



wetenschaps
knooppunt

Wageningen University

ONDERZOEKEND EN ONTWERPEND LEREN



Auteur: Dr. D.A. (Dick) Kraaij

Deze publicatie mag geprint worden voor niet-commerciële doeleinden.

©Wetenschapsknooppunt Wageningen University, 2015

Contactgegevens:

Wetenschapsknooppunt Wageningen University

Postbus 8129

6700 EV Wageningen

Telefoon: 0317 48 50 49

Email: wetenschapsknooppunt@wur.nl

Website: www.wageningenur.nl/wetenschapsknooppunt

Twitter: [@WKWageningen](https://twitter.com/WKWageningen)

INHOUD

1. Inleiding	4
2. Wat is onderzoekend en ontwerpend leren?	7
2.1. <i>Didactiek van onderzoekend leren</i>	8
2.2. <i>Didactiek van ontwerpend leren</i>	12
2.3. <i>Vrij of gestructureerd onderzoeken en ontwerpen?</i>	14
2.4. <i>Onderzoekend en ontwerpend leren en aanwezige kennis</i>	15
2.5. <i>De leerkracht als onderzoeker</i>	16
2.6. <i>De organisatie van onderzoekend en ontwerpend leren</i>	17
3. Literatuur	18

1. INLEIDING

Elke ouder zal beamen dat kleine kinderen met een onbevangen nieuwsgierigheid de wereld om hen heen verkennen en onderzoeken. Geef een baby, peuter of kleuter een voorwerp en het kind zal dat onmiddellijk vastpakken en gaan onderzoeken om de eigenschappen hiervan te leren kennen. Op deze manier leert een kind zijn omgeving kennen, zodat het meer grip op de samenhang van alle dingen om hem of haar heen krijgt. Het kind zal zijn ervaringen onthouden om er later in nieuwe situaties zijn voordeel mee te doen. Op deze manier start het kind met het opbouwen van autodidactische vaardigheden, waardoor het zelfstandig en zelfredzaam wordt. Deze basale behoefte om controle te krijgen op de omgeving is bij iedereen aanwezig en hoort bij de basisbehoefte van veiligheid, zoals Maslow die benoemt in zijn behoeftenpiramide.



Figuur 1: De behoeftenpiramide van Maslow¹

Wanneer we in het onderwijs gebruik maken van deze intrinsieke onderzoekdrang van kinderen voldoen we aan hun basisbehoefte van controle en veiligheid en zijn kinderen gemotiveerd om actief te leren. Dit maakt het onderwijsaanbod betekenisvol en de leerling is intrinsiek gemotiveerd om actief te onderzoeken en te ontdekken. Het algemene beeld bij professionals in het onderwijs is dat ze hier voldoende rekening mee houden, maar de praktijk wijst uit dat veel actief lerende kinderen na het basisonderwijs juist passief zijn geworden.

Hoe het komt dat die actieve leerhouding verdwijnt tijdens de basisschool, is dus een legitieme vraag. Om die te beantwoorden, kunnen we eerst kijken hoe ons onderwijs is georganiseerd en wordt gefaciliteerd. In veel klaslokalen staan de bankjes netjes in rijtjes en bepaalt

¹ <http://www.natuurlijkleren.net/maslow.php>, bezocht op 12 november 2010

de leerkracht, het programma of de methode wat kinderen leren, en wanneer en hoe ze dit leren. Vaak ontbreken hierbij concrete materialen om mee te werken, waardoor kinderen voornamelijk leren door te lezen, kijken en luisteren. Deze situatie verschilt nogal van de manier waarop een kind van nature leert. We laten met dit type onderwijs dus veel kansen liggen om het leren betekenisvoller, efficiënter en leuker te maken voor alle betrokkenen.

Een didactiek die wel aansluit bij de natuurlijke behoefte van kinderen om te exploreren, te ontdekken en problemen op te lossen én die rekening houdt met de uniciteit van de leerlingen, is het onderzoekend en ontwerpend leren. Bij het wetenschapsknooppunt van Wageningen University is daarom gekozen voor het hanteren van onderzoekend en ontwerpend leren als didactisch principe bij het ontwerpen van leerarrangementen.

Maatschappelijke relevantie

Onderzoekend leren sluit niet alleen beter aan bij de intrinsieke onderzoekdrang van het kind, maar ook bij de snelle veranderingen in onze maatschappij. Vroeger waren de hoeveelheid kennis en het aantal mogelijkheden voor beroepskeuze relatief beperkt, maar tegenwoordig neemt de kennis zo snel toe, dat het haast niet te voorspellen is hoe onze maatschappij er over twintig jaar uit zal zien. Daarnaast kunnen jonge volwassenen tegenwoordig uit zeer veel verschillende functies kiezen. (Voor meer informatie kun je het filmpje Shift Happens eens bekijken op youtube.)

Dit alles betekent dat het oude onderwijssysteem van kennisoverdracht minder bruikbaar is geworden als middel om leerlingen zelfredzaam te maken in de maatschappij. De één wil fysiotherapeut of arts worden, de ander bijvoorbeeld econoom, jurist, agent, leerkracht, piloot, elektromonteur of machinist. Deze diversiteit aan studiedoelen van de verschillende leerlingen vraagt om een meer gedifferentieerde aanpak in het onderwijs. Daarnaast zijn de leerlingen niet identiek qua leerstijl, intelligentie, ontwikkelingsniveau en sociaal-culturele achtergrond. Uitsluitend een methode-, programma- of docent-gestuurde aanpak kan niet aan deze uiteenlopende ontwikkelbehoeften van de verschillende leerlingen in de groep voldoen.

De laatste decennia is hier al veel over gesproken, maar veel onderwijsinnovaties ten spijt heeft dit nog nauwelijks geleid tot een verbetering van het Nederlandse onderwijs. Op basis van nieuwe wetenschappelijke inzichten in de psychologie, ethologie, neurobiologie, antropologie en didactiek is echter een nieuwe visie ontwikkeld voor het hedendaagse onderwijs. Deze onderwijsvisie houdt rekening met de uniciteit van leerlingen en biedt mogelijkheden voor talentontwikkeling bij kinderen. Het gaat hierbij niet langer om kennisoverdracht alleen,

maar ook om het aanleren van autodidactische vaardigheden die de leerling zelf in staat stellen om nieuwe kennis te verwerven, toe te passen en te gebruiken. Op deze wijze krijgen kinderen ruimte voor natuurlijk leren, waarbij ze kennis niet als doel, maar als gereedschap gebruiken. Deze manier van kennis verwerven als gereedschap bevordert de zelfredzaamheid van mensen in de huidige dynamische maatschappij. De didactiek van het onderzoekend en ontwerpend leren sluit hier uitstekend bij aan.

Kortom, zowel het kind als de maatschappij vraagt om werkelijke onderwijsvernieuwing. Wij willen je daarom uitdagen om kritisch op je eigen onderwijs(visie) te reflecteren en na te gaan hoe jij het onderwijs beter kunt laten aansluiten op de natuurlijke onderzoekdrang van kinderen en op de snelle veranderingen in onze maatschappij. Dit doen we hier door inzicht te geven in de basis en werkwijze van het onderzoekend en ontwerpend leren, dat zowel voor kind als leerkracht een activerende manier van werken is.

*“Tell me, and I will forget.
Show me and I may remember.
Involve me, and I will understand!”*

Confucius, 551 BC – 479 BC

2. WAT IS ONDERZOEKEND EN ONTWERPEND LEREN?

Onderzoekend leren is een werkvorm die kinderen aanspoort de wereld om hen heen actief te onderzoeken en ontdekken. De natuurlijke nieuwsgierigheid van kinderen dient als uitgangspunt. Kinderen worden aangemoedigd om de wereld onderzoekend tegemoet te treden en antwoorden te vinden op hun vragen.

Binnen onderzoekend leren zijn kinderen, buiten de klassikale leermomenten om, actief bezig met hun leerproces. Ze leren ervaren wat voor hen belangrijk is, ontdekken en ontwikkelen hun talenten en leren deze benutten. Onderzoekend leren vergroot de kwaliteit van leren, doordat kinderen van en met elkaar leren en leren ontdekken.

Bij thematisch werken wordt vaak al gebruik gemaakt van het (coöperatief) onderzoekend leren. Deze werkwijze leert kinderen verbanden zien, waardoor het leren meer betekenis krijgt. In plaats van het leren van losstaande feiten, kunnen kinderen het geleerde in een grotere context plaatsen. Onderzoekend leren stelt kinderen in staat zelf verbindingen (associaties) te maken tussen eerder opgedane kennis en ervaringen, en nieuwe informatie of vaardigheden. Het leert kinderen zelfstandig te denken en handelen, bevordert het nemen van initiatieven en leert kinderen plannen, uitvoeren en reflecteren.

Onderzoekend leren is meestal gericht op het ontdekken van eigenschappen, relaties en verbanden. Een iets andere werkvorm, het ontwerpnd leren, richt zich op het oplossen van problemen. Onderzoekend en ontwerpnd leren komen in een aantal opzichten overeen: het zijn beide activerende werkvormen waarmee leerlingen inhoudelijke kernconcepten, inzichten en vaardigheden opdoen. Desondanks verschillen ze op een belangrijk aspect, want aan de processen ligt een andere vraag ten grondslag. Bij het onderzoekend leren is dat de vraag naar kennis en bij het ontwerpnd leren de oplossing van een probleem met behulp van een (technisch) product. Daarnaast verschilt ook de context voor het leerproces, waardoor onderzoekend leren hoogst waarschijnlijk andere leerlingen aanspreekt dan ontwerpnd leren. Sommige kinderen zijn vooral geboeid door een vraag naar een abstract begrip (waarvoor drijft iets?), terwijl andere kinderen eerder enthousiast worden door een vraag naar het ontwerpen van een concreet product (maak een boot die veertig knikkers kan dragen). Voor beide vragen zijn echter creativiteit, nieuwsgierigheid en kritisch vermogen nodig. Zeker voor wetenschap- en techniekonderwijs sluit onderzoekend en/of ontwerpnd leren goed aan bij het kind en heeft het daarom de voorkeur.

2.1. Didactiek van onderzoekend leren

Om onderzoekend leren vorm te geven in het onderwijs is de onderzoekend-lerencyclus² een goede leidraad:

1. Confrontatie

Introductie of confrontatie met een probleem, verschijnsel of object dat nieuw is, maar wel aansluit bij de leefwereld van de kinderen. De verwondering en nieuwsgierigheid van de kinderen worden gestimuleerd door objecten en verschijnselen aan te bieden die net boven hun kennisniveau zitten (zone van de naaste ontwikkeling)³ en die hen daarmee uitdagen en motiveren om te exploreren.

2. Verkennen

Het zo breed mogelijk verkennen van het verschijnsel of probleem, bij voorkeur door de leerlingen zelf het materiaal te laten onderzoeken. In deze aanrommelfase doen de kinderen indrukken op, halen ze voorkennis op en wisselen ze ervaringen uit over het aangeboden materiaal of fenomeen. Deze creatieve fase roept vragen, ideeën en voorspellingen op en is belangrijk voor het kennis nemen en leren van elkaars (pre-)concepten.

Zo'n brede verkenning leidt tot verschillende typen vragen. Niet alle vragen lenen zich echter voor onderzoekend leren: soms zijn de antwoorden snel op te zoeken of kan een deskundige de vragen komen beantwoorden. De leerkracht zal daarom bij de verkenning voldoende regie moeten nemen en ervoor moeten zorgen dat kinderen niet teleurgesteld worden.

Een andere werkwijze is de *guided reinvention*⁴, waarbij de leerlingen zich focussen op een vooraf gesteld doel. Dit 'geleid heruitvinden' wordt als term veel gebruikt in het (realistisch) rekenonderwijs. Analoog hieraan is de probleemstellende benadering⁵.

3. Opzetten van een onderzoek

De leerlingen zetten de onderzoekbare vragen om naar een uitvoerbaar onderzoek. Ze maken een plan over wat ze in het onderzoek gaan bekijken of meten, welke materialen en meetinstrumenten ze hiervoor nodig hebben en wie, wat, wanneer doet.

² P. Kemmers en M. van Graft (2007). *Onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur en techniek*. Lesmateriaal. Den Haag.

³ Vygotsky, L. (1978). *Interaction between Learning and Development* (pp. 79-91). In *Mind in Society*. (Trans. M. Cole). Cambridge, MA: Harvard University Press.

⁴ Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education*. China Lectures. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

⁵ Vollebregt, M. et al. (1999). Inzichtelijk een deeltjesmodel leren. *Tijdschrift voor Didactiek der Bètawetenschappen* 16 (1), 12-26.

4. Uitvoeren van het onderzoek

De leerlingen voeren het onderzoek uit zoals ze van tevoren hebben bedacht. Hun waarnemingen leggen ze vast in een logboek en de betekenis ervan bespreken ze in hun groepje (eventueel met de leerkracht erbij). De waarnemingen leiden uiteindelijk tot resultaten.

5. Concluderen

Op basis van de resultaten trekken de leerlingen conclusies, die leiden tot oplossingen en misschien tot vervolgvragen, waarna opnieuw de stappen 1 tot en met 4 worden uitgevoerd.

6. Presenteren van resultaten

De leerlingen verwerken met hun groepje de opzet, resultaten en conclusies tot een presentatie, met daarin tekeningen, foto's, teksten en tabellen of grafieken. Ze maken zo zelf de uitkomst van het onderzoek, en daarmee het antwoord op de vraag, kenbaar aan de rest van de groep. Het delen van opgedane ervaringen met leeftijdsgenoten is erg belangrijk voor de ontwikkeling van de eigen kennis en die van de andere leerlingen.

7. Verdiepen en verbreden

Uit de gesprekken en presentaties heeft de leerkracht een beeld gekregen van het begripsniveau van de leerlingen. In deze fase verzilvert de leerkracht deze opbrengst door de begrippen verder te conceptualiseren. Dit doet hij of zij door de inhoudelijke opbrengsten te verbreden en betekenis te geven in andere contexten, en door samenhang aan te brengen met andere concepten.

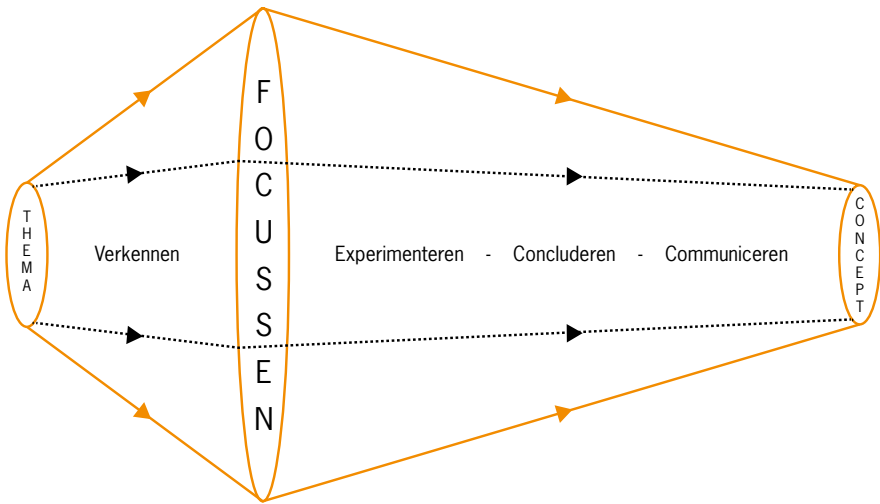
Open fase en gerichte fase

Een belangrijk onderscheid dat in deze verschillende aanpakken naar voren komt, is dat tussen een open fase en een gerichte fase. In de open fase verzamelen de leerlingen zo veel mogelijk informatie om het probleem te onderzoeken of het fenomeen in kaart te brengen. Voor de basisschoolleeftijd heet dit ook wel de 'aanrommelfase'. Deze bijzonder belangrijke fase vraagt creativiteit van de kinderen. Zij gaan vanuit hun bestaande kennis redeneren en/of fantaseren over het verschijnsel in kwestie.

De aanrommelfase kan echter uitmonden in een chaotisch, willekeurig en 'van de hak op de tak' proces, waarbij het leerdoel uit het zicht verdwijnt. De leerkracht heeft dan als taak om voor een zekere focus te zorgen en de vragen te concentreren op het leerdoel. In Figuur 2 is dat in het zogenoemde 'lensmodel' weergegeven.

Een productieve ongerichte fase leidt tot ideeën, vragen of voorspellingen die de leerlingen

vervolgens kunnen beantwoorden met een gericht onderzoek. Daarvoor moeten ze hun vragen eerst vertalen naar onderzoekbare vragen. Met een doel voor ogen zetten de kinderen een onderzoek op en voeren het uit, daarbij geholpen door de leerkracht. Dit is de fase die gecontroleerd en gestuurd kan worden en waarin kinderen leren observeren, systematisch gegevens verzamelen en ordenen. De resultaten leveren al dan niet de onderbouwing voor de voorspellingen, en kunnen daarom leiden tot van tevoren vastgestelde kennis over de leerdoelen.



Figuur 2: Het focussen van vragen naar onderzoekbare vragen. Het gedeelte tussen de zwarte stippellijnen geeft de verwachte situatie aan met het volgen van guided reinvention.

Deze uitvoerende fase maken kinderen in hun 'spel' nauwelijks bewust door. Veelal lopen opzetten en uitvoeren door elkaar heen, maar door deze fase expliciet toe te voegen aan de eerder genoemde onderzoeksfases, komen de activiteiten (zie Tabel 1, fase 4) beter tot hun recht.

Tabel 1: Activiteiten per onderzoeksfase.

Fase	Activiteiten
1. Confrontatie	Waarnemen (H)erkennen Vergelijken
2. Verkennen	Aanrromelen Gegevens verzamelen Vragen stellen Ideeën opperen Voorspellingen doen
3. Opzetten van een onderzoek	Ontwerpen onderzoek: materiaal en meetinstrumenten/ gereedschappen bijeen zoeken Eerlijk meten Plannen
4. Uitvoeren van een onderzoek	Waarnemen: kijken, luisteren, ruiken, voelen, proeven Metingen uitvoeren Noteren van uitkomsten Ordenen Vergelijken Data verwerken Constateren
5. Concluderen	Argumenteren Conclusies formuleren
6. Presenteren van de resultaten	Verslag maken Presenteren Uitleggen Portfolio aanleggen
7. Verdiepen/verbreden	Reflecteren Discussiëren Vergelijken met resultaten van anderen

2.2. Didactiek van ontwerpend leren

Bij het ontwerpend leren gaat het om het oplossen van een probleem. Het resultaat is een concreet ontwerp of product. Het te doorlopen proces is vergelijkbaar met dat bij het onderzoekend leren, maar het vertrekpunt is dus een geconstateerd probleem of een behoefte waarvoor de leerlingen een oplossing zoeken.

Ook dit proces begint met een ongerichte fase waarin de kinderen zoveel mogelijk oplossingen en informatie verzamelen. Daarna focussen de leerlingen zich op één oplossing of product. Ze maken daar een ontwerp voor. Dat doen ze eerst schetsmatig, maar nadat ze de schets hebben besproken met de leerkracht maken ze een definitieve ontwerptekening met meer detail.

Voor het oplossen van technische problemen is ontwerpend leren heel geschikt. Maar ook heel andere problemen kunnen met een ontwerpmatige benadering worden opgelost. We spreken in deze gevallen van 'ontwerpproblemen'⁶.

Ontwerpend leren verloopt net als onderzoekend leren in verschillende fasen en het ontwerpproces heeft vaak een cyclisch karakter. De ontwerpcyclus kan er als volgt uit zien:

1. Probleem constateren

De aanleiding tot het ontwerpen is vaak een probleem of een anomalie (verschil) tussen de bestaande wereld en de behoeften van de opdrachtgever of doelgroep. In deze fase bakenen de kinderen het probleem af en stellen ze een programma van eisen vast waaraan het ontwerp moet voldoen.

2. Verkennen

In deze creatieve fase zoeken de leerlingen naar verschillende oplossingsmogelijkheden; ze zoeken en beoordelen informatie en overdenken meerdere (deel)uitwerkingen.

3. Ontwerpvoorstel maken

Het beste idee gaan de kinderen uitwerken in een ontwerpschets. Ze verzamelen materialen en gereedschappen waarmee ze het ontwerp kunnen maken.

4. Uitvoeren

De leerlingen maken een prototype van hun ontwerp (eventueel op schaal). Bij problemen in de uitvoering gaan ze terug naar stap 2 en/of 3.

⁶ Boekholt, J.T., *Ontwerpend leren, leren ontwerpen - Beeldaspecten*, Vereniging leraren beeldende vakken, april 1994, p 14-19

5. Testen en evalueren

Het prototype wordt getest en is goed (genoeg) wanneer het aan het programma van eisen en dus aan de opdracht voldoet. Wanneer het niet voldoet, komen de leerlingen vanzelf weer bij stap 1, 2, 3 en/of 4 terecht.

6. Presenteren

In groepjes presenteren of demonstreren de leerlingen hun ontwerp en de relatie met de behoefte aan hun klasgenoten en leerkracht. Door te ervaren hoe andere groepjes een ontwerp hebben gemaakt voor een probleem worden de kinderen gestimuleerd in hun vindingrijkheid.

7. Verdiepen

Indien gewenst kan de leerkracht (plenair) met de kinderen praten over juiste en onjuiste strategieën of methodes, of wijzen op inhoudelijke onvolkomenheden dan wel zorgen voor verdieping, verbreding of toepassing van de prototypen. Indien er 'echte' apparaten bestaan voor dit probleem, kunnen leerkracht en leerlingen hier uitvoerig naar kijken. Wat hebben de technici anders gedaan dan wij? Wat is hetzelfde? Ook het iken van instrumenten kan hier aan de orde komen.

Mogelijkheden om te leren

Het doorlopen van een ontwerpproces biedt de leerlingen tal van mogelijkheden om te leren. Het ontwerpen van een product dient als context voor het leren van inhouden en/of technieken. In dit geval wordt er van ontwerpend leren gesproken, ofwel *learning by design*⁷. Analoog aan Tabel 1, zijn ook hier activiteiten te definiëren voor de verschillende fasen in de ontwerpcyclus (zie Tabel 2).

Ontwerpend leren is, net als onderzoekend leren, een didactiek waarmee kinderen aan de hand van een levensechte situatie uit de beroepspraktijk kennis en inzichten opdoen, en vaardigheden en attitudes aanleren. In de ontwerpcyclus zijn daarnaast ook basale kennis, inzichten en vaardigheden nodig. Evenzogoed zijn in de onderzoekscyclus kennis, inzichten en vaardigheden nodig. Door ontwerpend en onderzoekend te leren, kunnen kinderen deze kennis, inzichten en vaardigheden verder ontwikkelen. Bovendien ontwikkelen ze ook creatieve, taalkundige en rekenkundige vaardigheden. Ontwerpend leren is, net zoals onderzoekend leren, een zeer activerende werkvorm.

⁷ Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J., & Puntambekar, S. (1998). Learning by Design from theory to practice. Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences (ICLS 98), (pp. 16-22). Charlottesville, VA: AACE

Tabel 2: Activiteiten per ontwerfase.

Fase	Activiteiten
1. Probleem constateren	(H)erkennen probleem/behoefte Probleem verwoorden en verhelderen Eisen formuleren
2. Verkennen	Gegevens verzamelen Oplossingsmogelijkheden overdenken Vragen stellen Voorspellingen doen Oplossingen formuleren
3. Ontwerpvoorstel maken	Geschikt materiaal en gereedschappen kiezen Herkennen constructie- en bewegingsprincipes Plannen Schematisch uitwerken
4. Uitvoeren	Gereedschappen gebruiken Materialen bewerken Volgens plan werken
5. Testen en evalueren	Testen prototype aan de hand van eisen Relatie leggen tussen oplossing en gestelde eisen (vorm-functie) Onvolkomenheden herkennen
6. Presenteren	Verslag maken Presenteren Demonstreren / uitleggen Portfolio aanleggen Oplossing / product van anderen beoordelen
7. Verdiepen/verbreden	Reflecteren Discussiëren Vergelijken (met echte apparaten of producten van klasge-noten)

2.3. Vrij of gestructureerd onderzoeken en ontwerpen?

Toepassing van onderzoekend en ontwerpnd leren werpt een aantal vragen op. Hoe kan een leerkracht voldoen aan de leerdoelen, terwijl vooraf niet vastligt waar het onderzoek of ontwerp zich op zal richten? Worden de leerlingen niet te veel in het diepe gegooid door hen vrij te laten in hun onderzoek? Doorschieten naar de andere kant roept weer andere vragen op, want wanneer de leerlingen kookboekachtige voorschriften moeten volgen met vastliggende uitkomsten, doen ze dan nog wel onderzoek? Ook bij het ontwerpnd leren kunnen

we die twee uitersten onderscheiden: het maken of reproduceren van artefacten versus het realiseren van een verscheidenheid aan creatieve oplossingen.

In de literatuur wordt deze discussie vaak gevoerd aan de hand van de termen *open (-ended) inquiry* en *structured inquiry*⁸. Een gulden middenweg is het *guided inquiry* (ontdekkend leren). Bij deze vorm van onderzoekend leren dragen de leerlingen vragen en oplossingen aan. Maar om aan de leerdoelen te kunnen voldoen, brengt de leerkracht onderwerpen in en is de leerkracht bezig met het (bege)leiden van het onderzoek. De leerkracht moet hierbij twee dingen accepteren. In de eerste plaats dat kinderen (mee)bepalen wat op welke manier wordt onderzocht of ontwikkeld en in de tweede plaats dat er meerdere goede vragen, goede werkwijzen en goede uitkomsten bestaan.

2.4. Onderzoekend en ontwerpnd leren en aanwezige kennis

Kinderen leren voortdurend. Niet alleen op school, maar ook thuis, via verschillende media, tijdens het buiten spelen en bij uitstapjes met familie en vrienden komen ze in aanraking met nieuwe dingen. Wat kinderen op deze informele manier te weten komen, is erg afhankelijk van de omgeving waarin ze opgroeien en dit is daarom erg divers. Maar wat nemen kinderen daadwerkelijk op van het informele aanbod? En wat betekent het voor de ontwikkeling van concepten?

Informeel opgedane kennis reikt tot een zeker niveau. De open manier van werken tijdens het onderzoekend en ontwerpnd leren levert veel verbale interacties tussen leerlingen. Die interacties tonen de leerkracht welke kennis, inzichten en vaardigheden bij de verschillende leerlingen aanwezig zijn. De leerkracht krijgt zo een beeld van de bagage van elke leerling, terwijl de kinderen tijdens deze manier van werken hun concepten kunnen bijstellen. Het is wel van belang dat de kinderen aan het eind van dergelijke activiteiten worden getoetst op de kennis en het begrip van de aangeboden concepten.

Onderzoekend en ontwerpnd leren is dus meer dan het doorgeven van feiten en het volgens een gesloten instructie uitvoeren van een onderzoek of het oplossen van een probleem. Het dient kinderen te voorzien van een kennisbasis en een manier van werken waarmee ze in staat zijn:

- een kritische, nieuwsgierige houding te ontwikkelen;
- zich relevante concepten eigen te maken;
- zich een beeld te vormen van de materiële werkelijkheid en de plaats daarvan in de maatschappij.

⁸ An Inquiry Primer, Alan Colburn, Science Scope 23 42-44, March 2000.

Het inzicht verkrijgen in (eigen) leerprocessen is echter een mentale activiteit die kinderen pas in het cognitieve ontwikkelingsstadium van de zogeheten formeel-operationele fase beheersen⁹. De meeste leerlingen (op misschien een enkeling na) bereiken dit ontwikkelingsstadium niet op de basisschool, maar pas later¹⁰. Onderzoeken op de basisschool gaat meer in de vorm van 'iets uitzoeken'. Het zelfstandig en bewust doen van onderzoek is dus geen reëel doel om na te streven op de basisschool. Het onder begeleiding en deels onbewust onderzoeken van de leefwereld is echter wel degelijk realiseerbaar. Vandaar ook dat de rol van de leerkracht zo essentieel is bij het onderzoekend leren.

2.5. De leerkracht als onderzoeker

Een van de beperkingen bij de uitvoering van onderzoekend leren in de lespraktijk is dat de meeste leerkrachten zelf geen of weinig ervaring hebben met het kennis genereren door middel van onderzoek. Om de processen goed te kunnen begeleiden, moet de leerkracht echter wel zelf bewust vaardig zijn in het onderzoekend en ontwerpend leren. De leerkracht moet dus leren onderzoeken en ontwerpen. Door het overzicht dat de leerkracht daarmee verwerft over de methodologische cycli van onderzoekend en ontwerpend leren, kan hij of zij de benodigde regie nemen over de klas.

Hoewel een leerkracht vaak tijdens zijn of haar opleiding kennis heeft gemaakt met de onderzoek- en ontwerpcyclus¹¹, is het onderzoekend- en ontwerpend leren nog geen dagelijkse onderwijspraktijk. Om die reden is het verstandig om te starten met leerkracht-gestuurde, gestructureerde hands-on activiteiten over een onderwerp of thema waarmee leerlingen bekend zijn. Geleidelijk aan kan daarna worden overgegaan naar leerling-gestuurde, *open-ended* hands-on activiteiten. Leerkrachten zullen daarbij hun eigen manier van onderzoekend leren moeten ontdekken.

Bij onderzoekend leren staan de kinderen centraal, wat betekent dat de leerkracht de kinderen proceseigenaar maakt en daarmee, zij het beperkt, een deel van de regie bij hen neerlegt. Zo krijgen kinderen de gelegenheid om aan vragen te werken die voor hen interessant zijn. De leerkracht behoudt daarbij een sturende rol, want hij of zij bepaalt welke concepten voor kinderen belangrijk zijn. Dit betekent dat de leerkracht in staat moet zijn variatie aan te brengen in de manieren waarop kinderen door middel van onderzoek aan eenzelfde concept werken.

⁹ De Psychologie van de intelligentie, vert. van La Psychologie de l'intelligence, Jean Piaget, Amsterdam, 1970, p. 15-93.

¹⁰ Piaget's theory of cognitive development, Huitt, W., & Hummel, J. . Educational Psychology Interactive, Valdosta, 2003 GA: Valdosta State University.

¹¹ Praktische didactiek voor natuuronderwijs, De Vaan, E., Marell, J. (2006), Uitgeverij Coutinho, Bussum.

2.6. De organisatie van onderzoekend en ontwerpend leren

Belangrijk bij het in de praktijk brengen van onderzoekend en ontwerpend leren is dat de leeromgeving de kinderen uitnodigt tot het doen van onderzoek en het onderzoeksproces ondersteunt. De leerkracht zal die omgeving moeten creëren. Dat vraagt veel organisatie, planning en structuur. Het gaat hierbij zowel om de fysieke omgeving en de beschikbaarheid van materialen en hulpmiddelen, als om relevante onderwerpen in een intellectueel uitdagende, verwondering oproepende omgeving. Vandaaruit kunnen de kinderen gezamenlijk tot een verdieping van concepten en inzichten komen.

De leerkracht is tevens ondersteuner en begeleider en draagt bij aan een sociale, vertrouwde omgeving waarin kinderen in kleinere en grotere groepen kunnen samenwerken, deelnemen aan gesprekken en leren om elkaars ideeën te respecteren. Die veilige omgeving is essentieel om kinderen uit te dagen, zodat zij, en niet de leerkracht, de (onderzoeks)vragen gaan stellen. De leerkracht zal ruimte moeten geven aan de leerlingen om zelf vragen te stellen en uiteraard belangstelling moeten tonen voor de gestelde vragen. De leerlingen moeten leren dat hun inbreng en vragen relevant zijn en het onderwijs richting geven.

Dit alles betekent een omslag in het denk- en werkproces van leerlingen en leerkrachten. Onderzoekend en ontwerpend leren in de praktijk brengen, is voor leerkrachten en leerlingen een boeiend leerproces. De leerkracht begeleidt de kinderen door de fasen heen alsof het een rollenspel is, het spel van onderzoekers en ontwerpers. Tijdens de gesprekken die de leerkracht met de kinderen voert, kan hij of zij de begrippen die bij de aanpak horen geleidelijk introduceren, waardoor de leerlingen zich de terminologie eigen maken en zelf ook gaan gebruiken.

3. LITERATUUR

1. <http://www.natuurlijkleren.net/maslow.php>
2. Kemmers, P. en Graft van, M. (2007). Onderzoekend en ontwerpnd leren bij natuur en techniek. VTB Den Haag.
3. Vygotsky, L. (1978). Interaction between Learning and Development (pp. 79-91). In *Mind in Society*. (Trans. M. Cole). Cambridge, MA: Harvard University Press
4. Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education*. China Lectures. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
5. Vollebregt, M. et al. (1999). Inzichtelijk een deeltjesmodel leren. *Tijdschrift voor Didactiek der Bètaweten-schappen* 16 (1), 12-26.
6. Boekholt, J.T., *Ontwerpnd leren, leren ontwerpen - Beeldaspecten*, Vereniging leraren beeldende vakken, april 1994, p 14-19
7. Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J., & Puntambekar, S. (1998). *Learning by Design from theory to practice*. Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences (ICLS 98), (pp. 16-22). Charlottesville, VA: AACE
8. Colburn, A. (2000). *An Inquiry Primer*, Science Scope 23 42-44
9. Piaget, J. (1970). *De Psychologie van de intelligentie*, vert. van *La Psychologie de l'intelligence*, Amsterdam, p. 15-93.
10. Huitt, W., & Hummel, J. (2003). *Piaget's theory of cognitive development*, Educational Psychology Interactive, Valdosta, GA: Valdosta State University.
11. De Vaan, E., Marell, J. (2006). *Praktische didactiek voor natuuronderwijs*, Uitgeverij Coutinho, Bussum.
12. Dieleman, A., Beer de, F. (2010). *De eigen wereld van het kind*, Uitgeverij Coutinho, Bussum.
13. Lamers, T. et al. (2009). *Het jonge kind; Groei en ontwikkeling bij kinderen van 4 tot 8 jaar*, Esstede, Heeswijk-Dinther.
14. Maas, A. et al. (2009). *Het oudere kind; Groei en ontwikkeling bij leerlingen van 8 tot 14 jaar*, Esstede, Heeswijk-Dinther.
15. Vervaet, E. (2007). *Naar school; Psychologie van 3 tot 8*, Kosmos Uitgevers, Utrecht/Antwerpen.