

# Probleemstelling

---

DIAGNOSE



De resultaten van de peiling eindtermen ‘natuur’ tonen aan dat binnen wetenschapsonderwijs naast aan kennis, meer aandacht besteed moet worden aan inzichten en vaardigheden, en het evalueren ervan. Deze vaststelling onderstreept het belang van **onderzoekend leren**, namelijk kinderen bouwen wetenschappelijke kennis op vanuit een door hen zelf uitgevoerd onderzoek. Deze review gaat het effect na van onderzoekend leren op de **wetenschappelijke geletterdheid van lagere schoolkinderen**. Dit omvat enerzijds het leren van **wetenschappelijke concepten** en anderzijds het stimuleren van **onderzoeksvaardigheden**. Binnen deze review wordt de klemtoon gelegd op twee didactische methodes die verondersteld worden het onderzoekend leren binnen wetenschapsonderwijs te ondersteunen, namelijk **metacognitief leren** en **samenwerkend leren**.

Diverse maatschappelijke argumenten onderschrijven de nood aan aandacht voor wetenschapsonderwijs. Voorbeelden hiervan zijn het vergroten van de instroom in wetenschappelijke opleidingen en het stimuleren van **wetenschappelijke geletterdheid** bij kinderen zodat zij een positieve maar kritische houding ontwikkelen ten aanzien van wetenschappelijke vraagstukken. In deze review wordt niet rechtstreeks gefocust op het ontwikkelen van deze attitude, maar een goede didactiek voor wetenschapsonderwijs zal er ongetwijfeld toe bijdragen. Aansluitend bij de eindtermen ‘natuur’ (wereldoriëntatie) die betrekking hebben op wetenschappen, ligt de klemtoon in deze review op didactische methodes die bijdragen tot het aanleren van **wetenschappelijke concepten** (vb. magnetisme en zoogdieren) en **onderzoeksvaardigheden** (vb. een voorspelling maken en interpreteren van onderzoeksdata), die de basis vormen van de wetenschappelijke geletterdheid bij lagere schoolkinderen.

De **eindtermen ‘natuur’** die centraal staan bij wetenschapsonderwijs zijn:

- De leerlingen kunnen gericht waarnemen met alle zintuigen en kunnen waarnemingen op een systematische wijze noteren. (1.1)
- De leerlingen kunnen, onder begeleiding, minstens één natuurlijk verschijnsel dat ze waarnemen via een eenvoudig onderzoekje toetsen aan een hypothese. (1.2)

In 2005 werden de eindtermen ‘natuur’ onderworpen aan een peiling. Om de eindtermen met betrekking tot wetenschappen te toetsen, bestond de peiling uit drie praktische proeven. Kinderen uit het zesde leerjaar werden onder meer gevraagd om zelf een proef te bedenken waarmee ze konden nagaan of drijven en zinken hetzelfde is in zout water als in kraantjeswater. De resultaten van de drie proeven toonden aan dat lagere schoolkinderen

het vooral moeilijk hebben met het systematisch en planmatig uitvoeren van een onderzoek. De aanbeveling luidde dan ook, dat wat wetenschapsonderwijs betreft, naast aan kennis, ook aandacht besteed moet worden aan inzichten en vaardigheden, en het evalueren ervan. Wetenschapsonderwijs kan, mits rekening te houden met deze aanbevelingen, een ideale manier zijn om onderzoeksvaardigheden en breed toepasbare probleemoplossende vaardigheden bij kinderen te stimuleren. Dergelijke vaardigheden zijn van essentieel belang bij het oplossen van alledaagse problemen (vb. het nemen van de juiste trein, het herstellen van een fietsband enz.).

Wetenschapsonderwijs moet meer zijn dan het memoriseren van wetenschappelijke concepten. Wanneer men **onderzoekend leren** in de klaspraktijk integreert, gaan kinderen leren vanuit probleemstellingen die ze al onderzoekend proberen te beantwoorden. De probleemstellingen kunnen heel verschillend zijn en variëren van eenvoudige vragen, zoals ‘Welke verschillen/ gelijknissen merk je op als je deze twee insecten met elkaar vergelijkt?’ tot meer complexe vragen zoals ‘Is er een verschil in de hoeveelheid lucht in de longen van een sporter in vergelijking met een niet-sporter?’, of vragen die specifiek leiden tot het aanleren van concepten zoals ‘Heeft de massa van een voorwerp een invloed op de valsnelheid?’. Zoals echte wetenschappers worden kinderen verondersteld op die manier wetenschappelijke kennis op te bouwen door het toepassen van onderzoeksvaardigheden, zoals gericht waarnemen en zoeken naar verklaringen op basis van verzameld bewijsmateriaal. Deze manier van leren sluit aan bij de exploratiedrang van kinderen en stimuleert hen actief te denken en te handelen rond wetenschappelijke concepten die ze dagelijks ontdekken.

Binnen het ruime didactische kader dat onderzoekend leren vormt, wordt in deze review gefocust op twee didactische methodes die geacht worden ondersteuning te bieden bij het leren van wetenschappen, namelijk **metacognitief leren** en **samenwerkend leren**. Enerzijds wordt een groeiend belang gehecht aan het metacognitief bewustzijn van kinderen over hun eigen denken en handelen en anderzijds wordt benadrukt dat een krachtige leeromgeving nodig is waarin samenwerking en communicatie centraal staan. In deze review wordt bijgevolg binnen het kader van onderzoekend leren het effect onderzocht van metacognitief leren en samenwerkend leren ten aanzien van het beheersen van wetenschappelijke concepten en onderzoeksvaardigheden.

# Conceptuele verheldering



## Wetenschapsonderwijs

Overbrengen van kennis over wetenschappelijke fenomenen, en van vaardigheden om deze kennis op te bouwen.

## Wetenschappelijke geletterdheid

Beheersen van wetenschappelijke concepten en onderzoeksvaardigheden met als doel gebruik te kunnen maken van deze kennis en vaardigheden in persoonlijke en maatschappelijke situaties.

## Wetenschappelijke concepten

Kennis over fenomenen binnen de verschillende domeinen van wetenschap (vb. hefbomen, drijven versus zinken enz.).

## Onderzoeksvaardigheden

Vaardigheden om kennis over wetenschappelijke fenomenen op te bouwen (vb. stellen van vragen, voorspellen enz.).

## Onderzoekend leren

Leren vanuit probleemstellingen waarop, al onderzoekend, een antwoord wordt gezocht.

## Metacognitief leren

Leren met aandacht voor metacognitieve ondersteuning zodat een leerling zijn eigen kennis en vaardigheden begrijpt en controleert.

## Samenwerkend leren

Leren als een groepsactiviteit waarbij interactie tussen leerlingen (en leerkracht) leidt tot het gezamenlijk opbouwen van kennis en vaardigheden.

## WETENSCHAPSONDERWIJS

Wetenschapsonderwijs moet gaan over het begrijpen en toepassen van kennis over fenomenen die de fysische wereld kenmerken, zogenaamde wetenschappelijke concepten. Voorbeelden van wetenschappelijke concepten zijn isolatoren versus geleiders, het

spijsverteringsstelsel, tandwielen enz. Maar wetenschapsonderwijs behandelt ook de vaardigheden en inzichten die nodig zijn om deze kennis op te bouwen, zoals het toepassen van het wetenschappelijk onderzoeksproces. Voorbeelden van specifieke onderzoeksvaardigheden die van belang zijn bij het toepassen van het wetenschappelijk onderzoeksproces zijn een voorspelling maken, een experiment plannen en uitvoeren, een conclusie formuleren enz.

## WETENSCHAPPELIJKE GELETTERDHEID

Een wetenschappelijk geletterd persoon heeft de vaardigheid om wetenschappelijke kennis te gebruiken, om vragen te stellen en om gefundeerde conclusies te trekken met als doel het begrijpen en helpen nemen van beslissingen over de natuurlijke omgeving en de veranderingen die de mens daarin heeft aangebracht. Aan de basis van wetenschappelijke geletterdheid ligt het beheersen van enerzijds **wetenschappelijke concepten** en **anderzijds onderzoeksvaardigheden**.

## WETENSCHAPPELIJKE CONCEPTEN

Wetenschappelijke concepten verwijzen naar de kennis over fenomenen die de fysische wereld kenmerken. Deze concepten zijn te vinden binnen de verschillende domeinen van wetenschappen, namelijk biologie, natuurkunde, scheikunde en aardwetenschappen. Wetenschappelijke concepten staan bijgevolg voor de domein-specifieke kennis van wetenschappen. Voorbeelden van dergelijke concepten zijn hefbomen, mist, drijven versus zinken, gewervelde dieren enz.

## ONDERZOEKSVAADIGHEDEN

Onderzoeksvaardigheden zijn nodig bij het toepassen van het wetenschappelijk onderzoeksproces, de zogenaamde wetenschappelijke methode. Het beheersen van deze methode is een doelstelling in de leerplannen van het basisonderwijs (vb. voor het katholiek onderwijs leerplandoel 7.21). Het gaat over de vaardigheden die het opbouwen van wetenschappelijke kennis mogelijk maken: het herkennen van wetenschappelijke problemen, voorspellingen maken, hypothesen opstellen, een onderzoek opzetten, waarnemen, meten, analyseren, interpreteren en voorstellen van data, evalueren van bewijsmateriaal, en formuleren van conclusies en theoretische modellen. De kern van wetenschappen is het afstemmen van hypothese, onderzoeksdata (bewijsmateriaal) en theorie en hiervoor zijn onderzoeksvaardigheden noodzakelijk. Maar deze vaardigheden overstijgen ook het specifieke domein van wetenschappen, door bij te dragen aan de ontwikkeling van domeinoverstijgende denk- en redeneervaardigheden: probleemoplossende vaardigheden.

## ONDERZOEKEND LEREN

Onderzoekend leren vindt zijn oorsprong in de filosofie van het constructivisme (zie onder andere het werk van Piaget en Vygotsky). Het is een specifieke vorm van probleemoplossend leren waarbij leren wordt gestimuleerd vanuit een noodzaak om een probleem op te lossen. Onderzoekend leren staat voor het leren vanuit probleemstellingen waarvoor door middel van onderzoek antwoorden worden gezocht. Centraal staan activiteiten waarbij kinderen gemotiveerd worden om actief te denken en te handelen, nieuwe informatie te organiseren en deze te koppelen aan reeds bestaande kennis. Jonge kinderen zijn ontvankelijk voor deze didactische methode, doordat nieuwsgierigheid en waarneming aan de basis liggen. Leren gebeurt leerling-gecentreerd, terwijl de rol van de leerkracht bestaat uit begeleiden, voorzien van aantrekkelijke onderwerpen die aansluiten bij de leefwereld van de kinderen en aanreiken van bijhorende leermiddelen die hen stimuleren tot onderzoeken. Zoals echte wetenschappers bouwen de kinderen kennis op over de natuurlijke wereld door het toepassen van de wetenschappelijke methode: het leren van **wetenschappelijke concepten en onderzoeksvaardigheden** gebeurt bij onderzoekend leren dus niet los van elkaar. Als didactische methode kan het dan ook de basis vormen voor het aanbrengen van **wetenschappelijke geletterdheid** bij kinderen.

## METACOGNITIEF LEREN

Metacognitief leren staat voor leren met aandacht voor de metacognitieve vaardigheid van leerlingen. Kinderen die metacognitief vaardig zijn, bezitten informatie over hun kennis en vaardigheden (= cognitie) en kunnen deze informatie gebruiken om hun eigen denken en handelen te sturen. Metacognitief leren kan bijgevolg gezien worden als een didactische methode die door middel van metacognitieve ondersteuning, bijvoorbeeld in de vorm van een stappenplan, het begrijpen en controleren van de eigen cognitie stimuleert en op die manier kan helpen bij het leren. Binnen **onderzoekend leren**, kan metacognitieve ondersteuning leiden tot een bewustwording van het denken en handelen bij het toepassen van de wetenschappelijke methode en van de verworven wetenschappelijke kennis. Wat **wetenschapsonderwijs** betreft, biedt metacognitief leren dus kansen om het leren van **wetenschappelijke concepten en onderzoeksvaardigheden** te faciliteren.

## SAMENWERKEND LEREN

Samenwerkend leren benadert leren als een groepsactiviteit waarbij via samenwerking en communicatie wordt gebouwd aan kennis en vaardigheden (= cognitie). Er vindt sociale interactie plaats en cognitie kan daarbij op twee manieren tot stand komen, namelijk via cognitief conflict of via co-constructie. In het eerste geval is er sprake van interactie tussen een ervaren begeleider, zoals een leerkracht, en minder ervaren leerlingen, waarbij leren het gevolg is van conflict tussen ideeën. Leren door middel van co-constructie vindt daarentegen plaats bij leerlingen die zich op hetzelfde cognitief niveau bevinden: ideeën worden uitgesproken, gedeeld, gecombineerd en aangepast tot nieuwe kennis en vaardigheden. Binnen **onderzoekend leren** houdt samenwerkend leren in dat leerlingen (en leerkracht)

samen op onderzoek gaan om antwoorden te vinden voor de gestelde probleemstellingen. Wat **wetenschapsonderwijs** betreft, biedt aandacht voor sociale interactie dus kansen om het leren van **wetenschappelijke concepten** en **onderzoeksvaardigheden** te faciliteren.



# Evaluatie studies

---



Hieronder worden de belangrijkste studies weergegeven die geselecteerd werden voor de review. Het gaat over interventiestudies, reviews en literatuuroverzichten. Ze worden weergegeven per kernbegrip van deze review.

Om de effectiviteit van onderzoekend leren, metacognitieve ondersteuning en samenwerkend leren voor wetenschappelijke geletterdheid te kunnen onderbouwen, werd het criterium van 'interventiestudie' vooropgesteld, i.e. gerandomiseerd onderzoek met controle groep. Een interventiestudie maakt het mogelijk om het effect van een interventie, bijvoorbeeld een didactische methode zoals onderzoekend leren, aan te tonen door een kwantitatieve vergelijking te maken tussen de resultaten van enerzijds één of meerdere experimentele of testgroepen en anderzijds een controlegroep die niet in aanraking kwam met deze interventie.

Sommige interventiestudies tonen het effect aan van onderzoekend leren, terwijl andere focussen op de effectiviteit van metacognitief leren en/of samenwerkend leren (vb. Dejonckheere et al. (2011) onderzochten het effect van metacognitieve ondersteuning). De interventiestudies in verband met deze laatste twee didactische methodes kaderen steeds binnen onderzoekend leren. Dit wordt niet steeds expliciet vermeld in deze studies, maar het werd door ons gecontroleerd.

De literatuuroverzichten en reviews maakten het mogelijk om de kernbegrippen van de review, vb. onderzoekend leren, af te bakenen. Net als deze review zijn de geselecteerde reviews gebaseerd op interventiestudies die de effectiviteit nagaan van een interventie, zoals samenwerkend leren als didactische methode (vb. Thurston et al. (2007)), terwijl de literatuurstudies beperkt zijn tot een overzicht van de bestaande literatuur of theorie met betrekking tot één van de kernbegrippen, bijvoorbeeld onderzoekend leren (vb. Leonard en Penick (2009)).

## WETENSCHAPPELIJKE GELETTERDHEID

Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to foster scientific literacy: a review of argument interventions in K-12 science contexts. *Review of Educational Research*, 80(3), 336-371.

Klahr, D., Zimmerman, C., & Jirout, J. (2011, august). Educational Interventions to Advance Children's Scientific Thinking. *Science*, 333.

Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27, 172-223.



## ONDERZOEKEND LEREN

Leonard, W., & Penick, J. (2009). Is the inquiry real? Working definitions of inquiry in the science classroom. *The science Teacher*, 24-27.

Minner, D., Levy, A., & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction - What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of research in science teaching*, 47(4), 474-496.

Quintana, C., Reiser, B., Davis, E., Krajcik, J., Fretz, E., & Duncan, R. (2004). A scaffolding design framework for software to support science inquiry. *Journal of learning sciences*, 13(3), 337-386.

## METACOGNITIEF LEREN

Dejonckheere, P., Van de Keere, K., & Mestdagh, N. (2009). Training the SCientific Thinking Circle in Pre- and Primary School Children. *Journal of educational research*, 103, 1-16.

Dejonckheere, P., Van de Keere, K., & Tallir, I. (2011). Are fourth and fifth grade children better scientistis through metacognitive learning? *Electronic Journal of research in Educational Psychology*, 9(23), 133-156.

Georghiades, P. (2004). Making pupils' conceptions of electricity more durable by means of situated metacognition. *International Journal of Science Education*, 26(1), 85-99.

Georghiades, P. (2006). The role of Metacognitive Activities in the Contextual Use of Primary Pupils' Conceptions of Science. *Research in Science Education*, 36, 29-49.

Howard, B. C., McGee, S., Shia, R., & Hong, N. S. (2001). Computer-based science inquiry: how components of metacognitive self-regulation affect problem-solving. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, (p.9), Seattle, April 10-14.

Michalsky, T., Mevarech, Z. R., & Haibi, L. (2009). Elementary school children reading scientific texts: effects of metacognitive instruction. *The Journal of Educational Research*, 102, 5, 363-376.

Schraw, G., Crippen, K., & Hartley, K. (2006). Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in science education*, 36, 111-139.

White, B., & Frederiksen, J. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: making science accessible to all students. *Cognition and instruction*, 16(1), 3-118.

Yuruk, N., Ozdemir, O., & Beeth, M. (2003). The role of Metacognition in Facilitating Conceptual Change. *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, (p.69), Philadelphia, March 23-26.



## SAMENWERKEND LEREN

Beeth, M. E., & Hewson, P. W. (1997). Learning to learn science: instruction that supports conceptual change. *Annual Meeting of the European Science Education Research Association*, (p. 37). Rome, September 2-6.

Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative Inquiry Learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of science Education*, 3(1), 349-377.

Bigozzi, L., Biggeri, A., Boschi, F., Conti, P., & Fiorentini, C. (2002). Children "scientists" know the reasons why and they are "poets" too. Non-randomized controlled trial to evaluate the effectiveness of a strategy aimed at improving the learning of scientific concepts. *European Journal of Psychology of Education*, 17(4), 343-362.

Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to foster scientific literacy: a review of argument interventions in K-12 science contexts. *Review of Educational Research*, 80(3), 336-371.

Hennessey, M. (1993). Students' ideas about their conceptualization: Their elicitation through instruction. *National association for research in science teaching*, Atlanta.

Rojas-Drummond, S., Hernández, G., Vélez, M., & Villagrán, G. (1998). Cooperative learning and the appropriation of procedural knowledge by primary school children. *Learning and Instruction*, 8(1), 37-61.

Shamir, A., Zion, M., & Spector-Levi, O. (2008). Peer Tutoring, metacognitive Processes and Multimedia Problem-based Learning: The effect of Mediation Training on Critical Thinking. *Journal of Science education and technology*, 17, 384-398.

Thurston, A., Van de Keere, K., Topping, K., Kosack, W., Gatt, S., Marchal, J., et al. (2007). Peer learning in primary school science: theoretical perspectives and implications for classroom practice. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 13(5), 477-496.

# Wetenschappelijke conclusie

---



Het is algemeen aanvaard in de literatuur dat wetenschapsonderwijs moet gaan over (1) het leren over en van de fysische wereld (het leren van wetenschappelijke concepten) en over (2) het ontwikkelen van onderzoeksvaardigheden. Op die manier kan wetenschapsonderwijs bijdragen tot het vormen van wetenschappelijk geletterde burgers. Het integreren van ‘onderzoekend leren’ in de klaspraktijk is een veel belovende invalshoek om hieraan tegemoet komen. ‘Onderzoekend leren’ is echter een breed begrip dat in de literatuur op verschillende manieren geïnterpreteerd wordt. In deze review wordt ‘onderzoekend leren’ gezien als een specifieke vorm van probleemoplossend leren, en specifiek omdat het zoeken naar een oplossing voor de probleemstelling gebeurt door middel van het uitvoeren van een onderzoek waarbij op een systematische manier de onderzoekscyclus wordt doorlopen. De kennis omtrent wetenschappelijke concepten enerzijds en wetenschappelijke processen (onderzoeksvaardigheden) anderzijds worden bij onderzoekend leren niet los van elkaar aangeboden.

Binnen deze review werd nagegaan of *onderzoekend leren* met klemtoon op *metacognitief leren* en *samenwerkend leren* effectief een basis kan vormen voor het aanbrenge van *wetenschappelijke geletterdheid* bij kinderen uit het *lager onderwijs*. Vanuit deze vooropgestelde onderzoeksvraag werden enkel studies geselecteerd die zich focusten op samenwerkingsvaardigheden en metacognitieve ondersteuning. Hiervoor lieten we ons leiden door reviewstudies met betrekking tot onderzoekend leren waarin deze twee pijlers ook als fundamenteel worden gezien voor het al dan niet welslagen van ‘onderzoekend leren’ in een onderwijssetting. Hierdoor wordt geen volledig beeld geschetst van wat in de literatuur voorhanden is omtrent het effect van ‘onderzoekend leren’ op wetenschappelijke geletterdheid in zijn totaliteit.

In de literatuur is er heel wat discussie ten aanzien van het leereffect van ‘onderzoekend leren’ bij kinderen. Maar heel vaak is deze discussie terug te brengen op een verschillende invulling van het begrip ‘onderzoekend leren’ bij de gevoerde onderzoeken. Zo spreekt men vaak over “*open inquiry*” als er weinig externe sturing is en de leerlingen zelf het onderzoek sturen zonder veel begeleiding van de leerkracht. “*Open inquiry*” wordt ook vaak geassocieerd met “*discovery learning*” (ontdekkend leren). “*Guided inquiry*” wordt dan gezien als een vorm van ‘onderzoekend leren’ met een sterkere begeleiding door de leerkracht. Een extreme vorm hiervan is ‘directe instructie’. Hoe men ‘onderzoekend leren’ ook benadert en welke aanpak men ook kiest, het komt in de geraadpleegde literatuur er steeds op neer dat er een duidelijke trend is die aangeeft dat activiteiten waarbij

wetenschappelijke probleemstellingen opgelost moeten worden door middel van de onderzoeksproces mogelijkheden scheppen tot het stimuleren van denkprocessen bij kinderen.

Onderzoek toont aan dat het stimuleren van actief denken en het leggen van de klemtoon op het trekken van conclusies uit waarnemingen belangrijke voorspellers zijn voor wat betreft het begrijpen van wetenschappelijke concepten en het stimuleren van onderzoeksvaardigheden bij de kinderen. Hierbij kunnen metacognitief leren en samenwerkend leren als de sleutels gezien worden die toegang bieden tot een succesvolle aanpak van 'onderzoekend leren' binnen wetenschapsonderwijs. Leerlingen die samenwerken leren meer: ze bouwen samen kennis op en kunnen elkaar inspireren bij het opstellen van hypothesen en experimenten om deze hypothesen te testen. Eens de onderzoeksresultaten verzameld zijn, kunnen deze samen kritisch bekeken worden. Net zoals bij echte wetenschappers is het belangrijk dat de conclusies van een onderzoek en de gehanteerde werkwijze bij het uitvoeren van het onderzoek aan een kritische, maar constructieve feedback worden onderworpen. Als leerkracht is het belangrijk om tijdens dit proces op te treden als bemiddelaar en de kinderen te begeleiden doorheen het onderzoeksproces. In principe komt dit neer op het stimuleren van het actief denken en handelen door het stellen van hogere orde vragen of het expliciet vragen naar de argumentatie voor elke stap die in het onderzoeksproces genomen wordt. Een aantal methodieken zoals het hanteren van de 'wetenschappelijke denkcirkel' die de aandacht van de kinderen reguleert en hen bewust maakt van hun denk- en handelingsproces, kunnen hierbij helpen. Uit onderzoeksresultaten blijkt dat het leereffect bij kinderen die metacognitieve ondersteuning krijgen tijdens wetenschapsactiviteiten groter is dan bij de kinderen die deze niet krijgen. Dit geldt ook voor het aanleren van concepten, waarbij metacognitief leren leidt tot een meer duurzame en contextvrije kennis. Over het algemeen kan men stellen dat "hands-on" activiteiten belangrijk zijn, op voorwaarde dat de leerkracht de kinderen uitdaagt om de bekomen resultaten vanuit de activiteit te interpreteren en hierover te discussiëren in kleine groepen.

We kunnen stellen dat onderzoekend lesgeven gezien kan worden als het creëren van een leeromgeving waarbij kinderen in kleine groepen de mogelijkheid krijgen om via procesgeoriënteerde werkvormen vragen te stellen, oplossingen te formuleren en via experimenten hypothesen te testen. Cruciaal hierbij is dus de rol van de leerkracht die de kinderen uitdaagt en aanzet tot actief denken, handelen en discussiëren. Afhankelijk van de beginsituatie van de leerlingen kan de leerkracht kiezen voor een aangepaste onderwijsaanpak (deductief of inductief) en begeleiding (op het continuüm gesloten-open). Binnen de onderzoeksvraag van deze review wordt als doelgroep het lager onderwijs vooropgesteld. Vanuit de geselecteerde studies blijkt duidelijk dat jonge kinderen in staat zijn om wetenschappelijk te denken en wetenschappelijke probleemstellingen onderzoekend te benaderen op voorwaarde dat ze daarbij goed begeleid worden door de leerkracht. Ook in het kleuteronderwijs zouden reeds kiemen gelegd kunnen worden voor een onderzoekende houding en kunnen reeds basisvaardigheden met betrekking tot wetenschappelijk denken gestimuleerd worden. Een specifieke review met betrekking tot deze doelgroep zal ongetwijfeld ook interessante informatie opleveren. 'Onderzoekend leren' hoeft ook niet beperkt te blijven tot een specifieke aanpak voor wetenschapsonderwijs, maar is een manier van leren die ook in andere vakgebieden kan ingezet worden. Een onderzoek naar het effect

van ‘onderzoekend leren’ binnen andere vakgebieden valt echter ook buiten de scope van deze review.

Tot slot willen we besluiten met een kritische noot en mogelijke implicaties voor verder onderzoek. Er zijn weinig specifieke Vlaamse vakdidactische studies met betrekking tot ‘onderzoekend leren’ binnen wetenschapsonderwijs. Veel geselecteerde studies die opgenomen zijn in deze review zijn van Angelsaksische oorsprong waar er reeds een degelijke traditie is van vakdidactisch onderzoek. In die zin is er nog heel wat onontgonnen onderzoeksterrein in Vlaanderen.



# Praktijkgerichte conclusie

---



## Hoe pak je wetenschapsonderwijs aan in de lagere school?

De **leerkracht** daagt de kinderen uit en begeleidt hen door te fungeren als rolmodel voor onderzoekend leren.

Het is uiterst belangrijk dat de leerkracht, zeker in de ogen van de kinderen, niet fungeert als de enige expert met betrekking tot de onderzoeksvraag die voorligt.

De voornaamste rol van de leerkracht bestaat erin kinderen uit te dagen elkaars meningen en ervaringen in vraag te stellen, kinderen aan te zetten hierover uit te wisselen en van hieruit de denk- en onderzoeksvaardigheden bij kinderen te stimuleren door middel van bemiddeling.

Binnen deze leeromgeving geldt voor de **kinderen** het volgende:

- Ze zijn **actief betrokken** in het leerproces met de klemtoon op observeren en onderzoeken. Het doel hierbij is het verzamelen van onderzoeksdata om een onderzoeksvraag te beantwoorden;
- Ze verzamelen bewijsmateriaal dat een antwoord biedt op de authentieke onderzoeksvragen die voorliggen. Het **proces** (de weg afgelegd om tot het antwoord te komen) dat hierbij doorlopen wordt is in feite **belangrijker dan het geven van een juist antwoord**;
- Ze **oefenen en ontwikkelen onderzoeksvaardigheden** zoals systematisch observeren, (onderzoeks)vragen stellen, plannen en data vastleggen in functie van het verzamelen van bewijsmateriaal als antwoord op een onderzoeksvraag;
- Ze werken samen in groep tijdens de activiteiten. Op die manier wordt een **sociale context** gecreëerd waarbinnen logisch redeneren en communiceren met anderen belangrijke leerprocessen zijn.
- Ze **ontwikkelen autonomie en metacognitieve vaardigheden** tijdens de activiteiten.

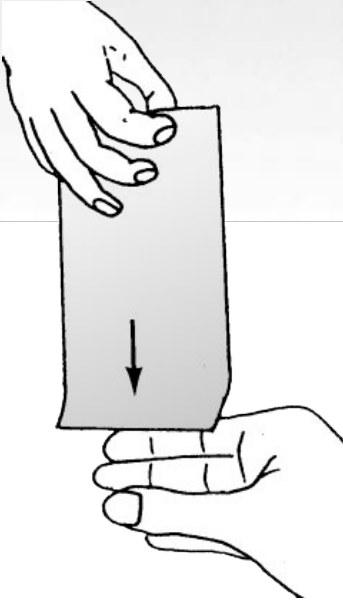
# Praktijk-wijzer & oefeningen

---



1. **Lat** – Een voorbeeld van onderzoekend leren
2. **Parachute** – Klassiek ‘proefje’ en onderzoekend leren
3. **ICT tool** – Systematisch en planmatig onderzoeken
4. **Superbellen** – Eén variabele manipuleren
5. **Helling** – Afhankelijke en onafhankelijke variabelen identificeren
6. **Raket** – Valkuilen bij ‘wow-proefjes’
7. **Muur** – Bewust en samen onderzoekend leren

## (1) Lat - Een voorbeeld van onderzoekend leren



### INLEIDING

In een klas van het 6e leerjaar is er wat onenigheid over het feit of de reactiesnelheid bij jongens en meisjes wel dezelfde is. Sommige leerlingen denken dat de reactiesnelheid van jongens groter is dan die van meisjes.

De kinderen willen dit testen en hebben een idee om dat te doen! Eén van de kinderen neemt een velletje papier en houdt dit vast bij de rand zodat dit verticaal naar beneden hangt. Vervolgens gaan de kinderen na wie het velletje papier kan vangen tussen duim en wijsvinger wanneer het plots wordt losgelaten. Maar tot ieders grote verbazing is er niemand die erin slaagt. De kinderen willen weten hoe dit

komt.

De leerkracht besluit om hierop verder te bouwen in een onderzoeksactiviteit met de kinderen...



Een voorbeeld van onderzoekend leren



# (1) Lat - Een voorbeeld van onderzoekend leren

## EEN VOORBEELD VAN ONDERZOEKEND LEREN

### WAT IS ONDERZOEKEND LEREN?

In de literatuur definieert men onderzoek als het proces waarbij onderzoeksvragen gesteld worden en vervolgens onderzocht worden met empirische data, ofwel **via directe manipulatie van variabelen** of vanuit interpretatie van bestaande data. Deze data kunnen kwalitatief of kwantitatief zijn.

Bij onderzoekend leren staat dit onderzoek centraal. Bijgevolg is onderzoekend leren een vorm van probleemoplossend leren, maar het is specifiek doordat het zoeken naar een oplossing voor de probleemstelling gebeurt door middel van het uitvoeren van een onderzoek waarbij systematisch één of meerdere fasen van de onderzoekscyclus doorlopen wordt. De kennis omtrent wetenschappelijke concepten enerzijds en onderzoeksvaardigheden anderzijds worden bij onderzoekend leren niet los van elkaar aangeboden. Onderzoekend leren kan de basis vormen voor het aanbrengen van wetenschappelijke geletterdheid bij kinderen.

**Klik op de fasen van de onderzoekscyclus voor een voorbeeld van onderzoekend leren.**



## VOORBEELDEN VAN ONDERZOEKEND LEREN MET JONGE KINDEREN:

- Hoe maak je grotere zeepbellen?
- Hoe laat je het belletje rinkelen aan het einde van de helling?



Scherf 2: Een voorbeeld van onderzoekend leren

## (1) Lat - Een voorbeeld van onderzoekend leren



### 1. ORIËNTATIEFASE

**WAT IS HET PROBLEEM?**

**WAT MOETEN WE PRECIËS ONDERZOEKEN?**

**WAT ZIJN DE ONDERZOEKSVRAGEN?**

*Onderzoeksvaardigheden:*

wetenschappelijke problemen herkennen en daarover vragen stellen

Wanneer de leerkracht aan de leerlingen vraagt, hoe ze precies tewerk zijn gegaan, antwoorden ze dat ze wachten tot ze het velletje papier zien vallen, en dat ze vervolgens zo vlug mogelijk proberen om de vingers te sluiten. Met een beetje hulp van de leerkracht slagen de kinderen erin om uit te leggen dat ons oog het vallen waarneemt en dat deze informatie wordt doorgegeven naar de hersenen. Vervolgens wordt vanuit de hersenen een signaal teruggestuurd naar de spieren van de hand om de vingers te sluiten. De leerlingen zijn enthousiast wanneer ze zich realiseren dat deze eenvoudige activiteit meer om het lijf heeft, dan ze oorspronkelijk dachten.

Nu volgt een andere vraag van de leerkracht: Wat kan je nu proberen zodat je het velletje papier wel kan vangen? Na wat discussie zet de leerkracht de leerlingen verder aan het denken: “Als de weg via het oog te lang duurt, welke andere zintuigen zou je dan kunnen gebruiken?” Na een beetje brainstormen, zegt een leerling: “Misschien moet degene die het moet vangen, de ogen sluiten. De leerling moet dan proberen het velletje papier te vangen als er iemand anders stevig op zijn schouder tikt als het velletje papier wordt losgelaten”. Een andere leerling heeft het idee om het gehoor te gebruiken: “Iemand roept ‘vang!’ op het moment dat het losgelaten wordt....”

Na een tijdje ontstaat er zowel bij de leerkracht als bij de leerlingen duidelijkheid omtrent hetgeen onderzocht moet worden. Samen met de kinderen worden de onderzoeksvragen afgebakend.

- Is er een verschil in reactiesnelheid afhankelijk van de zintuigen die we gebruiken?
  - Door te kijken (zien = kijken wanneer het voorwerp losgelaten wordt en dan

- reageren)
- Door aan te raken (voelen = een tik op de schouder op het moment dat het voorwerp losgelaten wordt)
  - Door te horen (horen = iemand roept “vang!” als het voorwerp wordt losgelaten)
  - Is er een verschil in reactiesnelheid tussen jongens en meisjes bij de 3 verschillende situaties?

**Didactische tips:**



Wat doet de leerkracht?  
Wat doen de leerlingen?



Onderzoeksvaardigheden  
observeren  
bij kinderen



Volgende fase: Verkenningsfase

## (1) Lat - Een voorbeeld van onderzoekend leren



### 2. VERKENNINGSFASE

HOE GAAN WE DIT ONDERZOEKEN?  
WAT DENK JE DAT ER ZAL GEBEUREN?  
WAAROM DENK JE DAT?

*Onderzoeksvaardigheden:*

Voorspellen

Hypothesen opstellen

Plannen

Na enige discussie zijn er leerlingen die denken dat het gemakkelijker zal gaan als ze toch kunnen kijken, terwijl anderen dan toch meer te vinden zijn voor horen of voelen als betere zintuigen om het probleem op te lossen... Er is algemene consensus in de klas dat jongens een snellere reactietijd zouden hebben dan meisjes. De leerkracht sluit geen enkele suggestie uit en zal straks de leerlingen in kleine groepjes aan het werk zetten om het probleem op te lossen. Maar eerst moeten de leerlingen op weg gezet worden om de activiteit goed te kunnen uitvoeren. Leerlingen hebben immers een meer kwantitatieve benadering nodig om de verschillende opties (zien, voelen, horen) met elkaar te vergelijken. De leerkracht vraagt aan de leerlingen hoe ze in het experiment objectief kunnen meten om te weten te komen welke zintuigen het best zullen werken? Zo zouden ze bijvoorbeeld een meetlat kunnen gebruiken in plaats van een velletje papier. Leerlingen moeten het ook eens worden omtrent een aantal variabelen die gedurende het experiment gecontroleerd moeten worden: het materiaal dat gebruikt wordt (een meetlat van 1m), de arm van degene die vangt moet horizontaal gestrekt zijn, degene die loslaat en degene die opvangt moeten allebei staan, en er moet afgesproken worden hoeveel keer dat het experiment telkens wordt uitgevoerd bij elke proefpersoon. Dan kan een gemiddelde genomen worden van elk van deze pogingen. Na wat discussie komen de leerlingen tot het volgende akkoord om het onderzoek te 'standaardiseren': Degene die de meetlat laat vallen houdt de meetlat vast op de markering van 90cm. Degene die moet vangen, houdt wijsvinger en duim ter hoogte van de markering van 10cm en duim en wijsvinger op 1cm van de meetlat. Wanneer de meetlat wordt losgelaten, probeert de vanger deze zo snel mogelijk te vangen en wordt de afstand gemeten.

## Didactische tips:



Wat doet de leerkracht?  
Wat doen de leerlingen?



Onderzoeksvaardigheden  
observeren  
bij kinderen



Volgende fase: Uitvoeringsfase



Scherf 4: Verkenningfase

## (1) Lat - Een voorbeeld van onderzoekend leren



### 3. UITVOERINGSFASE

OP ONDERZOEK!  
VOER UIT!

*Onderzoeksvaardigheden:*

Plannen

Onderzoeken

Onderzoekresultaten vastleggen

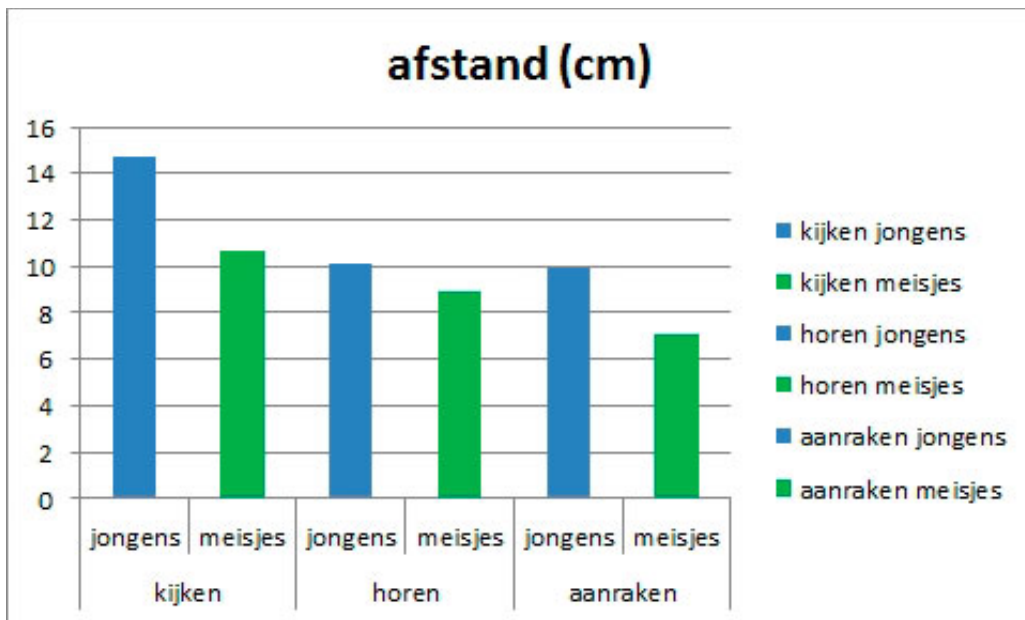
Van zodra de leerlingen de onderzoeksvraag duidelijk afgebakend hebben, hypothesen hebben opgesteld en een onderzoeksopzet hebben afgesproken, zijn ze klaar om de onderzoeksdata te verzamelen door middel van een experiment. Ze moeten dus de reactietijd meten in drie condities:

- door te kijken (zien = kijken wanneer de meetlat losgelaten wordt en dan reageren)
- door aan te raken (voelen = een tik op schouder op het moment dat de meetlat losgelaten wordt)
- door te horen (horen = iemand roept “vang!” als de meetlat losgelaten wordt)

Meteen kan ook nagegaan worden of er een verschil is in reactietijd tussen jongens en meisjes. Daarvoor zullen de kinderen hun persoonlijke reactietijden moeten meten en dan met elkaar vergelijken. Het is handig als er hiervoor een Excel tabel wordt gemaakt waarop elke proefpersoon de resultaten kan noteren. Uiteraard kan hier ook een grafiek van gemaakt worden.

Voorbeeld van bekomen resultaten:

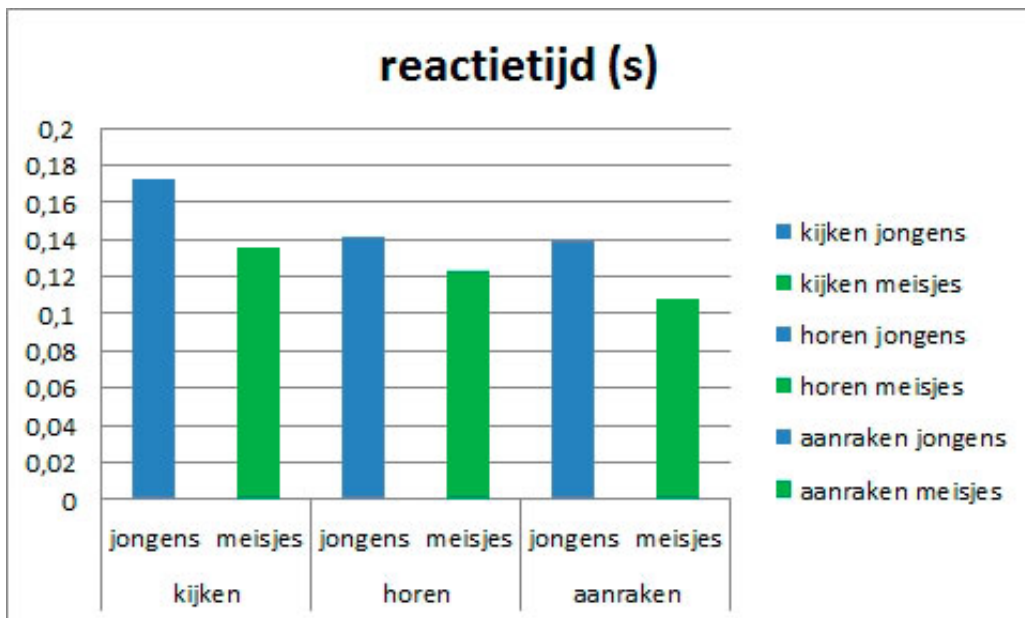




Om de 'afstand' om te zetten in 'reactietijd' kan volgende formule gebruikt worden:

$$d = \frac{1}{2} \times g \times t^2 \text{ (met } d=\text{afstand, } t=\text{reactietijd en } g=9,8 \text{ m/s}^2, \text{ dus } \sqrt{\frac{2 \times d}{g}} = t$$

Wanneer de meetlat bijvoorbeeld 15 cm valt alvorens ze gevangen wordt, dan is de reactietijd = 0,18 seconden (18 milliseconden). Uiteraard moeten kinderen deze formule niet kennen, maar de leerkracht kan deze formule wel in een Excel bestand invoeren. Leerlingen hoeven dan maar de afstand in te voeren om de reactietijd te weten te komen.



#### Didactische tips:



Wat doet de leerkracht?  
Wat doen de leerlingen?



Onderzoeksvaardigheden  
observeren

bij kinderen



Volgende fase: Herstructureringsfase



Scherf 5: Uitvoeringsfase

## (1) Lat - Een voorbeeld van onderzoekend leren



### 4. HERSTRUCTURERINGSFASE

#### WAT KUNNEN WE BESLUITEN VANUIT DE ONDERZOEKSRISULTATEN? WAS ONZE VOORSPELLING JUIST?

##### *Onderzoeksvaardigheden:*

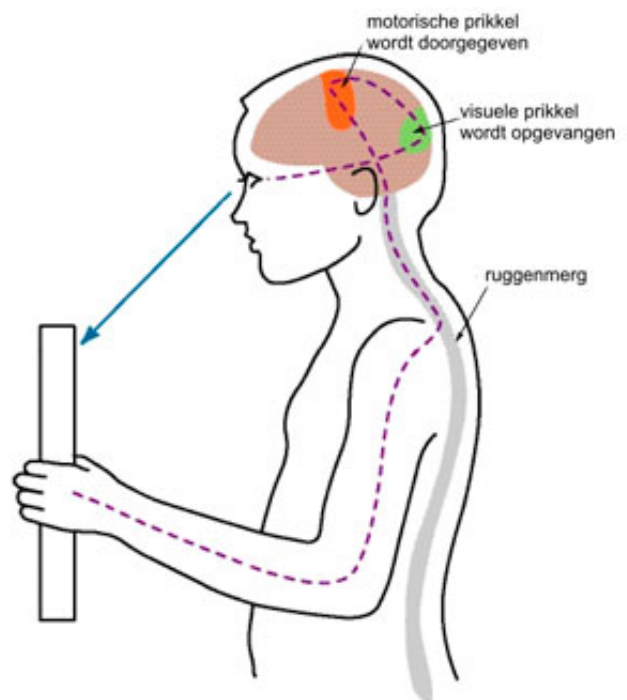
Analyseren en interpreteren van de onderzoeksdata  
Evalueren en conclusie formuleren

De onderzoeksresultaten worden vervolgens geïnterpreteerd. Wanneer de resultaten bij elkaar gelegd worden, dan komen de kinderen tot de verrassende vaststelling dat het vangen van de meetlat het minst goed lukt door te kijken en het best door de tik op de schouder!

Een woordje uitleg: Je kan onze hersenen vergelijken met een vaste telefooncentrale. Als je belt gaat het signaal via een vaste telefoondraad naar de centrale. Die verbindt je door met een andere telefoon.

Ergens anders gaat dan de telefoon over. Die draden noemen we zenuwen.

De dikke kabel langs onze rug noemen we ruggenmerg en de telefooncentrale zijn onze hersenen. Zenuwen, ruggenmerg en hersenen noemen we samen ons zenuwstelsel.



Het kan je leven redden als je snel reageert als er gevaar is. Als je je vinger brandt, trek je hem terug vóór je het weet! Ook als je plotseling moet remmen, doe je dit automatisch. Deze automatische reacties noemen we een reflex, en dat is wellicht ook wat er gebeurde met

de tik die je kreeg. Deze automatische reacties gebeuren zonder tussenkomst van de hersenen, en dus ook zonder te denken.

Over het feit dat jongens een betere reactietijd zouden hebben dan meisjes is weinig terug te vinden in de literatuur die deze hypothese bevestigt... De verschillen zouden eerder te maken hebben met genetische aanleg, leeftijd en motivatie.

### Didactische tips:



Wat doet de leerkracht?  
Wat doen de leerlingen?



Onderzoeksvaardigheden  
observeren  
bij kinderen



# (1) Lat - Een voorbeeld van onderzoekend leren

## BIJLAGE 1: HET WETENSCHAPPELIJK DENK- EN HANDELINGSPROCES IN HET BASISONDERWIJS:

Stadium van het instructie model	Wat doet de leerkracht?	Wat doen de leerlingen?
<b>Oriëntatiefase</b> (Wat is het probleem?)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wekt interesse op.</li> <li>• Wekt vragen op.</li> <li>• Probeert antwoorden te ontlocken die weergeven wat de kinderen reeds weten/denken over het concept/onderwerp.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tonen van interesse voor het onderwerp.</li> <li>• Stellen van vragen: Wat weet ik hier al over? Wat kan ik nog te weten komen hierover?</li> </ul>
<b>Verkenningsfase</b> (hoe gaan we dit probleem oplossen/onderzoeken?)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stimuleert de leerlingen om samen te werken zonder directe instructies van de leerkracht (coöperatief leren).</li> <li>• Observeert en luistert naar de leerlingen wanneer ze samenwerken.</li> <li>• Stelt vragen om de kinderen in de juiste richting te helpen denken.</li> <li>• Geeft de nodige tijd aan de kinderen om het probleem uit te puzzelen.</li> <li>• Gedraagt zich als mediator.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De leerlingen denken vrij, maar gericht vanuit het probleem.</li> <li>• Verwoorden voorspellingen en proberen deze te argumenteren (hypothese).</li> <li>• Zoeken naar alternatieven, bediscussiëren deze in de groep.</li> <li>• Komen tot een consensus in de groep mbt voorspellingen en hypothesen.</li> <li>• Plannen van een experiment om voorspellingen en hypothesen te testen.</li> </ul>
<b>Uitvoeringsfase</b>		

(Onderzoek uitvoeren)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stimuleert de leerlingen om samen te werken zonder directe instructies van de leerkracht (coöperatief leren).</li> <li>• Observeert en luistert naar de leerlingen wanneer ze samenwerken.</li> <li>• Stelt vragen om de kinderen in de juiste richting te helpen denken.</li> <li>• Geeft de nodige tijd aan de kinderen om het probleem uit te puzzelen.</li> <li>• Gedraagt zich als mediator.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uitvoeren van experimenten om voorspellingen en hypothesen te testen.</li> <li>• Nauwkeurig werken / werken volgens plan.</li> <li>• Oog hebben voor taakverdeling in de groep.</li> <li>• Nauwkeurig waarnemen.</li> <li>• Vastleggen van waarnemingen (data).</li> </ul>
<p><b>Herstructureringsfase</b> (Conclusie)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moedigt de leerlingen aan om concepten en definities uit te leggen met hun eigen woorden.</li> <li>• Vraagt naar verantwoording, motivatie voor een bepaald antwoord (bewijsmateriaal).</li> <li>• Gebruikt de ervaringen van de leerlingen als basis voor het uitleggen van concepten.</li> <li>• Verwacht van de kinderen dat ze eerder geleerde definities, concepten kunnen gebruiken in nieuwe situaties.</li> <li>• Moedigt de leerlingen aan om eerder geleerde concepten en vaardigheden toe te passen of uit te breiden in nieuwe situaties.</li> <li>• Herinnert leerlingen aan andere mogelijke verklaringen.</li> <li>• Spoort leerlingen aan om gebruik te maken van bestaande data en verklaringen en vraagt: Wat weet je al? Waarom denk je dit? ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mogelijke oplossingen of antwoorden uitleggen aan de volledige klasgroep.</li> <li>• Kritisch luisteren naar de uitleg van andere groepen.</li> <li>• Vragen stellen ter verduidelijking aan de andere groepen.</li> <li>• Luisteren en proberen om de verklaringen van anderen te begrijpen en te plaatsen binnen een context.</li> <li>• Verwijzen naar vorige activiteiten (maakt de transfer).</li> <li>• Gebruik maken van de vastgelegde resultaten uit experimenten om de uitleg rond op te bouwen.</li> <li>• Nieuwe definities, verklaringen en vaardigheden toepassen in nieuwe, maar gelijkaardige situaties.</li> <li>• Bestaande informatie gebruiken om vragen te stellen, oplossingen voor te stellen, besluiten te trekken en eventueel nieuwe</li> </ul>

		<p>experimenten te plannen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanneembare conclusies trekken vanuit bewijsmateriaal.</li> <li>• Nagaan of de andere kinderen begrijpen wat gezegd is.</li> </ul>
<b>Evaluatie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observeert de leerlingen wanneer ze nieuwe concepten of vaardigheden toepassen / ontdekken.</li> <li>• Beoordeelt de kennis en/of vaardigheden van de kinderen (assessment).</li> <li>• Zoekt naar mogelijkheden om te weten te komen dat de leerlingen hun denken en/of vaardigheden hebben aangepast.</li> <li>• Biedt mogelijkheden zodat kinderen ook hun eigen leren en coöperatieve vaardigheden kunnen beoordelen.</li> <li>• Biedt mogelijkheden om het denkproces dat kinderen hebben doorlopen te evalueren / te bespreken samen met de kinderen</li> <li>• Stelt open vragen zoals: “Waarom denk je dat..?”, “Welk bewijsmateriaal heb je om dit te zeggen...?”, “Wat weet je over?”, “Hoe zou je dit verklaren?”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antwoorden op open vragen door gebruik te maken van observatiegegevens, bewijsmateriaal en reeds aanvaarde verklaringen.</li> <li>• Aantonen dat het concept en/of de vaardigheden beheerst worden.</li> <li>• Evalueren van de eigen vorderingen en kennis.</li> <li>• Gerelateerde vragen stellen die verder onderzoek kunnen bevorderen.</li> </ul>

Bron: Leslie Trownbridge and Rodger Bybee, (1996). *Teaching Secondary School Science*, 6th ed. (pp.218-219).







## (1) Lat - Een voorbeeld van onderzoekend leren

### BIJLAGE 2:

#### KERNCOMPONENTEN VAN ONDERZOEKEND LEREN

Kerncomponenten van Onderzoekend leren	Aanwezig?
Leerlingen zijn <b>actief betrokken</b> in het leerproces met de klemtoon op <b>observeren en onderzoeken</b> . Het doel hierbij is het verzamelen van onderzoeksdata om een onderzoeksvraag te beantwoorden.	
Leerlingen <b>worden uitgedaagd</b> om een onderzoeksvraag op te lossen (vanuit de leerkracht en/of vanuit het materiaal).	
Leerlingen lossen de onderzoeksvraag op door middel van het uitvoeren van een onderzoek waarbij systematisch <b>één of meerdere fasen van de onderzoekscyclus</b> doorlopen wordt.	
Het <b>onderzoeksproces</b> dat doorlopen wordt is belangrijker dan het geven van een juist antwoord.	
Leerlingen <b>geven prioriteit aan het verzamelen van bewijsmateriaal</b> (data) tijdens het onderzoek.	
Leerlingen <b>formuleren verklaringen vanuit het verzamelde bewijsmateriaal</b> .	
Leerlingen <b>werken samen</b> in groep tijdens de activiteit zodat gedeelde kennis ontstaat (sociale interactie).	
Leerlingen <b>communiceren</b> hun bevindingen.	
Leerlingen <b>reflecteren over het gevoerde onderzoek</b> en de resultaten ervan en kunnen hun verklaringen naast alternatieve verklaringen plaatsen.	

### BIJLAGE 3:

#### ONDERZOEKSVAAARDIGHEDEN EN -ATTITUDES BIJ WETENSCHAPSONDERWIJS IN HET BASISONDERWIJS

Dit document focust op specifieke gedragsindicatoren die belangrijk zijn bij wetenschapsonderwijs. Het is niet de bedoeling om dit te gaan gebruiken als een soort 'turfversie' bij elke les. Het is eerder een handvat en assessment tool voor leerkrachten om het proces van aanleren van onderzoeksvaardigheden te volgen bij leerlingen.

<b>Naam van de leerling:</b>	
<b>Geobserveerde taken:</b>	
<b>Data:</b>	

Onderzoeksvaardigheden	Gedragsindicatoren	Datum	Commentaar
Wetenschappelijke problemen herkennen en daarover vragen stellen	Toont interesse vanuit nauwkeurige observatie en heeft oog voor details.		
	Stelt zich open voor nieuwe situaties.		
	Stelt veel vragen, ook vragen die onderzocht kunnen worden (onderzoeksvragen).		
	Kan een wetenschappelijk probleem herkennen (= herkent het verschil tussen vragen die onderzocht kunnen worden en vragen die niet onderzocht kunnen worden)		
	Kan een wetenschappelijk probleem vertalen in een onderzoekbare vraag waarin duidelijk wordt aangegeven wat onderzocht moet worden.		
	Stelt vragen vanuit voorspellingen en/of verklaringen die ontstaan tijdens de activiteiten.		
Voorspellen <i>Dit is een bewering/beschrijving over de uitkomst van een specifiek onderzoek. "Wat denk je dat er zal gebeuren?" Een voorspelling verwijst dus naar verwachte uitkomsten</i>	Gebruikt verschillende bronnen, bewijsmateriaal of reeds eerder opgedane wetenschappelijke kennis om voorspellingen te maken en/of te verklaren.		
	Kan voorspellingen/veronderstellingen		

<i>bij een specifiek onderzoek.</i>	argumenteren vanuit een gefundeerde basis.		
	Kan vanuit bepaalde observaties of reeds bestaande informatie de transfer maken naar een specifieke situatie die onderzocht moet worden..		
Hypothesen opstellen <i>Een hypothese is gericht op het toetsen van een theorie. Een hypothese is een algemene stelling die nog niet is bewezen. Ze wordt opgesteld vanuit reeds bestaande kennis of bewijsmateriaal.</i>	Kan een hypothese opstellen waarbij de relatie tussen de te onderzoeken variabelen duidelijk weergegeven wordt.		
	Kan een hypothese opstellen waarbij duidelijk wordt aangegeven wat er onderzocht moet worden		
Plannen	Geeft suggesties om voorspellingen/hypothesen te testen		
	Heeft een duidelijk idee over welk bewijsmateriaal gezocht moet worden om een onderzoeksvraag te beantwoorden		
	Kiest een juiste oplossingsmethode of heuristiek om de onderzoeksvraag op te lossen		
	Kiest een realistische manier om te meten, te vergelijken en om resultaten te bekomen		
Onderzoeken	Onderneemt stappen die verzekeren dat het bekomen resultaat accuraat zal zijn. (vb. meerdere metingen uitvoeren)		
	Gebruikt de zintuigen om gericht te onderzoeken		
	Gebruikt bepaalde (meet)instrumenten om de waarnemingen of handelingen te verbeteren.		
	Zoekt naar en identificeert details in objecten, organismen of gebeurtenissen (data)		
	Merkt bepaalde patronen, relaties of sequenties op tijdens de activiteiten		

Onderzoeksresultaten vastleggen	Kan observaties adequaat vastleggen in tekeningen, grafieken of tekst.		
	Gebruikt tabellen, grafieken om het onderzoek te kunnen rapporteren.		
Analyseren en interpreteren van de observaties (data)	Gebruikt de vastgelegde observaties als bewijsmateriaal.		
	Gaat informatie of bewijsmateriaal nachecken, wanneer het niet past binnen de verwachtingen.		
	Durft bepaalde metingen of observaties in vraag te stellen wanneer ze niet passen binnen de verwachtingen.		
Evalueren en conclusie formuleren	Geeft verklaringen die gebaseerd zijn op wetenschappelijke kennis en/of bewijsmateriaal.		
	Kan de verklaringen duiden op basis van waarnemingen (data) vanuit het gevoerde onderzoek.		
	Is zich bewust van het feit dat verklaringen tijdelijk kunnen zijn en kunnen veranderen.		
	Gebruikt de beschikbare kennis en bewijsmateriaal voor het opstellen van verklaringen en oplossingen voor de problemen.		

## (2) Parachute - Klassiek 'proefje' en onderzoekend leren

---



### INLEIDING

Veel experimenten die je op het internet of in handleidingen vindt, hebben voornamelijk als doel het visualiseren van een wetenschappelijk concept, bijvoorbeeld de valsnelheid of luchtweerstand.

Dergelijke experimenten zijn meestal als volgt opgebouwd:

- Wat heb je nodig?
- Hoe ga je tewerk?
- Wat merk je op?
- Verklaring

## Materiaal

1. Twee gelijke kleine potjes die je goed kan afsluiten (bv. filmkoker)
2. Zand
3. Chronometer
4. Zelfgemaakte parachute (plastic zak, touw en haakje)

## Werkwijze

Vul een potje volledig met zand. Het andere potje vul je voor minder dan de helft met zand.

1. Ga zo hoog mogelijk staan en laat de potjes gelijktijdig vallen vanuit één hand. Wat zie je?
2. Herhaal het proefje en meet de tijd tussen het loslaten en het vallen op de grond van de potjes aan de hand van de chronometer. Wat stel je vast?
3. Hang de potjes beurtelings aan een parachute en meet de tijd tussen het loslaten en het vallen op de grond van de potjes aan de hand van de chronometer. Wat stel je vast?



Klassiek 'proefje' wordt onderzoeksactiviteit



Onderzoeksactiviteiten en conceptuele verandering



De proef met de parachute

Zie ook: [Valkuilen bij 'wow-proefjes'](#)



## (2) Parachute - Klassiek 'proefje' en onderzoekend leren

---

### KLASSIEK 'PROEFJE' WORDT ONDERZOEKSACTIVITEIT

Een proefje waarbij een wetenschappelijk concept gevisualiseerd wordt is daarom nog geen activiteit waarbij 'onderzoekend leren' centraal staat. Er wordt immers ook niet altijd vertrokken vanuit een onderzoeksvraag bij dergelijke proefjes. Dergelijke activiteiten kunnen echter wel een ideaal startpunt zijn voor een onderzoeksactiviteit, doordat ze de nieuwsgierigheid van de kinderen prikkelen. Dit maakt de weg vrij om vervolgens het onderzoekend leren te stimuleren.

Alles begint hierbij met het formuleren van een goede **onderzoeksvraag**.

*Bijvoorbeeld: Heeft het gewicht van een voorwerp een invloed op de valsnelheid?*

Dergelijke vraag zet kinderen aan tot denken en het stimuleren van onderzoeksvaardigheden.

### ORIËNTATIEFASE: WAT MOETEN WE PRECIES ONDERZOEKEN?

*Voorbeeld: Het effect van het gewicht van een voorwerp op de valsnelheid.*

### VERKENNINGSFASE: HOE GAAN WE DIT ONDERZOEKEN? WAT DENK JE DAT ER ZAL GEBEUREN EN WAAROM?

- Hier krijgen kinderen vanuit de onderzoeksvraag de mogelijkheid voorspellingen en hypothesen te formuleren. Een voorspelling is een bewering over het resultaat van het onderzoek. Een hypothese is een algemene stelling over een theorie die van toepassing is in het onderzoek.

*Voorbeeld: kinderen (en volwassenen) gaan er vaak vanuit dat een zwaar voorwerp sneller zal vallen dan een lichter voorwerp. Dit is de voorspelling die*



*ze vooropstellen, waarbij hun hypothese eruit bestaat dat een groter gewicht leidt tot een grotere valsnelheid.*

- Tevens gaan kinderen zelf een onderzoek plannen. Ze denken na over hoe ze de onderzoeksvraag gaan oplossen.

*Voorbeeld: Eén variabele, namelijk het gewicht van het voorwerp variëren. Het voorwerp moet gelijkaardig zijn van vorm, enkel het gewicht mag variëren. Bijvoorbeeld een zelfde potje wordt eens gevuld met veel zand en eens met weinig zand.*

*Hoe gaan we de valsnelheid meten? Met chronometer vanaf het moment van loslaten tot de parachute de grond raakt? Vanaf welke hoogte moet dit gebeuren? Hoeveel herhalingen moeten gedaan worden om een betrouwbaar resultaat te bekomen? Wie gaat loslaten, wie gaat de chronometer hanteren?*

## **UITVOERINGSFASE: OP ONDERZOEK! VOER UIT!**

Het onderzoek wordt nauwkeurig uitgevoerd zoals gepland.

## **HERSTRUCTURERINGSFASE: REFLECTIE. WAT KUNNEN WE BESLUITEN?**

Vanuit de onderzoeksresultaten wordt een besluit getrokken.

Er wordt gereflecteerd over het onderzoeksproces en over de bekomen onderzoeksresultaten.

- De onderzoeksresultaten worden geïnterpreteerd en er wordt getracht om het concept te verklaren. Hierbij kan er worden teruggekoppeld naar de gemaakte voorspelling.

*Voorbeeld: de waarnemingen of metingen worden vergeleken voor het zware en lichte potje. Er worden geen verschillen in valsnelheid vastgesteld tussen het zware en lichte potje. Dit komt niet overeen met de veronderstelling dat het zware potje sneller zal vallen dan het lichte potje. Het is wel in overeenstemming met de wetenschappelijke theorie die stelt dat het gewicht van een voorwerp geen invloed heeft op de valsnelheid (wanneer de wrijving verwaarloosd kan worden).*

- Ook het onderzoeksproces wordt besproken. Zo kan besloten worden dat het uitgevoerde onderzoek geen duidelijk antwoord geeft op de onderzoeksvraag. Het onderzoek kan dan hernomen worden waarbij men op een verbeterde manier op zoek gaat naar een antwoord.

*Voorbeeld: meermaals kan besloten worden dat het onderzoek dat werd uitgevoerd geen duidelijk antwoord biedt op de gestelde onderzoeksvraag. Telkens wordt op zoek gegaan naar een betere manier om de onderzoeksvraag te onderzoeken, bijvoorbeeld:*

*moment van loslaten is niet hetzelfde: potjes laten vallen vanuit twee handen wordt potjes laten vallen uit één hand;*

*moment van loslaten is nog niet hetzelfde: potjes laten vallen vanuit één of twee handen wordt potjes laten vallen door ze gelijktijdig een duwtje te geven vanop de tafel;*

*Moment van loslaten is nu hetzelfde.*

In vergelijking met een klassiek proefje wordt bij een onderzoeksactiviteit de kennis omtrent wetenschappelijke concepten enerzijds en onderzoeksvaardigheden anderzijds niet los van elkaar aangeboden. Behalve het visualiseren van een concept, zoals valsnelheid, gaat ook aandacht naar onderzoeksvaardigheden, zoals voorspellingen maken, plannen en onderzoeken, analyseren en interpreteren van observaties. Maar het begrijpen en leren van concepten is ook bij onderzoekend leren het geval: [onderzoeksactiviteiten en conceptuele verandering](#).

Voor een meer uitgebreide bespreking van een voorbeeld van een onderzoeksactiviteit met specifieke aandacht voor onderzoeksvaardigheden:

[Een voorbeeld van onderzoekend leren](#)

Voor didactische tips bij het begeleiden van een onderzoeksactiviteit:

[Wat doet de leerkracht? Wat doen de leerlingen?](#)

[Onderzoeksvaardigheden observeren bij kinderen](#)





## (2) Parachute - Klassiek 'proefje' en onderzoekend leren

---

### ONDERZOEKSACTIVITEITEN EN CONCEPTUELE VERANDERING

Een onderzoeksactiviteit maakt het begrijpen en leren van wetenschappelijke concepten mogelijk. Belangrijke voorwaarden daartoe zijn: actief denken en handelen van de kinderen. Het louter uitvoeren van een proefje blijkt ontoereikend om het leren van concepten te realiseren. Kinderen moeten de kans krijgen om hun onderzoeksactiviteiten te bespreken, interpreteren en bediscussiëren.

Zo is het belangrijk dat kinderen hun veronderstellingen onder woorden brengen en het er samen kunnen over hebben. Binnen een onderzoeksactiviteit wordt dit mogelijk gemaakt doordat kinderen eerst bij zichzelf nagaan wat ze denken dat er zal gebeuren en waarom. Vaak vormen de veronderstellingen van kinderen zogenaamde misconcepties, bv. de overtuiging dat een zwaar voorwerp sneller zal vallen dan een licht voorwerp. Een misconceptie is de foutieve of onsamenhangende voorkennis die kinderen hebben over een wetenschappelijk concept, zoals de valsnelheid.

Na het uitvoeren van een onderzoek, namelijk bij het formuleren van een besluit, kan teruggekoppeld worden naar de eigen veronderstellingen. Hierdoor kan een botsing ontstaan tussen de eigen vaak foutieve voorkennis en de onderzoeksresultaten. Dit kan tot conceptuele verandering leiden: misconcepties maken plaats voor wetenschappelijke kennis. **Voorkeur voor bevestiging** kan hierbij een belangrijk obstakel vormen: kinderen zijn geneigd vast te houden aan de eigen veronderstellingen en bijgevolg de onderzoeksresultaten te negeren en de eigen kennis te bevestigen.

*Voorbeeld: kinderen kunnen veronderstellen dat een zwaar voorwerp sneller zal vallen dan een licht voorwerp. Ze gaan daarbij uit van de hypothese dat een groter gewicht leidt tot een grotere valsnelheid. De onderzoeksresultaten geven echter aan dat er geen verschil is in valsnelheid tussen een licht en een zwaar voorwerp. Het gevaar bestaat dat ondanks dat kinderen geen tijdsverschil waarnemen of meten, toch vasthouden aan hun overtuiging dat een zwaar voorwerp sneller valt dan een licht voorwerp.*

Om tot conceptuele verandering te komen speelt ook sociale interactie tussen kinderen een grote rol. Het botsten tussen de eigen kennis en de kennis van anderen biedt ook kansen tot het ontstaan van nieuwe, wetenschappelijke kennis.

Als leerkracht is het belangrijk stil te staan bij het bestaan van misconcepties. Typische

voorbeelden van misconcepties bij kinderen kan je vinden in de review ‘Concepten van kinderen over natuurwetenschappelijke thema’s’ van Boersma, van Graft en Knippels (2003) ([www.eцент.nl](http://www.eцент.nl)). Maar als leerkracht moet je je ook bewust zijn van het mogelijk ontstaan ervan vanuit de klaspraktijk. Niet alleen de voorkennis van kinderen kan foutief of onsamenhangend zijn, het is ook mogelijk dat proefjes leiden tot het ontstaan van misconcepties.

*Een typisch voorbeeld van een misconceptie vanuit een klassiek ‘proefje’ vormt het idee van het zinken van een steen in water. In een activiteit over drijven en zinken worden vaak allerlei voorwerpen aangeboden, waaronder een steen. De aangeboden steen zal doorgaans zinken wanneer deze in het water wordt gebracht. Hierdoor ontstaat bij kinderen de overtuiging dat alle stenen zinken, terwijl dit besluit zich beperkt tot dit specifiek proefje met een bepaalde steen. Er is helemaal geen sprake van een wetenschappelijke theorie die stelt dat stenen zinken. Het zinken of drijven van een voorwerp gebeurt immers onder invloed van de massadichtheid van een voorwerp en deze is niet voor alle stenen dezelfde. Bijvoorbeeld een puimsteen vertoont een heel wat kleinere massadichtheid dan een kiezelsteen: het is dan ook goed mogelijk dat een stukje puimsteen zal drijven op het wateroppervlak, terwijl een kiezelsteen zal zinken.*

## (2) Parachute - Klassiek 'proefje' en onderzoekend leren

### DE PROEF MET DE PARACHUTE



*In het proefje met de potjes hebben de kinderen kunnen vaststellen dat gewicht geen invloed heeft op de valsnelheid van de potjes (zie [Inleiding](#)).*

*Maar wat gebeurt er nu als we een vel A4 papier verfrommelen tot een prop en de valsnelheid hiervan vergelijken met de valsnelheid van een niet verfrommeld blad papier?*

*Het gewicht is in dit geval hetzelfde, maar de vorm niet. We stellen dan vast dat er wel een verschil is in valsnelheid. Dus blijktbaar speelt de vorm (oppervlakte) wel een rol. Dit komt dan vooral omdat de luchtweerstand hier niet meer te verwaarlozen is. Het effect van de luchtweerstand is groter op het niet verfrommelde vel papier in vergelijking met de prop.*

*Wanneer de kinderen de potjes met verschillend gewicht aan een parachute hangen, dan zullen ze merken dat er wel een verschil is in valsnelheid. De kinderen stellen vast dat het*

*zware potje nu wel sneller op de grond valt dan het lichte potje. De luchtweerstand heeft een grote invloed op de parachute en is in dit geval dus niet meer te verwaarlozen. In het geval van het zware potje wordt de valsnelheid dan minder afgeremd dan bij het lichte potje.*

Als leerkracht is het belangrijk een verschil te maken tussen een besluit op basis van een onderzoek en een algemene wetenschappelijke theorie. In wetenschappen bestaat er in principe maar één correct antwoord voor een onderzoeksvraag, namelijk het wetenschappelijk concept. Het is met jonge kinderen echter vooral belangrijk te focussen op het kennismaken met wetenschappelijke concepten vanuit de waarneming en op basis hiervan het formuleren van besluiten enkel op basis van onderzoeksresultaten. Kinderen zijn vaak geneigd om een antwoord te geven op basis van hun eerdere veronderstellingen en de resultaten uit het onderzoek te negeren. Hierbij speelt de **voorkeur voor bevestiging** mee. Verklaringen vormen een bijkomende stap. Bijvoorbeeld: *het verklaren waarom de parachute leidt tot een verschillende valsnelheid voor het lichte en zware potje op basis van luchtweerstand.*



## (3) ICT simulatieprogramma Systematisch en planmatig onderzoeken



### INLEIDING

In 2005 werden de **eindtermen 'natuur'** onderworpen aan een peiling. De resultaten van de **peiling 'natuur'** geven aan dat kinderen uit de lagere school de basis hebben verworven voor onderzoeksvaardigheden, zoals waarnemen, die van hen verwacht worden vanuit de eindtermen. Maar er zijn wel aanwijzingen dat het systematisch en planmatig uitvoeren van een praktische proef door te weinig leerlingen wordt beheerst. De peilingen geven aan dat het voor kinderen niet gemakkelijk is om vanuit een onderzoeksvraag te komen tot een goed uitgevoerd onderzoek dat bewijsmateriaal oplevert voor het beantwoorden van die specifieke onderzoeksvraag. Een belangrijk obstakel vormt de voorkeur voor bevestiging van kinderen. Een cruciale, eerste stap in het onderzoeksproces is het identificeren van de juiste variabelen in de onderzoeksvraag.



  Controleren van variabelen

   Voorkeur voor bevestiging



Scherf 1: Inleiding

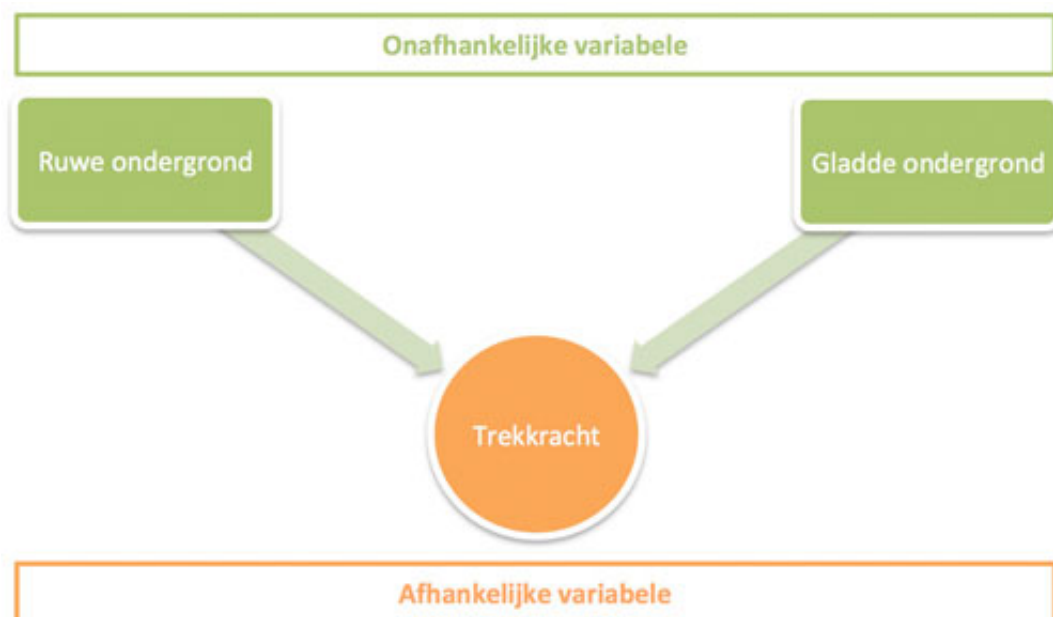
## (3) ICT simulatieprogramma

### Systematisch en planmatig onderzoeken

#### CONTROLLEREN VAN VARIABELEN

In de literatuur over wetenschapsonderwijs wordt vaak gefocust op de vaardigheid van kinderen om variabelen te controleren. Dit houdt in dat kinderen in staat zijn om variabelen en hun onderlinge relatie te herkennen en te onderzoeken. Deze vaardigheid is een essentieel onderdeel bij het opstellen en uitvoeren van een wetenschappelijk onderzoek. **Onderzoekend leren** stelt dat kinderen leren vanuit een onderzoeksvraag waarop ze een antwoord zoeken op basis van onderzoeksresultaten. Dit kan op een ondubbelzinnige manier gebeuren wanneer kinderen **inzicht hebben in de variabelen die een invloed hebben op het resultaat van een onderzoeksvraag**. Een voorbeeld van een onderzoeksvraag waarbij kinderen deze vaardigheid moeten toepassen is: *Wat is de invloed van de ondergrond op de kracht die nodig is om een kast weg te trekken?*

In deze onderzoeksvraag kan een onafhankelijke en een afhankelijke variabele worden herkend. De **onafhankelijke variabele** is de variabele waarvan vermoed wordt dat deze een invloed uitoefent. Het is de variabele die wordt gemanipuleerd bij het onderzoeken. *In het voorbeeld is dit de ondergrond waarop de kast staat.* De waarde of toestand van de **afhankelijke variabele** kan door manipulatie van de onafhankelijke variabele veranderen. *In het voorbeeld is dit de kracht die nodig is om de kast weg te trekken.*



Het is belangrijk dat bij het onderzoeken gefocust wordt op de variabelen die aan bod komen in de onderzoeksvraag. Om na te gaan wat de invloed is van de onafhankelijke variabele op de afhankelijke variabele, moeten andere variabelen constant gehouden worden. *In het geval van het voorbeeld, betekent dit dat enkel de ondergrond mag worden gewijzigd en niet het gewicht van de kast.*

Het is belangrijk dat leerkrachten zich ervan bewust zijn dat het voor kinderen vaak moeilijk is om een onderzoeksvraag te interpreteren: Wat wordt er precies gevraagd? Welke variabelen worden centraal gesteld? Welke variabele moet gemanipuleerd worden? Moeten er variabelen constant gehouden worden? Enz. **Het kiezen van de juiste variabelen is een cruciale stap in het onderzoeksproces** van de kinderen. Eenmaal dit gebeurd is, wordt het een stuk gemakkelijker om een onderzoeksplan op te stellen, omdat men ook weet wat men moet gaan onderzoeken.

Opgelet: In een onderzoeksvraag zijn de variabelen niet steeds expliciet vermeld. Voorbeelden van dergelijke onderzoeksvragen zijn: *“Hoe kan je grotere zeepbellen maken?”* en *“Hoe kan je een kiemplantje goed laten groeien?”*. Ook bij dergelijke onderzoeksvragen is het controleren van variabelen aan de orde. Het **systematisch manipuleren van telkens één variabele** en het **identificeren van afhankelijke en onafhankelijke variabelen** zijn essentiële vaardigheden om een ondubbelzinnig antwoord te kunnen formuleren.

Een **ICT simulatieprogramma** kan een zinvolle bijdrage leveren in de klaspraktijk voor het aanleren van het controleren van variabelen door kinderen uit de lagere school.



## (3) ICT simulatieprogramma Systematisch en planmatig onderzoeken

---

### VOORKEUR VOOR BEVESTIGING

De voorkeur voor bevestiging manifesteert zich in de neiging van kinderen om enkel aandacht te besteden aan de vooropgestelde overtuiging uit de onderzoeksvraag of de eigen veronderstellingen. Dit kan gevolgen hebben voor:



Het opstellen van een onderzoek



Het formuleren van een besluit



Scherf 3: Voorkeur voor bevestiging



## (3) ICT simulatieprogramma

# Systematisch en planmatig onderzoeken

---

### HET OPSTELLEN VAN EEN ONDERZOEK

De voorkeur voor bevestiging manifesteert zich in de neiging van kinderen om enkel aandacht te besteden aan de vooropgestelde overtuiging uit de onderzoeksvraag of de eigen veronderstellingen. Zowel de manier waarop een onderzoeksvraag geformuleerd is als de veronderstellingen van de kinderen zelf kunnen er voor zorgen dat een experiment zo wordt opgesteld dat een gewenst resultaat wordt bevestigd, terwijl het **controleren van variabelen** wordt genegeerd.

In het bijzonder wanneer een onderzoeksvraag een positief resultaat nastreeft, blijken kinderen het controleren van variabelen niet toe te passen. Kinderen zoeken dan eerder naar een bevestiging van de positieve veronderstelling in plaats van een correct onderzoek op te stellen in overeenstemming met de onderzoeksvraag. De kinderen zijn geneigd niet de onafhankelijke variabele te manipuleren, maar te onderzoeken of de onafhankelijke variabele ook leidt tot een positief resultaat in andere situaties.

Een voorbeeld van een onderzoeksvraag die een positief resultaat nastreeft is: *Klopt het dat er minder hard moet getrokken worden aan een kast op een gladde ondergrond? De positieve verwachting is hier dat er minder hard moet getrokken worden op een gladde ondergrond. Vanuit de onderzoeksvraag zou de ondergrond als onafhankelijke variabele moeten worden gemanipuleerd, namelijk glad of ruw. Kinderen zijn daarentegen geneigd een onderzoek op te stellen waarbij ze onderzoeken of het verplaatsen van andere kasten ook goed lukt op de gladde ondergrond. Op die manier geven ze echter geen antwoord op de onderzoeksvraag.*

*Of: Groeien plantjes beter in het zonlicht? De kans is dus groot dat kinderen niet de onafhankelijke variabele zullen manipuleren, nl. veel zonlicht of weinig of geen zonlicht, maar verschillende plantjes zullen testen op het groeien in het zonlicht.*

Het is belangrijk dat leerkrachten zich ervan bewust zijn dat het voor kinderen vaak moeilijk is om een onderzoeksvraag te interpreteren en dat ze daarbij kunnen afgeleid worden door een gewenst resultaat. De manier waarop een onderzoeksvraag voorgesteld wordt aan de kinderen, kan bepalend zijn voor de aanpak van een onderzoek door de kinderen. Ook de eigen veronderstellingen van de kinderen mogen niet uit het oog verloren worden en worden het best uitgesproken. De literatuur geeft aan dat wetenschapslessen op basis van **een**

**onderzoekscyclus** effectief kunnen zijn om kinderen het controleren van variabelen bij te brengen. Dit kan in de vorm van **een ICT simulatieprogramma**.



Scherf 4: Het opstellen van een onderzoek



## (3) ICT simulatieprogramma

# Systematisch en planmatig onderzoeken

---

### HET FORMULEREN VAN EEN BESLUIT

Wanneer kinderen vanuit een onderzoeksvraag een correct onderzoek opstellen door de juiste variabelen te identificeren en te onderzoeken, dan duikt vaak vanuit de voorkeur voor bevestiging een tweede probleem op. Kinderen zijn geneigd hun onderzoeksresultaten te negeren wanneer deze de eigen of de vooropgestelde overtuiging uit de onderzoeksvraag ontkennen. Dit betekent dat ze bij het trekken van een besluit uit een onderzoek, en dus het beantwoorden van een onderzoeksvraag, vasthouden aan de eigen of vooropgestelde veronderstelling en de onderzoeksresultaten naast zich neerleggen.

*Bijvoorbeeld: Stel dat er gevraagd wordt of gewicht van een kind een rol speelt bij de snelheid van het heen en weer schommelen op een schommel. In een correct onderzoek zal het gewicht worden gevarieerd, namelijk licht of zwaar. De onderzoeksresultaten van dit onderzoek zullen aangeven dat gewicht geen rol speelt bij de snelheid van het heen en weer schommelen. De onderzoeksresultaten ontkennen dus het verwachte resultaat en toch is de kans groot dat kinderen de neiging vertonen om de eerdere veronderstelling als besluit te formuleren, namelijk dat gewicht wel een rol speelt bij de snelheid van het heen en weer slingeren.*

Het vasthouden aan eerdere veronderstellingen bij het formuleren van besluiten door kinderen is een belangrijk element om mee te nemen als leerkracht. Bij onderzoekend leren staat afstemming tussen onderzoeksvraag en besluit (theorie) aan de hand van onderzoeksresultaten centraal. De onderzoeksresultaten vormen bewijsmateriaal dat het mogelijk maakt om een onderzoeksvraag te beantwoorden en uiteindelijk te komen tot een 'wetenschappelijk' verantwoord besluit. De literatuur geeft aan dat wetenschapslessen aan de hand van **een onderzoekscyclus** kunnen helpen om kinderen te leren onderzoeken met aandacht voor deze afstemming. Dit kan aan de hand van een [ICT simulatieprogramma](#). Het gevolg is dat kinderen besluiten eerder formuleren op basis van onderzoeksresultaten dan op basis van gewenste resultaten. De eigen veronderstellingen kunnen daarbij meegenomen worden, wanneer de kinderen nagaan of deze in overeenstemming zijn met de gevonden resultaten uit het onderzoek.







## (3) ICT simulatieprogramma Systematisch en planmatig onderzoeken

---

### ICT SIMULATIEPROGRAMMA

ICT kan een leermiddel zijn voor kinderen bij het leren van het wetenschappelijk onderzoeksproces en meer bepaald het **controleren van variabelen**. Voorbeelden van ICT simulatieprogramma's die focussen op het aanleren van het controleren van variabelen zijn te vinden op de website van Universiteit Twente ([www.utwente.nl](http://www.utwente.nl)). Bij het gebruik van deze programma's is het belangrijk dat er begeleiding plaatsvindt. Deze begeleiding kan gebeuren door een leerkracht of door leerlingen onderling door middel van **samenwerkend leren**.

Op de website van het Expertisecentrum Wetenschappelijk Denken van KATHO ([www.wetenschappelijkdenken.be](http://www.wetenschappelijkdenken.be)) kan je ICT simulatieprogramma's vinden waarbij ondersteuning ingebouwd is. Dit betekent dat kinderen zelfstandig aan de slag kunnen met deze programma's. De programma's maken gebruik van de fasen van **de onderzoekscyclus** om kinderen het controleren van variabelen bij te brengen. Vanuit een onderzoeksvraag worden kinderen gevraagd om de juiste variabelen te identificeren en te onderzoeken. In elke fase wordt specifieke ondersteuning aangeboden, zoals de vragen "Wat moet je doen?" en "Hoe pak je het aan?". Ook remediëring is ingebouwd, zodat kinderen feedback krijgen bij een correct of fout antwoord.

ICT simulatieprogramma's op basis van de fasen van de onderzoekscyclus worden in de literatuur ook effectief bevonden om kinderen te leren aandacht hebben voor de afstemming tussen onderzoeksvraag, onderzoeksresultaten, besluit en eventueel eigen veronderstellingen. Wetenschapslessen aan de hand van de onderzoekscyclus leiden tot onderdrukking van de impulsiviteit van kinderen: De kinderen gaan dan systematischer en planmatiger te werk waarbij ook hun **voorkeur voor bevestiging** kan worden getackeld. Bij de ICT simulatieprogramma's van het Expertisecentrum Wetenschappelijk Denken ([www.wetenschappelijkdenken.be](http://www.wetenschappelijkdenken.be)) doorlopen kinderen de verschillende fasen van de onderzoekscyclus met voor iedere fase specifieke ondersteuning en remediëring.



Door het veelvuldig doorlopen van de onderzoeksproces kunnen kinderen zich de systematiek van het wetenschappelijk onderzoeksproces eigen maken. Om dit mogelijk te maken zijn er ook ICT simulatieprogramma's die de ondersteuning bij de fasen van de onderzoeksproces gradueel afbouwen naarmate het leerproces vordert. Dit betekent dat iedere keer wanneer een nieuwe probleemstelling wordt voorgesteld een grotere verantwoordelijkheid en controle aan de kinderen wordt overgedragen. Voorlopig zijn dergelijke tools nog niet beschikbaar op de Nederlandstalige markt.



## (4) Superbellen - Eén variabele manipuleren

---

Kinderen kunnen in kleine groepjes verschillende combinaties uitproberen, maar waarbij telkens maar één grondstof wordt gevarieerd!

Het is belangrijk dat kinderen hun experimenten zelf plannen en het onderzoek zelf uitvoeren om een antwoord te vinden op een onderzoeksvraag, zelfs al is het nog niet goed doordacht en opgezet. Als leerkracht is het belangrijk om het onderzoeksproces te begeleiden en kinderen te wijzen op de mogelijke problemen die optreden tijdens het onderzoek.

*Bijvoorbeeld: bij het zoeken naar een recept voor grotere bellen meer dan één variabele variëren ten opzicht van het eerste recept, bv. zowel de hoeveelheid afwasmiddel als de hoeveelheid glycerine wijzigen (kwantitatief) of een ander afwasmiddel gebruiken en een andere soort water (kwalitatief).*

Kinderen zullen bij het opstellen van een experiment meestal onbewust experimenten uitvoeren waarbij meerdere variabelen gevarieerd worden, terwijl er bij een wetenschappelijk verantwoord experiment slechts één variabele mag gemanipuleerd worden. Door jonge kinderen via onderzoeksactiviteiten hier meermaals mee te confronteren, zullen zij deze theorie langzamerhand onder de knie krijgen.



Voorbeeld:

- *De kinderen manipuleren in hun zoektocht naar het recept voor de grootste bellen enkel de soort water. Ze houden zich aan het oorspronkelijke recept en wijzigen enkel de soort water. Op die manier komen ze te weten of de soort water verantwoordelijk is voor de grootte van de bellen.*
- *De kinderen manipuleren de hoeveelheid glycerine, terwijl ze de aard en de hoeveelheid van de andere grondstoffen ongewijzigd laten. Hierdoor kunnen ze nagaan of een grotere hoeveelheid glycerine leidt tot grotere bellen.*

Zie ook: [Controleren van variabelen](#)

## (4) Superbellen Eén variabele manipuleren



### INLEIDING

#### Materiaal

- Een koffielepel
- Een eetlepel
- Plastieken bekers
- Stiften om op je bekers te schrijven
- Iets waarmee je bellen kan blazen (eventueel zelf gemaakt)
- Notitieboekje om je recepten in op te schrijven

#### Grondstoffen

- Afwasmiddel (best verschillende merken)
- Glycerine (te koop bij de apotheek)
- Water, bv. kraantjeswater, flessenwater, gedemineraliseerd water enz.

	afwasmiddel	glycerine	water	Resultaat
<b>Recept 1</b>	1 eetlepel	1 koffielepel	10 eetlepels kraantjeswater	
...				
...				

**Onderzoeksvraag:** Hoe kan je de bellen groter maken?

In hun zoektocht naar een antwoord op de onderzoeksvraag, voegen kinderen spontaan allerlei combinaties van de grondstoffen samen tot telkens een nieuw recept.



Eén variabele manipuleren

## (5) Helling

### Afhankelijke en onafhankelijke variabelen identificeren

---



## INLEIDING

### Materiaal

Een helling waarvan volgende zaken gevarieerd kunnen worden:

- Hellingsgraad
- Ondergrond
- Vertrekpositie van de bal

Op het einde van het loopvlak zit een flitspaalsysteem dat een geluidje produceert wanneer de snelheid van de bal hoog is. Het belletje rinkelt enkel bij hoge hellingsgraad, gladde ondergrond en hoge vertrekpositie van de bal.

**Onderzoeksvraag:** Hoe kan je het belletje laten rinkelen aan het einde van de helling?

De kinderen kunnen experimenteren met de helling en uitzoeken hoe ze het belletje kunnen doen rinkelen. Hierbij moeten de kinderen een aantal variabelen manipuleren (hellingsgraad, ondergrond, vertrekpositie van de bal) om het gewenste resultaat te bekomen.



Afhankelijke en onafhankelijke variabelen identificeren



Scherm 1: Inleiding





## (5) Helling

# Afhankelijke en onafhankelijke variabelen identificeren

---

### AFHANKELIJKE EN ONAFHANKELIJKE VARIABELEN IDENTIFICEREN

In de zoektocht naar een antwoord op een onderzoeksvraag is **het controleren van variabelen** een eerste stap. Inzicht in wat er gevraagd wordt, welke variabelen daarbij gemanipuleerd moeten worden en welke variabele de uitkomst vormt, is een onontbeerlijke vaardigheid bij onderzoekend leren.

*Bijvoorbeeld: Het resultaat dat de kinderen moeten bereiken is het rinkelen van het belletje. Het rinkelen is dus de afhankelijke variabele. Het belletje rinkelt of het rinkelt niet wanneer een bal naar beneden rolt van de helling. Aan de helling kunnen drie zaken gevarieerd worden. Deze drie zaken zijn de onafhankelijke variabelen die de kinderen kunnen manipuleren opdat het belletje zou rinkelen.*

In de eerste plaats moeten kinderen inzicht krijgen in deze afhankelijkheidsrelatie tussen de afhankelijke variabelen (het rinkelen van het belletje) enerzijds en de drie onafhankelijke variabelen anderzijds. Vervolgens moeten de kinderen op zoek naar een manier om het gevraagde resultaat te bereiken, namelijk het belletje laten rinkelen. Dit kan via ‘trial-and-error’, maar dit kan ook systematisch waarbij de kinderen telkens **één variabele manipuleren** en inzicht krijgen in de uitkomst van de verschillende onafhankelijke variabelen. Het gevraagde resultaat, namelijk het rinkelen van het belletje, is het resultaat van een manipulatie van de drie variabelen samen.

*Bijvoorbeeld: de hellingsgraad is klein, de ondergrond is gras en de bal vertrekt bovenaan de helling. Het resultaat is dat het belletje niet rinkelt. Vervolgens wijzigen de kinderen de hellingsgraad naar groter, terwijl ze de andere variabelen constant houden. Het belletje rinkelt nog steeds niet, maar de kinderen ontdekken dat de bal verder rolt, wanneer de hellingsgraad groter is. De kinderen kiezen ervoor om de hellingsgraad groot te houden, maar ze verwijderen ditmaal het gras. Het vertrekpunt van de bal blijft bovenaan de helling. De bal rolt op deze manier sneller en bijgevolg verder. Het belletje rinkelt.*

*Een andere mogelijke onderzoeksopdracht is om de kinderen te laten uitzoeken*

*welke bal, een zware tennisbal of een lichte tennisbal, het snelst de helling afrolt. De kinderen moeten hierbij dan zelf uitzoeken hoe ze dit probleem aanpakken. Een ondubbelzinnig antwoord op deze vraag kunnen ze geven door voor beide ballen dezelfde opstelling te kiezen, dus dezelfde hellingsgraad, dezelfde ondergrond en hetzelfde vertrekpunt.*

Op de website van de Universiteit Twente ([www.utwente.nl](http://www.utwente.nl)) vind je een ICT simulatieprogramma dat een activiteit omvat over het controleren van variabelen aan de hand van een helling en bal. Op basis van drie onafhankelijke variabelen worden de kinderen gevraagd om na te gaan wanneer de bal het verst rolt. Meer informatie over het gebruik van ICT simulatieprogramma's vind je [hier](#).



Scherf 2: Afhankelijke en onafhankelijke variabelen identificeren

## (6) Raket - Valkuilen bij 'wow-proefjes'



### INLEIDING

#### Materiaal

1. Azijn (10cl)
2. Bakpoeder (50g)
3. Balans
4. Maatbeker
5. Plastic flesje
6. Kurk met zelfgemaakte raket

#### Werkwijze

Breng 50g bakpoeder in het plastic flesje. Voeg er voorzichtig 10cl azijn aan toe. Sluit snel het flesje af met de kurk en de zelfgemaakte raket. Neem afstand en kijk wat er gebeurt (het kan even duren).

Vlaanderen streeft naar een grotere doorstroom van leerlingen naar wetenschappelijke en technische studierichtingen. Leerkrachten, ook in het basisonderwijs, worden bijgevolg aangespoord om wetenschappen en techniek extra aantrekkelijk te brengen in hun klas. Het lanceren van een raket biedt een antwoord op het beoogde wow-effect bij kinderen. Of dit ook leidt tot een langetermijneffect met een grotere doorstroom tot gevolg is maar de vraag. Maar verder moet ook de vraag gesteld worden wat kinderen leren uit zo'n wow-proefje.



'Proefje doen' en onderzoekend leren



Misconcepties en samenwerkend leren





## (6) Raket - Valkuilen bij 'wow-proefjes'

---

### 'PROEFJE DOEN' EN ONDERZOEKEND LEREN

Het lanceren van een raket houdt vaak niet meer in dan een 'proefje doen'. De kinderen voeren de vooropgestelde stappen uit en kijken wat er gebeurt. Er is dus sprake van **actief handelen**, maar de **onderzoeksvaardigheden** van de kinderen worden maar beperkt aangesproken. Zo is er bijvoorbeeld geen sprake van voorspellen, plannen of onderzoeksresultaten interpreteren. De voorwaarden van **onderzoekend leren** stellen dat kinderen leren vanuit een onderzoeksvraag waarop ze een antwoord zoeken door het verzamelen van bewijsmateriaal, bijvoorbeeld meetresultaten. Dit proefje beantwoordt hier niet aan, maar het spreekt het wel tot de verbeelding van kinderen.

Een 'wow-proefje', zoals het lanceren van een raket, kan gebruikt worden als een aantrekkelijk vertrekpunt bij onderzoekend leren. Na uitvoering ervan kunnen één of meerdere **onderzoeksvragen** gesteld worden. Dit kan door de kinderen zelf gebeuren, aangezien een dergelijk experiment vragen kan oproepen, zoals:

- *Kunnen we de raket nog hoger laten vliegen?*
- *Lukt het ook om de raket te lanceren met bakpoeder en water?*
- *Vliegt de raket hoger als we de raket lichter maken?*
- *Wat gebeurt er met de raket als we meer azijn aan de bakpoeder toevoegen?*
- ...

Vanuit een onderzoeksvraag kan vervolgens een onderzoek worden uitgevoerd waarbij één of meerdere fasen van het wetenschappelijk onderzoeksproces worden doorlopen: **klassiek 'proefje' wordt onderzoeksactiviteit**. Op deze manier worden een groter aantal onderzoeksvaardigheden aangesproken. Terwijl initieel enkel het uitvoeren van een experiment centraal staat, worden nu minstens ook het stellen van vragen en het **formuleren van besluiten** toegepast.

De literatuur geeft aan dat aandacht voor het trekken van besluiten op basis van waarnemingen ook effectief is voor het leren van **wetenschappelijke concepten**, zoals een gas in dit experiment. Dit sluit aan bij de bevinding dat actieve constructie nodig is om tot een begrip van kennis te komen. In het geval van onderzoekend leren vindt deze actieve constructie plaats door het formuleren van besluiten op basis van onderzoeksresultaten, zoals waarnemingen maar ook meetresultaten.

*Stel dat de kinderen onderzoeken of de raket ook gelanceerd kan worden door*

*aan bakpoeder water toe te voegen in plaats van azijn. De kinderen zullen waarnemen dat er niets gebeurt wanneer ze evenveel water in plaats van azijn toevoegen aan het bakpoeder. Vanuit deze waarneming kunnen de kinderen besluiten en leren dat niet alle stoffen door samenvoeging tot een chemische reactie leiden waarbij een gas kan worden gevormd.*

De verdieping van een ‘wow-proefje’ door middel van onderzoeksvragen daagt kinderen uit om **actief te denken**, wat een belangrijke voorwaarde is voor effectief onderzoekend leren. De kans dat nieuwe kennis ontstaat, vergroot immers wanneer kinderen de kans krijgen om te **redeneren over wat ze waarnemen**. Ook **discussiëren** speelt daarbij een cruciale rol, bijvoorbeeld als effectieve klaspraktijk ten aanzien van **misconcepties en conceptuele verandering**. Dit laatste wijst op het belang van **samenwerkend leren** tijdens onderzoekend leren.





## (6) Raket - Valkuilen bij 'wow-proefjes'

---

### MISCONCEPTIES EN SAMENWERKEND LEREN

In het geval van het lanceren van een raket, maken kinderen kennis met een chemische reactie, waarbij een gas wordt gevormd dat wil ontsnappen doordat de gasdeeltjes weg van elkaar bewegen. Het **wetenschappelijk concept** 'gas' wordt dus geïllustreerd met mogelijke leereffecten voor deze wetenschappelijke kennis tot gevolg.

Kinderen hebben reeds ideeën over wetenschappelijke concepten, zoals een gas. Deze ideeën zijn doorgaans eerder naïef, onsamenhangend en soms zelfs foutief. Zo'n ideeën worden **misconcepties** genoemd. Veel misconcepties ontwikkelen zich al vóór de eerste schooljaren en veranderen niet of nauwelijks in de volwassenheid. Typische voorbeelden van misconcepties kan je vinden in de review *'Concepten van kinderen over natuurwetenschappelijke thema's'* van Boersma, van Graft en Knippels (2003) ([www.eцент.nl](http://www.eцент.nl)).

Wat het concept gas betreft zijn de ideeën van kinderen beperkt onder andere doordat gassen geen visuele kenmerken vertonen. Tijdens een experiment waarbij een gas centraal staat, zoals het lanceren van een raket, kunnen kinderen geen concrete kenmerken van een gas waarnemen. In het geval van een 'wow-proefje', kan verondersteld worden dat het gevaar bestaat dat kinderen hun misconcepties over een gas standhouden, doordat ze afgeleid worden door aantrekkelijke, maar irrelevante waarnemingen, bijvoorbeeld het omhoog vliegen van de raket.

Misconcepties kunnen hardnekkig zijn en kunnen bijvoorbeeld blijven bestaan naast wetenschappelijke kennis wanneer er geen aandacht wordt aan geschonken. De literatuur geeft aan dat actief handelen, zoals het uitvoeren van een experiment, ontoereikend is om de ideeën van kinderen te herstructureren en conceptuele verandering teweeg te brengen. **Conceptuele verandering** houdt in dat uit oude ideeën nieuwe inzichten tot stand komen die aansluiten bij de wetenschappelijke variant van een concept. Hiervoor moeten kinderen bij het uitvoeren van een experiment ook de kans krijgen tot het interpreteren en bediscussiëren van hun waarnemingen. Onderzoekende leren maakt dit mogelijk: **onderzoeksactiviteiten en conceptuele verandering**.

Een 'wow-proefje' kan het vertrekpunt vormen om kinderen te confronteren met hun misconcepties. Vanuit het experiment kunnen kinderen hun ideeën en waarnemingen onder woorden brengen. **Sociale interactie tussen kinderen onderling** zet hen hiertoe aan en leidt bovendien tot confrontatie tussen de eigen ideeën en deze van andere kinderen. Dit

delen van ideeën kan tot gevolg hebben dat kinderen niet langer tevreden zijn met hun eigen ideeën en er nieuwe, wetenschappelijke inzichten ontstaan.

*Bijvoorbeeld: Kinderen zien in de plastic fles de azijn reageren met het bakpoeder. Ze zien ook dat de raket gelanceerd worden.*

- Kind 1: “Ik zie de azijn borrelen. Het borrelen duwt de raket omhoog.”
  - Kind 2: “Ik hoor een sissend geluid.”
  - Kind 3: “De druk wordt te groot in de fles.”
  - Kind 2: “Hoe zie je dat?”
  - Kind 3: “Je kan dat niet zien, maar je hoort het wel, dat sissen.”
  - Kind 1: “Maar waarom vliegt de raket dan weg?”
- Enz.

De kinderen spelen een centrale rol in het leerproces op basis van **samenwerkend leren**: ze luisteren naar elkaar en presenteren hun ideeën, waarna er onderlinge discussie ontstaat over deze ideeën. Belangrijk is dat de leerkracht een leeromgeving creëert die ideeën in de kijker plaatst, terwijl de bron van ondergeschikt belang is. Ook de ideeën van de leerkracht moeten dus bespreekbaar en te verwerpen zijn. Het individuele kind blijft doorheen dit proces trouw aan zijn/haar eigen ideeën, tenzij er redenen opduiken om deze ideeën bij te sturen. De literatuur geeft aan dat concepten geleerd op basis van sociale interactie getuigen van een grotere duurzaamheid en een beperktere contextgebondenheid. Dit betekent dat ze enerzijds een langere tijd na het aanleren van een concept nog kennisvragen kunnen beantwoorden en anderzijds een concept kunnen toepassen in een andere context dan de context waarin het werd geleerd (transfer).

*Bijvoorbeeld: kinderen herkennen het concept gas wanneer een potje water afgedekt met folie op de verwarming geplaatst wordt. Door de warmte gaat het water verdampen en ontstaat waterdamp, wat de gasvormige toestand van water is. Gasdeeltjes nemen een groter volume in, waardoor de folie bol komt te staan.*

Op de website van het Comenius-project STIPPS ([www.stipps.info](http://www.stipps.info)) kan je een leerlijn vinden om lagere schoolkinderen de nodige communicatievaardigheden bij te brengen zodat samenwerkend leren een effectieve klaspraktijk kan worden.

De effectiviteit van samenwerkend leren kan verhoogd worden door het aanbieden van **metacognitieve ondersteuning** die de sociale interactie tussen leerlingen kan stimuleren.





## (7) Muur - Bewust en samen onderzoekend leren

---

### INLEIDING

Uit onderzoeksresultaten blijkt dat het leereffect bij kinderen die metacognitieve ondersteuning kregen veel groter was tijdens wetenschapsactiviteiten dan bij de kinderen die deze niet kregen. Deze metacognitieve ondersteuning kan perfect ingebed worden in bestaande lesplannen en hoeft ook niet echt lang te duren. Ze heeft tot doel leerlingen te laten stilstaan bij hun denkproces. Metacognitieve ondersteuning kan zo gebeuren door middel van discussie in de klasgroep, het bijhouden van een logboek en geannoteerd tekenen.

Het idee is dus om meerdere korte metacognitieve activiteiten te gebruiken die gemakkelijk uit te voeren zijn en te implementeren zijn in bestaande lespraktijken.



Geannoteerd tekenen



Klasdiscussie





## (7) Muur - Bewust en samen onderzoekend leren

---

### GEANNOTTEERD TEKENEN

**Metacognitief leren** houdt in dat tijdens het leren metacognitieve ondersteuning wordt aangeboden aan de kinderen die hen een bewustzijn bijbrengt over hun denken en handelen.

**Geannoteerd tekenen** is een specifiek voorbeeld van zo'n metacognitieve ondersteuning die gebruikt kan worden tijdens het aanleren van **wetenschappelijke concepten**. Het is een korte metacognitieve activiteit die kan ingebouwd worden tijdens een les over een concept, zoals een stevige muur. Kinderen maken een tekening van een concept en maken hierbij notities ter verduidelijking.

*Bijvoorbeeld: Welke muur is het stevigst?*

*Na een leerwandeling in de omgeving van de school waarbij de aandacht vooral uitging naar hoe huizen gebouwd worden, daagt de leerkracht de kinderen uit tot het bouwen van een stevige muur met blokken. Eerst moeten de kinderen een tekening maken van hoe de muur er volgens hen uit moet zien.*

*Vervolgens vraagt de leerkracht hoe we kunnen testen of de muur die de kinderen getekend hebben wel stevig is. De kinderen hebben hierbij bv. het idee om een speelgoedauto vanaf een helling naar beneden te laten rijden en tegen de muur te laten botsen. Deze proefopstelling kan eventueel ook door de kinderen worden getekend met bijhorende notities.*

*Als leerkracht is het belangrijk om het onderzoeksproces te begeleiden en kinderen te wijzen op de mogelijk problemen die optreden tijdens het onderzoek. In principe komt dit neer op het stimuleren van het actief denken en handelen door het stellen van hogere orde vragen of het expliciet vragen naar de argumentatie voor elke stap die in het onderzoeksproces genomen wordt. Voorbeelden van zo'n vragen toegepast op het voorbeeld zijn:*

*Wat is jouw idee? Kan je het tekenen? Kan je uitleggen waarom je zo'n muur getekend hebt?*

Na het uitvoeren van het onderzoekje, zullen de kinderen erover reflecteren: Heeft het uitgevoerde experiment bijgedragen tot het vinden van het juiste antwoord op de onderzoeksvraag? Het is aan de leerkracht om de kinderen hierin bij te staan. Geannoteerd tekenen kan ook op dit moment geïntegreerd worden om de kinderen te stimuleren tot reflectie over het geleerde. (zie afb. 'rapportage van de proef met de muur')

Voorbeeld: na het uitvoeren van het onderzoek met de auto, helling en muur maken de kinderen een nieuwe tekening van hoe een stevige muur er volgens hen moet uit zien. De leerkracht kan hierbij bijvoorbeeld vragen:

*Is je idee over een stevige muur veranderd? Kan je het verschil uitleggen met je eerste tekening?*

Op deze manier wordt nieuw opgebouwde kennis verbonden met kennis die kinderen reeds bezitten. Er worden bewust verbanden gelegd, het geleerde wordt overschouwd en **conceptuele verandering** wordt mogelijk: foutieve of onsamenhangende voorkennis kan plaatsmaken voor wetenschappelijke kennis. Onderzoek toont aan dat het veelvuldig integreren van korte metacognitieve activiteiten niet leidt tot meer kennis, maar wel tot een meer duurzame kennis die bovendien minder context-gebonden is. Dit houdt in dat kinderen hun kennis een langere tijd na het leren nog kunnen aanspreken, en dat ze deze kennis ook kunnen toepassen in een nieuwe, andere context. Dit laatste leereffect wordt transfer genoemd: kinderen kunnen het geleerde ook toepassen in een andere situatie dan de situatie waarin een concept werd aangeleerd. Dit houdt ook in dat ze er beter inslagen om het op school geleerde te herkennen in het dagelijkse leven.

*Bijvoorbeeld: na het aanleren van het bouwen van een stevige muur met behulp van metacognitieve ondersteuning blijken kinderen beter in staat om bijvoorbeeld bij het stapelen van dozen rekening te houden met de stevigheid die geboden wordt door de dozen geschrant op elkaar te plaatsen.*

Andere voorbeelden van korte metacognitieve activiteiten zijn:

- Concept mapping: kinderen vatten het geleerde over een concept samen en leggen relaties tussen datgene dat ze opschrijven over het concept.
- Logboek: kinderen reflecteren zelfstandig over het leerproces en het geleerde. Ze schrijven hun ideeën neer, bijvoorbeeld aan het einde van een les over een bepaald concept, zoals een stevige muur. Deze activiteit kan interessant zijn voor kinderen die in een klasdiscussie minder snel het woord nemen.





## (7) Muur - Bewust en samen onderzoekend leren

---

### KLASDISCUSSIE

Een klasdiscussie vormt een voorbeeld van **samenwerkend leren**, maar ook van **metacognitief leren**. Sociale interactie tussen kinderen zorgt ervoor dat kinderen hun ideeën en handelingen onder woorden brengen. Hierdoor worden ze aangespoord om te reflecteren over hun denken en handelen. Kinderen worden dus gestimuleerd om zich bewust te zijn van hun eigen kennis en vaardigheden. De confrontatie met de ideeën en handelingen van anderen versterkt dit proces.

De effectiviteit van een klasdiscussie kan verhoogd worden door bijkomende metacognitieve ondersteuning. Een voorbeeld van zo'n leermiddel dat kinderen stimuleert tot het bewust uitwisselen van ideeën bij het leren van **wetenschappelijke concepten** zijn de **drie begrippen begrijpelijkheid, geloofwaardigheid en toepasbaarheid**. Tijdens een klasdiscussie luisteren kinderen naar elkaar en presenteren ze elkaar expliciet hun ideeën, waarna er onderlinge discussie ontstaat over deze ideeën. De criteria begrijpelijkheid, geloofwaardigheid en toepasbaarheid kunnen als leidraad gebruikt worden doorheen deze discussie. Ze voeden de discussie doordat kinderen hun ideeën afwegen aan deze criteria, wat leidt tot een bewustzijn over de eigen kennis en de verhouding ervan ten aanzien van andere, nieuwe ideeën. Het leren verloopt hierbij cyclisch: ideeën worden meermaals herbekeken en tot slot kan het meest duidelijk, aannemelijk en zinvol idee worden weerhouden. Kinderen worden verondersteld op deze manier niet alleen tot een wetenschappelijk begrip van een besproken concept te komen, maar ook om te kunnen verantwoorden waarom ze een bepaald idee aanvaardden of niet. Op die manier kan er sprake zijn van een volwaardige **conceptuele verandering**, wat betekent dat foutieve of onsamenhangende voorkennis plaats maakt voor wetenschappelijke kennis (zie ook: **misconcepties en samenwerkend leren**). Op termijn kunnen kinderen de drie begrippen begrijpelijkheid, geloofwaardigheid en toepasbaarheid verinnerlijken.

*Bijvoorbeeld: na het uittesten of een muur overeind blijft na een botsing met een speelgoedautootje kan een kind aangeven dat hij of zij gelooft dat dit te maken heeft met de wijze waarop de blokken gestapeld zijn. Het kind kan hiervoor verwijzen naar zijn of haar waarneming, waarbij de muur overeind blijft wanneer de blokken geschrant gestapeld zijn. Maar het is niet omdat het kind dit gelooft, dat het dit ook begrijpt. Waarom blijft de muur overeind wanneer de blokken geschrant geplaatst worden, en is dit niet het geval wanneer de blokken gestapeld worden in kolommen? De herkenning van de geschrante stenen in de muren van de school kan het kind gebruiken om het*

*begrip toepasbaarheid te bespreken.*

Ook andere vormen van metacognitieve ondersteuning kunnen gebruikt worden als basis voor samenwerkend leren. Kinderen kunnen bijvoorbeeld een **geannoteerde tekening** maken over een concept, waarna deze tekening gebruikt wordt om een klasdiscussie vorm te geven. Ook een **individueel verslag** na afloop van een proefje kan een vertrekpunt zijn voor een discussie tussen kinderen. Een onderzoeksverslag maakt het mogelijk dat kinderen niet alleen overleggen over ideeën, maar ook over hun handelingen tijdens een wetenschappelijk onderzoeksproces. Een **slagzin over goed onderzoek** kan helpen bij het beschrijven of bespreken van het onderzoeksproces. Voorbeelden van zo'n slagzinnen zijn te vinden in *Wetenschapsonderwijs in het basisonderwijs. Een didactisch model*. van Van De Keere, Dejonckheere, Mestdagh en Lecluyse (2009). Ook **onderzoeksvaardigheden** van kinderen zijn dus gebaat bij samenwerkend leren met aandacht voor metacognitieve ondersteuning. Dit blijkt ook uit de effectiviteit van wetenschapslessen waarin kinderen samen leren vanuit onderzoeksvragen aan de hand van een **onderzoekscyclus** die de aandacht van de kinderen reguleert en hen bewust maakt van hun denk- en handelingsproces. Op termijn kunnen kinderen zich de metacognitieve ondersteuning in de vorm van de stappen van de **onderzoekscyclus** eigen maken.

