

Vaardigheden Lijst Onderzoeken & Ontwerpen

Handleiding

CED-Groep, Augustus 2012

Marije Boonstra
Marjolein Gielen
Froukje Joosten





Vaardigheden Lijst Onderzoeken & Ontwerpen

Colofon

Inhoud en tekst:

CED-Groep, Onderzoek en Ontwikkeling

Auteurs:

Marije Boonstra, Marjolein Gielen en Froukje Joosten

Vormgeving:

Ton Kuijpers Vormgeving, Rotterdam

www.cedgroep.nl

Rotterdam, 2012

Deze uitgave is ontwikkeld in opdracht van Platform Bèta Techniek.
Begeleiding vanuit Platform Bèta Techniek door Marloes Lubberdink.

www.platformbetatechniek.nl



Inhoudsopgave

Onderzoeken en ontwerpen	4
Denkers en doeners	6
Vaardigheden en houding	6
Leerjaar 3 tot en met leerjaar 8	7
Waarvoor kunt u de VLOO gebruiken?	7
De VLOO: zes categorieën en zestien items	8
VERWONDEREN	9
1. Stelt een vraag	9
2. Activeert voorkennis	9
3. Verkent het probleem	9
VERTALEN	10
4. Bakent vraag/doel af	10
5. Formuleert verwachtingen	10
6. Bedenkt een experiment of een ontwerp	10
VERZAMELEN	11
7. Voert een experiment of een ontwerp uit	11
8. Neemt waar wat er gebeurt	11
9. Legt gegevens vast	11
VERWERKEN	12
10. Ordent de gegevens	12
11. Geeft de kern van gegevens weer	12
VERBANDEN LEGGEN	13
12. Maakt een logisch verhaal aan de hand van de resultaten	13
13. Zoekt naar alternatieve verklaringen	13
VERSPREIDEN	14
14. Presenteert de resultaten	14
15. Verantwoordt de resultaten	14
16. Deelt de resultaten met anderen	14
De VLOO: vier houdingsaspecten	15
Scoremogelijkheden	16
De procedure van de VLOO	17
Verantwoording	18
Dankwoord	19
Geraadpleegde literatuur	20
Scoreformulier	23



Handleiding Vaardigheden Lijst Onderzoeken & Ontwerpen

De Vaardigheden Lijst Onderzoeken en Ontwerpen (VLOO) is ontwikkeld door de CED-Groep in opdracht van het Platform Bèta Techniek. Het instrument is bedoeld als hulpmiddel bij het vormgeven van uw onderwijs in wetenschap en techniek. Met de VLOO kunt u in kaart brengen over welke vaardigheden op het gebied van wetenschap en techniek leerlingen van groep drie tot en met acht beschikken. Het gaat hierbij met name om vaardigheden op het gebied van onderzoeken en ontwerpen. Met behulp van de VLOO meet u *algemene* vaardigheden die de leerlingen bij allerlei onderwerpen kunnen gebruiken en geen inhoudelijke kennis, omdat lesinhouden voor wetenschap en techniek heel divers kunnen zijn.

Onderzoeken en ontwerpen

Algemene vaardigheden in het kader van wetenschap- en techniekonderwijs zijn vaak vrij vaag, wat doe je bijvoorbeeld als je goed kunt onderzoeken of ontwerpen? We beginnen met twee voorbeelden.

Murat, 4 jaar

Murat is in de zandbak aan het scheppen. Carol (6 jaar), naast hem, maakt een toren door het zand te mengen met water. Dat wil Murat ook. Hij schept het zand op een hoop, maar het wordt geen toren, het zand glijdt steeds weer naar beneden. Hij kijkt nog eens naar de toren van Carol en pakt ook een emmertje met wat water. Hij gooit het op de hoop zand. Nu lukt het beter om een toren te maken. Hij gooit er nog een emmertje water op, maar nu wordt het zand te nat en de toren stort in. Murat gooit er nog een schep zand op en nu kan hij echt een toren maken. Hij loopt naar de struiken, pakt een takje met een blaadje eraan van de grond en zet het bovenop de toren. Als juf Martine aan hem vraagt wat hij heeft gemaakt zegt hij trots: "Een toren!" Juf Martine zegt: "Wat een mooie toren. Hoe heb je die gemaakt?" Murat zegt: "Eerst zand en toen water erbij en toen weer zand." "Goed zo", zegt juf Martine, "hoe ging dat dan precies? Eerst had je een hoop zand en toen je er water op deed, wat gebeurde er toen?" "Toen maakte ik de toren", zegt Murat. "En daarna?", vraagt juf Martine. "Toen deed ik er weer water op.", zegt Murat. "En wat gebeurde er toen?" "Toen was hij kapot", zegt Murat. "En hoe heb je hem dan weer gemaakt?", vraagt Martine. "Meer zand", antwoordt Murat. "En dat takje bovenop?", vraagt juf Martine, "wat is dat?" "De vlag!", zegt Murat lachend.



Trudy, 10 jaar

Trudy is met haar vader naar een toneelstuk geweest. Ze hadden steeds ander licht op het toneel, nu eens was het dag, dan weer nacht en soms leek het of de zon scheen. De kleuren van het licht op het toneel veranderden steeds. Trudy vond het prachtig en ze vraagt aan juf Rachida hoe je dat maakt. Deze zegt: "Ik weet het ook niet precies. Hoe zou je erachter kunnen komen?" Trudy zegt: "Op internet?" "Vast", zegt juf Rachida, "maar er zijn misschien ook andere manieren. Wie zou er nog een andere manier weten?" Titia heeft thuis glas-in-loodramen. Zij zegt: "Als de zon door een rood stukje schijnt, is de zonnestraal rood, maar als hij door een blauw stukje schijnt, is hij blauw." Trudy vraagt zich af of dat ook zo is, als je een stuk papier voor een lamp houdt. "Probeer het maar" zegt juf Rachida. Trudy en Titia gaan aan de slag. Ze mogen een bureaulamp gebruiken voor hun experiment. Zo ontdekken ze dat het licht van kleur verandert als de lamp door het papier heen kan schijnen, maar niet als het papier te dik is. Ook ontdekken ze dat je kleuren kunt mengen, net zoals wanneer je verf mengt. Ze houden precies bij wat er gebeurt en aan het eind van de les presenteren ze hun mooiste resultaten aan hun klasgenoten.

Beide voorbeelden laten zien hoe kinderen ontwerpen en onderzoeken. Ook al zijn de kinderen heel verschillend van leeftijd en verschilt ook hun gedrag, toch doen ze niet wezenlijk iets anders.

Beiden **verwonderen** ze zich: Murat over hoe je een toren maakt en Trudy over hoe je licht van kleur laat veranderen. Beiden **vertalen** ze deze vraag naar een experiment of een ontwerp: Murat doet na wat hij zijn buurvrouw in de zandbak ziet doen, Trudy komt in overleg met juf Rachida en een medeleerling tot een experiment om hun vraag te beantwoorden. Ze **verzamelen** informatie: Murat door te proberen eerst meer water en later meer zand te gebruiken, Trudy door verschillende soorten en kleuren papier voor het licht te houden en te observeren wat er gebeurt. Ze **verwerken** de informatie: bij Murat helpt de leerkracht hem daarbij, door hem te vragen hoe hij de toren heeft gemaakt. Trudy schrijft de informatie die ze verzamelen op. Ook **leggen ze verbanden**: Murat legt verband tussen de eigenschappen van zand en die van water en juf Martine helpt hem daarbij. Trudy legt verband tussen de eigenschappen van papier en kleur en licht. Beiden **verspreiden** ze de resultaten: Murat deelt ze met de leerkracht en Trudy deelt ze met haar medeleerlingen.

Bij Murat en Trudy kunnen we ook nog iets zien aan de manier waarop ze aan de slag zijn. Ze werken beiden met **plezier**: Murat is trots op zijn toren, Trudy laat enthousiast zien hoe mooi je kleuren kunt maken van licht en papier. Daarnaast zien we ook een zekere **systematiek** in hun activiteiten: bij Murat is dat zichtbaar in het doen, hij reageert op wat er gebeurt. Trudy gaat al systematischer te werk door te variëren met soorten en kleuren papier en op te schrijven wat ze doet. Ook gebruiken ze hun **verbeeldingskracht**: Murat imiteert wat hij bij Carol ziet om voor elkaar te krijgen wat hij wil, maar voegt er ook nog iets aan toe: een takje wordt vlag. Trudy komt door de opmerking van Titia op het idee om te experimenteren met een lamp en papier om haar vraag te beantwoorden. Ten slotte is er een zekere mate van **eerlijkheid** in hun manier van werken: Murat geeft heel feitelijk aan wat hij deed en wat het resultaat was. Trudy noteert precies wat lukt en wat niet, ook zij houdt zich aan wat er feitelijk gebeurt.



Denkers en doeners

Hoewel je voor onderzoeken en ontwerpen vergelijkbare vaardigheden nodig hebt, zijn de uitkomsten bij beide niet altijd hetzelfde en de manier waarop die uitkomst wordt bereikt ook niet. Uit de praktijk weten we dat er verschillen zijn tussen zogenaamde doeners en denkers. Er zijn kinderen die onderzoeken en ontwerpen 'met hun handen', dit zijn de *doeners*. In het voorbeeld is Murat zo iemand.

Jongere kinderen zijn meestal (maar niet altijd!) meer doeners dan denkers, maar ook oudere kinderen kunnen op deze manier onderzoeken of ontwerpen. Een van de leraren die we vroegen om deze leerlingen te omschrijven zei: "Je geeft hun een fietslamp en zij knutselen net zo lang tot hij het doet en ze kunnen ook vertellen hoe ze het hebben gedaan. Maar als je ze vooraf vraagt hoe ze te werk willen gaan, kunnen ze die vraag vaak niet beantwoorden." Andere kinderen zijn meer *denkers*: zij willen weten waarom iets is zoals het is. In het voorbeeld is Trudy meer een denker. Deze kinderen zijn meer geneigd volgens een plan te werk te gaan, en ze kunnen dat ook van tevoren uitleggen.

In de praktijk is onderzoekend en ontwerpnd leren moeilijk van elkaar te onderscheiden. Bij het ontwerpen van bijvoorbeeld een boot moeten kinderen soms onderzoeken of het materiaal stevig genoeg is; anderzijds moeten ze bij de uitvoering van een onderzoek soms iets ontwerpen om een experiment uit te voeren. Het is echter van belang om te weten dat het onderscheid er is en dat u bij het observeren ook zult zien dat er kinderen zijn die meer aanleg hebben voor ontwerpen en andere kinderen die meer aanleg tonen voor onderzoekend leren: ieder kind heeft zijn eigen talent. Ook kan in de ene les meer de nadruk liggen op ontwerpen, terwijl in een andere les net meer aandacht is voor onderzoeken.

Vaardigheden en houding

Zoals de eerdere voorbeelden verduidelijken, kunnen kinderen onderzoek- en ontwerpvaardigheden op elke leeftijd en in allerlei verschillende situaties leren. Als we er met een aantal vragen achter willen komen welke vaardigheden leerlingen al beheersen en in welke ze nog verder moeten oefenen, kunnen we niet al die situaties beschrijven. Daarom gaan we uit van zes categorieën waaruit je kunt afleiden of een leerling over deze vaardigheden beschikt, het zijn zes 'V's':

1. Verwonderen
2. Vertalen
3. Verzamelen
4. Verwerken
5. Verbanden leggen
6. Verspreiden

Daarnaast is *de manier waarop* leerlingen het gedrag bij de zes V's laten zien, van belang. Dit noemen we 'houdingsaspecten'. Voor onderzoeken en ontwerpen zijn de volgende houdingsaspecten kenmerkend:

1. Plezier
2. Systematiek
3. Verbeeldingskracht
4. Eerlijkheid



Uiteraard zijn er meer houdingsaspecten denkbaar, we hebben gekozen voor de meest voorkomende en meest relevante voor het onderwijs in wetenschap en techniek.

Leerjaar 3 tot en met leerjaar 8

De VLOO is voor alle leerlingen van leerjaar 3 tot en met leerjaar 8 hetzelfde. Dit is met opzet zo gedaan, omdat hiermee een doorgaande lijn in het onderwijs duidelijk kan worden. Het betekent echter niet, dat we bij onderzoeken en ontwerpen van een vierjarige precies hetzelfde gedrag verwachten als van een twaalfjarige. Dat laten bovenstaande voorbeelden zien.

Voor het invullen van de lijst doen we daarom een beroep op uw professionaliteit. U weet als leerkracht heel goed hoe uw leerlingen zich gedragen en u kunt ook inschatten of zij zich in positieve of negatieve zin onderscheiden van hun leeftijdgenoten. Maar, omdat het – zeker als u nog niet regelmatig onderwijs in wetenschap en techniek verzorgt – moeilijk kan zijn een concreet beeld te hebben naar welk gedrag precies gevraagd wordt, omschrijven we kort wat we met deze vaardigheden en de bijbehorende items bedoelen. Waar nodig geven we een aparte toelichting voor leerlingen in de onderbouw, omdat een aantal vaardigheden er bij jonge kinderen anders uitziet dan bij wat oudere kinderen.

Waarvoor kunt u de VLOO gebruiken?

Met behulp van de VLOO krijgt u zicht op vaardigheden van leerlingen op het gebied van wetenschap en techniek. De resultaten laten u zien wat de leerlingen al kunnen en waaraan zij nog moeten werken. Dat geeft aanknopingspunten voor uw onderwijs, op individueel niveau, maar ook op groepsniveau.

Op *individueel niveau* is het bijvoorbeeld mogelijk dat een kind uit uw groep op de VLOO laat zien dat hij moeite heeft met ‘verspreiden’. Op de items die daarbij horen heeft u bij hem steeds ‘zelden’ ingevuld. Dan weet u dat ‘verspreiden’ een vaardigheid is waar u voor deze leerling meer aandacht aan zou kunnen besteden. Door hem bijvoorbeeld vaker te vragen iets te vertellen over wat hij heeft gedaan of hem een verslag te laten schrijven voor de schoolkrant. Door de VLOO aan het begin en aan het eind van het jaar in te vullen, kunt u de ontwikkeling per kind in kaart brengen en volgen.

Ook op *groepsniveau* kunt u de resultaten van de VLOO inzetten voor verbetering van uw onderwijs in wetenschap en techniek. Het instrument is geschikt om opbrengstgericht te werken op dit gebied. Door voor de hele groep te kijken op welke vaardigheden lager wordt gescoord, kunt u handvatten krijgen voor de vormgeving van uw lessen. Misschien scoort het grootste gedeelte van uw groep wel laag op ‘verspreiden’. Dat is dan voor u een aanwijzing om aan die vaardigheid voor de hele groep meer aandacht te besteden in uw lessen. Wellicht raakt dit aspect wat onderbelicht door tijdsdruk? Het is immers een laatste stap in het hele proces van onderzoeken en ontwerpen. Of misschien heeft u gewoon een groep met kinderen die dit moeilijk vinden, het delen van informatie met elkaar? Dan kunt u wellicht op een andere manier met verspreiden beginnen. Eerst eens alleen delen met een medeleerling, dan in een klein groepje en daarna pas voor de hele klas.

Door voor uzelf na te gaan waar die lage scores op groepsniveau aan zouden kunnen liggen, kunt u uw lessen waarschijnlijk al beter vormgeven.



De VLOO: zes categorieën en zestien items

Met de VLOO meet u vaardigheden die horen bij onderzoeken en ontwerpen. Er zijn verschillen tussen beide. Onderzoeken levert meestal een antwoord op een vraag op, bij ontwerpen is het resultaat meestal een 'ding', een product. Toch zijn beide activiteiten heel vergelijkbaar en vragen ze om vergelijkbare vaardigheden bij leerlingen. In de toelichting op de vragen gebruiken we daarom beide begrippen door elkaar en lichten we waar nodig de verschillen tussen beide toe. Zodat u de items van de VLOO ook kunt invullen voor een situatie waarin de nadruk meer op of ontwerpen of onderzoeken ligt.

In de voorbeelden hierboven hebben we laten zien hoe de zes categorieën in de praktijk te zien kunnen zijn bij de leerlingen. Hier geven we een meer algemene omschrijving van de vaardigheden (de zes V's) en de bijbehorende items. Waar nodig geven we aan – soms ook met een voorbeeld – hoe u het gedrag bij jongere leerlingen kunt herkennen.

Door de volgorde en nummering van de items lijkt het misschien of deze elkaar ook zo opvolgen, als een lineair proces. Dit is bij onderzoeken en ontwerpen nadrukkelijk niet het geval: leerlingen springen in de cyclus van onderzoeken en ontwerpen heen en weer tussen de verschillende stappen en bijbehorende vaardigheden.



VERWONDEREN

Wil de leerling na confrontatie met een bepaald probleem, object of verschijnsel weten wat iets is, hoe iets werkt en waarom of waardoor? Onderkent hij dat er een vraag is en wil hij dan zoeken naar een antwoord? Ziet hij een probleem en wil hij iets bedenken of ontwerpen om het op te lossen?

Leon, 5 jaar

Leon kijkt televisie. Opeens valt het beeld uit... Hij zegt verwonderd: "Hij doet 't niet." Hij herinnert zich dat de waterkoker het niet deed omdat mama vergat de stekker in het stopcontact te stoppen. Daarom lijkt het Leon waarschijnlijk dat iemand vergeten is de stekker in het contact te doen. Hij gaat op zoek naar de stekker... Ook al klopt zijn conclusie (nog) niet, hij verwondert zich en gaat op onderzoek uit om zijn vraag te beantwoorden.

1. Stelt een vraag

De leerling raakt of is geïnteresseerd en stelt een vraag of herkent een probleem. Hij observeert de situatie, luistert naar anderen en vraagt door op het onderwerp. Het gaat hierbij niet om vragen, zoals: "Is dit goed?" of "Wat moet ik doen?", maar om vragen als: "Hoe zou het komen dat...?", "Wat zou ik kunnen doen om...?" of "Hoe zou dit beter of anders kunnen?".

Bij jonge kinderen en bij doeners kun je aan het gedrag zien dat ze een vraag hebben, maar ze stellen hem niet altijd. In het voorbeeld van Leon kun je uit zijn opmerking ("hij doet het niet") en het daarop volgende gedrag (zoeken naar de stekker) afleiden dat hij zich afvraagt waarom de televisie niet werkt.

2. Activeert voorkennis

De leerling reageert op een situatie en vergelijkt deze met voorbeelden uit zijn eigen ervaring: "Het lijkt op...", "Weet je nog toen...", "Ik heb gehoord, gezien, gelezen...", "Mijn... vertelde ..."

Jonge kinderen activeren nog niet altijd de juiste voorkennis, zoals blijkt in het voorbeeld van Leon. Belangrijk is het gegeven dat ze proberen om verbanden te leggen, het is minder belangrijk of deze ook kloppen.

3. Verkent het probleem

De leerling rommelt aan met het object/organisme of verschijnsel, verzamelt informatie en denkt na of oppert ideeën over oplossingsmogelijkheden. De (oudere) leerling stelt kritische vragen om het probleem helder te krijgen: "Heeft het ook te maken met...", "Maar als je nou dit, dan..."

In het voorbeeld gaat Leon op onderzoek uit om te kijken of de stekker in het stopcontact zit.

Op die manier verkent hij het probleem dat hij – van binnen – heeft geformuleerd, namelijk dat de televisie ermee is opgehouden, omdat de stekker niet in het stopcontact zit.



VERTALEN

Zet de leerling een probleem of een vraag om naar een uitvoerbaar plan om de vraag te beantwoorden of het probleem op te lossen?

Liv, 4 jaar

Liv vertelt in de klas dat ze heeft gezien hoe de voetbal van de jongens uit groep zes in de sloot naast het plein drijft. Juf Elly gebruikt het voorval voor een gesprek over drijven en zinken. Samen met juf Elly bedenken de leerlingen een experiment om meer te weten te komen over drijven en zinken: wat drijft er en wat zinkt er in een waterbak?

4. Bakent vraag/doel af

De leerling bedenkt wat hij wil weten of wat zijn ontwerp moet kunnen. Hij geeft daarbij aan wanneer hij tevreden is met zijn antwoord of ontwerp en aan welke eisen het moet voldoen.

Bij jonge leerlingen is het al voldoende als ze bedenken wat ze willen weten. Aangeven aan welke eisen het antwoord moet voldoen is meer iets voor oudere leerlingen. In het voorbeeld van Liv bedenken de leerlingen dat zij willen weten welke voorwerpen blijven drijven en welke zinken.

5. Formuleert verwachtingen

De leerling voorspelt wat er kan gebeuren en benoemt verschillende mogelijkheden.

Jonge leerlingen en doeners doen dit door dingen te proberen in het hier en nu. Als iemand het vraagt is het makkelijker voor hen om verwachtingen te formuleren.

In het voorbeeld voorspellen Liv en haar klasgenootjes al doende (op het moment dat ze begonnen zijn met het experiment, maar vóór het moment waarop ze het betreffende voorwerp in het water leggen) of voorwerpen zullen drijven of zinken.

6. Bedenkt een experiment of een ontwerp

De leerling bedenkt wat hij wil doen en wat hij nodig heeft om zijn doel te bereiken, om zijn ontwerp uit te voeren of om een antwoord op zijn vraag te vinden. Dit hoeft niet perse een experiment in de vorm van een proefje of een ontwerpschets te zijn, informatie verzamelen om een vraag te beantwoorden is ook onderzoeken.

In de onderbouw is de rol van de leerkracht hierbij anders dan in hogere leerjaren en gaat het bedenken bij kinderen soms al doende in plaats van vooraf. Ook speelt verbeelding bij dit aspect vaak een grotere rol bij jonge kinderen, ze bedenken vaker dingen die in de praktijk niet realiseerbaar zijn.

In het voorbeeld van Liv stuurt de leerkracht het gesprek in de richting van het experiment.



VERZAMELEN

Brengt deze leerling daadwerkelijk bij elkaar wat nodig is om een vraag te beantwoorden of een ontwerp uit te voeren? Dit kunnen 'spullen' zijn voor het uitvoeren van een ontwerp of een proefje, maar ook informatie als het gaat om het beantwoorden van een vraag.

Dahlia, 8 jaar

Juf Mariska heeft laten zien hoe er van alles aan een magneet blijft hangen: paperclips, spijkers. Dahlia vindt het prachtig. Samen met haar vriendin Tara gaan ze dingen zoeken die aan de magneet blijven hangen. Bij de gieter kun je de magneet er wel op plakken, maar als je probeert de gieter op te tillen met de magneet, lukt het niet. Ze maken een lijst met de voorwerpen die ze hebben geprobeerd op te tillen en zetten erbij wat er gebeurde.

7. Voert een experiment of een ontwerp uit

De leerling gaat actief aan de slag om een antwoord te vinden, zijn doel te bereiken, zijn ontwerp uit te voeren. Het experiment wordt uitgevoerd zoals dat van tevoren was bedacht, of de ontwerpschets wordt uitgevoerd tot een prototype. Ook hierbij kan het weer gaan om het verzamelen van informatie uit diverse bronnen als niet daadwerkelijk een proefje of een ontwerp wordt uitgevoerd. In de onderbouw komen kinderen vaak door 'trial en error' tot een antwoord op hun vraag; in de bovenbouw kan er meer planmatig worden gewerkt. In het voorbeeld proberen Dahlia en Tara met de magneet voorwerpen te vinden die blijven plakken en proberen ze om ze op te tillen.

8. Neemt waar wat er gebeurt

De leerling voert de metingen of zijn ontwerp uit en daarbij observeert en benoemt hij wat hij met zijn zintuigen en met behulp van meetinstrumenten registreert. Hij is alert op opvallende zaken. In een ontwerpproces kun je bij deze vaardigheid denken aan het testen van een prototype en waarnemen wat er dan gebeurt.

In het voorbeeld bekijken Dahlia en Tara goed wat er gebeurt. Ze merken op dat alleen de lichte dingen aan de magneet blijven hangen. Bij jonge kinderen is het al voldoende wanneer zij in staat zijn een probleem waar te nemen: "Hé, hoe kan dit nou..?", "Dit is raar!"

9. Legt gegevens vast

De leerling noteert wat er gebeurt in een proefje of experiment, wat de uitkomsten zijn van het testen van een ontwerp of welke gegevens en informatie hij verzamelt voor het beantwoorden van zijn vraag. Dit kan in de vorm van meetgegevens, maar ook in steekwoorden of tekstsamenvattingen. In het voorbeeld maken Dahlia en Tara een lijst, waarin ze bijhouden wat er gebeurt. In de onderbouw vertelt de leerling meteen wat er gebeurt en laat dit zien aan anderen. Het verzamelen en ordenen (verwerken) gebeurt dan tegelijkertijd.



VERWERKEN

Organiseert en structureert de leerling de verzamelde gegevens op zo'n manier dat het mogelijk wordt verbanden te leggen en conclusies te trekken?

In de onderbouw hebben de leerlingen hierbij nog hulp van de leerkracht nodig. De leerkracht stelt vragen aan de leerlingen waardoor de gegevens voor de leerling gestructureerd worden.

Jamie, 6 jaar

Meester Hans laat dia's zien van torens, allerlei soorten torens, de Eiffeltoren, een kerktoeren, een toren van acrobaten... De leerlingen mogen allemaal een toren bouwen en ze mogen zelf weten waarvan. En dan gaan ze met elkaar kijken welke toren het hoogste is, welke het mooiste, en welke het stevigste.

Iedereen gaat aan de slag, sommigen met blokjes, anderen met kussens, iemand probeert het met boeken. Jamie gaat naar de meester en vraagt hem iets. De meester denkt even na en knikt dan. Jamie gaat naar de gang. Als ze allemaal klaar zijn bekijken en bespreken ze de torens.

Meester Hans heeft een schema op het bord gemaakt met drie kolommen: Stevigste, Hoogste, Mooiste. Ze geven bij elke toren punten voor deze categorieën. Voor die van Jamie moeten ze naar de gang. Daar blijkt dat hij een toren heeft gebouwd van de groene appels die in een krat zaten om in de pauze te worden uitgedeeld. Iedereen is het erover eens dat de toren van Jamie de mooiste is! Ankie zegt: "Jamies toren is ook de lekkerste!" Daar is iedereen het mee eens.

10. Ordent de gegevens

De leerling maakt een overzicht van de gegevens. Hij gebruikt daarbij een bepaald ordeningsprincipe.

In de onderbouw hebben de leerlingen hierbij meer hulp van de leerkracht nodig. In het voorbeeld maakt meester Hans het overzicht, hij structureert door alvast ordeningsprincipes aan te geven: mooi, stevig en hoog. Aan het eind blijkt dat er nog een principe bij komt: lekker. Doordat hij met de leerlingen bespreekt wat ze gemaakt hebben en hoe de torens scoren op de ordeningsprincipes, oefenen ze vanzelf met ordenen en indelen.

11. Geeft de kern van gegevens weer

De leerling maakt een duidelijke koppeling tussen de hoofdvraag of het hoofdprobleem en het belangrijkste resultaat. Wat is uiteindelijk het antwoord op de vraag of de uitkomst van het proefje of experiment? Werkt het ontwerp zoals bedoeld, is het plan gelukt?

Ook dit doen leerlingen in de onderbouw alleen met hulp. In het voorbeeld helpt meester Hans de leerlingen met het verkennen van de begrippen hoog, stevig en mooi. Doordat ze met elkaar een cijfer geven komen ze tot gezamenlijk tot een kern. Ankie ontdekt dat er nog een kwalificatie mist, die wel essentieel is voor deze toren, namelijk: lekker.



VERBANDEN LEGGEN

Kan de leerling een redenering opbouwen aan de hand van de resultaten, bijvoorbeeld door overeenkomsten en verschillen aan te geven met andere verschijnselen en situaties?

Mark 5 jaar

Tijdens het project 'Gezond eten' legt juf Karin uit dat gezond eten inhoudt dat je groente en fruit eet en weinig snoept. Samen bedenken ze welk fruit ze kennen en welke groente, en of ze het lekker vinden. Mark kent bijna alle groente en al het fruit en blijkt het ook allemaal lekker te vinden. Veel klasgenoten kijken hem vol verbazing aan, houdt hij van boontjes en witlof? Juf Karin vraagt hoe Mark witlof eet? "Papa maakt het met ham en zoetige kaas en aardappelpuree. Hij kookt altijd, ik help hem en als ik iets niet lekker vind, proberen we het zo klaar te maken dat ik het wel lust." Juf Karin vraagt aan de klas hoe het zou komen dat de een (Mark) bijna alles lekker vindt, terwijl de ander (Marina) bijna alles vies vindt en alleen witte rijst of brood wil eten. De leerlingen komen met verschillende suggesties: niet iedereen vindt hetzelfde lekker; Mark kan zelf zeggen hoe hij iets wil eten; Marina hoeft nooit te eten wat ze niet lust... Mark zegt: "Misschien vinden jullie meer dingen lekker als je papa kookt. Bij jullie kookt je mama en bij mij papa..."

12. Maakt een logisch verhaal aan de hand van de resultaten

De leerling geeft de resultaten betekenis door ze met elkaar te verbinden, te vergelijken met de uitkomsten bij andere leerlingen, met een criterium en/of met zijn eigen mening. Ook maakt de leerling een verbinding met de oorspronkelijke vraag of opdracht. Bij een ontwerpproces kan de leerling hier vertellen wat hij heeft gedaan en waar dat toe heeft geleid. Hij geeft aan wat het belang van de resultaten is en ook wat de beperkingen zijn. Hij gebruikt daarbij suggesties van anderen en haalt voorbeelden aan.

In de onderbouw gebeurt dit onder leiding van de leerkracht. Het verhaal hoeft niet altijd logisch te zijn. Fantasie kan ook een rol spelen bij het redeneren van kinderen uit de onderbouw.

In het voorbeeld dragen de leerlingen op de vraag van de leerkracht allerlei redenen aan waarom er verschillen zijn in wat je lekker vindt en wat niet.

13. Zoekt naar alternatieve verklaringen

De leerling is niet tevreden met één (eerste) conclusie. Hij kijkt vanuit verschillende invalshoeken naar de resultaten en verklaart ook waarom zaken anders liepen dan verwacht. Hij betreft er andere mogelijkheden bij: "Ja, maar het kan ook dat ...", "Toen - bij die gelegenheid - was het zo dat, en dat betekent voor nu dat..."

In de onderbouw hoeven die verklaringen niet altijd strikt logisch te zijn en kan er fantasie worden gebruikt. In het voorbeeld zoekt Mark naar het meest in het oog springende verschil tussen zijn situatie en die van de andere leerlingen: bij hem thuis kookt zijn vader en bij de anderen zijn moeder. Daarom draagt hij dat als mogelijke reden aan.



VERSPREIDEN

Wisselt de leerling de uitkomsten van zijn onderzoek of experiment uit met anderen en staat hij daarbij open voor aanvullingen en verbeteringen? Kan de leerling aangeven waarom en hoe hij tot deze resultaten gekomen is?

In de onderbouw is het voldoende als de leerling met anderen praat over zijn onderzoek of anderen het resultaat laat zien.

Patrick en Mohammed, 9 jaar

Tijdens gymnastiek mag Patrick met de stopwatch bijhouden hoe hard iedereen loopt. Mohammed schrijft de tijden op. Als iedereen aan de beurt is geweest, vraagt Juf Clara: "En, vertel eens?" Patrick vertelt wie de snelste drie van de klas zijn. Juf Clara vraagt: "Hoe zou het komen dat zij het hardst kunnen lopen?" Mohammed zegt: "Jongens kunnen harder lopen dan meisjes." "Dat is niet waar", zegt Marijke, "ik kan harder lopen dan Bart." "Ja, maar jij hebt ook veel langere benen", zegt Bart. "Wie heeft er nou gelijk?" vraagt Hassan. Ze kijken naar juf Clara. Die zegt: "Hoe zouden we dat te weten kunnen komen?" Mohammed stelt voor om op een rij te gaan staan en te kijken wie het langste is en wie het kortste. Patrick mag de lijst met de scores in de computer zetten. Hij doet het in volgorde van snelst naar langzaamst. Erachter zetten ze wie het langst is en wie het kortst. En daarachter zetten ze wie meisje is en wie jongen. Ze laten de lijst zien op het digibord. Samen vertellen Patrick en Mohammed aan de groep hoe ze hebben gemeten en wat ze hebben gevonden: lange kinderen lopen harder dan kortere en jongens lopen harder dan meisjes. Maar lange meisjes lopen harder dan korte jongens. "Zie je wel!" zegt Marijke.

14. Presenteert de resultaten

De leerling kiest een geschikte manier om uit te leggen en te laten zien wat hij gedaan heeft. Dit kan bijvoorbeeld een grafiek of een tabel zijn, of een demonstratie van een ontwerp, of een verhaal.

In het voorbeeld kiezen Patrick en Mohammed ervoor om de lijst in de computer in te voeren, zo kan iedereen goed zien wat de resultaten zijn.

15. Verantwoordt de resultaten

De leerling legt uit hoe hij de resultaten heeft verkregen. Hij vertelt waarom hij het op die manier heeft gedaan.

In het voorbeeld leggen Patrick en Mohammed uit hoe ze hun resultaten hebben gevonden. In de onderbouw is het voldoende als de leerling vertelt wat hij heeft gedaan.

16. Deelt de resultaten met anderen

De leerling vraagt om reacties van anderen op zijn resultaten.

In het voorbeeld delen Mohammed en Patrick de resultaten van hun eerste meting (snelheid) met hun klasgenoten. Daarover komen vragen en opmerkingen. Dat leidt ertoe dat ze een tweede meting doen (namelijk: lengte en sekse). In de onderbouw gebeurt dit met name onder leiding van de leerkracht.



De VL00: vier houdingsaspecten

Bij onderzoeken en ontwerpen is niet alleen van belang dat de leerling de zes V's laat zien. Het gaat er ook om op welke manier hij dat doet. Daarom kijken we ook naar de houding waarmee de leerling onderzoekt en ontwerpt. We doen alleen bij de zes V's, dus bij de overkoepelende vaardigheden, niet bij elk van de zestien items uit de lijst. De reden hiervoor is dat houdingsaspecten niet altijd bij elke gedraging te zien zullen zijn, het gaat hierbij meer om een algemene indruk.

Over het algemeen geldt dat jonge leerlingen deze houdingsaspecten meer na aanmoediging van de leerkracht zullen laten zien, terwijl het bij oudere leerlingen in toenemende mate uit henzelf komt.

We letten op Plezier, Systematiek, Verbeelding en Eerlijkheid. Uiteraard zijn er meer houdingsaspecten denkbaar, we hebben gekozen voor de meest voorkomende en meest relevante aspecten voor het onderwijs in wetenschap en techniek.

Plezier De leerling doet deze activiteit graag, is enthousiast als hij iets ontdekt, zijn ogen glimmen als hij erover vertelt. Hij neemt zelf initiatief.

Systematiek De leerling werkt systematisch, doelgericht en nauwgezet, ook als hij experimenteert. Hij kan uitleggen wat hij gaat doen, op welke manier en waarom hij het zo aanpakt.

Verbeelding De leerling is vindingrijk en origineel, komt met verrassende en fantasievolle ideeën, kan zich verschillende mogelijkheden voorstellen, is flexibel.

Eerlijkheid De leerling houdt zich aan de feiten. Hij is kritisch tegenover de eigen resultaten, is onbevooroordeeld en kan zijn eigen mening ter discussie stellen. Hij realiseert zich dat zijn manier van werken betrouwbaar moet zijn en dat zijn gegevens moeten kloppen.



Scoremogelijkheden

Elke 'V' is uitgewerkt in een aantal voorbeelden van concreet gedrag waaruit af te leiden is of de leerling over deze vaardigheid beschikt. U kunt daarbij kiezen uit de volgende antwoordmogelijkheden: zelden, soms, vaak. Hieronder verduidelijken we de betekenis van de antwoordmogelijkheden. Voor onderbouwleerlingen is de betekenis iets aangepast.

Zelden: de leerling laat het gedrag alleen op uitdrukkelijke aansporing van de leerkracht zien.

Onderbouw: de leerling laat het gedrag niet zien, ondanks aansporing van de leerkracht.

Soms: de leerling laat het gedrag bij een enkel onderwerp uit zichzelf zien, maar meestal alleen na aansporing van de leerkracht. *Onderbouw:* de leerling laat het gedrag alleen op aansporing van de leerkracht zien.

Vaak: de leerling laat het gedrag bijna altijd uit zichzelf zien, hij heeft nauwelijks of geen aansporing van de leerkracht nodig. *Onderbouw:* de leerling laat het gedrag op aansporing van de leerkracht zien en af en toe uit zichzelf.

Bij elke V kruist u aan welke houdingsaspecten u bij de leerling heeft gezien. U hoeft alleen de aspecten aan te kruisen die u van toepassing vindt. Sommige kinderen zullen bijvoorbeeld met veel plezier en ook op een eerlijke manier Verzamelen, maar hierbij weinig verbeelding laten zien en het ook niet heel systematisch doen. Dan kruist u alleen de houdingsaspecten Plezier en Eerlijkheid aan achter Verzamelen. Houd in gedachten dat de houdingsaspecten breed omschreven zijn, ook uw eigen houdingsaspecten die niet exact overeenkomen met de term, kunnen van toepassing zijn (*doelgericht* zou bijvoorbeeld ook onder *systematisch* kunnen vallen).



De procedure van de VLOO

De procedure van de VLOO bestaat in principe uit twee stappen: voorbereiden en invullen.

U kunt eventueel leerlingen eerst observeren en daarna de VLOO invullen, maar dit vraagt veel van uw aandacht tijdens de les. Dit observeren kunt u ook alleen doen voor een aantal vaardigheden waarover u twijfelt voor een bepaalde leerling.

Vorbereiden

Als u de VLOO invult, is het aan te raden om – nadat u deze handleiding heeft doorgelezen – de lijst een keer op proef te scoren. Op die manier leert u de vragen kennen. Bedenk vooraf in welke situaties u het gedrag dat bij onderzoeken en ontwerpen hoort, kunt zien. Zoals u ook in de voorbeelden heeft kunnen lezen, is dit niet alleen in geplande lessen het geval. Onderzoeken en ontwerpen komen ook naar voren in het gedrag als een leerling speelt, of wanneer hij een vraag die aan de orde is, probeert te beantwoorden. Neem voor het oefenen een bestaande leerling in gedachten.

Invullen

U kent uw leerlingen en u weet hoe zij zich gewoonlijk in allerlei situaties gedragen. U kunt hun gedrag goed plaatsen. Ook weet u vanuit uw ervaring als leerkracht hoe leerlingen uit de leeftijdsgroep waaraan u lesgeeft ‘door de bank genomen’ scoren op de vaardigheden uit de VLOO. Daarom werkt het voor de VLOO goed om uit te gaan van de vaardigheden die de meeste kinderen van een bepaalde leeftijdsgroep laten zien. U vraagt zich dan tijdens het invullen van de VLOO telkens af of de leerling waarvoor u de VLOO invult het beter of slechter doet dan zijn of haar leeftijdgenootjes.

Eventueel eerst observeren

Door de leerling voorafgaand aan het invullen van de VLOO nog eens bewust te observeren, toetst u uw (voor)oordeel aan het gedrag van de leerling. Dit kan ook handig zijn als u twijfelt over een bepaalde vaardigheid, of over enkele items uit de lijst. Deze observatie kunt u uitvoeren, terwijl u lesgeeft. Zoals gezegd vraagt dit wel wat van uw eigen aandacht, u kunt hiervoor het beste een les nemen die voor uzelf niet te moeilijk is om te geven. U observeert de leerling met (een aantal van) de vragen van de VLOO in uw hoofd. Observeer niet meer dan drie kinderen gedurende een dag in allerlei situaties waarin onderzoeken en ontwerpen aan de orde is. Vul aan het eind van de dag de lijst in voor die leerlingen. Denk niet te lang na over de antwoorden, meestal is uw eerste ingeving de beste. Het gedrag dat u niet tijdens de observatie heeft gezien, vult u in op basis van het beeld dat u van de leerling hebt.



Verantwoording

Omdat we bij de start van het ontwikkelproces uitgingen van een instrument waarmee alle voor wetenschap en techniek benodigde vaardigheden in kaart gebracht konden worden, hebben we uit de geraadpleegde literatuur in eerste instantie niet alleen vaardigheden op gebied van wetenschap en techniek (*science*) en onderzoekend en ontwerpend leren (*inquiry based learning*) gedestilleerd, maar ook 21e eeuwse vaardigheden, executieve functies, aspecten van meta-cognitie en zelf regulatievaardigheden.

Na ontdebellen leverde dit 181 vaardigheden en houdingsaspecten op, variërend van 'aanrommelen' tot 'conflict hantering'. We hadden echter ook als doel om toe te werken naar een instrument dat na oefening in vijf tot tien minuten per leerling in te vullen zou zijn om het werkbaar te houden voor de onderwijs-praktijk. Dit bracht een noodzaak mee tot concessies aan het aantal op te nemen items en daarmee aan de volledigheid. Hierom zijn overkoepelende vaardigheden, die niet alleen voor wetenschap en techniek maar voor allerlei leergebieden nodig zijn, toch niet opgenomen in de VLOO. Voor dergelijke vaardigheden zijn vaak al andere geschikte instrumenten op de markt. Samenwerken is bijvoorbeeld van groot belang binnen onderzoeken en ontwerpen, maar of een leerling dit kan wordt vaak al gevolgd in een instrument voor sociale competentie.

Twee van de ontwikkelaars (Marije Boonstra en Froukje Joosten) hebben apart ieder een eerste selectie en categorisatie uit de 181 vaardigheden en houdingsaspecten gemaakt. Veel van de 181 items die wel bij wetenschap en techniek of onderzoekend en ontwerpend leren horen, bleken net iets andere formuleringen van vergelijkbare vaardigheden, grotendeels onder te brengen in de onderzoeks- of ontwerpcyclus. De selectie en categorisatie resulteerde in twee voorstellen met al een behoorlijke mate van overeenstemming. Met Marjolein Gielen erbij is vervolgens definitieve overeenstemming bereikt over de uiteindelijke keuze en indeling, uitmondend in toen nog 18 items binnen zes categorieën en acht houdingsaspecten van de VLOO.

In deze fase van het ontwikkelproces is ook gesproken met een aantal ervaren leerkrachten wetenschap en techniek. We hebben aan hen gevraagd een in hun ogen vaardige en minder vaardige leerling op gebied van wetenschap en techniek voor ogen te nemen en ons te vertellen waaraan zij nu kunnen zien wat een leerling vaardig of minder vaardig maakt op dit gebied. Wat doen deze twee leerlingen wel en niet, hoe neem je de verschillen waar? De uitkomsten van deze gesprekken zijn verwerkt in de VLOO en de handleiding.

De eerste versie van de VLOO is in een bijeenkomst voorgelegd aan een groep van nationale experts (zie dankwoord) op gebied van wetenschap en techniek en opbrengstgericht werken. Op basis van suggesties uit deze bijeenkomst zijn een tweede versie van de lijst (teruggebracht naar 16 items onder zes categorieën en vier houdingsaspecten) en een handleiding gemaakt. Deze zijn voorgelegd aan een aantal leerkrachten in een 'hardop-denk' sessie, een beproefde methode om inzicht te krijgen in denkprocessen van mensen. De leerkrachten zeiden hier letterlijk alles wat ze dachten tijdens het invullen van de VLOO hardop, waardoor wij inzicht kregen in de valkuilen van het instrument. Deze inzichten zijn ook weer verwerkt in de lijst en de handleiding.

De aangepaste VLOO en bijbehorende handleiding zijn vervolgens in de laatste fase van het ontwikkelproces uitgetoetst in een aantal pilotscholen (zie dankwoord), door leerkrachten met



verschillende mate van ervaring met wetenschap en techniek onderwijs en uit verschillende bouwen. Ook zijn de VLOO en de handleiding nogmaals rondgestuurd aan alle experts die in eerste instantie waren benaderd voor de expertbijeenkomst. De uitkomsten van deze pilotronde en expertoordelen zijn waar mogelijk en wenselijk verwerkt in de definitieve versie die u nu voor ogen heeft.

Dankwoord

De VLOO is tot stand gekomen met behulp van de inzet van veel mensen in verschillende stadia van de ontwikkeling van het instrument.

Wij danken de volgende mensen voor het meedenken en hun suggesties voor verbetering:

Johan van Amersfoort, Hein van den Bemt, Ina Cijvat, Anne-Marie Dogger, Paul van Geert, Jacqueline Goedhart, Marja van Graft, Hanno van Keulen, Hester Kleinhans, Yvonne Leenders, Jos Marell, Jan Noordam, Albert Oving, Marieke Peeters, Ellen Sjoer, Lou Slangen, Esther Slot, Hanna Swaab, Paivi Tjon-A-Ten en Frederieke Ubels

We danken de volgende scholen en diverse leerkrachten van deze scholen voor het uitproberen van de VLOO en voor het geven van suggesties voor verbetering tijdens de pilot en andere fasen van de ontwikkeling van het instrument:

Ababil in Schiedam, De Appelhof in Druten, De Eendragt in Zuid-Beijerland, Freinetschool in Delft, De Haren in 's Hertogenbosch, Het Kompas in Vuren, Mariaschool in Someren, Menorah in Oosterhout, 't Meesterwerk in Schiedam, Molenwiek Montessorischool in Haarlem, De Notenkraker in Rotterdam, De Ontdekkingsreis in Doorn, De Regenboog in Rotterdam, Schoter Duijn in Den Helder, Sint Lambertus in Maasbommel, Tarcisiusschool in Rotterdam en De Wegwijzer in Krimpen aan de IJssel



Geraadpleegde literatuur

In onderstaande lijst zijn nuttige en handige bronnen voor leerkrachten paars gedrukt.

Aalderen-Smeets, S. I. van, Walma van der Molen, J., & Asma, L. (2012). Primary teachers' attitudes towards science: a new theoretical framework. *Science Education*, 96(1), 158-182.

Aerden, I. (2011). Talent: een sterke warme wind voor extra kansen. *Pedagogiek in Praktijk*, 17(64), 22-25.

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Rath, J., & Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.

Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29.

Barkley, R. A. (2012). *Executive functions: what they are, how they work and why they evolved*. New York: The Guilford Press.

Beek, K. van, & Doorten, I. (2011). *Een andere kijk op talent*. Onderwijsraad.

Bentham, J. van, Dijkgraaf, R., & Lange, J. de (2005). *TalentenKracht*. Amsterdam/Utrecht.

Binkley, M., Erstand, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining 21st century skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 17-66). Springer.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. New York: David McKay Co Inc.

Boeijen, G., Kneepkens, B., & Thijssen, J. (2011). *Natuurkunde en techniek voor de basisschool: een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie*. Arnhem: Cito.

Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). Pisa2006: an assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865-883.

Chiapetta, E. L. (1997). Inquiry-based science. *The Science Teacher*, 64(7), 22-26

Denktank Wetenschap en Techniek (2009). *Masterplan Ruimte voor Talent, Ruimte voor Wetenschap en Techniek*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Education at a glance: OECD Indicators – 2005 Edition.

Emmelot, Y, Daalen, M. M. van, & Krüger, M. L. (2011). *Wetenschap en techniek en opbrengstgericht werken: zes basisschoolportretten*. Amsterdam: Kohnstamm Instituut.

Expertgroep Wetenschap en Techniek Basisonderwijs (2005). *Visie op wetenschap en techniek in het basisonderwijs*.

Gordon, J., Halasz, G., Krawczyk, M., Leney, T., Michel, A., Pepper, D., Putkiewicz, E., & Wisniewski, J. (2009). *Key competences in Europe*. European Commission's Directorate-General for Education and Culture.



Graft, M. van, & Kemmers, P. (2007). *Onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur en techniek: basisdocument over de didactiek voor onderzoekend en ontwerpend leren in het primair onderwijs*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Greven, J., & Letschert, J. (2006). *Kerndoelen Primair Onderwijs*. Den Haag: ministerie van OCW.

Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (2012). *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Springer.

Harlen, W. (1999). *Effective Teaching of Science: a review of research*. Edinburgh: The Scottish Council for Research in Education.

High Level Group on Science Education (2007). *Science Education Now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission.

De Jong, T. & Koppenhagen, O. (2008). Maartje Raijmakers: Onderzoekend leren stimuleert bèta-denken. *Develop*, 4(2), 20-23.

Joukes, G. (xxxx). *Meiden en wetenschap & techniek*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Kemmers, P., Klein Tank, M., & Graft, M. van (2007). *Onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur en techniek: evalueren van brede ontwikkeling van leerlingen in open onderwijsvormen*. Enschede: Stichting leerplanontwikkeling.

Keulen, H. van (2010). *Wetenschap en techniek. IJkpunten voor een domein in ontwikkeling*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Keulen, H. van, & Oosterheert, I. (2011). *Wetenschap en techniek op de basisschool*. Houten: Noordhoff Uitgevers.

Keulen, H. van, Walma van der Molen, J. (2009). *Onderzoek naar wetenschap en techniek in het Nederlandse basisonderwijs*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Kneepkens, B., Schoot, F. van der, & Hemker, B. (2011). *Balans van het natuurkunde- en techniekonderwijs aan het einde van de basisschool 4*. PPON-reeks nummer 43. Arnhem: Cito.

Kuijpers, J. (xxxx). *Wetenschap in de klas: visies op wetenschap en techniek in het basisonderwijs*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Kuipers, J. & Walma van der Molen, J. (xxxx). *Wetenschap & techniek: een ontdekkingsreis naar kennis*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Meindertsma, H., Steenbeek, H. & Geert, P. van (2009). *TalentenKracht: de rol van de volwassene bij talentvol redeneren van jonge kinderen*. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y., & Preuschoff, C. (2009). *TIMMS 2011 Assessment Frameworks*. Boston: TIMMS & PIRLS International Study Center.

OECD (2005). *The Definition and Selection of key competencies: Executive summary*.

Olson, S., & Loucks-Horsley, S. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning*. National Research Council.



Vaardigheden Lijst Onderzoeken & Ontwerpen

Pohl, M. (2000). *Learning to Think, Thinking to Learn: Models and Strategies to Develop a Classroom Culture of Thinking*. Cheltenham: Hawker Brownlow.

Post, A. (xxxx). *Talentenkracht en VTB-Pro: sprankelen in de praktijk*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Programma VTB (xxxx). *Vanzelfsprekend wetenschap en techniek*. Den Haag: Programmabureau VTB.

Roeleveld, M. (2009). *Techniek op de kaart: Regio Rotterdam 2009*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Rohaar, E.J. (2009). *Testing teacher knowledge for technology teaching in primary schools*. Proefschrift.

Scardamalia, M., Bransford, J., Kozma, B., & Quellmalz, E. (2010). New assessments and environments for knowledge building. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 231-340). Springer.

Sefton-Green, J. (2008). *Creative Learning*. Arts Council England.

Silva, E. (2008). *Measuring skills for the 21st century*. Washington: Education Sector Reports.

Steenbeek, H., & Uittenbogaard, W. (2009). Beta-talenten van jonge kinderen in kaart. *Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 28(1), 89-100.

Tulder, M. van, & Jong, J. de (2009). *Excellentie in het Primair Onderwijs*. Den Haag: Orion Programma.

Vaan, E. de, & Marell, J. (2006). *Praktische Didaktiek voor Natuuronderwijs*. Bussum: Uitgeverij Coutinho.

Vlokhoven, H. van (2010). *The eye of the beholder: naar een brede en werkzame definitie van wetenschap en techniek bij leerkrachten in het primair onderwijs*. Hogeschool van Arnhem en Nijmegen.

Voogt, J., & Pareja Roblin, N. (2010). *21st Century Skills: discussienota*. Kennisnet.

Walma van der Molen, J., Lange, J. de, & Kok, J. (2009). *Professionalisation science & technology in the Netherlands: primary education*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Weerden, J. van, Thijssen, J., & Verhelst, N. (2003). *Toetsen Techniek in het basisonderwijs*. Arnhem: Cito.

Wilson, M., Bejar, I., Scalise, K., Templin, J., William, D., & Torres Iribarra, D. (2012). Perspectives on methodological issues. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp. 17-66). Springer.

Vaardigheden Lijst Onderzoeken & Ontwerpen



Naam leerling: j / m

Naam leerkracht:

Groep: Leeftijd:

Dit doet de leerling (met)

**NB Kruis alle houdings-
aspecten aan die
van toepassing zijn!**

Deze leerling...	zelden	soms	vaak	plezier	systematisch	eerlijk	verbeelding
VERWONDEREN							
1. Stelt een vraag							
2. Activeert voorkennis							
3. Verkent het probleem							
VERTALEN							
4. Bakent vraag/doel af							
5. Formuleert verwachtingen							
6. Bedenkt een experiment of een ontwerp							
VERZAMELEN							
7. Voert een experiment of een ontwerp uit							
8. Neemt waar wat er gebeurt							
9. Legt gegevens vast							
VERWERKEN							
10. Ordent de gegevens							
11. Geeft de kern van gegevens weer							
VERBANDEN LEGGEN							
12. Maakt een logisch verhaal aan de hand van de resultaten							
13. Zoekt naar alternatieve verklaringen							
VERSPREIDEN							
14. Presenteert de resultaten							
15. Verantwoordt de resultaten							
16. Deelt de resultaten met anderen							