

Peil. Natuur en Techniek

2015-2016



Inspectie van het Onderwijs
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en
Wetenschap



Peil.
Natuur en
Techniek

2015 - 2016

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Natuur en Techniek onder de loep	8
Resultaten in kort bestek	11



Deel A - Reflectie op de resultaten 17

Inleiding 19

1 Reflectie en discussie 21

1.1 Wat opvalt aan Peil.Natuur en Techniek 2015 - 2016 23

1.2 Verschil met de peilingen uit 2008 en 2010 25

1.3 De wijze van peilen 27

2 Ideeën naar aanleiding van de resultaten 31

2.1 Voor de onderwijspraktijk 31

2.2 Voor onderwijsbeleid: landelijk, regionaal en op het niveau van bestuur en school 32

2.3 Voor vervolgonderzoek 32



Deel B - De resultaten 35

Inleiding en leeswijzer 37

1 Het onderwijsaanbod Natuur en Techniek 41

1.1 Inbedding in het curriculum 41

1.2 Methodegebruik en volgsystematiek 43

1.3 Faciliteiten en ondersteuning 44

1.4 Opleidingskenmerken leerkrachten 46

1.5 Natuur en Techniek-activiteiten op en buiten school 47

2	Resultaten Natuur en Techniek	51
2.1	Prestaties kennistoets	51
2.2	Prestaties praktische opdrachten	57
2.2.1	Onderzoekopdrachten	60
2.2.2	Ontwerpopdrachten	70
2.3	De attitude van leerlingen ten aanzien van Natuur en Techniek	76
2.4	Effecten van hulp	77
2.5	Verschillen tussen scholen en leerlingen	79
2.5.1	Samenhang van prestaties met aanbodkenmerken Natuur en Techniek	79
2.5.2	Samenhang van prestaties met vrijetijdsbesteding en attitude Natuur en Techniek	84
2.6	Verschillen verklaard	86
2.6.1	Kennistoets	87
2.6.2	Praktische opdrachten	88
2.7	Trends in prestaties	90
3	Onderwijsaanbod, prestaties en attitude op voorhoedescholen	93
3.1	Onderwijsaanbod op voorhoedescholen	93
3.2	Prestaties en attitude van leerlingen op voorhoedescholen	98



Deel C - Achtergrond van de peiling 103

1	Doel en werkwijze van de peiling Natuur en Techniek	105
1.1	De peiling Natuur en Techniek 2015-2016	105
1.2	Van domeinbeschrijvingen naar toetsdoelen en instrumentarium	106
1.3	De instrumenten	106

Literatuurlijst 108



Voorwoord

Aan de slag gaan met je eigen onderzoeksvragen. Dat vormt een belangrijk onderdeel van het onderwijs in Natuur en Techniek. Het stimuleert leerlingen om eigenaar te zijn van hun eigen leerproces: leren een vraag te stellen, zelf nadenken over mogelijke antwoorden, een experiment opzetten, verwonderd kijken naar wat er allemaal gebeurt, conclusies trekken en vervolgens het proces evalueren om ervan te leren voor de volgende keer. Jonge kinderen hebben van nature een onderzoekende houding.

Onderzoeksvaardigheden stimuleren vraagt van leerkrachten een andere aanpak dan zij gewend zijn. Pas de laatste jaren wordt er in Nederland op de pabo's meer aandacht besteed aan onderzoeksvaardigheden van leerlingen en leerkrachten. Een goede ontwikkeling. Maar het betekent ook dat we met z'n allen nog heel erg aan het ontdekken zijn hoe we het onderwijs in Natuur en Techniek het beste kunnen vormgeven. Daarom vinden wij het als Inspectie van het Onderwijs een goede zaak dat dit onderdeel van het curriculum het onderwerp is van dit peilingsonderzoek.

In Peil.Natuur en Techniek is naast de onderzoeksvaardigheid van leerlingen, ook de ontwerpvaardigheid en de attitude van leerlingen als het gaat om Natuur en Techniek in kaart gebracht. Daarnaast is met een schriftelijke toets gekeken naar de kennis van natuurkunde en techniek, biologie en (natuurkundige) aardrijkskunde. Deze domeinen zijn in 2008 en 2010 eveneens gepeild, maar afzonderlijk.

Als we de resultaten van 2008 en 2010 vergelijken met de resultaten in schooljaar 2015-2016, vinden we weinig verschil in de prestaties van leerlingen. Anders dan bij het internationale onderzoek TIMSS in groep 6, waar een daling in de prestaties zichtbaar werd, zien we in Peil.Natuur en Techniek een stabiele trend.

Afgezien van het feit dat TIMSS in groep 6 plaatsvindt, terwijl Peil.Natuur en Techniek in groep 8 is uitgevoerd, is een mogelijke verklaring voor de verschillen het gebruikte instrumentarium. Bij Peil.Natuur en Techniek maken we gebruik van instrumenten die ontwikkeld zijn bij de kerndoelen. Het instrumentarium van TIMSS sluit hier slechts gedeeltelijk bij aan. Maar vooral roepen de verschillen vraagtekens op. Daarom willen we verkennen of we Peil. onderwijs in de nabije toekomst met TIMSS kunnen combineren.

Dit eerste peilingsonderzoek naar Natuur en Techniek onder regie van ons als inspectie, maakt ons ook duidelijk dat we nog onvoldoende zicht hebben op de factoren in het onderwijsleerproces die de prestaties van leerlingen beïnvloeden. We zien dat voorhoedescholen erin slagen een rijker onderwijsaanbod neer te zetten. Maar in de kennistoets en de praktische opdrachten zien we dat niet weerspiegeld.

Daarmee kunnen we niet stellen dat leerlingen op de voorhoedescholen geen profijt hebben van het rijkere aanbod. Wellicht hadden we dit op een andere manier in kaart moeten brengen. Het kan ook zijn dat er nog andere factoren van invloed zijn, die we niet hebben gemeten. Ook is de vraag in hoeverre er al langere tijd sprake is van een rijker aanbod en of scholen dit aanbod doelgericht

genoeg inzetten. En: in hoeverre sturen scholen aan op de toepassing van het geleerde in nieuwe situaties? Tal van vragen om te overdenken in aanloop naar een volgende peiling van dit inhoudsgebied.

Wij hopen met Peil.Natuur en Techniek alle betrokkenen bij het onderwijs in dit inhoudsgebied aanknopingspunten te bieden voor een brede dialoog over de inhoud, kwaliteit en het niveau van het onderwijs. In het eerste deel van dit rapport geven we hiertoe een aanzet met een weergave van het gesprek dat een focusgroep van professionals heeft gevoerd over de resultaten van dit onderzoek. De discussie voerde van verklaringen voor het ontbreken van verschillen tussen voorhoedescholen en representatieve scholen naar aanbevelingen om het natuurlijke enthousiasme van leerlingen voor Natuur en Techniek meer te stimuleren. Ik hoop dat

het inspirerende verloop van deze discussie voeding biedt voor een breder vervolg voor iedereen die betrokken is bij onderwijs in Natuur en Techniek.

Er zijn de laatste jaren veel initiatieven ontplooid om het onderwijs in Natuur en Techniek meer aandacht te geven. Daarbij staat een onderzoekende houding vaak centraal. Laten wij met elkaar onderzoeken hoe we de balans tussen sturen en durven loslaten en tussen kennis en onderzoeksvaardigheden in het onderwijs kunnen vinden zodat alle Nederlandse kinderen de ruimte krijgen om hun nieuwsgierige houding blijvend te stimuleren en ontwikkelen en hun kennis te vermeerderen.

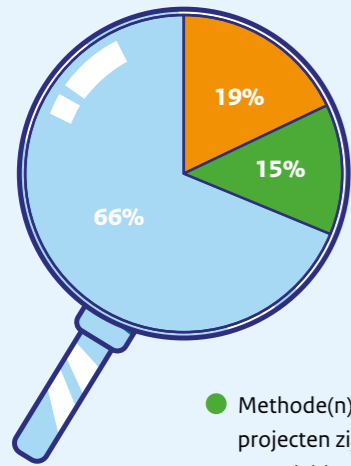
Dr. Arnold Jonk

Plaatsvervangend inspecteur-generaal van het Onderwijs
april 2017



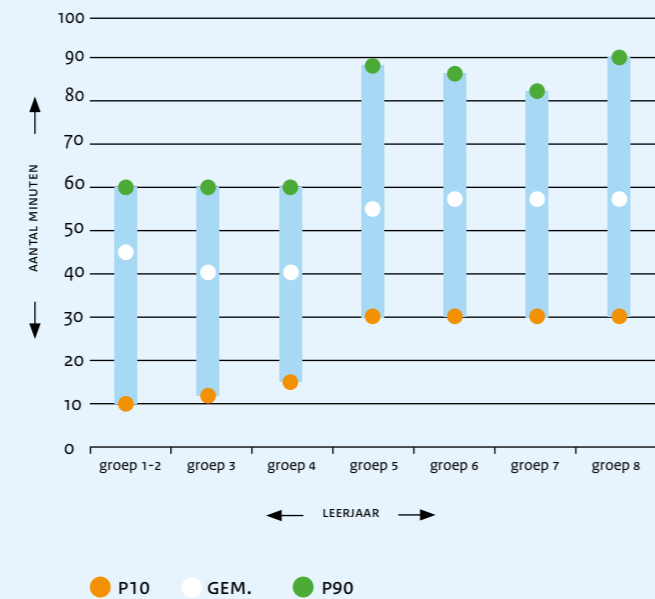
Natuur en Techniek onder de loep

Gebruik methode(n) voor Natuur en Techniek



- Methode(n) zijn leidend voor het aanbod
- Methode(n) en thema's/projecten zijn in gelijke mate leidend
- Thema's/projecten zijn leidend voor het aanbod

Gemiddelde lestijd besteed aan Natuur en Techniek



Attitude van leerlingen overwegend positief



Meisjes



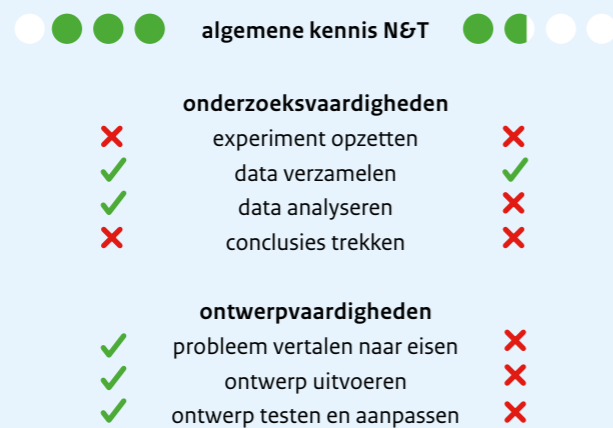
Jongens



Verschillen in kennis, onderzoeks- en ontwerpvaardigheden

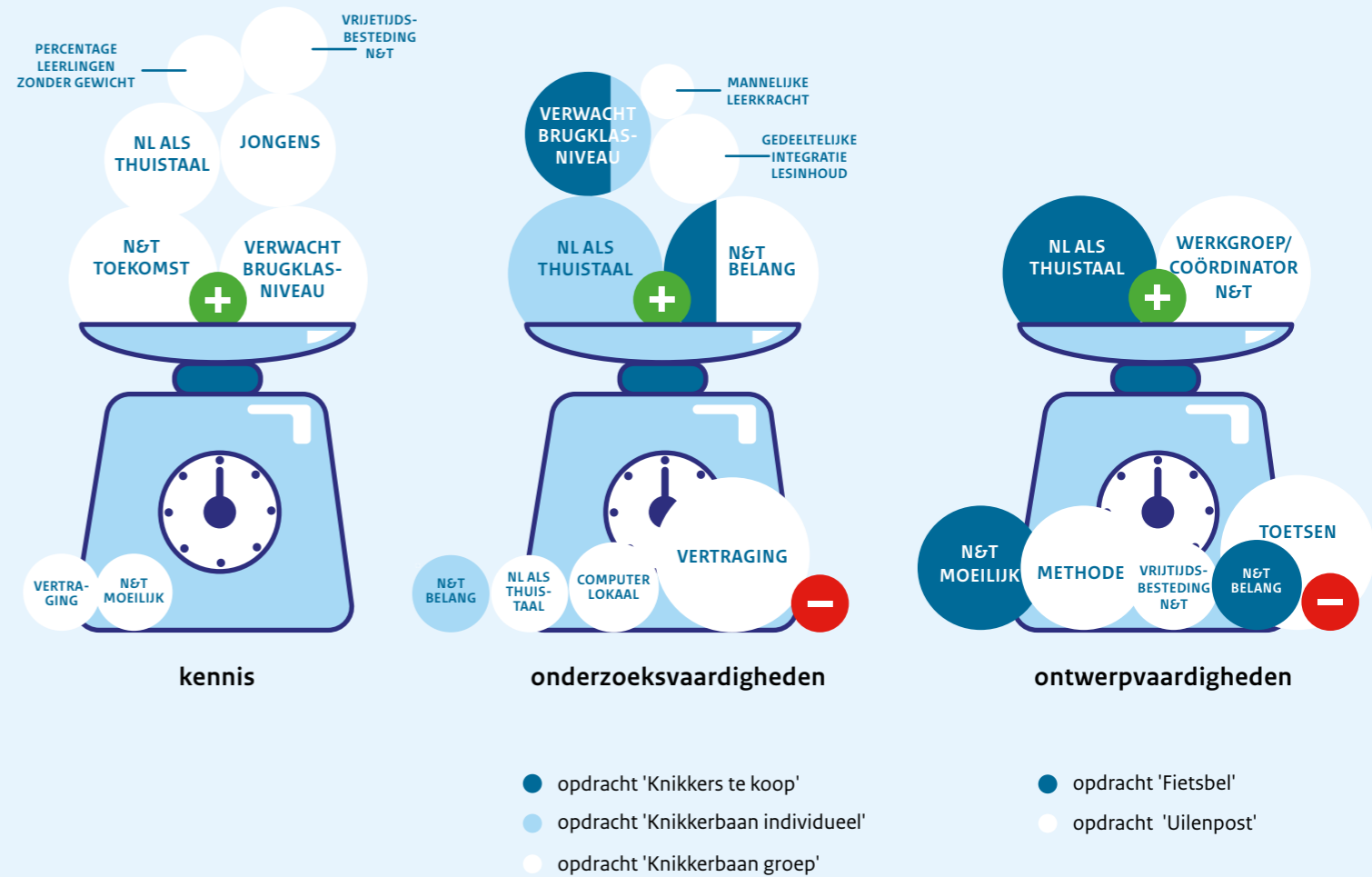


hoogvaardige leerlingen



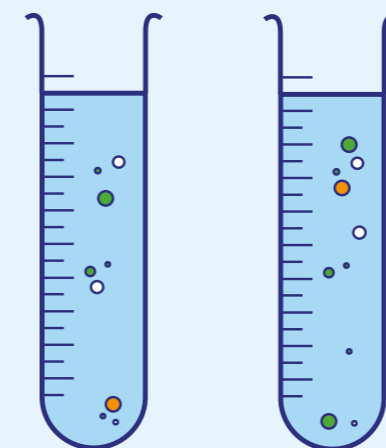
laagvaardige leerlingen

Leerlingkenmerken meer invloed op prestaties dan schoolkenmerken



Vershil vroeger en nu

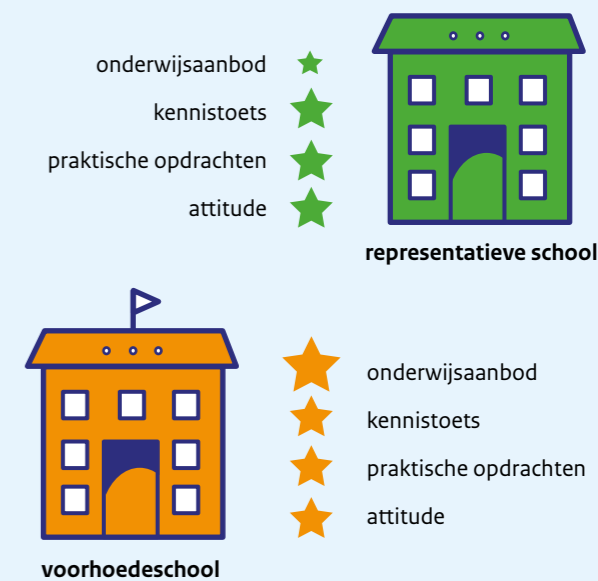
- Opgaven voor Natuurkunde en techniek en Biologie zijn ongeveer even goed gemaakt als vroeger.
- Opgaven voor Aardrijkskunde zijn minder goed gemaakt. Aantal opgaven is echter te klein voor harde conclusies.



2008 en 2010

2015-2016

Vershil in onderwijsaanbod, prestaties en attitude van leerlingen op voorhoedescholen en representatieve scholen





Resultaten in kort bestek

Het peilingsonderzoek Natuur en Techniek maakt inzichtelijk hoe het onderwijsaanbod van basisscholen voor het domein Natuur en Techniek eruit ziet en hoe het onderwijs op dit gebied georganiseerd wordt. Daarnaast brengt het onderzoek in beeld wat Nederlandse kinderen in groep 8 kennen en kunnen op het gebied van Natuur en Techniek.

Hiertoe zijn specifiek voor dit onderzoek instrumenten ontwikkeld die zijn samengesteld rondom de kerndoelen 40 tot en met 46:

- 40 De leerlingen leren in de eigen omgeving veel voorkomende planten en dieren onderscheiden en benoemen en leren hoe ze functioneren in hun leefomgeving.
- 41 De leerlingen leren over de bouw van planten, dieren en mensen en over de vorm en functie van hun onderdelen.
- 42 De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur.
- 43 De leerlingen leren hoe je weer en klimaat kunt beschrijven met behulp van temperatuur, neerslag en wind.
- 44 De leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik.
- 45 De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren.
- 46 De leerlingen leren dat de positie van de aarde ten opzichte van de zon leidt tot natuurverschijnselen zoals seizoenen en dag-/nachtritme.

Ook de houding van de leerlingen tegenover Natuur en Techniek is in het peilingsonderzoek in beeld gebracht. Daar waar mogelijk zijn de resultaten van leerlingen van de huidige peiling vergeleken met

de resultaten van de peilingen in 2008 (Aardrijkskunde) en 2010 (Biologie, Natuurkunde en techniek). Ten slotte beschrijft dit peilingsonderzoek het onderwijsaanbod voor Natuur en Techniek van een selecte groep scholen (voorhoedescholen) die zich profileren op dit domein, en geeft het inzicht in de prestaties en attitude van de leerlingen op deze scholen.

Met een beschrijving van enerzijds het onderwijsaanbod van scholen en anderzijds de resultaten van leerlingen geeft het peilingsonderzoek stof voor de dialoog: wat verwachten we van het onderwijs op het gebied van Natuur en Techniek? Zijn we tevreden met het onderwijsaanbod en de kennis en vaardigheden die leerlingen laten zien? Zo ja, hoe kunnen we dat zo houden? Zo nee, welke acties of besluiten zijn mogelijk om het onderwijsaanbod te verbeteren?

Onderwijsaanbod van basisscholen

Natuur en Techniek in het curriculum: op meeste scholen methode leidend voor onderwijsaanbod

Ongeveer de helft van de scholen biedt de leerinhouden voor het domein Natuur en Techniek geheel afzonderlijk van de domeinen Ruimte (aardrijkskunde) en Tijd (geschiedenis) aan. De andere helft integreert de drie domeinen

gedeeltelijk of helemaal. Op twee derde van de scholen is een bestaande methode voor Natuur en Techniek leidend voor het onderwijsaanbod. De overige scholen werken meer aan de hand van thema's en projecten, waarvan de helft in combinatie met de methode. Vrijwel alle scholen toetsen de vorderingen van de leerlingen. Meestal met methodegebonden toetsen en/of aan de hand van een portfolio, spreekbeurt of werkstuk; soms ook met zelfontworpen toetsen. Als het gaat om de onderwijstijd voor Natuur en Techniek verschillen scholen niet alleen van elkaar in de totale tijd die ze aan dit domein besteden, maar ook in hoe ze deze tijd verdelen over de jaargroepen. Gemiddeld wordt in de groepen 1 tot en met 4 bijna drie kwartier per week besteed aan Natuur en Techniek en in groep 5 tot en met 8 bijna een uur. De verschillen in tijdsbesteding tussen de scholen zijn echter groot. Er zijn ook scholen die in de lagere groepen helemaal geen Natuur en Techniek inroosteren. Een vijfde deel van de scholen organiseert buitenschoolse activiteiten op het gebied van Natuur en Techniek.

De meeste scholen beschikken over een of meer faciliteiten op het gebied van Natuur en Techniek

De lessen voor Natuur en Techniek worden doorgaans verzorgd door de groepsleerkracht. Op een derde deel van de scholen krijgt deze hierbij ondersteuning van een interne coördinator of werkgroep Natuur en Techniek, 15 procent van de scholen wordt (ook) ondersteund door een pabo of universiteit. Daarnaast hebben leerkrachten van één op elke drie scholen recentelijk bij- of nascholing gevolgd op het gebied van Natuur en Techniek, mogelijk omdat bij slechts een klein aantal leerkrachten daar in de vooropleiding specifieke aandacht aan is besteed. Driekwart van de scholen beschikt over een of meer speciale faciliteiten op het gebied van Natuur en Techniek, zoals een computerlokaal of een werkplaats met modern gereedschap en materiaal. Twee derde deel van de scholen maakt ook gebruik van de diensten en producten van externe organisaties, of neemt deel aan speciale projecten of programma's om kinderen kennis te laten maken met bèta en techniek.

Kennis, vaardigheden en attitude van leerlingen

Kennis van Natuur en Techniek varieert sterk

Om de kennis op het gebied van Natuur en Techniek in kaart te brengen zijn opgaven ontwikkeld bij de kerndoelen 40 tot en met 46. Deze hebben betrekking op de domeinen Natuurkunde en techniek, Biologie en (Natuurkundige) Aardrijkskunde. Van de kennisopgaven in de schriftelijke toets hadden de leerlingen in groep 8 gemiddeld iets meer dan de helft goed. Geen enkele leerling had alle opgaven goed of alle opgaven fout. Het verschil tussen zogenoemde hoogvaardige en laagvaardige leerlingen is groot. Hoogvaardige leerlingen hebben bijna twee keer zoveel opgaven goed als laagvaardige leerlingen. Jongens presteren significant beter dan meisjes op de kennistoets; meer in het bijzonder op de opgaven voor Natuurkunde en techniek en (Natuurkundige) Aardrijkskunde.

Praktische opdrachten tonen de verschillen in onderzoeks- en ontwerpvaardigheden

De praktische onderzoeksopdrachten die ontwikkeld zijn voor dit peilingsonderzoek zijn gebruikt om de onderzoeksvaardigheden van leerlingen te peilen: het opzetten van een experiment, verzamelen van gegevens, analyseren van deze gegevens en conclusies trekken. Andere praktische opdrachten peilden de beheersing van ontwerpvaardigheden, zoals het analyseren aan welke eisen een ontwerp moet voldoen, dit ontwerp uitvoeren, testen en eventueel aanpassen. De leerlingen hebben een individuele opdracht of een groepsopdracht gemaakt. Net als bij de kennistoets bleken er grote verschillen te bestaan in de mate waarin de leerlingen de onderzoeks- en ontwerpvaardigheden beheersen. Van de onderzoeksvaardigheden bleken vooral het opzetten van een experiment, analyseren van gegevens en trekken van conclusies voor veel leerlingen nog moeilijk. Het verzamelen van gegevens leverde minder problemen op. Alle ontwerpvaardigheden waren moeilijk voor de laagvaardige leerlingen, behalve eenvoudige opdrachten zoals het monteren van een fietsbel op een stuur. De hoogvaardige leerlingen beheersen de ontwerpvaardigheden over het algemeen goed. De gemiddelde leerlingen hebben soms nog

wat moeite met het testen en aanpassen van het ontwerp, maar beheersen de overige ontwerpvaardigheden redelijk tot goed. Jongens en meisjes verschillen nauwelijks van elkaar wat betreft hun gemiddelde prestaties op de praktische opdrachten. Eén ontwerpopdracht is significant beter gemaakt door jongens dan door meisjes; bij de overige vijf is er geen verschil.

De attitude van leerlingen ten opzichte van Natuur en Techniek is overwegend positief

Met behulp van twaalf stellingen in de leerlingvragenlijst, hebben we de attitude van leerlingen ten opzichte van Natuur en Techniek in kaart gebracht. Leerlingen in groep 8 hechten een aanzienlijk belang aan Natuur en Techniek en hebben er tamelijk veel plezier in. Wat betreft de moeilijkheid van Natuur en Techniek en een toekomst (opleiding en baan) in die richting is hun houding gematigder. Over het algemeen is de attitude van jongens ten aanzien van Natuur en Techniek positiever dan die van meisjes. Jongens hebben hier meer plezier in, willen er in de toekomst vaker iets mee gaan doen en vinden Natuur en Techniek gemakkelijker dan meisjes. Het algemeen belang van Natuur en Techniek vinden jongens en meisjes even groot.

Samenhang tussen prestaties van leerlingen en school- en leerlingkenmerken

Kennis van Natuur en Techniek hangt vooral samen met (algemene) leerlingkenmerken

Hoe goed leerlingen presteren op de kennistoets hangt niet zozeer af van de kenmerken van de school maar van kenmerken van de leerling. Het onderwijsaanbod van de school – zoals in dit onderzoek in kaart gebracht – verklaart op geen enkele manier de verschillen in kennis van leerlingen op het gebied van Natuur en Techniek. Het zijn juist leerlingkenmerken die de kennis van de leerling positief beïnvloeden, zoals bijvoorbeeld in vrije tijd activiteiten ondernemen op het gebied van Natuur en Techniek en een positieve attitude hebben tegenover Natuur en Techniek (Natuur en Techniek niet moeilijk vinden en toekomstplannen op dit

gebied hebben). Daarnaast hebben ook enkele niet direct beïnvloedbare school- en leerlingkenmerken een significant effect op het kennisniveau van leerlingen op het gebied van Natuur en Techniek, bijvoorbeeld: percentage gewichtenleerlingen, geslacht, verwachte brugklasniveau, opgelopen vertraging in schoolloopbaan en thuistaal.

Verschillen in onderzoeks- en ontwerpvaardigheden: weinig verklaringen gevonden

Ook op de verschillen in prestaties bij de praktische onderzoeks- en ontwerpopdrachten, blijkt het onderwijsaanbod op school slechts beperkt van invloed. Alleen bij de groepsopdrachten zien we een effect van enkele aanbodkenmerken, zoals het beschikken over een werkgroep of coördinator Natuur en Techniek (positief) of over een computerlokaal (negatief). Daarnaast spelen de attitude van de leerlingen ten aanzien van Natuur en Techniek (dit belangrijk en moeilijk vinden), hun vrijetijdsbesteding, thuistaal en het verwachte brugklasniveau bij sommige opdrachten een kleine, maar significante rol van betekenis. Niet altijd gaan de effecten in een logische richting. Belangrijker nog is dat het grootste deel van de gevonden verschillen in vaardigheden met de gemeten kenmerken onverklaard blijft.

Verschillen tussen 2008, 2010 en 2015-2016

Opgaven voor Natuurkunde en techniek en Biologie zijn even goed gemaakt als vroeger

Een aantal opgaven voor Natuurkunde en techniek, Biologie en Aardrijkskunde uit de kennistoets van 2015-2016 zijn ook in 2008 of 2010 voorgelegd aan leerlingen in het basisonderwijs. Over het geheel genomen blijken de opgaven voor Natuurkunde en techniek en Biologie in 2015-2016 ongeveer even goed gemaakt als in de peiling daarvoor. De opgaven voor Aardrijkskunde zijn in 2015-2016 wat minder goed gemaakt, maar het aantal ankeropgaven voor Aardrijkskunde is te laag om harde conclusies te trekken over de ontwikkeling in de prestaties van leerlingen.

Prestaties en attitude van leerlingen op voorhoedescholen

In dit peilingsonderzoek hebben we twintig voorhoedescholen onderzocht. Voorhoedescholen zijn scholen waarvan verondersteld wordt dat het aangeboden curriculum voor Natuur en Techniek een meerwaarde heeft voor (cognitieve) resultaten op dit vakgebied. Het aantal van twintig voorhoedescholen is te klein om harde uitspraken te doen over absolute verschillen tussen voorhoedescholen en representatieve scholen. Bovendien zijn de onderzochte voorhoedescholen niet per se representatief voor alle voorhoedescholen in Nederland. Toch is het wel interessant om te kijken welke tendensen er waarneembaar zijn als we het aanbod en de resultaten op representatieve scholen en voorhoedescholen naast elkaar leggen.

Voorhoedescholen hebben een rijker onderwijsaanbod voor Natuur en Techniek

Het onderwijsaanbod voor Natuur en Techniek op de onderzochte voorhoedescholen verschilt aanzienlijk van dat op de representatieve scholen. De voorhoedescholen roosteren bijvoorbeeld meer tijd voor dit onderwijs in, werken vaker aan de hand van thema's en projecten aan Natuur en Techniek, beschikken over meer faciliteiten en maken vaker gebruik van externe ondersteuning, producten en diensten dan de representatieve scholen.

Prestaties en attitude van leerlingen van voorhoedescholen verschillen niet van andere leerlingen

Leerlingen op voorhoedescholen scoren vrijwel hetzelfde op de kennistoets als leerlingen op representatieve scholen en iets lager op de praktische opdrachten. Ook hun houding tegenover Natuur en Techniek is nagenoeg gelijk. Het is mogelijk dat het aantal onderzochte voorhoedescholen te gering is om prestatie- en attitudeverschillen aan te tonen.



DEEL A

Reflectie op de resultaten





Inleiding

Hoe kunnen de resultaten van de peiling Natuur en Techniek geduid worden? Wat zouden deze resultaten kunnen betekenen voor de onderwijspraktijk en voor beleidsmakers? En wat is een logische stap voor vervolgonderzoek?

Deze vragen stelden we aan een focusgroep van professionals uit onderwijspraktijk, onderwijsbeleid en -onderzoek. Het doel daarvan was te reflecteren op de resultaten uit het peilingsonderzoek en op basis hiervan met eerste suggesties te komen voor onderwijs, beleid en vervolgonderzoek.

In de focusgroep is een interessante en opbouwende dialoog ontstaan. Daarvan geven we hier een weer-gave. We beogen daarmee te inspireren en een eerste aanzet te bieden om breder met elkaar in gesprek te gaan over de resultaten en samen tot acties te komen voor het bestendigen en verbeteren van onderwijs op het gebied van Natuur en Techniek.

Leden van de focusgroep

De focusgroep bestaat uit negen leden. Mensen die vanuit verschillende invalshoeken expertise hebben op het gebied van Natuur en Techniek, vanuit onderwijspraktijk, -beleid of -onderzoek.

Ellen van Bindsbergen, directeur John F. Kennedy-school in Arnhem (onderdeel van schoolbestuur Fluvius)

Hary Cornelissen, regionaal programmamanager (Brabant-Limburg) Kiezen voor Technologie

Dr. Marja van Graft, leerplanontwikkelaar en vakexpert Natuurwetenschappen & techniek in het primair onderwijs bij de Stichting Leerplanontwikkeling (SLO)

Annette Hesselting, directeur basisschool Oranje Nassau in Zwammerdam (onderdeel van schoolbestuur Scope scholengroep)

Rien Kanaar, coördinator Onderwijsprojecten op basisschool Onze Wereld in Den Haag (onderdeel van schoolbestuur Lucas onderwijs) en zelfstandig trainer Wetenschap en techniek in het basis-onderwijs

Dr. Hanno van Keulen, lector Leiderschap in Onderwijs en Opvoeding bij Windesheim Flevoland

Dr. Marieke Peeters, programmaleider Onderwijs en Onderzoek HAN Pabo

Prof. dr. Maartje Raijmakers, universitair hoofd-docent Onderwijsstudies aan de Universiteit Leiden en bijzonder hoogleraar (via de Universiteit van Amsterdam) bij het Nederlands Centrum voor Wetenschap en Technologie/science center NEMO

Sylvia Veltmaat, voorzitter van het College van Bestuur De BasisFluvius (stichting voor primair onderwijs in Arnhem en Renkum)



1 Reflectie en discussie

De focusgroep begint met een ronde waarin de professionals vertellen over een moment uit hun praktijk waarop zij zagen dat onderwijs in Natuur en Techniek het verschil maakte en leerlingen inspireerde. Dat levert interessante verhalen en anekdotes op. Inzichten die het belang van Natuur en Techniek illustreren.

Zo vertelt Annette Hesseling over een verlegen meisje dat in het algemeen heel gemiddeld presteert, totdat ze bij Natuur en Techniek ontwerpend gingen leren. “Daar kwam ze echt bovendrijven, want zij is op dat vlak gewoon superintelligent en creatief. Nu staan de andere leerlingen in de rij om met haar samen te werken. Dat was anders nooit gebeurd.”

Ellen van Bindsbergen zag dertig kinderen “met grote ogen om zich heen kijken” toen ze mee was naar het FabLab, een openbare digitale werkplaats. Het gaat hier om kinderen uit een achterstandspositie, die ze nog niet eerder zo enthousiast en leergierig had gezien. “Ik had een kind nog nooit zo in een rekenboek of taalboek zien kijken. Ik dacht: ‘Wat doen wij fout?’ We zijn met het team aan de slag gegaan en willen Natuur en Techniek over een paar jaar geïntegreerd hebben in ons onderwijs.”



“Ik hoor van pabo-docenten dat studenten in hun stagepraktijk weinig gelegenheid krijgen om met Natuur, Wetenschap en Techniek aan de slag te gaan. Dat moet soms contractueel vastgelegd worden.”

Marja van Graft

Marja van Graft heeft verschillende mooie ervaringen in de praktijk. Zoals die keer dat ze erbij was toen een leraar met kinderen in gesprek ging over geluid. “De leerkracht vroeg: ‘Hoe komt mijn geluid nu bij jullie?’ Je hoort dan die hersenen kraken en je merkt dat kinderen, tijdens het vertellen over hoe het volgens hen werkt, hun eigen denken aanscherpen. Tijd nemen voor dit soort gesprekken en kinderen vragen stellen, is ontzettend belangrijk.”

Rien Kanaar maakte mee dat leerlingen uit groep 8 bij een architectenopdracht een gebouw hadden getekend met grote gekleurde ballen. “Ik dacht, ‘waar ken ik dat nou van’, ging googelen en wat bleek? Het leek sprekend op een wc-gebouw dat in Nieuw-Zeeland staat, gemaakt door de gerenommeerde

architect Hundertwasser. Toen ik dat aan mijn collega's liet zien, ging er wel een knop om. De leerlingen zijn niet zomaar bezig, er zit echt een idee achter. Vraag daarnaar, want daar leer je van."

Hanno van Keulen vertelt over een project in Lelystad waar ze op twee scholen het begrijpend leesonderwijs hebben vervangen door techniekonderwijs. Dat levert niet alleen kennis en vaardigheden op het gebied van Natuur en Techniek op, ook bleken de leerlingen net zo goed te scoren op begrijpend lezen als op andere scholen. Van Keulen: "Daar doe je het voor."



"Door leerlingen kennis en ervaring te bieden in Natuur en Techniek geef je ze een perspectief op nieuwe en andere beroepen."

Marieke Peeters

Wat Marieke Peeters raakte was dat ze zag dat kinderen met hun eigen leer- en onderzoeksvragen aan de slag gingen. "Ik zag dat ze zich zo eigenaar voelden van hun eigen leren. Heel waardevol. Als leerkrachten het proces los durven laten en leerlingen zelf hun experimenten laten opzetten, dan zie je dat de leerling de leerkracht overhaalt om meer rondom onderzoek en leren te doen. Zo kan je van onderaf een beweging starten. Zo moet onderwijs zijn."

Er gebeuren dus mooie dingen in de praktijk. Maar er is ook nog een lange weg te gaan, zo zegt Maartje Raijmakers. Zij geeft workshops Natuur en Techniek aan leerkrachten en haar valt op dat leerkrachten angstig reageren. "Ze voelen zich vaak niet competent omdat ze ervaren dat hun inhoudelijke kennis op het gebied van Natuur en Techniek tekortschiet. Ook focussen ze erg op het product en leggen ze veel minder nadruk op het proces van onderzoeken. Het gemis van vrijheid om te denken vind ik opvallend." "Er is nog een lange weg te gaan", vult Sylvia Veltmaat aan. "Daarom praten wij er nu ook over."

"Waar het nadrukkelijk om gaat, is niet meer de overtuiging te preken dát wij aandacht moeten besteden aan Natuur en Techniek. Het is de vraag h^oe we dat moeten doen", zegt Harry Cornelissen.



"Kunnen leerlingen de vaardigheden die ze leren, meenemen naar een ander onderwerp of een andere opdracht? Is er transfer? Dat is van essentieel belang."

Maartje Raijmakers

1.1 Wat opvalt aan Peil.Natuur en Techniek 2015 - 2016

De leden van de focusgroep bespreken de resultaten van de peiling Natuur en Techniek en staan stil bij wat hen hieraan opvalt.

Weinig verschil in resultaten tussen voorhoedescholen en representatieve scholen

Hoe kan het dat je weinig verschil ziet in de resultaten tussen voorhoedescholen en representatieve scholen? Een vraag die als eerste bij de focusgroep opkomt. Marja van Graft vraagt zich af of leerkrachten wel voldoende expliciteren wat ze doen. Zowel op voorhoedescholen als op representatieve scholen. Of ze wel de begrippen benoemen en het proces van ontdekken en leren bewust benadrukken. Naast het product is het proces immers een belangrijk onderdeel van de leeropbrengst.

Als je dit proces niet goed en heel bewust doorloopt, dan kunnen de vaardigheden die opgedaan worden moeilijk door leerlingen worden ingezet in nieuwe opdrachten. Dan is er geen 'transfer'. En dan zie je de (extra) onderwijsinspanningen ook niet terug in betere resultaten.

De transfer is erg belangrijk vindt ook Maartje Raijmakers: "Vaardigheden leer je in een specifieke context met een specifiek onderwerp. De vraag is dan of het leren boven dat onderwerp uitstijgt, of er sprake is van transfer en leerlingen de vaardigheden die ze leren naar een ander onderwerp of een andere opdracht meenemen. Wordt daar wel op aangestuurd tijdens het onderwijs? En vindt herhaling van het geleerde over de tijd plaats? Wordt het vaker aangeboden? Dat is allemaal erg belangrijk. Het kan zijn dat voorhoedescholen niet hoger scoren dan representatieve scholen, omdat ook voorhoedescholen hier onvoldoende aandacht aan besteden."



"Ik was mee met een klas naar het FabLab en zag dertig kinderen met grote ogen om zich heen kijken. Kinderen uit een achterstandspositie die ik nog nooit zo enthousiast en leergierig had gezien."

Ellen van Bindsbergen

Annette Hesseling noemt als verklaring ook de verschillende aanpak van leerkrachten. "Sommige leerkrachten gaan aan de slag met praktische vaardigheden omdat ze het leuk vinden om hiermee bezig te zijn. Ze stappen dan soms te snel naar het eindproduct en slaan eigenlijk de stappen die ervoor zitten over. De vraag is dan of je daadwerkelijk leren bewerkstelligt. Van belang daarvoor is ook hoe je leerlingen betreft bij de stappen die aan het eindproduct voorafgaan."

"Het proces is eigenlijk veel belangrijker dan het eindproduct," gaat Hesseling verder. "Ik zie op mijn school dat de leerkrachten veranderen. Ze zijn veel meer bezig met de vraag of ze de dingen goed doen, in plaats van alleen maar een methode volgen. Ze durven de methodes meer los te laten en eigen keuzes te maken. Met name de onderzoekende houding van de leerkrachten is heel mooi. Net zo mooi als bij leerlingen."

Ook Harry Cornelissen vindt de houding van de leerkracht een belangrijk punt. “Dit andere denken moet ook landen in managementsferen. Een andere houding van leerkrachten vergt een verandering van de cultuur in de hele organisatie.”

Laagvaardige leerlingen hebben geen moeite met het verzamelen van data maar wel met het analyseren

Bij de praktische opdrachten valt het verschil tussen laagvaardige en hoogvaardige leerlingen op. Marieke Peeters: “Je ziet dat data verzamelen voor alle leerlingen goed te doen is. Data verzamelen is ook voor laagvaardige leerlingen laaghangend fruit. Data analyseren vraagt iets cognitiefs van leerlingen en dat stapje is voor de laagvaardige leerling moeilijker te zetten. Daar zit dus een verklaring voor dit verschil.”



“Je ziet dat buitenschools leren rendeert. Dat bewijst maar weer dat je niet alleen op school leert.”

Harry Cornelissen

Conclusies trekken is voor veel leerlingen nog moeilijk

Dat het trekken van conclusies voor alle leerlingen lastig is, is herkenbaar vanuit de praktijk, zegt Marieke Peeters. “Je ziet dat leerlingen resultaten vermelden en niet proberen iets te veralgemeniseren. Dat vraagt blijkbaar echt iets extra’s.”

Annette Hesseling merkt in het verlengde hiervan op dat kennis hebben onderbelicht is in het onderwijs. “Om conclusies te kunnen trekken, heb je een bepaalde basiskennis nodig over natuurkundige verschijnselen. Je moet weten welke taal er wordt gesproken binnen de natuurkunde en binnen de scheikunde. Als leerlingen die begrippen beheersen, dan merk je dat de conclusies steeds beter worden. Want dan kunnen ze teruggrijpen op de kennis die ze hebben.”

Het gebruik van methodes is eerder een negatieve indicator

Voor Maartje Raijmakers lijkt het gebruik van methodes – gegeven de resultaten van het onderzoek – eerder een negatieve indicator dan een positieve. Marieke Peeters geeft aan: “Eigenlijk moet je als leraar boven de methode kunnen staan. Dat is niet altijd het geval. Sta je als leerkracht voldoende stil bij wat je eigenlijk probeert te bereiken? Wordt wat je wilt overbrengen ook geëxpliciteerd? De vraag is of dat gebeurt als je je vasthoudt aan die methode, terwijl dat wel ontzettend belangrijk is.”

Leerkrachten voelen zich niet competent

Het is de ervaring van Rien Kanaar dat hoe Natuur en Techniek onderwezen wordt en hoe het in de klas loopt, erg gebonden is aan de leraar die voor de klas staat. Marieke Peeters zegt dat leerkrachten zichzelf misschien niet competent genoeg vinden om bepaalde kennis en vaardigheden door te geven.

Volgens Sylvia Veltmaat hangt het er ook vanaf wat je ziet als competent. “Moet je een expert zijn in Natuur en Techniek of moet je snappen wat ertoe doet?” Annette Hesseling antwoordt: “Als je ermee bezig bent, doe je vanzelf kennis op. Je moet vooral begrijpen wat je aan het doen bent met de kinderen.”



“Bij ons op school zie je een enorm effect van het aanbod Natuur en Techniek. Ook leerlingen die als schooladvies vmbo basis hebben, scoren hoog op het onderdeel wereldoriëntatie van de eindtoets.”

Annette Hesseling

Grote invloed van achtergrondkenmerken van de leerlingen

Wat Maartje Raijmakers zorgen baart, is dat de algemene achtergrond van leerlingen, maar ook hun vrijetijdsbesteding op het gebied van Natuur en Techniek, grote invloed heeft op de resultaten. Ellen van Bindsbergen vertelt dat bij haar op school veel kinderen uit een achterstandswijk komen. “We hebben als team goed gekeken wat kinderen met vaak laagopgeleide ouders nodig hebben. Uiteindelijk kwamen we terecht bij coöperatieve werkvormen.”

Van Bindsbergen: “Vanuit de omgeving is het aanbod voor onze leerlingen niet groot. De kinderen moeten dus vooral veel van onze school meekrijgen. Daar ligt een geweldig mooie uitdaging voor ons. Wij zijn begonnen met het integreren van Natuur en Techniek in andere vakken. Zo bieden we het aan op een manier die veel meer vanuit de kinderen zelf komt. We leggen de vraag neer bij de kinderen en dagen hen veel meer uit. Als je de leerlingen dan ziet zitten in het FabLab dan denk je: ‘Wat gebeurt hier?’ Dat is zo inspirerend om te zien. Ze willen ook gewoon zelf aan de slag.”

“Bij de scholen met veel kinderen van laagopgeleide Nederlandse ouders is het verlangen van leerlingen naar kennis en ervaringen enorm groot,” vult Sylvia Veltmaat aan. “Weet je dat aan te boren, dan kom je in een soort versnelling. Terwijl op de ‘elitescholen’, verveling een groot probleem kan zijn.” Marieke Peeters: “Door leerlingen kennis en ervaring te bieden in Natuur en Techniek, geef je hen een perspectief op nieuwe en andere beroepen.”

1.2 Verschil met de peilingen uit 2008 en 2010

Als het gaat om de kennis op het gebied van natuurkunde en techniek, biologie en aardrijkskunde is in het peilingsonderzoek weinig verschil gevonden met de prestaties in onderzoek uit 2008 en 2010. De focusgroep gaat op zoek naar verklaringen waarom het niveau min of meer gelijk is gebleven, terwijl er sindsdien toch een en ander is gebeurd op het gebied van Natuur en Techniek. Zo is bijvoorbeeld in 2007 het programma Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB) gestart en zou je op basis daarvan hopen een positieve trend terug te zien.

Marja van Graft refereert aan de monitoring van de scholen die mee hebben gedaan met VTB (Van der Wel en Krooneman, 2014). “Wat je ziet is dat de aandacht over de jaren heen verslapt en VTB geen blijvend effect heeft. Al is het hier gissen naar wat er in de praktijk precies gebeurt.”

TIMSS

“Maar er is nog andere trendinformatie,” vervolgt Van Graft. “Als we kijken naar de uitkomsten van het internationale peilingsonderzoek TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) in groep 6, zie je dat er voor Nederland sprake is van een dalende lijn op de totaalscore voor natuuronderwijs. Licht dalend, in de loop van de jaren, maar wel dalend. In 2011 is er even een opleving, maar in 2015 scoren we lager dan ooit, ook al scoren we nog wel boven het internationale gemiddelde.”

Van Graft: “Dat ligt vooral aan de natuur- en scheikundeopgaven. Die zijn veel minder goed gemaakt. Dat zie je niet terug in dit peilingsonderzoek. Maar het gaat natuurlijk wel om toetsing in een andere groep en ook is de inhoud van de toetsen anders.” Van Graft: “Wat je in TIMSS ook ziet is dat de biologieopgaven in 2015 slechter zijn gemaakt dan in 2011. Opvallend is dat, voor het eerst sinds het begin van deze onderzoeken in 1995, de biologieopgaven dit keer significant beter zijn gemaakt door meisjes. Verder is de totale score van jongens op de TIMSS-toets sterker gedaald dan die van meisjes.”



“Mijn ervaring als coördinator op het gebied van Natuur en Techniek is dat hoe er in dit domein wordt lesgegeven en hoe het in de klas loopt erg gebonden is aan de leraar die voor de klas staat.”

Rien Kanaar

Jongens versus meisjes

De focusgroep gaat op zoek naar redenen waarom jongens slechter scoren dan voorheen. De feminisering van het basisonderwijs kan een verklaring zijn. Als er mannen in het basisonderwijs lesgeven, was dat heel vaak in de bovenbouw. Maartje Raijmakers brengt daartegenin dat volgens het rapport “De jongens tegen de meisjes” (Belfi, Levels en Van der Velden, 2015) de feminisering van het onderwijs geen rol lijkt te spelen bij het verschil in prestaties tussen jongens en meisjes, in ieder geval niet in het mbo, hbo en wo waar het onderzoek plaatsvond.

Raijmakers zegt dat een verklaring uit dat rapport is dat er steeds meer samenwerkende leervormen zijn en sociale vaardigheden belangrijker zijn. Hierin zijn meisjes gemiddeld beter. “Ook de taligheid in het onderwijs neemt toe en meisjes zijn beter in taal dan jongens.”

Ontwikkelingen op de pabo

Hanno van Keulen vraagt zich af of scholen minder kennisgericht zijn geworden. De nadruk ligt op andere vaardigheden waardoor de leerlingen wellicht op kennis niet vooruit zijn gegaan. Maar Van Keulen ziet ook iets anders. “We hebben een tijd gehad met veel instroom op de pabo vanuit het mbo. Daar kan je blij mee zijn, maar dat betekent dat er een groep leerkrachten bij is gekomen met weinig kennis van Natuur en Techniek. Die lichte docenten heeft nu massaal kernposities in het onderwijs.”



“Zie Natuur en Techniek niet als een probleem voor het onderwijs maar gebruik het als een oplossing van problemen in andere domeinen.”

Hanno van Keulen

Van Keulen ziet wel een positieve verandering bij de nieuwste docenten. “Die vinden het onderwerp niet alleen maar eng. Waarschijnlijk komt dit doordat de pabo hogere toegangseisen heeft gesteld en de nieuwe docenten betere cognitieve vaardigheden hebben.”

Marja van Graft hoort van pabo-docenten dat er weinig tijd beschikbaar is voor Natuur en Techniek. “De diversiteit op de opleidingen is bijzonder groot, maar ik hoor van heel veel docenten dat er maar weinig contacturen zijn. En in die uren moeten ze alles bespreken: van didactiek tot inhoud. Ook blijken pabo-studenten in hun stagepraktijk heel weinig gelegenheid te krijgen om met Natuur, Wetenschap en Techniek aan de slag te gaan. Dat moet soms contractueel vastgelegd worden.”

Sylvia Veltmaat vindt de professionalisering van de opleiders op de pabo een zorgpunt. “Uit een meting over hoe startbekwaam je bent, kwamen de opleiders er het slechtste uit. De bestaande docenten en de opleiders op de pabo moet je meenemen in de veranderingen waar we nu voor staan. Daarom denk ik dat het goed is om meer combifuncties te krijgen. Opleiders op de pabo die ook leerkracht zijn op een basisschool. Zo krijg je veel meer een doorgaande lijn.”

Thuisituatie

Hanno van Keulen oppert dat de thuisituatie door de jaren heen wellicht niet wezenlijk is veranderd. “Maar die thuisituatie heeft wel veel invloed. Wellicht dat daardoor de resultaten op de kennistoets in dit peilingsonderzoek gelijk zijn gebleven.” Harry Cornelissen: “Je ziet dat buitenschools leren rendeert. Dat bewijst maar weer dat je niet alleen op school leert.”

1.3 De wijze van peilen

Peil.Onderwijs is een onderzoek op stelselniveau. Met dit peilingsonderzoek wordt beoogd op het niveau van het Nederlandse basisonderwijs uitspraken te doen over het aanbod van Natuur en Techniek en de resultaten van leerlingen. Een stelselonderzoek werkt heel anders dan een onderzoek op schoolniveau, waar je kunt inzoomen op de specifieke invulling die een school kiest en het effect dat dat heeft op de resultaten van leerlingen.

Doordat de kerndoelen globaal zijn beschreven, verschillen scholen in de wijze waarop zij invulling geven aan het onderwijs in Natuur en Techniek. In het peilingsonderzoek zijn op basis van de domeinbeschrijving en het leerplankader keuzes gemaakt voor het instrumentarium dat is gebruikt om de kennis en vaardigheden in kaart te brengen.

De focusgroep praat verder over het houvast dat de kerndoelen bieden voor zowel de manier waarop scholen het onderwijs invullen als de opzet van de peiling. Daarna gaat het gesprek over andere aspecten van het peilen en de manieren waarop sommige opdrachten zijn verwoord.



“Op scholen met veel kinderen uit achterstandswijken is het verlangen van leerlingen naar kennis en ervaringen groot. Weet je dat met Natuur en Techniek aan te boren, dan kom je in een soort versnelling.”

Sylvia Veltmaat

Kerndoelen lastig te operationaliseren

Hanno van Keulen merkt op dat het doel was om de kerndoelen te toetsen, wat volgens hem maar gedeeltelijk is gebeurd. “De kerndoelen zijn te ingewikkeld geformuleerd en zijn lastig te operationaliseren. De vragen in de toets zijn heel specifiek. Zo staat de term ‘luchtdruk’ niet in de kerndoelen maar daar wordt wel naar gevraagd. Ook is de formulering van sommige vragen niet zo duidelijk. Mede daardoor kan het zijn dat er geen effecten van het aanbod worden gevonden op de resultaten.”

“Het is beter om aan scholen te vragen wat zij doen aan de kerndoelen,” gaat Van Keulen verder. “Bij veel scholen krijg je een zwak verhaal. Ze ‘doen er wel iets aan’, maar het is niet duidelijk met welk doel. Kun je wel resultaten bij leerlingen verwachten als je met het domein bezig bent maar niet heel doelgericht? Dat is de kwestie.”

Annette Hesseling vertelt dat bij haar op school het aanbod Natuur en Techniek wel wat bereikt. “Wij hebben onderzoekend en ontwerpend leren geïntegreerd in de manier waarop wij lesgeven. Daardoor zien wij in onze school een enorm effect. Ook leerlingen die als schooladvies vmbo basis hebben, scoren hoog op het onderdeel wereldoriëntatie van de eindtoets. Daarin zitten soortgelijke vragen als in de kennistoets van dit peilingsonderzoek terugkomen.”

Maartje Raijmakers is enthousiast over de instrumenten die in het peilingsonderzoek zijn gebruikt. “Deze zijn zo samengesteld dat niet alleen de kennis maar ook de vaardigheden ruimschoots getoetst worden. Voor veel van de opdrachten lijkt dat allemaal redelijk betrouwbaar gebeurd te zijn.”

“Uiteraard zijn er altijd verbeteringen in de meetinstrumenten mogelijk,” vervolgt Raijmakers. “Maar ik vind het juist belangrijk dat er niet alleen aan scholen wordt gevraagd wat zij aan de kerndoelen doen. Voor de kennisvragen geldt dat er moeilijke en gemakkelijke vragen zijn, vragen dicht bij de kerndoelen en iets verder daar vanaf. Dat is nodig om de spreiding in kennis tussen leerlingen goed te kunnen meten.”





Ellen van B...

2 Ideeën naar aanleiding van de resultaten

De reflectie op de resultaten van de peiling en de dialoog die daarop volgde, inspireren de focusgroep tot een aantal ideeën om het niveau voor Natuur en Techniek te bestendigen of te verbeteren. Het gaat hier nadrukkelijk om ideeën. Ideeën om over in discussie te gaan. Suggesties ter inspiratie voor weer andere ideeën of actie voor iedereen die bij het onderwijs in Natuur en Techniek betrokken is.

2.1 Voor de onderwijspraktijk

Ontwikkel als school een visie

“Hoe kijk je als school naar de ontwikkeling van leerlingen op het gebied van Natuur en Techniek? En hoe past het onderwijs dat je op school geeft bij die ontwikkeling? Belangrijk is dat je daar als schoolleiding een visie op hebt. Neem daar ook het team in mee, want de leerkrachten moeten het verschil maken. Aan de andere kant moet het ook passen binnen de visie van het bestuur.”

Investeer in bijscholing

“Onderzoekend leren daadwerkelijk in het onderwijs inbedden, vergt een gedragsverandering. Dat moet je serieus nemen. Doe dat niet tussen de bedrijven door. Maak tijd om er met het hele team een aantal dagen per jaar aandacht aan te besteden.”

Zorg voor draagvlak in het team

“Zet de ontwikkeling van Natuur en Techniek structureel op de agenda om het team de tijd te geven om te wennen aan de nieuwe aanpak. Creëer draagvlak in het team door samen te kijken naar waar je staat en wat je verwacht van je leerlingen. Evalueer en analyseer telkens teambreed. Ga daarbij uit van de eigen wens van de leerkrachten en kijk wat de volgende stap is. Het enthousiasme van de leerlingen is een belangrijke motivator. Laat zien dat het werkt en dat de leerlingen vooruitgaan.”

Betrek de omgeving van de school

“Neem vanuit je eigen vraag ouders, maar ook bedrijven en instellingen in de omgeving mee in de veranderingen. Dat kost soms tijd, maar een breed draagvlak in de omgeving van de school is belangrijk.”

2.2 Voor onderwijsbeleid: landelijk, regionaal en op het niveau van bestuur en school

Zorg voor een cultuurverandering

“Een veranderingsproces komt niet uit de lucht vallen. Werk vanuit de onderwijsvisie en startsituatie van de school toe naar implementatie. Begeleid de directeur en het bestuur van de school om de verandering uit te voeren. Laat de school niet alleen worstelen, maar stimuleer samenwerking met andere scholen in een lerend netwerk.”

Leg het initiatief bij de schoolleiding

“De scholen moeten de veranderingen zelf uitvoeren. De schoolleider moet hierbij het initiatief nemen. Alleen dan is de verandering voor de lange termijn gewaarborgd. Het is niet voldoende dat een coördinator Natuur en Techniek of leerkracht dit alleen doet. Geef de schoolleider de ruimte. Fouten maken mag. En biedt ook de mogelijkheid een coach of begeleider in te schakelen.”

2.3 Voor vervolgonderzoek

Onderzoek hoe de transfer werkt

“Hoe werkt de transfer nou eigenlijk? Wat kunnen leerkrachten vragen om transfer te bevorderen? Dat moet worden onderzocht, zodat daarna op basis van die kennis heel concreet een hands-ontraining voor leerkrachten kan worden ontwikkeld. Onderdeel van dit onderzoek naar transfer kan zijn wat de rol is van ‘selfexplanations’ van leerlingen: hoe helpt het zelf laten vertellen door leerlingen om beter begrip te krijgen en wat kan dat betekenen voor transfer van het geleerde?”

Breng de attitude van leerkrachten in kaart

“Breng in een volgend peilingsonderzoek niet alleen de attitude van de leerling, maar ook van de leerkracht in kaart. Zo kan je nagaan hoe de attitude van de leerkracht samenhangt met de resultaten van de leerlingen.”

Neem het onderwijsleerproces op scholen onder de loep

“Neem als vervolg op het peilingsonderzoek een aantal goed presterende scholen onder de loep. Observeer daar het onderwijsleerproces en interview de schoolleiding en leerkrachten. Breng in beeld wat de leerkracht daadwerkelijk doet in de klas, zodat van daaruit handvatten kunnen worden geformuleerd voor andere scholen.”

Onderzoek de school als professionele leeromgeving

“Het is interessant om te kijken hoe je op een school de samenwerking goed op gang krijgt: Hoe kom je van een ik- naar een wij-cultuur? Die kennis kun je niet alleen benutten voor de cultuurverandering die bij Natuur en Techniek nodig is, maar veel breder.”

Zoom in op leerlinggedrag en leerlingkenmerken

“Als een leerling goed presteert, waar blijkt dat dan uit? Welke kenmerken heeft zo'n leerling? Meer inzoomen op leerlinggedrag/-kenmerken in brede zin is erg nuttig. Onderzoeksvaardigheden zijn namelijk generiek en worden op meerdere domeinen ingezet.”



DEEL B

De resultaten





Inleiding en leeswijzer

Wat kennen en kunnen leerlingen van groep 8 in Nederland als het gaat om Natuur en Techniek? Wat is het onderwijsaanbod van scholen en hoe hangt dit samen met de prestaties van leerlingen? Dit peilingsonderzoek geeft inzicht in de stand van zaken bij het leerdomein Natuur en Techniek (N&T) van Nederlandse groep 8-leerlingen. Met meetinstrumenten, zoals een schriftelijke toets en praktische opdrachten, is nagegaan in hoeverre leerlingen de kerndoelen 40 tot en met 46 beheersen.

De kerndoelen 40 en 41 hebben betrekking op het domein Biologie, de kerndoelen 43 en 46 op het domein (Natuurkundige) Aardrijkskunde en kerndoel 42, 44 en 45 op het domein Natuurkunde en techniek (Greven & Letschert, 2006; zie ook Resultaten in kort bestek en hoofdstuk 4 van dit rapport). Kerndoel 42 verwijst tevens naar vaardigheden in het kader van onderzoeken; kerndoel 45 naar vaardigheden op het gebied van ontwerpen. Ook in de beschrijving van het domein Wetenschap en technologie (SLO, 2016) krijgen deze vaardigheden nadrukkelijk aandacht, naast kennis over de vakdisciplines in het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld.

Metten van de kerndoelen

Wat leerlingen kennen en kunnen op het gebied van Natuur en Techniek is onderzocht door middel van een schriftelijke kennistoets en individuele en groepsgewijs afgenomen praktische opdrachten. Met de kennistoets is de kennis over bovenstaande kerndoelen met uitzondering van kerndoel 45 in kaart gebracht. De resultaten op de praktische opdrachten geven een beeld van de praktische beheersing van kerndoel 42 en 45. Kerndoel 42 komt dus zowel in de kennistoets als in de praktische opdrachten terug.

Leeswijzer

In dit rapport geeft de Inspectie van het Onderwijs (hierna: inspectie) een beschrijving van de resultaten van leerlingen in groep 8 in Nederland op het gebied van Natuur en Techniek. Naast een beschrijving van de resultaten geeft het rapport ook zicht op het onderwijsaanbod op het gebied van Natuur en Techniek op de Nederlandse basisscholen en verschillen in aanbod tussen de scholen. In hoofdstuk 1 van deze rapportage wordt dit aanbod beschreven. Het gaat om de resultaten van de schoolleidersvragenlijst over het onderwijsaanbod voor Natuur en Techniek als geheel. In de vorige peilingen in 2008 en 2010 is het onderwijsaanbod voor Aardrijkskunde (Notté, Van der Schoot & Hemker, 2010), Biologie (Thijssen, Van der Schoot & Hemker, 2011) en Natuurkunde en techniek¹ (Kneepkens, Van der Schoot & Hemker, 2011) afzonderlijk per subdomein bevestigd. Daardoor is een vergelijking van het onderwijsaanbod met de nieuwste peiling niet mogelijk.

¹ Niet te verwarren met het huidige peilingsonderzoek. In het peilingsonderzoek Natuurkunde en techniek van 2010 waren kerndoel 42 t/m 45 het onderwerp.

In hoofdstuk 2 leest u over de prestaties van leerlingen op de kennistoets en de praktische opdrachten. We leggen de prestaties op de kennistoets vervolgens naast elkaar en maken een vergelijking tussen scholen en groepen van leerlingen.

We willen immers weten of de resultaten van groep 8-leerlingen verschillen tussen scholen en in hoeverre dit komt door verschillen in het onderwijs dat ze krijgen op het gebied van Natuur en Techniek of door verschillen tussen leerlingen.

Ten slotte geven we in hoofdstuk 3 het onderwijsaanbod en de prestaties van de leerlingen van voorhoedescholen weer. Voorhoedescholen zijn scholen waarvan verondersteld wordt of aangetoond is dat het aangeboden curriculum voor Natuur en Techniek een meerwaarde heeft voor (cognitieve) resultaten op dit vakgebied (Mommers, Van Langen, Mulder, Netten & Lamers, 2016). De voorhoedescholen zijn geworven onder deelnemers aan 'Talentenkracht', een onderzoeksprogramma van zeven universiteiten gericht op de talenten van leerlingen op het gebied van wetenschap en techniek (zie www.talentenkracht.nl).





1 Het onderwijsaanbod Natuur en Techniek

In hoofdstuk 1 bespreken we het onderwijsaanbod voor Natuur en Techniek op de basisscholen uit de representatieve steekproef. De opzet van de steekproef wordt in hoofdstuk 4 toegelicht. In totaal betreft het 130 representatieve scholen.

Over het onderwijsaanbod op deze scholen zijn in het najaar van 2015 de volgende onderwerpen in de vragenlijst voor schoolleiders aan de orde gesteld:

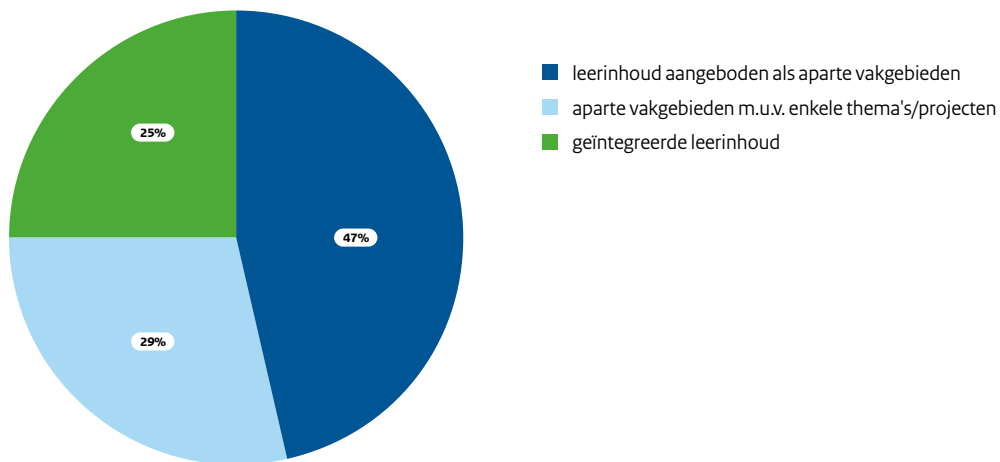
- inbedding in het curriculum
- methodegebruik en volgsystematiek
- ondersteuning en faciliteiten
- opleidingskenmerken van leerkrachten²
- speciale N&T-activiteiten op en buiten school

1.1 Inbedding in het curriculum

In hoeverre hebben scholen het domein Natuur en Techniek geïntegreerd met de domeinen Ruimte (aardrijkskunde) en Tijd (geschiedenis)? Bijna de helft van de scholen blijkt de leerinhouden voor de genoemde domeinen overwegend als aparte vakgebieden aan te bieden (zie figuur 1.1). Iets meer dan een kwart doet meestal hetzelfde, behalve bij enkele thema's en projecten waarin de leerstof wél geïntegreerd aan de orde komt. Het resterende kwart van de scholen biedt de leerinhouden voor Natuur en Techniek, Ruimte, en Tijd overwegend geïntegreerd aan.

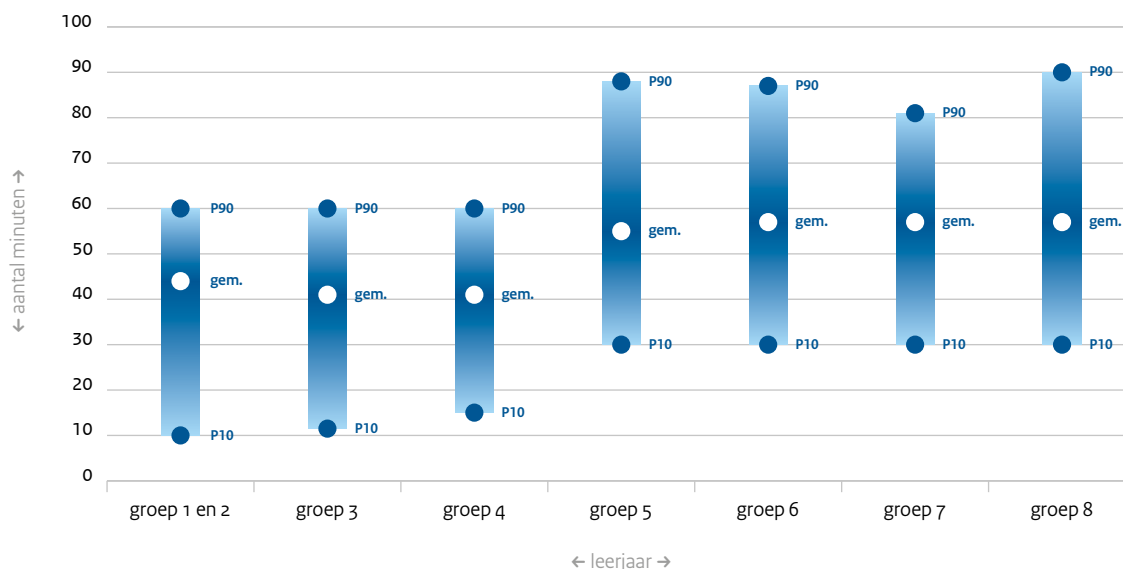
2 Ook enkele andere kenmerken van leerkrachten zijn met de schoolleidersvragenlijst verzameld. Deze worden in dit rapport niet besproken, maar wel in het technisch rapport (Mommers, e.a., 2016).

Figuur 1.1 – Integratie Natuur en Techniek met Ruimte en Tijd (n=122)



In het curriculum roosteren scholen tijd in voor Natuur en Techniek. Gemiddeld wordt in de groepen 1 tot en met 4 bijna drie kwartier (41 tot 44 minuten) per week besteed aan Natuur en Techniek, en in de groepen 5 tot en met 8 bijna een uur (55 tot 57 minuten). De ingeroosterde tijd verschilt echter sterk per school. In figuur 1.2 is de gemiddelde ingeroosterde tijd per leerjaar en de variatie daarbinnen tussen scholen opgenomen. We zien bijvoorbeeld dat de 10 procent scholen die de minste tijd voor Natuur en Techniek inroosteren (P10) hier in groep 1 en 2 tien minuten per week voor uittrekken. Op de 10 procent scholen die de meeste tijd voor Natuur en Techniek inroosteren (P90) gaat het gemiddeld om zestig minuten per week. Er zijn ook enkele scholen die in lagere leerjaren (lager dan groep 7) helemaal geen lestijd voor Natuur en Techniek inroosteren³, terwijl andere scholen in diezelfde leerjaren meer dan anderhalf uur per week aan Natuur en Techniek besteden. Alle scholen roosteren in groep 7 en 8 tijd voor Natuur en Techniek in, maar ook hier loopt het aantal ingeroosterde minuten sterk uiteen.

Figuur 1.2 – Ingeroosterde lestijd per week, per leerjaar, P10, gemiddelde en P90 (n=97-115)



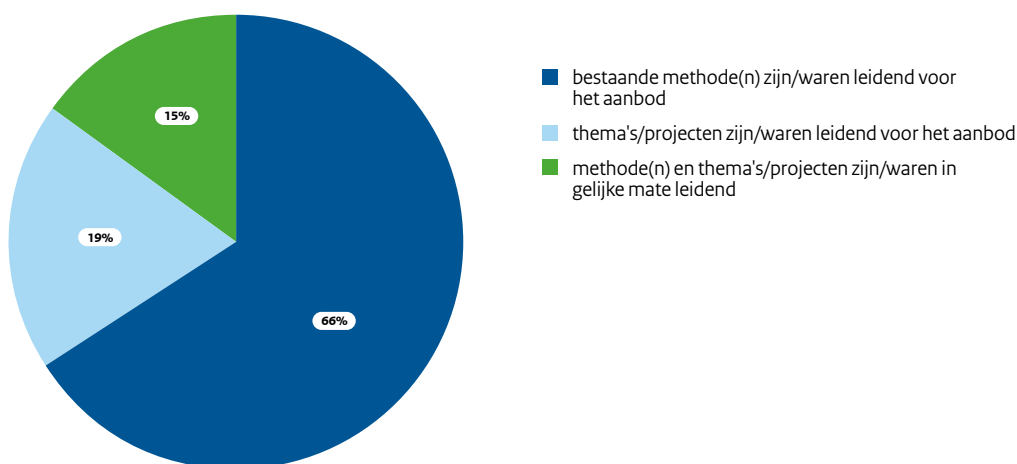
3 Zeven scholen roosteren in groep 1 en 2 geen lestijd voor Natuur en Techniek in, vier scholen doen dat niet in groep 3 en 4 en één school doet dat niet in groep 5 en 6.

Er is de scholen ook gevraagd naar welk percentage van de lestijd zij in groep 7 en 8 aan elk van de zeven kerndoelen besteden. Gemiddeld ligt dit percentage bij elk kerndoel rond de 13 procent, behalve bij kerndoel 41 (over de bouw van planten, dieren en mensen) waaraan zowel in groep 7 als 8 gemiddeld 19 procent van de totale lestijd Natuur en Techniek wordt besteed. Net als bij de totale lestijd voor Natuur en Techniek varieert ook hier het aantal minuten behoorlijk per school.

1.2 Methodegebruik en volgsystematiek

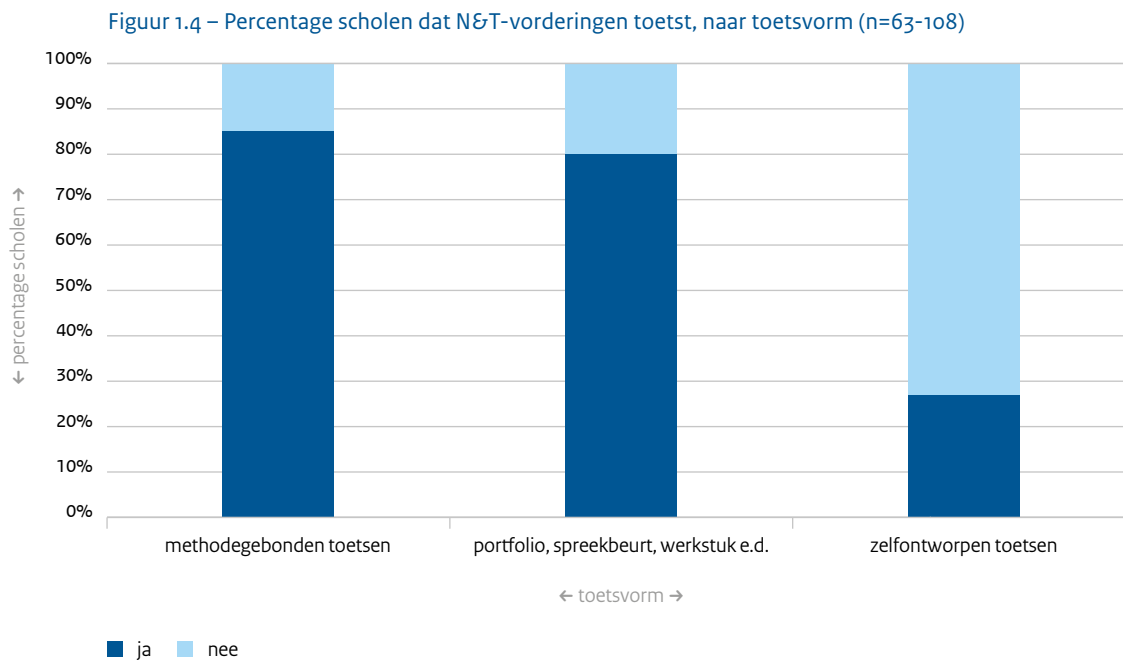
We hebben de schoolleiders gevraagd of ze in groep 8 werken met een bestaande methode voor Natuur en Techniek. Op twee derde van de scholen is een bestaande methode leidend voor het onderwijsaanbod voor Natuur en Techniek (zie figuur 1.3). Op 19 procent van de scholen zijn thema's of projecten leidend en op de resterende 15 procent is een combinatie van methode(n) en thema's/projecten leidend voor het onderwijsaanbod Natuur en Techniek. Voor groep 7 in het voorafgaande schooljaar geldt vrijwel dezelfde verdeling.

Figuur 1.3 – Percentage scholen dat in groep 7/8 werkt met bestaande methode en/of met thema's/projecten voor Natuur en Techniek (n=109)



Vervolgens hebben de schoolleiders op een lijst van 28 bestaande methoden aangekruist welke bestaande methode of methoden ze gebruiken in groep 8 en welke ze het schooljaar daarvoor hebben gebruikt in groep 7. Ook hier verschillen de scholen onderling weer sterk van elkaar. Methoden die in beide groepen relatief veel (op meer dan 10% van de scholen) worden gebruikt zijn: De Techniek Torens, Naut, Leefwereld, Wijzer!, Blits en Natuniek. Slechts vijf scholen gebruiken in de twee groepen helemaal geen bestaande methode, maar alleen eigen lesmateriaal. Op verreweg de meeste scholen is in 2014-2015 in groep 7 dezelfde methode gebruikt als in 2015-2016 in groep 8.

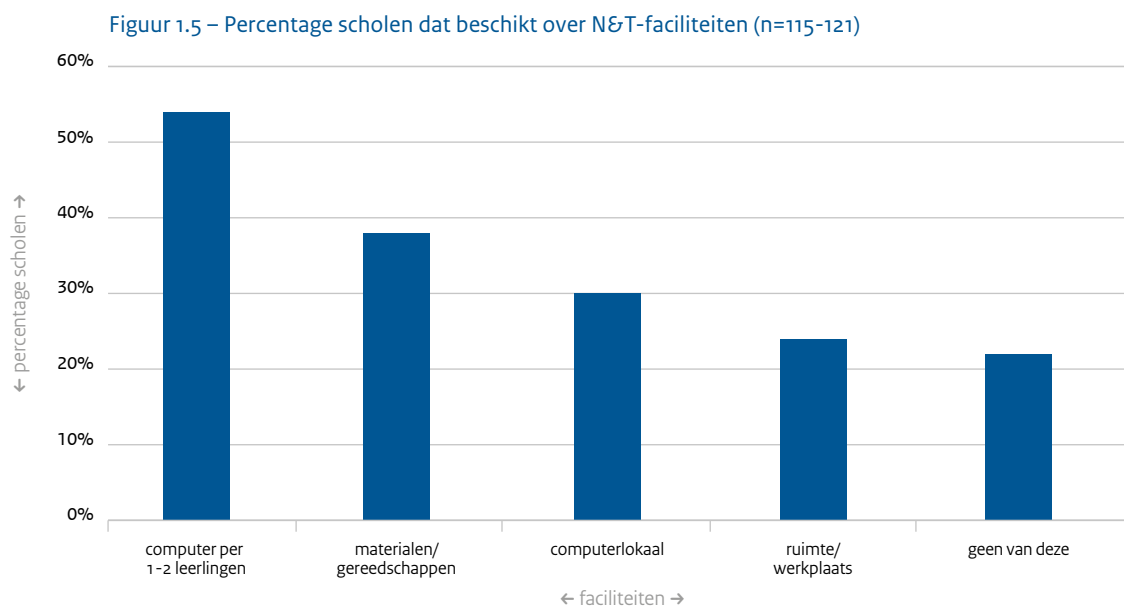
Vrijwel alle scholen (95%) toetsen de vorderingen van hun leerlingen op het gebied van Natuur en Techniek, zie figuur 1.4. Dit gebeurt op de meeste scholen door middel van methodegebonden toetsen (85%), aan de hand van een portfolio, spreekbeurt of werkstuk (80%) en/of met zelfontworpen toetsen (27%). Van de scholen die de vorderingen volgen, biedt een zesde deel (17%) extra ondersteuning aan de leerlingen in het geval van achterblijvende prestaties. Het gaat dan bijvoorbeeld om pre-teaching, extra uitleg en/of aanvullende oefenstof.



1.3 Faciliteiten en ondersteuning

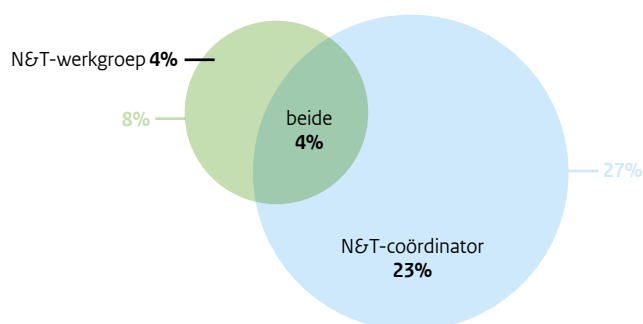
De schoolleider heeft aangegeven over welke faciliteiten de school beschikt voor het onderwijs in Natuur en Techniek (zie figuur 1.5). Leerkrachten op nagenoeg alle scholen gebruiken moderne media, zoals internetfilmmpjes (98%; niet in figuur 1.5). Voorts heeft op ruim de helft van de scholen (54%) elke leerling een computer (of laptop/tablet) tot de beschikking die niet of met hooguit één andere leerling hoeft te worden gedeeld.⁴ Ook beschikt 38 procent van de scholen over voldoende moderne materialen en gereedschappen voor Natuur en Techniek. 30 procent heeft een apart computerlokaal en 24 procent een aparte ruimte of werkplaats die is toegerust op onderwijs in Natuur en Techniek. Op 22 procent van de scholen is geen van deze vier faciliteiten beschikbaar. Op 34 procent van de scholen beschikt men over één van de vier faciliteiten, een kwart heeft er twee, een kleine minderheid drie of zelfs alle vier.

4 Kennisnet meet dit op een andere wijze in de Vier in Balans-monitor. Bij de laatste meting (2015) bleek dat scholen in het primair onderwijs gemiddeld de beschikking hebben over één apparaat (computer, laptop of tablet) per vier leerlingen.



Slechts zes scholen (5%) beschikken over een speciale vakleerkracht voor Natuur en Techniek; deze geeft hoofdzakelijk in de midden- en bovenbouw N&T-onderwijs. Ondersteuning van de groepsleerkrachten in de vorm van een coördinator of werkgroep voor Natuur en Techniek is op bijna een derde deel van de scholen (31%) aan de orde. Meestal betreft dit een N&T-coördinator (23%), soms een N&T-werkgroep (4%) of beide (4%) (figuur 1.6).

Figuur 1.6 – Percentage scholen waar de groepsleerkrachten bij N&T-onderwijs interne ondersteuning ontvangt van een N&T-coördinator en/of N&T-werkgroep (n=121)

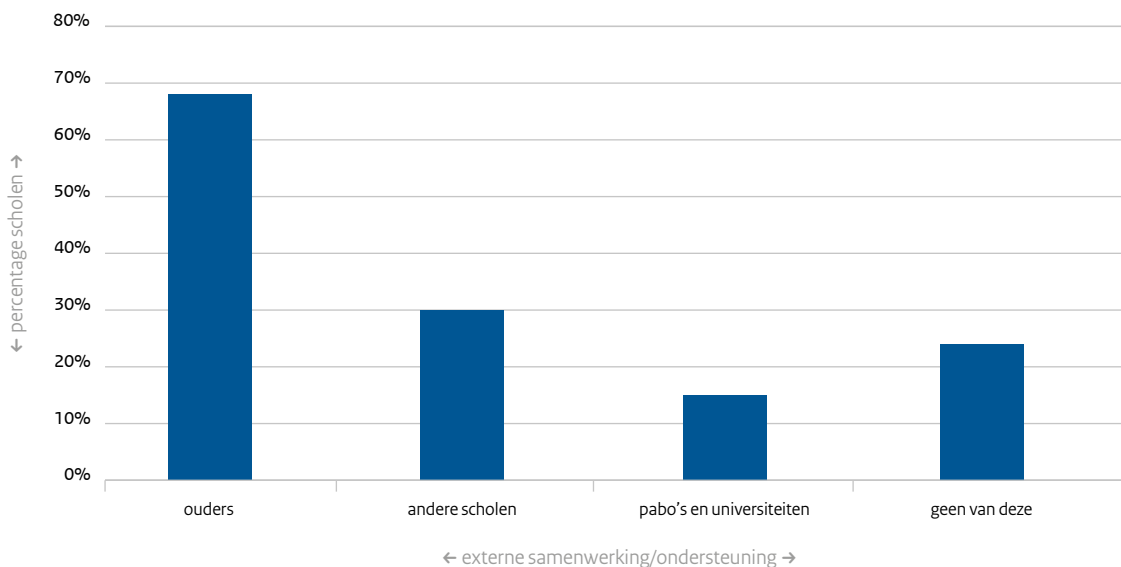


Het aantal beschikbare taakuren per jaar voor de N&T-coördinator varieert van 0 tot 80 uren op de betreffende scholen. Gemiddeld gaat het om 23 taakuren. Het aantal beschikbare taakuren per jaar voor de N&T-werkgroep loopt ook sterk uiteen namelijk van 10 tot 65 uren. Gemiddeld gaat het om 31 uren voor de N&T-werkgroep per jaar.

Daarnaast melden 39 scholen (30%) dat ten minste één leerkracht uit het team in de afgelopen twee jaar bij- of nascholing heeft gevolgd op het gebied van Natuur en Techniek. Dit kan zowel nascholing over schoolbeleid als vakdidactiek rond onderwijs in Natuur en Techniek zijn. Sommige scholen noemen (ook) nog andere zaken, zoals bijvoorbeeld VTB-certificering.⁵

De groepsleerkrachten hebben de mogelijkheid om bij het Natuur en Techniekonderwijs dat ze geven, samen te werken met of ondersteuning te ontvangen van personen buiten de school. Op driekwart van de scholen gebeurt dat (soms of regelmatig): leerkrachten laten ouders gastlessen geven (68%), werken met collega's van andere scholen samen in en aan onderwijs in Natuur en Techniek (30%), en/of ontvangen ondersteuning van een pabo of universiteit (15%, zie figuur 1.7). De antwoorden die schoolleiders verder nog geven zijn heel verschillend van aard. Relatief vaak lijkt het te gaan om het (incidentele) gebruik van een dienst of product van een externe organisatie (zie paragraaf 1.5) in plaats van om een samenwerkings- of ondersteuningspartner (zoals bedoeld was bij deze vraag).

Figuur 1.7 – Percentage scholen dat bij N&T-onderwijs samenwerkt met of ondersteuning ontvangt van externe personen (n=120)



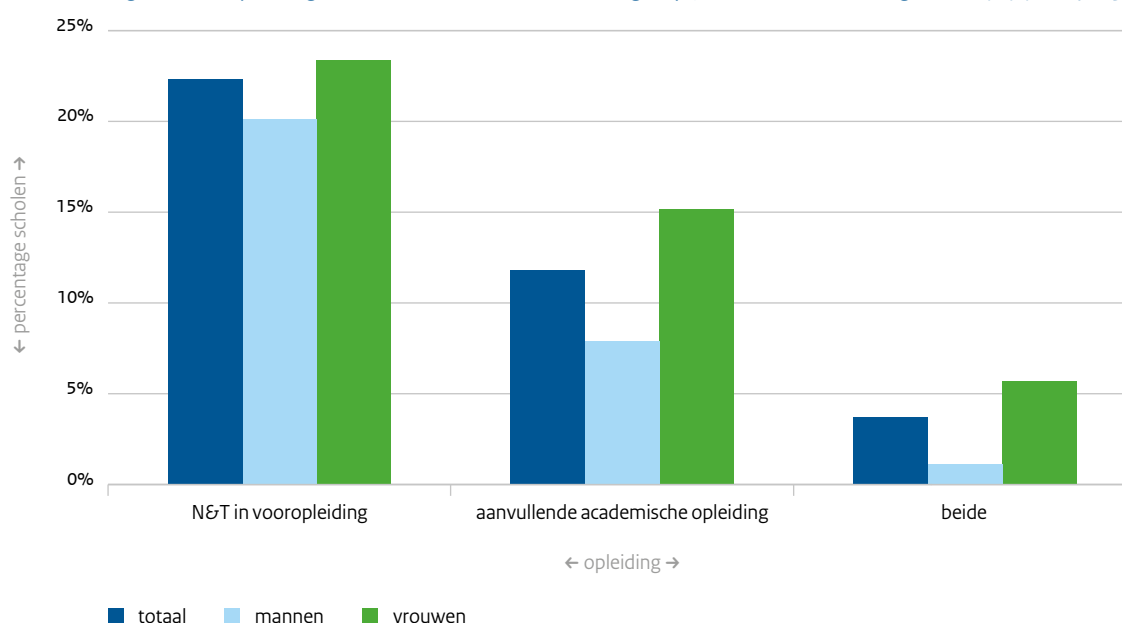
1.4 Opleidingskenmerken leerkrachten

De schoolleiders hebben een aantal gegevens ingevuld over de leerkracht die in het lopende schooljaar lesgeeft aan de groep 8-leerlingen die in het onderzoek zijn getoetst. Ook hebben ze de gegevens ingevuld van de leerkracht die het jaar daarvoor de meeste van deze leerlingen les gaf in groep 7. Het gaat om de leerkrachten voor het onderwijs in Natuur en Techniek; vrijwel altijd zijn dit de 'gewone' groepsleerkrachten.

⁵ Verbreding Techniek Basisonderwijs was een subsidieprogramma van het Platform Bèta Techniek. Het programma stimuleerde de inpassing van lesmateriaal over wetenschap en techniek in het basisonderwijs. Scholen die het gehele projecttraject succesvol doorliepen, ontvingen daarvoor een certificaat.

In zowel groep 7 als in groep 8 is het merendeel van de leerkrachten een vrouw; in totaal gaat het om 65 procent. Bij ongeveer een vijfde deel van de leerkrachten was er in de vooropleiding specifiek aandacht voor Natuur en Techniek, dit gold iets vaker voor de vrouwen dan de mannen (23 tegenover 20%). Bovendien heeft 11 procent een aanvullende academische opleiding gevolgd, en ook daar gaat het om meer vrouwen dan mannen (15 tegenover 8%).⁶ Voor in totaal 4 procent van de leerkrachten geldt dat er sprake is van zowel Natuur en Techniek in vooropleiding als een aanvullende academische opleiding; het gaat om 1 procent van de mannen en 6 procent van de vrouwen (figuur 1.8).

Figuur 1.8 – Opleidingskenmerken van leerkrachten in groep 7 en 8, totaal en naar geslacht (%) (n=114-123)



1.5 Natuur en Techniek-activiteiten op en buiten school

Allerlei instellingen en organisaties bieden speciale producten en diensten aan voor Natuur en Techniek in het basisonderwijs. Ook bestaan er diverse projecten en subsidies. Figuur 1.9 laat zien in hoeverre de scholen hiervan in de anderhalf jaar voorafgaand aan het peilingsonderzoek gebruik hebben gemaakt.

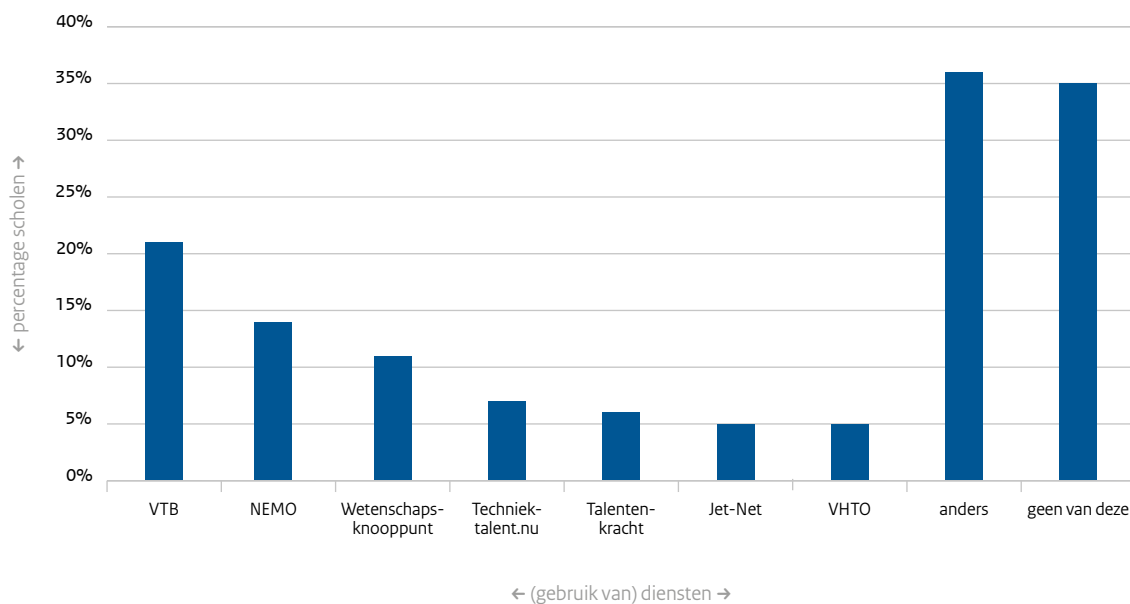
Het meest (21%) namen de scholen in het onderzoek deel aan het programma VTB (Verbreding Techniek Basisonderwijs; zie voetnoot 5) van het Platform Bèta Techniek. 14 procent van de scholen bezocht het NEMO Science Museum of gebruikte lesmateriaal van dit museum. 11 procent maakte gebruik van de materialen of activiteiten die door een regionaal Wetenschapsknooppunt⁷ worden aangeboden.

⁶ Over de aard van deze eventuele aanvullende academische opleiding is verder niets bekend.

⁷ Een Wetenschapsknooppunt is een samenwerkingsverband tussen verschillende basisscholen en een (of meer) universiteit(en). Vaak is ook een pabo bij het knooppunt betrokken. Doel is kinderen enthousiast te maken voor de wetenschap door kennis uit te wisselen.

Daarnaast werkte 5 tot 7 procent van de scholen (ook) met de diensten en producten van Techiektalent.nu,⁸ nam deel aan het project Talentenkracht⁹ of aan activiteiten van Jet-Net¹⁰ en/of VHTO.¹¹

Figuur 1.9 – Percentage scholen dat gebruik maakt van diensten/producten van externe organisaties voor N&T-onderwijs (n=120)



Overigens meldde 36 procent van de scholen dat zij (ook) gebruik maakten van nog weer andere producten of diensten. In de toelichting hierop kwam een keur aan antwoorden langs. Relatief vaak ging het om een lokale regeling met een bedrijf of onderwijsinstelling in de buurt. Ongeveer een derde deel van de scholen (35%) maakte helemaal geen gebruik van producten of diensten op het gebied van Natuur en Techniek; landelijk noch lokaal.

21 procent van de scholen organiseert zelf N&T-activiteiten na of buiten de reguliere lestijd, bijvoorbeeld in het kader van de brede school of verlengde schooldag. Gemiddeld 17 procent van de leerlingen in groep 8 maakt daar gebruik van.

8 TechniekTalent.nu is een samenwerkingsverband van technische sectoren, in opdracht van werknemers- en werkgeversorganisaties, dat basisscholen praktische ondersteuning biedt bij het implementeren van wetenschap & techniek in het curriculum.

9 TalentenKracht is een onderzoeksprogramma van zeven universiteiten naar de wetenschap en techniek-talenten van kinderen (3-14 jaar).

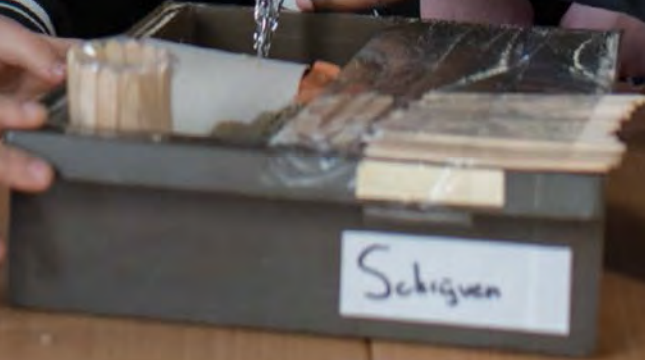
10 Jet-Net, het Jongeren en Technologie Netwerk Nederland, is een samenwerking tussen bedrijven, onderwijs en overheid. Doel is leerlingen een reëel beeld te geven van bèta en technologie en hen te interesseren voor een bèta-technische vervolgopleiding.

11 VHTO, Landelijk expertisebureau meisjes/vrouwen en bèta/techniek, zet zich in om de participatie van meisjes en vrouwen in bèta, techniek en ICT te vergroten.





Schiquen



2 Resultaten Natuur en Techniek

In dit hoofdstuk geven we de gemeten prestaties en attitude weer van de leerlingen uit het peilingsonderzoek Natuur en Techniek. De prestaties hebben we op twee manieren gemeten: een peiling van het niveau van de kennis en een van de praktische vaardigheden van groep 8-leerlingen. De attitude van leerlingen is met een vragenlijst in kaart gebracht.

Omdat er in dit peilingsonderzoek geen cesuur of norm is gesteld voor de prestaties bij Natuur en Techniek, valt niet te bepalen of het niveau voldoende of onvoldoende is. Daarom maken we zo veel mogelijk gebruik van vergelijkingen: welke vaardigheden beheerst de 10 procent hoogst scorende leerlingen (hoogvaardige leerlingen, P90) vergeleken met de 10 procent laagst scorende leerlingen (laagvaardige leerlingen, P10) en de gemiddelde leerlingen (P50)? Hoe groot zijn de verschillen tussen leerlingen? Hebben leerlingen van scholen met een bepaald onderwijsaanbod op het gebied van Natuur en Techniek meer kennis dan leerlingen van andere scholen?

In de eerste twee paragrafen van dit hoofdstuk beschrijven we de stand van zaken van de kennis en praktische vaardigheden van de leerlingen over Natuur en Techniek, ongeacht hun achtergrond of de school waar ze op zitten. Vervolgens komt de attitude van leerlingen ten aanzien van Natuur en Techniek aan bod. Daarna beschrijven we in hoeverre de prestatieniveaus van scholen en leerlingen van elkaar verschillen, of deze verschillen samenhangen met bepaalde school- of leerlingkenmerken en in hoeverre deze school- of leerlingkenmerken de verschillen verklaren. Tot slot vergelijken we de resultaten van de huidige peiling met die van de peilingen uit 2008 en 2010.

2.1 Prestaties kennistoets

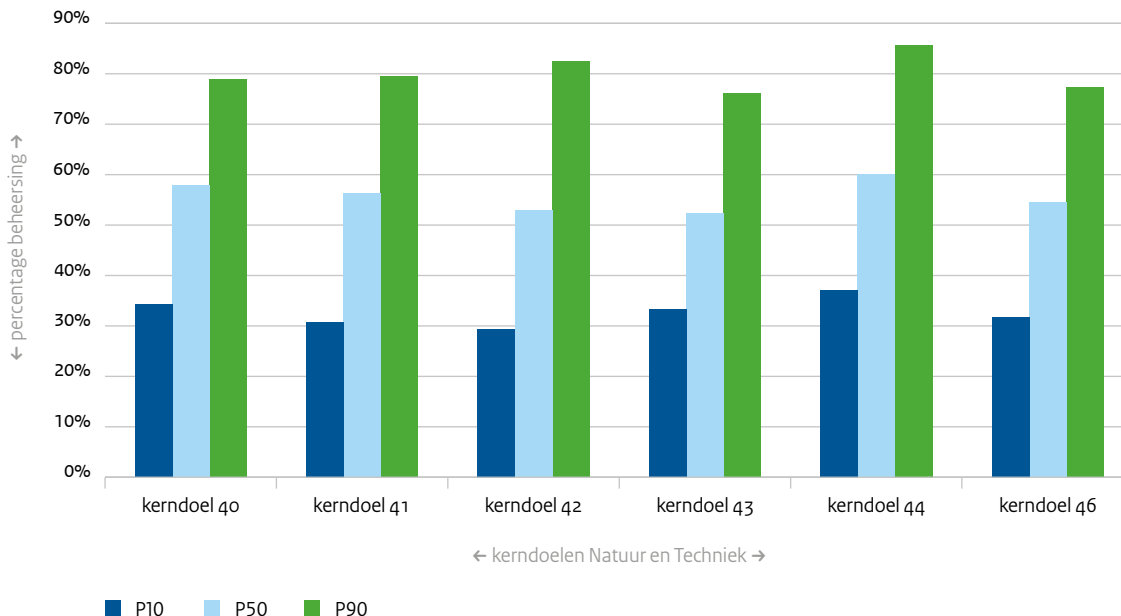
Om de kennis op het gebied van Natuur en Techniek in kaart te brengen zijn 180 opgaven ontwikkeld, verdeeld over de zes te meten kerndoelen. Een deel van de opgaven kwam ook voor in de Periodieke Peilingen van 2008 (Aardrijkskunde) en 2010 (Biologie, Natuurkunde en techniek) (Notté, e.a., 2010, Thijssen, e.a., 2011, Kneepkens, e.a., 2011). Door deze zogenoemde ankeropgaven opnieuw af te nemen kunnen we een trend rapporteren: welke ontwikkeling laten de resultaten van 2008 en 2010 in vergelijking met de resultaten in schooljaar 2015-2016 zien?

Met de 180 opgaven zijn 14 toetsen van 25 of 26 opgaven samengesteld, die inhoudelijk gedeeltelijk overlappen. Alle leerlingen van één klas maakten dezelfde toets. Op basis van de behaalde scores van de leerlingen is voor hen het beheersingsniveau (in procenten) berekend, zowel voor de totale kennistoets als per kerndoel.

Figuur 2.1 laat voor de verschillende kerndoelen zien welk niveau de laagvaardige leerlingen (de 10% laagst scorende leerlingen, P10), de gemiddelde¹² leerlingen (P50) en de hoogvaardige leerlingen (de 10% hoogst scorende leerlingen, P90) beheersen.

Uit figuur 2.1 is af te leiden dat de gemiddelde leerlingen de opgaven voor kerndoel 44 (Werking, vorm en materiaal) relatief het beste beheersen (60%). Ook de laagvaardige en hoogvaardige leerlingen beheersen de opgaven die behoren bij dit kerndoel het beste (37 respectievelijk 86%). De gemiddelde leerlingen beheersen de opgaven voor kerndoel 43 (Weer en klimaat) relatief het minst goed (52%) en dat geldt ook voor de hoogvaardige leerlingen (76%). De laagvaardige leerlingen beheersen de opgaven van kerndoel 42 (Onderzoeken materiële en natuurkundige verschijnselen) het minst goed (29%).

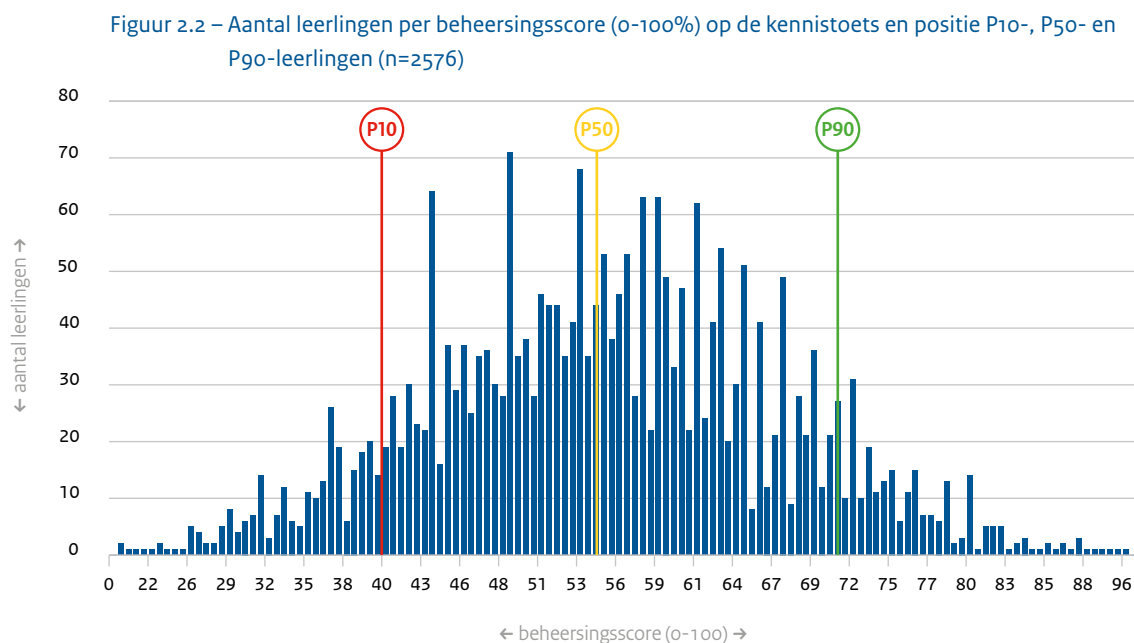
Figuur 2.1 – Resultaten kennistoets: percentage beheersing naar kerndoel, P10-, P50- en P90-leerlingen (n=2576)



Uit de resultaten blijkt daarnaast dat jongens significant hoger gescoord hebben dan meisjes op de opgaven bij de kerndoelen 42, 43, 44 en 46. Dat betekent dat de jongens het beter gedaan hebben bij de kerndoelen op het gebied van Natuurkunde en techniek en (Natuurkundige) Aardrijkskunde. Bij de kerndoelen op het gebied van Biologie zijn er geen significante verschillen tussen jongens en meisjes.

Figuur 2.2 brengt de verschillen tussen scores van leerlingen op de totale kennistoets verder in beeld. De gemiddelde leerlingen beheersen 55 procent van de opgaven van de kennistoets, de hoogvaardige leerlingen beheersen 71 procent of meer van de opgaven van de kennistoets (rechts van de groene lijn) en de laagvaardige leerlingen 40 procent of minder (links van de rode lijn). Niet één leerling heeft de minimale score (0%) of de maximale score (100%) behaald. Het gemiddelde beheersingsniveau van de jongens ligt drie procent hoger dan van de meisjes (56,7 versus 53,5%); dat komt neer op een extra goed gemaakte opgave op het totaal van 25 of 26 opgaven.

12 Dit gemiddelde verwijst hier niet naar het rekenkundig gemiddelde, maar naar de leerling die precies in het midden van de verdeling zit. 50% van de leerlingen scoort beter en 50% scoort minder goed dan deze leerling.



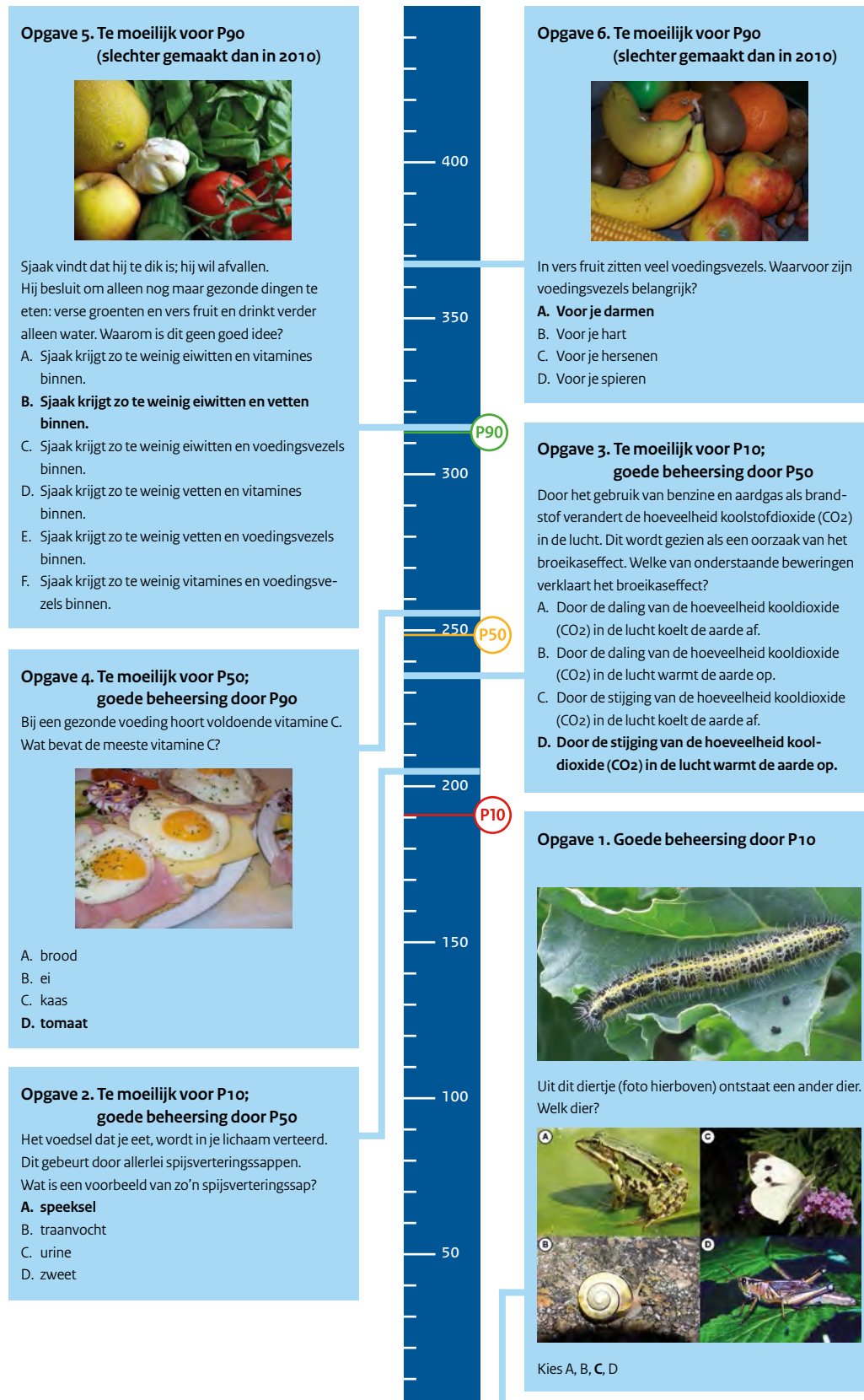
Bovenstaande resultaten roepen de vraag op wat de leerlingen daadwerkelijk kunnen en kennen per kerndoel, en in welke opzichten de hoogvaardige en laagvaardige leerlingen van elkaar verschillen. Aan de hand van voorbeeldopgaven wordt dit op de volgende pagina's (figuren 2.3 t/m 2.5) geïllustreerd voor achtereenvolgens opgaven uit kerndoel 40 en 41 (Biologie), 42 en 44 (Natuurkunde en techniek) en 43 en 46 (Aardrijkskunde). Deze opgaven geven een beeld van welk niveau een laagvaardige, gemiddelde en hoogvaardige leerling beheerst. De groene streep in de liniaal staat voor het niveau van de hoogvaardige leerling, de rode streep voor het niveau van de laagvaardige leerling. De gele streep staat voor het niveau van de gemiddelde leerling.

Aan weerszijden van de liniaal staat steeds een aantal opgaven. Ze staan genummerd naar moeilijkheid: de opgave met het laagste nummer is steeds de gemakkelijkste opgave, de opgave met het hoogste nummer de moeilijkste. Hoe hoger een opgave op de liniaal staat, hoe vaardiger een leerling moet zijn om deze opgave goed te beantwoorden.

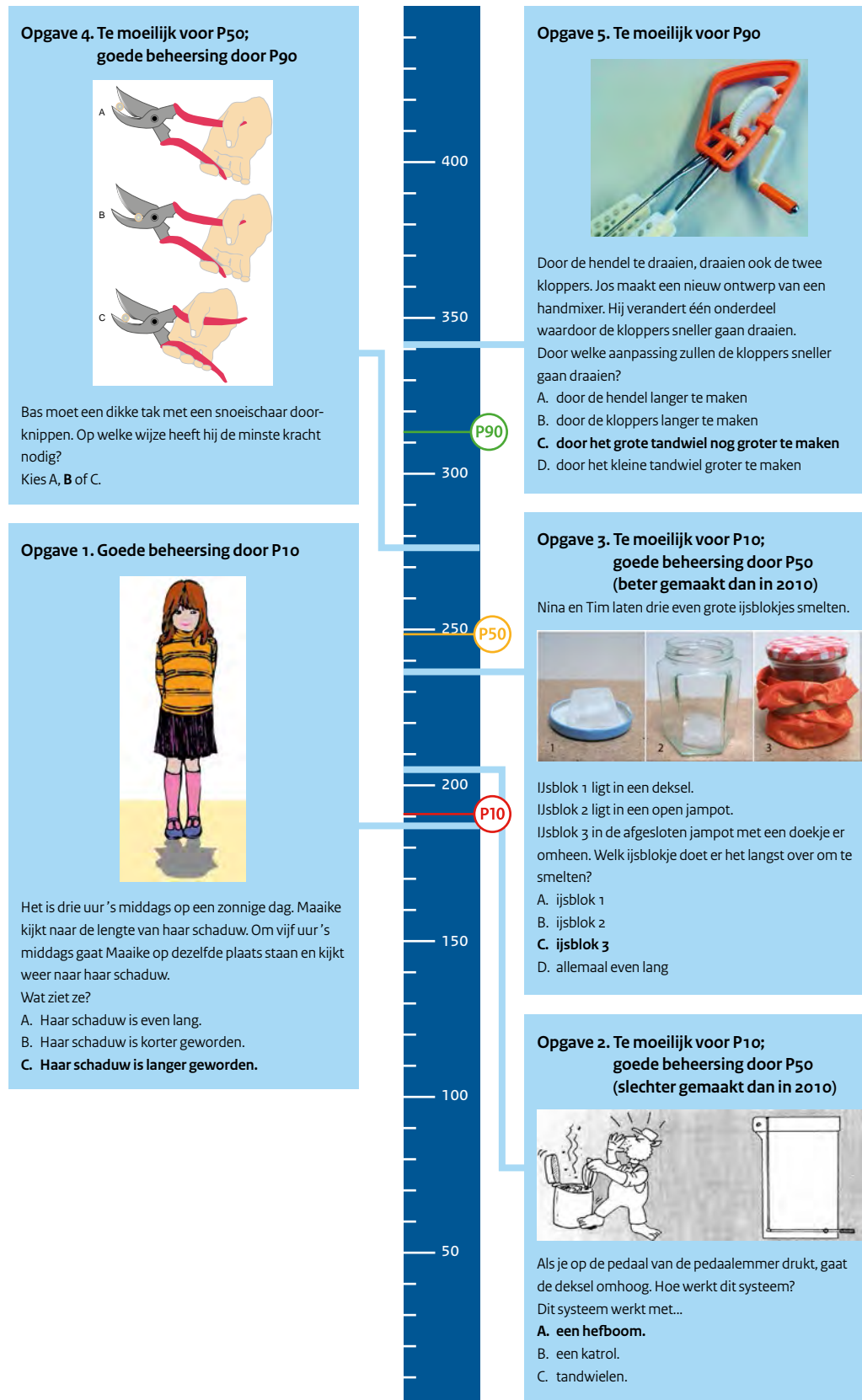
Als voorbeeld bespreken we de eerstvolgende bladzijde (Biologie). Van de zes opgaven op deze bladzijde beheerst de laagvaardige leerling (P10; de rode lijn op de liniaal) alleen opgave 1. De overige opgaven zijn te moeilijk voor deze leerling. De gemiddelde leerling (de gele lijn op de liniaal) beheerst naast opgave 1 ook opgave 2 en 3. De opgaven 4, 5 en 6 zijn ook voor de gemiddelde leerling echter te moeilijk. De hoogvaardige leerling (P90; de groene lijn op de liniaal) beheerst de opgaven 1, 2, 3 en 4. De opgaven 5 en 6 zijn ook voor deze leerling te moeilijk.

Sommige van de opgaven op de volgende bladzijden zijn ook afgenomen bij de peiling in 2010 (Biologie, Natuurkunde en techniek) of 2008 (Aardrijkskunde). In dat geval is vermeld of de opgave in 2015-2016 beter of slechter is gemaakt dan in de peiling daarvoor. We komen hier op terug in paragraaf 2.7 (Trends in prestaties).

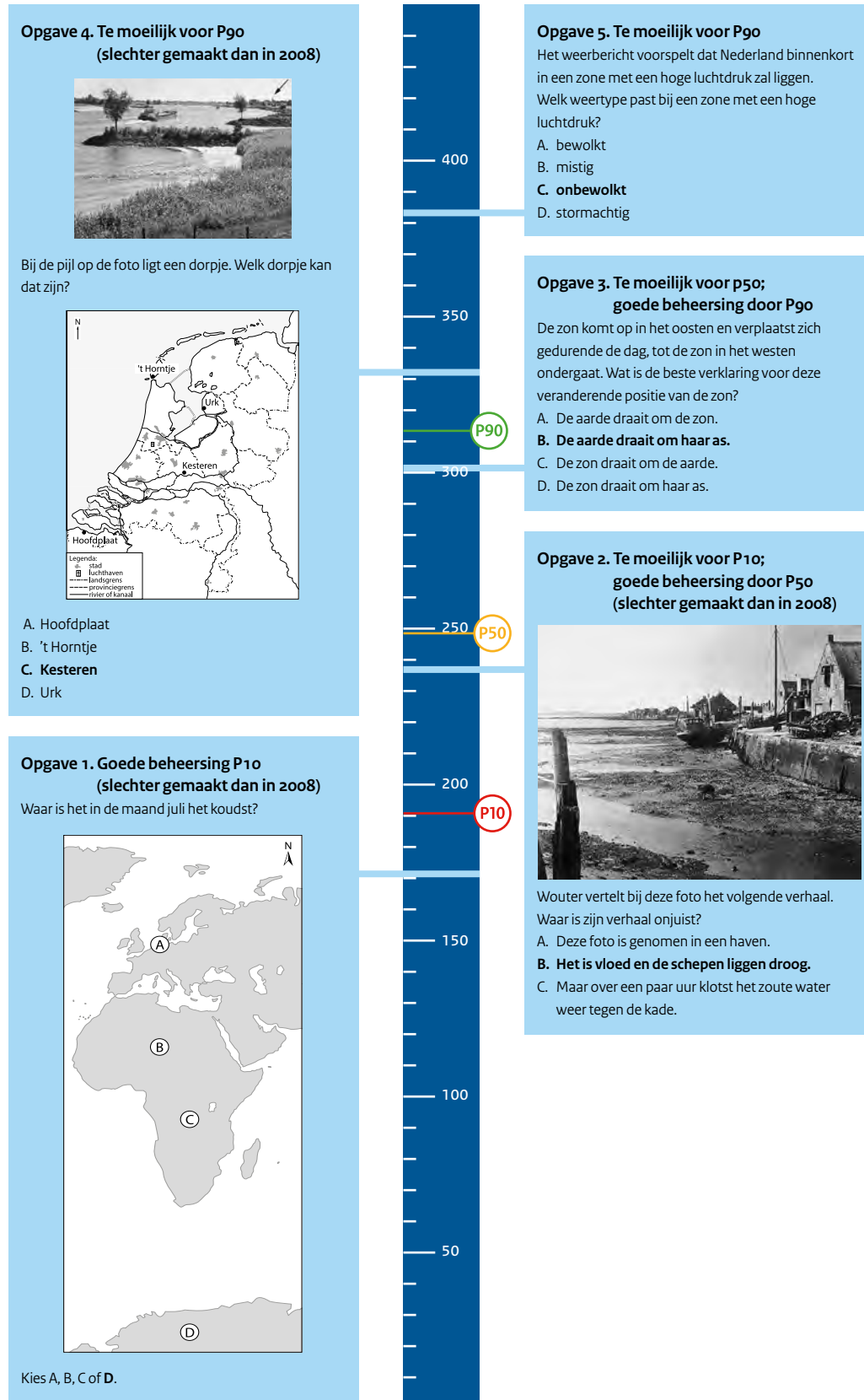
Figuur 2.3 – Voorbeeldopgaven Biologie



Figuur 2.4 – Voorbeeldopgaven Natuurkunde en techniek



Figuur 2.5 – Voorbeeldopgaven Aardrijkskunde



Met de kennistoets is gepeild wat de kennis van de leerlingen is ten aanzien van kerndoel 40 t/m 44 en kerndoel 46, oftewel de domeinen Biologie, (Natuurkundige) Aardrijkskunde en Natuurkunde en techniek. Het beheersingsniveau blijkt aanzienlijk te verschillen per leerling. Laagvaardige leerlingen beheersen 40 procent van de opgaven, hoogvaardige leerlingen 71 procent. De gemiddelde leerling beheerst 55 procent van de opgaven. Het verschil tussen jongens en meisjes bedraagt iets meer dan drie procent (één extra opgave goed van de 25 of 26 opgaven). Zowel de laagvaardige leerlingen, de gemiddelde als de hoogvaardige leerlingen beheersen de opgaven behorende bij kerndoel 44 (Werking, vorm en materiaal) het beste. De hoogvaardige en gemiddelde leerlingen beheersen de opgaven behorende bij kerndoel 43 (Weer en klimaat) het minst goed; de laagvaardige leerlingen hebben het meeste moeite met de opgaven bij kerndoel 42 (Onderzoeken materiële en natuurkundige verschijnselen). Dit kan echter ook te maken hebben met de moeilijkheidsgraad van de specifieke opgaven die als onderdeel van de betreffende kerndoelen zijn getoetst. Jongens presteren beter dan meisjes bij de opgaven behorende bij Natuurkunde en techniek en (Natuurkundige) Aardrijkskunde. Bij de kerndoelen op het gebied van Biologie zijn er geen significante verschillen tussen jongens en meisjes.

2.2 Prestaties praktische opdrachten

Alle leerlingen hebben één praktische opdracht uitgevoerd; dit kon een individuele opdracht of een groepsopdracht zijn. De groepsopdrachten werden gemaakt in groepjes van drie leerlingen. De samenstelling van deze groepjes gebeurde in overleg met de leerkracht en op basis van prestaties (één leerling boven, één leerling op en één leerling onder het gemiddelde prestatieniveau) en op basis van geslacht (alleen jongens of alleen meisjes).¹³

Elke opdracht bestond uit meerdere deelopdrachten (of 'prestatie-elementen'; Cito, 2016) die met elkaar samenhangen. Bijvoorbeeld in de opdracht Fietsbel moesten de leerlingen eerst de losse onderdelen van een fietsbel in elkaar zetten (vier deelopdrachten) en de bel daarna stevig monteren op een pijpje dat een stuur voorstelde (twee deelopdrachten). Een toetsleider begeleidde de leerlingen tijdens de uitvoering van de opdracht en scoorde hun prestaties bij de verschillende deelopdrachten waaruit deze bestond.¹⁴ Cito heeft de kwaliteit van de scores geanalyseerd (2016). Daaruit bleek dat zes van de acht afgenomen praktische opdrachten voldoende betrouwbaar zijn.¹⁵ Alleen deze zes opdrachten, en de resultaten daarvan, worden in dit rapport beschreven. Het gaat om twee individuele opdrachten en één groepsopdracht waarmee de onderzoeksvaardigheid (kerndoel 42) van de leerlingen is gemeten, en twee individuele opdrachten en één groepsopdracht waarmee hun ontwerpvaardigheid (kerndoel 45) is gemeten.

Een belangrijk element bij de afname van de praktische opdrachten is dat de toetsleiders volgens een voorgeschreven protocol hulp mochten geven aan leerlingen die vastliepen (dynamisch toetsen). Dat zorgde ervoor dat leerlingen die een bepaalde deelopdracht niet konden uitvoeren, toch naar de volgende deelopdracht konden. De hulp werd geregistreerd en had invloed op de uiteindelijke score die de leerlingen behaalden.¹⁶ De leerlingen kregen 2 punten als ze erin slaagden een deelopdracht zonder inhoudelijke hulp

13 Het toevoegen van een bovengemiddeld presterende leerling diende om te voorkomen dat het groepje te vaak 'vast' zou lopen tijdens de opdracht. Dat de drie groepsleden van hetzelfde geslacht waren, was belangrijk voor een goede samenwerking (Cito, 2016).

14 Gedeeltelijk is met twee toetsleiders gewerkt, zodat de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid kon worden vastgesteld (Cito, 2016).

15 Bij alle praktische opdrachten is zowel de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid (Pearson R) als de interne consistentie (Cronbach's Alpha) getoetst. De twee uitgevallen praktische opdrachten hadden een te lage interne consistentie (< .65).

16 In dit hele rapport, met uitzondering van paragraaf 2.4 over de effecten van hulp, zijn die uiteindelijke scores gehanteerd; dus de scores waarin het al dan niet ontvangen van hulp is verdisconteerd.

tot een goed einde te brengen, 1 punt als dit lukte na inhoudelijke hulp en 0 punten als ze de oplossing pas vonden na modelleren (voorzeggen of voordoen door toetsleider). Meer informatie over de verleende vormen van hulp en de effecten daarvan is opgenomen in paragraaf 2.4.

ONDERZOEKEN

Bij de onderzoeksopdracht Knikkers te koop moesten de leerlingen enkele kenmerken (diameter, gewicht) van verschillende knikkers meten en de resultaten in een tabel verwerken. Vervolgens moesten ze de tabelgegevens analyseren en hieruit een conclusie trekken. Bij Knikkerbaan deden de leerlingen twee experimenten om het effect van een onafhankelijke variabele (gewicht, oppervlakte, hellingshoek) op de afhankelijke variabele (hoe ver de knikker rolt) te onderzoeken. Van belang was dat ze verschillende metingen uitvoerden waarbij ze de betreffende onafhankelijke variabele varieerden, terwijl ze de overige onafhankelijke variabelen juist constant hielden. Hun bevindingen moesten ze noteren in een tabel, analyseren en hieruit een conclusie trekken.

Tabel 2.6 laat zien welke vaardigheden en domeinen bij de onderzoeksopdrachten zijn gemeten. De onderzoeksopdracht Knikkerbaan is afgenomen als groepsopdracht en als individuele opdracht, maar niet in exact dezelfde vorm.

Tabel 2.6 – Vaardigheden en domeinen bij de praktische onderzoeksopdrachten (kerndoel 42)

	Knikkers te koop (individueel)	Knikkerbaan (individueel)	Knikkerbaan (groep)
Vaardigheden			
Variabelen herkennen		X	X
Hypothese formuleren			X
Experiment opzetten		X	X
Data verzamelen	X	X	X
Data analyseren	X	X	X
Conclusie trekken	X	X	X
Domeinen			
Natuurkunde: Krachten		X	X
Techniek: Eigenschappen materialen	X		

ONTWERPEN

Bij de opdracht Brug moest de leerling een brug maken die voldeed aan enkele eisen voor vorm en functie, en het ontwerp vervolgens testen en eventueel aanpassen. Iets soortgelijks gold ook bij de groepsopdracht Uilenpost: de leerlingen moesten analyseren welke problemen zich voordeden bij het vervoer van brieven door een uil, een klem ontwerpen die deze problemen zou voorkomen, en dit ontwerp testen en aanpassen. Bij de opdracht Fietsbel moest de leerling een gedemonteerde fietsbel weer in elkaar zetten en op een stuur monteren.

Tabel 2.7 laat zien welke vaardigheden en domeinen bij de ontwerp opdrachten aan de orde zijn.

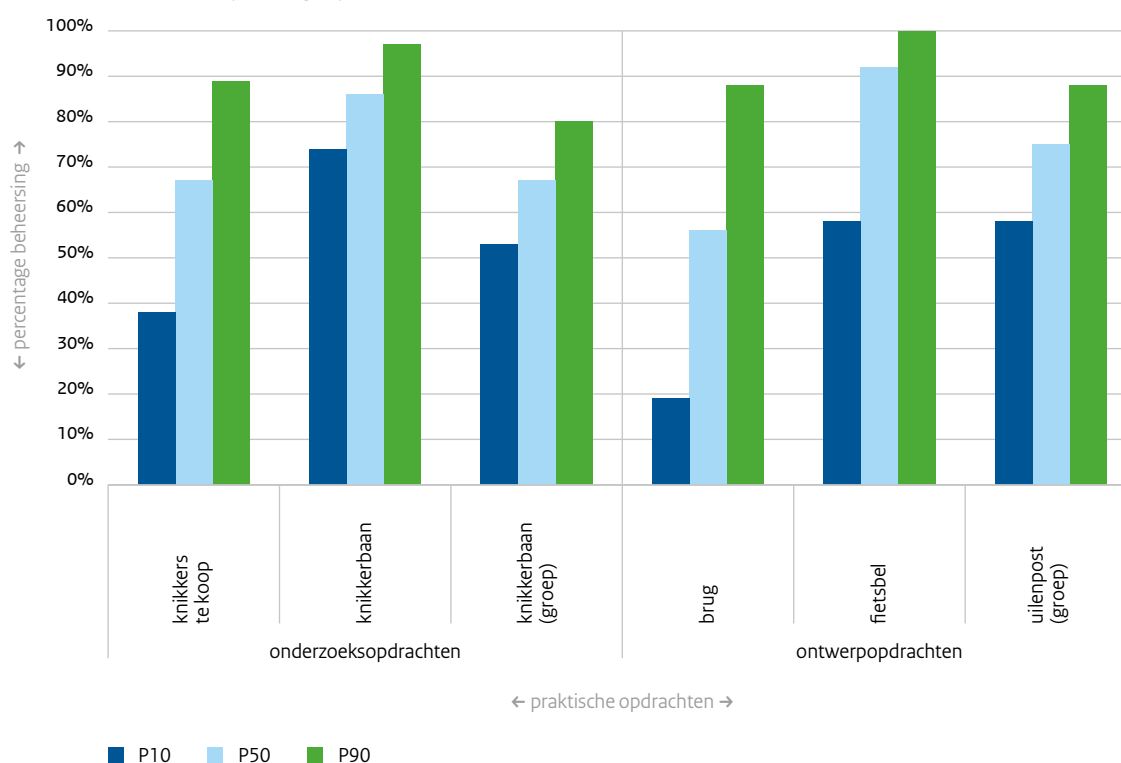
Tabel 2.7 – Vaardigheden en domeinen bij de praktische ontwerp opdrachten (kerndoel 45)

	Brug (individueel)	Fietsbel (individueel)	Uilenpost (groep)
Ontwerpvaardigheden			
Probleem vertalen naar eisen			X
Oplossingen bedenken*			X
Ontwerp kiezen*			X
Ontwerp uitvoeren	X	X	X
Ontwerp testen en aanpassen	X		X
Over resultaat communiceren*			X
Domeinen			
Techniek: Eigenschappen van materialen			X
Techniek: Constructies en verbindingen	X	X	X

* De deelopdrachten in Uilenpost die betrekking hadden op de vaardigheden 'Oplossingen bedenken', 'Ontwerp kiezen' en 'Over resultaat communiceren' keren later in dit rapport niet terug, vanwege te lage samenhang met de overige scores (Cito, 2016).

Figuur 2.8 geeft de totaalresultaten voor de zes praktische opdrachten weer, waarbij het beheersingsniveau in procenten wordt weergegeven. Figuur 2.8 laat het beheersingsniveau zien dat behaald is door de laagvaardige leerlingen (P10), gemiddelde (P50) en hoogvaardige (P90) leerlingen.

Figuur 2.8 – Resultaten praktische opdrachten: percentage beheersing P10-, P50- en P90-leerlingen (n=227-397)



Figuur 2.8 laat zien dat de individuele onderzoekopdracht Knikkerbaan relatief eenvoudig was, ook voor de laagvaardige leerlingen. Zij behaalden een beheersingsniveau van 74 procent. Ook de ontwerp-opdracht Fietsbel was vrij gemakkelijk voor de leerlingen in groep 8. Vooral aan de bovenkant differentieert deze opdracht weinig: het verschil in beheersingsniveau tussen hoogvaardige leerlingen en gemiddelde leerlingen is klein (92 tegenover 100%). De groepsopdracht Knikkerbaan was daarentegen vrij moeilijk, ook voor de hoogvaardige leerlingen. Zij beheersen de gemeten vaardigheden 'slechts' voor 80 procent.

Wat ook opvalt in figuur 2.8 is het relatief grote verschil in beheersingsniveau tussen de P10- en P90-leerlingen bij de individuele onderzoekopdracht Knikkers te koop. De laagvaardige leerlingen beheersen 38 procent van de gemeten vaardigheden, de hoogvaardige leerlingen 89 procent. Nog sterker geldt dat bij de individuele ontwerp-opdracht Brug. De laagvaardige leerlingen beheersen 19 procent van de gemeten vaardigheden, de hoogvaardige leerlingen zitten op 88 procent. Deze twee opdrachten differentiëren dus sterk tussen leerlingen.

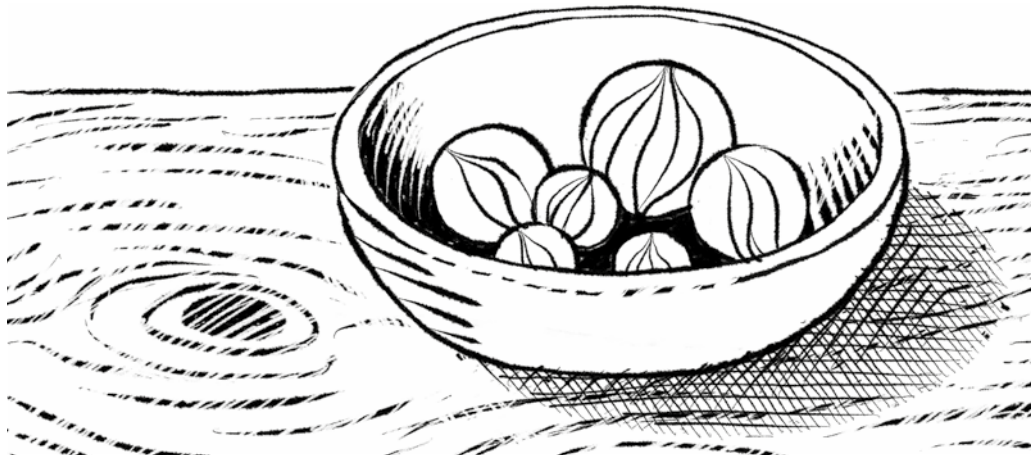
Jongens en meisjes verschillen nauwelijks van elkaar wat betreft de gemiddelde prestaties op de praktische opdrachten. Alleen de ontwerp-opdracht Fietsbel is gemiddeld beter gemaakt door de jongens dan door de meisjes.

In de paragrafen hierna gaan we, eerst voor de onderzoekopdrachten en daarna voor de ontwerp-opdrachten, dieper in op de betekenis van deze resultaten. Per opdracht laten we zien uit welke deelopdrachten deze bestaat, welke onderliggende vaardigheden daarbij aan de orde zijn en hoe moeilijk deze blijken te zijn voor de laagvaardige, gemiddelde en de hoogvaardige leerlingen.

2.2.1 Onderzoekopdrachten

Knikkers te koop – Bij de onderzoekopdracht Knikkers te koop onderzoeken de leerlingen het verband tussen de grootte van knikkers en het gewicht van een bakje knikkers. Voor drie soorten knikkers van verschillende grootte moeten de leerlingen de diameter en het gewicht meten. De resultaten moeten ze afzetten in een grafiek, met op de X-as de doorsnede van de knikker en op de Y-as het gewicht van het bakje. Ook de labels van de soort knikkers dienen ze te vermelden in de grafiek. Daarna moeten de leerlingen het gewicht van een bakje van een vierde soort knikker met een nog grotere doorsnede extrapoleren door een trendlijn te trekken in de grafiek en deze af te lezen. De slotvraag luidt of een bakje van de vierde soort knikkers lichter of zwaarder zal zijn dan een bakje middelgrote knikkers.

Figuur 2.9 – Knikkers te koop



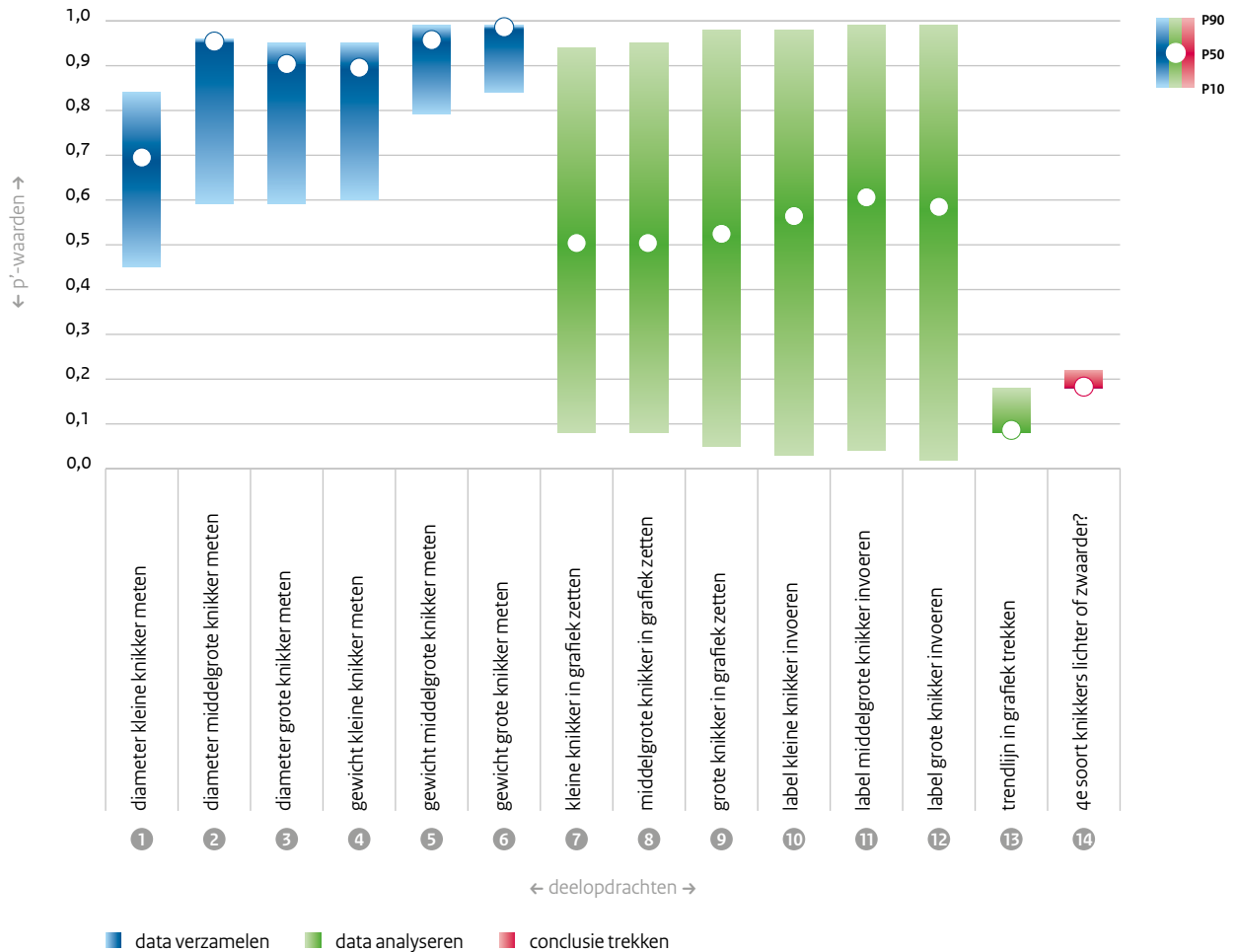
In totaal zijn in deze opdracht veertien deelopdrachten (of prestatie-elementen) te onderscheiden (Cito, 2016). Tabel 2.10 laat zien welke vaardigheid met elk van deze deelopdrachten is gemeten.

Tabel 2.10 – Deelopdrachten van de onderzoeksopdracht Knikkers te koop en gemeten vaardigheden

Deelopdracht	Betreft onderzoeksvaardigheid
1. Diameter kleine knikker meten	Data verzamelen
2. Diameter middelgrote knikker meten	
3. Diameter grote knikker meten	
4. Gewicht kleine knikker meten	
5. Gewicht middelgrote knikker meten	
6. Gewicht grote knikker meten	
7. Kleine knikker in grafiek zetten	Data analyseren
8. Middelgrote knikker in grafiek zetten	
9. Grote knikker in grafiek zetten	
10. Label kleine knikker invoeren	Data analyseren
11. Label middelgrote knikker invoeren	
12. Label grote knikker invoeren	
13. Trendlijn in grafiek trekken	Conclusie trekken
14. Vierde soort knikkers lichter of zwaarder?	

In figuur 2.11 is per deelopdracht in beeld gebracht hoeveel procent van de laagvaardige (P10), gemiddelde (P50) en hoogvaardige (P90) leerlingen erin slaagt om de deelopdrachten van Knikkers te koop goed uit te voeren.¹⁷

Figuur 2.11 – p'-waarden voor P10-, P50- en P90-leerling voor de deelopdrachten van Knikkers te koop



Wat we zien in figuur 2.11 is dat de onderdelen van de onderzoeksopdracht die verwijzen naar het verzamelen van de data (deelopdracht 1 t/m 6) voor alle leerlingen het gemakkelijkste zijn. Een ruime meerderheid van de gemiddelde leerlingen (69-98%) en bijna alle hoogvaardige leerlingen (84-99%) brengen deze opdrachten tot een goed einde, en ook een substantieel deel van de laagvaardige leerlingen (45-84%) slaagt daarin. Bovendien leren de laagvaardige en gemiddelde leerlingen van de herhaling: het meten van de diameter en het gewicht van de tweede en derde knikker gaat ze beter af dan van de eerste knikker.

¹⁷ De p'-waarde beschrijft de moeilijkheidsgraad van de deelopdrachten in termen van de proportie leerlingen die de deelopdracht tot een goed einde weet te brengen. Een p'-waarde van bijvoorbeeld .45 vertalen we in de tekst dan ook als "45% van de leerlingen slaagt erin de deelopdracht goed uit te voeren".

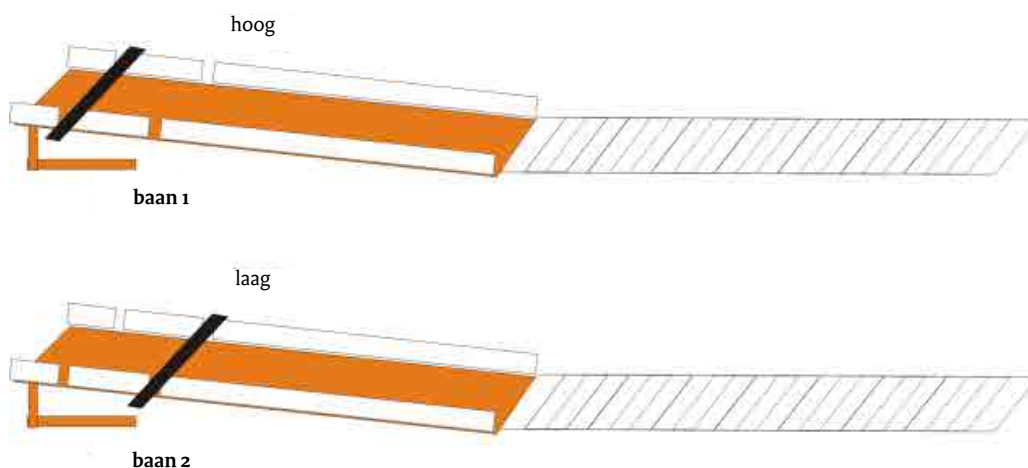
Daarentegen zijn de laatste twee deelopdrachten, het trekken van een trendlijn in de grafiek (onderdeel van de vaardigheid data analyseren) en het daaruit trekken van een conclusie over de vierde soort knikkers, voor alle leerlingen nog moeilijk. Deze twee deelopdrachten differentiëren nauwelijks tussen de laagvaardige en hoogvaardige leerlingen. In bijvoorbeeld het trekken van een conclusie over de vierde soort knikkers slaagt slechts 18 procent van de laagvaardige en 22 procent van de hoogvaardige leerlingen.

De overige deelopdrachten van Knikkers te koop gaan over de vaardigheid van het analyseren van data. Deze deelopdrachten differentiëren het sterkst. Laagvaardige leerlingen vinden deze deelopdrachten nog moeilijk (slechts 2 tot 8% slaagt hierin), terwijl de hoogvaardige leerlingen dit bijna allemaal goed doen (94-99%).

Knikkerbaan (individueel) – Bij de individuele onderzoeksopdracht Knikkerbaan onderzoeken de leerlingen het effect van manipulatie van verschillende variabelen (gewicht van de knikkers, hellingshoek en materiaal van de knikkerbaan) op het gedrag van knikkers op een knikkerbaan. Deze opdracht bestaat uit het uitvoeren van twee experimenten, voorafgegaan door enkele inleidende deelopdrachten en gevolgd door een slotvraag over het concept ‘experiment’. Voor de overzichtelijkheid beperken we ons hier tot de uitgevoerde experimenten en verwijzen we naar het technisch rapport van Cito voor de overige deelopdrachten (Cito, 2016).¹⁸

De leerling beschikt in deze experimenten over twee knikkerbanen en over lichte en zware knikkers. Op beide banen kan de leerling zelf de hellingshoek en het oppervlaktemateriaal van de baan bepalen en ook de startpositie waarvandaan de knikker gaat rollen.

Figuur 2.12 – Illustratie van de proefopstelling bij Knikkerbaan



¹⁸ Door deze beperking komen in deze paragraaf de deelopdrachten in de opdracht Knikkerbaan die te maken hebben met de onderzoeksvaardigheid 'Variabelen herkennen' niet terug.

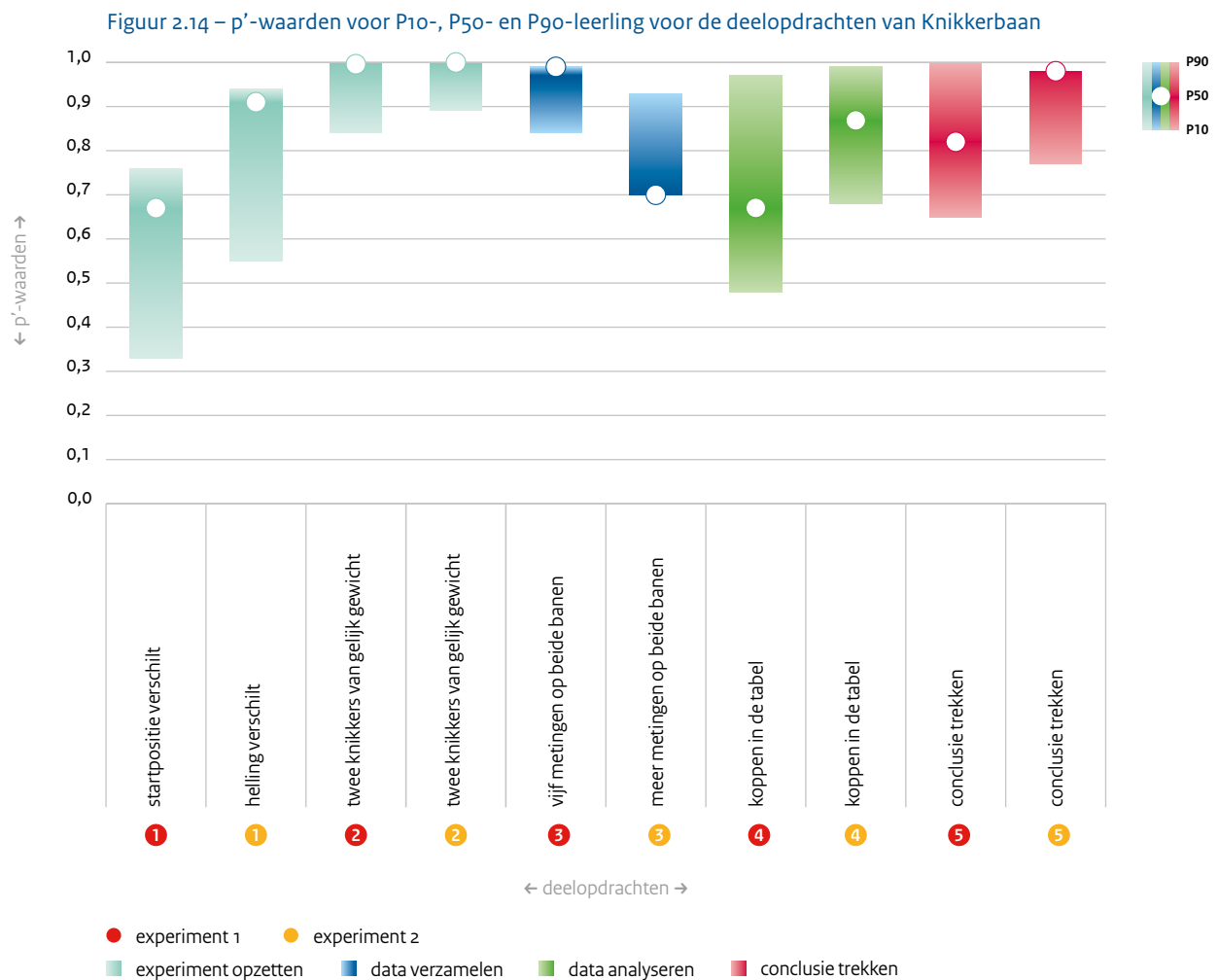
In het eerste experiment gaat het om de vraag of de startpositie van de knikker (hoog of laag op de baan) invloed heeft op hoe ver de knikker zal rollen. Om dat te onderzoeken moet de leerling op beide banen dezelfde hellingshoek, baanoppervlak en knikkers gebruiken. Alleen de startpositie moet verschillen. Daarna moet de leerling vijf keer een knikker (van hetzelfde gewicht) van de twee banen laten rollen en in een tabel noteren wat de resultaten op elk van de twee banen zijn. Tot slot moet de leerling uit de tabelresultaten een conclusie trekken over het effect van de startpositie op het rollen van de knikkers. Het tweede experiment is vrijwel hetzelfde. Alleen gaat het nu om de invloed van de helling van de knikkerbaan op hoe ver de knikker rolt. Bovendien staat bij dit experiment niet voorgeschreven hoe vaak de leerling de knikkers laat rollen. De bedoeling is dat hij of zij dit uit zichzelf vaker dan één keer doet (Cito, 2016).

In totaal bestaan de twee experimenten elk uit vijf dezelfde deelopdrachten (Cito, 2016). In tabel 2.13 zijn deze steeds bij elkaar gezet. Tabel 2.13 laat zien welke vaardigheid met elk van deze deelopdrachten is gemeten.

Tabel 2.13 – Deelopdrachten van de onderzoeksopdracht Knikkerbaan en gemeten vaardigheden

Exp.	Deelopdrachten	Betreft onderzoeksvaardigheid
1	1. Startpositie verschilt, overige variabelen constant	Experiment opzetten
2	1. Helling verschilt, overige variabelen constant	
1	2. Twee knikkers van gelijk gewicht gebruiken	
2	2. Twee knikkers van gelijk gewicht gebruiken	
1	3. Vijf metingen op beide banen uitvoeren	Data verzamelen
2	3. Meer metingen op beide banen uitvoeren	
1	4. Koppen (hoog of laag) in de tabel zetten	Data analyseren
2	4. Koppen (steil of flauw) in de tabel zetten	
1	5. Conclusie trekken over effect startpositie	Conclusie trekken
2	5. Conclusie trekken over effect helling	

In figuur 2.14 is per deelopdracht in beeld gebracht hoeveel procent van de laagvaardige, gemiddelde en hoogvaardige leerlingen deze tot een goed einde hebben weten te brengen.



Voor alle leerlingen is een van de kernonderdelen van het opzetten van een experiment, namelijk te zorgen dat slechts de te onderzoeken variabele varieert (deelopdracht 1), het moeilijkst. Het lukt de hoogvaardige leerlingen in experiment 1 wel veel vaker dan de laagvaardige leerlingen (74 tegenover 33%). Beide groepen leerlingen leren wel van de ervaring, want bij het tweede experiment (constant houden van de helling) lukt dit 55 respectievelijk 94 procent. De volgende deelopdracht over het opzetten van een experiment, namelijk twee knikkers van gelijk gewicht gebruiken, gaat leerlingen beter af (84 tot 100%).

Het leereffect van de herhaling ontbreekt bij de vaardigheid data verzamelen. Ondanks dat de leerlingen in het eerste experiment de expliciete instructie krijgen vijf metingen uit te voeren, leidt dat er niet toe dat bij het tweede experiment meer leerlingen ook meer metingen uitvoeren. Het aantal leerlingen dat meerdere metingen uitvoert, wordt juist minder als de instructie minder expliciet is. Dit geldt voor zowel de laagvaardige, gemiddelde als hoogvaardige leerlingen, al zien we wel verschillen in het percentage dat erin slaagt om meerdere metingen uit te voeren.

De deelopdrachten 4 en 5 waarmee de vaardigheden analyseren van data en trekken van conclusie worden gemeten, doen hoogvaardige leerlingen bijna altijd goed (97 tot 100%). Laagvaardige leerlingen vinden dit veel moeilijker (48 tot 77%), al zien we ook hier wel een leereffect optreden bij het tweede experiment.

Knikkerbaan (groep) – De groepsopdracht Knikkerbaan lijkt op de individuele onderzoeksopdracht. Ook hier bestaat de kern uit het zelf uitvoeren van twee experimenten. De groepsopdracht is echter gecompliceerder. De twee experimenten omvatten meer onderzoeksvaardigheden, namelijk het herkennen van variabelen en het formuleren van een hypothese. Ook zijn er meer deelvaardigheden gemeten, zoals het gebruik van fysische termen en natuurkundige begrippen. Het aantal deelopdrachten in beide experimenten is hoger.¹⁹

In experiment 1 wordt eerst gevraagd wat je aan de twee knikkerbanen zou kunnen onderzoeken; welke experimenten je ermee kunt doen. De bedoeling is dat de groepjes leerlingen hier de variabelen hoogte, oppervlakte, startpunt en gewicht benoemen. Vervolgens kiezen de groepjes een van deze variabelen uit en gaan daarmee een experiment uitvoeren. De bedoeling is dat ze daarbij een hypothese formuleren: ze benoemen de gekozen onafhankelijke variabele en het verwachte effect hiervan op de afstand die de knikker gaat afleggen. Ze gebruiken daarbij fysische termen (zoals afstand en gewicht). Daarna stellen ze de beide knikkerbanen op en variëren daarbij – als het goed is – alleen de gekozen onafhankelijke variabele. Op grond hiervan moeten ze een tabel correct invullen, het aantal uitgevoerde metingen hierin noteren, en benoemen welke variatie er in de uitkomsten van de herhaalde proef te zien is. Daarna volgt de analysefase: de groepjes leerlingen moeten berekenen wat het gemiddelde is en hoe vaak elke baan heeft gewonnen. Daaruit moeten ze tot slot een conclusie trekken die consistent moet zijn met de resultaten en waarin twee condities worden vergeleken. Ook moet de conclusie passen bij de instelling van de banen en het aantal metingen. De groepjes moeten hun conclusie bovendien verklaren op basis van de onafhankelijke variabele, daarbij natuurkundige begrippen gebruiken en ook afwijkende resultaten kunnen verklaren.

Het tweede experiment bestaat grotendeels uit dezelfde deelopdrachten, maar er ontbreken er ook enkele. Tabel 2.15 laat dit zien, en geeft ook weer welke onderzoeksvaardigheden er zijn gemeten.

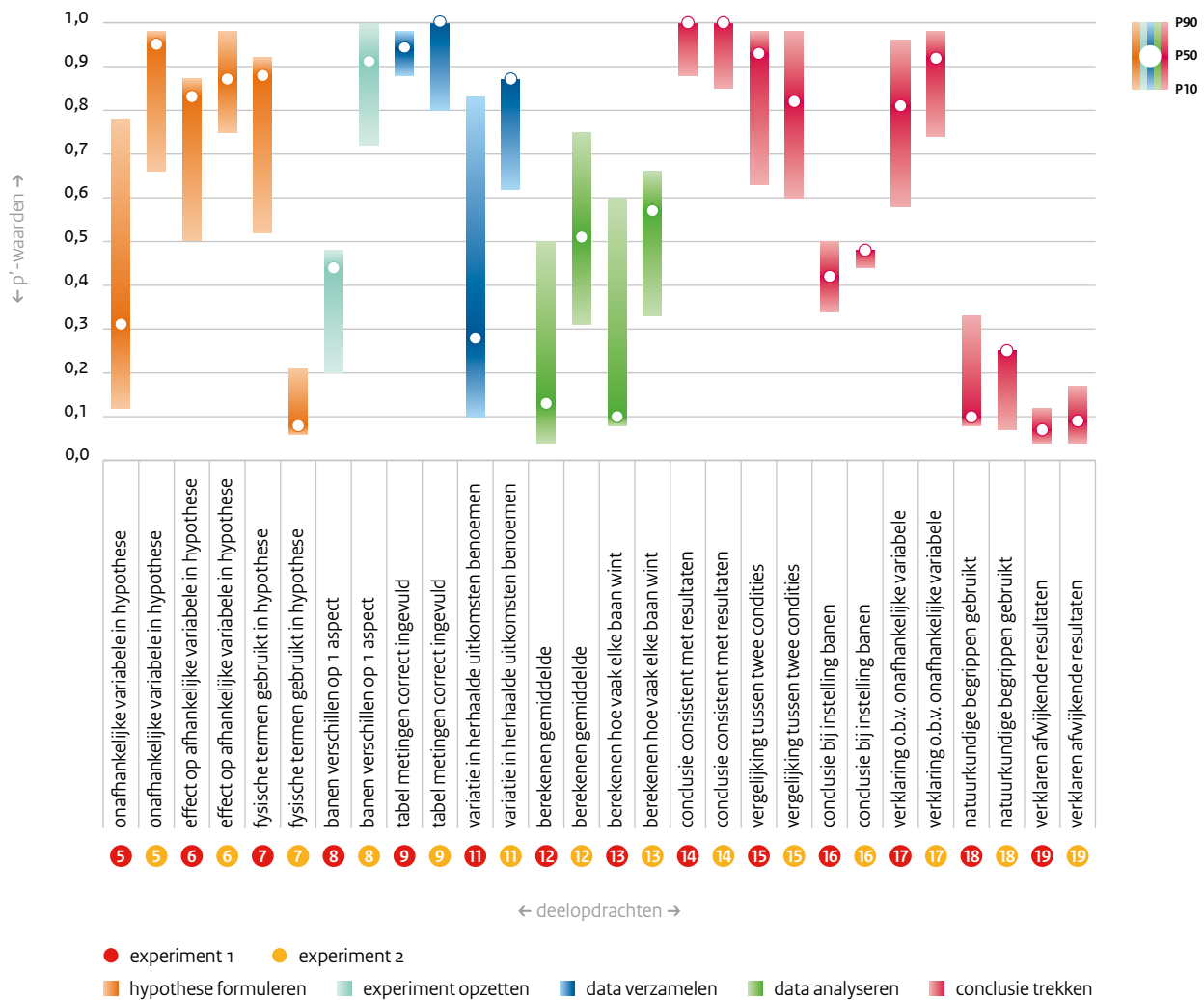
19 Enkele deelopdrachten zijn op grond van inhoudelijke analyses door Cito buiten beschouwing gelaten (Cito, 2016).

Tabel 2.15 – Deelopdrachten van groepsopdracht Knikkerbaan en gemeten vaardigheden

Exp.	Deelopdrachten	Betreft onderzoeksvaardigheid
1	1. Variabelen hoogte benoemd	Variabelen herkennen
1	2. Variabele oppervlakte benoemd	
1	3. Variabele startpunt benoemd	
1	4. Variabele gewicht benoemd	
1	5. Onafhankelijke variabele in hypothese	Hypothese formuleren
2	5. Onafhankelijke variabele in hypothese	
1	6. Effect op afhankelijke variabele in hypothese	
2	6. Effect op afhankelijke variabele in hypothese	
1	7. Fysische termen gebruikt in hypothese	
2	7. Fysische termen gebruikt in hypothese	
1	8. Banen verschillen op 1 aspect, overige constant	Experiment opzetten
2	8. Banen verschillen op 1 aspect, overige constant	
1	9. Tabel metingen correct ingevuld	Data verzamelen
2	9. Tabel metingen correct ingevuld	
1	10. Aantal metingen	
1	11. Variatie in herhaalde uitkomsten benoemen	Data analyseren
2	11. Variatie in herhaalde uitkomsten benoemen	
1	12. Berekenen gemiddelde	
2	12. Berekenen gemiddelde	
1	13. Berekenen hoe vaak elke baan wint	
2	13. Berekenen hoe vaak elke baan wint	
1	14. Conclusie consistent met resultaten	Conclusie trekken
2	14. Conclusie consistent met resultaten	
1	15. Vergelijking tussen twee condities	
2	15. Vergelijking tussen twee condities	
1	16. Conclusie kan bij instelling banen	
2	16. Conclusie kan bij instelling banen	
1	17. Aantal metingen voldoende	
1	18. Verklaring o.b.v. onafhankelijke variabele	
2	18. Verklaring o.b.v. onafhankelijke variabele	
1	19. Natuurkundige begrippen gebruikt	
2	19. Natuurkundige begrippen gebruikt	
1	20. Verklaren afwijkende resultaten	
2	20. Verklaren afwijkende resultaten	

In figuur 2.16 zijn alleen de deelopdrachten opgenomen die in beide experimenten terugkeren. In tabel 2.15 zijn deze lichtblauw. Figuur 2.16 brengt in beeld hoeveel procent van de laagvaardige, gemiddelde en hoogvaardige groepjes leerlingen deze deelopdrachten tot een goed einde hebben weten te brengen.

Figuur 2.16 – p'-waarden voor P10-, P50- en P90-groepjes voor de deelopdrachten van Knikkerbaan (groepsopdracht)



Figuur 2.16 brengt veel verschillende gegevens in beeld. Wat we bijvoorbeeld zien is dat groepjes hoogvaardige leerlingen in het eerste experiment weinig moeite hebben met de vaardigheden voor het formuleren van een hypothese (deelopdracht 5 t/m 7; 78-92% slaagt hierin), terwijl de groepjes laagvaardige leerlingen dat wel lastig vinden (12-52%). Bij het tweede experiment treedt er echter een leereffect op en gaat het ook de groepjes laagvaardige leerlingen wat beter af. Alleen het gebruik van fysische termen in de hypothese is bij het tweede experiment blijkbaar een lastiger opgave dan bij het eerste. Dat is opmerkelijk, omdat het in beide experimenten gaat om het gebruik van de termen afstand en gewicht in plaats van de termen verder en zwaar/licht. Ook voor de groepjes hoogvaardige leerlingen blijkt dat lastig.

-De kern van het opzetten van een experiment, namelijk te zorgen dat er één variabele varieert terwijl de rest constant blijft (deelopdracht 8), is voor alle groepjes aanvankelijk behoorlijk lastig; net zoals bij de individuele opdracht. Bij het eerste experiment lukt dit maar bij 20 procent van de groepjes laagvaardige leerlingen, en bij slechts de helft van de hoogvaardige. Bij het tweede experiment slagen alle groepjes hoogvaardige leerlingen erin het experiment goed op te zetten, en ook veel meer groepjes laagvaardige leerlingen lukt dat (72%).

De twee deelopdrachten in experiment 1 die te maken hebben met het analyseren van de data (deelopdracht 12 en 13; berekenen van gemiddelde en berekenen hoe vaak elke baan wint), zijn ook erg moeilijk voor de groepjes laagvaardige leerlingen (4-8% doet de deelopdracht goed). Van de groepjes hoogvaardige leerlingen gaat dit ongeveer de helft goed af (50-60%). Dat is overigens minder dan bij de individuele opdracht Knikkerbaan, waar bijna alle hoogvaardige leerlingen deze vaardigheid goed beheersen. Opvallend is ook dat bij het tweede experiment de groepjes laagvaardige leerlingen wat meer lijken te profiteren van de herhaling (stijging naar 31-33%) dan de groepjes hoogvaardige leerlingen (stijging naar 66-75%).

Tot slot bespreken we de zes deelopdrachten die horen bij de vaardigheid conclusie trekken (deelopdracht 14 t/m 16 en 18 t/m 20). Enkele van deze deelopdrachten zijn voor alle groepjes erg moeilijk, met name het gebruiken van natuurkundige begrippen en het verklaren van afwijkende resultaten (deelopdracht 18 en 19). Bij experiment 1 slaagt maar 12 procent van de groepjes hoogvaardige leerlingen erin om afwijkende resultaten te verklaren; bij experiment 2 is dit gestegen naar 17 procent. Andere deelopdrachten die gaan over conclusies trekken, zijn juist relatief gemakkelijk voor alle groepjes; bijvoorbeeld een conclusie trekken die consistent is met de resultaten (deelopdracht 14), lukt 85 tot 100 procent van de groepjes.

Het sterkst differentiërend is een deelopdracht in experiment 1 voor de vaardigheid data verzamelen, waarin de groepjes benoemen welke variatie er in de uitkomsten van de herhaalde proef te zien is (deelopdracht 11). Van de groepjes laagvaardige leerlingen slaagt 10 procent hierin, van de groepjes hoogvaardige leerlingen 83 procent.

Kerdoel 42

Met de praktische onderzoeksopdrachten is gepeild over welke onderzoeksvaardigheden (kerndoel 42) leerlingen beschikken. Over het geheel gezien hebben leerlingen de minste moeite met het verzamelen van data. Het opzetten van een experiment, het analyseren van de data en conclusies trekken, is voor veel leerlingen nog moeilijk.

Sommige onderzoeksopdrachten (en deelopdrachten) bleken overigens wel veel gemakkelijker dan andere. In de groepsoopdracht Knikkerbaan werd bijvoorbeeld aan de hand van zes deelopdrachten getoetst of groepjes leerlingen in staat waren conclusies te trekken. Een van die deelopdrachten werd door verreweg de meeste groepjes laagvaardige leerlingen goed uitgevoerd. Twee andere deelopdrachten waren voor hen én voor de meeste hoogvaardige groepjes te lastig. We kunnen daarom geen eenduidige uitspraken doen over de mate waarin (groepjes) leerlingen de onderzoeksvaardigheden beheersen.

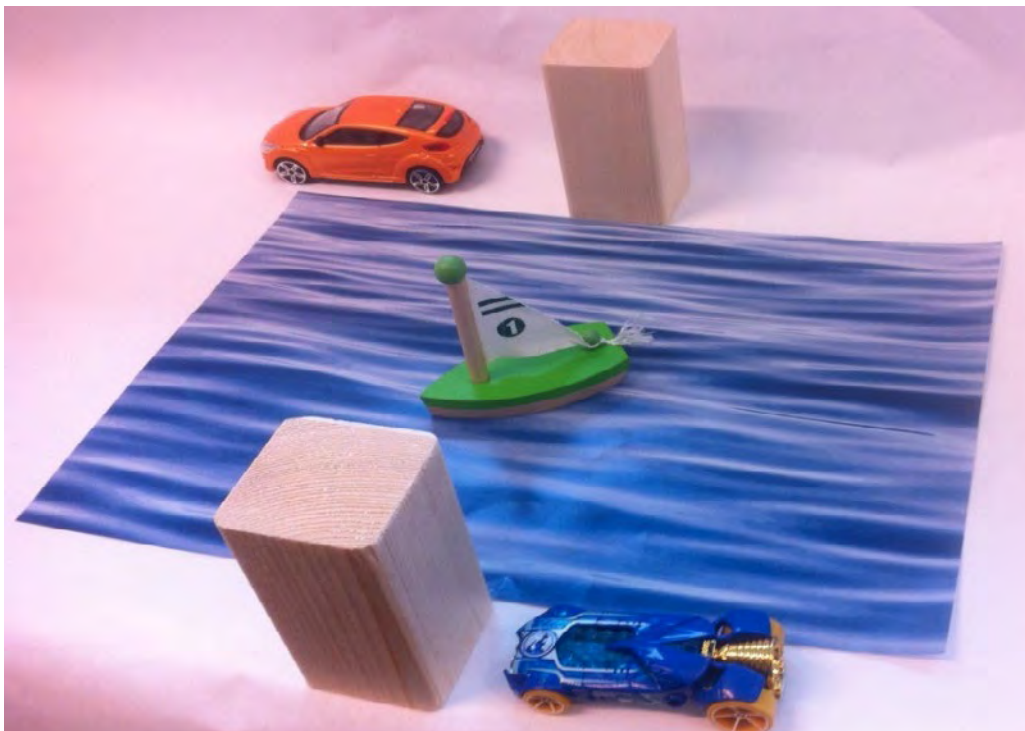
Wel is duidelijk geworden dat er grote verschillen bestaan in het vaardigheidsniveau van de leerlingen.

De vaardigheid data analyseren laat over het algemeen de grootste verschillen tussen laagvaardige en hoogvaardige leerlingen zien.

2.2.2 Ontwerpopdrachten

Brug – Bij de ontwerpopdracht Brug moet de leerling een brug maken van één vel papier. De brug moet op twee houten blokken (de pijlers) worden gelegd en stevig genoeg zijn om een licht en een zwaar speelgoedautootje te dragen. Ook moet een speelgoedbootje overal onder de brug door kunnen varen (zie figuur 2.17).

Figuur 2.17 – Illustratie van de proefopstelling bij Brug



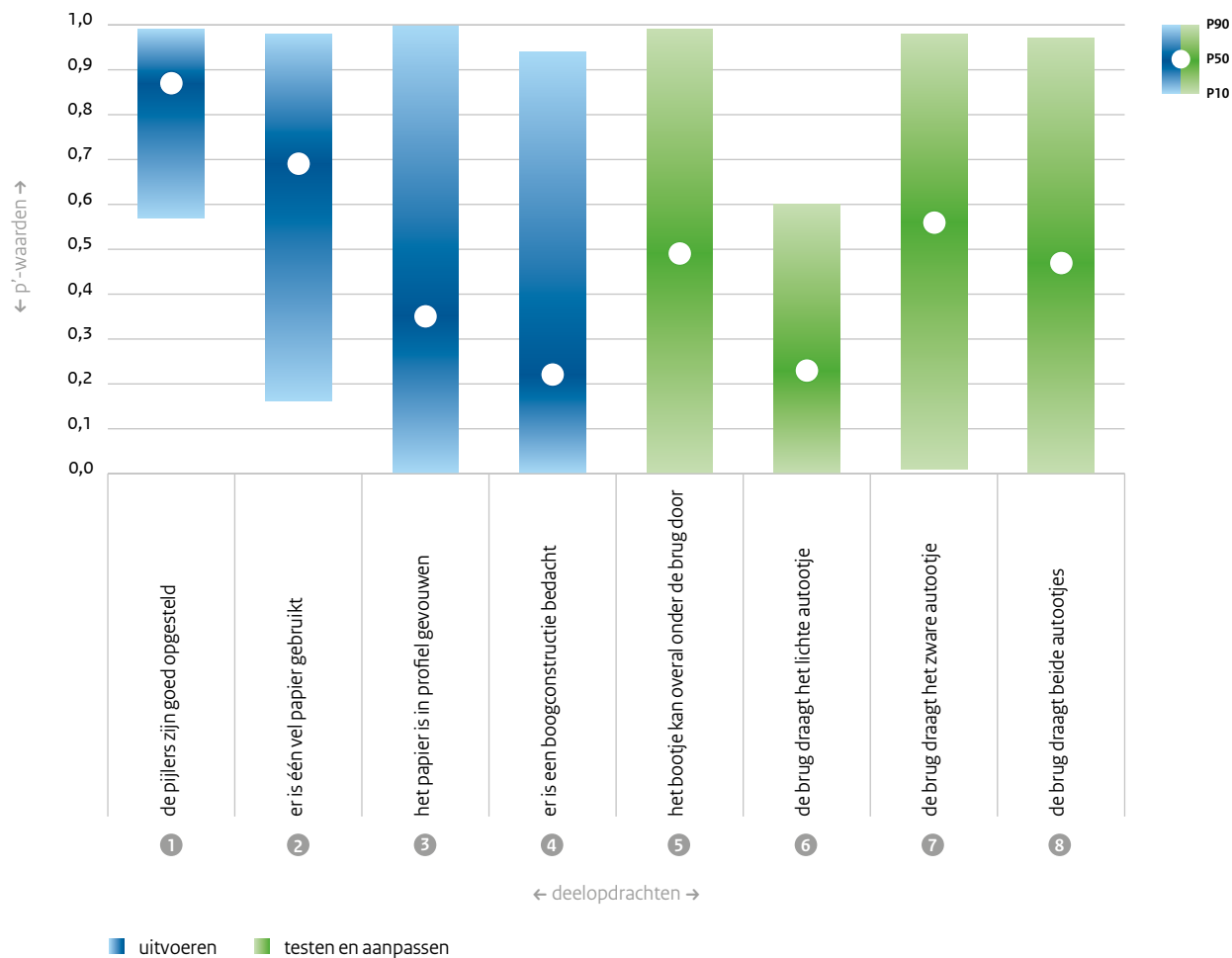
In de opdracht zijn acht deelopdrachten te onderscheiden (Cito, 2016). Tabel 2.18 laat zien welke vaardigheden zijn gemeten.

Tabel 2.18 – Deelopdrachten van de ontwerpopdracht Brug en gemeten vaardigheden

Deelopdracht	Betreft ontwerpvaardigheid
1. De pijlers (houten blokken) zijn goed opgesteld	Uitvoeren
2. Er is één vel papier gebruikt	
3. Het papier is in profiel gevouwen	
4. Er is een boogconstructie bedacht	
5. Het bootje kan overal onder de brug door	Testen en aanpassen
6. De brug draagt het lichte autootje	
7. De brug draagt het zware autootje	
8. De brug draagt beide autootjes	

In figuur 2.19 is per deelopdracht in beeld gebracht hoeveel procent van de laagvaardige, gemiddelde en hoogvaardige leerlingen deze tot een goed einde hebben weten te brengen.

Figuur 2.19 – p'-waarden voor P10-, P50- en P90-leerling voor de deelopdrachten van Brug

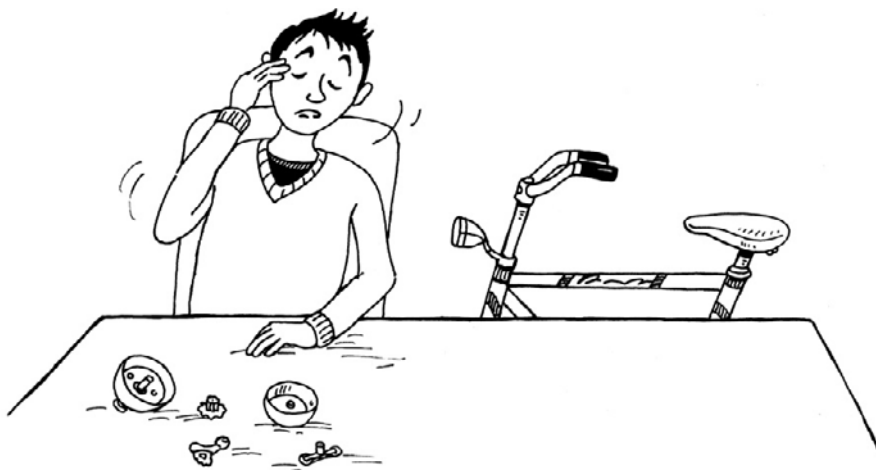


Vrijwel alle deelopdrachten van Brug zijn te moeilijk voor de laagvaardige leerlingen. Dat geldt in ieder geval voor alle deelopdrachten die een beroep doen op de vaardigheid testen en aanpassen (5 t/m 8), en voor twee van de vier deelopdrachten die een beroep doen op de vaardigheid uitvoeren (1 t/m 4). Alleen het opstellen van de pijlers lukt meer dan de helft van de laagvaardige leerlingen (57%), het gebruiken van één vel papier gaat goed bij 16 procent.

Tegelijkertijd zijn vrijwel alle deelopdrachten van Brug voor de hoogvaardige leerlingen zeer makkelijk. Alleen het testen van het lichte autootje is voor deze leerlingen nog wat moeilijk: slechts 60 procent voert deze deelopdracht goed uit. Dat kan echter ook te maken hebben met de wijze waarop deze deelopdracht is beoordeeld: als de brug het zware autootje kan dragen, geldt dat vanzelfsprekend ook voor het lichte autootje. Niet altijd is dit daarom ook separaat gescoord door de beoordelaars (Cito, 2016).

Fietsbel – Bij de ontwerp opdracht Fietsbel zet de leerling de losse onderdelen van een fietsbel in elkaar en monteert deze op een ijzeren pijpje dat een stuur moet voorstellen.

Figuur 2.20 – Illustratie van de proefopstelling bij Fietsbel



In totaal worden in deze opdracht zes deelopdrachten onderscheiden (Cito, 2016). Tabel 2.21 laat zien dat bij alle deelopdrachten de vaardigheid ‘ontwerp uitvoeren’ aan de orde is.

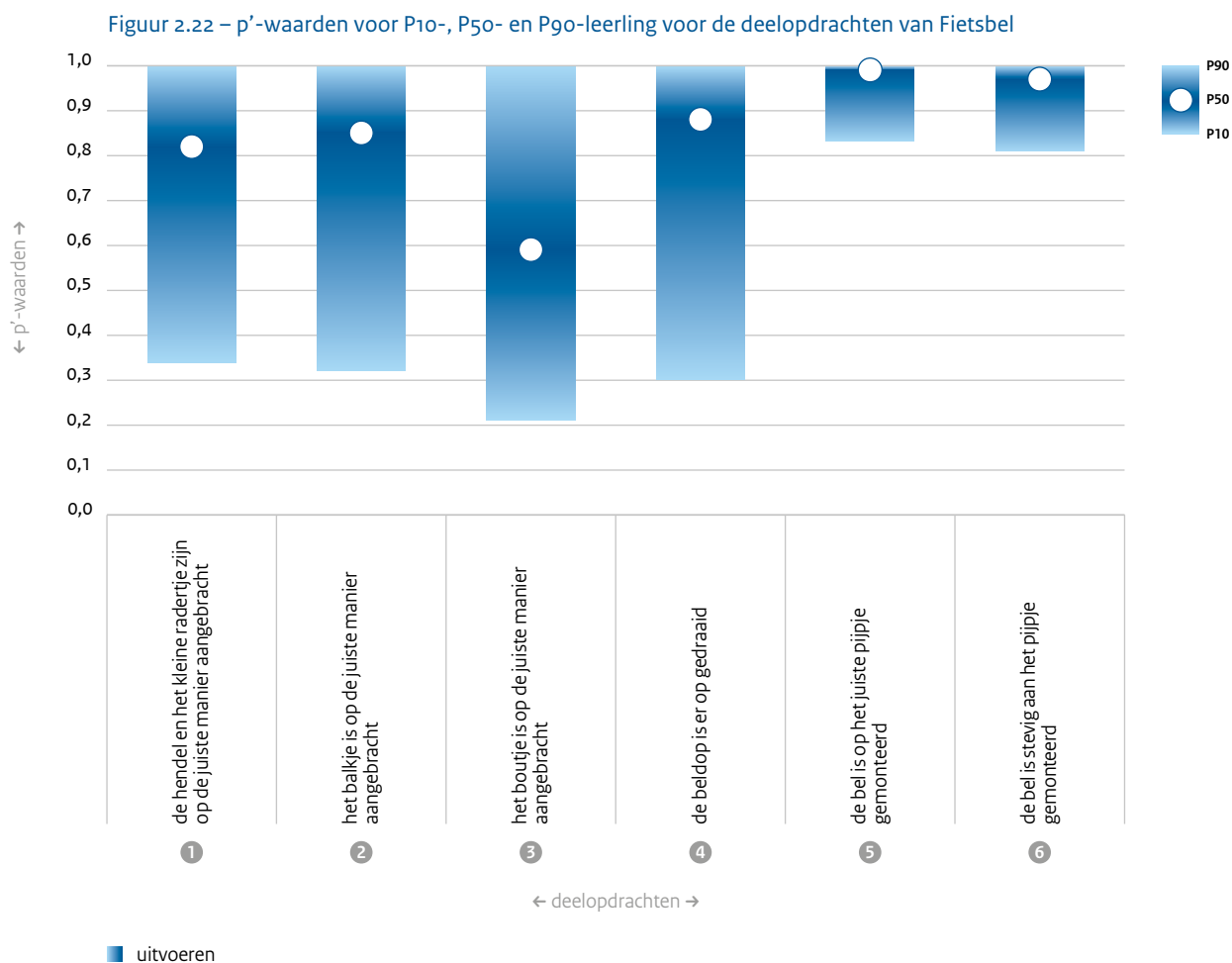
Tabel 2.21 – Deelopdrachten van de ontwerp opdracht Fietsbel en gemeten vaardigheden

Deelopdracht	Betreft ontwerpvaardigheid
1. De hendel om de bel te laten rinkelen en het kleine radertje zijn op de juiste manier aangebracht	Uitvoeren
2. Het balkje met de metalen ringetjes is op de juiste manier aangebracht	
3. Het boutje om het balkje vast te zetten is op de juiste manier aangebracht	
4. De beldop is er op gedraaid; de bel rinkelt	
5. De bel is op het juiste pijpje gemonteerd	
6. De bel is stevig aan het pijpje gemonteerd	

In figuur 2.22 is per deelopdracht in beeld gebracht hoeveel procent van de laagvaardige, gemiddelde en hoogvaardige leerlingen deze tot een goed einde hebben weten te brengen.

Slechts een minderheid van de laagvaardige leerlingen slaagt erin de losse onderdelen van de fietsbel (deelopdracht 1 t/m 4) in elkaar te zetten (21-34%). Voor de hoogvaardige leerlingen is dit geen enkel probleem (100%).

Als de fietsbel eenmaal in elkaar is gezet, is het monteren ervan op het pijpje blijkbaar niet moeilijk meer. Ook de meeste laagvaardige leerlingen monteren de bel juist en stevig op het pijpje (81-83%), van de hoogvaardige leerlingen lukt iedereen dat.



Uilenpost (groep) – De opdracht Uilenpost is een groepsgewijze ontwerpoperdracht over een denkbeeldig land waarin uilen de post vervoeren. Dat gaat alleen niet helemaal goed. De uilen laten de brieven soms vallen, beschadigen de brieven met hun scherpe klauwen en bek en kunnen maar één brief per adres meenemen.

Figuur 2.23 – Illustratie bij groepsopdracht Uilenpost



De groepjes leerlingen moeten deze problemen oplossen door een slim hulpmiddel, een soort klem, te ontwerpen, waarmee de uilen één tot vijf brieven tegelijk kunnen vervoeren zonder ze te beschadigen of verliezen. De groepjes moeten de opdracht eerst met elkaar bespreken (welke problemen zijn er in de huidige situatie, aan welke eisen moet de klem voldoen om deze te voorkomen) en een werktekening maken van het prototype klem dat ze hebben bedacht. Daarna moeten ze dit prototype maken met de beschikbare materialen (ijzerdraad, vijf brieven, satéprikkers, een setje tangen, bankhamer, schaar, onderlegger en veiligheidsbril) en testen of het werkt. In het testrapport moeten de eisen terugkeren die ze eerder hebben geformuleerd.

In totaal worden in deze opdracht twintig deelopdrachten onderscheiden (Cito, 2016).²⁰ Tabel 2.24 laat zien welke vaardigheden zijn gemeten.

Tabel 2.24 – Deelopdrachten van de ontwerpdracht Uilenpost en gemeten vaardigheden

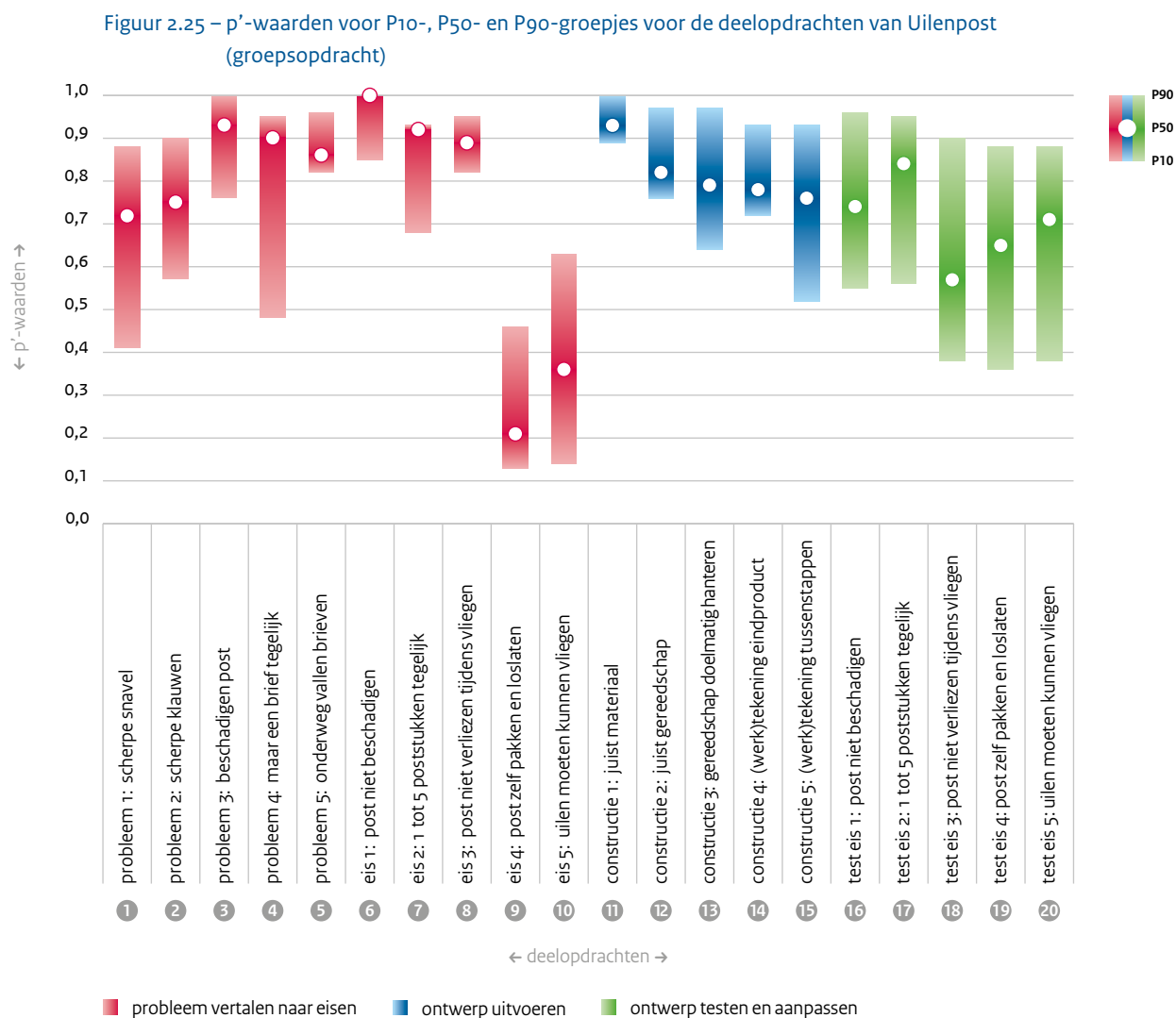
Deelopdracht	Betreft ontwerpvaardigheid
Probleem 1 t/m 5: scherpe snavel, scherpe klauwen, beschadigen post, maar 1 brief tegelijk, onderweg vallen er brieven	Probleem vertalen naar eisen
Eis 1 t/m 5: post niet beschadigen, 1 tot 5 poststukken tegelijk, post niet verliezen tijdens vliegen, post zelf pakken en loslaten, uilen moeten kunnen vliegen	
Constructie 1 t/m 5: juist materiaal, juist gereedschap, gereedschap doelmatig hanteren, (werk)tekening eindproduct, (werk)tekening tussenstappen	Ontwerp uitvoeren
Testen van eis 1 t/m 5: post niet beschadigen, 1 tot 5 poststukken tegelijk, post niet verliezen tijdens vliegen, post zelf pakken en loslaten, uilen moeten kunnen vliegen	Ontwerp testen en aanpassen

In figuur 2.25 is per deelopdracht van Uilenpost in beeld gebracht hoeveel procent van de groepjes laagvaardige, gemiddelde en hoogvaardige leerlingen deze tot een goed einde hebben weten te brengen.

De moeilijkste deelopdrachten van Uilenpost hebben te maken met het formuleren van twee van de vijf eisen, namelijk eis 4 (post zelf pakken en loslaten) en eis 5 (uilen moeten kunnen vliegen). Deze deelopdrachten gaan over de vaardigheid van het vertalen van een probleem naar eisen. De groepjes laagvaardige leerlingen slagen maar nauwelijks in deze deelopdrachten (13-14%), maar ook voor de hoogvaardige groepjes zijn ze nog moeilijk (46-63%). Alle overige deelopdrachten in Uilenpost gaat de groepjes hoogvaardige leerlingen heel goed af (88-100%). Dat geldt dus ook voor de overige deelopdrachten waarmee het vertalen van probleem naar eisen wordt gemeten. Ook de groepjes laagvaardige leerlingen vinden die deelopdrachten veel gemakkelijker. Het formuleren van eis 1 en 3 lukt rond de 85 procent van hen.

De laatste vijf deelopdrachten, die betrekking hebben op de vaardigheid testen en aanpassen van het ontwerp, differentiëren het sterkst tussen de laagvaardige en de hoogvaardige groepjes.

20 Enkele deelopdrachten van Uilenpost zijn buiten beschouwing gelaten; zie ook paragraaf 2.2 (Cito, 2016).



Kerdoel 45

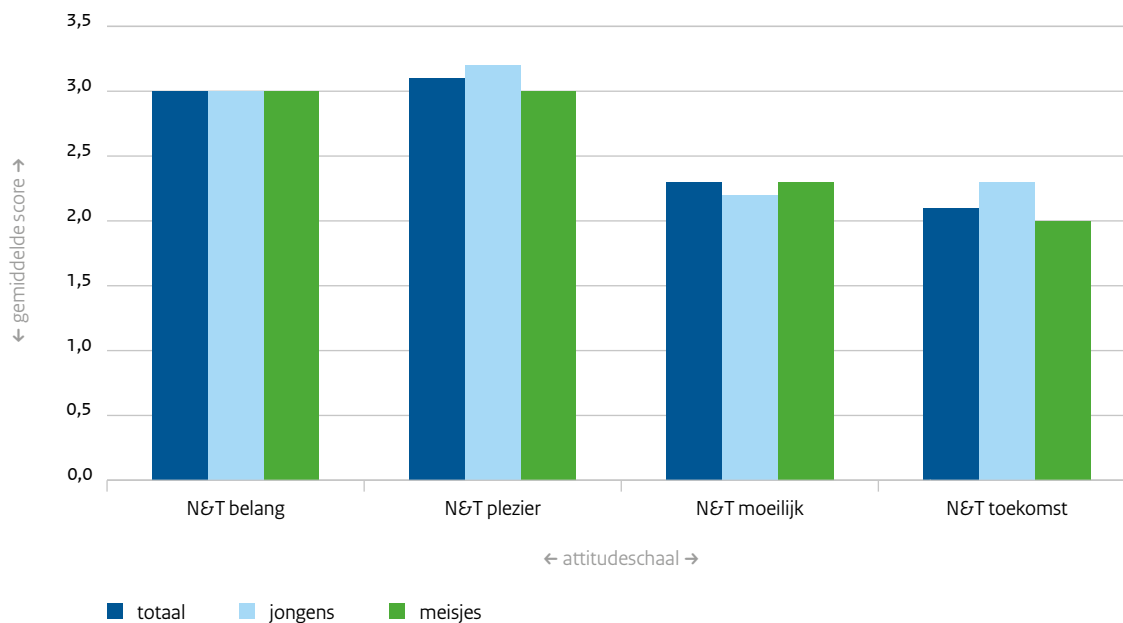
Met de praktische ontwerp opdrachten is gepeild in welke mate de leerlingen beschikken over ontwerpvaardigheden (kerndoel 45). De hoogvaardige leerlingen bleken over het algemeen deze vaardigheden goed tot zeer goed te beheersen. Zij hebben weinig moeite om problemen te vertalen naar eisen, het ontwerp uit te voeren en het ontwerp te testen en aan te passen. Laagvaardige leerlingen hadden veel meer moeite met deze vaardigheden, behalve waar het eenvoudige opdrachten betrof. In de opdracht Fietsbel bijvoorbeeld bleek het in elkaar zetten van de fietsbel voor veel laagvaardige leerlingen nog moeilijk, terwijl het vrijwel iedereen lukte om de bel vervolgens stevig op een fietsstuur te monteren.

2.3 De attitude van leerlingen ten aanzien van Natuur en Techniek

Leerlingen verschillen in hun attitude ten aanzien van Natuur en Techniek. Ze vinden dit leuk, nuttig, saai, moeilijk, enzovoort. In de vragenlijst voor leerlingen is dat onderzocht aan de hand van twaalf stellingen, waarop de leerlingen een antwoord konden geven dat varieerde van 1 (helemaal niet mee eens) tot 4 (helemaal mee eens). De antwoorden zijn verwerkt tot vier schalen: Belang, Plezier, Moeilijk en Toekomst. De scores op deze schalen geven weer in hoeverre de leerling Natuur en Techniek algemeen van belang vindt, er zelf plezier in heeft, dit moeilijk vindt en een toekomst voor zichzelf in Natuur en Techniek ziet (zie hoofdstuk 4 voor voorbeelden van de stellingen).

In figuur 2.26 is de gemiddelde attitude weergegeven van de onderzochte leerlingen in groep 8, totaal en voor jongens en meisjes afzonderlijk.

Figuur 2.26 – Attitude van leerlingen (totaal en naar geslacht) ten aanzien van Natuur en Techniek (N&T belang, N&T plezier, N&T moeilijk en N&T toekomst; gemiddelde op schaal 1-4) (n=2332-2473)



Uit figuur 2.26 blijkt dat leerlingen in groep 8 het belang van Natuur en Techniek relatief groot achten (gemiddeld 3,0 op een schaal van 1 tot 4). Ook hun plezier in Natuur en Techniek is aanzienlijk (gemiddeld 3,1). Wat betreft de moeilijkheidsgraad van Natuur en Techniek en de mate waarin ze daarin een toekomst overwegen, liggen de gemiddelde scores lager (gemiddeld 2,3 respectievelijk 2,1).

Kijkend naar de sekseverschillen in figuur 2.26 valt op dat jongens en meisjes Natuur en Techniek gemiddeld genomen even belangrijk vinden. Jongens hebben wel significant meer plezier in Natuur en Techniek en ook zien ze significant vaker een toekomst voor zichzelf weggelegd in Natuur en Techniek dan meisjes. Omgekeerd vinden meisjes Natuur en Techniek significant moeilijker dan jongens.

Leerlingen in groep 8 vinden Natuur en Techniek vrij belangrijk en hebben er gemiddeld genomen ook tamelijk veel plezier in. Wat betreft moeilijkheid van Natuur en Techniek en een toekomst in die richting is hun houding gematigder. Over het algemeen is de attitude van jongens ten aanzien van Natuur en Techniek positiever dan die van meisjes. Jongens hebben hier meer plezier in, willen er in de toekomst vaker iets mee gaan doen en vinden Natuur en Techniek gemakkelijker dan meisjes. Het belang van Natuur en Techniek vinden jongens en meisjes even groot.

2.4 Effecten van hulp

De externe toetsleiders registreerden de hulp die de leerlingen bij de uitvoering van de praktische opdrachten nodig hadden. Er werden vier soorten hulp onderscheiden.

- *Leeshulp*: deze hulp diende ertoe belemmeringen op te heffen die de leerlingen ondervonden bij het begrijpen van de opdracht door leesproblemen of doordat ze woorden of illustraties niet begrepen. Het ging dus uitsluitend om verduidelijken van wat op het werkblad staat.
- *Proceshulp*: deze hulp betrof algemene aanwijzingen zoals “Lees het nog eens goed”, “Je hebt nog 5 minuten” of “Je doet het prima”.
- *Inhoudelijke hulp*: deze hulp bestond uit specifieke aanwijzingen bij een taak, zoals “Heb je nu alle mogelijke verschillen tussen de twee knikkerbanen opgeschreven?”. Ook het geven van een voorbeeld om de leerling op het goede spoor te zetten gold als inhoudelijke hulp, bijvoorbeeld “Uilen hebben een scherpe snavel, waarmee de post beschadigd kan worden. Kun je nog meer problemen noemen?”. Inhoudelijke hulp werd gegeven als duidelijk werd dat de leerling anders niet verder zou komen met de opdracht.
- *Modelleren*: bij deze hulp gaf de toetsleider het volledige antwoord of deed de gevraagde handeling voor. Deze hulp zorgde ervoor dat de leerling die er ook met inhoudelijke hulp niet in slaagde tot een oplossing te komen, verder kon gaan met de opdracht.

Alle verstrekte vormen van hulp zijn geregistreerd, maar alleen de mate waarin de leerlingen inhoudelijke hulp of modelleerhulp nodig hadden, had gevolgen voor de uiteindelijke scores. Leerlingen die een deelopdracht met succes wisten te volbrengen zonder dat inhoudelijke hulp of modelleren nodig was, kregen daarvoor 2 punten. Wie een deelopdracht kon oplossen na het krijgen van inhoudelijke hulp, kreeg daarvoor 1 punt. Leerlingen aan wie de oplossing moest worden voorgezegd of voorgedaan (modelleren), kregen 0 punten.

Cito heeft de geregistreerde hulpgegevens geanalyseerd met als doel meer inzicht te krijgen in de hulp die leerlingen nodig hebben en de effecten daarvan op prestatieverbetering bij de praktische opdrachten voor Natuur en Techniek. Hierover is een afzonderlijk rapport verschenen (Roelofs, 2017).²¹ In deze paragraaf geven we de conclusies uit dat rapport weer die hier van belang zijn. Het gaat uitsluitend om de verstrekte hulp bij de vier individuele opdrachten die een voldoende interne betrouwbaarheid bleken te hebben (Knikkers te koop, Knikkerbaan, Brug en Fietsbel; zie ook paragraaf 2.2).

21 De analyses in het betreffende rapport zijn gebaseerd op andere scores dan die in dit rapport zijn gehanteerd: per deelopdracht zijn steeds twee mogelijke scores vóór hulp (0=incorrect, 1=correct) en twee scores na hulp (idem) onderscheiden om de effecten van hulp zichtbaar te maken.

Roelofs (2017) heeft in kaart gebracht of en zo ja welke soort(en) hulp de leerlingen nodig hadden en of dit afhankelijk was van de kenmerken van de leerlingen. Daaruit kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Het hangt sterk van de praktische opdracht af hoeveel leerlingen hulp nodig hadden en welke soort(en) hulp dit betrof. Veruit het vaakst hadden leerlingen hulp nodig bij de opdracht Brug (vaardigheden 'ontwerp uitvoeren' en 'testen en aanpassen'). Het minst vaak hadden ze hulp nodig bij diverse deelopdrachten van de opdracht Knikkerbaan (vaardigheden 'experiment opzetten', 'data verzamelen', 'conclusie trekken').
- Jongens en meisjes verschilden niet of nauwelijks qua frequentie en soort verleende hulp. Ook het leerlinggewicht van de leerling maakte weinig uit. De behaalde score voorafgaand aan de verleende hulp verschilde evenmin naar leerlinggewicht²² en slechts een enkele keer naar geslacht.
- Naarmate leerlingen hoger scoorden op de kennistoets voor Natuur en Techniek, hadden ze bij de praktische opdrachten minder vaak inhoudelijke hulp of modelleerhulp nodig.

Ook is gekeken naar de effecten van inhoudelijke hulp en of de verschillen in prestatie door inhoudelijke hulp afnemen:

- Bij de meeste opdrachten had inhoudelijke hulp veel effect.²³ Een groot deel van de leerlingen haalde hogere scores nadat ze hulp hadden gekregen.
- Bij de opdrachten Fietsbel en Knikkerbaan namen de scoreverschillen tussen leerlingen na het ontvangen van inhoudelijke hulp sterk af. Bij de opdrachten Brug en Knikkers te koop bleven de scoreverschillen tussen leerlingen grotendeels bestaan (zie ook paragraaf 2.2). Het maakte overigens wel uit om welke deelopdrachten het ging. Bij Knikkerbaan namen de prestatieverschillen sterk af na inhoudelijke hulp bij het verrichten van de metingen (vaardigheid 'data verzamelen'), maar verminderden niet veel na hulp bij het klaarzetten van het experiment (vaardigheid 'opzetten van een experiment'). De inhoudelijke hulp heeft bij laatstgenoemde deelopdracht weliswaar het grootste effect op de laagvaardige en gemiddelde leerlingen, maar deze deelopdracht blijft het moeilijkst.
- Er zijn aanwijzingen dat het effect van de inhoudelijke hulp samenhangt met de mate waarin de hint een strategie of stap naar een oplossing geeft. Het meest effectief zijn de hulpinterventies waarbij een voorbeeld wordt gegeven van de oplossing uit een andere context. Dat was bijvoorbeeld aan de orde bij de opdracht Knikkers te koop, waar leerlingen metingen moesten invullen in een lijndiagram. De testleider mocht daarbij volgens de handleiding een voorbeeld geven van een diagram bij een andere situatie. Als er in het voorbeeld echter een onderdeel van de oplossing ontbreekt, wordt niet beter gescoord.

Tot slot is de samenhang geanalyseerd tussen leerlingkenmerken enerzijds en de prestatieverbetering na inhoudelijke hulp anderzijds:

- Bij de meeste opdrachten bleken jongens en meisjes en leerlingen van verschillende leeftijden in gelijke mate te profiteren van de inhoudelijke hulp.
- Daar waar sprake was van samenhang tussen prestatieverbetering na inhoudelijke hulp enerzijds en geslacht en attitude met betrekking tot Natuur en Techniek anderzijds is deze lastig te interpreteren. De samenhang verschilt per opdracht en is ook afhankelijk van de score voorafgaand aan de inhoudelijke hulp.
- Naarmate leerlingen een positiever zelfbeeld hadden, bereikten zij na inhoudelijke hulp ook een iets grotere prestatieverbetering.

22 Op basis van de zogenoemde gewichtenregeling krijgen basisscholen met veel achterstandsleerlingen extra geld. Het opleidingsniveau van de ouders bepaalt het gewicht van de leerling. Als beide ouders niet meer dan basisonderwijs volgden, is dit 1.2; bij maximaal LBO-niveau is dit 0.3. Andere leerlingen hebben het gewicht o.o.

23 Het gaat om effecten (effectsize) van ruim boven de 0.80; door Cohen (1988) geclassificeerd als 'groot'.

De laatstgenoemde conclusie gaat over het zelfbeeld van de leerlingen en is gebaseerd op een zelfbeoordeling van de eigen onderzoeks- of ontwerpvaardigheden na afloop van de praktische opdracht.

De leerlingen kregen vragen over de productkwaliteit, kwaliteit van de samenwerking en beleving van de opdracht. Hieraan moesten ze een van de volgende scores toekennen: 1) Daar gaat nog veel mis mee; 2) Dat lukt, maar met enkele fouten; 3) Dat lukt goed, heel soms een fout; 4) Dat lukt perfect. Deze scores zijn in verband gebracht met de prestaties op de praktische opdracht en met de prestatieverbetering na hulp. In beide opzichten was er sprake van een positieve, maar lage samenhang.

We verwijzen naar het rapport van Roelofs (2017) voor meer en gedetailleerdere bevindingen over de effecten van hulp bij het toetsen van onderzoeks- en ontwerpvaardigheden.

Bij de praktische opdrachten kregen leerlingen die vastliepen, hulp van de toetsleider. Uit de analyses van de geregistreerde hulpgegevens blijkt dat het sterk van de opdracht afhangt of en welke hulp de leerlingen nodig hadden, maar dat dit niet verschilt naar geslacht of leerlinggewicht. Leerlingen die hogere scores op de kennistoets hadden minder vaak inhoudelijke hulp nodig en ook hoefde aan hen minder vaak het antwoord te worden voorgezegd of voorgedaan. Het effect van inhoudelijke hulp – hulp waarbij specifieke aanwijzingen of voorbeelden werden gegeven – was heel groot; de meeste leerlingen haalden hogere scores na het ontvangen van deze hulp. Het meest effectief zijn hulpinterventies waarbij een voorbeeld wordt gegeven van de oplossing uit een andere context. Jongens en meisjes, jongere en oudere leerlingen profiteren in gelijke mate van inhoudelijke hulp. Wie een positiever zelfbeeld heeft over de eigen onderzoeks- en ontwerpvaardigheden, profiteert iets meer van de inhoudelijke hulp en presteert iets hoger op de praktische opdrachten.

2.5 Verschillen tussen scholen en leerlingen

Het spreekt voor zich dat leerlingen verschillen in prestaties die ze behalen. Maar verschillen scholen ook van elkaar in hoe hun leerlingen presteren? Het blijkt dat op de ene school leerlingen het gemiddeld beter doen dan op de andere school. In het geval van Natuur en Techniek is het vervolgens een relevante vraag of leerlingen op scholen die veel aandacht besteden aan het onderwijsaanbod voor Natuur en Techniek, ook gemiddeld hogere scores op de kennistoets en de praktische opdrachten. Als dat inderdaad zo is, is het vervolgens belangrijk te weten of dit voorkomt uit de verschillen in onderwijsaanbod op een school of omdat de leerlingen op die scholen een andere achtergrond hebben. Dat beschrijven we in deze paragraaf. Alle resultaten van de analyses die aan de bevindingen in deze paragraaf ten grondslag liggen, zijn ook opgenomen in het technisch rapport bij het peilingsonderzoek Natuur en Techniek (Inspectie van het Onderwijs, 2017).

2.5.1 Samenhang van prestaties met aanbodkenmerken Natuur en Techniek

Als we nagaan hoe leerlingen gemiddeld presteren op verschillende groepen scholen, zien we dat het uitmaakt hoe een school bepaalde aspecten van het onderwijsaanbod voor Natuur en Techniek heeft ingericht. De ene keer maakt dit uit in positieve zin, de andere keer in negatieve zin. De verschillen tussen groepen scholen zijn echter klein.

Tabel 2.27 – Samenhang van prestaties met aanbodkenmerken Natuur en Techniek

	Kennis	Onderzoeken			Ontwerpen		
		Knikkers te koop	Knikkerbaan	Knikkerbaan (grp)	Brug	Fietsbel	Uilenpost (grp)
Inbedding in curriculum Gedeeltelijke integratie vs. geen integratie domeinen Lestijd Natuur en Techniek >60 min per week	+	+		+			
Methodegebruik en volgen Bestaande methode leidend Toetsen (ongeacht toetsvorm) Extra ondersteuning achterblijvers	+			-			- -
Faciliteiten en ondersteuning Ten minste één faciliteit Aparte ruimte/werkplaats voor N&T Voldoende materialen/ gereedschappen Apart computerlokaal Computer per 1-2 leerlingen N&T-vakleerkracht Coördinator/werkgroep N&T Ten minste één leerkracht N&T-nascholing Externe ondersteuning (scholen, pabo/univ.)	+			- - - -	+	+	+
Kenmerken leerkrachten groep 7 Aanvullende academische opleiding Man Specifieke aandacht voor N&T in vooropleiding	+						+
Speciale N&T-activiteiten op en buiten school Ten minste één externe dienst/product gebruikt N&T-activiteiten buiten reguliere lestijd	+						-

In tabel 2.27 staat weergegeven hoe de gemiddelde prestaties van scholen verschillen per kenmerk van het onderwijsaanbod. Een plus in de tabel geeft aan dat scholen met het betreffende aanbod significant hoger scoren op het gebied van kennis en/of praktische vaardigheden Natuur en Techniek, een min geeft aan dat ze significant lager scoren.²⁴ ‘Significant’ wil zeggen dat de kans dat we dit verschil bij toeval aantreffen kleiner is dan 5 procent. Wat interpretatie van de tabel overigens lastig maakt, is als er een significante

24 De samenhang is getoetst met een independent samples t-test (Inspectie van het Onderwijs, 2017).

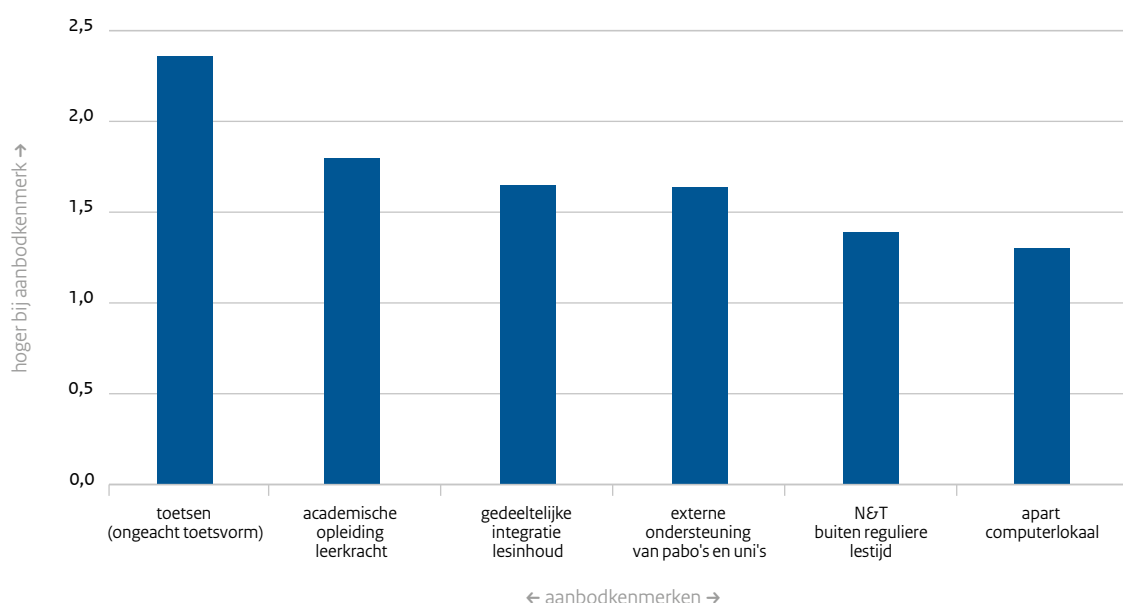
samenhang bestaat in tegengestelde richting. Bijvoorbeeld: leerlingen op scholen met een apart computerlokaal scoren significant hoger op de kennistoets én op de individuele ontwerp opdracht Brug, maar significant lager op de groepsgewijze onderzoeksopdracht Knikkerbaan dan leerlingen op andere scholen. Of bijvoorbeeld: leerlingen op scholen waar vorderingen worden gevolgd met behulp van toetsen (ongeacht toetsvorm) scoren lager op de praktische opdrachten Uilenpost en Knikkerbaan dan leerlingen op andere scholen, maar juist hoger op de kennistoets.

We bespreken de bevindingen hierna afzonderlijk voor de kennistoets en de praktische opdrachten.

Kennistoets – Tabel 2.27 laat zien dat zes van de gemeten kenmerken van het onderwijsaanbod (aanbodkenmerken) significant samenhangen met de score op de kennistoets, steeds in positieve zin. Op scholen waar de domeinen Ruimte, Tijd, en Natuur en Techniek als aparte vakgebieden maar bij enkele thema's en projecten geïntegreerd worden aangeboden ('gedeeltelijke integratie'), hebben de leerlingen gemiddeld een groter percentage van de opgaven op de kennistoets goed gemaakt dan leerlingen op scholen waar de domeinen overwegend als aparte vakgebieden worden aangeboden ('geen integratie'). Ook behalen leerlingen gemiddeld een hogere score op scholen waar de vorderingen op het gebied van Natuur en Techniek met behulp van toetsen (ongeacht de gebruikte toetsvorm) worden gevolgd, op scholen met een apart computerlokaal, op scholen die externe ondersteuning van andere scholen en/of pabo's/universiteiten ontvangen en op scholen die N&T-activiteiten buiten schooltijd organiseren. Daarnaast scoren leerlingen ook hoger als hun leerkracht van groep 7 een academische opleiding heeft gevolgd.

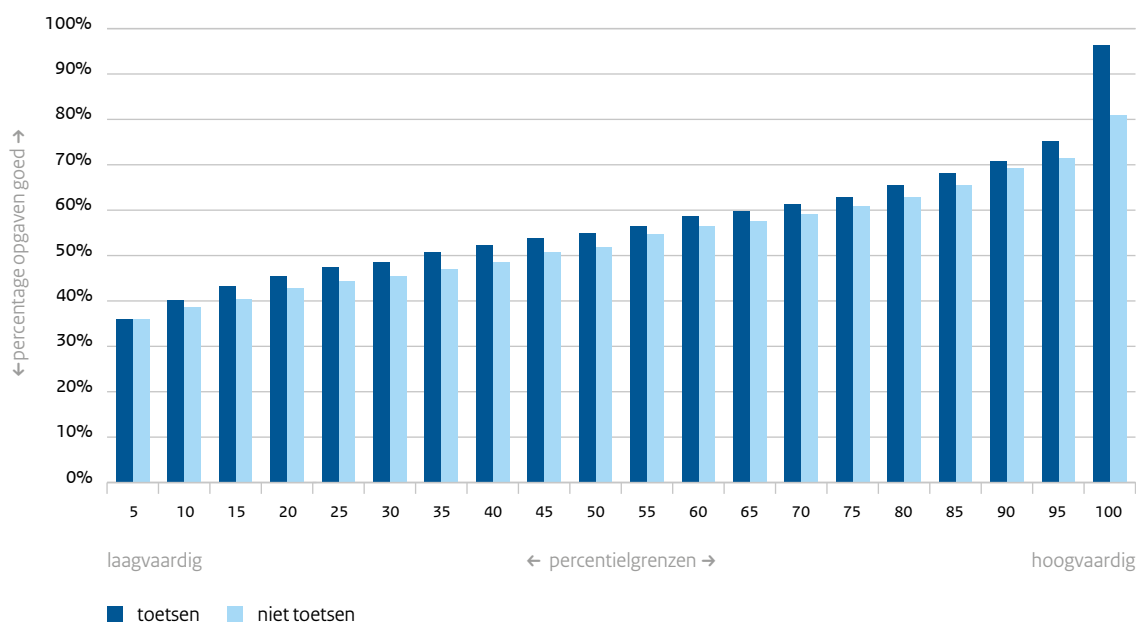
In figuur 2.28 is de grootte van de relatie tussen de significante aanbodkenmerken en de kennistoetsscore weergegeven. We zien bijvoorbeeld dat op scholen die de leervorderingen voor Natuur en Techniek toetsen (ongeacht toetsvorm), de score op de kennistoets gemiddeld 2,4 procentpunten hoger is dan op andere scholen. Dat komt neer op ongeveer één opgave meer goed gemaakt op het totaal van 25 opgaven. Over het totaal genomen geldt dat de verschillen tussen scholen die hun onderwijs op het betreffende kenmerk meer uitgesproken inrichten tussen de 1,3 en 2,4 procentpunten meer opgaven goed op de kennistoets ligt. Dat is vergelijkbaar met een halve tot één meer opgave goed gemaakt van de in totaal 25 opgaven.

Figuur 2.28 – Significante relaties tussen aanbodkenmerken en prestaties kennistoets



Ook bij hoogvaardige en laagvaardige leerlingen zien we bij bijna elk kenmerk een klein verschil tussen scholen met en scholen zonder het betreffende aanbodkenmerk. De 10 procent laagst scorende leerlingen op scholen die de vorderingen op het gebied van Natuur en Techniek toetsen (ongeacht toetsvorm) presteren bijvoorbeeld hoger op de kennistoets dan de 10 procent laagst scorende leerlingen op scholen die de vorderingen niet toetsen. Figuur 2.29 illustreert dat. Alleen voor de 5 procent laagst scorende leerlingen maakt het niet uit of ze op scholen zitten die wel of niet toetsen.

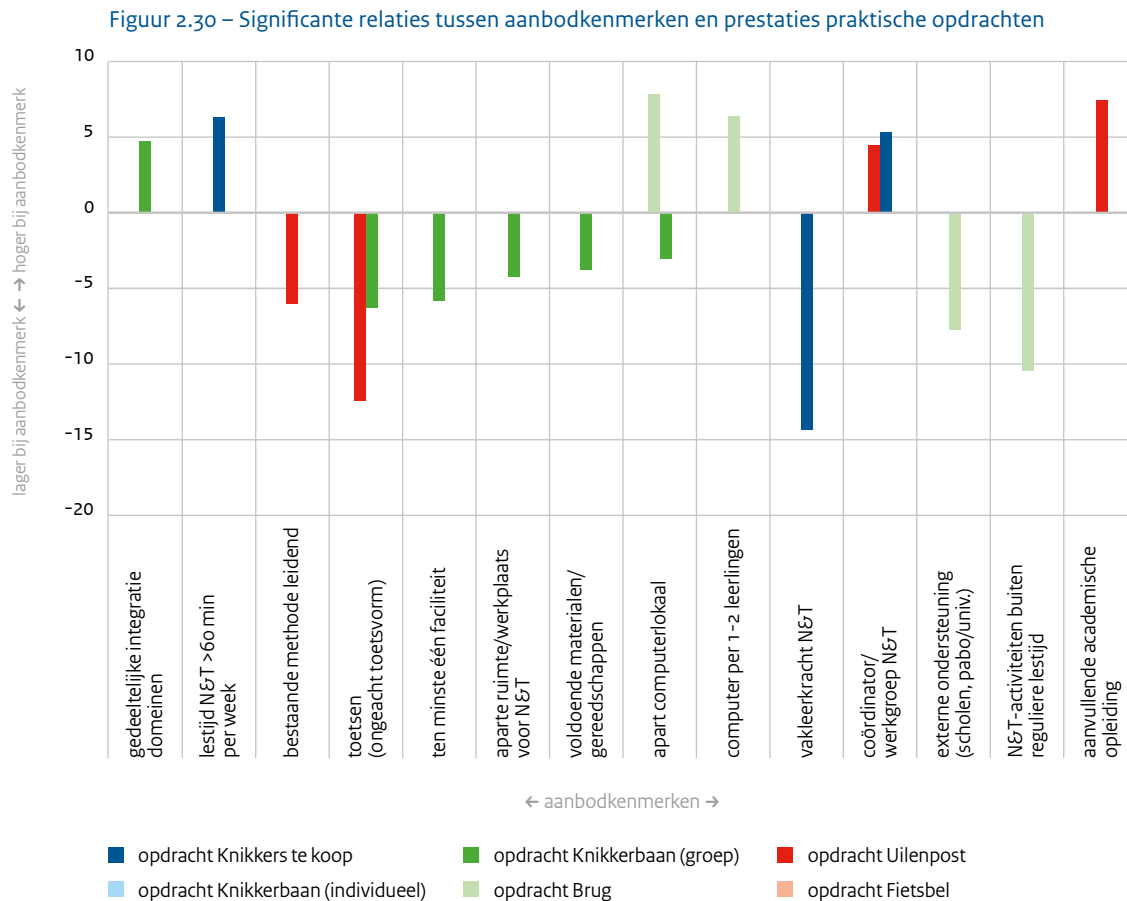
Figuur 2.29 – Percentielgroepen van leerlingen op scholen die N&T-vorderingen wel of niet toetsen, naar gemiddelde score op de kennistoets (n=2447)



Praktische opdrachten – Tabel 2.27 op pagina 79 laat ook zien welke aanbodkenmerken significant samenhangen met de scores op een of meer van de praktische opdrachten, in positieve of negatieve zin. Geen enkel aanbodkenmerk hangt overigens significant samen met de scores bij de opdrachten Knikkerbaan (individueel) en Fietsbel.

We zien in de tabel bijvoorbeeld dat leerlingen op scholen met een apart computerlokaal en op scholen met voldoende beschikbare computers hoger scoren op de ontwerpbeurt Brug, dan leerlingen op andere scholen. Maar leerlingen op scholen die extern ondersteund worden door andere onderwijsinstellingen en op scholen die N&T-activiteiten buiten lestijd organiseren, behalen bij dezelfde opdracht juist een lagere score dan leerlingen op andere scholen.

Alle onderzochte aanbodkenmerken vertonen hooguit bij één of twee van de praktische opdrachten een significant positieve of negatieve samenhang met de prestaties. Dat blijkt ook uit figuur 2.30. Deze laat de grootte van de samenhang zien voor de aanbodkenmerken die significant samenhangen met de scores van leerlingen op de praktische onderzoeks- en ontwerpbeurten.



Uit figuur 2.30 blijkt dat op scholen die hun onderwijs op het betreffende aanbodkenmerk meer uitgesproken inrichten, het beheersingsniveau van de leerlingen op de praktische opdrachten 3 tot bijna 15 procentpunten (afhankelijk van het betreffende kenmerk) hoger of lager ligt dan op andere scholen. Het beheersingsniveau voor de opdracht Knickers te koop op een school met een vakleerkracht voor Natuur en Techniek ligt 14,4 procentpunten lager dan op andere scholen. Dit komt bij deze opdracht neer op bijna 4 punten minder op het totaal van 27 punten voor deze opdracht. Het beheersingsniveau voor de opdracht Brug ligt op een school met een apart computerlokaal 7,8 procentpunten hoger dan op een school zonder apart computerlokaal. Dit komt bij deze opdracht neer op ruim 1 punt meer op een totaal van 16 punten.

2.5.2 Samenhang van prestaties met vrijetijdsbesteding en attitude Natuur en Techniek

Leerlingen in groep 8 brengen hun tijd niet alleen in de school door, maar hebben ook thuis allerlei interesses en bezigheden die wellicht bijdragen aan hun kennis en vaardigheden op het gebied van Natuur en Techniek. De ene leerling knutselt bijvoorbeeld graag, de ander houdt van computeren. In paragraaf 2.3 bleek bovendien al dat leerlingen verschillen in de houding die ze hebben tegenover Natuur en Techniek. Met behulp van de leerlingvragenlijst zijn de vrijetijdsbesteding en houding van de leerlingen in kaart gebracht (zie ook hoofdstuk 4 van dit rapport). Wanneer hieronder wordt gesproken over de variabele vrijetijdsbesteding, verwijst dit telkens naar de frequentie waarin leerlingen in de maanden voorafgaand aan het onderzoek bepaalde N&T-activiteiten²⁵ buiten schooltijd hebben ondernomen.

Kennistoets – Tabel 2.31 laat zien dat verschillen in vrijetijdsbesteding en houding van leerlingen samenhangen met de kennis op het gebied van Natuur en Techniek, zoals gemeten met de kennistoets. Als het gaat om vrijetijdsbesteding blijkt dat leerlingen die ten minste twee van deze activiteiten sinds het begin van het schooljaar²⁶ vaker dan één keer hebben ondernomen, significant meer kennis van Natuur en Techniek hebben. Ook leerlingen die plezier hebben in Natuur en Techniek en leerlingen die een toekomst voor zichzelf zien in Natuur en Techniek, scoren significant hoger op de kennistoets. Leerlingen die Natuur en Techniek moeilijk vinden, behalen daarop juist een significant lagere score. Hoe belangrijk de leerling Natuur en Techniek vindt, hangt niet significant samen met de score van die leerling op de kennistoets.

Tabel 2.31 – Samenhang van prestaties met vrijetijdsbesteding en attitude Natuur en Techniek²⁷

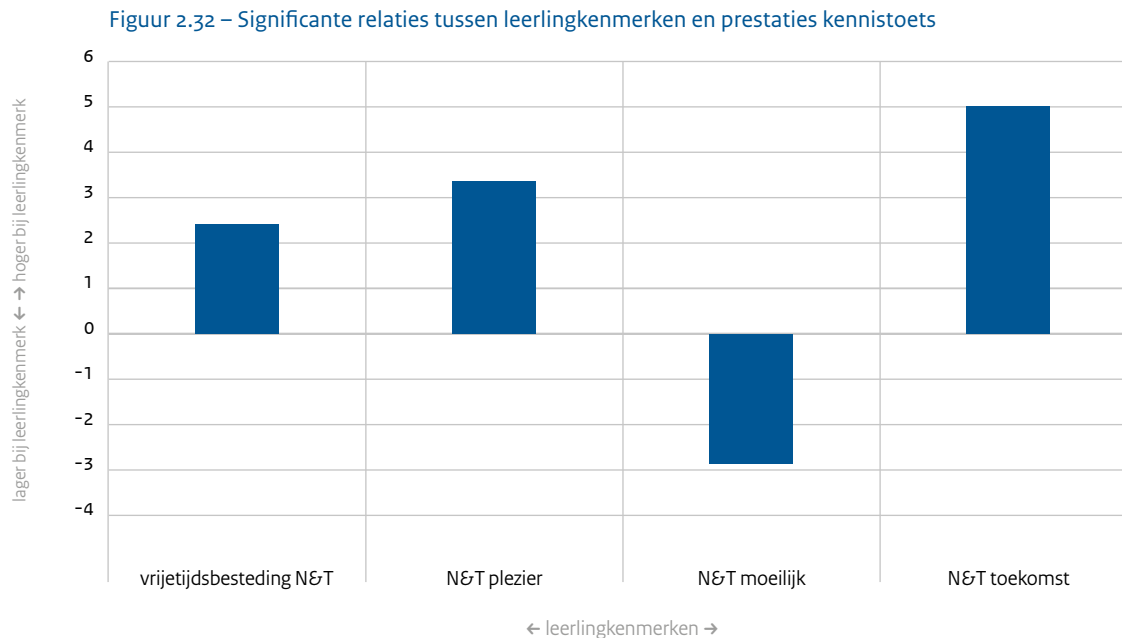
	Kennis	Onderzoeken			Ontwerpen		
		Knikkers te koop	Knikkerbaan	Knikkerbaan (grp)	Brug	Fietsbel	Uilenpost (grp)
Vrijetijdsbesteding N&T	+	+				+	
Attitude							
N&T belang				+			
N&T plezier	+	+					+
N&T moeilijk	-				-	-	
N&T toekomst	+					+	

Figuur 2.32 laat vervolgens zien wat de grootte van de samenhang is tussen de significante leerlingkenmerken en het beheersingsniveau op de kennistoets. Bijvoorbeeld leerlingen die een toekomst voor zichzelf zien in Natuur en Techniek scoren gemiddeld 5 procentpunten hoger op de kennistoets dan andere leerlingen. Dat komt neer op 1 opgave meer goed van de 25 opgaven in totaal.

25 Concreet gaat het om bezoeken van een natuur- of science museum zoals NEMO of CORPUS, nieuwe uitvindingen doen, spelen met N&T-speelgoed zoals een bouwplaat of scheikundedoos, knutselen met materialen, de natuur ingaan of natuurfilms kijken, en boeken of tijdschriften over Natuur en Techniek lezen.

26 De vragenlijst werd afgenomen in november 2015.

27 Bij de groepsopdrachten Knikkerbaan en Uilenpost is de gemiddelde attitude en vrijetijdsbesteding van de drie leerlingen in het groepje berekend.



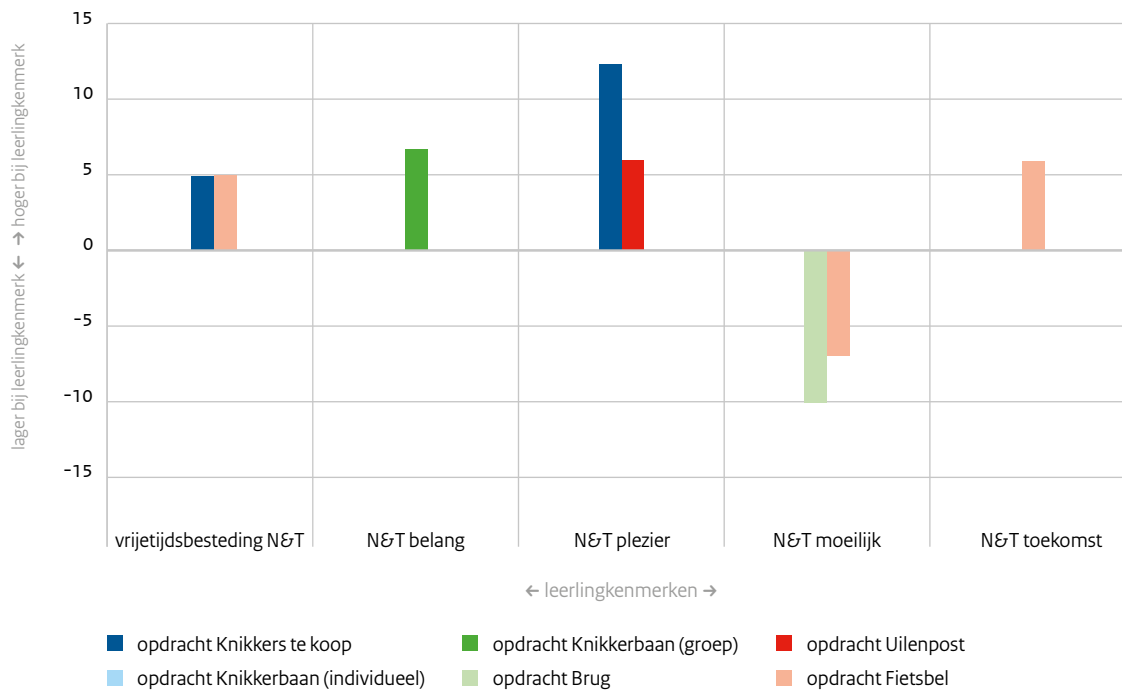
Praktische opdrachten – Uit tabel 2.31 op pagina 83 blijkt ook dat de scores op de praktische opdrachten significant samenhangen met een of meer van de gemeten vrijetijds- en attitudekenmerken rondom Natuur en Techniek, behalve bij de individuele onderzoeksopdracht Knikkerbaan.

Meestal gaat het om positieve samenhangen: leerlingen die in hun vrije tijd geregeld activiteiten op het gebied van Natuur en Techniek hebben ondernomen, behalen een hogere score op de opdrachten Fietsbel en Knikkers te koop. Groepjes leerlingen die veel belang hechten aan Natuur en Techniek behalen een hogere gemiddelde score op de groepsopdracht Knikkerbaan. (Groepjes) leerlingen die plezier hebben in Natuur en Techniek behalen een hogere gemiddelde score op de individuele opdracht Knikkers te koop en de groepsopdracht Uilenpost. Leerlingen die een toekomst voor zichzelf zien in Natuur en Techniek behalen een hogere score op Fietsbel.

De attitudeschaal rond de moeilijkheid van Natuur en Techniek werkt logischerwijs andersom: wie Natuur en Techniek moeilijk vindt, behaalt een lagere score bij Brug en Fietsbel dan wie dat niet vindt.

De grootte van de genoemde samenhangen is weergegeven in figuur 2.33. Leerlingen die de significante kenmerken vertonen, hebben bij de praktische opdrachten een beheersingsniveau van bijna 5 tot ruim 12 procentpunten hoger of lager dan andere leerlingen. Dat komt bijvoorbeeld neer op hogere totaalscore van 3,3 punten op de opdracht Knikkers te koop voor leerlingen die plezier hebben in Natuur en Techniek (de maximale totaalscore is 27). Leerlingen die Natuur en Techniek moeilijk vinden behalen een totaalscore van 1,6 punten lager op de opdracht Brug (maximale totaalscore 16) en hun totaalscore is 0,8 punten lager op de opdracht Fietsbel (maximale totaalscore 12).

Figuur 2.33 – Significante relaties tussen leerlingkenmerken²⁸ en prestaties praktische opdrachten



2.6 Verschillen verklaard

Om de werkelijke bijdrage van het onderwijsaanbod op de leerlingresultaten te beoordelen, moeten we rekening houden met verschillen in de leerlingpopulatie tussen scholen. Dit betekent dat we moeten kijken naar verschillen in onderwijsaanbod, rekening houdend met het feit dat scholen leerlingen hebben met uiteenlopende achtergrondkenmerken op het gebied van Natuur en Techniek. Daarnaast moeten we rekening houden met andere leerlingkenmerken die mogelijk verband houden met verschillen in prestaties op het gebied van Natuur en Techniek. Zo presteren leerlingen met een hoger verwacht brugklasniveau gemiddeld genomen hoger op allerlei kennistoetsen, mogelijk ook op die over Natuur en Techniek.

Om te achterhalen hoe gemiddelde leerlingprestaties variëren tussen scholen met een verschillend onderwijsaanbod zijn we eerst nagegaan hoeveel van de aangetroffen verschillen tussen leerlingen we kunnen toeschrijven aan scholen en hoeveel van die verschillen toe te schrijven zijn aan leerlingen. Deze zogenaamde multiniveau-analyses hebben we alleen voor de kennistoets gedaan. We verwijzen naar het technisch rapport bij dit peilingsonderzoek voor meer informatie over de uitgevoerde statistische analyses (Inspectie van het Onderwijs, 2017).

²⁸ Bij de groepsopdrachten Knikkerbaan en Uilenpost zijn de individuele leerlingkenmerken van de groepsleden verwerkt tot een groepskenmerk door te middelen.

2.6.1 Kennistoets

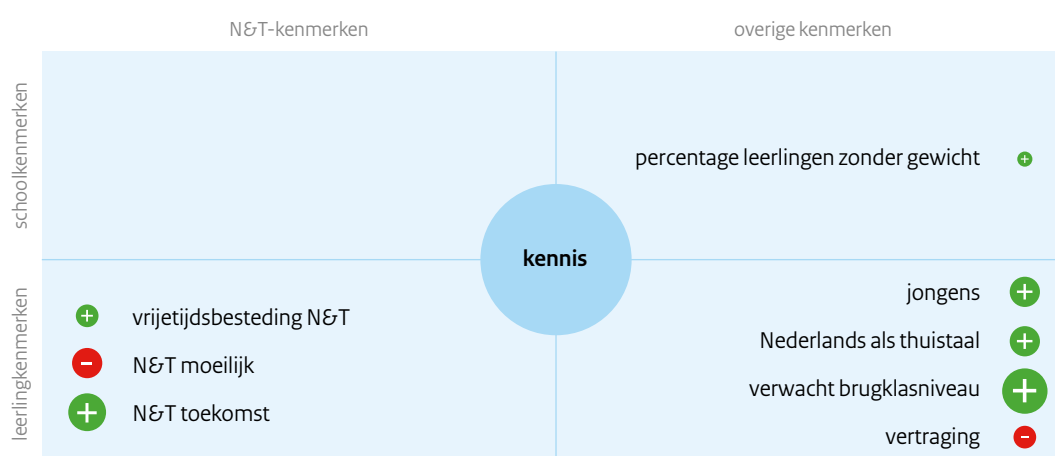
Eerst is nagegaan welk aandeel van de aangetroffen prestatieverschillen op de kennistoets we kunnen toeschrijven aan schoolkenmerken en welk aandeel aan leerlingkenmerken. Het blijkt dat bijna 11 procent van de verschillen tussen leerlingen door de school wordt verklaard, het resterende gedeelte door leerlingkenmerken.²⁹

Wat zijn dan de school- en leerlingkenmerken die gezamenlijk een bijdrage leveren aan het verklaren van de prestatieverschillen? Dit hebben we onderzocht door in de analyse alle significante school- en leerlingkenmerken uit tabel 2.27 (zie pagina 79) op te nemen, plus enkele andere relevante kenmerken.³⁰ De onderzochte schoolkenmerken die specifiek betrekking hebben op het onderwijsaanbod voor Natuur en Techniek, laten geen significante effecten zien (figuur 2.34) (Inspectie van het Onderwijs, 2017). Wel zien we dat het percentage gewichtenleerlingen op een school ertoe doet. Hoe lager het percentage gewichtenleerlingen op een school, des te hoger de leerlingen scoren op de kennistoets Natuur en Techniek.

Van de onderzochte leerlingkenmerken bij Natuur en Techniek spelen enkele kenmerken een relevante rol. Het ondernemen van vrijetijdsbestedingen gerelateerd aan Natuur en Techniek (zie paragraaf 2.5.2) en het overwegen van een toekomst voor zichzelf in Natuur en Techniek hebben allebei een positief effect op de prestaties van de leerling op de kennistoets. Leerlingen die Natuur en Techniek moeilijk vinden, scoren minder goed op de kennistoets.

Daarnaast zijn enkele algemene leerlingkenmerken van betekenisvolle invloed op de prestaties van leerlingen op de kennistoets. Een positief effect is zichtbaar voor jongens, het spreken van Nederlands thuis en vooral voor een verwacht brugklasniveau van havo of hoger. Een negatief effect treedt op voor leerlingen die vertraging hebben opgelopen in hun schoolloopbaan.

Figuur 2.34 – Effecten van school- en leerlingkenmerken op prestaties kennistoets



²⁹ In het peilingsonderzoek naar Kunstzinnige oriëntatie, dat eveneens in 2015 is uitgevoerd, waren de percentages vergelijkbaar. Daar werd 8% van de waargenomen verschillen in scores op de kennistoets veroorzaakt door schoolverschillen.

³⁰ Op leerlingniveau zijn dat geslacht, leerlinggewicht, verwacht brugklasniveau, leeftijd (als indicator van vertraging in de schoolloopbaan) en thuistaal. Op schoolniveau gaat het om het percentage gewichtenleerlingen. Ook de kenmerken van de leerkracht uit groep 7 zijn meegenomen, te weten diens geslacht, eventuele aanvullende academische opleiding en aandacht voor Natuur en Techniek in de vooropleiding.

Welke leerling- en schoolkenmerken tezamen verklaren de verschillen tussen leerlingen als het gaat om hun kennis van Natuur en Techniek? Jongens, leerlingen met Nederlands als thuistaal, leerlingen die verwachten door te stromen naar een brugklasniveau van havo of hoger en leerlingen die geen vertraging in het onderwijs hebben opgelopen, hebben meer kennis van Natuur en Techniek dan andere leerlingen. Hetzelfde geldt voor leerlingen die in hun vrije tijd activiteiten op het gebied van Natuur en Techniek ondernemen, leerlingen die Natuur en Techniek makkelijk vinden en leerlingen die een toekomst overwegen in Natuur en Techniek.

De variabelen 'verwacht brugklasniveau' en 'toekomstplannen Natuur en Techniek' zijn het belangrijkste. Deze twee leerlingkenmerken leveren de grootste bijdrage aan het verklaren van de verschillen in prestaties op de kennistoets.

Op schoolniveau doet aanvullend alleen het percentage leerlingen zonder gewicht er nog toe.

In het onderzoek werden geen kenmerken van het onderwijsaanbod voor Natuur en Techniek op school gevonden die significant bijdragen aan het verklaren van de kennisverschillen tussen leerlingen.

2.6.2 Praktische opdrachten

Door de beperkingen in het onderzoeksdesign konden per afzonderlijke school onvoldoende leerlingen de praktische opdrachten maken. Daarom is er bij de praktische opdrachten op een eenvoudiger manier³¹ dan bij de kennistoets gekeken naar de gezamenlijke invloed van de school- en leerlingkenmerken. Daarbij zijn dezelfde school- en leerlingkenmerken bekeken als in de analyses op de kennistoets (zie vorige paragraaf).³²

Knikkers te koop – Als we de gezamenlijke invloed van de schoolkenmerken (inclusief kenmerken van de leerkracht groep 7) en leerlingkenmerken op de score voor Knikkers te koop onderzoeken, blijkt geen enkel schoolkenmerk een betekenisvolle invloed te hebben op de score. Er zijn wel twee leerlingkenmerken die een betekenisvolle invloed hebben: leerlingen die een groter belang hechten aan Natuur en Techniek en leerlingen die een verwacht brugklasniveau van havo of hoger hebben, scoren hoger op de opdracht Knikkers te koop (zie figuur 2.35).

Figuur 2.35 – Effecten van school- en leerlingkenmerken op prestaties kennistoets



³¹ In plaats van een multi-niveau analyse hebben we een zogenoemde lineaire regressieanalyse uitgevoerd.

³² Bij de analyse van de prestatieverschillen bij de groepsopdrachten Knikkerbaan en Uilenpost zijn de individuele leerlingkenmerken van de deelnemers in de groepjes verwerkt tot een groepskenmerk door het gemiddelde te berekenen. Ook geslacht kon worden meegenomen, aangezien alle groepjes homogeen van geslacht waren samengesteld. Schoolkenmerken zijn per definitie op het hele groepje van toepassing, aangezien elk groepje op dezelfde school en in dezelfde klas zit.

Knikkerbaan (individueel) – Bij de individuele opdracht Knikkerbaan is evenmin sprake van een betekenisvolle invloed van schoolkenmerken. Bij deze opdracht zijn er drie leerlingkenmerken die er toe doen. Als leerlingen meer belang hechten aan Natuur en Techniek, scoren zij lager terwijl leerlingen die thuis Nederlands spreken en leerlingen die naar verwachting doorstromen naar ten minste havo een hogere score halen op de opdracht Knikkerbaan (figuur 2.36).

Figuur 2.36 – Effecten van leerlingkenmerken op de score voor Knikkerbaan



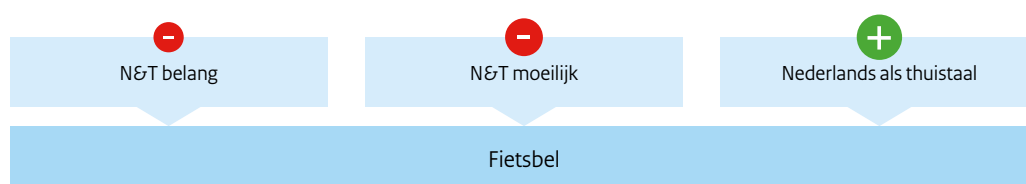
Knikkerbaan (groep) – Bij de groepsopdracht Knikkerbaan hebben zowel schoolkenmerken als kenmerken van de groepjes leerlingen die samen de opdracht hebben gemaakt, een betekenisvolle invloed op de score. Op scholen waar sprake is van een gedeeltelijke integratie van de lesinhoud en de leerkracht een man is, halen de groepjes leerlingen een hogere score op de opdracht Knikkerbaan. Op scholen waar een computer-lokaal beschikbaar is, scoren de groepjes lager. Daarnaast halen groepjes leerlingen die gemiddeld meer belang hechten aan Natuur en Techniek een hogere score. Naarmate er sprake is van meer leerlingen met Nederlands als thuistaal en meer vertraging in de schoolloopbaan, haalt het groepje een lagere score (figuur 2.37).

Figuur 2.37 – Effecten van aanbodkenmerken en kenmerken van de groepjes op de score voor Knikkerbaan



Fietsbel – Er zijn geen schoolkenmerken die een betekenisvolle invloed hebben op de prestaties bij de opdracht Fietsbel. Wel halen leerlingen die meer belang hechten aan Natuur en Techniek en leerlingen die Natuur en Techniek moeilijk vinden, een lagere score op de opdracht Fietsbel, terwijl leerlingen die thuis Nederlands spreken een hogere score behalen (figuur 2.38).

Figuur 2.38 – Effecten van leerlingkenmerken op de score voor Fietsbel



Uilenpost (groep) – Bij de groepsopdracht Uilenpost zijn het vooral schoolkenmerken die een betekenisvolle invloed hebben op de score. Op scholen waar een werkgroep of coördinator voor Natuur en Techniek aanwezig is, halen de groepjes leerlingen een hogere score. Op scholen waar een bestaande methode leidend is voor het onderwijs in Natuur en Techniek en waar de vorderingen worden gevolgd door middel van toetsen (ongeacht toetsvorm), scoren de groepjes lager. Daarnaast heeft de gemiddelde frequentie waarin de leerlingen van het groepje activiteiten rondom Natuur en Techniek hebben ondernomen een negatief effect op de score voor Uilenpost (figuur 2.39).

Figuur 2.39 – Effecten van aanbodkenmerken en de kenmerken van groepjes op de score voor Uilenpost



Brug – Bij de ontwerpoperdracht Brug vinden we geen significante resultaten. De verschillen in prestaties bij deze opdracht kunnen dan ook niet worden toegeschreven aan de leerling- en schoolkenmerken die wij in dit onderzoek hebben meegenomen. Een verklaring hiervoor is niet direct aan te wijzen.

Uit de scores voor de praktische opdrachten bleek dat de beheersing van onderzoeks- en ontwerpvaardigheden (kerndoel 42 en 45) aanzienlijk verschilt per leerling. Het is echter niet eenvoudig om deze verschillen te verklaren: de leerling- en schoolkenmerken verzameld in dit peilingsonderzoek, leveren slechts een beperkte bijdrage aan de verklaring van de vaardigheidsverschillen. Bovendien zijn de verbanden die we vinden niet altijd goed te duiden, bijvoorbeeld het negatieve effect van het belang dat leerlingen hechten aan Natuur en Techniek op de prestaties bij de opdracht Knikkerbaan.

2.7 Trends in prestaties

De prestaties die zijn behaald in de huidige peiling zijn vergeleken met de prestaties die zijn behaald in de peilingen voor Aardrijkskunde in 2008 (Notté, e.a., 2010), voor Biologie in 2010 (Thijssen, e.a., 2011) en voor Natuurkunde en techniek in 2010 (Kneepkens, e.a., 2011).

Deze vergelijking is alleen mogelijk voor de kennistoets. In totaal 23 opgaven over Biologie (kerndoel 40: leefomgeving planten en dieren, kerndoel 41: vorm en functie van planten, dieren en mensen), 33 opgaven over Natuurkunde en techniek (kerndoel 42: onderzoeken van materiële en natuurkundige verschijnselen, kerndoel 44: werking, vorm en materie) en 8 opgaven over Aardrijkskunde (kerndoel 43: weer en klimaat, kerndoel 46: aarde) waren zogenoemde ankeropgaven en kwamen voor in de eerdere peilingen van deze domeinen. Enkele van deze opgaven zijn ook weergegeven in paragraaf 2.1 bij de toelichting van de niveauverschillen tussen de laagvaardige en hoogvaardige leerlingen met behulp van een liniaal. Daar is aangegeven of de opgave in 2015-2016 beter of slechter is gemaakt dan in de vorige peiling(en).

De 23 opgaven voor Biologie zijn in 2015-2016 ongeveer even goed gemaakt als in 2010.³³ Er zijn drie opgaven beduidend slechter gemaakt dan in 2010, dit waren opgaven over voeding. Aan de leerlingen is gevraagd wat de gevolgen zijn van het eten van veel vet vlees, waarom een dieet van verse groenten, fruit en water onverstandig is en waarom voedingsvezels in fruit belangrijk zijn. Eén opgave is aanzienlijk beter gemaakt dan in 2010: een opgave over de voortplanting van de bruine kikker, waarbij de leerlingen foto's van het voortplantingsproces in de juiste volgorde moesten zetten. De overige opgaven zijn deels iets beter en deels iets slechter gemaakt dan in 2010.

Net als bij Biologie zijn ook de Natuurkunde- en techniekopgaven in 2015-2016 en in 2010 ongeveer even goed gemaakt.³⁴ Er is één opgave duidelijk slechter gemaakt; bij deze opgave werd leerlingen gevraagd aan te geven hoe een pedaalemmer werkt, met een hefboom, katrol of tandwielen. Ook is één opgave beduidend beter gemaakt dan in 2010, namelijk een opgave over warmte-isolatie. De leerlingen moesten aangeven in welke situatie het ijsblokje het minst snel smelt, een ijsblokje in een deksel, in een open jampot of in een afgesloten jampot met een doekje eromheen. De overige opgaven zijn in 2015-2016 vergelijkbaar of iets slechter gemaakt dan in 2010.

De acht opgaven voor Aardrijkskunde zijn over het geheel genomen slechter gemaakt in 2015-2016 dan in 2008.³⁵ Vijf opgaven zijn aanzienlijk slechter gemaakt dan in 2008. Deze opgaven gingen over de positie van de aarde ten opzichte van de zon en natuurverschijnselen zoals seizoenen en dag-/nachtritme. Er is één opgave beduidend beter gemaakt dan in 2008; bij deze opgave moesten leerlingen aangeven op welke plaats op de kaart de oase op de foto zou kunnen liggen. De overige twee opgaven zijn een beetje slechter gemaakt dan in 2008. Omdat de vergelijking tussen 2008 en 2015-2016 voor Aardrijkskunde is gebaseerd op slechts acht opgaven, kunnen we enkel voorzichtige conclusies trekken over de ontwikkeling van de vaardigheid van leerlingen.

De meeste van de 23 ankeropgaven voor Biologie (kerndoel 40, 41) zijn in 2015-2016 ongeveer even goed gemaakt als in 2010. Drie opgaven over voeding zijn beduidend slechter gemaakt, één opgave over voortplanting van de bruine kikker is juist aanzienlijk beter gemaakt in 2015-2016 dan in 2010. Ook de meeste van de 33 ankeropgaven voor Natuurkunde en techniek (kerndoel 42, 44) zijn in 2015-2016 ongeveer even goed gemaakt als in 2010. Eén opgave, over de werking van de pedaalemmer is veel slechter gemaakt en één opgave over warmte-isolatie is juist veel beter gemaakt in 2015-2016 dan in 2010. Van de acht ankeropgaven voor Aardrijkskunde (kerndoel 43, 46) zijn er in 2015-2016 vijf aanzienlijk slechter en slechts één beduidend beter gemaakt dan in 2008. Door het lage aantal ankeropgaven voor Aardrijkskunde kunnen we slechts voorzichtige conclusies trekken over de ontwikkeling van de prestaties op dit domein.

33 Een significant positief effect van .15. Volgens de indeling van Cohen (1988) is dit te classificeren als 'geen effect'.

34 Een significant negatief effect van -.10. Volgens de indeling van Cohen eveneens te classificeren als 'geen effect'.

35 Een significant negatief effect van -.44. Volgens de indeling van Cohen te classificeren als 'een klein effect'.



3 Onderwijsaanbod, prestaties en attitude op voorhoedescholen

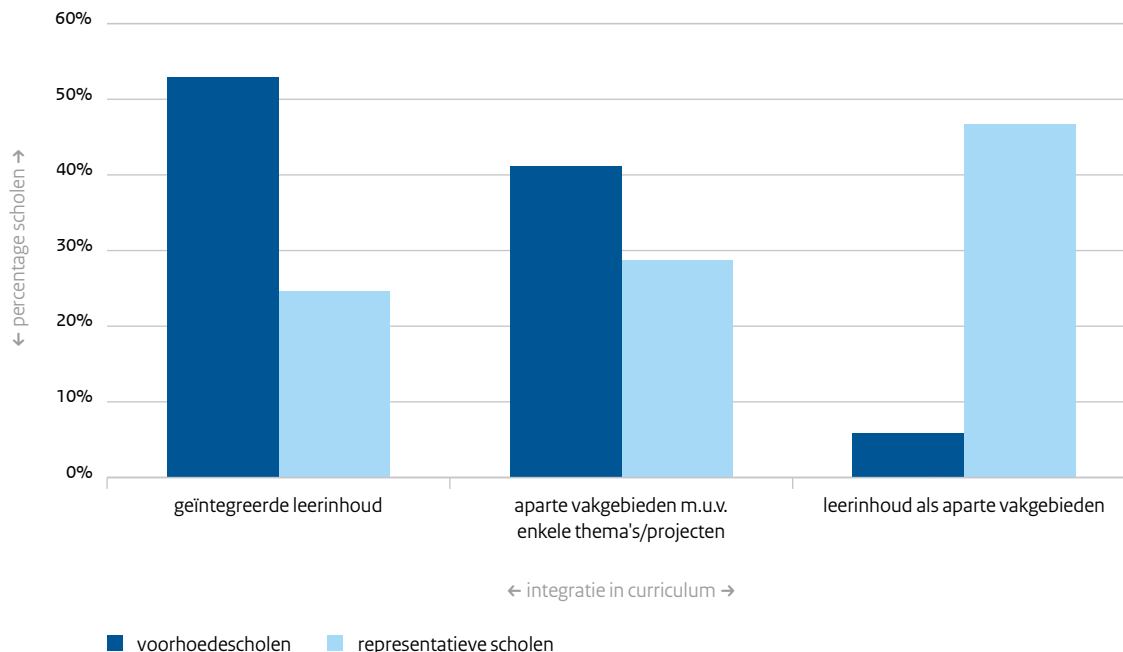
Bij de peiling Natuur en Techniek zijn naast de groep van 130 representatieve scholen ook 20 voorhoedescholen bezocht. Voorhoedescholen zijn scholen waarvan verondersteld mag worden of aangetoond is dat het aangeboden curriculum voor Natuur en Techniek een meerwaarde heeft voor (cognitieve) resultaten op dit vakgebied (Mommers, e.a., 2016). De voorhoedescholen zijn geworven onder deelnemers aan ‘Talentenkracht’, een onderzoeksprogramma van zeven universiteiten gericht op de talenten van leerlingen op het gebied van wetenschap en techniek (zie www.talentenkracht.nl).

Het onderwijsaanbod en de prestaties van de leerlingen zijn op de voorhoedescholen op dezelfde wijze in kaart gebracht als bij de groep scholen die representatief is voor alle scholen in Nederland. Er zijn in het peilingsonderzoek niet veel voorhoedescholen bezocht. Uitschieters in de groep voorhoedescholen hebben daardoor een grotere invloed dan uitschieters in de groep representatieve scholen. Bovendien is de geselecteerde groep voorhoedescholen niet per definitie representatief voor alle voorhoedescholen in Nederland. Daarom is het niet mogelijk om harde uitspraken te doen over absolute verschillen tussen voorhoedescholen en de groep scholen die representatief is voor alle scholen in Nederland. Het onderwijsaanbod en de leerresultaten van de voorhoedescholen worden daarom alleen in beschrijvende zin weergegeven. Als de groep voorhoedescholen bij bepaalde onderwerpen niet opvallend afwijkt van de groep representatieve scholen, rapporteren we in dit hoofdstuk niet over die onderwerpen.

3.1 Onderwijsaanbod op voorhoedescholen

Inbedding in het curriculum – Op de voorhoedescholen is het domein Natuur en Techniek anders geïntegreerd met de domeinen Ruimte (aardrijkskunde) en Tijd (geschiedenis) dan op de representatieve scholen (figuur 3.1). Meer dan de helft van de voorhoedescholen (53%) biedt de leerinhouden voor deze domeinen overwegend geïntegreerd aan, slechts 6 procent biedt deze overwegend als aparte vakgebieden aan. Het resterende deel (41%) kiest de middenweg: de leerinhouden worden overwegend als aparte vakgebieden aangeboden, behalve bij enkele thema's en projecten waarin de leerstof wél geïntegreerd aan de orde komt.

Figuur 3.1 – Integratie Natuur en Techniek met Ruimte en Tijd; vergelijking voorhoede- en representatieve scholen (%) (n voorhoedescholen=17, n representatieve scholen=122)



Het gemiddelde aantal minuten ingeroosterde lestijd per week voor Natuur en Techniek varieert op de voorhoedescholen van 65 (in groep 3) tot 84 (in groep 8). In alle jaargroepen is dat hoger dan op de representatieve scholen, variërend van anderhalf tot bijna twee keer zoveel minuten. Onder de representatieve scholen zijn er enkele die geen lestijd voor Natuur en Techniek inroosteren in de lagere groepen. Op de voorhoedescholen komt dat niet voor.

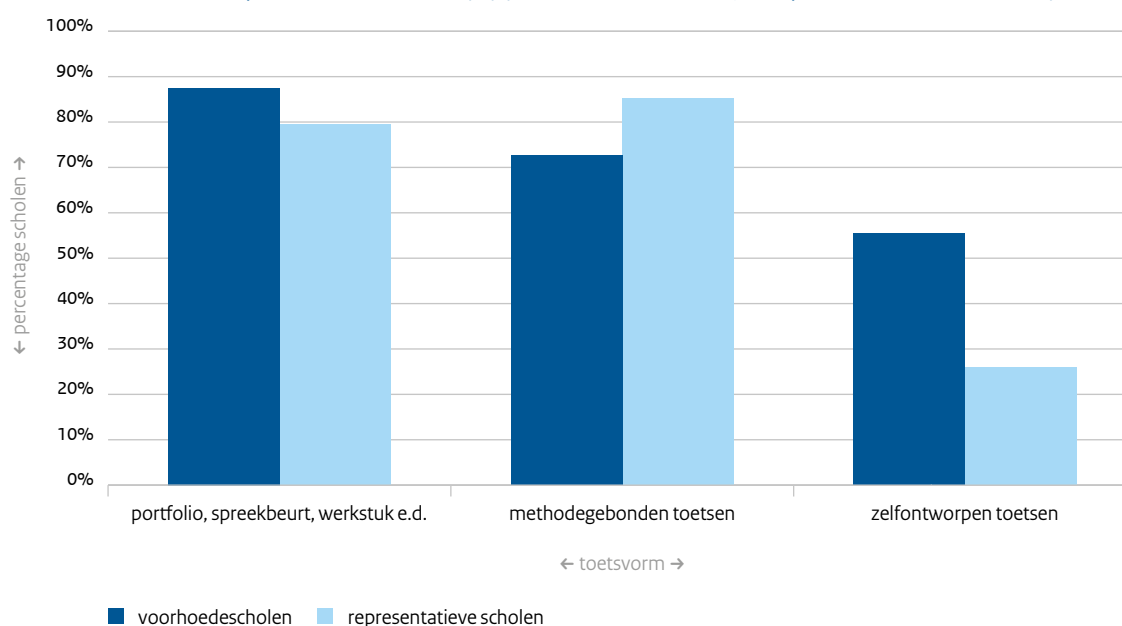
Bij de verdeling van het percentage van de lestijd in groep 7 en 8 dat aan elk van de zeven kerndoelen wordt besteed, valt op dat de voorhoedescholen wat minder aandacht geven aan kerndoel 41 (over de bouw van planten, dieren en mensen) dan op de representatieve scholen (11 tegenover 19%). Iets meer aandacht wordt er op de voorhoedescholen juist besteed aan de kerndoelen 42, 44 en 45; oftewel de kerndoelen rond Natuurkunde en techniek die mede verwijzen naar onderzoeks- en ontwerpvaardigheden. Het verschil met de representatieve scholen loopt op tot 7 procent; dit betreft kerndoel 44 in groep 7 (12 tegenover 19%).

Methodegebruik en volgsystematiek – Terwijl op twee derde deel van de representatieve scholen een bestaande methode voor Natuur en Techniek leidend is voor het onderwijsaanbod Natuur en Techniek in groep 7 en 8, is dat op de voorhoedescholen niet of nauwelijks het geval. Op de meeste voorhoedescholen (circa 65%) zijn thema's of projecten leidend. De resterende groep combineert een bestaande methode met thema's/projecten.

Tegelijkertijd komt het onder de voorhoedescholen ook maar beperkt voor (12%) dat er helemaal geen bestaande methode, maar alleen eigen lesmateriaal voor het onderwijs in Natuur en Techniek wordt gebruikt. Dezelfde methoden die op de representatieve scholen populair zijn in groep 7 en 8, zijn dat ook op de voorhoedescholen. Een uitzondering hierop is de methode 'Wijzer!' (0% van de voorhoedescholen, op de representatieve scholen meer dan 10%).

Alle voorhoedescholen toetsen de vorderingen van hun leerlingen op het gebied van Natuur en Techniek (figuur 3.2). Daarin wijken ze weinig af van de representatieve scholen. Opvallend is wel dat dit op de voorhoedescholen vaker (ook) gebeurt met zelfontworpen toetsen (56 tegenover 26% in de representatieve steekproef).

Figuur 3.2 – Toetsing van N&T-vorderingen naar toetsvorm; vergelijking voorhoedescholen en representatieve scholen (%) (n voorhoedescholen=17, n representatieve scholen=122)



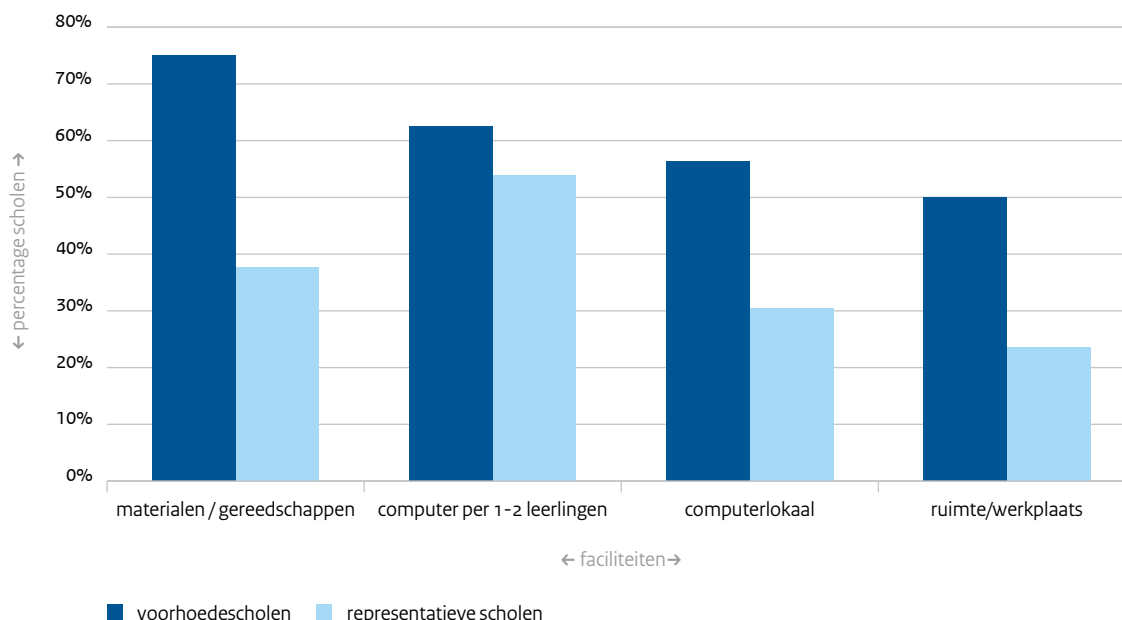
Faciliteiten en ondersteuning – Op de voorhoedescholen zijn wat vaker speciale faciliteiten voor het onderwijs in Natuur en Techniek aanwezig dan op de representatieve scholen (figuur 3.3). In het bijzonder beschikken de voorhoedescholen vaker over moderne materialen en gereedschappen (75 tegenover 38%), over een computerlokaal (56 tegenover 30%) en/of over een aparte ruimte of werkplaats toegerust op onderwijs in Natuur en Techniek (50 tegenover 24%) dan de representatieve scholen.

Alle voorhoedescholen beschikken over een of meer van deze vier faciliteiten, terwijl 22 procent van de representatieve scholen er niet één heeft. De meeste voorhoedescholen (31%) hebben twee van de vier faciliteiten, een kwart heeft ze alle vier. Dat laatste geldt slechts voor 3 procent van de representatieve scholen.

Ook worden op de voorhoedescholen de groepsleerkrachten vaker dan op de representatieve scholen ondersteund door een coördinator en/of werkgroep voor Natuur en Techniek (88 tegenover 31%). Op deze voorhoedescholen betreft het meestal een N&T-coördinator (59%) soms ook een N&T-werkgroep (6%) of een combinatie daarvan (24%).

Op zestien van de twintig voorhoedescholen (80 tegenover 30% van de representatieve scholen) heeft ten minste één leerkracht uit het team in de afgelopen twee jaar bij- of nascholing gevolgd op het gebied van Natuur en Techniek.

Figuur 3.3 – N&T-faciliteiten; vergelijking voorhoedescholen en representatieve scholen (%) (n voorhoedescholen=17, n representatieve scholen=115-121)



De groepsleerkrachten van de voorhoedescholen werken vaker samen met collega's van andere scholen in en aan onderwijs in Natuur en Techniek (59 tegenover 30%) en ook ontvangen ze vaker ondersteuning van een pabo of universiteit (47 tegenover 15%). Alleen het aandeel voorhoedescholen dat de ouders gastlessen Natuur en Techniek laat geven, verschilt nauwelijks van het aandeel bij de representatieve scholen (71 tegenover 68%).

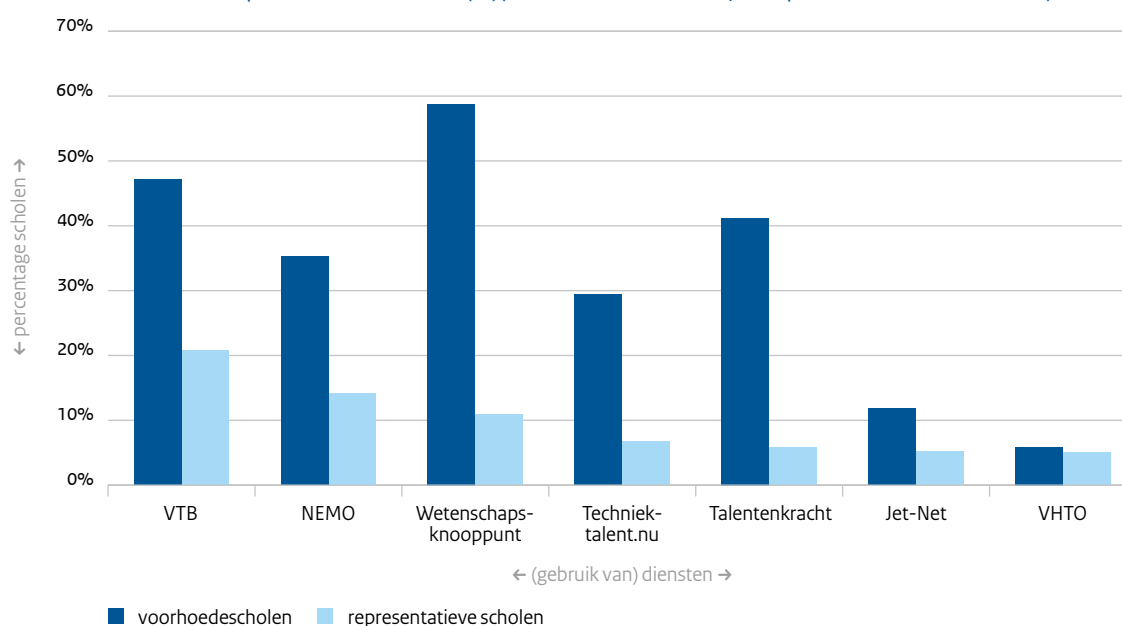
Opleidingskenmerken leerkrachten – Wat opleiding betreft verschillen de leerkrachten van groep 7 en 8 op de voorhoedescholen maar beperkt van die op de representatieve scholen. Zij hebben maar iets vaker in hun vooropleiding specifieke aandacht gekregen voor Natuur en Techniek (30 tegenover 22%) en ook is het aantal leerkrachten dat een aanvullende academische opleiding heeft gevolgd iets groter (18 tegenover 11%). Net als op de representatieve scholen zijn ook op de voorhoedescholen de meeste leerkrachten vrouwen, al is het aandeel mannen op de voorhoedescholen wel iets groter (41 tegenover 35%).

Speciale N&T-activiteiten op en buiten school – De voorhoedescholen namen in het huidige en voorafgaande schooljaar vaker deel aan projecten op het gebied van Natuur en Techniek en maakten vaker gebruik van speciale producten en diensten van externe organisaties voor Natuur en Techniek in het basisonderwijs dan de representatieve scholen (figuur 3.4). Bijna 60 procent van de voorhoedescholen maakte gebruik van de materialen of activiteiten die door een regionaal wetenschapsknooppunt worden aangeboden, en meer dan 40 procent nam deel aan de programma's VTB en Talentenkracht³⁶ van het Platform Bèta Techniek. Ook bezocht 35 procent van de voorhoedescholen het NEMO Science museum of gebruikte lesmateriaal van dit museum. Bijna 30 procent werkte met de diensten en producten van Techiektalent.nu. Ook van de diensten en producten van Jet-Net en VHTO maakten voorhoedescholen meer gebruik dan representatieve scholen. Voor meer informatie over deze diensten en producten, zie ook de voetnoten in paragraaf 1.5.

36 De voorhoedescholen zijn geselecteerd op grond van hun deelname aan Talentenkracht, maar een deel van deze scholen nam hier vóór 2014 aan deel. Vandaar dat het percentage hier niet uitkomt op 100%.

De meeste representatieve scholen maken gebruik van een van de genoemde producten en diensten, de meeste voorhoedescholen van twee. En terwijl op de representatieve scholen ongeveer een derde deel geen enkele van de genoemde producten en diensten gebruikt, geldt dat slechts voor 6 procent van de voorhoedescholen.

Figuur 3.4 – Gebruik van diensten/producten van externe organisaties; vergelijking voorhoedescholen representatieve scholen (%)(n voorhoedescholen=17, n representatieve scholen=120)



Van de voorhoedescholen organiseert 38 procent ook zelf N&T-activiteiten na of buiten de reguliere lestijd, bijvoorbeeld in het kader van de brede school of verlengde schooldag. Het aandeel leerlingen in groep 8 dat daarvan gebruik maakt, ligt hier echter lager dan op de representatieve scholen die dergelijke activiteiten organiseren (8 tegenover 17%). Mogelijk zijn deze activiteiten vooral op jongere leerlingen gericht.

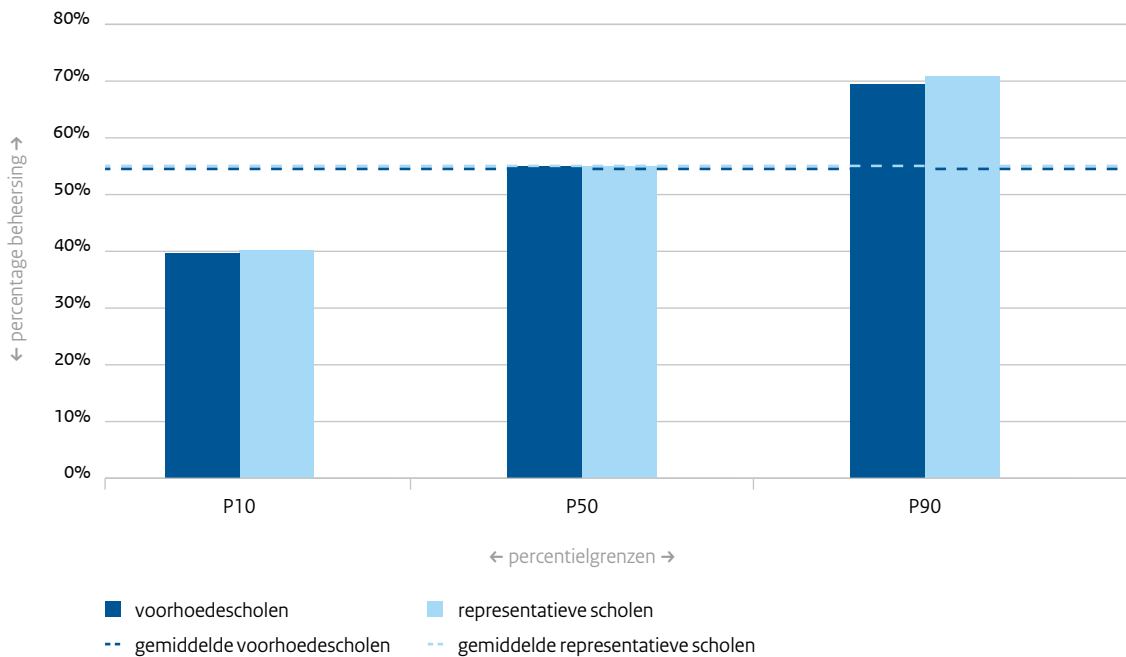
De voorhoedescholen die voor dit onderzoek zijn geselecteerd, hebben in veel opzichten een ander onderwijsaanbod voor Natuur en Techniek dan de representatieve scholen. Deels zijn ze hier ook op geselecteerd. De voorhoedescholen integreren het domein Natuur en Techniek vaker met de domeinen Ruimte en Tijd, roosteren meer lestijd voor Natuur en Techniek in, besteden meer aandacht aan de onderzoeks- en ontwerpvaardigheden (kerndoel 42 en 45), laten vaker thema's en projecten leidend zijn voor het aanbod in Natuur en Techniek, toetsen vaker met zelfontworpen toetsen en beschikken over meer faciliteiten dan de representatieve scholen. Ook hebben voorhoedescholen vaker dan de representatieve scholen een coördinator en/of werkgroep voor Natuur en Techniek en volgde een groter deel van hun leerkrachten bij- of nascholing op dit gebied. Bovendien werken leerkrachten op de voorhoedescholen vaker samen met collega's van andere scholen en ook ontvangen zij vaker ondersteuning van een pabo of universiteit dan de representatieve scholen. Ten slotte maken voorhoedescholen meer gebruik van producten en diensten van externe organisaties en ook organiseren zij vaker buitenschoolse N&T-activiteiten dan representatieve scholen.

3.2 Prestaties en attitude van leerlingen op voorhoedescholen

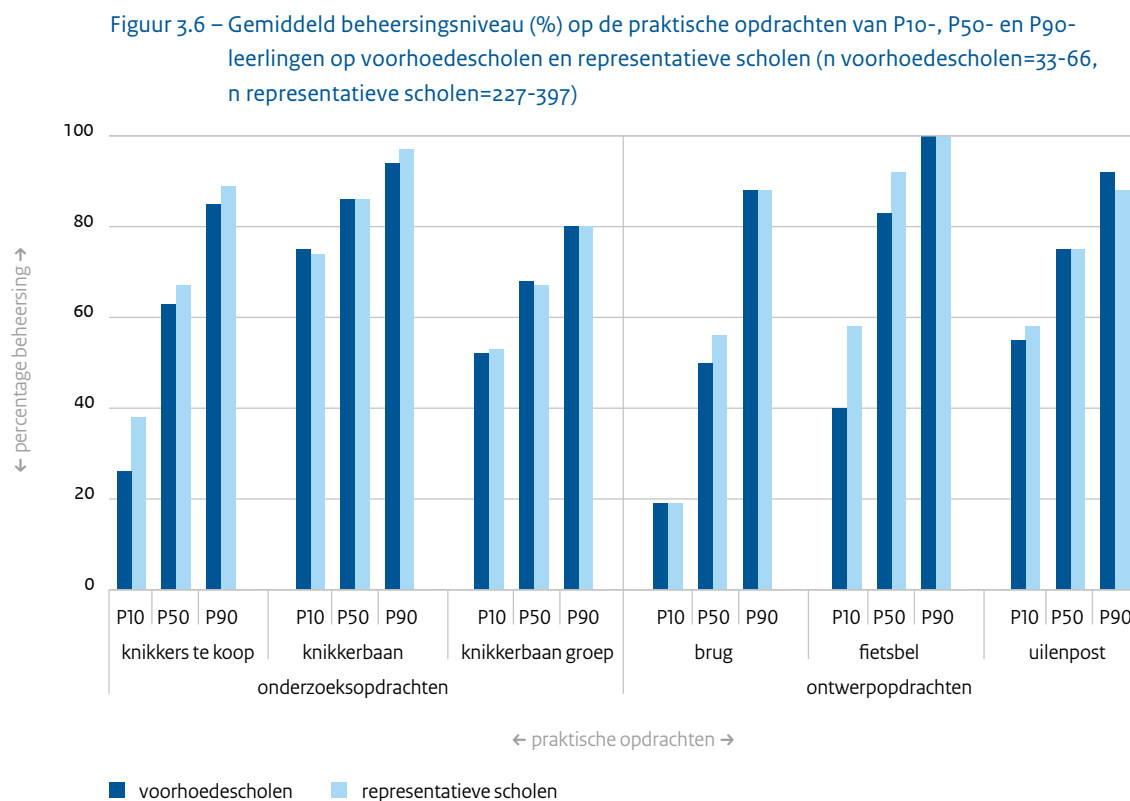
De prestaties en attitude van de leerlingen op voorhoedescholen worden in deze paragraaf vergeleken met die van de leerlingen op de representatieve scholen. Een toetsing van deze verschillen is achterwege gelaten, omdat de twee groepen te ongelijksoortig in aantal zijn en omdat de groep voorhoedescholen in dit onderzoek een niet-representatieve selectie is van alle mogelijke voorhoedescholen. Dit betekent dat de beschreven verschillen tussen de twee groepen scholen niet hoeven te gelden voor alle voorhoedescholen.

Kennistoets – Leerlingen op de voorhoedescholen beheersen gemiddeld 55 procent van de opgaven van de kennistoets voor Natuur en Techniek, en wijken daarmee niet af van de leerlingen op de representatieve scholen. Ook het beheersingsniveau van de laagvaardige, gemiddelde en hoogvaardige leerlingen op de voorhoedescholen is vrijwel gelijk aan dat van deze leerlingen op de representatieve scholen, zie figuur 3.5.

Figuur 3.5 – Gemiddeld beheersingsniveau (%) op de kennistoets op voorhoedescholen en representatieve scholen; gemiddelde, P10-, P50- en P90-leerlingen (n voorhoedescholen=437, n representatieve scholen=2576)



Praktische opdrachten – Leerlingen op de voorhoedescholen hebben allemaal één praktische opdracht uitgevoerd, net als leerlingen op de representatieve scholen. Omdat er in totaal maar twintig voorhoedescholen bij het peilingsonderzoek zijn betrokken, is het totale aantal leerlingen op deze scholen per praktische opdracht relatief klein; variërend van 33 leerlingen (bij de individuele opdracht Knikkerbaan) tot 66 leerlingen (bij de groepsopdracht Uilenpost). Dat maakt het gemeten beheersingsniveau van de leerlingen op de voorhoedescholen minder betrouwbaar. Gegeven deze omstandigheden vergelijken we in figuur 3.6 per praktische opdracht het beheersingsniveau van de laagvaardige, gemiddelde en hoogvaardige leerlingen op de voorhoedescholen en de representatieve scholen met elkaar.



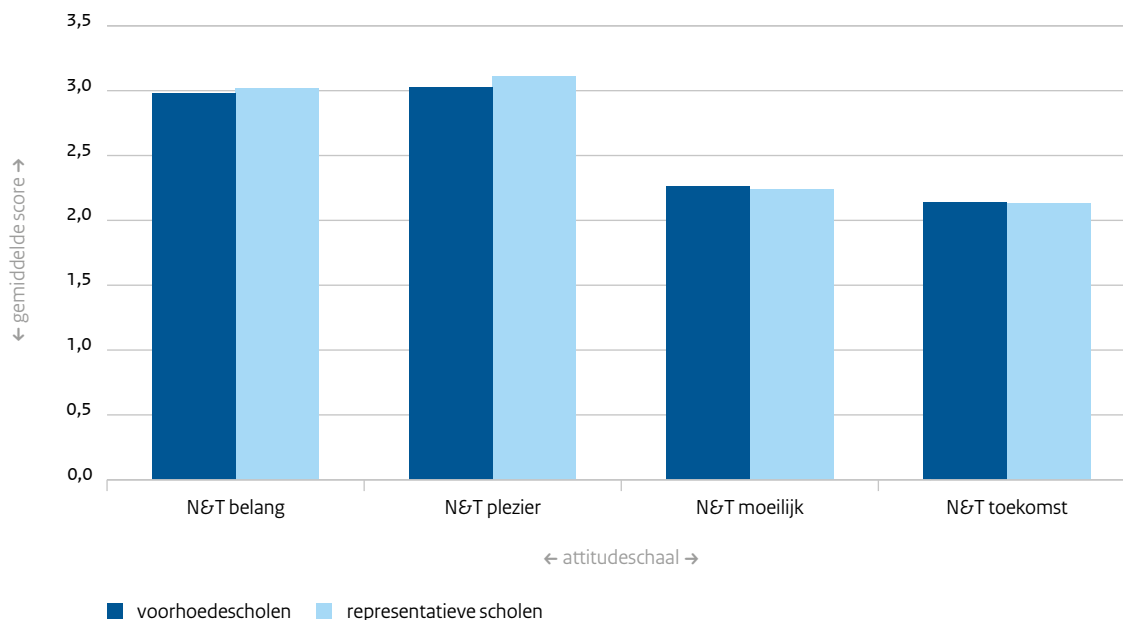
Over het algemeen zijn er bij de praktische opdrachten weinig verschillen te zien tussen het prestatieniveau van de gemiddelde leerlingen (P50) op de voorhoedescholen en de representatieve scholen. Het meest opmerkelijke verschil komt naar voren bij de ontwerpopdracht Fietsbel. Deze wordt door de gemiddelde leerlingen op de voorhoedescholen voor 83 procent beheerst, terwijl dit op de representatieve scholen 92 procent betreft. Ook de ontwerpopdracht Brug gaat bij de gemiddelde leerlingen op de voorhoedescholen iets minder goed dan op de representatieve scholen (50 tegenover 56%). Alle andere verschillen tussen de gemiddelde leerlingen van de beide groepen scholen zijn kleiner.

Ook wat betreft de laagvaardige en hoogvaardige leerlingen op beide groepen scholen zijn de verschillen over het algemeen beperkt. Daar waar ze voorkomen, zijn ze vrijwel altijd in het voordeel van de leerlingen op de representatieve scholen. Zo blijkt dat de laagvaardige leerlingen op de representatieve scholen de onderzoekopdracht Knikkers te koop en de ontwerpopdracht Fietsbel beduidend beter beheersen dan de laagvaardige leerlingen op de voorhoedescholen.

Attitude – Ook de leerlingen op de voorhoedescholen hebben de leerlingvragenlijst ingevuld. Op grond daarvan is bekend hoe belangrijk ze Natuur en Techniek vinden, hoeveel plezier ze hierin hebben, hoe moeilijk ze dit vinden en of ze een toekomst voor zichzelf in Natuur en Techniek overwegen.

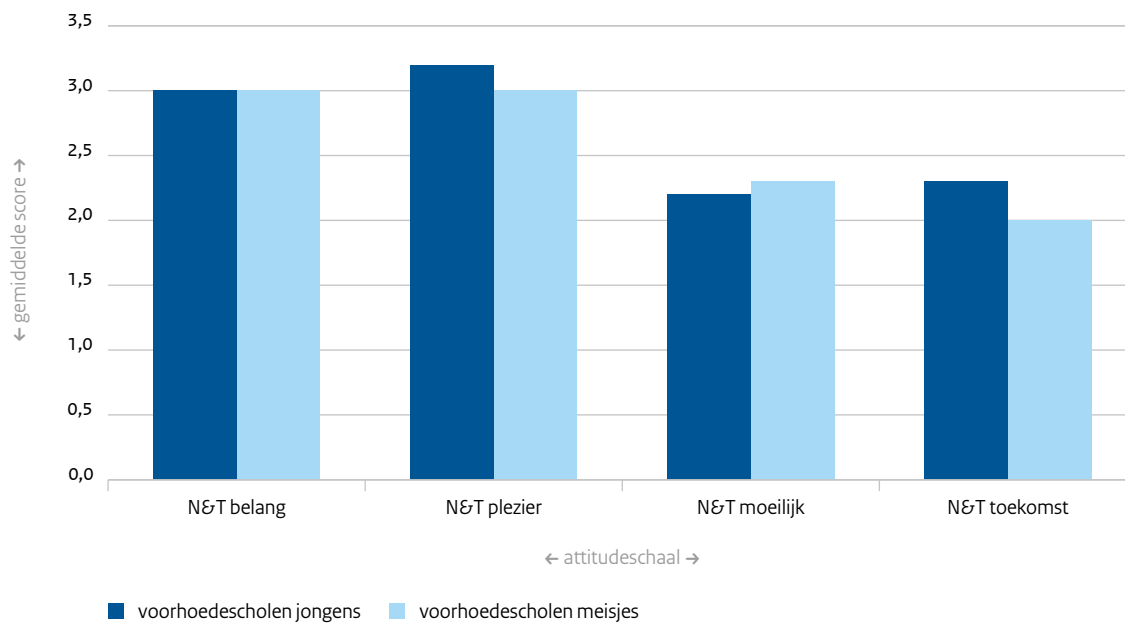
Figuur 3.7 laat de gemiddelde attitude van de leerlingen op de voorhoedescholen en representatieve scholen zien. Zichtbaar wordt dat de gemiddelde attitudes van de leerlingen op de voorhoedescholen slechts beperkt afwijken van die op de representatieve scholen.

Figuur 3.7 – Attitude van leerlingen ten aanzien van Natuur en Techniek (N&T belang, N&T plezier, N&T moeilijk, N&T toekomst; gemiddelde op schaal 1-4) op voorhoedescholen en representatieve scholen (n voorhoedescholen=383-408, n representatieve scholen=2332-2473)



Kijken we naar de verschillen tussen jongens en meisjes op voorhoedescholen (zie figuur 3.8) dan wordt duidelijk dat – net als op de representatieve scholen – er een significant verschil is bij ‘toekomst’: meisjes overwegen minder vaak een opleiding en beroep in Natuur en Techniek dan jongens. Op de overige attitudeschalen (belang, plezier, moeilijk) zijn de verschillen tussen jongens en meisjes op voorhoedescholen niet significant. Op de representatieve scholen is dat anders. Daar rapporteerden jongens significant meer plezier in Natuur en Techniek dan meisjes en vonden jongens Natuur en Techniek ook significant makkelijker dan meisjes. Dat jongens en meisjes op de voorhoedescholen op deze attitudeschalen niet significant verschillen, komt overigens doordat jongens op de voorhoedescholen gemiddeld iets minder plezier hebben in Natuur en Techniek en dit iets moeilijker vinden dan jongens op de representatieve scholen (Mommers, e.a., 2016).

Figuur 3.8 – Attitude van jongens en meisjes ten aanzien van Natuur en Techniek (N&T belang, N&T plezier, N&T moeilijk, N&T toekomst; gemiddelde op schaal 1-4) op voorhoedescholen (n voorhoedescholen=383-408)



Als we de prestaties van leerlingen op de voorhoedescholen vergelijken met die van leerlingen op de representatieve scholen, blijken de verschillen op de kennistoets voor Natuur en Techniek verwaarloosbaar klein. Ook bij de scores op de praktische opdrachten en de attitudes tegenover Natuur en Techniek zijn de verschillen tussen beide groepen beperkt en licht in het nadeel van de leerlingen op de voorhoedescholen. Het maakt voor de prestaties en attitude van de leerlingen dus nauwelijks uit of ze op een van de (voor dit onderzoek geselecteerde) voorhoedescholen zitten of op een representatieve school, ondanks het geconstateerde grote verschil in onderwijsaanbod tussen de voorhoedescholen en de representatieve scholen. Mogelijk zijn andere schoolkenmerken dan het onderwijsaanbod in Natuur en Techniek meer van invloed op het niveau van de leerlingen (zie paragraaf 2.6). Ook kan het zijn dat het aantal onderzochte voorhoedescholen te gering is om prestatie- of attitudeverschillen te kunnen aantonen.

DEEL C

Achtergrond van de peiling





BRKINN
STREETS

Levi's

Veekker

1 Doel en werkwijze van de peiling Natuur en Techniek

1.1 De peiling Natuur en Techniek 2015-2016

Het is voor alle betrokkenen bij het onderwijs belangrijk om zicht te hebben op de resultaten van leerlingen, de ontwikkeling in die resultaten in de loop van de jaren, en de relatie tussen de resultaten en het onderwijsleerproces (bijvoorbeeld onderwijsaanbod, onderwijstijd, didactisch handelen). Dit geldt voor kerndoelen zoals taal en rekenen, maar ook voor de kerndoelen van Natuur en Techniek die in deze peiling aan de orde komen.

De peiling Natuur en Techniek heeft plaatsgevonden in het schooljaar 2015-2016. Het instrumentarium voor de peiling is ontwikkeld door Cito (Cito, 2016). De data voor deze peiling zijn verzameld door voormalig onderzoeksinstituut ITS, Radboud Universiteit en het Expertisecentrum Nederlands (Mommers, e.a., 2016). De dataverzameling heeft plaatsgevonden in de periode tussen eind oktober en begin december 2015. Aan de peiling hebben 150 scholen in Nederland deelgenomen, waarvan een representatieve steekproef van 130 scholen (2.580 leerlingen) en een steekproef van 20 voorhoedescholen³⁷ (437 leerlingen). De rapporten van ITS en EN bevatten een verantwoording van de steekproefopzet en -uitvoering. De verdelingen van de leerlingen en scholen naar achtergrondkenmerken staan in het technisch rapport behorende bij deze rapportage (Inspectie van het Onderwijs, 2017).

Het doel van de peiling Natuur en Techniek was om het niveau te bepalen van de kennis en de vaardigheden op dit gebied van leerlingen in groep 8 van het basisonderwijs. De kerndoelen 40 tot en met 46 (Besluit vernieuwde kerndoelen WPO, 2005) waren het centrale uitgangspunt voor de constructie van het toetsinstrumentarium:

- 40** De leerlingen leren in de eigen omgeving veel voorkomende planten en dieren onderscheiden en benoemen en leren hoe ze functioneren in hun leefomgeving.
- 41** De leerlingen leren over de bouw van planten, dieren en mensen en over de vorm en functie van hun onderdelen.
- 42** De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur.
- 43** De leerlingen leren hoe je weer en klimaat kunt beschrijven met behulp van temperatuur, neerslag en wind.
- 44** De leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik.
- 45** De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren.
- 46** De leerlingen leren dat de positie van de aarde ten opzichte van de zon leidt tot natuurverschijnselen zoals seizoenen en dag-/nachtritme.

³⁷ Voorhoedescholen zijn scholen waarvan verondersteld wordt of aangetoond is dat het aangeboden curriculum voor Natuur en Techniek een meerwaarde heeft voor (cognitieve) resultaten op dit vakgebied. De voorhoedescholen zijn geworven onder deelnemers aan 'Talentenkracht', een onderzoeksprogramma van zeven universiteiten gericht op de talenten van leerlingen op het gebied van wetenschap en techniek (zie www.talentenkracht.nl).

De kerndoelen 40 en 41 hebben betrekking op het domein Biologie, de kerndoelen 43 en 46 op het domein (Natuurkundige) Aardrijkskunde en kerndoel 42, 44 en 45 op het domein Natuurkunde en techniek. Kerndoel 42 verwijst tevens naar vaardigheden in het kader van onderzoeken, kerndoel 45 naar vaardigheden op het gebied van ontwerpen. Beide type vaardigheden gaan gepaard met een nieuwsgierige houding (het houdingsaspect 'willen weten').

1.2 Van domeinbeschrijvingen naar toetsdoelen en instrumentarium

Het toetsinstrumentarium moest een representatief en betrouwbaar beeld opleveren van de leerlingprestaties in groep 8 van het basisonderwijs op de bovengenoemde kerndoelen. Naast de kerndoelen vormde ook de benadering van Wetenschap en technologie zoals beschreven in het Advies Verkenningcommissie Wetenschap en technologie primair onderwijs (2013) en meer specifiek in de domeinbeschrijving 'Wetenschap & technologie bij het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld in het basisonderwijs' (SLO, 2016) een belangrijke basis. Tevens is het leerplankader Wetenschap en technologie (SLO, 2014) als richtinggevend kader gehanteerd. Nadere afbakening en prioritering van het domein heeft plaatsgevonden tijdens een valideringsbijeenkomst.

Het uiteindelijke instrumentarium

Op basis van de kerndoelen 40 tot en met 46, de domeinbeschrijving, het leerplankader Wetenschap en technologie en de valideringsbijeenkomst, is het toetsinstrumentarium voor de peiling Natuur en Techniek ontwikkeld. Naast een instrument voor het meten van kennisaspecten (de kennistoets), zijn ook instrumenten voor het meten van vaardigheden en houding ontwikkeld (de praktische opdrachten en de attitudevragenlijst).

Aanvullende kaders

Bij de toetsconstructie diende de toetsontwikkelaar ook rekening te houden met een aantal aanvullende kaders die vooraf door de Inspectie van het Onderwijs waren gesteld. Zo mocht de afname van het toetsinstrumentarium maximaal anderhalf uur in beslag nemen, om de belasting van scholen te beperken. Tevens diende het instrumentarium deels te bestaan (maximaal 25%) uit ankeropgaven (opgaven die ook bij eerdere peilingen zijn afgenomen), om vergelijking met het verleden mogelijk te maken. De te ontwikkelen opgaven dienden in combinatie met de ankeropgaven uit de eerdere peiling (PPON) de opgavenset te vormen, die in zijn geheel de prestaties op de kerndoelen omvat.

1.3 De instrumenten

Cito heeft, in opdracht van de inspectie, de meetinstrumenten voor deze peiling ontwikkeld. Drie externe deskundigen hebben hun oordeel gegeven over het concept- en definitieve instrumentarium. Gedetailleerde informatie over de instrumentontwikkeling en de kwaliteit van het instrumentarium is na te lezen in de technische rapportage hierover (Cito, 2016). Het instrumentarium van de peiling Natuur en Techniek dat is afgenomen bij de leerling, bestond uit een schriftelijke kennistoets, individuele praktische opdrachten en praktische groepsopdrachten.

De kennistoets

De kennis op het gebied van Natuur en Techniek is door middel van een klassikale kennistoets gemeten. De opgaven waren afkomstig uit een opgavenbank bestaande uit 180 opgaven, waaronder een aantal ankeropgaven uit eerdere peilingen voor Biologie (2010), Natuurkunde en techniek (2010) en Aardrijkskunde (2008). Met de opgaven zijn 14 verschillende toetsversies gemaakt die inhoudelijk overlappen en elk

uit 25 of 26 meerkeuzevragen plus enkele open vragen bestonden. Met de kennistoets is kennis over alle kerndoelen voor Natuur en Techniek (zie paragraaf 4.1) in kaart gebracht, behalve kerndoel 45.

Praktische opdrachten

Met de praktische opdrachten zijn de onderzoeksvaardigheden (kerndoel 42) en de ontwerpvaardigheden (kerndoel 45) van de leerlingen gemeten. Er waren zes individuele praktische opdrachten en twee groepsopdrachten. De groepsopdrachten werden uitgevoerd door een groepje van drie leerlingen van hetzelfde geslacht, die varieerden in gemiddeld prestatieniveau (laag, midden en hoog). De opdrachten werden begeleid door externe toetsleiders, die ook de prestaties scoorden en waar nodig hulp verleenden als leerlingen vastliepen. Ook de verleende hulp werd geregistreerd en bepaalde mede de eindscore van de leerlingen.

Elke deelnemende leerling heeft één praktische opdracht uitgevoerd; zo veel mogelijk (afhankelijk van het totale aantal leerlingen in groep 8) zijn op elke school alle acht praktische opdrachten uitgevoerd. Achteraf bleken twee van de acht praktische opdrachten onvoldoende interne consistentie (Cronbach's Alpha < .65) te vertonen. De scores op deze opdrachten zijn in dit rapport achterwege gelaten. Het betrof de individuele opdrachten Bibberspel (testen en aanpassen van een ontwerp) en Kopje onder (formuleren van een hypothese en trekken van een conclusie).

De resterende zes opdrachten bestaan uit drie onderzoeksoopdrachten (kerndoel 42) en drie ontwerp-opdrachten (kerndoel 45). In beide categorieën gaat het om één groepsopdracht en twee individuele opdrachten (zie ook paragraaf 2.2). Na afloop van iedere opdracht beantwoordden de leerlingen vragen, waarmee ze zichzelf beoordeelden op een vierpuntsschaal met betrekking tot de vaardigheden die met de praktische opdracht werden gemeten.³⁸ Voor meer informatie over het toetsinstrumentarium, inclusief de psychometrische kwaliteit, verwijzen we naar het technisch rapport van Cito (2016).

Vragenlijsten voor leerlingen en schoolleiders

Om de resultaten van het peilingsonderzoek beter te kunnen interpreteren en verklaren, hebben zowel de leerlingen van groep 8 als de schoolleiders een schriftelijke vragenlijst ingevuld. Deze vragenlijsten zijn ontwikkeld door het voormalige ITS, verbonden aan de Radboud Universiteit (Mommers, e.a., 2016). De vragenlijst voor de leerlingen bevatte onder meer vragen over hun houding ten aanzien van Natuur en Techniek. In totaal zijn twaalf stellingen voorgelegd, die zijn verwerkt tot de scores op vier schalen: algemeen belang ('Natuur en Techniek zorgen ervoor dat het leven van mensen verbetert'), plezier ('Ik vind het leuk om te leren over Natuur en Techniek'), moeilijkheid ('Ik vind Natuur en Techniek moeilijk') en toekomst ('Ik wil later graag een baan in Natuur en Techniek'). Ook waren er vragen over de vrijetijdsbesteding van de leerlingen, in het bijzonder het ondernemen van activiteiten rondom Natuur en Techniek (o.a. bezoek aan museum op het gebied van Natuur en Techniek, spelen met technisch speelgoed, knutselen met materialen, boeken of tijdschriften over Natuur en Techniek lezen) en de frequentie daarvan. Ook zijn enkele achtergrondkenmerken van de leerling in kaart gebracht.

In de schoolvragenlijst kwamen vragen aan de orde over het onderwijsaanbod op de school voor het domein van Natuur en Techniek (o.a. curriculum, methodegebruik, beschikbare faciliteiten, buitenschoolse activiteiten) en over de kenmerken van de leerkrachten in groep 7 en 8. Voor meer informatie over de vragenlijsten, verwijzen we naar het technisch rapport van ITS (Mommers, e.a., 2016).

³⁸ Over deze zelfbeoordelingen is in deze publicatie niet gerapporteerd. Zie Cito, 2016.

Literatuurlijst

- Advies Verkenningscommissie wetenschap en technologie primair onderwijs (2013). Geraadpleegd op <https://www.platformbetatechniek.nl/media/files/publicaties/AdviesWenT.pdf>
- Belfi, B., Levels, M., & Velden, R. van der. (Red.). (2015). *De jongens tegen de meisjes: Een onderzoek naar verklaringen voor verschillen in studiesucces van jongensen meisjes in mbo, hbo en wo*. Maastricht: Researchcentrum voor Onderwijs en Arbeidsmarkt.
- Cito (2016). *Natuur en techniek. Technisch rapport over resultaten Peil. onderwijs in 2015*. Arnhem: Cito.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Science (second ed.)*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Greven, J., & Letschert, J. (2006). *Kerndoelen Primair Onderwijs*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.
- Inspectie van het Onderwijs (2017). *Technisch Rapport. Peiling Natuur en Techniek*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.
- Kennisnet (2015). *Vier in balans-monitor 2015. Inzet en opbrengsten van ict in het onderwijs*. Zoetermeer: Stichting Kennisnet.
- Kneepkens, B., van der Schoot, F. & Hemker, B. (2011). *Balans van het natuurkunde- en techniekonderwijs aan het einde van de basisschool 4. Uitkomsten van de vierde peiling in 2010*. Arnhem: Cito.
- Mommers, A., van Langen, A., Mulder, L., Netten, A. & Lamers, I. (2016). *Peilingsonderzoek Natuur & techniek. Rapportage school- en leerlingvragenlijst*. Nijmegen: ITS / Expertisecentrum Nederlands.
- Notté, H., van der Schoot, F. & Hemker, B. (2010). *Balans van het aardrijkskundeonderwijs aan het einde van de basisschool 4. Uitkomsten van de vierde peiling in 2008*. Arnhem: Cito.
- Roelofs, E. (2016). *Effecten van hulp bij het toetsen van ontwerp- en onderzoeksvaardigheden. Ontwerp, gebruik en resultaten van dynamische toetsen in de context van een peilingsonderzoek Natuur en Techniek*. Arnhem: Cito.
- SLO (2014). *Wetenschap en technologie in het basis- en speciaal onderwijs. Richtinggevend leerplankader bij het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld*. Enschede: SLO.
- SLO (2016). *Wetenschap & technologie bij het leergebied OJW in het basisonderwijs: Domeinbeschrijving ten behoeve van peilingsonderzoek*. Enschede: SLO.
- Thijssen, J., van der Schoot, F. & Hemker, B. (2011). *Balans van het biologieonderwijs aan het einde van de basisschool 4. Uitkomsten van de vierde peiling in 2010*. Arnhem: Cito.
- Wel, J. van der & Krooneman, P. (2014). *Het perspectief voor het W&T-onderwijs: Onderzoek onder voormalige VTB-scholen*. Amsterdam: Regioplan.



Inspectie van het Onderwijs
Postbus 2730 | 3500 GS Utrecht
www.onderwijsinspectie.nl

© *Inspectie van het Onderwijs* | mei 2017