen en op te schrijven	Ik vond het een beetje leuk om de informatie te ordenen en op te schrijven	Ik vond het niet zo leuk om de informatie te ordenen en op te schrijven
<b>Samenwerken</b>	Ik vond het heel leuk om bij deze opdracht samen te werken met anderen.	Ik vond het soms leuk om bij deze opdracht met anderen samen te werken	Ik vond het niet zo leuk om bij deze opdracht met anderen samen te werken
<b>Presenteren</b>	Ik vond het heel leuk om de resultaten van deze opdracht te presenteren	Ik vond het presenteren van de resultaten van deze opdracht een beetje leuk om te doen	Ik vond het presenteren van de resultaten van deze opdracht niet zo leuk om te doen
<b>Kennis opdoen</b>	Ik heb veel nieuwe dingen geleerd en/of ik begrijp beter hoe het in elkaar zit	Ik heb wat nieuwe dingen geleerd. Ik begrijp wat meer hoe het in elkaar zit.	Ik heb niet veel nieuws geleerd met deze opdracht
<b>De opdracht</b>	Ik vond deze opdracht heel leuk om te doen	Ik vond deze opdracht redelijk leuk om te doen	Ik vond deze opdracht niet zo leuk om te doen.

## Colofon

Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van de programma's TalentenKracht/Curious Minds en Excellentie, Wetenschap & Techniek in de Regio Utrecht. Deze programma's worden mogelijk gemaakt door het Platform Bèta Techniek in Den Haag.



**Onderzoek:** Frans van Galen en Yvette Sol (Centrum voor Onderwijs en Leren, Universiteit Utrecht)

**Tekst:** Frans van Galen en Harry de Groot

**Vindplaatscoördinatie:** Harry de Groot en Manja van Buul

**Foto's:** Frans van Galen

**Foto omslag:** Plan B Amsterdam, Merel de Deugd

**Ontwerp & vormgeving:** Plan B Amsterdam, Bert van Zutphen

**Links:** [www.obs-eendracht.nl](http://www.obs-eendracht.nl)

[www.talentenkracht.nl](http://www.talentenkracht.nl)

[www.uu.nl/onderwijsenleren/ewt](http://www.uu.nl/onderwijsenleren/ewt)

[www.uu.nl/wetenschapsknooppunt](http://www.uu.nl/wetenschapsknooppunt)

December 2013

Met dank aan alle leerlingen en leerkrachten die hebben meegewerkt.

