

The background of the cover is a photograph of a school building with large windows and a courtyard. The sky is blue with some clouds, and there are bare trees in the foreground and background. The text is overlaid on the top part of the image.

# TALENT ONTWIKKELEN

MET WETENSCHAP  
EN TECHNIEK

5

DE ONTDEKKINGSREIS  
DOORN



**Wetenschap & Technieklessen  
op De Ontdekkingsreis, Doorn**

**Een Beschrijving van Talentontwikkeling van Kinderen  
in de Context van Wetenschap en Techniek  
op De Ontdekkingsreis, Doorn**

Utrecht, februari 2012



# DEEL 3 DE ONTDEKKINGSREIS DOORN

## Wetenschap & Techniekonderwijs op De Ontdekkingsreis, Doorn

Voorwoord	
Wetenschap & Techniekonderwijs Op De Ontdekkingsreis, Doorn	6
Doel En Onderzoeksvragen Van Het Project	7
Observaties	7
Analyse En Rapportage	8
1. Talent	9
1.1 Talenten Voor Onderzoekend Leren	9
1.2 Talenten Voor (Wetenschappelijk) Redeneren	14
1.3 Talenten Voor Taalvaardigheid	15
1.4 Verschillen Tussen Kinderen	18
2. Talentontwikkeling	19
2.1 Interventies t.a.v. Onderzoekend Leren	20
2.2 Interventies t.a.v. (Wetenschappelijk) Redeneren	24
2.3 Interventies t.a.v. Taalvaardigheid	25
2.4 Verschillen Tussen Kinderen	29
3. Conclusies & Aanbevelingen	35
3.1 Wat Werkt?	36
3.2 Conclusies	38
3.3 Aanbevelingen Voor Andere Scholen	39
4. Resultaten	41
4.1 Concrete Producten	41
4.2 Disseminatie	42
5. Terugblik Op Het Project	43
5.1 Terugblik Door Leerkrachten	43
5.2 Terugblik Door Leerlingen	44
5.3 Reacties Van Ouders	45
5.4 Terugblik Door De Onderzoekers	46

# TALENT MET WETENSCHAP EN TECHNIEK © ONTWIKKELEN

## Voorwoord

Kinderen hebben talent. Kinderen kunnen sprankelen! De Ontdekkingsreis is een school/plek waar we talenten van kinderen koesteren. In dit rapport laten we zien hoe wij op de De Ontdekkingsreis talenten ontwikkelen in de context van Wetenschap & Techniek.

We hebben in Nederland een flink tekort aan kinderen en jongeren die zich interesseren voor een opleiding of een baan in de bètatechnische sector. De overheid vindt het belangrijk om hier iets aan te doen. Dat kan niet zonder de basisschool, want hier wordt de basis gelegd voor elke toekomst.

Op De Ontdekkingsreis hebben we allang in de gaten dat Wetenschap & Techniek belangrijk is. Niet alleen voor Nederland, maar vooral voor de kinderen zelf. Ze beleven er plezier aan, en ontdekken met wetenschap en techniek hun eigen mogelijkheden. Wij denken dat wetenschap en techniek niet alleen een leuk en belangrijk vak is, maar ook een goed middel om vele talenten en vaardigheden van onze kinderen tot ontplooiing te laten komen. Zoals taalvaardigheid, creativiteit, rekenen en sociale vaardigheden. En we vinden dat we hiermee op de goede weg zijn. Daarom zijn wij het afgelopen jaar een 'Vindplaats' geworden: een plek waar andere scholen, pabostudenten en onderzoekers kunnen 'vinden' hoe dat werkt: talentontwikkeling met wetenschap en techniek.

We hebben dit onderzoek kunnen doen met ondersteuning van het Platform Bèta Techniek in Den Haag. Dit platform stuurt in opdracht van de overheid projecten aan die gericht zijn op de versterking van wetenschap en techniek in het basisonderwijs. Wij zijn vindplaatsschool geworden in de programma's TalentenKracht en Excellentie, Wetenschap & Techniek in onze regio Utrecht. Hierbij hebben we samengewerkt met onderzoekers van de Universiteit Utrecht.

Wij hebben als school kunnen laten zien wat we met onze kinderen doen aan wetenschap en techniek. Hierbij is vooral gekeken naar de technieklessen van juf Hester Kleinhans en van gastdocent Maarten Kleinhans, docent en onderzoeker aan de Universiteit Utrecht, omdat we de talentontwikkeling hier het beste in beeld konden krijgen. Onderzoekers Barbara Allart en Els Haak van de Universiteit Utrecht hebben ons geholpen dit in kaart te brengen en te analyseren. In de tweede helft van 2011 hebben we samen hard gewerkt en nagedacht over ons onderwijs. Zo hebben we, net als enkele tientallen andere scholen in Nederland, bijgedragen aan de kennis over talentontwikkeling in de context van wetenschap en techniek. Dit rapport is daar het tastbare resultaat van!

Was getekend,

Jetske van der Greef,

Directeur De Ontdekkingsreis

## Wetenschap & Techniekonderwijs op De Ontdekkingsreis, Doorn

*“Een lerend leven is de oneindige ontdekkingsreis, waar het beste in iedereen naar boven komt”<sup>1</sup>*

De Ontdekkingsreis, op de grens van Driebergen en Doorn, is een vernieuwingschool. Het onderwijs en de werkvormen worden afgestemd op de mogelijkheden van elk kind. Samen met de leerkracht beslissen kinderen over de eigen leerweg. De leerkrachten zorgen ervoor dat het aanbod dat kinderen in elk geval nodig hebben gegeven wordt en dat kinderen kunnen werken op hun eigen niveau, met en van medeleerlingen. Op deze manier leren kinderen zichzelf kennen en hun eigen keuzes maken. Ook ontdekken ze hoe leuk leren is als je het doet omdat je het zelf wilt!

Op De Ontdekkingsreis creëren we een leeromgeving die kinderen helpt om te leren vanuit hun eigen motivatie. Er wordt bijvoorbeeld niet gewerkt met belonings- en beoordelingssystemen en de nadruk ligt op het leerproces in plaats van het leerresultaat. De kinderen worden gevolgd tijdens hun reis. Kinderen op De Ontdekkingsreis werken met een Reisplan. Dit plan komt tot stand door samenwerking van het kind en de bouwcoördinator. Het Reisplan bestaat uit vier onderdelen: het leerlingvolgsysteem, het leerplan, het dagplan en het portfolio. Iedere reis start met een intake waarin de beginsituatie van het kind beschreven wordt. In een halfjaarlijks verslag wordt het onderwijsleerproces van het kind beschreven. Daarnaast zijn er regelmatig gesprekken met het kind, de ouders en eventuele andere betrokkenen.



Ingang De Ontdekkingsreis, Doorn.

Binnen de school zijn er verschillende ruimtes voor verschillende activiteiten, zoals een atelier, een keuken, een groepsruimte en studieruimtes. De inrichting van de school ligt niet vast en kan worden aangepast aan de behoeften van de kinderen, zodat de omgeving uitnodigend blijft. Ontdekken en leren stopt niet bij het schoolgebouw. De omgeving van de school is natuurrijk, met een groot veld, bos, een slootje, kortom: ook daar is veel te ontdekken! Daarnaast zijn er regelmatig excursies, kunnen kinderen soms mee inkopen doen voor het koken of klussen en worden er vaak mensen uitgenodigd om vanuit hun passie workshops te verzorgen. Door de kinderen in contact te brengen met de wereld buiten de school wordt er gewerkt aan de verbinding tussen het kind en de maatschappij waarin het later zal gaan functioneren.

Op woensdag en donderdag werken kinderen op De Ontdekkingsreis in het atelier. Een echte kunstenaar begeleidt kinderen bij artistieke/creatieve vorming en ontwerp leren. Ongeveer eens in de maand komt een echte wetenschapper van de Universiteit Utrecht (een van de ouders) bij ons op school. Hij verzorgt dan voor alle bouwen een (meestal verplicht) wetenschappelijk programma rond het lopende thema. Hierbij laat hij kinderen kennis maken met onbekende fenomenen en/of daagt hij kinderen uit na te denken, te onderzoeken en te voorspellen op het gebied van alle natuurwetenschappen en techniek.

Op De Ontdekkingsreis is het onderwijs in wetenschap en techniek geïntegreerd met het taalonderwijs. Het wordt in grote delen vormgegeven vanuit thematisch werken rond de thema's uit de Grote Reis. Hierin komen in een tweejaarlijkse cyclus vrijwel alle zaakvakonderwerpen aan bod, dus ook wetenschap en techniek. Wat er precies gebeurt krijgt vorm vanuit de vragen van kinderen, maar ook vanuit de vragen van de groep en/of leerkracht. Onderzoekend leren is een belangrijk principe en 'wetenschappelijke taalontwikkeling' wordt gestimuleerd.

<sup>1</sup> De Ontdekkingsreis. Schoolgids 2011-2012, p. 6. Onderstaande paragraaf is grotendeels ontleend aan het projectvoorstel en de Schoolgids.

## Doel en onderzoeksvragen van het project

Het *doel* dat De Ontdekkingsreis met dit project voor ogen had was om beter zicht te krijgen op de veronderstelde talentontwikkeling van de kinderen en effectiever te worden in het begeleiden van onderzoekend leren, het stimuleren van kritisch denken, het stimuleren van het gebruik van (academische) vaktaal bij de kinderen en het omgaan met verschillen tussen kinderen.

De Ontdekkingsreis heeft de volgende *onderzoeksvragen* geformuleerd:

1. Hoe kunnen wij de talentontwikkeling die zich volgens ons voordoet beter herkennen, benoemen en beschrijven en hoe krijgen we meer zicht op de groei van de kinderen?
2. Welke interventies zijn hierbij effectief?
3. Hoe stimuleren wij de ontwikkeling van het kritisch-analytisch denken en redeneren? Doen we dit goed en effectief?
4. Benutten we alle mogelijkheden van de empirische cyclus en van onderzoekend leren?
5. Sluiten wij goed genoeg aan op de verschillen tussen de kinderen?
6. Zijn er andere mogelijkheden die we onbenut laten of belemmeringen die we onbedoeld opwerpen?

## Observaties

In het kader van dit project hebben de onderzoekers van de UU een aantal lessen geobserveerd en gefilmd:

- een lessenserie over wrijving voor groepen 1-8;
- een vervolg hierop voor groepen 5-8 over lawines;
- een les over stuiteren voor groepen 5-8
- een lessenserie over wol en weven voor groepen 1-4;
- een lesdag over zonnewijzers voor groepen 3 en 4.

Voor elke les is door de leerkracht een uitvoerige lesbrief gemaakt waarin doel, middelen, werkvormen, materialen etc. zijn uitgeschreven. Deze zijn als bijlage opgenomen in deze rapportage. De lesbrieven werden in de praktijk niet op de voet gevolgd, omdat de leerkracht de vrijheid nam om de klas de dynamiek van de les te laten bepalen. Ze geven echter wel een goed beeld van de benodigde voorbereiding voor een leerkracht die zelf minder vertrouwd is met de materie.



## Analyse en rapportage

Achteraf zijn de schriftelijke observaties en filmbeelden geanalyseerd op basis van de onderzoeksvragen van de school. We hebben daarbij op 2 manieren gekeken:

1. Wat leren de kinderen van deze lessen wetenschap & techniek? Dit beschrijven we in hoofdstuk 1.
2. Welke gebruikte interventies blijken effectief en waar moet een Wetenschap & Techniek-leerkracht rekening mee houden? Dit beschrijven we in hoofdstuk 2.

In beide hoofdstukken richten we ons op de 4 specifieke aandachtspunten, waarover de school meer te weten wil komen:

- onderzoekend leren
- (wetenschappelijk) redeneren (hierin is "kritisch-analytisch denken" opgenomen)
- taalvaardigheid
- verschillen tussen kinderen

In hoofdstuk 3 trekken we conclusies en doen aanbevelingen voor aspecten waarmee Wetenschap & Techniek-leerkrachten bij het voorbereiden en uitvoeren van de lessen rekening moeten houden. In hoofdstuk 4 en 5 recapituleren we de resultaten van deze vindplaats-periode en kijken we terug op hoe het project door verschillende betrokkenen is ervaren.

# Talent

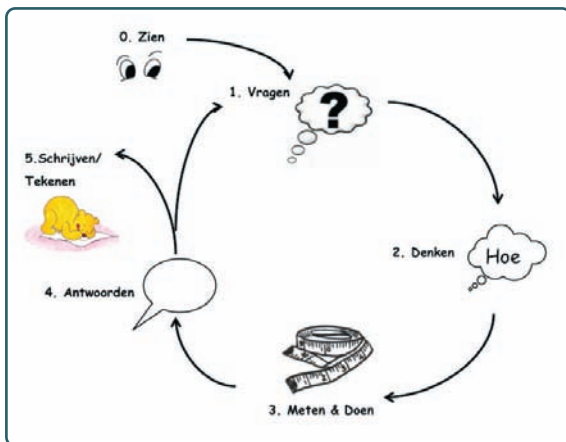
Het Vindplaatsenonderzoek is een onderdeel van TalentenKracht. Dit is een onderzoeksprogramma dat nagaat welke talenten kinderen hebben in de context van wetenschap en techniek, en hoe deze talenten zich ontwikkelen. De wetenschap & techniekles is geschikte context omdat veel ervaringen, vragen en problemen met wetenschap en techniek heel aanschouwelijk en toegankelijk voor de directe, zintuiglijke ervaring zijn. Je kunt er met je handen aan zitten, iets maken, uitproberen en uitzoeken. En je kunt op dezelfde manier nagaan of je antwoord of oplossing goed is.

De basisschool is ook een geschikte context om talenten te onderzoeken. Jonge kinderen zijn enthousiast en nieuwsgierig. Ze kunnen scherp waarnemen en slimme en originele vragen stellen of antwoorden geven. Ze kunnen problemen op een originele manier oplossen. Kinderen kunnen logisch redeneren, ruimtelijk denken, en nieuwe woorden en begrippen gebruiken om hun ervaringen en inzichten uit te drukken. Natuurlijk gebeurt dit niet altijd en verschillen kinderen onderling flink in de mate waarin ze uitblinken. Hoe zit dit precies? Hebben alle kinderen talenten? Kunnen alle kinderen excelleren? En kun je die talenten ontwikkelen? In TalentenKracht gaan we er van uit dat talent emergent is: ontstaan en opkomen hangen mede af van de omstandigheden.

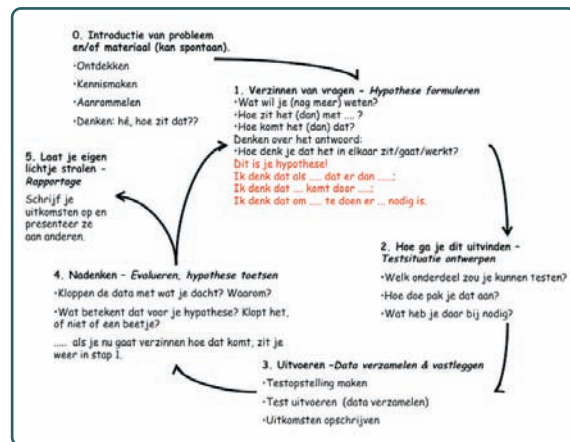
Talenten van kinderen kunnen zich ontwikkelen in een inspirerende omgeving. Deze wordt gevormd door interactie met aanwezig materiaal en met andere personen, onder wie de leerkracht, maar ook andere leerlingen, ouders, verzorgers. De manier waarop de school en de docent Wetenschap & Techniek aanbiedt en stimuleert, kunnen dus ook van grote invloed zijn op de manier waarop de leerlingen hun talenten kunnen ontwikkelen.

## 1.1 TALENTEN VOOR ONDERZOEKEND LEREN

Op De Ontdekkingsreis is de leidraad bij het W&T-onderwijs de empirische cyclus. De kinderen vanaf groep 5 hebben hier aan het begin van het schooljaar kennis mee gemaakt en worden in alle Wetenschap & Techniek-lessen gestimuleerd deze stappen te volgen en ook te herkennen in hun handelen ('waar zijn we nu?') De belangrijke elementen - koppelen van een observatie aan wat ze al weten; het versimpelen, of 'uitpellen' van een vraag tot een enkelvoudig probleem dat je kunt toetsen; het nadenken over hoe je zo'n toets 'eerlijk' kunt uitvoeren, het 'eerlijk' meten, het zorgvuldig registreren van je resultaten en het verslag uitbrengen aan anderen - komen steeds expliciet ter sprake. De verwachting is dat de kinderen deze cyclus gedurende hun schoolperiode verinnerlijken zodat dit de basis wordt/is van waaruit ze hun nieuwsgierigheid kunnen volgen.



Ontdekkencyclus onderbouw.



Ontdekkencyclus bovenbouw.



De empirische cyclus helpt ook bij de begeleiding van kinderen tijdens hun 'onderzoek'; door vragen te stellen die terugkoppelen naar de empirische cyclus, kan de leerkracht ze helpen om op eigen kracht verder te komen. In de eigen onderzoeksprojecten kregen de kinderen vaak begeleiding bij het 'uitpellen' van hun onderzoeksvraag tot een enkelvoudige en onderzoekbare vraag. Door vragen te stellen als 'hoe kan je dat meten?'; 'wat meet je dan?'; 'weet je dan zeker dat het verschil daardoor komt?', ervoeren de kinderen dat de aanwezigheid van meerdere variabelen in een onderzoeksvraag onwenselijk was. Doordat ze na afloop van een onderzoeksopdracht moesten terugrapporteren, werden ze zich ook bewust van het belang van zorgvuldig noteren van de onderzoeksresultaten. Als alle uitkomsten samen bijvoorbeeld moesten leiden tot een grafiek, was het van belang om te kunnen reproduceren hoe ze tot hun waarden waren gekomen (bv. niet alleen een eindwaarde, maar ook de 3 meetresultaten waar het een gemiddelde van was).

Door vanaf de onderbouw - niet altijd met zoveel woorden, maar wel in de benadering van het onderwerp - gebruik te maken van de empirische cyclus, leren kinderen op De Ontdekkingsreis al vroeg om systematisch te werk te gaan. In de periode dat deze cyclus nog nieuw voor ze is, wordt regelmatig - binnen en buiten de technieklessen - teruggegrepen op het onderzoeksproces: 'wat zijn we nu aan het doen?' 'hebben we dan niet een stap overgeslagen?', waardoor kinderen ook zelf tot de conclusie komen dat het soms handiger is om dingen in de volgorde van de cyclus te doen, dan in de volgorde die ze intuïtief gekozen hadden. Qua taalontwikkeling zitten aan deze cyclus een aantal nieuwe termen vast: 'vraagstelling'; 'hypothese'; 'uitpellen van je vraag tot een enkelvoudige vraag', 'toetsen', 'eerlijk meten', 'rapporteren'. Voor de onderbouw wordt een aantal van deze termen nog aangepast aan hun eigen taalgebruik.

De leerkracht heeft twee varianten ontwikkeld van de 'Ontdekkencyclus'. Voor de onderbouw is er een variant met pictogrammen, voor de bovenbouw zijn de pictogrammen aangevuld met tekst. Voor de bovenbouw is er daarnaast een 'formulier Onderzoeken', met ruimte om bij elke stap in de cyclus aantekeningen te maken. De formulieren voor onder- en bovenbouw zijn als bijlagen toegevoegd aan dit rapport.

Wat leren de kinderen op De Ontdekkingsreis tijdens de lessen Wetenschap & Techniek nu daadwerkelijk ten aanzien van onderzoekend leren? Welke talenten worden ontwikkeld?

Het allereerste dat opvalt tijdens de observatie van de lessen Wetenschap & Techniek in de groepen 1-4 is het enorme enthousiasme waarmee de kinderen reageren en de grote nieuwsgierigheid die opgeroepen wordt door de manier waarop de leerkracht de les start. Ook tijdens de lessen zien we kinderen steeds weer enthousiast worden en genieten als ze succes hebben. Bijvoorbeeld bij het experimenteren met dingen die ze van een bank mogen laten glijden: bij de eerste bank glijdt het papiertje niet, bij de volgende bank wel: dit wordt met luid gejuich, springen en "jaaaaa" ontvangen.

**Formulier Onderzoeken**  
 Als je niet genoeg ruimte hebt mag je altijd op de achterkant verder.

<b>1. Verzinnen van vragen - Hypothese formuleren</b>	
1a. Wat wil je weten? (dit is je vraagstelling)	
1b. Hoe denk je dat het zit? (dit is je hypothese)	
<b>2. Hoe ga je dit uitvinden? - Testsituatie ontwerpen</b>	
2a. Hoe ga je dat uitvinden/uitzoeken/uitproberen? (hier ontwerp je een testopstelling). Schrijf of teken op de achterkant van dit blad hoe je het wil doen.	
2b. Schrijf op wat je nodig hebt (ook lijm etc.).	
<b>3. Uitvoeren - Data verzamelen &amp; vastleggen</b>	
3a. Maak (of zoek) je testopstelling. Schrijf voor verschillende "tests" op wat de uitkomst is. Schrijf het zo op dat je het volgende week ook nog begrijpt!!	
<b>4. Nadenken - Evalueren, hypothese toetsen</b>	
4a. Kloppen de data met wat je dacht? Hoe weet je dat?	
4b. Wat betekent dat voor je hypothese? Klopt het, of niet of een beetje?	
..... als je nu gaat verzinnen hoe dat komt, zit je weer in stap 1.	> Neem dan een nieuw formulier en ga verder met onderzoeken.

## WAT LEREN DE KINDEREN UIT GROEP 1-2?

Uit de lessen over het thema *Wrijving* verwerven de kinderen van groep 1-2 kennis en inzicht over diverse inhoud. We hebben dat afgeleid uit de uitspraken die kinderen daar zelf over doen. Tussen haakjes staat een aantal voorbeelden van uitspraken van de kinderen.

- Een houten blok schuift niet uit zichzelf ("hij slaapt"), maar wel als je hem een duw geeft
- Als het blok van een hogere bank gaat, glijdt ie wel vanzelf ("omdat de plank hoog is ging tie glijen")
- Eerst glijdt het blok langzaam, dan hard ("eerst ging tie slapen, toen ging tie sloom en toen heel hard")
- Een (siliconen) matje/onderzetter glijdt alleen van de hoogste bank en dan nog moet je hem een zetje geven
- Dat de dinosaurus (plastic beest) niet kan glijden van de laagste bank omdat hij te zwaar is.
- Ze leren dingen bedenken - en opzoeken - die wel of niet glijden van de banken, dingen die helemaal niet glijden, of dingen die makkelijk glijden

Het volgende voorbeeld laat zien hoe belangrijk de interventies "gedetailleerde aandacht geven, doorvragen en hints geven" zijn om de kinderen zoveel mogelijk te leren. Het gaat om een K'nex-rol, een veelkantige cilinder, rond met rechte uiteinden, waarbij de leerkracht de kinderen het verschil wil laten ontdekken tussen schuiven/glijden en rollen tijdens het experiment: ze mogen uitproberen bij welke van de vier banken (van vlak t/m heel steil) dit speeltje gaat glijden. Leerkracht vraagt: "hoe komt het nou dat als ik hem neerleg hij blijft liggen en als Julien hem neerlegt hij gaat rollen?" (leerkracht zet het op het platte deel van de zijkant, Julien legt het op het ronde deel van de zijkant)

Leerkracht: "kijk es naar de vorm".

Benthe pakt ding in haar hand, doet het voor en zegt: "als je hem zo legt dan kan ie gewoon rollen (laat het ding over haar hand rollen); maar zo kan hij niet rollen" (laat platte kant zien).

Benthe heeft er dus nog niet de woorden voor, maar laat wel zien dat ze snapt hoe het zit. Als leerkracht vraagt of ze het nogmaals uit wil leggen zegt ze: "aan de onderkant zitten van die dingetjes die hem tegen kunnen houden" (rubberen nopjes).

Julien: "deze dingetjes (wijst ze aan) zorgen dat hij wel rolt, deze dingetjes zorgen dat hij niet rolt".

Uiteindelijk na veel proberen, aanmoedigen en enkele hints komt het eruit: "als je het op de platte zijkant zet, rolt hij niet, als je het op de ronde zijkant legt rolt het wel".

### Wrijving

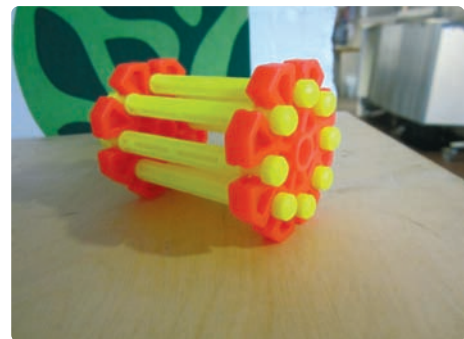
#### *Korte beschrijving van de les (gr. 1-4)*

*In de hal staan vier banken uit het speellokaal opgesteld; de eerste vlak, de tweede in een flauwe hoek (poten op een stoeltje), de derde in een iets scherpere hoek (poten op de rugleuning van de bank) en de vierde aardig steil (poten op de boekenkast).*

*De kinderen mogen na een korte uitleg zelf op zoek naar 3 objecten waarvan ze verwachten dat ze makkelijk of juist niet makkelijk naar beneden zullen glijden. Vervolgens mogen ze zelf gaan experimenteren, waarbij de opdracht is dat ze het object in de mand leggen bij de bank waar hij als eerste ging glijden.*



Benthe legt uit wanneer de K'nex-rol rolt.



De K'nex-rol.

### WAT LEREN KINDEREN UIT GROEP 3?

De kinderen verwerven de volgende specifieke kennis en inzicht ten aanzien van wrijving:

- Dat matje/onderzetter pas gaat schuiven van meest steile bank (individueel verschijnsel)
- Dat een voorwerp niet over een rechte (= vlakke) bank kan gaan glijden (patroon-herkenning)
- Dat een houten schaakstuk schuift vanaf middelste bank en sneller gaat van meest steile bank.

Daarnaast leren de kinderen verschillende vaardigheden ten aanzien van onderzoekend leren:

- Nog voor de start van de les - bij het klaarzetten van de banken in 3 posities - zegt een kind al: "we gaan zeker kijken welke het steilste is"; het in de andere groepen tevergeefs opgevraagde woord komt er hier direct en vanzelf uit!
- Betekenis van het woord steil (leerkracht: wat betekent het dat ie steil is? Jeroen: "dat ie bijna recht is").
- Elkaar tips geven bij experiment: "je moet hem (matje) op z'n kant leggen dan gaat ie wel!"
- Verklaringen bedenken voor de vraag hoe het kan dat het ene bolletje klei al bij de tweede bank glijdt en het andere bolletje klei pas bij de middelste bank:
  - "omdat het groter is"
  - "omdat het niet zo rond is"
- Verklaringen bedenken waarom het ene voorwerp langzamer glijdt dan het andere:
  - omdat er aan de onderkant strepen zitten (noppen)
  - die gaat sneller omdat hij zwaarder is
  - hij heeft een zacht stofje en dan kan hij niet glijden (vilt aan onderkant)
  - als hij rond zou zijn zou hij kunnen rollen
  - omdat het stofje kleiner is dan het ding denkt hij dat hij kleiner is (gaat over stukje vilt onder schaakstuk)
- Kinderen ontwikkelen tijdens de lessen meer lef in het formuleren van verklaringen/ hypothesen

### WAT LEREN KINDEREN UIT GROEP 4?

De kinderen verwerven de volgende specifieke kennis en inzicht:

- Sommige dingen doen het nergens (homp klei, maar dan moet je hem wel stevig op de bank leggen); maar als je de klei rond maakt doet ie het wel!
- Sommige dingen remmen af (bijv. rekenmachine met antislip)

Daarnaast leren de kinderen verschillende vaardigheden ten aanzien van onderzoekend leren:

- De les roept veel nieuwsgierigheid en interesse op bij vrijwel alle kinderen, ze worden vaak enthousiast van opdrachtjes en experimentjes.
- Leren voorspellen/inschatting maken van wat er zou kunnen gaan gebeuren: "o ik weet het, we gaan dingen er vanaf laten glijden!" of "hij glijdt alleen als je er olie opsmeert"
- Hypothesen formuleren: "omdat deze bank van ander hout is".

### WAT LEREN KINDEREN UIT GROEP 5-8?

In de bovenbouw wordt nadrukkelijk aandacht geschonken aan het ontwikkelen van talenten in het onderzoekend leren m.b.v de empirische cyclus. Dit gebeurt in de lessen over wrijving (planken en lawines), maar ook in de les over stuiteren. Deze lessen worden begeleid door de eigen techniekleerkracht en de 'echte wetenschapper', Maarten Kleinhans, als gast-leerkracht.

We zien dat de kinderen tijdens de lessen Wetenschap & Techniek de volgende vaardigheden verwerven:

- Kern van vorige les benoemen
- Kloppende redenering maken (geldt waarschijnlijk niet voor elk kind): bijv. bij schuurpapier op plank moet je hem heel schuin zetten voor het schuurpapieren blok gaat glijden
- Voorbeelden van wrijving noemen
- Mooi moment: kind zegt: "laten we het uittesten"
  
- Hypothesen formuleren: Nadenken over hoe het komt dat een bal stuitert en een ei niet (bal is rond en ei meer ovaal", "een ei is breekbaar, er zit een dun laagje omheen wat kan breken", "bal is van rubber en een ei niet", "bal is hol en ei niet")
- Intuities uitspreken en verwachtingen formuleren: hangt er vanaf hoe hard je de bal laat vallen, of je hem een extra zetje geeft, etc.
  
- Dat je eerst je vraag goed moet formuleren voor je aan de slag kunt met je experiment of onderzoek.
- In 2-tal of 3-tal een onderzoeksvraag formuleren waarmee je onderzoekt wat je graag wilt weten en die maar één ding tegelijk onderzoekt
- Dat je maar 1 ding tegelijk moet onderzoeken om een antwoord op je vraag te krijgen (anders weet je niet of het aan het één of aan het ander ligt). Met andere woorden: dat je niet in één experiment verschil in vorm (bv rond en plat) en verschil in gewicht (licht en zwaar) kunt meten en vergelijken; dat je dan eerst bv rond-licht met rond-zwaar moet vergelijken en daarna plat-licht met plat-zwaar
  
- Meetexperiment uitvoeren in groepjes van 2 of 3 kinderen
- Probleemoplossing: Hoe houd je zo'n meetlint/meetlat vast om goed te kunnen meten
- Aan welke kant van het meetlint kijk je: inches of cm? Veel kinderen zijn zich er niet van bewust dat daar er verschillende schaalverdelingen op staan.
- Manieren uitproberen om vanaf hoger punt (langer dan je zelf bent) te meten (op stoel, op tafel, aan plafond bevestigen etc. (goed idee om meetlint aan plafond te hangen, maar na vele metingen komen kinderen er achter dat hij op de kop hangt...)
- Dat 10 cm boven de grond iets te laag is om nog te meten
  
- Onderzoeksformulier invullen: formuleren onderzoeksvraag, hypothese en aanpak onderzoek
- Tabel met grafiek invullen wordt erg moeilijk gevonden.
  
- Lastige materie (lawines): Lawine van sneeuw komt bij een flauwe helling tot stilstand: kleine wrijvingshoek. Als we een lawine van rotsblokken nemen, wordt die dan steiler of flauwer?

## Wrijving

### Korte beschrijving van de les (gr. 5-8)

*Klassikaal wordt teruggekeken op de empirische cyclus. Daarna wordt het idee van de les uitgelegd: er zijn planken en blokken die bekleed zijn met verschillende materialen; de kinderen moeten zelf een onderzoeksvraag bedenken die ze met deze materialen kunnen beantwoorden. Vervolgens moeten ze zelf de proefopstelling maken, de proef meerdere malen uitvoeren en daarover rapporteren.*

## Lawines

### Korte beschrijving van de les (gr. 5-8)

*Klassikaal wordt teruggekeken op eerdere lessen; ze hebben geoefend met het formuleren van toetsbare vragen en ze hebben kennis van een aantal aspecten van wrijving. In deze les moeten ze in tweetallen een onderzoekbare vraag formuleren en een proefopstelling verzinnen waarmee ze deze kunnen beantwoorden. Er zijn diverse soorten 'granulaire materie' (rijst, linzen, knikkers, etc.) beschikbaar om mee te experimenteren. Ze moeten hun bevindingen op hun onderzoeksformulier invullen en hierover kunnen rapporteren.*

## Stuiteren

### Korte beschrijving van de les (gr. 5-8)

*De leerlingen krijgen een introductie over stuiteren en de empirische cyclus en formuleren klassikaal hypotheses over het stuitergedrag van de verschillende ballen. Ze gaan vervolgens in kleine groepjes hun eigen stuiterexperiment doen (gr. 5-6 krijgen daarbij iets meer begeleiding dan 7-8). Ze krijgen per groepje een bal en moeten op 3 verschillende hoogtes elk 3 metingen uitvoeren, waarbij ze de valhoogte in een grafiek moeten afzetten tegen de stuiterhoogte. Op hun onderzoeksformulieren moeten ze hun 'onderzoek' documenteren.*



## 1.2 TALENTEN VOOR (WETENSCHAPPELIJK) REDENEREN

Welke talenten ten aanzien van kritisch-analytisch denken zijn zichtbaar geworden in de observaties van de technieklessen op De Ontdekkingsreis? In de onderbouw is het lastig vast te stellen of kinderen hogere cognitieve denkvaardigheden zoals kritisch-analytisch denken verwerven, doordat de kinderen vaak nog niet over de "taal" beschikken die daarvoor nodig is. We hebben daarom vooral gekeken naar de vaardigheid (wetenschappelijk) redeneren, waarbij we er vanuit gaan dat kritisch-analytisch denken nodig is om te (vooraf gaat aan) kunnen redeneren.

De leerkracht op De Ontdekkingsreis stimuleert de kinderen in de onderbouw voortdurend om hun verwachtingen uit te spreken, onder woorden te brengen wat ze zien gebeuren en hoe dat kan en om zelf met ideeën te komen. Ze stelt veel vragen en laat de kinderen haar hypothesen en verklaringen aanvullen. Ze geeft ook het goede voorbeeld in het "redeneren". Een voorbeeld van leren redeneren zien we in groep 1-2: als de leerkracht zegt "hoe meer die zo staat (wijst verticale stand van de bank met arm aan)....." vult Arne aan: "hoe sneller die gaat".

Ook in de bovenbouw is het niet eenvoudig om vast te stellen in hoeverre kinderen (beter) in staat zijn tot kritisch-analytisch denken als gevolg van de lessen Wetenschap & Techniek. Daarom hebben we er ook in de bovenbouw dus voor gekozen om vooral te kijken naar het (wetenschappelijk) redeneren.

We zien dat gast-leerkracht Maarten Kleinhans in eerste instantie vooral zelf steeds het goede voorbeeld geeft: hij benoemt en herformuleert de antwoorden van kinderen voortdurend in onderzoekstermen (zie voor details onder Interventies). Daarmee laat hij zien hoe 'het werkt', hoe je moet redeneren als je onderzoek doet. Daarnaast stimuleert hij de kinderen ook om zelf die vaardigheden op het punt van "wetenschappelijk redeneren" te ontwikkelen. Door zijn vragen en feedback stimuleert hij de kinderen tot het:

- Nadenken over hoe het komt dat (hypothesen formuleren) een bal stuitert en een ei niet (bal is rond en ei meer ovaal", "een ei is breekbaar, er zit een dun laagje omheen wat kan breken", "bal is van rubber en een ei niet", "bal is hol en ei niet")
- Uitspreken van intuïties en verwachtingen formuleren: "hangt er vanaf hoe hard je de bal laat vallen, of je hem een extra zetje geeft.
- Onder woorden brengen hoe het komt dat je fiets niet eindeloos blijft doorrijden als je stopt met trappen.

Het meest duidelijke "bewijs" dat de kinderen wel ontwikkeling laten zien op het kritisch-analytisch denken en redeneren zit in het onderzoek dat zij in november zelf opgezet en uitgevoerd hebben: de manier waarop zij hun onderzoeksvraag, hypothese en aanpak hebben geformuleerd op de onderzoeksformulieren en in hun PowerPoint presentaties. In hun posterpresentatie aan het eind laten zij ook zien dat zij (meer of beter) hebben leren redeneren.

Daarnaast is ook in de kleinschalige groeps gesprekken tussen de kinderen en de leerkracht (over het formuleren van de onderzoeksvraag, hypothese en aanpak) terug te zien dat veel kinderen een (flinke) stap gemaakt hebben in de ontwikkeling van cognitieve vaardigheden.



Wrijvingsexperiment bovenbouw.



Poster van het onderzoeksproject.

Enkele mooie voorbeelden van wat kinderen leren in groep 5-8 zien we in het eigen onderzoeksproject dat kinderen uitgevoerd hebben:

- Omgaan met meetfouten: De Unster van Davita en Anna (groep 7/5) wijst ook zonder dat er kracht op uitgeoefend wordt 1 kg aan. In een gesprek met de leerkracht gaan ze op zoek naar een manier om er toch eerlijk mee te meten. De eerste poging bestaat erin dat ze met het knopje proberen de wijzer naar de nul te draaien. Dit blijkt niet te lukken. 'Dus, wat moet je nou doen?' vraagt de leerkracht. "Van elke meting 1 kg aftrekken!" antwoord Davita. Maarten geeft nog wel een advies mee: "Het beste is om eerst de getallen op te schrijven die je ook echt hierop ziet en dan eraf te trekken [wat de wijzer als nulwaarde aangeeft]."
- Parallellen trekken met bekende situaties: Davita en Anna onderzoeken hoeveel kracht ze op een touwtje en een elastiekje moeten uitoefenen om invloed uit te oefenen op de toonhoogte. De vraag komt voort uit hun kennis van hun eigen snaarinstrumenten (viool en harp), waarbij ze goed weten dat een net niet strak genoeg gespannen snaar de toon lager maakt. Toch leggen ze die parallel niet met hun onderzoek. Hier houden ze stug vol dat minder spanning alleen effect heeft op het volume en niet op de toonhoogte.
- Denken in causale verbanden: Tristan en Daniel (groep 5) wilden weten waarom een auto gaat rijden als je er benzine in doet. Met veel begeleiding werd deze vraag teruggebracht tot een op school beter te onderzoeken vraag 'waarom gas gaat branden in een gasfornuis'. Hun hypothese was dat er een grote container met vuur in het fornuis zat, dat steeds een beetje vuur afgeeft. In hun experiment moeten ze achterhalen of het gasfornuis elektriciteit nodig heeft; wat gebeurt er (niet) als je de stekker eruit trekt? Ze horen het gas nog stromen, maar er komt geen vlam. Wat kan je daaruit concluderen? Zonder stekker krijg je geen vuur. Kan je het vuur dan nog wel met een lucifer aankrijgen? Dat blijkt te kunnen. Conclusie: De elektriciteit zorgt ervoor dat je geen lucifer meer nodig hebt. Hester helpt met de laatste stap: 'electriciteit maakt een vonk, en daarmee steek je het gas aan'. Wat leert dit experiment nu over hun oorspronkelijke vraag? Wanneer rijdt een auto niet: Als er geen benzine in zit of als de accu leeg is. De accu maakt het vonkje om de benzine aan te steken.
- Uitpellen van complexe vragen tot enkelvoudige vragen, waardoor je weet wat je meet: Stijn en Jafet (groep 5/6) wilden bijvoorbeeld weten hoe een zonnestelsel ontstaat. Onder begeleiding van Maarten hebben ze deze vraag teruggebracht tot onderzoekbare proporties. De tussenstap in dit proces was 'dat meteorieten als het ware als magneten bij elkaar gekomen zijn'. Zo werd hun onderzoeksvraag: "Wat gebeurt er als er iets snels en iets langzaams langs een magneet gaat?" In hun experiment lieten ze metalen balletjes met verschillende snelheden langs een sterke magneet rollen en tekenden ze de baan die het kogeltje aflegde.

### 1.3 TALENTEN VOOR TAALVAARDIGHEID

Een van de focuspunten in de technieklessen op De Ontdekkingsreis is taalontwikkeling. Hierin kunnen twee categorieën worden onderscheiden: het ontwikkelen van een basisvocabulaire van specifieke woorden die horen bij het behandelde thema (hierop ligt de nadruk in de onderbouw) en het opbouwen van wetenschappelijk vocabulaire (nadruk in de bovenbouw). De empirische cyclus is daar een voorbeeld van, maar per thema wordt ook kritisch gekeken naar zorgvuldig formuleren van wat de kinderen waarnemen en denken en het gebruik van de juiste termen.

Hieronder beschrijven we een paar voorbeelden die we in de geobserveerde lessen tegen zijn gekomen.



Poster van project Van schaaap tot deken.

## WAT LEREN KINDEREN VAN GROEP 1-4?

Voor de groepen 1-4 is taalontwikkeling in een aantal gevallen naast materiaalkennis een belangrijk doel van een techniekles, zoals het geval is bij het thema 'van schaaap tot deken'. Hier leren de kinderen het verschil tussen geweven en gebreide stoffen en later ook tussen wol, katoen en kunststof. De materiaalkennis en de terminologie worden aangeleerd door de kinderen verschillende kledingstukken in handen te geven en te vragen wat ze denken dat het is. Daarbij moeten ze hun redenering onder woorden brengen. Daarnaast leren ze termen uit het proces van wolverwerking: scheren, wassen, kaarden, verven en spinnen.

Bij het thema wrijving leren ze het verschil tussen rollen en schuiven of glijden, steil en vlak, een flauwe en een steile helling, horizontaal en verticaal en stroef en glad. Daarnaast krijgen ze de basis uitgelegd van de term wrijving. In de context van taalvaardigheid leren ze hier ook hun verwachtingen onder woorden te brengen, toe te lichten wat ze waarnemen en verklaringen te formuleren over oorzaak en gevolg.

Bij de les over de zonnwijzer zagen we een ander type taalvaardigheid langskomen, namelijk het belang van zorgvuldig formuleren. De uitdrukking 'de zon trekt weg' leidde in groep 4 tot discussie over de (on)juistheid van deze expressie. De dagelijkse uitdrukking bleek niet te kloppen met de wetenschappelijke beschrijving van het natuurlijke verschijnsel. Het was de leerkracht die de uitdrukking ter discussie stelde, maar de kinderen konden samen heel goed onder woorden brengen wat er mis was met die uitspraak.

Bij een kind van groep 4 bleek het begrip 'schaduw' - cruciaal voor deelname aan de les over de zonnwijzer - nog onbekend. De leerkracht betrok haar in een mini-experiment waarin zij zelf kon ontdekken wat een schaduw was en hoe ze deze kon herkennen. In deze situaties zijn de door de leerkracht gebruikte interventies interessanter dan de taalverwerving als zodanig; beide situaties zijn daarom in detail beschreven in hoofdstuk 2.3 en 2.4. In groep 3 kwamen in deze les de termen 'seizoenen' en 'lente, zomer, herfst, winter' aan bod.

## WAT LEREN KINDEREN VAN GROEP 5-8?

In de midden- en bovenbouw gaat het minder om het aanleren van nieuwe woorden - al komt dat natuurlijk nog geregeld voor - maar vooral om het verdiepen en verbreden van de bekende betekenissen. Zo leerden de kinderen in de lawineles dat ook lawines met wrijving te maken hebben en dat de vorm van de glijdende objecten (glad of ruw, rond of hoekig) invloed heeft op de glijnsnelheid en de wrijvingshoek (nieuw woord) die je kunt maken.

Verder komt in deze lessen het wetenschappelijke jargon aan bod. Bij lawines leerden ze in de praktijk het verschil tussen vraagstelling en hypothese, stonden ze stil bij het belang van zorgvuldig formuleren van een hypothese

### Van schaaap tot deken

#### *Korte beschrijving van de lessenserie (gr. 1-4)*

*De kinderen maken kennis met het productieproces van wol en met de technieken breien en weven. Ze leren herkennen of een materiaal gebreid of geweven is (categoriseren). Bij alle onderdelen wordt de kinderen de ruimte gegeven om hun ervaringen te formuleren.*

*In de tweede les gaan ze zelf aan de slag met de techniek van het weven, waardoor ze zich bewust worden dat er energie gaat zitten in het produceren van stoffen. In het proces oefenen ze ook hun fijne motoriek.*

*In de derde les wordt ook de herkomst van een aantal andere garens aan de orde gesteld. Leren ze een aantal materiaal-kenmerken van wol, katoen en kunststof kennen en moeten ze een aantal stoffen categoriseren en daarbij hun redenering onder woorden brengen.*

### Zonnwijzer

#### *Korte beschrijving van de les (gr. 3-4)*

*De kinderen maken zelf een zonnwijzer, door een mikadostok tussen de tegels te plaatsen. Elk uur komen ze samen op het plein en trekken ze een nieuwe lijn over de schaduw van hun stok. Wie dat kan, schrijft er zelf de tijd bij.*

*In het klassikale deel van de les laat de leerkracht met behulp van een bal en een potlood zien hoe de zon invloed heeft op de lengte van de schaduw op de draaiende aarde. Dit leidt tot gesprekken over dag en nacht en de seizoenen. Ook komt de vraag aan de orde of de zon om de aarde draait of de aarde om de zon.*

en een meetmethode en het maakten ze kennis met het begrip wrijvingshoek. Verder kwamen op taalgebied aan bod: zorgvuldig formuleren van je observaties, naar elkaar luisteren en discussiëren.

Bij de les over stuiten ging het over 'eerlijk meten', het verschil tussen gooien en laten stuiten, en meeteenheden als centimeters, inches en duimen. Ze moesten ook met grafieken aan de slag en recapituleerden eerder geleerde begrippen als gemiddelden, verbindingslijn, schaal en assen.

In alle lessen in de bovenbouw wordt nadruk gelegd op het belang van zorgvuldig formuleren; in de klassikale gedeeltes van de les krijgen kinderen de ruimte om hun eigen bijdrage te leveren aan het gesprek. Daarbij zien de leerkrachten erop toe dat ze luisteren naar wat klasgenoten zeggen - leerlingen werden er regelmatig op gewezen dat een vergelijkbare opmerking eerder door een ander was gemaakt - en dat commentaar op elkaars opmerkingen op een respectvolle en zorgvuldige manier geformuleerd wordt. De kinderen worden gestimuleerd om hun eigen antwoorden, hypothesen en verklaringen te formuleren.



Stuiterexperiment bovenbouw.

In het eigen project komen veel taalgerelateerde leermomenten naar voren:

- Vraag formuleren en uitpellen tot enkelvoudige vraag: Tristan en Daniel (beide groep 5) vragen zich af hoe het komt dat een auto rijdt als je er benzine in doet. Na uitvoerige begeleiding door de leerkracht pellen ze de vraag uiteindelijk uit tot 'Hoe komt vuur in een gasfornuis?'
- Hypothese formuleren en op formulier noteren: Terra en Frederique (groep 5 en 6) onderzoeken de invloed van de grootte van de vlam op het maken van popcorn. Ze verwachten dat de maïs op de lage vlam niet gaat poppen en dat de grote vlam 'te hoog is'; succes wordt verwacht van 'de middelmatige vlam'. Deze hypothese komt uit: de maïs op de hoge vlam verbrandt binnen 2 minuten zonder te poppen; de maïs op de lage vlam is na 15 minuten nog altijd niet gepopt en op de middelmatige vlam hebben ze na 5 minuten popcorn.
- Benodigde materialen benoemen en noteren
- Proefopstelling of meetmethode in taal beschrijven. Dit doet Douwe (groep 7) heel goed bij het beschrijven van zijn proef om de vraag 'Waarom is er een oppervlak(ring) rond een planeet en geen wolk zoals om de aarde' te beantwoorden: "Ik ga een planeet maken van piepschuim. Daaraan hang ik een touwtje met een kraal. Met ijzerdraad maak ik de planeet op het wiel vast. Dan draai ik aan het wiel waardoor de planeet heel hard gaat draaien. De kraal die aan de planeet hangt, gaat zo hard ronddraaien, dat hij naar de zijkant vliegt. Zo vormt hij een ring."
- Het eigen project m.b.v. PowerPoint aan anderen presenteren
- Antwoord geven op informatieve en kritische vragen van anderen
- Meetresultaten zorgvuldig noteren, zodat er later over gerapporteerd kan worden
- Uitkomsten van het onderzoek formuleren: Een succesvol voorbeeld is de posterpresentatie van Stijn en Jafet (groep 5 en 6). Zij schrijven: "We hebben op de plank een papier en een magneet gelegd. Langs de liniaal. De balletjes rolden we erlangs. En keken wat naar de magneet gaat. Dat hebben we getekend." Hun uitkomsten beschrijven ze in twee wetten: "Wet 1: Als het langzaam gaat maakt het een scherpe bocht en snel een niet zo scherpe bocht. Wet 2: Als je snel en dichtbij langs de magneet gaat het alsnog tegen de magneet."

### Wat ga ik doen?

- Ik ga een planeet maken van piepschuim. Daaraan hang ik een touwtje met een kraal. Met ijzerdraad maak ik de planeet op het wiel vast. Dan draai ik aan het wiel waardoor de planeet heel hard gaat draaien. De kraal die aan de planeet hangt, gaat zo hard ronddraaien dat hij naar de zijkant vliegt. Zo vormt hij een ring.



Uit de presentatie van Douwe.



- Verslag uitbrengen van het onderzoek via een posterpresentatie.
- Nieuwe vragen verzinnen: Terra en Frederique waren nieuwsgierig of ze bij de lage vlam de popcorn niet alsnog kunnen laten poppen als ze veel langer zouden wachten. Tristan en Daniel willen nu graag uitvinden wat er precies in een auto gebeurt.



Presentatie van resultaten van het onderzoeksproject.

## 1.4 VERSCHILLEN TUSSEN KINDEREN

Ook in de wetenschap & technieklessen heb je te maken met verschillen tussen kinderen. Verschillen kunnen hun intellectuele capaciteiten betreffen, maar ook hun karakter, hun sociale vaardigheden, hun motorische vaardigheden, hun taalvaardigheid of hun algemene ontwikkeling. Al deze verschillen hebben invloed op de manier waarop ze zich in de lessen opstellen of profileren. In het volgende hoofdstuk wordt ingegaan op de manier waarop de leerkrachten met deze verschillen omgaan en hoe adequaat ze daarop reageren. In deze paragraaf worden primair enkele situaties beschreven van het type verschillen dat bij de observaties naar voren kwamen.

- Bij een meetexperiment tijdens de les over wrijving (groep 4) werken de kinderen in groepjes van 3; daarin worden verschillen in betrokkenheid en interesse tussen kinderen duidelijk. Soms "hangt" een kind er een beetje bij of houdt zich afzijdig. Het gebeurt ook wel dat een kind door de andere 2 erbuiten gehouden wordt.
- Motorische en sociale vaardigheden: Bij weven ziet Jeroen (gr. 3) zijn weefwerk steeds kleiner worden in plaats van groter. Hij vraagt niet expliciet om hulp maar roept wel een aantal keer uit "ik ga steeds eentje terug!" Als hij uiteindelijk wel concreet om hulp vraagt, gaat het om een draad die uit de naald is gegaan. De hulp komt in de vorm van een nieuw beginnetje, wat leidt tot een nieuwe regel, maar bij de volgende regel gaat het opnieuw mis. Bij het afsluiten van de les, maakt hij er nog een keer een opmerking over: "Ik ging jammer genoeg steeds terug!" Die uitspraak wordt wel gehoord en herhaald door Hester, en ze helpt hem op gang met "en dan kan je nu overheen, onderdoor, ja?" Als toeschouwer blijf je zitten met de vraag of hij het concept nu zou hebben vastgehouden als er meer tijd was geweest om verder te gaan.
- Sociale vaardigheden en karakter-verschillen: In de weefles van groep 4 is het Micha die zichzelf benadeelt door geen hulp te vragen. Eerst kiest hij een spandraad die ernstig verward zit en waaraan hij een groot deel van de les kwijt is. Vervolgens vraagt hij om een schaar, maar zijn klasgenoten negeren hem systematisch, waardoor hij lijdzaam blijft wachten en probeert of hij de draad kan doorbijten tot hij eindelijk de moed opvat om de schaar aan de andere kant van de tafel te gaan halen. Als gevolg hiervan heeft hij aan het eind van de les pas twee regels geweven.
- Omgang met dominantie: In samenwerkingsprocessen zie je vaak dat een van de leerlingen dominant is en het voortouw neemt. In



Jeroen weeft 'terug'.



Micha wacht vergeefs op de schaar..

bepaalde gevallen loopt de ander in het kielzog mee, in andere gevallen probeert het andere kind soms een nieuwe gedachte of afwijkend plan in te brengen, maar wordt dit afgewezen.

- Groepsvorming: Het viel de leerkracht op dat er in de technieklessen hele nieuwe combinaties ontstonden ten aanzien van de groepsvorming. Bij de eigen projecten ging de groepsvorming soms over de leerjaren heen. Hierbij werden soms zwakkere kinderen meegetrokken door sterkere. Met wisselend effect: soms zag je de zwakkere erbij hangen, soms konden beide juist daardoor lekker actief aan de slag. Het vergt daarbij soms extra aandacht van de begeleiding van het groepje zodat het minder "slimme" kind ook voldoende aan bod komt.
- Soms zie je zwakkere leerlingen (cognitief en/of werkhouding) die samen groepjes vormen, waardoor het werk niet van de grond komt. Dat is aan de ene kant lastig voor de leerkracht en de kinderen, aan de andere kant bied dit juist ook kansen voor hulp en uitleg op hun niveau.
- Intellectuele capaciteiten: "Soms zie je dat kinderen die bij andere vakken heel stil of teruggetrokken zijn hier opeens helemaal tot leven kunnen komen, die met spelling bijvoorbeeld helemaal niet sterk zijn of met rekenen niet sterk zijn. En die dan een perfect gevoel hebben waarom de ene bal wel beter stuitert dan de andere." [Hester in het filmpje van Leraar24]

## 2 Talentontwikkeling

Als talent een eigenschap is die zich ontwikkelt onder gunstige omstandigheden, dan is het belangrijk te weten wat precies gunstige omstandigheden zijn voor talentontwikkeling, zodat je daar als leerkracht zo goed mogelijk op in kunt spelen. In het Vindplaatsen-project zoeken we naar representatieve en concrete omschrijvingen van kenmerken van de optimale condities voor talentontwikkeling en van de concrete manieren waarop deze condities kunnen worden ingepast in het onderwijs.

Daarbij is de kwaliteit van de interactie tussen leerkracht en kind heel belangrijk. Hoe nieuwsgierig en ondernemend kinderen ook kunnen zijn, ze kunnen hulp gebruiken. De leerkracht staat voor de taak de omstandigheden zo gunstig mogelijk te maken voor alle kinderen. Het is een bekend gegeven dat kinderen die interesse hebben en dit ook tonen - bijvoorbeeld door vragen te stellen - meer aandacht krijgen dan kinderen die dit niet doen. Zo ontwikkelen zij zich natuurlijk sneller dan kinderen die minder aandacht krijgen. Dit wordt de opwaartse talentspiraal genoemd. Voor kinderen met minder interesse, die dus ook niet intrinsiek gemotiveerd zijn en spontaan vragen stellen, dreigt al snel een neerwaartse talentspiraal. Zij zullen zich minder gestimuleerd voelen om na te denken en misschien wel de interesse verliezen. Het is voor de leerkracht een uitdaging om te voorkomen dat de omstandigheden voor de kinderen (te) ongelijk worden. Tijdens de observaties op De Ontdekkingsreis kwamen we een aantal situaties tegen waar de verschillen tussen leerlingen opvielen. We zullen in deze paragraaf een aantal situaties beschrijven waar de leerkrachten goed op deze verschillen inspeelden.

Een van de vragen die centraal stonden in het projectvoorstel van De Ontdekkingsreis was welke interventies effectief zijn in het stimuleren van talent op het terrein van Wetenschap & Techniek, of de interventies optimaal werden benut en wat er eventueel nog beter kon.

In de lesformulieren draagt de leerkracht zelf interventiemogelijkheden per les aan. Vaak worden deze geformuleerd in de vorm van vragen die aansluiten bij wat de kinderen op dat moment zelf aan het proberen/doen zijn. Ook sluiten de vragen aan bij de stap in de empirische cyclus waar de kinderen zich op dat moment bevinden. Welke interventies worden in de praktijk gebruikt; blijken ze effectief? Welke blijven in de praktijk ongebruikt? Worden verschillende kinderen met verschillende interventies geactiveerd/ ondersteund?

Uit de observaties blijkt dat de meeste interventies gedaan worden door vragen te stellen; vaak wordt hierbij -

meer of minder expliciet - teruggekoppeld naar de empirische cyclus. De meeste lessen starten, soms na wat eerste uitleg, met een fase waarin de kinderen zich zelf mogen oriënteren op de situatie/de opstelling. Zo krijgen ze de kans om zelf al geprikkeld te worden tot het stellen van vragen of het opmerken van bijzonderheden die hun belangstelling stimuleren.

Een mooi voorbeeld zagen we bij de zonnewijzerles aan groep 3. Voordat de les 'echt' begon, liepen de kinderen rond tussen de zonnewijzers die zij zelf eerder die ochtend hadden neergezet op het schoolplein en die van groep 4 enige tijd later. Enkele kinderen constateerden gelijk dat sommige schaduwen een flink stuk waren opgeschoven ten opzichte van de krijtstreep en dat anderen nog maar net naast de krijtstreep stonden. De vraag kwam al snel op: "Hoe kan dat nou?". De leerkracht stimuleerde de kinderen vervolgens om zelf met hypothesen te komen: "Hoe zou dat kunnen?" Als de kinderen zelf geen goede verklaring kunnen bedenken, gaan ze met z'n allen bij elkaar zitten en legt de leerkracht uit dat niet alle strepen op hetzelfde tijdstip getrokken zijn; dat de zonnewijzers van groep 4 een andere tijd aangeven dan die van groep 3.



Brent schrijft de tijd bij zijn zonnewijzer.

Tijdens de klassikale uitleg worden ook veel vragen gesteld. Ook hier krijgen de kinderen iets te zien en worden ze gestimuleerd daar zelf opmerkingen bij te maken. Zie je wat er gebeurt? Weet iemand waarom...? Hoe komt het nou dat...? Hoe zit het nou? Bij de vragen die op deze open manier gesteld worden, zijn het vaak de gemotiveerde kinderen die hun vinger opsteken of reageren. Leerkrachten betrokken ook de andere kinderen erbij door gericht vragen aan hen te stellen: Wat denk jij? Waarom denk je dat?

## 2.1 INTERVENTIES T.A.V. ONDERZOEKEND LEREN

Wat doet de leerkracht om onderzoekend leren te stimuleren? Welke interventies zet hij of zij in? In alle groepen volgt de leerkracht de stappen van de empirische cyclus, in de onderbouw wat minder expliciet, in de bovenbouw heel nadrukkelijk. We beschouwen het geheel van de geobserveerde lessen en beschrijven per groep welke interventies de leerkracht heel concreet inzet.

### INTERVENTIES IN GROEP 1-2

- Regels afspreken: wat mag niet (van banken glijden)
- Nieuwsgierig maken: "we gaan zo kijken welke dingen makkelijk schuiven over deze bank en welke dingen moeilijk schuiven"; "moet je es kijken wat er gaat gebeuren!"
- Positief benaderen/uitdagen: "dat is goed bedacht!"
- Benoemen/bewust maken: "dat is gek hè, sommige dingen glijden, andere niet!" "Jij wilt dus weten of ze allemaal glijden? (als kind handvol spullen van de bank duwt) Of gaan ze eerst slapen?"
- Vragen stellen vooraf: wat gebeurt er als ik dit blok op de bank leg? wat gebeurt er nou als ik dit blok op deze (hogere) bank leg?
- Stimuleren / uitproberen: "ga maar es proberen of dat klopt"



Glijdt dit blok sneller of langzamer dan die, denk je?

- Vanuit twee voorbeelden verbreden en differentiëren: eerst gezamenlijk blok en onderzetter uitproberen, daarna kinderen drie dingen laten bedenken en zoeken die wel of niet glijden, waarvan tenminste één die niet gaat glijden.
- Categoriseren: “zullen we de spullen die op deze bank niet meer “slapen”/wel glijden hier leggen?”
- Opdracht geven om onderzoek uit te voeren: drie dingen zoeken en uitproberen of ze glijden, beginnen bij laagste bank.
- Nabespreken en nog eens laten zien: welke spullen gingen al glijden van deze (laagste) bank? Geen? (er liggen geen spullen in de mand bij die bank); Hoe ging die? Had je het hier ook geprobeerd? Wat zag je gebeuren? Waarom kan de dinosaurus niet van die bank glijden? (bij K'nex-rol,) hoe komt het nou dat als ik hem neerleg hij blijft liggen en als Julien hem neerlegt hij gaat rollen? (leerkracht zet het op twee nokjes, waardoor een vlak oppervlak ontstaat, Julien legt het op een nokje, waardoor de rol instabiel is en in beweging komt).
- Hint geven (“scaffolding”): alleen kijken naar de vorm! leerkracht laat enkele kinderen uitleggen hoe het zit
- Aanvullende uitleg geven: als ik hem op een recht stuk leg rolt hij niet, als ik hem op een rond stukje leg rolt hij wel.
- Samenvatten: de les van vanmiddag ging over schuiven. We hebben twee dingen gezien: sommige dingen rollen en andere dingen schuiven. Hoe komt dat nou? Kind “omdat ze soms zwaar zijn en soms licht” (deze begrippen vallen nu voor het eerst). Leerkracht: maar deze is licht en hij schuift ook? “de onderkant is niet zo hard” zegt ander kind.
- Onderwerp voor vervolgonderzoek aandragen: zullen we volgende week es uitzoeken hoe het zit met harde en niet harde onderkanten?
- Afsluiten met ontspanning/beloning: aan het eind van de les mogen de kinderen even van de banken glijden

### INTERVENTIES IN GROEP 3

- Leerkracht herkent en benut kansen, sluit perfect aan bij waar kinderen mee komen en gaat daarop verder. Herhaalt direct wat kind zegt (“we gaan zeker kijken welke het steilste is”), benadrukt het, geeft compliment (wat goed dat jullie dat al weten), verbreedt naar rest van de groep (“wat betekent dat, steil?”) en sluit vervolg hierop aan. Deze opmerking van de kinderen heeft invloed op het totale verloop van de les!
- Uitleg geven: koppelt hier woorden “verticaal en horizontaal aan”, waarbij wordt opgemerkt dat ze die niet hoeven te onthouden, maar de leerkracht blijft ze wel gebruiken.
- Experiment uitlokken: “hoe steiler de bank, hoe sneller die gaat”: wil jij dit uitproberen? Kijk maar of het matje (siliconen onderzetter) steeds sneller gaat.
- Experiment verbreden: Olivia, kun jij iets zoeken wat wel steeds sneller gaat
- Kinderen zelf laten ervaren wat er gebeurt door ze zelfstandig te laten experimenteren aan de hand van een opdracht.
- Conclusie trekken: dus, als de bank steiler staat, schuiven de spullen..... (laat aanvullen door kinderen)...(collectief:) “sneller!”
- Volgende stap: wil jij iets kiezen waarvan je denkt dat het op de eerste (horizontale) bank ook al gaat schuiven. Vanuit de groep wordt al snel door meerdere kinderen geroepen “daar schuift ‘ie nooit!”, waarop de leerkracht reageert met “waarom denk je dat, Arne?” Aanvankelijk gaat het antwoord verloren, doordat de klasgenoot gewoon verder gaat met haar experiment op de andere banken. Maar de leerkracht pakt de vraag terug als Ellen weer zit. Arnes antwoord “omdat ‘ie niet schuin staat”. De leerkracht antwoordt met OK, en vraagt vervolgens aan de groep ‘klopt dat?’, wat ze bevestigen. We zien hier dat de opdracht gelijk is aan die van de vorige groepen. Toch verloopt de les nu veel helderder door voorafgaande experimenten!
- Nabespreking: hoe kan het nou dat het ene bolletje klei al bij de 1e bank glijdt en het andere bolletje klei pas bij de middelste bank?



Waarom rolt deze wel en deze niet?



- Test laten bedenken: hoe kunnen we nu uitproberen welk idee klopt (groter of rond); komt het nou doordat hij kleiner is of dat hij rond is? Kind: rond; leerkracht: hoe kunnen we dat zeker weten?
- Benoemt en vraagt verschillende manieren: rollen, schuiven en rijden
- Leerkracht doet experiment zelf voor: ronde homp klei rolt wel
- Trekt conclusie/benoemt/licht uit: "dus de vorm maakt uit!"
- Maakt nieuwsgierig/richt de aandacht: "nu was er nog iets grappigs": wat gebeurde er met dit paarse ding (soort plastic liniaal)?"
- Ondersteuning bij formuleren van verklaringen: hieraan is bij deze groep veel tijd besteed.
- Door tijdgebrek eindigt de les helaas abrupt: er is geen tijd meer voor terugkoppeling, samenvatting of conclusies! We merken regelmatig dat een standaardles van een half uur voor technieklessen onvoldoende is. Als je echt de onderzoekscyclus wilt volgen, zou je anderhalf tot twee uur nodig hebben voor een les. Voor jonge kinderen zouden dubbele lessen van een uur wenselijk zijn.

#### INTERVENTIES IN GROEP 4

- Nieuwsgierig maken: leerkracht zet banken klaar zonder te zeggen wat ze gaan doen; roept reacties op over op banken klimmen en ervan af glijden
- Regels afspreken/herhalen: grenzen aangeven m.b.t. glijden van banken
- Thema inleiden: leerkracht: Ik heb drie dingen en die wil ik van deze (laagste) bank laten glijden, lukt dat denk je? auto (rijdt), houten blok en siliconen matje/onderzetter. Voert uit en stelt vast: auto werkt wel.
- Vragen wat kinderen gezien hebben. Gaat vervolgens naar 2e (iets hogere) bank en vraagt: wat zou er nu gebeuren bij deze (iets hogere) bank?
- Kinderen laten voorspellen ofwel hypothesen formuleren; bij bovenste bank: "daar werken ze allemaal!" en vervolgens uittesten.
- Vragen: zou er iets bestaan wat het niet doet van de bovenste bank? "boekenkast", "dinosaurus-poppetje".
- Vragen: waarom zou hij niet glijden?
- Kinderen uitnodigen tot uittesten van hun hypothese (dinosaurus glijdt well)
- Vragen en doorvragen: wat zou niet glijden? Kind: "schaakstuk". Leerkracht: "waarom niet?", leerling: "er zit zo'n dingetje aan de onderkant". Leerkracht: wat is er met dat dingetje? "die remt af".
- Herhalen/onderstrepen: "die remt af, zegt Manuel!"
- Uittesten: schaakstuk blijkt toch te glijden van de hoogste bank
- Hint geven; een kleiner schaakstuk, ideeën kinderen: blok waar lijm om heen zit
- Opdracht geven: we gaan op zoek naar dingen die niet zo makkelijk glijden. Bij elke bank een mandje: in deze mand gaan dingen die op deze bank al rollen of schuiven
- Kinderen zelfstandig meerdere objecten laten uittesten
- Nabespreken: wat gebeurde er met deze rekenmachine?
- Doorvragen: hoe komt het dat ie afremt?
- Herformuleren wat kinderen zeggen/hypothesen formuleren: "dus de vorm maakt uit zeg je?"
- Benadrukken/verbreden/interesse belonen: "Gijsbert stelde interessante vraag: als tie het op de 2e bank doet, doet ie het dan ook op de hoogste bank? Kun je dat voorspellen?"
- Checken hypothesen: "als tie steeds steiler wordt verwacht je dan dat er steeds meer of steeds minder dingen vanaf rollen?"
- Doorspelen van vraag van slim en actief deelnemend kind naar andere kinderen: "dus op die hoge glijbaan is heel weinig wrijving? Is dat zo? Waarom?" Vraag leidt tot ingewikkelde antwoorden van enkele kinderen, bij de andere kinderen gaat dit gesprekje volledig langs hen heen. Is er nou geen of juist veel wrijving?



Ga je hypothese maar testen.

Je merkt dat dit te moeilijk is voor de groep als geheel en alleen individuele kinderen aanspreekt.

- Uitleg geven: leerkracht geeft uitleg over wrijving en zwaartekracht: "zwaartekracht trekt harder"
- Afsluitende vraag: wat zou je nu kunnen doen om de bovenbouw dit ook te leren? Dit past in de 'ontdekkencyclus' in de stap van rapporteren. Dat blijkt voor de groep als geheel nog te moeilijk, de kinderen komen er niet uit.
- Ook hier leidde tijdgebrek tot het achterwege laten van een samenvatting of terugkoppeling aan het eind van de les.

## INTERVENTIES IN GROEP 5-8

- Expliciet benoemen van empirische cyclus, dat is onderzoekscyclus
- Thema van de les in context plaatsen:
  - stuiteren in verschillende contexten plaatsen: een bal, een ei laten vallen, met je hoofd ergens tegenaan stuiteren
  - introductievraag over wrijving: als je op de fiets zit en je hebt gefietst en stopt met trappen, ga je dan altijd maar door?
- Helder afbakenen en focussen: we gaan het niet over raketten hebben, we gaan nu terug naar de wrijving
- Belang aangeven van "eerlijk kunnen vergelijken" en "precies laten zien hoe iets werkt"
- Uitleggen van alle stappen van de empirische cyclus
- Herhalen wat kinderen zeggen voor anderen en koppelt er nieuwe vraag of reactie aan
- Herformuleren tot hypothese:
  - "dus jij zegt dat het zou kunnen dat een ei niet kan stuiteren omdat hij ovaal is in plaats van rond"
  - "je zegt eigenlijk: zwaardere dingen vallen harder, klopt dat?"
  - "dus je zegt eigenlijk: de fiets remt af door de wrijving met de grond en de lucht".
- Herformuleren/uit elkaar rafelen wat kind zegt: "dus jij zegt 2 dingen: het ene is dat ..."
- Expliciet benoemen en abstraheren/veralgemeniseren in 'onderzoekstaal': "we hebben nu een heleboel verklaringen gehoord waarom sommige dingen wel stuiteren en andere niet"
- Reageert op kind die zegt "bal is van rubber en ei niet" met de vraag/hypothese dus het zou aan het materiaal kunnen liggen?"
- Abstraheert/herformuleert tot test- situaties en geeft er andere woorden aan: "dus het zou kunnen zijn dat een holle bal beter stuitert dan een massieve bal? dat kunnen we testen."
- Voortdurend na laten denken over wat er zou kunnen gebeuren als je iets doet
- Verwachtingen laten formuleren over: "als ik de bal van 2 meter hoogte laat vallen, hoe hoog zou hij dan terug stuiteren?"
- Opdracht tot onderzoek geven: ballen laten stuiteren en hoogte meten en in tabel opnemen; gebeurt niet heel helder en systematisch en wordt niet gecheckt of opdracht duidelijk is. De docent legt dit achteraf uit als een bewuste keuze, met als doel ruimte te geven voor uitproberen en leerzame mislukkingen.
- Rondlopen en begeleiden tijdens meetexperiment; vragen stellen, stimuleren, nog veel extra uitleg geven over wat opdracht nu precies is en hoe de grafiek in te vullen
- Via vragen stellen tot herformulering van onderzoeksvraag te komen
- Nabespreken op resultaten en conclusies: waar komen verschillen vandaan? heeft met materiaal te maken. Moeten we ook weer testen (rubber, klei)



Welk effect heeft het ribbelkarton?



Hoe trek je nu de lijn in de grafiek?

- Herformuleren in onderzoekstermen:
  - "OK, dus je hebt de hoek gezocht waaronder het blok van de plank gaat glijden";
  - "OK, dus je hypothese was dat als bubbeltjes parallel liggen dat het blok minder hard glijdt";
  - "OK, dus je hypothese was: als dingen in elkaar haken, heb je meer wrijving"
- Uitleggen waarom het belangrijk is om te weten: "als je onderaan de plank staat is het wel handig om te weten hoe snel het blok naar beneden komt; volgende keer hebben we het over lawines, dan is het ook handig als je weet hoe snel die glijdt!"
- Kinderen heel serieus nemen; leerkracht neemt de uitleg van een kind heel serieus ook al komt hij niet goed uit z'n woorden, kan hij niet precies duidelijk maken wat hij bedoelt. Hij herformuleert het antwoord zodat het ook voor de andere leerlingen duidelijk is wat de leerling bedoelde.

### Transcriptie

MOV0017 Lawines\_gr5-8 0'58"-1'20": T=Tobias M=Maarten

**De vraag is wat er gebeurde met het schuurpapier blok op de schuurpapier glijbaan.**

*T: Eh, bij het schuurpapier, dan kan - schuurpapier is niet zo glad - dus hij gaat wel naar beneden, als je hem helemaal omhoog doet, maar hij kan niet echt - kan niet echt vallen als je zo doet, of zo.*

*M: OK, dus hoe steiler die ging - je moest hem heel steil zetten voordat 'ie ging?*

- Ter afsluiting van de les vat de leerkracht zelf samen en trekt zelf conclusie: "jullie hebben nu zelf gezien dat je de hele cirkel doorlopen hebt en dat je dat zelf volgende keer ook kunt doen". Ook bij deze les speelt tijdgebrek parten, waardoor de afsluiting te kort door de bocht is en bij veel leerlingen niet meer over komt. Als er meer tijd was geweest, had het hier functioneel geweest om de kinderen de stappen zelf nog even te laten herhalen en de conclusies uit de leerlingen zelf te laten komen.
- Bij start van de volgende les: terugvragen wat kern van vorige les was (wat hebben we precies onderzocht?) en daarop doorgaan
- Uitleggen over handige manier om te meten: "hoek waaronder plank moet staan om iets te laten glijden". Bij schuurpapier blok heb je een steile helling nodig om het in beweging te krijgen, bij een glad blok een flauwe helling.
- Van daaruit overstap maken naar lawines: "stel, je hebt een hoopje gladde bolletjes en een hoopje ruwe bolletjes, van welke kan ik het steilste hoopje maken?"
- Opdracht geven: onderzoek gaan doen naar wrijvingshoek van diverse materialen

## 2.2 INTERVENTIES T.A.V. (WETENSCHAPPELIJK) REDENEREN

In de technieklessen stelt de leerkracht veel vragen waarmee hogere cognitieve denkvaardigheden zoals analytisch denken aangesproken worden. Bijvoorbeeld 'wat gebeurt er nu?'; 'hoe komt dat, denk je?'; 'wat denk je dat er gebeurt als...?'

In de les over zonnewijzers aan de onderbouw, wordt een beroep gedaan op het vermogen van de kinderen om verschijnselen die wij op aarde waarnemen te koppelen aan en te verklaren met behulp van processen die zich in het heelal afspelen: het draaien van de aarde om zijn eigen as - wat dag en nacht verklaart - en de draaiing van de aarde om de zon - die de seizoenen veroorzaakt. En daaruit moeten ze leren dat de lengte van de schaduw van hun zonnwijzer te maken heeft met de hoek van de aarde t.o.v. de zon. Dit doet een flink beroep op hun abstractievermogen. De leerkracht helpt in dit proces door gebruik te maken van een bal met daarin een potlood (als zonnwijzer), zodat ze zien welk effect de stand van de bal - lees: het potlood - heeft op de lengte van de schaduw. Uiteraard leidt dit - met name in groep 4 - tot discussies over wat er nu draait en hoe je dat zou kunnen zien; een aardig staaltje van abstract redeneren.



Kijk eens wat er gebeurt met de schaduw.



De concentratie is even op.

### CONCRETE INTERVENTIES ONDERBOUW:

- Voorafgaand aan experiment hypothesen laten bedenken: wat gebeurt er als ik dit blok op de bank leg? wat gebeurt er nou als ik dit blok op deze (hogere) bank leg?
- Test/experiment laten bedenken: hoe kunnen we nu uitproberen welk idee klopt (groter of ronder); komt het nou doordat hij kleiner is of dat hij rond is? leerling: "rond!", leerkracht: "hoe kunnen we dat zeker weten?"
- Na afloop van experiment nabespreken: "welke spullen gingen al glijden van deze (laagste) bank?" "Geen?" (er liggen geen spullen in de mand bij die bank); "Hoe ging die?" "Had je het hier ook geprobeerd?" "Wat zag je gebeuren?" "Waarom kan de dinosaurus niet van die bank glijden?" (bij K'nex-rol - een cilinder met afgeronde nokjes, die samen weer een vlak kunnen vormen) "Hoe komt het nou dat als ik hem neerleg hij blijft liggen en als Julien hem neerlegt hij gaat rollen?" (leerkracht zet het op rechte zijde, Julien legt het op ronde zijkant)
- Na afloop van experiment leerlingen conclusie laten trekken: "dus, als de bank steiler staat schuiven de spullen..." (laat aanvullen door kinderen)
- Na afloop van experiment verklaringen laten bedenken: hoe kan het nou dat het ene bolletje klei al bij de 1e bank glijdt en het andere bolletje klei pas bij de middelste bank?

### CONCRETE INTERVENTIES BOVENBOUW

- Kinderen voortdurend na laten denken over wat er zou kunnen gebeuren als je iets doet
- Kinderen verwachtingen laten formuleren, bijv. als ik de bal van twee meter hoogte laat vallen, hoe hoog zou hij dan terug stuiteren?
- Via vragen stellen tot herformulering van onderzoeksvraag te komen
- Herformuleren van een reactie in wetenschappelijke termen: Leerkracht reageert op kind die zegt "bal is van rubber en ei niet" met de vraag/hypothese "dus het zou aan het materiaal kunnen liggen?"
- Wijzen op zorgvuldig formuleren en registreren van je onderzoeksdata.

Een voorbeeld van het laatste zien we in de lawineles van Maarten. Het gesprek gaat over het glijgedrag van een schuurpapier blok op een schuurpapier ondergrond. Een van de leerlingen merkt op dat zijn groepje een testje heeft gedaan waarbij het schuurpapierblok sneller ging. Maarten reageert: "Ging het schuurpapier sneller? Dat is grappig!" En Hester vraagt gelijk "dan wat?". De leerling weet het niet meer. Maarten: "Dat weet je niet meer? Dat is wel belangrijk hè. Ik snap best dat schuurpapier sneller zou kunnen gaan dan bijvoorbeeld rubber..." Een klasgenoot schiet te hulp: "dan karton, bedoel je, dat ribbelkarton, denk ik."

## 2.3 INTERVENTIES T.A.V. TAALVAARDIGHEID

Wetenschap en techniek komen met veel nieuwe en specifieke terminologie. Omdat de technieklessen op De Ontdekkingsreis geïntegreerd zijn in het taalonderwijs, wordt er impliciet, maar ook expliciet aandacht besteed aan



de taalontwikkeling in de context van wetenschap en techniek. Uitgangspunt is dat taal groeit door veel en goede voorbeelden. Uitspraken van kinderen worden in beginsel in de reactie correct geformuleerd, zonder dat de kinderen expliciet gecorrigeerd worden voor onjuist of onzorgvuldig taalgebruik.

Een aantal mooie voorbeelden hiervan zien we in de lawineles van Maarten in de bovenbouw. Aan het begin van de les wordt gerecapituleerd wat er is blijven hangen van de vorige les.

### Transcriptie

MOV0017 Lawines\_gr5-8 2'34"-3'59" T=Tobias M=Maarten

**De vraag is of schuurpapier op een vergelijkbare manier in elkaar haakt als ribbelkarton.**

T: Nou kijk, als je nou eh, een eh, kijk eh, bij glad - ik doe even voor met een fiets - dan heb je, als je hele gladde wielen hebt en je gaat bij zo'n steile berg, dan ga je heel hard naar beneden en misschien ben je dan wel dood.

M: Ja.

T: En, maar kijk, als je met schuurpapier doet, dan, als je hele schuurpapier wielen doet...

M: Ja, of mountainbike banden

T: ...dan gaat de fiets een beetje zo (geeft met zijn hand een helling van ca. 30 graden aan)

M: OK, dan heb je meer wrijving en ga je minder hard naar beneden.

T: Ja.

...

M: Wat ik nu hoor, dat is eigenlijk twee dingen: als je eenmaal van die berg afgaat, in dit geval een hele steile berg af gaat, dan ga je eigenlijk wel behoorlijk hard. Maar, we hadden een hele handige manier gevonden om dat te meten, namelijk om gewoon de hoek te meten waaronder die plank moet staan. Hè, dat is dus: de lengte mat je op en de hoogte mat je op en dan hoe steiler die stond, hoe groter de hoogte werd en je had een grote hoek nodig, een steile helling, om dat schuurpapier voor het eerst in beweging te krijgen en een flauwe hoek om dat gladde blok voor het eerst in beweging te krijgen.



...dan gaat de fiets een beetje zo...



Wat gebeurt er nou als de berg zo hoog is?

De interventies ten aanzien van taalvaardigheden zijn erop gericht de taalontwikkeling ook zoveel mogelijk vanuit de kinderen zelf te laten komen. Observaties laten zien dat de effectiviteit van zoveel mogelijk uit de kinderen laten komen in de praktijk vaker beperkt lijkt. Kinderen met een grotere woordenschat krijgen zo de kans om hun kennis te tonen, maar het is onduidelijk of de andere leerlingen hier meer van profiteren dan als de leerkracht zelf de juiste term zou aandragen. (groep 1-4) Anderzijds, zijn er soms ook grote positieve effecten als de terminologie wel uit de kinderen zelf komt. Wanneer het wel lukt is het beeld dat een leerling bedenkt vaak veel sprekender voor de kinderen. Zo beïnvloedde Sofie het verloop van de les over wrijving door zelf het voorbeeld aan te dragen van tegen de wind in van een berg af fietsen. De leerkracht kon in het vervolg van de les een aantal keer teruggrijpen op dit voorbeeld.

- Interventie leerkracht (groep 1-2): na laten denken over hoe het heet als het schuin is. "Hoe noem je dat als de

bank zo heel schuin is? Julien: "sliding", Lysander: "glijbaan". Leerkracht: Nee, zo'n hoge glijbaan, hoe noem je dat? Tijmen: "da's eigenlijk dat je heel hoog glijdt". Leerkracht: "Als een berg, die kan dat ook zijn?" Julie: "schans". Het bedoelde woord "steil" bedachten de kinderen niet uit zichzelf, dus uiteindelijk zegt leerkracht het zelf. Toch heeft Madieke al bij het opstellen van de banken hard uitgeroepen "Oh, steil!"

- Interventie (groep 4): herformuleren/taal aan geven: Leerkracht: "Hoe noem je het dat ze het hier (op de laagste bank) niet doen en hier (op de hoogste) wel?" Kind: "spanningsboog". Leerkracht: "Kunnen we hier een naam voor verzinnen?" Kind: "hoger". Leerkracht: "Hoe noem je het bij een berg?" Kind: "een piek". Het komt er niet uit dus leerkracht zegt het zelf: "steil!" steil is het tegenovergestelde van "flauw".
- Interventie (groep 4): herformuleren/taal aan geven: Leerkracht: hoe noem je het nou, dat remeffect, zo noemde Manuel het? Kind: "schoorpapier". Leerkracht: Als je je handen over elkaar wrijft, hoe heet dat? Kind: "warmte". Leerkracht benoemt het uiteindelijk zelf: "wrijving".
- De leerkracht stimuleert de kinderen om ideeën onder woorden te brengen: "Julie heeft een idee; als iedereen weer op z'n billen zit, mag Julie uitleggen wat ze dacht." De dynamiek van de les maakt dat dit niet goed uit de verf komt. In dit geval neemt Julien de discussie over en krijgt Julie niet meer de kans om haar idee te formuleren. (groep 1-2)

Er zijn meerdere voorbeelden waar het beter werkte dat nieuwe termen zelf expliciet door de leerkracht werden geïntroduceerd of verduidelijkt:

- Klassikale introductie van de wrijvingsles (groep 3): De leerkracht introduceert de termen horizontaal en verticaal en geeft aan dat de kinderen deze moeilijke woorden niet hoeven te onthouden. Toch gebruikt ze beide termen in dezelfde les nog een aantal keer; horizontaal in combinatie met het eenvoudigere woord 'vlak' en vertikaal in combinatie met steil. Zo krijgen de kinderen toch een kapstok om de termen te onthouden.
- Klassikale introductie van stuiterles (groep 5-6): leerkracht formuleert zelf het verschil tussen laten stuiteren en gooien.
- Stuiterles groep 5-6: een groepje kinderen werkt met een meetlint met 2 schaalverdelingen: centimeters en inches. Daardoor ontstaan meetfouten. In een klassikale terugkoppeling worden de verschillende lengtematen nog even op een rij gezet.
- Klassikale introductie van de lawine-les: hier komen moeilijke termen als 'wrijvingshoek' ter sprake en wordt de kinderen geleerd hoe ze kunnen bepalen hoe steil een hoek is (de hoogte van de berg in relatie tot de breedte van de basis van de berg). Dit gaat al bijna om wetenschappelijke definities. Voorbeeld: "Voor een lawine van sneeuw geldt dat hij op een hele flauwe helling pas weer tot stilstand komt. Een lawine van sneeuw heeft maar een hele flauwe wrijvingshoek, die heeft maar een hele flauwe helling nodig."
- Individuele begeleiding in de lawine-les: 'jullie zeggen in je vraag "hoog", maar je bedoelt "steil".



Julie zeggen hier hoog, maar je bedoelt steil.

## ONDERZOEKSFORMULIEREN BOVENBOUW

De kinderen moeten bij de Wetenschap & Techniek-lessen ook onderzoeksformulieren invullen, waarop de stappen uit de 'ontdekken cyclus' staan voorgedrukt. Aangezien deze formulieren pas dit schooljaar geïntroduceerd zijn, is het voor alle kinderen nog een beetje onwennig en is er duidelijk nog een proces te gaan om dit op een goede manier te doen. Interessant is in elk geval al dat ze in stap 1 het onderscheid moeten maken tussen hun vraag ('wat wil je weten?') en hun hypothese ('hoe denk je dat het zit?'). Veel kinderen hebben nog moeite om hun hypothese zorgvuldig te formuleren en beperken zich tot het opschrijven van teksten als '80 cm' of 'door de zwaartekracht'.

Het lijkt dus verstandig om het invullen van de formulieren mee te nemen in de feedback/feed forward gesprekken met de kinderen, zodat ze leren hoe ze dat volgende keer beter kunnen doen. In een aantal gevallen gebeurde dit ter plekke, doordat de gastdocent - wetenschapper, geen didacticus - met de kinderen in gesprek ging over hun vraag en hun hypothese en de manier waarop ze deze wilden testen. Onzorgvuldige formuleringen werden in de groepjes besproken. Hierbij was de gastdocent wel veel aan het woord - vooral waar de kinderen zelf niet snel met een alternatief kwamen - en was het niet altijd duidelijk of de herformulering wel goed overkwam bij de kinderen. In dit soort situaties kunnen verschillen tussen kinderen in capaciteiten of karakter om een verschillende aanpak vragen.



Tijdens de les worden onderzoeksformulieren ingevuld.

### PRESENTATIE EIGEN ONDERZOEKSPROJECT BOVENBOUW

De kinderen in de bovenbouw (groepen 5-8) doen een 'eigen project', waarbij ze hun eigen belangstelling mogen volgen, zolang het maar binnen de context van de school te testen is. Ze moeten zelf een vraag en een hypothese formuleren en een onderzoekssituatie bedenken en creëren waarin ze deze hypothese kunnen toetsen. Als ze hun plan op papier hebben, geven ze een presentatie van hun onderzoeksplan aan hun projectgenoten. Dat resulteerde in Power-Point-presentaties van verschillende kwaliteit en mondelinge duo/trio/kwartet-presentaties. Ze moeten het format van de 'ontdekken cyclus' volgen en de punten 'waarom?', 'vraag', 'hypothese', 'materiaal', 'wat ga ik doen?' aan de orde moeten komen.



Hoe denk jij dat het zit?

Door het format heel strak te houden, hielden de leerkrachten de presentaties redelijk onder controle; vrijwel alle kinderen hadden een presentatie van 7 sheets. In de voorbereidingsfase is bij de meeste kinderen aandacht aan taal besteed bij het voorbespreken van de presentaties. Bij de bespreking wordt steeds gekeken of het helder en duidelijk is, hoe je dat ook kan zeggen. Hierbij zie je duidelijke verschillen tussen kinderen en hoe ze de taal oppakken. Sommige kinderen passen hun presentatie aan, andere blijven in hun oorspronkelijke formuleringen hangen. De leerkracht kiest er bewust voor om de kinderen hierin vrijheid te geven, omdat "dwingen" tot napraten/na-typen van wat de leerkracht zegt in die gevallen een zeer negatief effect op het enthousiasme en de betrokkenheid.

In de presentaties merk je ook dat sommige kinderen makkelijker en zorgvuldiger formuleren dan andere. Taalbeheersing speelt daar een rol in, persoonlijkheid is ook belangrijk. Na afloop van de presentatie mochten klasgenoten vragen stellen over het project; daar moesten de kinderen dan ter plekke op reageren, wat toch weer andere taalvaardigheid vereiste.

Ook op de onderzoeksformulieren wordt feedback gegeven. Leerlingen bespreken hun formulier met de leerkracht, kinderen passen hun formuleringen mondeling aan. Sommige kinderen passen daarna ook hun formulier aan, anderen zijn minder op papier gericht.

## ZORGVULDIG FORMULEREN IN DE TECHNIEKLESSEN

De leerkracht legt met name in de hogere groepen de nadruk op zorgvuldig formuleren en stimuleert de kinderen om na te denken over de manier waarop je (alledaagse) verschijnselen beschrijft. Hierbij komen ook versteende uitdrukkingen aan bod, die gebaseerd blijken op waarnemingen zonder wetenschappelijke basis. Een mooi voorbeeld is de reactie op de uitroep van een kind uit groep 4 in de zonnwijzerles: 'de zon trekt ineens weg!'.

### Transcriptie

M2U00043 Zonnwijzer\_gr4. 11'21"- 12'35": C=Celien H=Hester J=Juliette M=Maurits

**Celien ziet zijn schaduw, die hij aan het tekenen is verdwijnen en maakt daar een opmerking over; Hester springt daar gelijk op in.**

C: De zon trekt ineens weg!

H: Waar is 'ie naartoe gegaan?

C: Achter de wolken.

H: Ging de zon achter een wolk?

C: Nee, de wolken gaan achter de zon.

H: Gaan de wolken achter de zon?

C: Nee, de wolken gaan voor de zon. Maar de wolken zorgen ervoor dat ze voor de zon gaan, dat bedoel ik.

Hester roept Juliette erbij 'want we hebben hier een ingewikkeld probleem'.

H: Ze zeggen 'de zon trekt weg', kan dat?

J: Nee, hij zit achter de wolken.

H: Hij zit achter de wolken, OK.

Ander kind, buiten beeld: Dat is omdat de zon niet draait!

H: Het heet 'de zon trekt weg', maar eigenlijk is dat dus een gekke naam, hè?

C: Nee, Hester, de wolken gaan altijd een beetje naar voren, en die gingen dus voor de zon zitten.

H: Ja, want de wolken zijn dichterbij, hè, dan de zon?

M: Anders zouden de wolken in de ruimte zijn!

## 2.4 VERSCHILLEN TUSSEN KINDEREN

Op De Ontdekkingsreis zitten verhoudingsgewijs meer 'bijzondere kinderen' - beelddenkers, dyslectici, autistisch spectrum, bovengemiddeld begaafden etc. - waardoor de populatie erg gemengd is. De verschillen tussen de kinderen zijn op sommige punten dan ook relatief groot. Dit wordt voor een deel ondervangen door - o.a. binnen de technieklessen - leeftijdsgroepen te mengen. Zo konden er in de eigen onderzoeks-projecten duo's worden gevormd van kinderen uit de groepen 5 tot en met 8.

Dit past ook in de door de school gehanteerde filosofie van Stephen R. Covey, waarin samenwerking, wederzijdse afhankelijkheid en gebruik maken van verschillen centraal staan in het realiseren van de doelen. De verschillen tussen kinderen worden omarmd en optimaal benut ten behoeve van (gezamenlijke) groei. In de techniekprojecten was goed zichtbaar hoe dat kan werken. 'Kan werken', want niet in alle gevallen vulden de groepsgenoten elkaar op een productieve manier aan. Hier kan ondersteuning bij de groepsvorming door de docent - bijvoorbeeld in de vorm van sturing bij het kiezen van een partner of bij het gebruik maken van elkaars kwaliteiten - mogelijk een positieve invloed hebben op het proces.



De boom van Covey op De Ontdekkingsreis.



Verschillen tussen kinderen hebben ook invloed op de mate van begeleiding die nodig is om tot een bevredigend eindresultaat te komen. Op de ouderavond kwam - terecht - ter sprake dat ook het geven van ruimte en tijd om zelf te proberen/experimenteren en daarvan te leren een belangrijke educatieve waarde heeft, maar denkend vanuit het doel van het project, zijn er kinderen die meer ondersteuning nodig hebben, omdat ze anders afdwalen of hun belangstelling/focus verliezen. Coveys stap 'begin met het eind/doel voor ogen' zit nog niet zo ingebakken dat de kinderen daar niet zo nu en dan aan herinnerd moeten worden.

### **OBSERVATIE: LES WRIJVING, GROEP 1-2.**

Voor deze leeftijdsgroep is stil zitten en aandachtig luisteren naar uitleg nog een uitdaging. Het is dan ook goed dat ze snel zelf aan de slag mogen. Alle kinderen maken gebruik van die mogelijkheid en zijn actief bezig.

Bij het terugkoppelen van ervaringen merk je het verschil in leeftijd, ontwikkeling en mogelijkheden om hun ervaringen te verwoorden. Lucia zit een groot deel van de les wat te dromen en is met haar aandacht en haar blik duidelijk ergens anders dan bij de les. Ze wordt er door de leerkracht een paar keer actief bij betrokken en doet dan wat haar gevraagd wordt, maar vervolgens blijft ze weer afwezig. Er is een jongetje bij - Julien - die duidelijk veel waarneemt, begrijpt en analyseert en zelf met hypothesen komt om wat hij ziet te verklaren. Hij heeft nog wel moeite om al die informatie in zijn hoofd om te zetten in taal, waardoor hij het aan anderen kan uitleggen. (K'nex-voorbeeld)

Er wordt een observatie uit gepikt, die voor een verrassend resultaat zorgde:

#### **Transcriptie**

VTS\_01\_1 Wrijving gr1\_2 20:50-27:00 H=Hester J=Julien L=Lysander, B=Benthe

**De K'nex-rol bleef soms liggen op de helling en ging soms rollen. De leerkracht vraagt aan de kinderen hoe dat kan.**

H: Oh, die wil ik nog zo graag zien, die mooie van Julien, was'tie, van de Knex? Laat die nog eens even zien, die vind ik wel leuk.

J: Waar?

H: Zullen we hier beginnen (3e bank)?

J: Ja, deze vind ik wel leuk.

H: Oh, dan rolt 'ie hobbel de bobbel naar beneden. En had je het hier (minder steile bank) ook geprobeerd?

J: Oh, eh, nee, ik denk van niet. Dan gaat 'ie heel langzaam.

H: Oh, hij denkt dat hij heel langzaam gaat.... Moet je even kijken... Hij ligt nu stil. Wat ging je nou doen, Julien, want jij wou iets doen.

J: Ja, maar toen ik hem neerlegde...

...

H: Hoe komt het nou, dat als ik hem neerleg, hij blijft liggen en als Julien hem neerlegt - oh, als Julien hem neerlegt, blijft hij ook liggen!

J: Maar als ik hem zo loslaat (iets boven de bank) gaat hij rollen!

H: Als je even aan die kant gaat staan, kan de rest het ook zien. Zo blijft 'ie liggen...

J: En zo gaat 'ie rollen. Ja, zo.

H: Zal ik eens wat verklappen? Ik kan hem ook zo neerleggen, dat 'ie gaat rollen. Hoe kan het nou, dat 'ie soms gaat rollen en soms blijft liggen; heb je een idee?

Lysander: Ja, dan slaapt 'ie en dan ist'ie soms te zwaar!

H: Ja, OK, hij slaapt, maar kunnen ze echt slapen -we hebben het wel zo genoemd - maar kunnen ze echt slapen, deze dingen? Kunnen ze opeens denken: nu wil ik gaan rollen?

Kinderen: Nee!

H: Nee, he? Ik ga hem even aan Julie geven en die gaat er even naar kijken. En dan ga je kijken of je kan verzinnen hoe het komt dat hij soms wel en soms niet rolt. ... Nee, eerst alleen kijken naar de vorm, of je aan de vorm iets kunt zien.

J: Nee.

H: Geef hem maar aan Lucia. Kan die iets zien?

[Lucia houdt de rol tegen haar mond en kijkt er niet naar.]

H: want kijk, ik heb ook dingen, die kan ik niet stil leggen. Lucia, geef hem maar even aan Lysander. Kijk, die kan ik niet stil leggen, zagen jullie dat? Wat deed 'ie, die pritt-stift?

Kinderen: Oh, hij ging rollen!

H: Hij ging rollen.

Lysander: Eerst snel en dan ... nog sneller.

H: Ja, OK.

Kinderen: Ik had het nog niet gezien - ik ook niet - ik helemaal niet.

H: Hij ging rollen.

J: Hij ging niet zo snell ...

Benthe: Als je hem rolt...

H: Benthe heeft een idee. Luister naar Benthe!

B: Als je hem zo laat vallen, dan gaat 'ie gewoon rollen, omdat er een beetje van dit in zit [rolt de K'nex-rol tussen haar handpalmen], omdat 'ie van Knex gemaakt is.

H: Ja.

J: Ja, maar dit onderkant maakt dat 'ie gaat rollen, maar dit kant, dan gaat 'ie niet rollen.

H: Ja, wat goed! He, Lucia, had jij nu gehoord wat Benthe en Julien vertelden, want die hadden samen een goed idee!

Lucia: nee.

H: Hoe kwam dat? Was je met Madieke iets anders aan het doen? Julie, jij zat volgens mij wel op te letten, of niet? Weet jij wat Benthe vertelde? Want Benthe wist hoe het kwam. Zullen we nog even aan Benthe vragen of die het nog een keer uitlegt, dan mag jij daarna ook nog een keer. Let op - Benthe. Want Benthe weet het!

B: Omdat 'ie, als je hem zo laat vallen, dan aan de onderkant zitten een beetje van die dingetjes die hem tegen kunnen houden.

J: En die dingetjes - als je hem laat vallen, gaan deze dingetjes zorgen dat 'ie rolt en deze onderkant zorgt 'ie dat 'ie niet rolt.

...

H: Ik ga het nog een keer vertellen. ... Deze is een beetje rond, hè, kan je dat zien? Hij lijkt helemaal rond, maar hij is niet echt rond, hè, want hij heeft ook rechte stukjes - platte stukjes. Als ik hem nou op die bank - oh, zelfs hier kan het - als ik hem op het rechte stukje neerleg, dan blijft 'ie steken, gaat 'ie slapen. Maar als ik hem een beetje op het puntje doe, dan gaat 'ie opeens rollen.

J: Dat komt omdat de gele kant zorgt dat 'ie rolt en de onderkant - als 'ie hier onder zit, dan gaat 'ie ook niet rollen, maar als die niet onderin zit, dan gaat 'ie wel rollen.

H: Dus als er geen geel ding onder zit, gaat hij rollen, volgens jou?

J: Nee, als er geen geel ding onder zit, als er wel een geel ding onder zit, gebeurt er dit...

...

H: Dus sommige dingen rollen en andere dingen schuiven. Mag ik die (de K'nex) nog even, Julien? Want hij kan rollen. Ik ben zo benieuwd of die ook kan schuiven, namelijk - nee, hij gaat hier ook rollen.

Madieke: Maar als je hem op z'n onderkant of op z'n bovenkant zet, schuift 'ie wel!

H: Laat eens kijken! Wat goed dat je hem aan haar geeft, dat je het haar zelf laat doen, Julien!

H: Ja! Hij kan rollen en schuiven, dat is grappig!

J: En als je hem zo doet, dan gaat 'ie schuiven, schuiven, schuiven, schuiven, maar dan gaat 'ie de hele tijd slomer en dan gaat 'ie heel hard.

H: Ja, precies. ...

De kinderen hebben de objecten die ze hebben laten glijden gesorteerd bij de minst steile bank waar ze al gingen glijden; daarna krijgen ze ter overweging wat maakt dat sommige dingen al op de minst steile bank glijden of rollen en andere pas op de steilste. De tegenstelling zwaar-licht komt langs, maar ook donker-licht (naar analogie met de stuiterballen waar ze eerder mee geëxperimenteerd hadden en waar de donkere zwaarder waren dan de lichtgekleurde), maar er worden ook eigenschappen van individuele objecten genoemd, zoals 'de onderkant is niet zo hard' (een viltten rondje onder een schaakstuk).

In groep 4 ontwikkelt dezelfde les zich volgens een heel andere dynamiek door de inbreng van de kinderen. Na een eerste demonstratie door de leerkracht, moeten de kinderen ook zelf een hypothese formuleren ten aanzien van een volgend object. De uitleg wordt bij deze groep steeds ingeleid door een vraag 'Zou er iets zijn dat 't ook op de steilste bank niet doet?' In de discussie die daarop volgt wordt door de kinderen zelf de term 'afrembaar' geïntroduceerd; het effect dat het vilt onderop het schaakstuk heeft op het glijden.

## OBSERVATIE: ZONNEWIJZERLES GROEP 4

In de zonnewijzerles kwamen de verschillen tussen de kinderen van groep 4 heel zichtbaar naar voren. Het was mooi om te zien hoe hier zowel een kind dat erg veel wist op dit gebied de ruimte kreeg om zijn verhaal te doen en ook een leerling die het concept schaduw niet kende uitvoerig aandacht kreeg. Hieronder een transcriptie van beide scènes:



...die deeltjes vechten tegen onze ruimte...

### Transcriptie

26-09-2011 M2U00043: 12'40" - 13'50": H=Hester M=Manuel

**Manuel heeft tijdens de uitleg al laten horen dat hij veel weet over het draaien van de aarde en de zon; hij weet van veel planeten de omlooptijd. Als de andere kinderen hun stokken aan het planten zijn, neemt Hester hem apart en geeft hem de ruimte om te vertellen wat hij weet:**

H: Vertel eens!

M: De ruimte wordt ook steeds groter!

H: Wordt de ruimte steeds groter? Hoe komt dat?

M: Omdat... hij is nooit eindig, hij wordt steeds groter omdat de deeltjes ...

H: Ja?

M: ...eigenlijk een soort van gevecht tegen misschien de ruimte daarachter of daar, die vechten tegen onze ruimte en die gaan dan een beetje soort van door elkaar mixen en daardoor wordt hij steeds groter.

H: Ja hè?

M: En daardoor komen er ook steeds meer planeten. We begonnen, denk ik, met ongeveer twee planeten, maar omdat het steeds groter werd, braken [?] er steeds meer deeltjes af en daardoor werden er weer meer planeten.

H: OK, en hoe is het dan precies helemaal in het begin begonnen voordat die twee planeten er waren?

M: De zon was er het eerst, dat wist ik al, dat weet ik al!

H: Nou, dat is leuk. Daar ga ik nog een keer met jou over verder kletsen.

Voor het experiment met de zonnewijzers, is het concept schaduw cruciaal. Tijdens de les blijkt dat dit nog niet voor alle leerlingen een vanzelfsprekend begrip is. De leerkracht probeert de betreffende leerling door vragen te stellen zelf tot de oplossing te laten komen, maar moet daarvoor alle zeilen bijzetten.



Wijs eens aan waar jij de schaduw ziet.

### Transcriptie

26-09-2011 M2U00043: 14'11" - 17'50": He=Hester Ha=Hannah

**Hannah trekt bij haar zonnewijzer een streep in een verrassende richting. Hester ziet dit gebeuren:**

He: Waarom trek je daar een streep, Hannah?

Ha: Omdat daar de schaduw is.

He: Dan moet je eens even gaan staan waar Manuel staat en dan eens naar je eigen stok kijken... Waar is de schaduw van jouw stok?

[Manuel: Je hebt het verkeerd!]

He: Teken maar eens over de schaduw heen.

Ha: Zo? [Tekent weer een andere lijn]

He: Hannah, waar zie jij de schaduw? ... Waar zie jij de schaduw van jouw stok? Wat is de schaduw?  
 Ha: Dat weet ik niet.  
 He: Hannah, wil je eens gaan staan? Ga nu eens een rondje draaien en om jezelf heen op de grond kijken; waar zit jouw schaduw?  
 Hannah draait aarzelend een rondje om haar as en zwijgt.  
 He: Waar zit jouw schaduw? Heb je hem gezien?  
 Ha: Nee.  
 He: Dan kom ik even naast je staan, of je de mijne kunt zien. Kun je mijn schaduw zien?  
 Ha: Daarzo!  
 He: Ga er eens op staan, op mijn schaduw.  
 Hanna stapt er ruim naast.  
 He: Hoe kan je zien dat dat mijn schaduw is?  
 Ha: Omdat er daarzo geen zon kan komen.  
 He: En hoe kan je zien dat ergens geen zon is?  
 Ha: Als je er geen oranje bol ziet.  
 He: Als je er geen oranje bol ziet. OK. En wat gebeurt er dan?  
 Ha: Dat weet ik niet.  
 He: Als het licht er niet komt, hoe zou het daar dan zijn?  
 Ha: Donker  
 He: Donkerder. Als je nou eens om mij heen op de grond kijkt, waar is het dan donkerder?  
 Hannah loopt een rondje, maar ziet niets. Celian wijst op Hesters schaduw; daar is het donkerder.  
 He: Hannah, kijk hier eens; zie je dat het hier donkerder is op de grond? Daar is mijn schaduw. Nu ga je even zelf hier staan, dan ga je kijken: waar is nou jouw schaduw? Waar zie je dat het donkerder is op de grond?  
 Hanna wijst met haar voet: Daarzo.  
 He: Goed, daar is jouw schaduw. Ga nou eens naar je stok kijken waar het donkerder is op de grond.  
 Hannah loopt naar haar stok, maar ziet het nog niet gelijk.  
 He: Wijs het eens aan, Sanderien voor Hannah, waar jij de schaduw ziet.  
 Dan tegen Hannah: Zie jij dat er hier van de onderkant een streepje gaat dat donkerder is? Dat is wat we de schaduw noemen. Wist jij dat?  
 Ha: Nee.  
 He: Of ben jij aan het... Ik geloof eigenlijk dat je mij voor de mal aan het houden bent!... Of wist je het echt niet?  
 Ha: Echt niet.  
 He: ...dat dat de schaduw was. OK, dan mag je nu op je schaduw - ik zou, je mag een ander kleurtje pakken - maak je op de schaduw een streepje.  
 Maurits noteert de tijd, Hannah trekt de streep.

De leerkracht probeert Hannah zelf haar schaduw - en daarmee het concept - te laten herkennen door vragen te stellen en nieuwe situaties aan te reiken om deze 'ontdekking' zelf te doen. De transcriptie laat zien dat hier in dit geval veel vindingrijkheid en volharding voor nodig was. Uiteindelijk moet de hulp van klasgenoten worden ingeroepen om het kind te ondersteunen.

### EIGEN ONDERZOEKSPROJECTEN BOVENBOUW

Op de Ontdekkingsreis is ervoor gekozen de technieklessen niet te beperken tot de sterkere leerlingen - in de vorm van een plusklas - maar om alle leerlingen de mogelijkheid te bieden technieklessen te volgen. Die keus heeft ertoe geleid dat kinderen die in de reguliere lessen niet tot de top behoren, nu wel eens de kans krijgen om uit te blinken. Het betekent echter ook dat je in de groep met grote verschillen te maken kunt krijgen, waar je didactisch op in moet (kunnen) springen.



oe zullen we dat nou eens onderzoeken?



De verschillen tussen kinderen zijn ook heel zichtbaar in de onderzoeksprojecten van de midden en bovenbouw. In een aantal gevallen is in de tweetallen een kind dominant. Voor de leerkracht is het dan heel verleidelijk de individuele begeleiding op deze kinderen af te stemmen. Daarbij raakt het tweede kind soms tussen wal en schip. Hierbij is het niet noodzakelijk het geval dat het stillere kind 'mee-lift'; soms heeft deze een afwijkende mening/visie, maar durft deze niet naar voren te brengen of denkt het bij het verkeerde eind te hebben.

Maarten Kleinhans - 'de echte wetenschapper' die als gastleerkracht de technieklessen voor de bovenbouw verzorgt - praat afzonderlijk met de groepjes kinderen om hun probleem-stelling om te zetten in een hypothese die ze vervolgens op eigen kracht kunnen onderzoeken. Met deze individuele begeleiding bij het proces van 'uitpellen' wordt veel bereikt; in de dialoog kunnen leerlingen vaak net die extra stap zetten die ze in de grote groep of in hun subgroepje zelf niet konden zetten. De leerkracht neemt ruim de tijd om met de kinderen individueel te praten, maar toch blijkt dat deze tijd niet altijd voldoende is om de kinderen zelfstandig tot het formuleren van de

hypothese te laten komen. Daardoor missen ze soms toch nog net de stap van het 'echt begrijpen'. Het laat goed zien hoe belangrijk het bij Wetenschap & Technieklessen is om voldoende begeleiders te hebben. Want terwijl de inhoudsdeskundige docent met een klein groepje bezig is, zijn de andere groepjes zelfstandig aan het werk, maar ook daar kunnen zich vragen en problemen voordoen die ondersteuning vragen.

## Onderzoeksproject

### *Eigen onderzoeksprojecten*

*Door de bovenbouw (en enkele leerlingen uit de onderbouw die dat graag willen) is de mogelijkheid gecreëerd om een eigen onderzoeksproject uit te voeren. De leerlingen zijn geheel vrij in de keuze van een onderwerp, onder voorwaarde dat ze het kunnen terugbrengen tot een vraagstelling en hypothese die ze zelf kunnen toetsen. Het project bestaat uit het formuleren van een onderzoeksvraag en hypothese, de mondelinge presentatie daarvan aan medeleerlingen, het uitvoeren van het onderzoek, en een presentatie van de onderzoeksresultaten in een poster. Bij goed werk is de beloning dat de leerlingen naar de universiteit mogen om met een echte wetenschapper te praten over hun onderzoek.*

### 3 CONCLUSIES & AANBEVELINGEN

Op De Ontdekkingsreis is afgelopen najaar onder leiding van Hester Kleinhans een bewonderenswaardige start gemaakt met de introductie van systematisch Wetenschap & Techniekonderwijs voor alle leerjaren. De leerkracht is zelf wetenschappelijk opgeleid en heeft daardoor veel van de benodigde kennis en bagage in huis om zonder ondersteuning van lesmethodes degelijke lessen in elkaar te zetten. Voor de bovenbouw wordt zij daarin ondersteund door haar partner Maarten Kleinhans, die als aardwetenschapper aan de UU en lid van de Jonge Academie de wetenschappelijke vorming vanaf jonge leeftijd hoog in het vaandel heeft. Samen hebben zij een aantal lessenseries samengesteld met een hoog ambitieniveau. De lessen zijn op een zeer aansprekende manier opgezet en ontstijgen op alle fronten het niveau van de veredelde handenarbeidles. De leerkrachten werken aan talentontwikkeling in de context van Wetenschap & Techniek door het systematisch opbouwen van ervaren (uitproberen, kijken wat er gebeurt), redeneren (helpen intuïties/verwachtingen te verwoorden, verklaringen te zoeken, conclusies trekken, bewust worden van concepten en mentale voorstellingen) en onderzoeken (experimenten laten bedenken en uitvoeren door de kinderen). Via deze lessen, en in de filosofie en vormgeving van deze school, krijgen kinderen veel mogelijkheden voor waarnemen en handelen aan concrete materialen. Deze aanpak wekt bij vrijwel alle kinderen nieuwsgierigheid en enthousiasme op; ze zijn betrokken en willen graag aan de slag met experimenteren.

In een eerste jaar is het altijd een beetje aftasten hoe droom en praktijk bij elkaar komen. Tijdens de observaties merkten wij dat het ambitieniveau misschien soms iets te hoog lag voor een aantal leerlingen. Dat had voor een groot deel te maken met de te beschikbare tijd voor een les, die veel korter was dan je nodig hebt om in een intensieve les met klassikale uitleg en zelfwerkzaamheid alle leerlingen tot hun recht kunt laten komen. In een les - meestal een half uur, soms een uur - komt vrij veel aan bod doordat tegelijkertijd de empirische cyclus moet worden aangeleerd en een wetenschappelijk fenomeen moet worden begrepen. De uitleg die de kinderen krijgen is soms van een behoorlijk hoog abstractieniveau, waar in flink tempo doorheen gegaan wordt. Dat is overigens lang niet altijd een probleem. Soms lost zich dat later in de les op, als de kinderen zelf aanlopen tegen de theorie die ze bij nader inzien toch niet helemaal begrepen hadden en hulp vragen. Ook is er veel aandacht voor gerichte begeleiding in kleine groepjes. Maar ook tijdens de individuele begeleiding blijft het onder tijdsdruk lastig om de kinderen het tempo te laten bepalen, waardoor ze vat krijgen op de materie. Sommige kinderen gaan hierdoor van start met een onduidelijke opdracht; ze vragen vervolgens geen hulp en gaan zelf maar wat rommelen. Hierdoor is het leereffect soms minder groot dan je graag zou willen. Tegelijkertijd is dit ook een leerproces voor de kinderen. Wetenschappers werken zelf ook op die manier: je begrijpt iets niet goed, je stelt er vragen over en gaat op zoek naar antwoorden en oplossingen. De empirische cyclus is er dan om het 'rommelen' structuur te geven en kinderen te helpen vat te krijgen op gecompliceerde vraagstukken.

Om de voortgang in de les te houden, is het soms verleidelijk om aan te sluiten bij het niveau dat de sterkere kinderen aankunnen, hoewel waar mogelijk geprobeerd wordt om juist ook zwakkere leerlingen bij het leerproces betrokken te houden. Er werd veel aandacht besteed aan terugkoppeling naar eerdere lessen en leerlingen werd ook zelf gevraagd om te verwoorden wat zij in eerdere lessen geleerd hadden. Beide leerkrachten zijn heel goed in het stellen van vragen die het denkproces van kinderen op gang kunnen brengen en in het "vertalen" (benoemen, benadrukken, herformuleren, uiteenrafelen, link leggen) van wat kinderen zeggen en vragen in termen van wetenschap en techniek. Wetenschap & Technieklessen blijken vaak een andere indeling aan te brengen in de groep: sommige kinderen blijken hier ineens de uitblinkers, anderen worden door de aard van de materie extra gestimuleerd om een actieve bijdrage aan de les te leveren. Je ziet hier goed het verschil tussen de denkers, die eerst een plan maken en de doeners die geneigd zijn aan de slag te gaan voordat ze hebben nagedacht over wat ze willen onderzoeken; kinderen die voldoende hebben aan een grote lijn en leerlingen die behoefte hebben aan een stap-voor-stap begeleiding.

De komende tijd zullen de leerkrachten in overleg met de collega's op zoek gaan naar een formule waarin de balans tussen beschikbare tijd, aangeboden materialen en didactische middelen voor verschillende types kinderen nog verder kan worden geoptimaliseerd. Het Wetenschap & Techniekonderwijs op De Ontdekkingsreis ontwikkelt zich de komende jaren nog verder, waarbij de empirische cyclus als instrument meer zal indalen. Uit dit project blijkt ook dat er voor een individuele Wetenschap & Techniekles tenminste 1,5–2 uur moet worden uitgetrokken. Te weinig tijd leidt tot het overslaan van stappen, het minder begeleiden van individuele kinderen of het minder sterk afsluiten van de les.

Over de individuele techniekprojecten moet op basis van de ervaringen van dit jaar ook nog eens goed worden nagedacht. Dit type projecten vormt door de vrijheid die de leerlingen krijgen om zelf hun onderwerp te kiezen, een forse uitdaging voor de leerkracht. Als de thematiek zover uiteen loopt als afgelopen jaar, is een gezamenlijke start met de groep als geheel en overleg binnen de groep vrijwel onmogelijk. Ook vraagt deze keuzevrijheid veel inhoudelijke basis van de leerkracht; om leerlingen te kunnen begeleiden in het proces van startvraag via onderzoeksvraag naar hypothese en onderzoeksopzet, moet de leerkracht voldoende referentiekader hebben. Wellicht dat een inperking van het thema meer tijd en ruimte biedt om te differentiëren en kinderen feedback op elkaar te leren geven.

### **3.1 WAT WERKT?**

#### **ENTHOUSIASME VAN DE LEERKRACHT**

De techniekleerkracht op De Ontdekkingsreis heeft een sterke interne motivatie om de Wetenschap & Technieklessen op te zetten en te geven. Haar enthousiasme werkt heel stimulerend op de kinderen. Ze heeft een stevige inhoudelijke basis, waardoor ze goed boven de stof staat en betrekkelijk makkelijk kan inspringen op vragen of opmerkingen die de voorbereide les (net) te buiten gaan.

#### **AANSLUITEN BIJ DE BELEVINGSWERELD**

De leerkracht op De Ontdekkingsreis heeft absoluut talent voor het selecteren van onderwerpen uit wetenschap en techniek die aansluiten bij de belevingswereld van de kinderen en het verzinnen van aansprekende experimenten die op verschillende niveaus kunnen worden uitgevoerd, waardoor ze voor meerdere leerjaren kunnen worden ingezet. Bij De Ontdekkingsreis werd een serie technieklessen in het najaar van 2011 gekoppeld aan de speeltuin. Aan bod kwamen de schommel (slingeren), draaimolen en wip (draaiassen, arm van de kracht), de glijbaan (wrijving), ballen (stuiten). In de onderbouw werden de lessen verzorgd door de 'eigen techniekjuf' (Hester Kleinhans), in de bovenbouw werden de lessen verzorgd door een 'wetenschapper in de klas' (Maarten Kleinhans), ondersteund door de techniekjuf.

#### **AANSLUITEN BIJ DE INDIVIDUELE BELANGSTELLING VAN KINDEREN**

In de midden- en bovenbouw mochten de kinderen individueel of in kleine groepjes een eigen onderzoeksproject bedenken, opzetten en uitvoeren dat aansloot bij de eigen belangstelling. Bij de uitvoering van het project was de empirische cyclus de rode lijn en de kinderen moesten hun - vaak grote - vraag 'uitpellen' tot ze uitkwamen op een vraag ter beantwoording waarvan ze zelf een proefopstelling konden realiseren. Zo herkende ze zelf ook de relatie tussen hun 'grote vraag' waarmee ze begonnen en de enkelvoudige vraag die ze uiteindelijk gingen onderzoeken. Bij het project hoorden ook een presentatie van de onderzoeksopzet en een posterpresentatie van de resultaten van hun onderzoek.

De leerkrachten geven zelf aan dat het uitpellen van de vragen van kinderen het belangrijkste maar ook het moeilijkste

deel is van het Wetenschap & Techniekonderwijs. Waar dit onderdeel goed ging, liep het onderzoekproces verder ook vaak heel goed. Talent, maar vooral motivatie van kinderen zijn wel noodzakelijke voorwaarden om dat proces van uitpellen te laten slagen. Deze twee factoren zijn zeker niet altijd bij alle kinderen aanwezig. Met name als er sprake is van andere problematiek, kan het gebeuren dat een kind minder tot geen belangstelling toont of vragen heeft. In dat geval is er (te) weinig basis voor het uitpellen van vragen. Je kunt dus niet als ambitie van Wetenschap & Techniekonderwijs hebben dat wordt aangesloten bij de individuele belangstelling van alle kinderen.

### AANSLUITEN BIJ THEMA'S IN HET ONDERWIJSPROGRAMMA

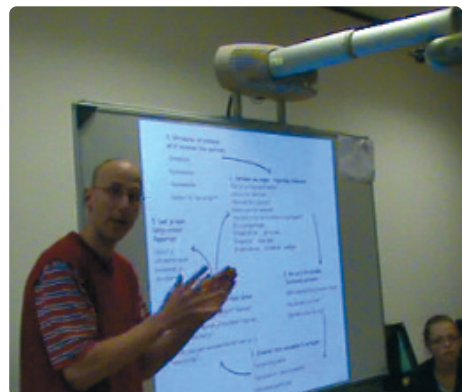
In de onderbouw is een project van enkele lessen gedaan rond textiel. Als inleiding werd een aflevering van SchoolTV over van schaaap tot trui getoond. Vervolgens leerden de kinderen in de klascontext over de verschillende stappen in dit proces, verschil tussen geweven en gebreide stoffen, verschillende garens (wol, katoen en kunststof) en hun kenmerken. In het kader van materiaalkennis en techniekennis hebben ze ook zelf geweven; de kleuters met papierstroken en groep 3-4 met garens. Het gebruik van sterk uiteenlopende thema's voor Wetenschap & Techniekonderwijs lijkt bij te dragen aan aansluiting bij verschillende kinderen met andere belangstellingen.



Dit is geweven!

### BENUTTEN EMPIRISCHE CYCLUS

De mogelijkheden van de empirische cyclus worden goed benut. In de onderbouw benoemt de leerkracht steeds de stappen zonder daar expliciet naar de cyclus te verwijzen. Hiermee wordt de basis gelegd voor het denken in fasen, er treedt een soort gewenning op bij de kinderen. In de bovenbouw is de empirische cyclus heel concreet in beeld. Letterlijk doordat het schema steeds op het scherm geprojecteerd wordt. Aan het begin van de les worden de stappen door de leerkracht doorgenomen. Tijdens de les koppelt de leerkracht voortdurend terug naar de empirische cyclus.



Empirisch betekent dat je zelf dingen uit gaat vinden.

Het leereffect wordt bij de kinderen nog versterkt als de leerkracht in de verdere opbouw van het Wetenschap & Techniekprogramma kinderen fouten laat maken zoals het vergeten van een stap, en ze er dan achter laat komen wat daar het gevolg van is. Ook kan de leerkracht meer vragen stellen in plaats van zelf de link leggen), zoals: "welke fase is dit ook alweer", "welke stap slaan we nu over?" etc. Hiermee wordt ook duidelijker of de kinderen zich het denken in de empirische cyclus eigen maken.

Vragen stellen door de leerkracht in zowel de fase van hypothetiseren als van evaluatie van het resultaat van eigen onderzoek blijkt goed te werken om ontwikkeling van het kritisch-analytisch denken en redeneren te bereiken.



## 3.2 CONCLUSIES

- Leerkrachten werken aan talentontwikkeling in context van Wetenschap & Techniek door het systematisch opbouwen van: ervaren (uitproberen, kijken wat er gebeurt), redeneren (helpen intuïties/verwachtingen te verwoorden, verklaringen zoeken, conclusies trekken, bewust worden van concepten en mentale voorstellingen) en onderzoeken (experimenten/testen laten bedenken en uitvoeren door de kinderen).
- Kinderen krijgen veel mogelijkheden voor waarnemen en handelen aan concrete materialen.
- De aanpak op De Ontdekkingsreis wekt bij vrijwel alle kinderen veel nieuwsgierigheid en enthousiasme op; ze zijn zeer betrokken en willen graag aan de slag met de experimenten.
- Kinderen willen graag zo snel mogelijk aan de slag, het nadenken over wat ze precies willen onderzoeken en hoe ze het gaan aanpakken vinden ze vaak nog lastig!
- Bij het zichtbaar maken van verschijnselen (concrete ervaring) lijken veel meer kinderen betrokken en lijken meer kinderen het te volgen dan wanneer leerkracht er alleen over praat.
- De cultuur op deze school van 'fouten maken mag, van fouten kun je leren', werkt positief uit in de lessen Wetenschap & Techniek, het stimuleert het vrijuit experimenteren.
- Het is mooi dat op deze school al in groep 1/2 begonnen wordt met onderwijs in wetenschap en techniek; op die manier worden ze zich al heel vroeg bewust van de rol en het belang van Wetenschap & Techniek in onze samenleving en blijft het geen ver-van-je-bed-show.
- Het is moeilijk na te gaan in hoeverre bij de kinderen van groep 1-2 begrip van de materiële werkelijkheid wordt ontwikkeld. Veel kinderen kunnen er nog geen woorden aan geven.
- Dit type lessen zijn best lastig te organiseren en vraagt grondige voorbereiding; wat wil je precies en hoe organiseer je het, anticiperen op wat er 'mis' kan gaan
- Dit type lessen vraagt tijdens les ook veel improvisatie, er gebeuren steeds onverwachte dingen en kinderen hebben onverwachte invallen, die de leerkracht voor de kinderen steeds moet kunnen verbinden aan waar het in deze les om gaat.
- Elke les kan heel verschillend verlopen, afhankelijk van beginsituatie en inbreng kinderen. Daar moet je goed op in kunnen spelen en je voorbereide les aan kunnen koppelen.
- Inhoudelijke kennis is voor een leerkracht in de bovenbouw essentieel om goede vragen te stellen, om juiste, kloppende experimenten te bedenken en om vragen van kinderen te kunnen plaatsen, afwegen en zo nodig verbinden aan de inhoud van de les.
- Dit type lessen vraagt enorm intensieve begeleiding; 2 leerkrachten is al te weinig om kinderen effectief aan het werk te laten zijn (veel wachten). Door de tijdsdruk is de leerkracht nu te vaak te sturend in zijn aanwijzingen

### 3.3 AANBEVELINGEN VOOR ANDERE SCHOLEN

Tijdens de observaties op De Ontdekkingsreis hebben we hele mooie momenten voorbij zien komen, waaruit lessen te leren zijn die ook voor andere scholen meerwaarde kunnen geven aan de Wetenschap & Technieklessen. Welke valkuilen moet je als Wetenschap & Techniek-leerkracht proberen te vermijden en welke wielen heeft men op De Ontdekkingsreis in Doorn al uitgevonden? Hieronder een aantal voorbeelden uit een lange lijst.

#### EFFECTIEF INTERVENIËREN IN DE ONDERBOUW

- Breng veel structuur aan: vraag altijd eerst aan de kinderen wat ze denken dat er gaat gebeuren, laat ze vooraf hypothesen formuleren
- Zorg dat de opdracht voor experiment voor alle kinderen helder is. Doe een keer voor wat de bedoeling is en/of laat één kind het stapsgewijs voordoen of laat kinderen opdracht herhalen zodat je zeker weet dat deze duidelijk is.
- Richt voortdurend en blijvend de aandacht van de kinderen op wat je doet en wilt van hen, op wat ze leren (zie je dit, kijk es, wat gebeurt er nu, wat gaan we ook weer doen, hoe gaat het etc.)
- Zorg aan het eind van elke les voor een samenvatting of terugkoppeling. Dit is essentieel om de hogere cognitieve vaardigheden te stimuleren en leereffect te bereiken.

#### EFFECTIEF INTERVENIËREN IN DE BOVENBOUW

- Bij het behandelen van een abstract onderwerp kan het helpen om de aandacht van de kinderen alvast te richten op het onderwerp en het te concretiseren. Een filmpje kan bijvoorbeeld helpen.
- Geef expliciet en veel aandacht aan kinderen die niet uit zichzelf reageren of vragen stellen. Kinderen die toch al actief betrokken zijn, zijn geneigd de beurten naar zich toe te trekken.
- Check of opdracht duidelijk is, laat kinderen herhalen voor ze in groepjes uiteen gaan, dat scheelt veel begeleidingstijd in de groepjes
- Bij begeleiding van groepjes: betrek alle kinderen erbij! Verdeel je aandacht gelijkwaardig.
- Bij begeleiding van groepjes: Wees voorzichtig met zelf aan het woord zijn; check regelmatig of ze je redenering snappen, laat ze het herhalen, laat ze het zelf verwoorden wat ze gaan doen.
- Geef aandacht aan het "natuurwetenschappelijk redeneren" in stappen. Geef kinderen tijd om zèlf de redenering hardop te herhalen/oefenen, bv eerst in 2-tallen.
- In het kader van het stimuleren van zorgvuldig en wetenschappelijk taalgebruik, verdient het aanbeveling om de ingevulde onderzoeksformulieren op te nemen in feedback/feed forward gesprekken met de kinderen. De 'eisen' kunnen geleidelijk worden opgevoerd. De aandacht zou zich eerst kunnen richten op het formuleren van een hypothese in een volledige zin. In een later stadium zou het formuleren van de testopstelling kunnen worden aangepakt en vervolgens de evaluatie van de test.
- Afsluiting les: Laat kinderen herhalen, samenvatten en conclusies trekken.

## **AANBEVELINGEN T.A.V. OMGAAN MET VERSCHILLEN TUSSEN KINDEREN**

- Start je Wetenschap & Technieklessen vanuit een herkenbaar punt. Op De Ontdekkingsreis was dat dit seizoen de speeltuin: glijden, schommelen, wippen, draaien etc. waren voor alle leerlingen herkenbare thema's, waaromheen veel mooie lessen te bedenken zijn.
- Realiseer je bij de voorbereiding van de les, dat niet alle kinderen intern gemotiveerd zijn voor wetenschap en techniek. Zorg dat je over voldoende middelen beschikt om ook de stille, ongeïnteresseerde en minder begaafde leerlingen erbij te blijven betrekken.
- Soms blijken Wetenschap & Technieklessen juist een fantastische stimulans voor leerlingen die in de algemene schoolvakken minder uitblinken. Geef deze kinderen alle ruimte om hier eens de sterspeler te zijn.
- Laat je niet verleiden om je vooral te richten op de gemotiveerde en geïnteresseerde leerlingen. Zorg dat er eventueel een verdiepingsopdracht is voor de sterkere leerlingen, zodat je ook gericht met de zwakkere leerlingen aan de slag kunt met het onderwerp.
- Op een andere school ondervind men de verschillen in belangstelling op een manier die binnen De Ontdekkingsreis ook mogelijkheden biedt: Kinderen krijgen de ruimte om vrij te experimenteren met een opdracht of de materialen bij een opdracht, onder voorwaarde dat ze wel opschrijven/documenteren wat ze doen en wat ze waarnemen/meten/realiseren. Op die manier hoeft een kind niet noodzakelijk elke opdracht (in zijn geheel) uit te voeren zoals de leerkracht deze voor ogen had, maar creëert hij zijn eigen leerproces.
- Wetenschap & Technieklessen zijn een ideale setting om leerlingen in kleine groepjes aan de slag te laten gaan met een experiment. Houd als leerkracht goed in de gaten hoe de groepsvorming verloopt en kijk of je daar invloed op kunt uitoefenen om de leerlingen elkaars leerprocessen te laten stimuleren.
- Probeer leerlingen aan elkaar te laten uitleggen hoe dingen werken.

## **EFFECTIEF INTERVENIËREN OP HET GEBIED VAN TAALVAARDIGHEID**

- Wees zorgvuldig in je taalgebruik en laat je niet meeslepen door de formuleringen die de kinderen zelf ontwikkelen om te beschrijven wat ze zien. Herformuleer die termen gelijk naar de terminologie die je ze wilt leren gebruiken.
- Neem het invullen van de onderzoeksformulieren mee in feedback/feed forward gesprekken met de kinderen, zodat ze leren hoe ze dat volgende keer beter kunnen doen.
- Geef feedback op taalgebruik in presentaties; dit hoeft niet binnen het bestek van de techniekles te gebeuren, maar kan ook in de taalles worden meegenomen. Dit kan ook in de vorm van peer-feedback worden gegoten: Elk groepje luistert kritisch naar een ander groepje en geeft op een aantal afgesproken punten commentaar (bv. waar het verhaal niet duidelijk was en hoe ze dat anders hadden kunnen aanpakken).

## **AANBEVELINGEN T.A.V. DE OPLEIDING VAN WETENSCHAP & TECHNIEK LEERKRACHTEN**

- Didactiek en inhoud van Wetenschap & Techniekonderwijs moeten worden geïntegreerd en geoefend in de opleiding.
- Wetenschap & Techniekonderwijs biedt de kans om taal en rekenen te integreren met wereldoriëntatie en zaak-

vakken. Daarvoor is inzicht in de leerlijnen taal en rekenen noodzakelijk om onderdelen daaruit te kunnen vervangen door Wetenschap & Techniek.

- Een dagdeel (1,5-2 uur) is het minimum om de onderzoekscyclus eenmaal te kunnen doorlopen. Leerkrachten moeten de cyclus zelf meerdere malen hebben doorlopen op verschillende gebieden om flexibiliteit te krijgen in het stellen van vragen.

## **4** RESULTATEN

- De school heeft meer zicht gekregen op groei van de kinderen in termen van talentontwikkeling in techniek en wetenschap
- De school heeft meer zicht gekregen op de effectiviteit van interventies
- De leerkrachten zijn effectiever geworden in het begeleiden van onderzoekend leren (door de analyses en feedback), het stimuleren van kritisch denken en het stimuleren van het gebruik van (academische) vaktaal bij de kinderen.
- De school heeft de mogelijkheid gekregen om een leerkracht vrij te maken om de Wetenschap & Technieklessen structureel te maken en te integreren in het onderwijsprogramma van groepen 1-8.
- Collega's geven aan dat kinderen ook in andere lessen breder en vanuit een ander perspectief over dingen na gaan denken en meer afstand van het onderwerp kunnen nemen.

### **4.1 CONCRETE PRODUCTEN**

#### **LESBRIEVEN**

De Wetenschap & Techniekleerkracht en gast-leerkracht op De Ontdekkingsreis hebben voor elke les een lesbrief geformuleerd met daarin aandachtspunten voor de docent, een beschrijving van de beginsituatie (aansluiting op recent verworven of bekend veronderstelde kennis/ervaring), lesdoelen, didactische werkvormen, leerlingactiviteiten, materialen en een uitgeschreven lesopbouw. De formulieren laten ook ruimte voor evaluatie. Uiteraard vormen de formulieren geen blauwdruk voor de les - de inbreng van de kinderen heeft ook een sturende invloed - maar op deze manier heeft de leerkracht wel duidelijk een doel voor ogen. Deze formulieren - zeker als ook gebruik wordt gemaakt van de evaluatie - maken overdracht van lessen eenvoudiger. De lesbrieven zijn als bijlage aan dit rapport toegevoegd.

#### **WERKBLADEN DE EMPIRISCHE CYCLUS**

De empirische cyclus is leidraad bij het Wetenschap & Techniek-onderwijs. De leerkracht heeft twee varianten ontwikkeld van de 'Ontdekkencyclus'. Voor de onderbouw is er een variant met pictogrammen, voor de bovenbouw zijn de pictogrammen aangevuld met tekst. Voor de bovenbouw is er daarnaast een 'formulier Onderzoeken', met ruimte om bij elke stap in de cyclus aantekeningen te maken. De formulieren voor onder- en bovenbouw zijn als bijlagen toegevoegd aan dit rapport.

## OVERIGE PRODUCTEN:

- Informatieve techniekpagina op website van de school.
- Filmverslagen/beeldopnames van diverse technieklessen
- PowerPointpresentaties en posters van onderzoeksprojecten van bovenbouw kinderen
- Workshop voor ouders tijdens een themasluiting
- Presentatie en workshop voor ouderavond over wetenschap & technieklessen
- Presentatie voor bezoekende pabo studenten.
- Presentatie voor het Driebergse directeuren (PO) overleg.
- Bekendheid binnen Stichting Rijnheuvelland - inmiddels is een van de andere Driebergse scholen ook bezig met aanvraag voor de volgende Vindplaats-ronde.

## 4.2 DISSEMINATIE

### NAAR HET WERKVELD:

- Via bezoek pabostudenten
- Delen van ervaringen met medewerkers uit de BSO die binnen de school plaatsvindt
- Via interview en filmopnamen 'Onderzoeken; theorie en praktijk' door Leraar 24 en publicatie op de website van Leraar 24 (<http://www.leraar24.nl/video/3402>)
- Filmpje van de Innovatiebrigade op 11 januari 2012 over de toekomst van de school. Hierin komt ook een reactie van een ouder naar voren op het feit dat haar dochter van 9 al met termen als 'hypothese' werkt.  
([http://www.youtube.com/watch?v=nr1Z\\_QAudyl](http://www.youtube.com/watch?v=nr1Z_QAudyl))
- Delen van informatie via directeurenoverleg Driebergen
- Delen van ervaringen met scholen binnen stichting Rijnheuvelland - inmiddels is een van de andere Driebergse scholen ook bezig met aanvraag voor de volgende Vindplaatsen-ronde.
- De informatie over ons techniekonderwijs wordt overal met interesse en enthousiasme ontvangen.
- Lokale pers:  
[http://www.deweekkrant.nl/artikel/2012/maart/03/leerlingen\\_ontdekkingsreis\\_op\\_bezoek\\_bij\\_universit](http://www.deweekkrant.nl/artikel/2012/maart/03/leerlingen_ontdekkingsreis_op_bezoek_bij_universit)
- Hester wil graag nog een artikel over een van de series technieklessen schrijven voor Praxis



Leraar24 filmt de schaduwles.

### NAAR DE OUDERS:

- Via bekendmaking in onze weekbrief en op ouderavond.
- Via een workshop en presentatie voor ouders op 11 november. Ouders konden hier na informatie over het project actief deelnemen aan een workshop. Ouders reageerden heel positief op de workshop.
- Via presentatie en workshop op een ouderavond op 15 november zijn ouders geïnformeerd over het project. Hierbij valt op dat ouders erg positief en enthousiast zijn over het project.
- Via schoolkrant/nieuwsbrief en via enthousiaste kinderen die met verhalen thuis komen.
- Regelmatig komen ouders op school met enthousiaste verhalen n.a.v. wat de kinderen vertellen n.a.v. de techniekles, en activiteiten/denksporen die zij n.a.v. de techniekles ontwikkelen.



Hester geeft een wrijvingsworkshop voor ouders.



## 5 TERUGBLIK OP HET PROJECT

Deze rapportage geeft een indruk van de manier waarop de onderzoekers met dit project bezig zijn geweest. Maar belangrijker is misschien nog wel hoe de andere betrokkenen - leerkrachten, leerlingen en op meer afstand ouders - de technieklessen hebben ervaren. We hebben de betrokken leerkrachten gevraagd terug te kijken en hun ervaringen op papier te zetten. Een aantal leerlingen is gevraagd of ze aan de hand van een concrete vraag hun blik op en gevoelens over de technieklessen met ons wilden delen. Op de ouderavond op 15 november hebben we een aantal ouders gesproken en een discussie over de technieklessen gevolgd, waaruit we opmerkingen hebben verwerkt.

### 5.1 TERUGBLIK DOOR LEERKRACHTEN

Hoe blikken de leerkrachten zelf terug op de lessen wetenschap en techniek die ze in de context van dit project en daaromheen hebben gegeven? Welke lessen hebben ze er zelf uit geleerd, wat blijven ze zo doen, wat zou er idealiter in de toekomst anders moeten? Is er nog behoefte aan nascholing of ondersteuning op specifieke punten?

#### PRAKTISCHE ORGANISATIE

- Wanneer je (vooral met de jonge kinderen) werkelijk op de vraag van de kinderen in wilt kunnen gaan is het belangrijk om in kleine groepen te werken. Omdat ik zelf geen groep heb gaat het niet zo, maar ik zou het liefst een onderwerp in de kring introduceren, dan zorgen dat er een hoek is waarin met materiaal kan worden gewerkt/onderzocht, en daarbij in de loop van de week iedereen aan de beurt laten komen. Zelf interventies doen door de week heen en af en toe in de kring terugpakken wat er zoal is ontdekt.
- Samenwerkingsopdrachten wil ik voortaan echt in 2-tallen of evt. alleen, met 3 of meer neemt de betrokkenheid sterk af en krijgen de kinderen het niet goed meer georganiseerd dat iedereen wat kan doen. Meeliften wordt dan ook makkelijker.
- Er ontstonden hele leuke en interessante 2-tallen van kinderen die anders vaak niet samen werken, waarbij dat ook heel stimulerend werkte.
- Ik merk dat ik de kriebels krijg van de lesformulieren - zeker bij de jonge kinderen is het zo dat ik een impuls wil geven, en dan wil kijken wat er komt, wat zien de kinderen, hoe kan ik dat uitdiepen? Daarbij gaat het dus niet om een specifiek product of proces doel, maar meer om het kijken, dan het formuleren van de vraag.

#### VERSCHILLEN TUSSEN LEERLINGEN

- De middenbouw is ook bij ons meer intrinsiek gemotiveerd dan de bovenbouw
- Ook bij de onderzoeken bleek de middenbouw eigenlijk beter onderzoek te doen. Mede omdat ze meer open leken te staan en zich nog meer lieten sturen, meer "wilderen leren" (?) waar de bovenbouw meer vast zat aan eigen ideeën, maar die vervolgens niet goed in een onderzoek kreeg
- Ik vind het interessant om te zien hoe verschillend de kinderen de talige aspecten oppakken, bijvoorbeeld Daniël met het idee van de doos met vuur [in het fornuis] bleef daar in zijn taal ook aan vast houden, en ook al heb ik het er zes keer met hem over gehad, die doos bleef hangen, terwijl andere kinderen heel makkelijk terminologie overnemen en hem zelf ook gaan gebruiken..
- Wetenschap & Techniek is expliciet niet alleen maar een vak voor de bollebozen. In een heel aantal gevallen heb ik ook cognitief zwakkere leerlingen juist wel weer hele rake intuïtieve dingen horen zeggen.

## DE ONTDEKKENCYCLUS

- 1 lesuurtje is te weinig! De hele cyclus is veel voor 1 les - dus of splitsen in 2 lessen, of per les focus op een specifiek onderdeel en de rest meer gezamenlijk, of zoeken naar andere oplossing.
- Het is een hele kunst om de vragen van kinderen "uit te pellen" zodat je iets onderzoekbaars krijgt. Vragen uitpellen is moeilijk en kost aandacht en tijd, maar het levert dan ook heel erg veel op. Hierbij op zoek gaan naar de balans, hoe zorg je dat het voor de slimmere interessant genoeg blijft, zonder dat je de zwakkere verliest. Hierbij wil ik er expliciet voor waken dat Wetenschap & Techniek niet alleen maar een vak voor de bollebozen is.
- Bij de uitleg over het eigen onderzoek vroeg Thijs (groep 7/8): moeten we dan ook een hypothese maken?

## EIGEN MOTIVATIE LEERKRACHT

- Ik heb ervaren dat het heel leuk is om naar ouders/collega's/studenten te spreken vanuit enthousiasme. Waar ik altijd genegen ben naar de "professionele" kant en me dan opwind over iedere foute komma op m'n Power-Point en of ik het wel goed doe. Met de ouderavond en ook bij andere gelegenheden kon ik spreken van uit mijn enthousiasme voor het onderwerp en hoe de kinderen daar mee aan de slag gingen.
- Het is belangrijk om als leerkracht zelf ook lekker te spelen om zelf voldoende flexibiliteit te hebben om te helpen denken wat leuk onderzoek zou kunnen zijn. Dat betekent dat je het onderwerp het beste kan centreren rondom je eigen expertise uit hobby's. Dat mag dan ook koken en breien zijn want het maakt werkelijk niets uit waarmee je wetenschap doet.

## 5.2 TERUGBLIK DOOR LEERLINGEN

In de geobserveerde lessen valt op dat de meerderheid van de kinderen enthousiast deelneemt aan de lessen. Er zijn stillere en actievere kinderen - zoals in elke les - maar de meesten laten zich wel meeslepen met het onderwerp en de actieve inbreng. Maar hoe kijken ze er nu achteraf op terug als er met zoveel woorden naar gevraagd wordt. Tijdens en na afloop van het project zijn enkele kinderen ondervraagd over hun ervaringen met betrekking tot de technieklessen. Soms gebeurde dit tijdens of aansluitend op een les; een aantal kinderen is ook in januari nog gevraagd om er voor de camera op terug te kijken. De reacties zijn wisselend, maar overwegend positief. Uit indirecte bronnen komen veel positieve reacties.

lillis (groep 3) heeft een tekening gemaakt naar aanleiding van de wrijvingsles waarin de leerlingen met blokken die bekleed waren met verschillende materialen over met verschillende materialen beklede planken hebben geëxperimenteerd. Drie weken later wil hij naar aanleiding van deze tekening wel even voor de camera een toelichting geven. Op de vraag "weet je nog wat er gebeurde bij de verschillende planken?" antwoordt hij "Dan deden we welke snel ging en wie langzaam ging." De kennis is redelijk goed blijven hangen. Hij herinnert zich nog dat het blauwe blok (vilt) snel ging op het bubbeltjesfolie maar dat op de schuurpapier-plank het zilveren blok (chipszak) het allersnelst was en het schuurpapier het langzaamst. lillis kan ook na drie weken het experiment nog goed beschrijven: "Een plank was van schuurpapier en we deden een schuurpapier ook blok op en een zilveren ook op het schuurpapier en ze gingen zo [laat het met zijn handen het verschil zien] en de schuurpapier moest nog - eh - de zilveren was nog zo [met zijn hand geeft hij lager aan] en toen deed jij [de plank] nog iets hoger [weer ondersteunende handbeweging erbij] en toen ging het schuurpapier pas!"



...het schuurpapier ging zo en het zilveren blok zo...

"Ik vond dat heel leuk, dus ik ging het namaken [op mijn tekening]. Want we gingen dennenappels knutselen, maar ik wou iets anders; ik wou het proefwerk doen voor jou [Hester]."

In gesprek met kinderen uit de bovenbouw na afloop van de stuiterles is gevraagd of het werken met grafieken in een techniekles nu leuker (of minder vervelend) werd gevonden dan als ze hetzelfde in een rekenles moesten doen. Sommige kinderen vonden dat dat wel verschil maakte, anderen bleven het vervelend vinden.

Aan een aantal leerlingen is enkele weken na afloop van het project gevraagd wat ze van de technieklessen vonden en of ze er iets van geleerd hadden.

Lennard (groep 6) vind technieklessen niet leuk: "ik vind het een beetje saai"; dat kwam overeen met wat hij van tevoren had verwacht. Hij vindt de onderwerpen saai. Op de vraag wat hij dan een leuk onderwerp zou vinden, antwoordt hij: "auto's". Hij vind dat hij 'zo'n beetje' helemaal niets geleerd heeft, maar als doorgevraagd wordt naar de empirische cyclus en of hij dat allemaal al wist ontkent hij dat. Toch blijft hij bij zijn mening dat hij er 'bijna niets' van geleerd heeft.

Lysander en Julien uit groep 2, twee kinderen die tijdens de technieklessen zichtbaar genoten, vinden het interview voor de camera wel erg spannend, maar zijn heel positief over de technieklessen. Op de vraag 'wat leer je bij de technieklessen?' antwoordt Lysander: "heel veel dingen wat ik leuk vind"; En waarom vind je technieklessen zo leuk? "omdat jij [Hester] heel veel leuke dingen verzint". De les van Maarten was anders, maar vonden ze erg leuk "omdat wij het over de wereldbol hadden gehad".

Juliette en Celian (groep 4) vinden techniek allebei erg leuk; als leukste les verwijzen beide naar de wrijvingsles: 'Ik vond het leukste dat we gingen meten wat het snelste glijdt'. Juliette kon de essentie van de les nog aardig beschrijven. Gevraagd naar het verschil tussen de lessen van gastdocent Maarten en 'eigen' leerkracht Hester, geven zowel Juliette als Celian aan dat er zeker verschil tussen zit: de lessen van Maarten worden als moeilijker ervaren 'omdat je daar (moeilijke) vragen moet stellen en moet luisteren', terwijl ze in de lessen van Hester 'zelf dingen mogen doen'. Dat laatste wordt makkelijker gevonden en hoger gewaardeerd. Geen van beide kunnen een concreet voorbeeld geven van iets wat ze in de techniekles hebben geleerd. Op de vraag of ze bij techniek wel eens iets leren wat ze op een ander moment van pas komt, antwoordt Juliette bevestigend, maar ze kan vervolgens geen voorbeeld noemen.

lillis en Jeroen (groep 3) zijn ook positief over de technieklessen en ook zij noemen de wrijvingsles als eerste voorbeeld. Als lillis wordt gevraagd wat hij er dan leuk aan vindt, antwoordt hij 'dat we iets meten' en Jeroen vult aan 'en we doen ook altijd leuke dingen enzo'.

### 5.3 REACTIES VAN OUDERS

Op dinsdag 15 november 2011 vond een ouderavond plaats. Een van de thema's deze avond was een presentatie door Hester Kleinhans over het Wetenschap & Techniek-project en een workshop waar belangstellende ouders konden ervaren wat hun kinderen in deze context hadden gedaan. Een vader zei: "Het is natuurlijk ook heel leuk om met een vraag bezig te zijn. Wij gaan altijd te gauw 'daar moet je naartoe'. En het proces op zich is natuurlijk hartstikke leuk.



Het is natuurlijk ook heel leuk om met een vraag bezig te zijn.

Want het is dus niet interessant om te weten welke van die blokken nou sneller beneden is onder die of die hoek. Dat is niet interessant. Je kan weken hiermee bezig zijn. Het gaat niet om het eindresultaat. Het gaat om het onderzoek zelf en de manier waarop. Dat vind ik dus heel leuk; dat er een systeem wordt bijgebracht om onderzoek te doen; van 'zo pak je dat aan'. [...] Dat kan je dus overal voor gebruiken." Andere ouders sluiten hierbij aan; het gegeven dat de kinderen handvatten meekrijgen om een gedegen onderzoek op te zetten (ongeacht het niveau waarop) spreekt erg aan. Ouders merken ook dat hun kinderen gegrepen worden door de technieklessen, ongeacht of ze nu uitblinkers zijn op dat terrein of niet. Bij alle ouders die bevroegd zijn, hadden de kinderen thuis uit zichzelf over de techniekles verteld.

De leerkracht brengt zelf het verhaal in van een collega, tevens moeder van een dochter op De Ontdekkingsreis, waaruit blijkt dat de onderzoeksmethode inderdaad landt bij de kinderen:

*Sinds dit schooljaar zit Annemarijn op de Ontdekkingsreis in groep 8. Zij heeft hier voor het eerst "techniek". Annemarijn vindt het erg interessant en leuk om te volgen en te doen. Ook de begrippen als "empirische cyclus" zijn goed te begrijpen doordat Hester en Maarten dit uitleggen en meteen laten uitvoeren in een practicum. Of dit nu ballen stuiteren, blokken glijden of andere proeven zijn: de stappen van de cirkel zijn gekoppeld aan hetgeen de kinderen doen. Dat het op deze manier ook beklijft blijkt het volgende:*

*Joren, de één jaar oudere broer van Annemarijn, zit in de brugklas van VWO TTO. Ook hij heeft techniek op school en geniet van de opdrachten die gemaakt moeten worden: een verpakkingendoosje in verhouding 2x zo klein maken, houtbewerking etc. Hij moet echter ook een toets over de theorie van techniek leren en daar komen de stappen van ontwerpen in voor. Het lukt Joren - die verder goed kan leren en onthouden - moeilijk om de verschillende stappen achter elkaar te onthouden. Als ik hem help met overhoren ontdek ik hoe dat komt: de theorie is niet gekoppeld aan iets wat hij in de les heeft gedaan. Het blijft droge, abstracte stof. Er zit geen beeld bij. Ik probeer hem te helpen door voorbeelden aan te dragen waardoor ik hoop dat het voor hem eenvoudiger wordt. Als hij weer het rijtje opnoemt komt Annemarijn binnen.*

*"Wat zijn jullie aan het doen?"*

*"Joren moet de verschillende stappen van ontwerpen leren"*

*"O, je bedoelt de empirische cyclus met de hypothese en zo?"*

*Joren kijkt zijn zus aan en weet echt niet waar ze het over heeft. "huh??"*

*Ik leg uit dat dit inderdaad zo is maar dat Joren die moeilijke woorden niet hoeft te weten.*

*"O, maar zo moeilijk zijn ze niet, hoor."*

*Joren haalt een krappe voldoende voor zijn toets. Als ik hem nu naar de stappen zou vragen zou hij ze niet meer weten. Hij heeft ze gestampt voor de korte termijn. Annemarijn heeft ze als het ware op haar harde schijf opgeslagen en kan het blijven toepassen, ook in ander contexten en andere situaties.*

## 5.4 TERUGBLIK DOOR DE ONDERZOEKERS

Het observeren van technieklessen op De Ontdekkingsreis was erg inspirerend. Het enthousiasme van de leerkracht en de gastleerkracht was enorm, de vindingrijkheid om lessen voor alle leerjaren passend in te vullen bewonderenswaardig en de professionaliteit van hun benadering groot. We danken de school, de leerkrachten en de kinderen voor de geboden gastvrijheid om gewapend met camera's een blik in hun keuken te hebben mogen werpen. We gunnen alle kinderen een school waar op zo'n inspirerende en uitdagende manier kennis over wetenschap en techniek verbonden wordt aan het alledaagse en ze zelf al doende hun wereld leren kennen. We hopen dat dit project alle betrokkenen nog een extra steuntje in de rug heeft gegeven om op de ingeslagen weg door te gaan en nog heel veel mooie lessen te verzinnen en te verzorgen.

## 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 en teksten:** Barbara Allart, Els Haak (Centrum voor Onderwijs en Leren, Universiteit Utrecht)  
en Hester Kleinhans (De Ontdekkingsreis)

**Vindplaatscoördinatie:** Jetske van der Greef (De Ontdekkingsreis)

**Projectcoördinatie:** Hanno van Keulen, Geertje Wismans (Centrum voor Onderwijs en Leren, Universiteit Utrecht)

**Foto's:** Hester Kleinhans, Maarten Kleinhans, Barbara Allart en Els Haak

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

**Vormgeving:** Plan B Amsterdam, Bert van Zutphen

**Links:** [www.deontdekkingsreis.nl](http://www.deontdekkingsreis.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)

Februari 2012

Met dank aan alle leerlingen en leerkrachten die hebben meegewerkt.



