

**BALANS VAN HET
NATUURKUNDE-EN TECHNIEKONDERWIJS
AAN HET EINDE VAN DE BASISCHOOL 3**
Uitkomsten van de derde peiling in 2002

José Thijssen
Frank van der Schoot
Norman Verhelst
Bas Hemker

Citogroep Instituut voor Toetsontwikkeling

Wereldoriëntatie

SAMENVATTING

In 2002 is het derde peilingsonderzoek voor natuurkunde uitgevoerd. Als afzonderlijk leergebied is daaraan het leergebied Techniek toegevoegd. Natuurkunde en Techniek zijn nu geëvalueerd op basis van een nieuwe domeinbeschrijving, ontwikkeld binnen het model van de cultuurpedagogische discussie. De peiling omvatte een inventarisatie van enkele aspecten van het onderwijsaanbod voor natuurkunde en techniek en de evaluatie van de leeropbrengsten voor deze leergebieden. De belangrijkste conclusies van het onderzoek zijn hieronder weergegeven.

Weinig aandacht voor Natuurkunde, nog minder voor Techniek Iets minder dan de helft van de leraren in de jaargroepen 6, 7 en 8 zegt regelmatig aandacht te besteden aan Natuurkunde. De gemiddelde lestijd is dan 45 minuten per week, maar het is de vraag of deze leraren wel een onderscheid hebben gemaakt tussen biologie en natuurkunde. Ongeveer eenderde van de leraren besteedt incidenteel aandacht aan natuurkunde en de gemiddelde tijdinschatting is voor deze groep ongeveer een uur per maand.

In jaargroep 8 besteedt 12% van de ondervraagde leraren regelmatig aandacht aan techniekonderwijs (20 tot 25 minuten per week), in de jaargroepen 6 en 7 ongeveer 4% van de leraren. Ongeveer de helft van de leraren zegt aan Techniek (vrijwel) geen aandacht te besteden.

paragraaf 3.1 | pagina 32

Nauwelijks sprake van methodegebruik voor techniekonderwijs Ongeveer 75% van de leraren maakt voor natuurkundeonderwijs gebruik van een methode. Alleen de oude en nieuwe edities van de methoden *Leefwereld* en *Natuurlijk!* worden dan door meer dan 5% van de ondervraagde leraren genoemd.

Voor techniekonderwijs is er nauwelijks sprake van methodegebruik: slechts 16% tot 18% van de leraren zegt daarvoor een methode te gebruiken. Er worden vervolgens maar liefst meer dan 18 verschillende schooluitgaven genoemd.

paragraaf 3.2 | pagina 33

Marginale dekking van de kerndoelen in het onderwijsaanbod

De beperkte tijd die aan natuurkunde wordt besteed, heeft als te verwachten consequentie dat de kerndoelen slechts marginaal worden gedekt. Minder dan de helft van de ondervraagde leraren besteedt 'echt' aandacht aan natuurkundige thema's als *licht en kleur*, *zinken, zweven en drijven*, *lucht en geluid*. Aan het thema *energie* besteedt meer dan 50% van de leraren in de jaargroepen 6, 7 en 8 'echt' aandacht, het thema *elektriciteit* wordt alleen in jaargroep 7 en 8 door de meerderheid van de leraren 'echt' aan de orde gesteld en alleen in jaargroep 8 besteedt de meerderheid van de leraren 'echt' aandacht aan het thema *magnetisme*.

Aan techniek gerelateerde thema's als *constructies*, *overbrengingen* en *besturingen* besteedt hooguit 30% van de ondervraagde leraren 'echt' aandacht, terwijl – afhankelijk van de jaargroep – 20% tot 40% zegt aan deze thema's geen aandacht te besteden.

paragraaf 3.3 | pagina 34

Specifieke activiteiten Uiteraard ook weer gerelateerd aan de relatief beperkte aandacht voor natuurkunde en techniek in de bovenbouw van het basisonderwijs, vinden specifieke activiteiten slechts op beperkte schaal plaats. Alleen activiteiten als het doen van natuurkundeproefjes en het gebruik van tv/videoregistraties worden door een krappe meerderheid van de leraren toegepast.

Ongeveer eenderde van de leraren vermeldt dat zichzelf en/of de leerlingen gebruik maken van internet voor informatie over natuurkundeonderwerpen. Een typerende activiteit voor techniek als het ontwerpen en maken van een product wordt met name in jaargroep 8 (43%) door relatief veel leraren aangeboden.

paragraaf 3.4 | pagina 38

Natuurkunde: overladen onderwijsprogramma hindert leraren nog het meest Zo'n 90% van de leraren in de verschillende jaargroepen heeft te kennen gegeven dat de overladenheid van het onderwijsprogramma hen soms of vaak verhindert om voldoende tijd aan natuurkunde te kunnen besteden. Een vergelijkbaar percentage zegt ook niet over geschikt materiaal voor natuurkundeproefjes te kunnen beschikken. Ongeveer de helft van de leraren zegt ook dat het hen soms aan voldoende deskundigheid ontbreekt om goed natuurkundeonderwijs te kunnen geven, terwijl tweederde van de leraren aangeeft onvoldoende tijd te hebben om de natuurkundelessen goed te kunnen voorbereiden.

paragraaf 3.4 | pagina 39



Techniekonderwijs: problemen lijken groter Minstens 50% van de leraren in de verschillende groepen geeft aan dat de overladenheid van het onderwijsprogramma hen vaak verhindert om voldoende tijd aan techniek te besteden en 60% tot 70% beschikt over te weinig materialen voor goed techniekonderwijs. De meerderheid is van oordeel dat de kosten voor de aanschaf van materialen te hoog zijn. Ongeveer driekwart van de ondervraagde leraren vindt ook dat zij zelf soms of vaak over te weinig deskundigheid beschikken om goed techniekonderwijs te kunnen geven en onvoldoende tijd hebben om technieklessen goed voor te bereiden. Veel leraren vinden ook dat goed techniekonderwijs om extra menskracht in de klas vraagt en die ontbreekt.

paragraaf 3.4 | pagina 39

Meer dan 50% bereikt standaard Voldoende voor Natuurkunde Ondanks het feit dat het onderwijsaanbod voor Natuurkunde beperkt is, bereikt meer dan 50% van de leerlingen de standaard Voldoende voor Natuurkunde en iets meer dan 90% bereikt de standaard Minimum. Daarmee komt het onderwijs in belangrijke mate tegemoet aan de door experts vastgestelde niveaus van gewenste beheersing. Er zijn afhankelijk van formatiegewicht en geslacht overigens grote verschillen in de mate waarin leerlingen deze standaarden bereiken. Met een brede opgavenverzameling illustreren we het gewenste kennis- en vaardigheidsniveau voor de beide standaarden.

paragraaf 4.1 | pagina 42

Te weinig leerlingen bereiken de standaard Voldoende voor Techniek Afgaande op de mediaan van de oordelen van de experts bereikt slechts 34% van de leerlingen de standaard Voldoende en 84% de standaard Minimum voor het schriftelijke onderdeel van Techniek. Te weinig leerlingen bereiken daarmee het gewenste kennis- en vaardigheidsniveau. Afhankelijk van formatiegewicht en geslacht zijn er weer grote verschillen in vaardigheid tussen leerlingen. Ook bij Techniek illustreren we de gewenste niveaus met een brede opgavenverzameling.

paragraaf 4.2 | pagina 62

Samenhang tussen de vaardigheden Uit het onderzoek blijkt een grote mate van samenhang tussen de prestaties van de leerlingen op de schriftelijke onderdelen voor Natuurkunde en Techniek. Beide onderdelen vertonen ook een positieve samenhang met de prestaties van de leerlingen op het praktische onderdeel voor Techniek, maar deze relaties zijn minder sterk. Het zou een aanwijzing kunnen zijn voor het feit dat met de praktische vaardigheidstoets toch (ook) andere vaardigheden worden getoetst dan met de schriftelijke vragen.

paragraaf 4.3 | pagina 89

Geen invloed van formatiegewicht bij praktische deel voor Techniek, echter wel bij schriftelijke opdrachten en vragen De prestaties van de leerlingen met verschillend formatiegewicht vertonen op het praktische vaardigheidsdeel voor Techniek slechts kleine verschillen. Op de schriftelijke onderdelen voor zowel Natuurkunde als Techniek zijn er wel duidelijke verschillen afhankelijk van het formatiegewicht: 1.25-leerlingen hebben dan een 'matige' achterstand ten opzichte van 1.00-leerlingen, terwijl de achterstand van 1.90-leerlingen ten opzichte van 1.00-leerlingen aanzienlijk is en ook ten opzichte van 1.25-leerlingen groot genoemd kan worden.

paragraaf 5.2 | pagina 93

Jongens beter dan meisjes Jongens bereiken op alle drie de onderdelen betere prestaties dan meisjes. Het verschil tussen jongens en meisjes is vooral groot bij het schriftelijke deel voor Techniek, maar ook bij het praktische deel zijn de prestaties van jongens duidelijk beter dan die van meisjes.

paragraaf 5.3 | pagina 96

Vertraagde leerlingen op achterstand De prestaties van leerlingen die in hun schoolloopbaan vertraging hebben opgelopen zijn op alle drie de onderdelen duidelijk minder goed dan die van hun reguliere klasgenoten.

paragraaf 5.3 | pagina 96

Prestaties voor Natuurkunde vergelijkbaar met 1995 en 1991 De uitgebreide en afzonderlijke aandacht voor Techniek in dit peilingsonderzoek is nieuw. Het onderdeel Natuurkunde is wel in eerder peilingsonderzoek geëvalueerd. De prestaties van de leerlingen op dit onderdeel onderscheiden zich niet van die van de leerlingen in 1995. Eerder constateerden we dat de prestaties van leerlingen in 1995 vrijwel overeenkomen met die van leerlingen in 1991, zodat we concluderen dat er geen verschuivingen zijn opgetreden in kennis en vaardigheden van leerlingen op het gebied van Natuurkunde in het afgelopen decennium.

paragraaf 5.3 | pagina 96



INHOUD

Samenvatting	pagina 2
Inleiding	pagina 8
1 Domeinbeschrijving voor Natuurkunde en Techniek einde basisonderwijs	pagina 12
1.1 Een cultuurpedagogische discussie als basis	pagina 12
1.2 Het domein Natuurkunde en Techniek	pagina 14
1.3 De relatie tussen de domeinbeschrijving en de kerndoelen basisonderwijs	pagina 15
2 Het peilingsonderzoek	pagina 20
2.1 De peilingsinstrumenten	pagina 20
2.2 Steekproeven van scholen en leerlingen	pagina 22
2.3 De uitvoering van het onderzoek	pagina 25
2.4 Het standaardonderzoek	pagina 25
2.5 De rapportage van de resultaten	pagina 29
3 Het onderwijsaanbod voor Natuurkunde en Techniek	pagina 32
3.1 Organisatorische aspecten van het natuurkunde- en techniekonderwijs	pagina 32
3.2 Het gebruik van methoden voor natuurkunde- en techniekonderwijs	pagina 33
3.3 Aandacht voor onderwerpen uit het domein Natuurkunde en Techniek	pagina 34
3.4 Activiteiten en problemen	pagina 37
4 Kennis en vaardigheden van leerlingen	pagina 42
4.1 Natuurkunde	pagina 42
4.2 Techniek: schriftelijke vragen	pagina 62
4.3 Praktische opdrachten voor Techniek	pagina 79
5 Verschillen tussen leerlingen	pagina 92
5.1 Inleiding	pagina 92
5.2 Het effect van formatiegewicht en stratum	pagina 93
5.3 Het effect van geslacht, leertijd en afnamejaar	pagina 96
Bijlagen	
1 Toelichting bij de afbeeldingen	pagina 100
2 Psychometrische eigenschappen van de vaardigheidschalen voor Natuurkunde en Techniek	pagina 106
3 Foto's en illustraties	pagina 108
Literatuur	pagina 110



INLEIDING

In 1986 is in opdracht van de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen het project Periodieke Peiling van het Onderwijsniveau (PPON) gestart. Het belangrijkste doel van het project is periodiek gegevens te verzamelen over het onderwijsaanbod en de onderwijsresultaten in het basisonderwijs en het speciaal basisonderwijs. Deze onderzoeksresultaten bieden een empirische basis voor de algemene maatschappelijke discussie over de inhoud en het niveau van het onderwijs. Het onderzoek richt zich op drie vragen:

- Waaruit bestaat het onderwijsaanbod in een bepaald leer- en vormingsgebied?
- Welke resultaten in termen van kennis, inzicht en vaardigheden zijn er gerealiseerd?
- Welke veranderingen of ontwikkelingen in aanbod en opbrengst zijn er in de loop van de tijd te traceren?

Peilingsonderzoek is een van de instrumenten van de overheid voor de externe kwaliteitsbewaking van het onderwijs (Netelenbos, 1995). Maar daarnaast zijn de resultaten van peilingsonderzoek van belang voor allen – onderwijsorganisaties, onderzoekers en ontwikkelaars van methoden, onderwijsbegeleiders en lerarenopleiders, leraren basisonderwijs en ouders – die betrokken zijn bij de discussie over en de vormgeving van het onderwijs in de basisschool.

In de periode mei/juni 2002 is in jaargroep 8 van het basisonderwijs het derde peilingsonderzoek voor natuurkunde en techniek uitgevoerd. In het verleden zijn de peilingsresultaten voor de verschillende domeinen van het leergebied Oriëntatie op mens en wereld in een gezamenlijke publicatie gepresenteerd. In de aanloop naar deze derde peiling is op uitgebreide schaal aandacht besteed aan de ontwikkeling van nieuwe domeinbeschrijvingen voor de verschillende domeinen op basis van het model van de cultuurpedagogische discussie (zie hoofdstuk 1). Dat is de aanleiding geweest om nu meer gedetailleerd aandacht te schenken aan de onderwijsopbrengsten in de verschillende domeinen en daarover in afzonderlijke balansen te rapporteren.

Deze balans rapporteert over de kennis en inzichten van leerlingen betreffende de onderwerpen van het domein Natuurkunde en Techniek. Mede naar aanleiding van recente ontwikkelingen omtrent techniek in het basisonderwijs is in dit onderzoek afzonderlijk en uitgebreid aandacht besteed aan techniek. Ook praktische opdrachten voor techniek zijn nu in het onderzoek opgenomen.

De balans begint met een beschrijving van het domein Natuurkunde en Techniek. In het kort beschrijven we vervolgens in hoofdstuk 2 de belangrijkste aspecten van het onderzoek zelf. De resultaten van de inventarisatie van het onderwijsaanbod rapporteren we in hoofdstuk 3. De resultaten van de leerlingen op de verschillende onderwerpen zijn beschreven in hoofdstuk 4. Het laatste hoofdstuk rapporteert over verschillen tussen leerlingen. We beschrijven de effecten van verschillende achtergrondkenmerken van leerlingen op hun kennis van en inzicht in de onderwerpen binnen het domein Natuurkunde en Techniek.

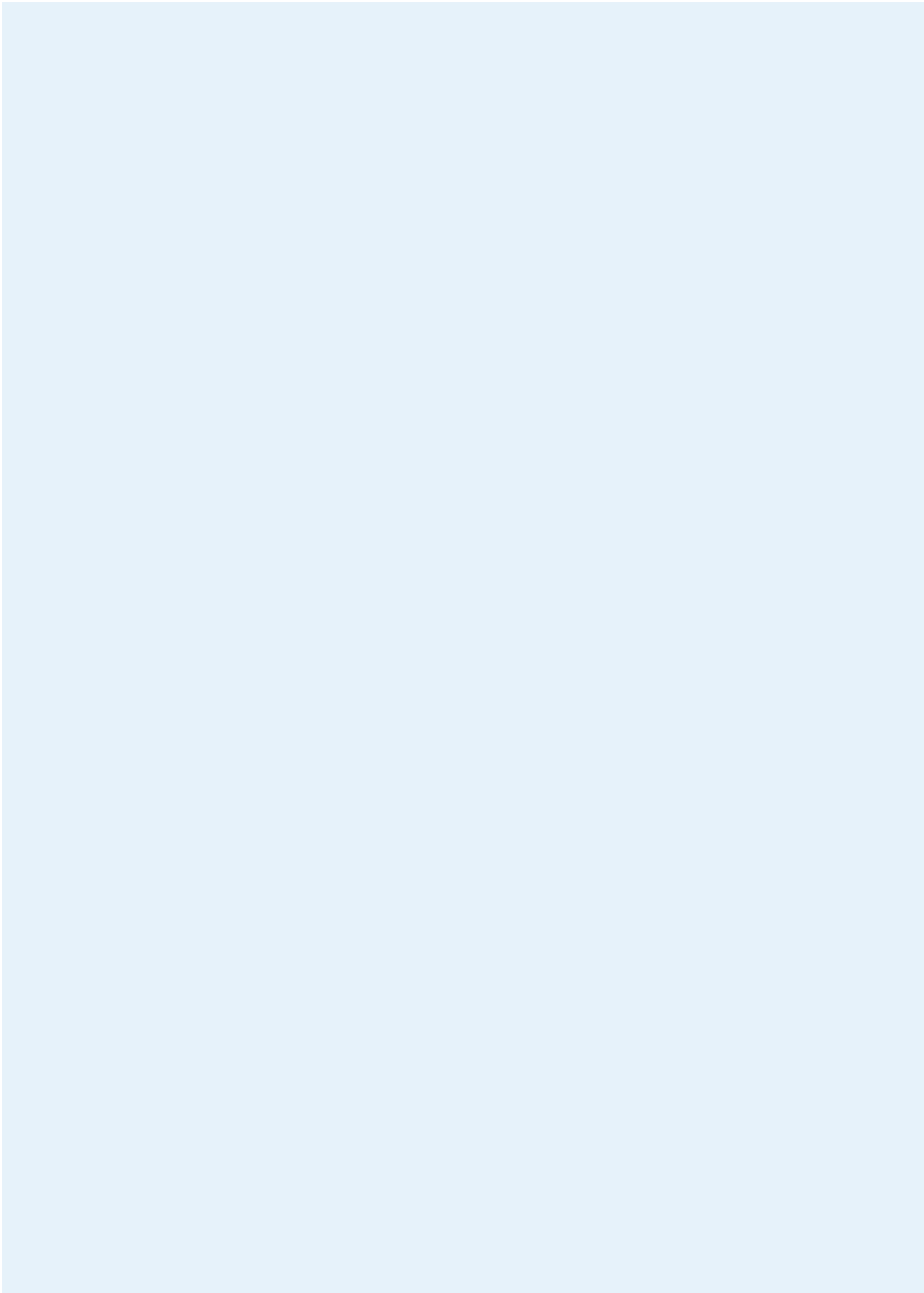
De resultaten van de leerlingen beschrijven we aan de hand van relatief complexe figuren. In bijlage 1 geven we daarom een uitvoerige toelichting op de opbouw van deze figuren. De figuren zijn complex doordat ze informatie over de moeilijkheidsgraad van opgaven, over de vaardigheidsverdeling in de

leerlingpopulatie, over de standaarden en over de vaardigheidsverdelingen in diverse deelpopulaties in samenhang laten zien.

Tot slot vermeldt bijlage 2 een aantal psychometrische eigenschappen van de voor de rapportage gebruikte vaardigheidsschalen.

Frank van der Schoot





DOMEINBESCHRIJVING VOOR NATUURKUNDE EN TECHNIEK EINDE BASISONDERWIJS

HOOFDSTUK I

Hoofdstuk I



I DOMEINBESCHRIJVING VOOR NATUURKUNDE EN TECHNIEK EINDE BASISONDERWIJS

De domeinbeschrijving vormt de basis voor de ontwikkeling van instrumenten om kennis en vaardigheden van leerlingen van een leergebied te meten. Zij bestaat uit een structurele beschrijving van het leergebied in de vorm van een geordende lijst van leerinhouden en is tot stand gekomen volgens de methode van de cultuurpedagogische discussie.

I.1 EEN CULTUURPEDAGOGISCHE DISCUSSIE ALS BASIS

De domeinbeschrijving voor het peilingsonderzoek natuurkunde en techniek in 2002 is op een andere manier tot stand gekomen dan de domeinbeschrijvingen voor de peilingsonderzoeken van 1991 (Cappers, Notté, Wagenaar, 1991; Van Weerden, 1993) en 1995 (Cappers, Notté & Wagenaar, 1995; Wijnstra, 1999). De procedure die destijds gevolgd is, kwam voort uit praktische overwegingen. Er was geen goed didactisch kader om het belang van bepaalde leerstof te beoordelen en de kerndoelen waren voor dit doel afwezig of te globaal. De eerste domeinbeschrijvingen bestonden voornamelijk uit een opsomming van de inhouden van de destijds gebruikte leerboeken, aangevuld met enkele nieuwe inhouden die nog niet of nauwelijks in methoden voorkwamen, maar wel wenselijk geacht werden door vakdidactici. Met name op de inhoud die uit leerboeken was overgenomen, kwam van de zijde van vakexperts en didactici nogal wat kritiek. Veel inhouden werden ongeschikt geacht voor kinderen, als te detaillistisch bestempeld of als onvoldoende samenhangend beschouwd (Van Weerden, 1993). Met deze kritiek werd in feite een vraagteken geplaatst bij de inhoudsvaliditeit van de eerste twee peilingen. Om deze kritiek te ondervangen is voor de totstandkoming van de domeinbeschrijving voor het peilingsonderzoek van 2002 een andere werkwijze gevolgd. Deze domeinbeschrijving is ontwikkeld volgens de methode van de cultuurpedagogische discussie (Imelman & Tolsma, 1987; Wagenaar, 1994).

Het cultuurpedagogisch denken sluit aan bij de gedachte dat het de taak is van opvoeding en onderwijs om kinderen in te leiden in de cultuur in de brede betekenis van het woord. Alleen dan kunnen zij op den duur onder eigen verantwoording deelnemen aan de samenleving met haar regels, tradities en instituties op sociaal, economisch, godsdienstig, kunstzinnig terrein. Een leerplan voor het algemeen vormend onderwijs moet inleiden in cultureel waardevolle kennis die gericht is op bovengenoemde competentie.

Het is de taak van de pedagoog om zich de vraag te stellen welke aspecten van de cultuur in dit kader aan nieuwe generaties moeten worden doorgegeven. Op micro- en mesoniveau is dit in onze samenleving een zaak van ouders en leerkrachten. Op macroniveau heeft de overheid de taak om kerndoelen en examenprogramma's voor de algemene vorming vast te stellen. Waar het gaat om de Nederlandse samenleving, dient binnen de samenleving overeenstemming gezocht te worden. Er is geen buiten de samenleving liggend 'hoger criterium' te vinden waarop men voor de beantwoording van deze vraag een beroep zou kunnen doen. De samenleving zal dus zelf haar pedagogische afwegingen moeten maken. Een discussie die zich met de vraag bezighoudt

welke leerstof de moeite waard is om aan nieuwe generaties over te dragen noemen we een cultuurpedagogische discussie.

Een cultuurpedagogische discussie is lastig, omdat men hierin steeds gedwongen wordt om logisch onvergelykbare zaken als enerzijds soorten kennis en vaardigheden en anderzijds wat kinderen daarvan, gegeven hun psychische en sociaal-culturele achtergronden, kunnen leren, op elkaar te betrekken.

Kort gezegd gaat het bij deze discussie om kennis van het kind, kennis van de cultuur en pedagogische competentie. Bij het samenstellen van het discussie-forum moet ervoor gezorgd worden dat al deze deskundigheden op het gebied van kind en cultuur vertegenwoordigd zijn.

De discussie zelf beweegt zich op vier argumentatieve niveaus:

- Het niveau van de maatschappelijke relevantie

Op dit niveau gaat de discussie over de vraag in hoeverre de leerstof belangrijk is voor het verkrijgen van inzicht in de cultuur en de daarin begrepen maatschappelijke praktijkgebieden. De vraag die beantwoord moet worden is welke inzichten kinderen nodig hebben om tot kritisch oordelende en gewetensvol handelende volwassenen op te groeien.

- Het niveau van de aard van de kennis

Kennistheoretische argumenten hebben betrekking op de aard van het kennen. Kennis waarin ingeleid wordt, maakt altijd deel uit van gebieden of categorieën van kennis met elk hun eigen concepten, denkvormen, verklaringswijzen en waardeoriëntaties. Historische kennis is bijvoorbeeld van een andere aard dan economische kennis en beide soorten verschillen weer van natuurkundige kennis. In een algemeen vormend leerplan moet ruimte zijn voor de verschillende denkvormen. Algemene vorming verdraagt geen eenzijdigheid op dit punt.

- Het niveau van de vakinhoudelijke relevantie

Vakinhoudelijke argumenten hebben betrekking hebben op de binnen een vakgebied ontwikkelde kennis. Met vakinhoudelijke argumenten wordt erop toegezien dat de als leerstof gekozen kennis recht doet aan de traditie of het vak. Bijzaken moeten niet tot hoofdzaken worden verheven of omgekeerd. Er bestaat een gevaar dat leerstof zich te veel richt op details en voorbijgaat aan sleutelbegrippen, dat zij aanknoopt bij verouderde kennis of dat zij zodanig vereenvoudigd wordt dat de essentie van de vakinzichten geweld wordt aangedaan.

- Het niveau van de leer- en ontwikkelingspsychologische relevantie

Bij leer- en ontwikkelingspsychologische argumenten gaat het om redeneringen die de mogelijkheden en kwaliteiten van kinderen in het geding brengen. De didactische vormgeving is hierbij niet aan de orde, wel de vraag of de kennis en vaardigheden die in het geding zijn, leerbaar en interessant zijn voor de doelgroep, gelet op leeftijd, capaciteiten en achtergrond van de leerlingen.

In de discussie kunnen ingebrachte meningen en redeneringen over keuze van leerstof op grond van argumenten ontwikkeld en herzien worden. Daardoor neemt de kans op een zo goed mogelijk afgewogen oordeel over de keuze van leerstof toe. Voorwaarde voor een goede discussie is uiteraard dat deze in redelijkheid gevoerd wordt, dat wil zeggen dat de kracht van argumenten de doorslag geeft en niemand zich beroept op status of traditie, dat iedereen een open gesprekshouding aan de dag legt en ontvankelijk is voor kritiek.

Omdat de samenleving voortdurend in ontwikkeling is en het discussieforum noodzakelijkerwijs steeds beperkt, heeft het resultaat van een cultuurpedagogische discussie altijd het karakter van een voorstel. In principe staat ze dus steeds open voor verdere discussie. Een domeinbeschrijving kan dan ook nooit méér zijn dan een beredeneerd voorstel van de stand van zaken in de discussie op een bepaald moment en zal daarom periodiek herzien moeten worden.

1.2 HET DOMEIN NATUURKUNDE EN TECHNIEK

De discussies over de domeinbeschrijving voor natuuronderwijs hebben geleid tot een indeling van dit leergebied in vier onderwerpen (Thijssen, 2002):

- Organismen, waarnemen en reageren;
- Stofwisseling en kringloop;
- Voortplanting en ontwikkeling;
- Natuurkunde en Techniek.

De eerste drie onderwerpen vormden de basis voor het peilingsonderzoek voor biologie (Thijssen, Van der Schoot & Hemker, 2003). Voor het vierde onderwerp Natuurkunde en Techniek is in 2002 een afzonderlijk peilingsonderzoek gehouden. Het leergebied Natuurkunde en Techniek is in de domeinbeschrijving beschreven in acht aspecten: zeven aspecten direct gerelateerd aan Natuurkunde, het achtste aspect aan Techniek. We geven een korte typering van deze acht aspecten.

- Binnen het aspect *Energie* worden verschillende bronnen onderscheiden voor het opwekken van verschillende soorten energie. Over brandstoffen wordt aangegeven dat door verbranding warmte en daarmee energie, maar ook afvalstoffen vrijkomen. Warmte kan zich verplaatsen door straling, stroming of geleiding. Warmte is nodig bij smelten en verdampen, maar komt vrij bij condenseren en stollen.
- Het aspect *Licht en kleur* gaat over licht als straling die met de ogen waarneembaar is, over het witte licht van de zon dat opgebouwd is uit een groot aantal 'kleuren', over kleurenfilters en over schaduw.
- Het aspect *Elektriciteit* behandelt de opwekking van elektriciteit, het effect van een spanningsbron in een stroomkring, geleiding en het verschijnsel kortsluiting.
- Binnen het aspect *Zinken, zweven en drijven* komen in samenhang de begrippen zwaartekracht en opwaartse kracht in water aan de orde.
- Het aspect *Lucht* benoemt lucht als een mengsel van gassen, bespreekt het begrip luchtdruk en de effecten van verwarming en afkoeling van lucht.
- Het ontstaan en de verplaatsing van geluid en eigenschappen als toonhoogte, geluidssterkte worden beschreven binnen het aspect *Geluid*.
- De werking van een magneet en in relatie daarmee van een kompasnaald komt in het aspect *Magnetisme* aan de orde.
- Het aspect *Constructies, overbrengingen en besturingen* bevat basisinzichten meer direct gerelateerd aan het onderwerp techniek. 'Constructies' betreft dan de sterkte van profielen, de versteviging van constructies en de aard van verbindingen. 'Overbrengingen' betreft het gebruik van (tand)wielen en hefboomen voor de overbrenging van beweging of kracht en de mogelijkheid door middel van een overbrenging de kracht of beweging te veranderen.

Ten slotte hebben besturingen betrekking op besturingssystemen die het mogelijk maken een apparaat of machine zonder tussenkomst van mensen te laten werken.

Vanwege de recente politieke en maatschappelijke aandacht voor techniek in het basisonderwijs is er in het kader van het peilingsonderzoek voor gekozen Natuurkunde en Techniek als afzonderlijke onderwerpen te beschouwen. Min of meer gelijktijdig met de uitvoering van het peilingsonderzoek voor natuurkunde en techniek is onder auspiciën van het landelijk programma Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB) een afzonderlijke domeinbeschrijving *Techniek voor de basisschool* (Schimmel, Thijssen & Wagenaar, 2002) ontwikkeld. In deze domeinbeschrijving worden de drie facetten van het laatste aspect als afzonderlijke aspecten voor techniek beschreven. Daarnaast is aan het onderwerp Techniek het aspect *Energieomzettingen* toegevoegd. Het onderwerp Natuurkunde omvat daarmee de eerste zeven aspecten, het onderwerp Techniek omvat de aspecten *Constructies*, *Overbrengingen*, *Besturingen* en *Energieomzettingen*.

Onderwerpen en aspecten van de domeinbeschrijving voor natuurkunde en techniek

Onderwerpen	Aspecten
Natuurkunde	Energie Licht en kleur Elektriciteit Zinken, zweven en drijven Lucht Geluid Magnetisme
Techniek	Constructies Overbrengingen Besturingen Energieomzettingen

Ieder aspect bestaat uit een of meer basisinzichten, dat zijn kernachtige omschrijvingen van kennis die relevant wordt geacht voor leerlingen in het basisonderwijs. In hoofdstuk 4 presenteren we – voor Natuurkunde en Techniek afzonderlijk – een volledig overzicht van deze basisinzichten.

1.3 DE RELATIE TUSSEN DE DOMEINBESCHRIJVING EN DE KERNDOELEN BASISONDERWIJS

Kerdoelen beschrijven de leerstof die in het basisonderwijs moet worden onderwezen. In 1993 zijn de eerste kerndoelen voor het basisonderwijs gepubliceerd; in 1998 werden ze herzien. In de publicatie *Kerdoelen basisonderwijs 1998* (Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, 1998) is Natuuronderwijs een van de onderscheiden leergebieden. In de domeinbeschrijving 'Natuuronderwijs voor de basisschool' (Thijssen, 2002), die als

uitgangspunt heeft gediend voor het peilingsonderzoek, zijn naast de kerndoelen van het leergebied Natuuronderwijs ook de uitwerkingen van kerndoelen uit de leergebieden 'Gezond en redzaam gedrag', 'Milieu' en 'Techniek' opgenomen. Enkele kerndoelen uit de twee laatst genoemde leergebieden krijgen ook aandacht in de domeinbeschrijvingen voor aardrijkskunde (Notté, 2002), geschiedenis (Wagenaar, 2002) en biologie (Thijssen, 2002) en in de peilingsonderzoeken voor deze leerstofdomeinen (Notté, Van der Schoot en Hemker, 2003; Thijssen, Van der Schoot en Hemker, 2003; Wagenaar, Van der Schoot en Hemker, 2003). Door leerinhouden van de wereldoriënterende leergebieden onder te brengen bij één van de traditionele vakken aardrijkskunde, geschiedenis en natuuronderwijs is geprobeerd om versnippering en overlap te voorkomen.

De peiling moet inzicht verschaffen in de mate waarin kerndoelen bereikt worden. Daarom is de domeinbeschrijving getoetst aan de herziene kerndoelen. Vastgesteld is dat de domeinbeschrijving de kerndoelen dekt, ook al is er door een andere ordening van de leerstof in de domeinbeschrijving geen een-op-een-relatie met de kerndoelen. De tabel geeft een overzicht van de relatie tussen de kerndoelen basisonderwijs en de domeinbeschrijving voor dit peilingsonderzoek.

Overzicht van de relatie tussen de kerndoelen basisonderwijs voor de leergebieden Milieu, Gezond en redzaam gedrag, Natuuronderwijs en de Domeinbeschrijving voor de onderwerpen natuurkunde en techniek

Kerndoelen Milieu	Domeinbeschrijving
Kerdoel 21 De leerlingen kunnen de wisselwerking tussen mens en milieu uitleggen. Ze kunnen in dat verband voorbeelden geven van enerzijds de betekenissen van het milieu voor mensen in Nederland en in de rest van de wereld (schoonheid, gezondheid, rust, bron voor voedsel en energie) en anderzijds ingrepen van de mens op het milieu (middelen van bestaan, verkeer en infrastructuur). Ze kunnen voorbeelden geven van situaties waarin die wisselwerking leidt tot milieuproblemen: vervuiling, aantasting en uitputting.	● Energie (zie verder ook de domeinbeschrijving voor aardrijkskunde)

Overzicht van de relatie tussen de kerndoelen basisonderwijs voor de leergebieden Milieu, Gezond en redzaam gedrag, Natuuronderwijs en de Domeinbeschrijving voor de onderwerpen natuurkunde en techniek (vervolg)

Kerndoelen Milieu	Domeinbeschrijving
Kerdoel 22 De leerlingen kunnen met zorg omgaan met de natuur en zijn in staat om keuzen te maken waarbij het milieu een wezenlijke rol speelt: - aan de hand van een analyse van eigen leefgewoonten, aan elkaar haalbare tips geven voor milieuvriendelijk gedrag; - zich in gedrag bereid tonen om in klas en school zorgvuldig om te gaan met voedsel, papier, water, afval en energie; - met concrete voorbeelden illustreren hoe mensen op negatieve wijze, maar ook op positieve wijze omgaan met water, lucht, bodem en energie.	Energie
Kerndoelen Gezondheid en redzaam gedrag	
Relevante aspecten van de typering van het gebied zijn onder meer: - het veilig gebruik van gereedschappen; - het milieuvriendelijk gebruik van materialen.	Aandacht voor randvoorwaarden als functionaliteit, prijskwaliteit, veiligheid en duurzaamheid.
Kerndoelen Natuuronderwijs Domein G: materialen en verschijnselen	
Kerdoel 33 De leerlingen kunnen: - onderzoek doen aan verschijnselen waaronder licht, geluid, kracht, magnetisme en warmte; - onderzoeken welke kenmerken verschillende energiebronnen hebben en aangeven welke energiebronnen worden gebruikt voor verwarming, verlichting en beweging.	- Betreft in principe alle onderscheiden aspecten - Energie - Elektriciteit
Kerdoel 34 De leerlingen kunnen bij de beschrijving van het weer de aspecten neerslag, luchtdruk, windsnelheid, windrichting, bewolking en temperatuur gebruiken en een weerbericht lezen en begrijpen dat op een bij hun leeftijd passend niveau is samengesteld.	Het thema 'weer' is niet opgenomen in de domeinbeschrijvingen wereldoriëntatie. In de domeinbeschrijving Natuuronderwijs voor de basisschool is wel een basisinzicht opgenomen over lucht, luchtdruk en wind.

Overzicht van de relatie tussen de kerndoelen basisonderwijs voor de leergebieden Milieu, Gezond en redzaam gedrag, Natuuronderwijs en de Domeinbeschrijving voor de onderwerpen natuurkunde en techniek (vervolg)

Kerndoelen Techniek	Domeinbeschrijving
Kerdoel 19 De leerlingen kunnen oplossingen ontwerpen, maken en gebruiken bij technische problemen. Zij hanteren daarbij enkele elementaire technische inzichten waaronder in elk geval: constructieprincipes (materiaalgebruik, stevigheid, verbindingen), bewegings- en overbrengingsprincipes (hefboom, katrol, tandwiel).	● Elektriciteit ● Constructies, overbrengingen en besturingssystemen
Kerdoel 20 De leerlingen kunnen een aantal technische producten uit de eigen leefwereld op hun niveau onderzoeken naar functionaliteit, materiaalgebruik en vormgeving en kunnen de werking ervan verklaren. De producten betreffen voorbeelden uit de gebieden constructies, transport, communicatie en productie.	● Wordt gedeeltelijk gedekt door het aspect Constructies, overbrengingen en besturingssystemen.

HOOFDSTUK 2

Hoofdstuk 2



2 HET PEILINGSONDERZOEK

Dit hoofdstuk beschrijft de instrumentele aspecten van het peilingsonderzoek. Dat betreft de peilingsinstrumenten, de steekproef van scholen en leerlingen, de methode van onderzoek, de analyses van de leerlingresultaten en het standaardonderzoek.

2.1 DE PEILINGSINSTRUMENTEN

Met de peilingsinstrumenten verzamelen we informatie over het onderwijsaanbod, over kennis en vaardigheden van leerlingen en over enkele achtergrondkenmerken van de leerlingen. Het onderwijsaanbod is – overigens op bescheiden schaal – geïnventariseerd met een schriftelijke aanbodvragenlijst. De vaardigheden van leerlingen zijn onderzocht met behulp van toetsen, voor het onderwerp Techniek aangevuld met acht praktische opdrachten. Met de leerlingenlijst zijn enkele achtergrondkenmerken van leerlingen verzameld die voor de analyses van belang kunnen zijn.

De aanbodvragenlijst

Met een vragenlijst zijn gegevens verzameld over het onderwijsaanbod voor natuurkunde en techniek. De vragenlijst is voorgelegd aan de leraren van de jaargroepen 6, 7 en 8 van het basisonderwijs. De resultaten beschrijven we in hoofdstuk 3 waarbij we aandacht besteden aan:

- organisatorische aspecten van de lessen natuurkunde en techniek;
- de methode en eventueel aanvullend lesmateriaal die voor het natuurkunde- en techniekonderwijs worden gebruikt;
- diverse activiteiten die in het kader van het natuurkunde- en techniekonderwijs kunnen plaatsvinden;
- de aandacht voor met name in de kerndoelen genoemde leerinhouden die gerelateerd zijn aan de onderwerpen natuurkunde en techniek.

De toetsen

In het peilingsonderzoek voor natuurkunde en techniek onderscheiden we twee onderdelen:

- de schriftelijke toetsen voor natuurkunde en techniek,
- de praktische opdrachten voor techniek.

De opgavenverzameling voor natuurkunde en techniek omvatte in totaal 150 opgaven, waarvan 75 opgaven voor natuurkunde en 75 opgaven voor techniek. De opgaven zijn verdeeld over 10 boekjes met elk 30 opgaven en wel zodanig dat de laatste 15 opgaven van een boekje dezelfde zijn als de eerste 15 van het volgende boekje. Het tiende boekje sloot af met de eerste 15 opgaven van het eerste boekje.

Voor het onderdeel techniek zijn daarnaast acht praktische opdrachten ontwikkeld. In hoofdstuk 4 beschrijven we de opdrachten uitvoerig, hier volstaan we met een opsomming:

- 1 Opzoeken van een storing in een elektrisch circuit.
- 2 Overbrenging van bewegingsrichting(en) tussen wielen met een elastiek.
- 3 Het maken van een trekpop.
- 4 Onderscheiden van metaal/niet-metaal met elektrisch circuit.
- 5 Maken van een papierklem met ijzerdraad.
- 6 In elkaar zetten van een balpen.
- 7 Waterniveau in aquarium controleren met een elektrisch circuit.
- 8 Vouwen van een A4-papier tot een stevige brugconstructie.

De opdrachten zijn ontworpen voor individuele afnames bij de leerlingen.

De leerlingenlijst

Met de leerlingenlijst vragen we enkele achtergrondkenmerken van de leerlingen, zoals geslacht, leeftijd en het formatiegewicht van de leerling. Deze gegevens gebruiken we voor de analyses van de verschillen tussen leerlingen. De variabele leeftijd wordt daarbij omgezet in de variabele leertijd waarbinnen we twee categorieën onderscheiden:

- regulier, de leerlingen in jaargroep 8 die in dat schooljaar 12 jaar worden of jonger zijn;
- vertraagd, de oudere leerlingen.

De variabele formatiegewicht heeft misschien enige toelichting. Het formatiegewicht van de leerlingen geldt als een factor voor de bepaling van de formatie-omvang van een school. De leerlingen worden gecategoriseerd naar een combinatie van opleidingsniveau, sociaal-economische status en etnische herkomst van de ouders. We onderscheiden vijf formatiegewichten:

- 1.25 (nu 0.25) voor Nederlandse arbeiderskinderen (in termen van opleidings- en/of beroepsniveau van de ouders);
- 1.40 (nu 0.40) voor schipperskinderen in internaat of pleeggezin;
- 1.70 (nu 0.70) voor kinderen uit de reizende en trekkende bevolking;
- 1.90 (nu 0.90) voor kinderen uit gezinnen waarvan tenminste een van de ouders van niet-Nederlandse herkomst is (en beperkingen kent in opleidings- en beroepsniveau);
- 1.00 (nu 0.00) voor alle andere kinderen.

De formatiegewichten 1.40 en 1.70 komen nauwelijks of niet in de steekproef voor. Voorzover deze leerlingen voorkomen, worden zij gerekend tot de categorie 1.25.

Veel scholen inventariseren deze gegevens overigens niet omdat te weinig leerlingen een gewicht hoger dan 1.00 hebben en er geen effect van uitgaat op de formatiebepaling van de school. In dat geval krijgen alle leerlingen het gewicht 1.00.

Met ingang van 1 augustus 1997 zijn de vereisten voor het gewicht 1.25 gewijzigd. Dit gewicht wordt vanaf die datum alleen toegekend aan leerlingen van wie beide ouders of verzorgers een schoolopleiding hebben genoten tot of tot en met het niveau eindexamen voorbereidend beroepsonderwijs (Staatsblad 1993, 608). Er zijn om die reden afzonderlijke analyses uitgevoerd voor a) de leerling-prestaties in het peilingsjaar 2002 en b) voor de vergelijking met resultaten voor het onderwerp natuurkunde uit eerder peilingsonderzoek (zie hoofdstuk 5).

2.2 STEEKPROEVEN VAN SCHOLEN EN LEERLINGEN

De stratumindeling voor de steekproeftrekking op basis van schoolscores

Het peilingsonderzoek voor natuurkunde en techniek is uitgevoerd in combinatie met een peilingsonderzoek voor spreekvaardigheid en een beperkt proefonderzoek voor rekenen/wiskunde. De gewenste steekproefomvang voor het totale onderzoek is vastgesteld op 150 basisscholen. Voor de steekproeftrekking zijn de Nederlandse basisscholen verdeeld in drie groepen of strata op basis van de schoolscores. De schoolscore is gebaseerd op de formatiegewichten van de leerlingen (zie paragraaf 2.1) en bestaat uit de ratio van het gewogen aantal leerlingen en het nominaal aantal leerlingen, na aftrek van een correctieterm van het gewogen aantal leerlingen. Deze correctieterm bedraagt 9% van het nominale aantal leerlingen, waardoor de schoolscore een bereik heeft van 0.91 tot 1.81.

In vergelijking met vorige peilingen zijn de grensscores voor de stratumindeling aangepast. Stratum 1 in de vorige indeling omvatte meer dan 70% van de scholen, en de beide andere strata ieder ongeveer 15%. Met de wijziging van de vereisten voor 1.25-leerlingen is de bovengrens van stratum 1 verlaagd van 1.05 naar 1.00 en is de bovengrens van stratum 2 verhoogd van 1.15 naar 1.20.

De scholen in stratum 1 bestaan bijna uitsluitend uit autochtone leerlingen waarvan bijna 90% met formatiegewicht 1.00. In stratum 2 daalt het aandeel van de 1.00-leerlingen naar 66% en stijgt het aandeel van 1.25-leerlingen naar 23% en van 1.90-leerlingen naar 11%. In stratum 3 heeft bijna de helft van de leerlingen formatiegewicht 1.90 en vormen 1.00- en 1.25-leerlingen met respectievelijk 35% en 23% de minderheid.

De stratumindeling van de basisscholen* (N = 7169)

Stratum	Schoolscore	Omschrijving	Omvang in de populatie
Stratum 1	< 1.00	Overwegend kinderen van ouders met afgeronde voortgezette opleidingen, weinig allochtone kinderen.	58,2%
Stratum 2	1.00 – 1.20	Relatief meer Nederlandse arbeiderskinderen, weinig allochtone kinderen.	28,0%
Stratum 3	> 1.20	Vooraf Nederlandse arbeiderskinderen en allochtone kinderen.	13,8%
* teldatumbestand oktober 2001			

De respons van scholen

Uitgaande van een totale gewenste steekproefomvang van 150 basisscholen is uit elk stratum afzonderlijk een steekproef van scholen getrokken naar rato van

de omvang van het stratum in de schoolpopulatie. Voor elke geselecteerde school zijn drie reservescholen getrokken met dezelfde of een naastliggende schoolscore. Slechts 34 van de scholen in de basissteekproef (23%) reageerde positief op het verzoek tot deelname. In tweede instantie zijn daarom voor elke niet-deelnemende school drie scholen benaderd uit de reservesteekproef, met name ook omdat bij nader inzien genoeg genomen kon worden met een steekproef van 100 à 120 scholen.

In totaal zijn 534 scholen aangeschreven, waarvan 113 scholen (= 21,2%) aan het peilingsonderzoek hebben deelgenomen. De definitieve steekproefomvang is met 113 scholen 75% van de oorspronkelijk beoogde omvang, maar voldoet in omvang aan het bijgestelde criterium. De redenen waarom scholen niet meedoen zijn verschillend, maar hebben vaak te maken met werkdruk, fusie-omstandigheden of ziekte en afwezigheid van de groepsleraar. Soms ook worden de vele verzoeken om deelname aan een onderzoek genoemd of het feit dat het eigen toetsprogramma van de school al omvattend is.

Bij de opzet van de peiling zijn we uitgegaan van 160 leerlingen per boekje, maar uiteindelijk zijn de boekjes gemaakt door 204 tot 232 leerlingen. Ondanks de tegenvallende respons zijn de toetsen dus door voldoende leerlingen gemaakt om een betrouwbaar beeld te kunnen schetsen van de vaardigheden in de populatie leerlingen.

De respons binnen de totale steekproef naar stratum

	Stratum 1			Stratum 2			Stratum 3		
	omvang	respons	%	omvang	respons	%	omvang	respons	%
Basissteekproef	87	13	15	42	16	38	21	5	23
Reservesteekproef	243	47	19	93	26	29	48	6	13
Totaal / % beoogd		60	69		42	100		11	52

De verdeling van de formatiegewichten in de drie steekproefstrata

Stratum	Formatiegewicht		
	1.00	1.25	1.90
Stratum 1	86%	13%	1%
Stratum 2	66%	23%	11%
Stratum 3	35%	23%	42%
Totaal	73%	18%	9%

De representativiteit van de steekproef

De steekproef van basisscholen is per stratum onderzocht op representativiteit naar schoolscore en regionale spreiding. Binnen elk stratum is de verdeling van de steekproef van scholen over de schoolscores representatief voor de schoolscore-verdeling in de populatie. De representativiteit voor regionale spreiding is per stratum onderzocht aan de hand van de verdeling over postcodegebieden. Voor elk stratum is de verdeling van de steekproef van scholen over de onderscheiden postcodegebieden representatief voor de verdeling in de populatie. Deze toetsing is echter door het relatief geringe aantal scholen in met name de strata 2 en 3 zwak. De totale steekproef echter blijkt minder representatief te zijn voor regionale spreiding. Scholen in Noord-Holland, Twente/Achterhoek en Groningen en Friesland zijn in de steekproef ondervertegenwoordigd, scholen in Zeeland, Brabant en Limburg zijn oververtegenwoordigd.

De samenstelling van de steekproef van scholen en leerlingen*

Kenmerk	% scholen	% leerlingen
Stratum		
● 1	53	50
● 2	37	41
● 3	10	9
Geslacht		
● jongens		51
● meisjes		49
Leertijd		
● regulier		80
● vertraagd		20
Formatiegewicht		
● 1.00		73
● 1.25-1.70		18
● 1.90		9
Herkomst 1.90 leerlingen		
● Turkije		1,9
● Marokko, Tunesië		1,6
● Griekenland, Joegoslavië		0,4
● Spanje, Italië, Portugal		0,2
● Suriname, Nederlandse Antillen, Aruba		1,7
● overig/onbekend		2,2
Totaal aantal	113	2133
* Van 30 leerlingen (1.41%) zijn geen gegevens verstrekt.		

De steekproef van leerlingen

De steekproef voor het peilingsonderzoek natuurkunde en techniek omvat uiteindelijk 2163 leerlingen. Van 30 leerlingen – ongeveer 1% – zijn geen achtergrondgegevens bekend, doordat van een school geen ingevulde leerlingenlijst is ontvangen. Zoals te verwachten bestaat deze steekproef voor de helft uit jongens en voor de helft uit meisjes. Toch doet zich daarbinnen in relatie tot leertijd een opmerkelijk verschijnsel voor. Ongeveer 20% van de leerlingen heeft een vertraging opgelopen in zijn of haar schoolloopbaan. Het percentage reguliere leerlingen onder jongens is echter met 76,9% aanmerkelijk lager dan onder meisjes (82,8%). Jongens lopen dus vaker vertraging op in hun schoolloopbaan dan meisjes. Van de vertraagde leerlingen is dan ook 58% jongen en 42% meisje.

Een vergelijkbare afhankelijkheid bestaat er in relatie tot het formatiegewicht van de leerlingen. In jaargroep 8 is het percentage reguliere leerlingen onder de 1.00-leerlingen 83,9%, onder 1.25-leerlingen daalt dat percentage naar 74,1% terwijl onder 1.90-leerlingen slechts 57,1% van de leerlingen een niet-vertraagde schoolloopbaan kent.

Ongeveer 10% van de leerlingen in de steekproef heeft een allochtone achtergrond.

2.3 DE UITVOERING VAN HET ONDERZOEK

Het peilingsonderzoek is in het voorjaar 2002 uitgevoerd in jaargroep 8. Voor de afname van de toetsen bezocht een geïnstrueerde toetsleider gedurende een ochtendschooltijd de groep. Na een korte introductie van de toetsleider over het doel van het onderzoek kregen de meeste leerlingen een toetsboekje met natuurkunde- en/of techniekopgaven. Behalve wanneer het leerlingaantal te gering was, deden drie of vier leerlingen uit de groep mee aan de peiling spreekvaardigheid. Deze leerlingen kregen in plaats van een toets de opdracht een vrije spreekbeurt voor te bereiden. Na afloop van de toetsafname vonden de individuele afnames van de spreekvaardigheidstaken plaats en de afname-ochtend werd afgesloten met de individuele afnames van de praktische techniekopdrachten bij twee leerlingen. De toetsleider koos daarvoor willekeurig twee leerlingen, bij voorkeur leerlingen die eerder die ochtend een techniektoets hadden gemaakt. Elke leerling maakte vier van de acht praktische techniekopdrachten, per groep in wisselende combinaties.

2.4 HET STANDAARDENONDERZOEK

De resultaten van de leerlingen gaan steeds vergezeld van zogenoemde standaarden. Deze standaarden zijn ontleend aan het standaardenonderzoek dat op 13 december 2003 is uitgevoerd. De standaarden zijn vastgesteld volgens de binnen het project PPON ontwikkelde methode en procedure (Van der Schoot, 2001). De belangrijkste elementen van het standaardenonderzoek lichten we hier toe.

Kerdoelen voor het basisonderwijs

De kerndoelen voor het basisonderwijs zijn een belangrijk referentiekader om de kwaliteit van het onderwijs te beoordelen. Het is dan ook van belang na te gaan in hoeverre de kerndoelen worden gerealiseerd. Nu zijn kerndoelen vrij globale beschrijvingen van kennis en vaardigheden in een bepaald vakgebied, waaruit niet rechtstreeks het gewenste niveau van beheersing is af te leiden. Het standaardenonderzoek heeft tot doel om voor de verschillende onderwerpen drie vaardigheidsniveaus of standaarden vast te stellen, waarbij achtereenvolgens sprake is van een minimum niveau van beheersing, een voldoende niveau van beheersing en een gevorderd niveau van beheersing. Deze standaarden hebben geen voorschrijvend karakter. Zij zijn uitsluitend bedoeld als referentiekader in de discussie over de kwaliteit van het basisonderwijs in het licht van de kerndoelen basisonderwijs.

Drie standaarden

Voorafgaand aan het standaardenonderzoek zijn drie standaarden gedefinieerd: de standaard Minimum, de standaard Voldoende en de standaard Gevorderd. De standaard Voldoende is de belangrijkste standaard. Deze standaard geeft het niveau aan waarop voor een onderwerp de kerndoelen van het basisonderwijs in voldoende mate beheerst worden. Het is niet reëel te veronderstellen dat alle leerlingen de kerndoelen in voldoende mate kunnen bereiken. Gezien de spreiding in vaardigheid van leerlingen aan het einde van het basisonderwijs, zouden de kerndoelen dan op een wel zeer elementair niveau geformuleerd moeten worden. Anderzijds echter moet voldoende beheersing van de kerndoelen wel voor de meerderheid van de leerlingen gelden. In de beschrijving van de standaard Voldoende is deze meerderheid gedefinieerd als 70% tot 75% van de leerlingen. Met de standaard Voldoende wordt dus beoogd een niveau vast te stellen waarbij sprake is van voldoende beheersing van de betreffende kerndoelen, een niveau dat door 70% tot 75% van de leerlingen aan het einde van het basisonderwijs bereikt zou moeten worden.

Definities van de standaarden voor de kerndoelen basisonderwijs

Standaarden	Omschrijving
Minimum	Deze standaard geeft het niveau aan waarop de kerndoelen basisonderwijs minstens moeten worden beheerst. Het basisonderwijs moet ernaar streven deze standaard bij 90% tot 95% van de leerlingen te bereiken.
Voldoende	Op dit niveau beheersen de leerlingen de kerndoelen in voldoende mate. Verwacht mag worden dat de meeste leerlingen dit niveau bereiken. In het basisonderwijs zou een meerderheid van de leerlingen – dat wil zeggen 70% tot 75% – de standaard Voldoende moeten bereiken.
Gevorderd	Deze standaard geeft een niveau aan dat de kerndoelen voor het basisonderwijs overstijgt. Op dit niveau behoeft het onderwijsaanbod niet aan alle leerlingen te worden voorgelegd.

Voor zover leerlingen de standaard Voldoende niet bereiken, dient het basisonderwijs te streven naar een minimum niveau van beheersing. Dit niveau wordt geformuleerd met de standaard Minimum. Vrijwel alle leerlingen zouden dit niveau moeten bereiken. Het percentage leerlingen is gedefinieerd als 90% tot 95% van de leerlingen.

De standaard Gevorderd, ten slotte, geeft een niveau aan dat de kerndoelen van het basisonderwijs overstijgt. De leerstof op en boven dit niveau hoeft niet aan alle leerlingen in het basisonderwijs te worden aangeboden.

De opzet van het standaardenonderzoek

Over het antwoord op de vraag wat leerlingen moeten kunnen om de verschillende standaarden te bereiken, zullen de meningen verdeeld zijn. Voor het vaststellen van de standaarden is daarom een zorgvuldige onderzoeksprocedure opgezet waarmee de oordelen van geïnformeerde beoordelaars worden verzameld. Voor het onderzoek worden op basis van steekproeftrekking leraren basisonderwijs uitgenodigd met minimaal drie jaar onderwijservaring in jaargroep 8. Daarnaast zijn schoolbegeleiders en Pabo-docenten uitgenodigd met specifieke deskundigheid op het gebied van het natuurkunde- en techniekonderwijs in de basisschool. Op basis van de respons is een panel van achttien beoordelaars samengesteld met dertien leraren basisonderwijs, vijf schoolbegeleiders/Pabo-docenten.

De beoordelaars kregen kopieën thuisgestuurd van de voor de onderwerpen Natuurkunde en Techniek relevante pagina's uit de kerndoelen basisonderwijs (Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, 1998) en de publicatie 'Natuuronderwijs voor de basisschool' (Thijssen, 2002). Hoofdstuk 5 van deze publicatie geeft een overzicht van relevante basisinzichten voor de genoemde onderwerpen en is gebruikt bij de ontwikkeling van de opgaven. De deelnemers aan het standaardenonderzoek is verzocht hiervan goed kennis te nemen zodat men inhoudelijk op de hoogte zou zijn van wat in de verschillende onderwerpen aan de orde gesteld zou worden. Voorafgaande aan de beoordelingssessies zijn de beoordelaars uitvoerig geïnstrueerd over de opzet van het standaardenonderzoek.

Het vaststellen van de standaarden verloopt voor ieder onderwerp in drie beoordelingsfasen.

Fase 1

In de eerste fase krijgen de beoordelaars een boekje met een selectie van opgaven van een bepaald onderwerp. Het aantal opgaven bedroeg voor beide onderwerpen 28. De opgaven in het boekje zijn gerangschikt van gemakkelijk naar moeilijk. De beoordelaars maakten eerst zelf alle opgaven. Het boekje ging vergezeld van een formulier met de antwoordsleutels, waarmee men de eigen antwoorden kon controleren. Deze controle hield ook in dat de beoordelaars geïnformeerd werden over de criteria die zijn gehanteerd bij het beoordelen van de vragen. Op basis van hun oordeel over de mate waarin de verschillende vragen beheerst zouden moeten worden, geven de beoordelaars voor iedere standaard op de vaardigheidsschaal het gewenste niveau aan. Deze oordelen worden gegeven op vaardigheidsschalen zoals die in deze publicatie bij ieder onderwerp zijn afgebeeld. De vaardigheidsschaal laat voor elk scorepunt zien in

hoeverre de leerlingen de verschillende opgaven goed, redelijk of onvoldoende beheersen. De beoordelaar kiest voor elke standaard het scorepunt op de vaardigheidsschaal dat het beste past bij zijn oordeel. De vaardigheidsschaal op deze beoordelingsformulieren is echter getransformeerd, zodat de beoordelaars geen informatie hebben over de vaardigheidsverdeling in de populatie. Ook de percentielindeling ontbreekt. De oordelen in deze eerste fase zijn daarmee persoonlijke oordelen en alleen gebaseerd op inhoudelijke afwegingen.

Fase 2

In de tweede fase discussiëren de beoordelaars in kleine groepjes van gemengde samenstelling over hun eerste oordelen. De discussiegroepen bestaan meestal uit vijf beoordelaars: vier leraren basisonderwijs en een schoolbegeleider/Pabo-docent. Deze discussies stellen de beoordelaars in de gelegenheid argumenten over en weer uit te wisselen en het eigen oordeel inhoudelijk te toetsen aan dat van anderen. Na afloop van de discussie geeft iedere beoordelaar – opnieuw individueel – een tweede oordeel voor elke standaard. Ook dit tweede oordeel wordt op de getransformeerde vaardigheidsschaal afgebeeld, net zoals in de vorige fase. De beoordelaars zijn erop gewezen dat de discussies niet primair op consensus gericht zijn, maar dat consensus de validiteit van de standaard wel versterkt. Het tweede oordeel wordt in de computer ingevoerd, waarna voor elke standaard de mediaan, het interkwartielbereik (de spreiding van de middelste 50% van de oordelen) en het totale bereik van de oordelen wordt berekend.

Fase 3

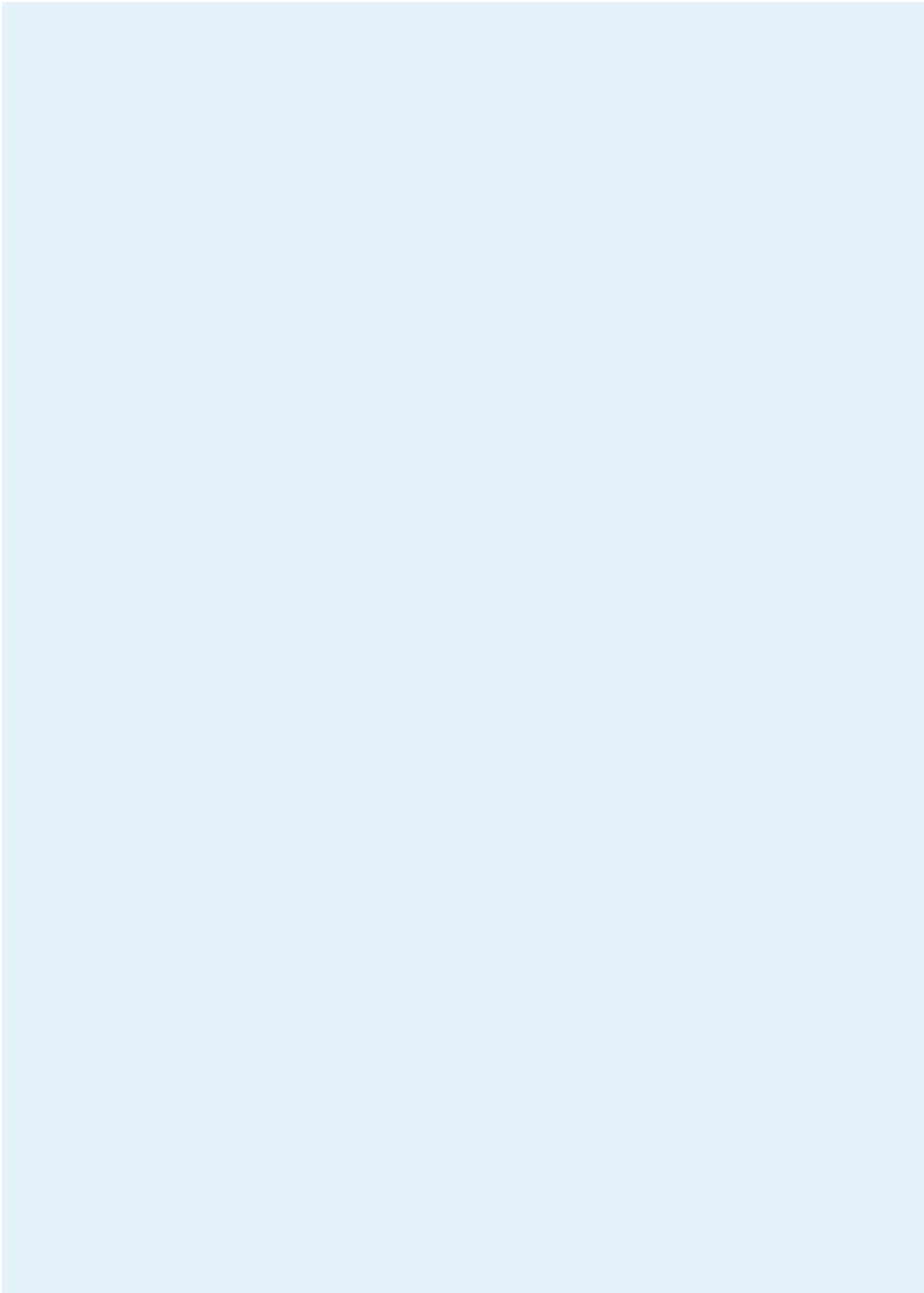
In de laatste fase komen de beoordelaars weer plenair bij elkaar en krijgen zij de vaardigheidsschaal uitgereikt met de juiste vaardigheidsverdeling, waarop nu ook de percentielen 10, 25, 50, 75 en 90 zijn afgebeeld. Hiermee krijgen zij informatie over de feitelijke vaardigheidsverdeling in de populatie. Deze vaardigheidsverdeling wordt op een scherm geprojecteerd, tezamen met de gegevens van de groepsoordelen uit de tweede fase. Iedere beoordelaar kan dan nagaan hoe de eigen oordelen zich verhouden tot de werkelijke vaardigheidsverdeling en welke positie deze oordelen innemen in het totaal van de groepsoordelen. De onderzoeksleider bespreekt met de groep de verhouding tussen de feitelijke vaardigheidsverdeling en de door de beoordelaars gewenste beheersingsniveaus voor de drie standaarden. Met name wordt daarbij stilgestaan bij de mate waarin de beoogde vaardigheidsniveaus in het basisonderwijs worden gerealiseerd. Na kennis te hebben genomen van deze aanvullende informatie geeft iedere beoordelaar voor elke standaard een definitief oordeel op de werkelijke vaardigheidsschaal.

In hoofdstuk 4 is van elke standaard het interkwartielbereik van de oordelen uit de derde fase op de vaardigheidsschalen afgebeeld. Het interkwartielbereik laat de spreiding zien van de oordelen van de middelste 50% van de beoordelaars. Hoe meer beoordelaars onderling overeenstemmen over het gewenste niveau, des te smaller zal dit bereik zijn.

2.5 DE RAPPORTAGE VAN DE RESULTATEN

In hoofdstuk 4 beschrijven we per onderwerp de resultaten van de leerlingen. Aan de hand van een reeks voorbeeldopgaven illustreren we voor ieder onderwerp over welke kennis of inzichten de leerlingen beschikken, maken we verschillen tussen groepen leerlingen zichtbaar en geven we aan in hoeverre de standaarden worden gerealiseerd. Tegelijk beelden we de resultaten van de leerlingen af in een figuur. Voor een toelichting op deze figuren verwijzen we naar bijlage 1.

Voor het beschrijven van de vaardigheden van leerlingen zijn zogenoemde vaardigheidsschalen ontwikkeld. In bijlage 2 zijn enkele psychometrische eigenschappen van deze vaardigheidsschalen voor natuurkunde en techniek opgenomen.



HOOFDSTUK 3

Hoofdstuk 3



3 HET ONDERWIJSAANBOD VOOR NATUURKUNDE EN TECHNIEK

Het onderwijsaanbod voor natuurkunde en techniek in de bovenbouw van het basisonderwijs is met een schriftelijke vragenlijst geïnventariseerd. Deze lijst bevatte vragen over organisatorische aspecten, over het methodegebruik, over de aandacht voor specifieke onderwerpen binnen deze vakgebieden, over bijzondere didactische activiteiten en over problemen die leraren bij het geven van onderwijs in natuurkunde en techniek kunnen ervaren.

Aan de leraren van de jaargroepen 6, 7 en 8 van de basisscholen die aan het onderzoek meededen, is gevraagd een vragenlijst in te vullen over het onderwijsaanbod voor natuurkunde en techniek in hun jaargroep. Er deden 113 scholen mee aan het onderzoek. Van de drie jaargroepen hebben achtereenvolgens 106 (94%), 107 (95%) en 109 (96%) leraren de vragenlijst ingevuld.

De vragenlijst bestond uit twee onderdelen: een deel met vragen over natuurkunde en een deel met vragen over techniek. Omdat natuurkunde en techniek inhoudelijk gezien dicht bij elkaar liggen, zijn de beide onderdelen geïntroduceerd met een duidelijk beperkende en onderscheidende definitie. Voor het onderdeel Natuurkunde luidde deze: *‘Natuurkundeonderwijs gaat over verschijnselen uit de niet-levende natuur. Op de basisschool gaat het om het waarnemen en beschrijven van verschijnselen waarmee kinderen in het dagelijks leven te maken hebben, zoals energie, licht, elektriciteit, zinken-zweven-drijven, geluid en magnetisme.’* Aan het onderdeel over techniek ging de volgende omschrijving vooraf: *‘Techniekonderwijs gaat over producten, dingen die mensen gemaakt hebben. Centraal hierbij staan het ontwerpen, het maken, het analyseren (testen) en eventueel het verbeteren van het product. Hierbij komen technische principes aan bod, zoals stevigheid en verbindingen bij constructies, het veranderen van krachten door bijvoorbeeld hefboomen en katrollen, enzovoort.’*

3.1 ORGANISATORISCHE ASPECTEN VAN HET NATUURKUNDE- EN TECHNIEKONDERWIJS

Iets minder dan de helft van de leraren zegt ‘regelmatig’ aandacht te besteden aan natuurkundeonderwijs en de gemiddelde lestijd bedraagt dan ongeveer drie kwartier per week. Echter, alhoewel aan de vragen in de vragenlijst een duidelijk beperkende definitie van natuurkundeonderwijs vooraf ging, blijft het toch ongewis in hoeverre leraren hierbij onderscheid hebben gemaakt tussen biologie en natuurkunde, te meer aangezien beide onderwerpen tezamen deel uitmaken van het leerstofdomein natuuronderwijs en vaak gezamenlijk in onderwijsmethoden zijn opgenomen. Ongeveer een derde deel van de leraren besteedt ‘incidenteel’ aandacht aan natuurkundeonderwijs en gemiddeld is hun inschatting dat zij ongeveer een uur per maand aan natuurkunde besteden. Ten slotte zegt iets meer dan 10% van de leraren vrijwel geen aandacht aan natuurkunde te besteden.

Techniekonderwijs, zoals omschreven in bovenstaande definitie, vormt nog nauwelijks een onderdeel van het curriculum van het basisonderwijs. In de jaargroepen 6 en 7 zegt 50% of meer leraren daaraan vrijwel geen aandacht te besteden en 34% respectievelijk 44% zegt daaraan incidenteel aandacht te schenken. In jaargroep 8 lijkt de aandacht voor techniek in het onderwijs iets groter: 12% van de leraren zegt nu daaraan ‘regelmatig’ aandacht te schenken en 45% besteedt er incidenteel aandacht aan. Regelmatige aandacht betekent dat leraren 20 tot 25 minuten per week techniek geven, incidenteel betekent gemiddeld ongeveer drie kwartier per maand.

Scholen zijn op grond van de samenstelling van de leerlingpopulatie verdeeld in drie strata (zie hoofdstuk 2). Er is op grond van deze indeling geen systematisch verschil in de gemiddelde door de leraren opgegeven lestijd voor natuurkunde en techniek. Scholen met relatief meer 1.25-leerlingen of allochtone leerlingen besteden dus niet meer of minder tijd aan deze vakgebieden dan scholen met vooral 1.00-leerlingen.

Enkele organisatorische aspecten van het onderwijs in natuurkunde en techniek

	Natuurkunde			Techniek		
	jgr 6 (n = 106)	jgr 7 (n = 107)	jgr 8 (n = 109)	jgr 6 (n = 106)	jgr 7 (n = 107)	jgr 8 (n = 109)
Aandacht voor natuurkunde- en techniek- onderwijs (percentage leraren)						
● regelmatig	45	48	48	3	5	12
● incidenteel	37	36	34	34	44	42
● (vrijwel) geen	14	14	12	58	50	42
Gemiddelde lestijd per week (minuten)						
● bij regelmatige aandacht	41	43	44	23	22	25
● bij incidentele aandacht	13	15	17	12	12	12
● totaal (regelmatig en incidenteel)	29	31	33	13	14	15
Gebruikt een methode (percentage leraren)						
● bij regelmatige aandacht	69	76	71	16	16	18
● bij incidentele aandacht	93	94	85	26	22	27
● bij incidentele aandacht	71	69	71	8	15	12

3.2 HET GEBRUIK VAN METHODEN VOOR NATUURKUNDE- EN TECHNIEKONDERWIJS

Enigszins variërend naar jaargroep gebruikt ongeveer 75% van de leraren een methode voor het natuurkundeonderwijs. Van de leraren die regelmatig aandacht schenken aan natuurkunde gebruikt zo’n 90% een methode, bij incidentele aandacht is dat 70% van de leraren. Leraren noemen zo’n veertien verschillende methoden, maar slechts vier methoden worden door meer dan 5% van de leraren genoemd. Dat zijn de methoden *Natuurlijk!* oude editie (1990) en nieuwe editie (1999–2001) met achtereenvolgens 16% en 10% van de leraren en *Leefwereld* oude

editie (1989–1991) en nieuwe editie (1999) met achtereenvolgens 25% en 10% van de leraren. In deze methoden zijn biologie en natuurkunde geïntegreerd opgenomen, zodat bovenstaande tijdsbesteding en aandachtsniveau waarschijnlijk vaak op de combinatie van vakken betrekking zullen hebben. Ook bij eerder peilingsonderzoek in 1995 bleken dit de belangrijke methoden voor natuuronderwijs (Wijnstra, 1999). Toen gebruikte nog een kwart van de scholen de methode *Biologie in onderwerp en opdracht* die nu nauwelijks nog wordt genoemd. Slechts 16% tot 18% van de leraren gebruikt voor techniekonderwijs een methode. Er worden dan in totaal achttien schooluitgaven door de leraren genoemd, maar geen enkele uitgave wordt door 5% of meer leraren genoemd.

Methoden voor natuurkundeonderwijs in de jaargroepen 6, 7 en 8 van het basisonderwijs in 2002 en van jaargroep 8 in 1995 en 1991 (percentage leraren)

Methode*	Methodegebruik in 2002			Jaargroep 8 in	
	jgr 6	jgr 7	jgr 8	1995	1991
Leefwereld (1989–1991)	26	27	25	16	–
Leefwereld (nieuwe editie, 1999)	6	8	10	–	–
Natuurlijk! (oude editie, 1988–1990)	16	16	15	19	9
Natuurlijk! (nieuwe editie, 1999–2001)	10	10	9	–	–
* De jaartallen hebben betrekking op uitgavejaar of -periode van de handleidingen.					

3.3 AANDACHT VOOR ONDERWERPEN UIT HET DOMEIN NATUURKUNDE EN TECHNIEK

Mede aan de hand van de kerndoelbeschrijvingen voor het basisonderwijs (Ministerie van Onderwijs, Cultuur & Wetenschappen, 1998) is voor de leerstof-domeinen natuurkunde en techniek een lijst met 29 onderwerpen opgesteld, verdeeld over acht aspecten. Aan de leraren is daarbij de vraag voorgelegd of zij aan deze onderwerpen aandacht besteden. Zij konden de vraag op drie niveaus beantwoorden:

- écht aandacht, dat wil zeggen het onderwerp is in een of meer lessen duidelijk aan de orde gesteld,
- weinig aandacht, dat wil zeggen het onderwerp is slechts terloops aan de orde gesteld of
- geen aandacht, wat wil zeggen dat het onderwerp niet is behandeld.

In de tabel *Aandacht voor onderwerpen in onderwijsaanbod voor natuurkunde en techniek* is behalve per onderwerp ook voor elk aspect aangegeven in hoeverre leraren in de verschillende jaargroepen daar geen, weinig of echt aandacht aan besteden. Er is in dit laatste geval sprake van ‘echt’ aandacht voor een aspect indien de leraar aan minstens een van de onderwerpen van dat aspect ‘echt’ aandacht besteedt. Er is dan sprake van ‘weinig’ aandacht voor een aspect indien minstens één onderwerp ‘weinig’ aandacht krijgt. Aan een aspect wordt geen aandacht besteed indien geen enkel onderwerp ‘echt’ of ‘weinig’ aandacht krijgt. Er blijken slechts twee of drie aspecten te zijn waaraan in een of meer jaargroepen door de meerderheid van de leraren ‘echt’ aandacht wordt besteed.

Aandacht voor onderwerpen in onderwijsaanbod voor natuurkunde en techniek (percentage leraren)

Aspecten / Onderwerpen	Jaargroep 6			Jaargroep 7			Jaargroep 8		
	geen	weinig	echt	geen	weinig	echt	geen	weinig	echt
Energie*	10	36	54	4	25	71	2	30	67
Het gebruik van energiebronnen als brandstof, stromend water, wind of zon voor omzetting in beweging, licht, warmte, elektrische energie.	8	46	38	2	33	62	3	38	59
Ontstaan van afvalstoffen bij gebruik van brandstoffen.	22	48	23	9	54	33	11	53	36
Warmteverplaatsing door straling, stroming of geleiding, isolatoren.	59	26	6	36	43	17	38	49	12
Versijnselen als smelten en verdampen, condenseren en stollen.	18	46	28	11	48	36	17	53	29
Licht en kleur	38	44	18	25	48	27	30	47	23
Licht en lichtbronnen; voorwerpen worden zichtbaar door weerkaatsing van licht.	48	34	8	36	42	18	42	45	13
Wit zonlicht is opgebouwd uit kleuren (regenboog, kleurenfilter).	51	32	10	38	41	18	48	37	14
Schaduw ontstaat als een ondoorzichtig voorwerp licht onderbreekt.	45	34	12	42	43	10	44	43	12
Elektriciteit*	27	40	33	9	40	51	4	25	71
Elektriciteit wordt opgewekt in elektriciteitscentrales. Accu's en batterijen leveren ook elektriciteit.	23	38	30	10	38	49	4	38	58
Als een spanningsbron wordt aangesloten op een geleidende kring gaat er een elektrische stroom lopen.	51	28	13	27	43	27	18	36	46
Er zijn materialen die elektrische stroom goed geleiden en materialen die elektrische stroom slecht geleiden.	48	34	11	25	47	26	15	39	46
Het fenomeen kortsluiting en het voorkomen ervan door een zekering.	56	30	7	56	30	11	40	39	21
Zinken, zweven, drijven	29	47	24	23	47	30	20	59	21
Het fenomeen zwaartekracht.	22	54	16	24	47	26	22	58	20
De opwaartse kracht van water met de verschijnselen zinken, zweven en drijven.	36	36	20	37	41	19	31	54	15
Relatie tussen opwaartse kracht en grootte van het voorwerp.	52	33	8	53	35	8	54	38	8
Lucht*	34	37	29	17	38	45	17	45	38
Lucht bestaat uit een mengsel van gassen.	41	32	19	28	40	29	30	44	26
Lucht neemt ruimte in en oefent druk uit. Een ruimte zonder lucht is een vacuüm.	44	34	14	29	44	23	32	48	21
Lucht zal bij verwarming uitzetten en opstijgen, bij afkoeling inkrimpen en dalen.	33	39	19	23	44	30	28	46	26
Geluid	26	40	35	26	41	33	22	41	37
Geluid ontstaat doordat de trilling van een voorwerp zich door de omringende lucht verplaatst.	27	39	25	32	40	24	29	40	30
Geluid verplaatst zich in allerlei materialen.	42	37	15	42	38	18	43	37	20
Geluiden kunnen verschillen in toonhoogte en geluidssterkte.	27	37	29	30	40	27	29	39	31

Aandacht voor onderwerpen in onderwijsaanbod voor natuurkunde en techniek (percentage leraren) (vervolg)

Aspecten / Onderwerpen	Jaargroep 6			Jaargroep 7			Jaargroep 8		
	geen	weinig	echt	geen	weinig	echt	geen	weinig	echt
<i>Magnetisme*</i>	28	42	30	20	42	38	11	38	51
Magneten trekken voorwerpen aan waar ijzer in zit.	29	40	24	20	42	36	13	41	47
Een magneet heeft een noordpool en een zuidpool.	30	36	27	23	41	33	12	41	47
Een kompasnaald is een magneet die altijd naar het noorden wijst.	24	44	24	26	36	34	16	39	45
<i>Constructies, overbrengingen, besturingen</i>	38	38	25	28	49	23	21	44	34
Met profielen kunnen sterke en lichte constructies gemaakt worden.	50	30	14	48	32	17	44	40	16
Constructies worden steviger met driehoeken, bogen, door in verband te bouwen en de basis breder te maken dan de top.	48	27	18	51	30	16	39	39	21
Door verbindingen kunnen onderdelen permanent of ontkoppelbaar aan elkaar bevestigd worden.	66	22	6	57	37	3	51	41	7
Wielen, tandwielen en hefboomen zorgen voor de overbrenging van een beweging of kracht van het ene onderdeel van een apparaat op het andere.	51	34	9	40	44	13	33	49	19
Een overbrenging kan een kracht vergroten, verkleinen of van richting veranderen, of een beweging versnellen, vertragen of van richting veranderen.	72	20	2	63	28	6	54	34	12
Een besturingssysteem maakt het mogelijk een apparaat of machine te laten werken zonder tussenkomst van mensen.	75	17	1	66	30	1	61	30	8
* significant groepseffect ($p < .05$)									

Het aspect *Energie* is het enige aspect dat de meeste leraren in de drie jaargroepen in een of meer lessen duidelijk aan de orde stellen, terwijl er weinig of geen leraren zijn die dit aspect niet behandelen. De meeste aandacht gaat dan uit naar het gebruik van diverse energiebronnen, in iets mindere mate is er aandacht voor onderwerpen als het ontstaan van afvalstoffen bij het gebruik van brandstoffen en voor verschijnselen als smelten, verdampen, condenseren en stollen. Het onderwerp Warmteverplaatsing krijgt weinig of geen aandacht. In jaargroep 7 maar meer nog in jaargroep 8 besteden veel leraren aandacht aan het aspect *Elektriciteit*. In eerste instantie gaat de aandacht dan uit naar het opwekken van elektriciteit in elektriciteitscentrales, accu's en batterijen maar met name in jaargroep 8 is er ook belangstelling voor geleiding van materialen en het opwekken van een elektrische stroom door een spanningsbron aan te sluiten op een geleidende kring. Maar ook aan deze toch alledaagse onderwerpen besteedt nauwelijks de helft van de leraren in jaargroep 8 'echt' aandacht. Ten slotte wordt in jaargroep 8 het aspect *Magnetisme* door de helft van de leraren 'echt' aan de orde gesteld, hoewel dit aspect toch onderwerpen bevat die voor leerlingen zeker toegankelijk zijn.

Aan aspecten als *Licht en kleur*, *Zinken*, *zweven en drijven*, *Lucht en Geluid* besteden ongeacht de jaargroep de meeste leraren weinig of geen aandacht. Zo'n 40% tot 50% geeft dan aan dat zij deze onderwerpen slechts terloops aan de orde stellen. Ook aan het aspect *Constructies, overbrengingen, besturingen* dat meer direct

gerelateerd is aan het leerstofdomein Techniek wordt weinig aandacht besteed. Slechts een kwart tot een derde deel van de leraren schenkt aan minstens een van de zes onderwerpen 'echt' aandacht.

Er zijn de leraren in totaal 29 onderwerpen over natuurkunde en techniek voorgelegd met de vraag of zij daaraan 'echt', 'weinig' of 'geen' aandacht besteden. In jaargroep 6 besteden leraren gemiddeld aan slechts 5 onderwerpen (16%) 'echt' aandacht. In de jaargroepen 7 en 8 is met gemiddeld 7 (23%) en 8 (27%) onderwerpen iets meer aandacht voor dit leerstofdomein. Maar er wordt dus slechts aan een kwart van de onderwerpen uit de kerndoelen basis-onderwijs 'echt' aandacht besteed. Definieren we 'enige aandacht' als de som van 'weinig én echt', dan besteden leraren in jaargroep 6 aan gemiddeld 15 onderwerpen (51%) 'enige aandacht' en in de jaargroepen 7 en 8 aan gemiddeld 18 (63%) en 20 (69%) onderwerpen. Deze resultaten wijzen erop dat de aandacht voor onderwerpen uit het leerstofdomein natuurkunde en techniek in het basisonderwijs maar gebrekkig spoort met de inhouden van de kerndoelen basisonderwijs.

3.4 ACTIVITEITEN EN PROBLEMEN

Aan de leraren is zowel voor natuurkunde als voor techniek een aantal activiteiten voorgelegd met de vraag of de activiteit in het kader van het onderwijsaanbod wordt uitgevoerd.

Voor Natuurkunde geldt dat ongeveer 50% tot 60% van de leraren in de jaargroepen 6, 7 en 8 bij de introductie van een natuurkundeonderwerp gebruik maakt van een natuurkundeproefje. Met een lichte toename over de jaargroepen tot 35% à 40% maken de leerlingen een werkstuk, houden ze een spreekbeurt of krijgen ze huiswerkopdrachten mee voor natuurkunde. Het percentage leraren dat leerlingen een toets of proefwerk over natuurkunde laat maken neemt met het jaargroepniveau toe van 39% in jaargroep 6 tot 55% in jaargroep 8. Voor techniek worden er nauwelijks toetsen afgenomen. Ongeacht de jaargroep maakt bijna 60% van de leraren gebruik van tv/video-registraties voor natuurkunde, terwijl een kwart tot een derde van de leraren dit leermiddel ook inzet bij techniekonderwijs. Vooral in jaargroep 8 (tot bijna 50% van de leraren) komen gastdocenten of ouders in de klas iets vertellen over een natuurkunde- of technisch onderwerp vanuit hun beroepssituatie. Ongeveer een derde deel van de leraren bezoekt in het kader van natuurkunde-onderwijs een tentoonstelling of museum en eveneens een derde deel van de leraren maakt gebruik van internet; ongeveer 20% van de leraren maakt gebruik van cd-rom's. Ook voor techniek worden deze middelen wel aangewend, maar dan door hooguit zo'n 20% van de leraren. Eveneens toenemend over de jaargroepen zegt tot 50% van de leraren dat zij leerlingen zelf een product laten ontwerpen en maken als onderdeel van techniekonderwijs. Minder frequent (tot 28% in jaargroep 8) worden excursies gemaakt naar een bedrijf. Het laten analyseren en testen van producten in het kader van techniekonderwijs herkent ongeveer 20% van de leraren in de jaargroepen 7 en 8.

Activiteiten in het kader van het onderwijs in natuurkunde en techniek (percentage leraren)

Activiteiten	Natuurkunde			Techniek		
	jgr 6	jgr 7	jgr 8	jgr 6	jgr 7	jgr 8
U behandelt of introduceert onderwerpen met <u>natuurkundeproefjes</u> .	58	61	50			
Leerlingen maken <u>een werkstuk</u> .*	19	35	38			
Leerling houden <u>een spreekbeurt</u> .	25	34	36			
Leerlingen krijgen <u>huiswerkopdrachten</u> mee.	28	32	35			
Leerlingen maken <u>een toets of proefwerk</u> .	39	49	55	5	5	11
U maakt gebruik van <u>tv/videoregistraties</u> .	57	57	53	23	28	37
Een <u>gastdocent of ouder</u> vertelt over een natuurkunde- of technisch onderwerp vanuit de beroepssituatie.*	9	28	46	4	16	42
U bezoekt met de leerlingen <u>een tentoonstelling of museum</u> .	32	39	38	10	16	17
U en/of de leerlingen maken gebruik van <u>internet</u> voor informatie over natuurkunde- en techniekonderwerpen.	28	29	35	12	19	20
De leerlingen maken gebruik van <u>cd-rom's</u> .	18	20	21	13	16	15
Leerlingen <u>ontwerpen/maken zelf een product</u> .*				26	35	43
U maakt met de leerlingen <u>een excursie naar een bedrijf</u> .*				6	15	28
Leerlingen <u>testen/analyseren een eigen/bestaand product</u> .				13	21	19
* significant groepseffect (p < . 05)						

Wat natuurkundeonderwijs betreft zijn met name de overladenheid van het onderwijsprogramma en het ontbreken van geschikt materiaal voor het kunnen uitvoeren van natuurkundeproefjes problemen die door relatief veel leraren als een belemmering voor het onderwijs worden gezien. In het verlengde daarvan geven leraren ook aan dat zij eigenlijk onvoldoende tijd hebben om natuurkundelessen goed voor te bereiden. Minder dan de helft van de leraren noteert dat zij de methode geschikt vinden en iets meer dan de helft geeft toe soms (of vaak) onvoldoende deskundig te zijn om goed natuurkundeonderwijs te kunnen geven. De meeste leraren zien geen verschil in interesse voor natuurkundeonderwerpen tussen jongens en meisjes, alhoewel in jaargroep 8 dit percentage afneemt ten opzichte van de jaargroepen 6 en 7.

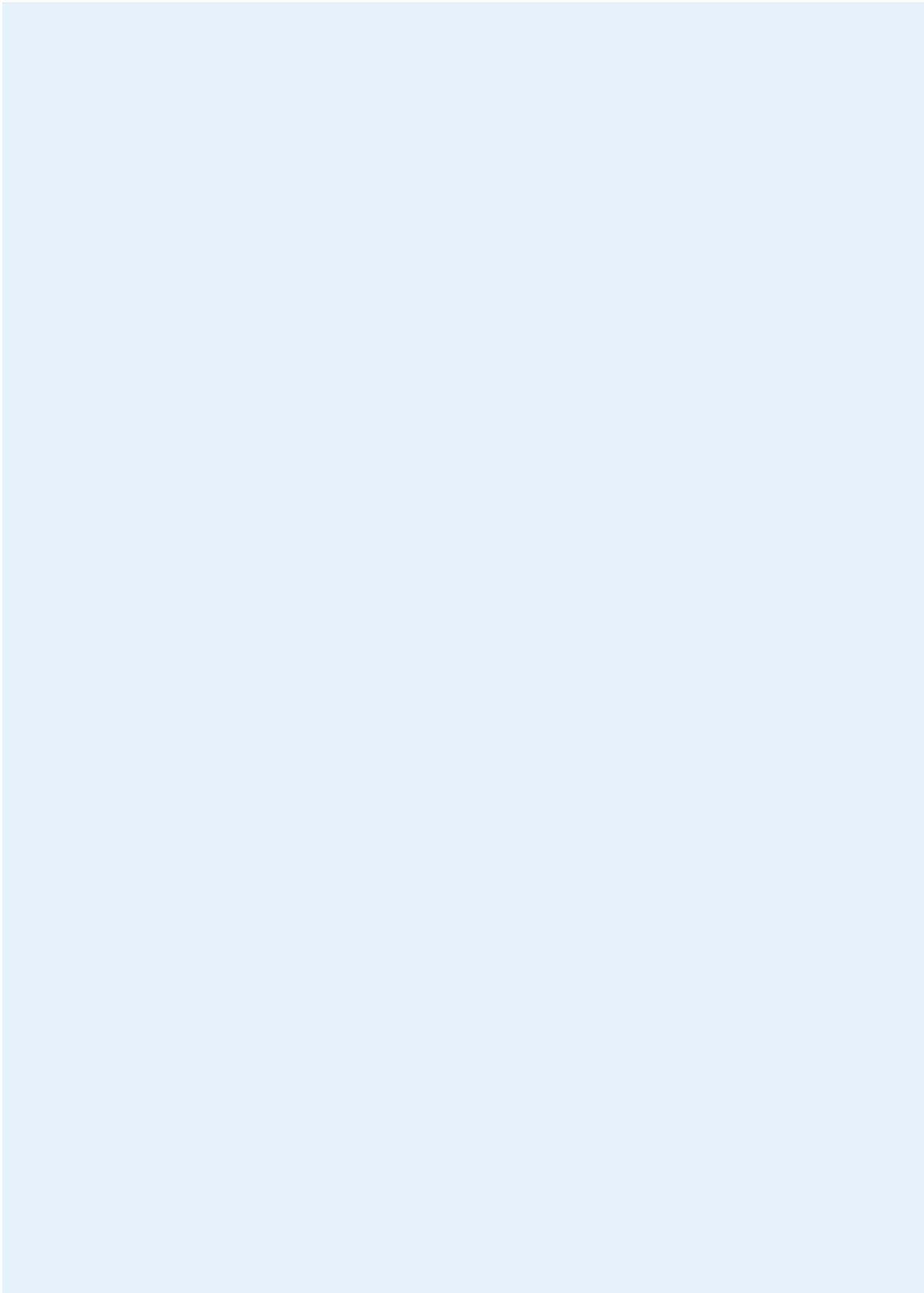
Wat het techniekonderwijs betreft vinden veel leraren in eerste aanleg dat er belemmeringen liggen in het materiële vlak: de school beschikt over te weinig materiaal, de kosten voor aanschaf van materialen zijn te hoog en techniekonderwijs vraagt om extra menskracht en een geschikte ruimte die beide ontbreken. Daarnaast geldt ook voor techniekonderwijs dat de overladenheid van het onderwijsprogramma als een belemmering wordt ervaren en opnieuw in het verlengde daarvan heeft men onvoldoende tijd om de technieklessen goed voor te bereiden.

Relatief veel leraren hebben geen methode voor techniekonderwijs en voorzover zij die wel hebben, vinden zij die vaak weinig geschikt. Ook twijfelt menige leraar aan de eigen deskundigheid om goed techniekonderwijs te kunnen geven: minder dan 30% van de leraren in de drie jaargroepen ervaart of ziet dat nooit als een probleem.

Vaker dan bij natuurkunde acht men de interesse voor techniekonderwerpen bij jongens groter dan bij meisjes.

Percentage leraren dat genoemde problemen niet, soms en vaak ervaart als belemmering voor goed natuurkunde- en techniekonderwijs

Mogelijke problemen	Jaargroep 6			Jaargroep 7			Jaargroep 8		
	niet	soms	vaak	niet	soms	vaak	niet	soms	vaak
Natuurkundeonderwijs									
Het onderwijsprogramma is te overladen om voldoende tijd aan natuurkunde te kunnen besteden.	13	45	35	10	43	47	11	55	34
De methode die ik voor het natuurkundeonderwijs gebruik is eigenlijk niet geschikt.	40	29	14	46	33	12	43	22	25
Het ontbreekt mij aan voldoende deskundigheid om goed natuurkundeonderwijs te kunnen geven.	47	41	4	43	43	10	34	55	11
Ik heb onvoldoende tijd om mijn natuurkundelessen goed voor te bereiden.	33	42	19	28	51	18	31	43	24
Ik ervaar dat jongens meer geïnteresseerd zijn in natuurkundeonderwerpen dan meisjes	68	21	4	71	22	4	57	34	9
Ik heb geen geschikt materiaal om natuurkundeproefjes uit te voeren.	13	52	30	9	42	49	18	38	44
Techniekonderwijs									
Het onderwijsprogramma is te overladen om voldoende tijd aan techniek te kunnen besteden.	8	25	59	9	33	55	10	41	50
De methode die ik voor het techniekonderwijs gebruik is eigenlijk niet geschikt of heeft te weinig geschikte opdrachten.	18	11	25	16	11	35	20	17	32
Het ontbreekt mij aan voldoende deskundigheid om goed techniekonderwijs te kunnen geven.	27	43	17	21	51	19	29	43	26
Ik heb onvoldoende tijd om mijn technieklessen goed voor te bereiden.	19	34	30	15	44	34	19	43	33
Ik ervaar dat jongens duidelijk meer geïnteresseerd zijn in techniekonderwerpen dan meisjes.	46	28	10	39	39	11	41	42	14
De school beschikt over te weinig materialen om goed techniekonderwijs te kunnen geven.	7	19	62	5	16	70	5	18	73
De kosten voor de aanschaf van materialen zijn te hoog.	6	23	54	5	22	61	6	22	64
Techniekonderwijs vraagt om extra menskracht in de klas en die ontbreekt.	16	38	34	14	36	40	18	29	47
De school heeft geen geschikte ruimte voor techniekonderwijs.	23	20	44	29	19	45	21	28	49



HOOFDSTUK 4

Hoofdstuk 4



4 KENNIS EN VAARDIGHEDEN VAN LEERLINGEN

In een drietal paragrafen beschrijven we in dit hoofdstuk de kennis en vaardigheden van leerlingen aan het einde van het basis-onderwijs op het gebied van Natuurkunde en Techniek.

In de domeinbeschrijving voor natuuronderwijs (Thijssen, 2002) vormen Natuurkunde en techniek vanwege hun inhoudelijke verwevenheid samen één onderdeel. Mede naar aanleiding van de ontwikkelingen rond het landelijke programma 'Verbreding Techniek Basisonderwijs' (VTB) is gekozen voor een afzonderlijke evaluatie van natuurkunde en techniek.

In dit hoofdstuk beschrijven we de kennis en inzichten die leerlingen aan het einde van de basisschool hebben verworven voor de onderwerpen Natuurkunde en Techniek. Aan de hand van voorbeeldopgaven die bij elk onderwerp zijn geselecteerd, schetsen we een beeld van de kennis van leerlingen op verschillende niveaus van vaardigheid. Voor het onderwerp Techniek zijn ook praktische opdrachten ontwikkeld. De prestaties van leerlingen op dit onderdeel beschrijven we in een afzonderlijke paragraaf.

Natuurkundige principes zijn voor kinderen van de basisschool al gauw ingewikkeld. Mede gelet op de beperkte aandacht voor natuurkunde en techniek in het basisonderwijs (vgl. hoofdstuk 3), zal een belangrijk deel van de kennis en inzichten van leerlingen op dit leergebied vooral gebaseerd zijn op eigen ervaringsleren en minder op onderwijsopbrengsten. Zo enigszins mogelijk is dan ook getracht bij de opdrachten aan de leerlingen nauw aan te sluiten bij dit ervaringsleren.

4.1 NATUURKUNDE

Inhoud

Het onderwerp Natuurkunde omvat zeven aspecten die elk bestaan uit drie of vier basisinzichten. De tabel *Aspecten en basisinzichten* geeft daar een overzicht van en het zijn deze leerinhouden die in de vragen voor Natuurkunde aan de orde zijn gesteld.

Aspecten en basisinzichten van Natuurkunde

Energie
* Brandstoffen, stromend water, wind en zon zijn energiebronnen. De mens gebruikt deze energiebronnen voor het opwekken van verschillende vormen van energie: beweging, licht, warmte en elektrische energie. Deze energievormen kunnen in elkaar omgezet worden. * Brandstoffen leveren energie doordat bij verbranding warmte vrijkomt. Hierbij ontstaan ook afvalstoffen. * Warmte verplaatst zich van een plaats met hogere naar een plaats met lagere temperatuur. Dit gebeurt door straling, stroming of geleiding. Er bestaan goede en slechte warmtegeleiders. Een slechte warmtegeleider is een goede isolator. * Voor smelten en verdampen is warmte nodig. Bij condenseren en stollen (bevriezen) komt warmte vrij.

Aspecten en basisinzichten van Natuurkunde (vervolg)

Licht en kleur

- * Licht is straling die met de ogen is te zien. Licht ontstaat in lichtbronnen. Voorwerpen weerkaatsen licht. Daardoor zijn ze voor mensen zichtbaar.
- * Het witte licht van de zon is opgebouwd uit een groot aantal kleuren. Een kleurenfilter houdt bepaalde kleuren tegen en laat de andere kleuren door. Hierdoor verandert de kleur van het licht.
- * Schaduw ontstaat als een ondoorzichtig voorwerp licht onderbreekt. De grootte van de schaduw hangt onder andere af van de afstand van het voorwerp tot de lichtbron.

Elektriciteit

- * Elektriciteit wordt opgewekt in elektriciteitscentrales. Accu's en batterijen leveren ook elektriciteit.
- * Als een spanningsbron wordt aangesloten op een geleidende kring gaat er een elektrische stroom lopen. Hoe groter de spanning, des te groter de elektrische stroom in de kring.
- * Er zijn materialen die elektrische stroom goed geleiden en materialen die elektrische stroom slecht geleiden.
- * Als er een (veel) te grote elektrische stroom door een stroomkring loopt, spreken we van kortsluiting. Kortsluiting zorgt soms voor sterke verwarming van de draden en kan brand tot gevolg hebben. Een zekering in de stroomkring voorkomt een te grote elektrische stroom.

Zinken, zweven en drijven

- * Op alle voorwerpen werkt een kracht naar de aarde toe: de zwaartekracht. Als een voorwerp in water ondergedompeld wordt, werkt er behalve de zwaartekracht naar beneden ook nog een kracht omhoog: de opwaartse kracht.
- * Als de opwaartse kracht groter is dan de zwaartekracht, zal een voorwerp in het water drijven. Als de opwaartse kracht even groot is als de zwaartekracht, zweeft het voorwerp in het water. Als de opwaartse kracht kleiner is dan de zwaartekracht, zal het voorwerp zinken.
- * Hoe meer water het voorwerp verplaatst, des te groter is de opwaartse kracht op het voorwerp.

Lucht

- * Lucht bestaat uit een mengsel van verschillende gassen.
- * Lucht neemt ruimte in en oefent druk uit. Als er lucht in een ruimte wordt gepompt, neemt de druk toe. Als lucht wordt weggezogen uit een ruimte, daalt de druk. Als alle lucht uit een ruimte is weggezogen, ontstaat vacuüm. Wind is een verplaatsing van lucht als gevolg van verschillen in luchtdruk.
- * Lucht kan bij verwarming uitzetten en opstijgen. Lucht kan bij afkoeling inkrimpen en dalen.

Geluid

- * Geluid ontstaat doordat de trilling van een voorwerp zich door de omringende lucht verplaatst.
- * Geluid verplaatst zich in allerlei materialen. De geluidssnelheid is in elk materiaal anders.
- * Geluiden kunnen verschillen in toonhoogte en geluidsstrekte. Hoe sneller de geluidsbron trilt, des te hoger de toon. Hoe groter de uitwijking van de trillende delen van de geluidsbron, des te harder het geluid is. Te harde geluiden kunnen je gehoor beschadigen.

Magnetisme

- * Magneten trekken voorwerpen aan waar ijzer in zit. Een magneet werkt ook op afstand en door stoffen heen.
- * Een magneet heeft twee polen, een noordpool en een zuidpool. De aantrekkingskracht van een magneet ontbreekt in het midden van de magneet en is het grootste bij de polen.
- * Een kompasnaald is een magneet die altijd naar het noorden wijst.

De kennis en inzichten van leerlingen omtrent natuurkunde zijn uiteindelijk geëvalueerd op basis van een verzameling van 72 opgaven. De verdeling van de opgaven over de verschillende aspecten van de schaal en de geselecteerde voorbeeldopgaven bij elk aspect vindt u in de tabel.

Aantal opgaven en geselecteerde voorbeeldopgaven per aspect voor Natuurkunde

Aspect	Aantal opgaven	Voorbeeldopgaven
Energie	21	2, 4, 9, 11, 25
Licht en kleur	7	1, 10, 14, 21
Elektriciteit	8	5, 7, 18, 27, 28
Zinken, zweven, drijven	10	8, 13, 20, 26
Lucht	14	3, 12, 15, 17, 24
Geluid	8	6, 19, 23
Magnetisme	4	16, 22
Totaal	72	28

De verschillende basisinzichten worden in de domeinbeschrijving nader toegelicht en uitgewerkt. Van deze uitwerkingen geven we hieronder een samenvatting.

Energie

In de uitwerking van de basisinzichten bij het aspect 'Energie' wordt eerst teruggegaan in de geschiedenis en gewezen op het feit dat de mens voor beweging en transport eeuwenlang was aangewezen op spierkracht. Daarbij wordt een link gelegd met biologie, omdat de energie voor de werking van spieren geleverd wordt door brandstoffen in voedsel. Daarna komen andere energiebronnen, zoals wind, stromend water, brandstoffen als hout en mest, en de zon aan bod. Er wordt ingegaan op de verschillende vormen van energie: beweging, licht, warmte en elektrische energie en er wordt met voorbeelden duidelijk gemaakt dat deze energievormen in elkaar omgezet kunnen worden. Extra aandacht is er voor fossiele brandstoffen en verbranding. Bij verbranding komt energie vrij in de vorm van warmte en er worden afvalstoffen geproduceerd die het milieu kunnen vervuilen. In dat verband worden de voordelen aangegeven van energie uit zon, wind en stromend water. In de uitwerking van het derde basisinzicht wordt ingegaan op de verplaatsing van warmte door straling, stroming of geleiding. Er worden voorbeelden gegeven van goede warmtegeleiders en van slechte warmtegeleiders (isolatoren). Het laatste basisinzicht bij het aspect 'Energie' gaat over de aggregatietoestand van een stof en wat er gebeurt als er door de omgeving warmte aan wordt onttrokken of juist warmte wordt geleverd. De begrippen smelten, verdampen,

bevrozen komen aan bod. Ten slotte wordt de werking van een vloeistof-thermometer uitgelegd.

Van de eenentwintig opgaven over het aspect 'Energie' zijn er vijf als voorbeeld-opgave opgenomen.

Licht en kleur

In de uitwerking van het eerste basisinzicht wordt duidelijk gemaakt dat voorwerpen zichtbaar zijn doordat ze licht weerkaatsen. Licht ontstaat in lichtbronnen. De belangrijkste lichtbron is de zon, die maakt de wereld rondom ons overdag zichtbaar. Mensen maken zelf ook lichtbronnen, zoals kaarsen en gloeilampen. In lichtbronnen worden energievormen in elkaar omgezet: in een kaars wordt brandstof (kaarsvet) omgezet in licht en in een gloeilamp wordt elektriciteit omgezet in licht.

Het tweede basisinzicht gaat over het feit dat wit licht, zoals zonlicht, uit een groot aantal kleuren is opgebouwd. Uitgelegd wordt hoe het komt dat je die kleuren in een regenboog kunt zien. Mensen kunnen voorwerpen een andere kleur geven door een kleurenfilter voor een witte lamp te zetten.

Een ander fenomeen dat met licht te maken heeft en dat kinderen ongetwijfeld kennen, is schaduw. Hoe schaduw ontstaat en hoe je de grootte ervan kunt veranderen, komt in het laatste deel van de uitwerking aan de orde.

Van de zeven opgaven over het aspect 'Licht en kleur' zijn er vier als voorbeeld-opgave opgenomen.

Elektriciteit

Over dit aspect zijn vier basisinzichten geformuleerd. Twee daarvan zijn ook opgenomen in de domeinbeschrijving 'Techniek voor de basisschool', omdat daarin het gebruik van elektriciteit centraal staat. Allereerst wordt aangegeven dat elektriciteit geleverd wordt door elektriciteitscentrales, en ook door accu's en batterijen. Elektriciteit kan door kabels vervoerd worden en kan met behulp van een elektromotor omgezet worden in beweging. Het laatste gebeurt in veel apparaten, zoals speelgoedtreinen, stofzuigers en boormachines.

Vervolgens wordt uitgelegd wat een stroomkring is en dat je met een schakelaar een stroomkring kunt onderbreken en weer sluiten. Als de spanningsbron in een stroomkring een batterij is, kun je de spanning verhogen door meerdere batterijen op de juiste manier in serie te schakelen. Lampjes in die stroomkring zullen dan feller gaan branden.

Het derde basisinzicht gaat over het geleiden van stroom en over goede en slechte stroomgeleiders, respectievelijk metaal en kunststof. In dat verband wordt gewezen op de kunststof behuizing van elektrische apparaten die ervoor zorgt dat de elektriciteit in de stroomkring blijft, waardoor de apparaten veilig gebruikt kunnen worden.

Het laatste basisinzicht gaat over kortsluiting en het voorkomen daarvan. Als een te sterke spanningsbron gebruikt wordt, loopt er een te grote stroom door een stroomkring. De stroomdraden raken daardoor verhit en kunnen zelfs brand veroorzaken. Met een zekering in de stroomkring kan kortsluiting voorkomen worden.

Van de acht opgaven over het aspect 'Elektriciteit' zijn er vijf als voorbeeld-opgave opgenomen.

Zinken, zweven en drijven

Of een voorwerp in water zinkt, zweeft of drijft, hangt af van de grootte van het

verschil tussen de zwaartekracht en de opwaartse kracht. De begrippen zwaartekracht en opwaartse kracht worden toegelicht in de uitwerking van het eerste basisinzicht. Daarna wordt aangegeven dat een voorwerp zinkt als de zwaartekracht groter is dan de opwaartse kracht; zweeft als de beide krachten even groot zijn en drijft als de opwaartse kracht groter is dan de zwaartekracht. Dankzij de opwaartse kracht kan een kind meestal een volwassene in het zwembad optillen. Een voorwerp dat in water zweeft, is gewichtloos. Ten slotte wordt ingegaan op de grootte van de opwaartse kracht. Deze neemt toe naarmate een voorwerp verder in het water zakt. Als het voorwerp helemaal is ondergedompeld, verandert de opwaartse kracht niet meer. Van de tien opgaven over het aspect 'Zinken, zweven, drijven' zijn er vier als voorbeeldopgave opgenomen.

Lucht

Het eerste basisinzicht gaat over de samenstelling van lucht. Lucht is een mengsel van verschillende gassen, waaronder zuurstof. Zuurstof ademen we in en is nodig voor het verbranden van brandstoffen. (De uitwerking sluit wat dit betreft aan bij hoofdstuk 3 'Stofwisseling en kringloop' van de domeinbeschrijving voor natuuronderwijs.)

De uitwerking van basisinzicht twee laat zien dat je op verschillende manieren kunt aantonen dat lucht niet niks is. Je kunt lucht samenpersen en dan neemt de druk toe. Je kunt ook lucht uit een ruimte wegzuigen, de druk neemt dan af en is nul als alle lucht uit die ruimte weggezogen is (vacuüm). Het begrip luchtdruk wordt geïntroduceerd. Door verschil in luchtdruk tussen twee plaatsen gaat lucht stromen: het waait.

Het derde basisinzicht sluit aan bij een fenomeen dat de meeste kinderen kennen: het opstijgen van een heliumluchtballon. De ballon stijgt op als de lucht in de ballon met een brander verwarmd wordt, daardoor uitzet en lichter wordt. De lichtere warme lucht stijgt op. Omgekeerd zal lucht die afkoelt, inkrimpen en zwaarder worden.

Van de 14 opgaven over het aspect 'Lucht' zijn er vijf als voorbeeldopgave opgenomen.

Geluid

Het aspect 'Geluid' omvat drie basisinzichten. Het eerste basisinzicht gaat over de fundamentele vraag: hoe ontstaat geluid? In de uitwerking wordt geluid omschreven als trillingen van de lucht die, als ze het oor bereiken, waargenomen kunnen worden. De lucht wordt in trilling gebracht door trillingen of bewegingen van voorwerpen, zoals dat gebeurt wanneer je op het vel van een trom slaat.

Vervolgens wordt beschreven dat geluid zich in vacuüm niet kan verplaatsen. Er is per se een stof nodig die de trillingen kan doorgeven. Dat kan lucht zijn, maar ook een vloeistof of een vaste stof. Geluid verplaatst zich in vaste stoffen en vloeistoffen veel sneller dan in lucht.

Het derde basisinzicht gaat over de toonhoogte en de geluidsterkte. Je hoort lagere tonen naarmate een geluidsbron minder trillingen per seconde maakt en omgekeerd neemt het aantal trillingen per seconde toe, dan neemt de toonhoogte ook toe.

Geluiden kunnen ook verschillen in sterkte. Bij een hard geluid is de uitwijking van de trillende delen van de geluidsbron groter dan bij een zacht geluid. Als je flink op een trom slaat, wordt het vel diep ingedrukt en zal het verder omhoog

komen. De uitwijking is groot en je hoort een hard geluid. Te harde geluiden kunnen het gehoor beschadigen.

Van de acht opgaven over het aspect 'Geluid' zijn er drie als voorbeeldopgave opgenomen.

Magnetisme

Hierbij gaat het om de werking van magneten en de toepassing ervan in een kompas. Magneten trekken voorwerpen aan waarin ijzer of nikkel zit.

De aantrekkingskracht van een magneet dringt door sommige stoffen (hout, papier, glas) heen en neemt af als de afstand tot de magneet groter wordt.

De aantrekkingskracht van een magneet is het grootst aan de polen en is in het midden het zwakst. Als je twee magneten bij elkaar houdt, trekken alleen verschillende polen elkaar aan; gelijke polen stoten elkaar af.

In een kompas is de naald een lichte magneet. Als je een kompas horizontaal houdt, dan kan de naald soepel om een verticale as draaien. De kompasnaald wijst altijd naar het noorden. Dit komt doordat de aarde zelf als een grote magneet werkt met een magnetische noord- en zuidpool. De punt van de naald en de noordpool van de aarde trekken elkaar aan.

Van de vier opgaven over het aspect 'Magnetisme' zijn er twee als voorbeeldopgave opgenomen.

Wat leerlingen kunnen

De percentiel-10 leerling beheerst van de totale verzameling van tweeënzeventig opgaven vijf opgaven goed tot redelijk goed (waaronder de voorbeeldopgaven 1 tot en met 5), achtentwintig opgaven matig (waaronder de voorbeeldopgaven 6 tot en met 13) en de overige opgaven onvoldoende. Voorbeeldopgave 1 laat zien dat de percentiel-10 leerling bij de vraag over het verdwijnen van de gekleurde strepen bij een snel draaiende bromtol de juiste keuze kan maken uit de gegeven drie antwoordmogelijkheden. Kinderen realiseren zich dat het verschijnsel gerelateerd is aan eigenschappen van het gezichtsvermogen en niet aan veranderingen in de bromtol. Voorbeeldopgave 2 beheerst de percentiel-10 leerling ook goed. De begrippen 'afval' en 'milieu' moeten ze kennen en in verband brengen met de centrale die te zien is op foto C. Met voorbeeldopgave 3 wordt eenvoudige feitenkennis getoetst: de leerlingen moeten weten dat voor verbranding zuurstof nodig is en geen stikstof of kooldioxide. Voorbeeldopgave 4 wordt door de percentiel-10 leerlingen redelijk goed gemaakt, waarschijnlijk omdat ze weten dat je het koud hebt als je uit het water komt en het dan goed is om iets om je heen te slaan. De relatie met alternatief C is dan snel gelegd. In voorbeeldopgave 5 gaat het weer om eenvoudige natuurkundige kennis: met een spijker in een stroomkring gaat het lampje branden en met een lollystokje of een lucifer niet. In het algemeen kan gesteld worden dat de kans dat een percentiel-10 leerling een vraag over het onderwerp natuurkunde goed beantwoordt groot is als deze eenvoudige en concrete feiten toetst die nauw verbonden zijn met de eigen ervaring. Daarbij speelt uiteraard ook de eenvoud van de tekst en/of de eenvoud van de aangeboden informatie een rol. Voorbeeldopgave 6, waarin gevraagd wordt naar de relatie tussen de spanning van een snaar en de toonhoogte van het geluid, lijkt aan deze criteria te voldoen; toch beheerst de percentiel-10 leerling deze opgave maar matig terwijl ook de gemiddelde leerling deze opgave niet echt goed beheerst. De voorbeeldopgaven 7

tot en met 10 worden door percentiel-10 leerlingen matig beheerst. Opgave 7, de parallelschakeling van twee lampjes met drie schakelaars, is mogelijk te abstract voor deze leerlingen, zeker als ze een dergelijke schakeling nooit zelf gemaakt hebben. Opgave 8, waarin Jannie op een weegschaal buiten en in het zwembad staat, doet misschien een te groot beroep op hun voorstellingsvermogen. In natuurkundig opzicht is er wel wat af te dingen op deze vraag en zou misschien beter gevraagd kunnen worden 'Hoeveel geeft de weegschaal in het zwembad aan als Jannie daarop gaat staan?'. De eenheid kg is de eenheid van massa en deze is buiten en in het zwembad even groot. In de vraag gaat het over het gewicht van Jannie en dat is natuurkundig gezien niet hetzelfde als de massa. In het dagelijks leven worden massa en gewicht echter door elkaar gebruikt (zie de achtergrondinformatie daarover in de domeinbeschrijving). Een tweede kanttekening is dat een leerling zich terecht kan afvragen of de weegschaal in het zwembad het gewicht van de kolom water wel of niet aangeeft. Het is natuurlijk de vraag of en zo ja in hoeverre leerlingen daadwerkelijk last hebben gehad van dit soort overwegingen. Ongeveer driekwart van de leerlingen heeft het correcte antwoord gekozen, alle anderen kozen voor alternatief 2, waarschijnlijk dus omdat zij het water hebben meegerekend.

In opgave 9 waarin naar de relatie tussen de smelttijd van ijs en de temperatuur wordt gevraagd, is voor de percentiel-10 leerling de aangeboden informatie waarschijnlijk te complex, terwijl in opgave 10 de formulering van de alternatieven bij de vraag naar het ontstaan van een regenboog misschien lastig is. De meeste kinderen weten uit ervaring dat een regenboog ontstaat als het regent terwijl de zon schijnt, maar ze hebben dit misschien niet herkend in de formulering van het juiste alternatief. Leerlingen die de vraag fout hebben beantwoord ($\pm 25\%$) kiezen vrijwel uitsluitend voor de alternatieven C en D. De voorbeeldopgaven 11, 12 en 13 lijken te voldoen aan de criteria voor een goed maakbare vraag voor deze categorie leerlingen maar toch is er sprake van net matige beheersing. Bij opgave 11 is het omzetten van de ene energiesoort in een andere waarschijnlijk te abstract en zijn de leerlingen niet bekend met het begrip 'omzetten in'. Bij opgave 12 geldt hetzelfde voor de begrippen luchtdruk binnen en buiten het rietje. Het verschijnsel is hen wel uit ervaring bekend, echter niet de verklaring van het verschijnsel. Opgave 13 wordt door ongeveer 80% van de leerlingen goed beantwoord, maar opmerkelijk is toch dat ongeveer 10% van de leerlingen voor alternatief D 'Ze zinken allemaal naar de bodem' kiest. Alleen al op grond van hun ervaring zou men verwachten dat leerlingen weinig problemen met deze vraag zouden hebben.

De overige 15 voorbeeldopgaven worden door de percentiel-10 leerling onvoldoende of niet beheerst.

De gemiddelde leerling beheerst van de totale verzameling van 72 opgaven 30 opgaven goed tot redelijk goed (waaronder de voorbeeldopgaven 1 tot en met 18), 26 opgaven matig (zoals de voorbeeldopgaven 19 tot en met 22) en de overige onvoldoende (waaronder de voorbeeldopgaven 23 tot en met 28). De tot nu toe besproken opgaven worden door de gemiddelde leerling allemaal goed beheerst.

In de voorbeeldopgaven 14 en 21 wordt gevraagd naar de eigenschappen van een schaduw. Dat bij een hogere stand van de zon de schaduw korter wordt (voorbeeldopgave 14), is voor 80% van de gemiddelde leerlingen geen probleem. Het inzicht dat tussen het voorwerp en de schaduw geen ruimte kan zijn (voorbeeldopgave 21), wordt door de gemiddelde leerling slechts matig beheerst.

Er staan echter meer fouten in de schaduwtekening, zoals een getekend gezichtje en een arm die niet aan het lichaam aansluit.

In de voorbeeldopgaven 3, 12, 15, 17 en 24 komen verschillende eigenschappen van lucht aan bod. Dat een kaars uitgaat als er geen zuurstof is of dat voor een goede verbranding in een kachel zuurstof nodig is (voorbeeldopgave 17), is voor de gemiddelde leerling geen probleem. Hetzelfde geldt voor de eigenschap dat lucht goed is samen te persen (voorbeeldopgave 15). Voorbeeldopgave 24 blijkt voor deze leerlingen duidelijk te moeilijk. Dit betreft de reden waarom een ballon waarvan de lucht verwarmd wordt, opstijgt. Overigens is deze reden eigenlijk te complex voor basisschoolleerlingen. De reden is niet zo zeer dat warme lucht opstijgt, maar dat door verwarming lucht uit de luchtballon ontsnapt waardoor de lucht in de ballon een kleinere dichtheid krijgt dan de omringende lucht. Er is echter genoeg genomen met antwoorden in de trant van 'omdat de lucht warm wordt en daardoor opstijgt'.

In de voorbeeldopgaven 5, 7, 18, 27 en 28 komen verschillende eigenschappen van elektriciteit aan bod. Dat een voorwerp van metaal stroom geleidt, lijkt voor de gemiddelde leerling geen probleem te zijn (voorbeeldopgave 5) te zijn. Deze kennis wordt ook getoetst in voorbeeldopgave 27, maar wordt daar door de gemiddelde leerling onvoldoende en door de percentiel-75 leerling ook nog zeer matig beheerst. De moeilijkheid zit waarschijnlijk in het feit dat de schakelaar gebaseerd is op geleidende metalen en daardoor lastig te begrijpen is. De vraag is ook of de foto duidelijk genoeg was. Het identificeren van de onderdelen van een stroomdraad in voorbeeldopgave 18 is voor de gemiddelde leerling geen probleem. Het bleek echter dat leerlingen die deze vraag fout beantwoordden, vrijwel allemaal voor alternatief D kozen en eigenlijk is daar zeker iets voor te zeggen. Voorbeeldopgave 7, de parallelschakeling van twee lampjes met drie schakelaars, wordt door de gemiddelde leerling bijna goed beheerst. Daarentegen is voorbeeldopgave 28, waarin dezelfde kennis op vergelijkbare wijze wordt getoetst, te moeilijk voor de gemiddelde leerling (én voor de percentiel-75 leerlingen). Doordat in opgave 28 de schakelaars niet zijn getekend, lijkt het probleem in die vorm te abstract voor de meeste leerlingen. De voorbeeldopgaven 16 en 22 gaan over magnetisme. Wat het nut is om de kop van een schroevendraaier magnetisch te maken, is voor een kleine 75% van de gemiddelde leerlingen duidelijk. Ongeveer 55% begrijpt hoe een kompas zich gedraagt op het zuidelijk halfrond (voorbeeldopgave 22). De leerlingen die de vraag fout beantwoordden kozen vrijwel uitsluitend voor alternatief C. Wellicht is deze vraag voor de zwakkere leerling een beetje gemeen geformuleerd door het kompas in Zuid-Afrika (er wordt daardoor extra gefocust op 'zuid') en niet in bijvoorbeeld Australië te gebruiken en in de vraagstelling te gewagen van 'de zuidpool'.

De voorbeeldopgaven 6 en 19 zijn vergelijkbaar omdat gevraagd wordt naar de toon die een gitaarsnaar respectievelijk een elastiekje voortbrengt bij een strakke of minder strakke spanning. Voorbeeldopgave 19 is iets complexer omdat daarbij ook aangegeven moet worden of het elastiekje langzamer of sneller trilt als je het minder strak spant. Misschien ook ligt de context met de gitaar wat dichter bij de eigen ervaringswereld dan de context met het elastiekje. Dit kan verklaren dat de gemiddelde leerling opgave 6 met een grotere kans juist beantwoordt dan opgave 19.

De voorbeeldopgaven 8, 13, 20 en 26 hebben betrekking op het zinken, zweven,

drijven of het lichter worden van voorwerpen in water. Ruim 80% van de gemiddelde leerlingen weet dat je in water minder weegt dan er buiten (opgave 8) en dat ijsblokjes drijven in water (opgave 13). (Zie ook de opmerkingen die bij de percentiel-10 leerling over deze opgaven zijn gemaakt.) Voorbeeldopgave 26 gaat eveneens over het lichter worden van voorwerpen in water, maar wordt door minder dan 50% goed beantwoord. Kennelijk is het wegen met een veerunster lastiger te doorzien of is het instrument onbekend. Voorbeeldopgave 20 (zweven in water) is tot op zekere hoogte vergelijkbaar met voorbeeldopgave 13. Het verschijnsel zweven staat echter verder van de leerlingen af dan het verschijnsel drijven: ruim 60% van de gemiddelde leerlingen beantwoordt vraag 20 goed, terwijl dit bij vraag 13 ruim 80% is. Leerlingen die deze vraag fout beantwoordden, kozen vrijwel allemaal voor alternatief D.

De percentiel-75 leerling beheerst van de totale verzameling van 72 opgaven 38 opgaven goed tot redelijk goed (waaronder voorbeeldopgaven 1 tot en met 20), 26 opgaven matig (zoals de voorbeeldopgaven 21 tot en met 26) en acht opgaven onvoldoende (vergelijk de voorbeeldopgaven 27 en 28).

Voorbeeldopgave 23 die toetst of leerlingen weten dat geluid zich niet kan voortplanten in vacuüm, wordt door ongeveer 65% van de percentiel-75 leerlingen goed beantwoord en door hen dus matig beheerst. Het onderwerp staat waarschijnlijk buiten hun eigen beleavingswereld en het is sterk de vraag of dit in het onderwijs aan de orde is geweest. Dat zou eigenlijk wel moeten als de leerlingen deze eigenschap van geluid moeten kennen.

De voorbeeldopgaven 2, 4, 9, 11 en 25 hebben betrekking op het aspect energie.

De opgaven 2, 4, 9 en 11 zijn bij de percentiel-10 leerling besproken. Van opgave 9 kan worden vastgesteld dat noch de gemiddelde noch de percentiel-75 leerling moeite heeft met de complexiteit van de aangeboden informatie.

Het begrip dat apparaten vaak een bepaalde energiesoort omzetten in een andere (voorbeeldopgave 11) is lastig voor de percentiel-10 leerling, redelijk te vatten voor de gemiddelde leerling en geen probleem voor de percentiel-75 leerling.

Voorbeeldopgave 25 gaat over de vraag wat bij verbranding de brandstof en wat het afvalproduct is en wat de energie is die vrijkomt. Deze opgave wordt door ongeveer 60% van de percentiel-75 leerlingen goed beantwoord en is dus vrij pittige materie voor leerlingen van de basisschool. Maar ook de opzet van de vraag is vrij complex, hetgeen al bleek uit het relatief grote percentage leerlingen (10% tot 20%) dat de vraag onbeantwoord liet. Tweederde deel van de leerlingen legde de relatie tussen warmte en energie, 20% koos voor het foute alternatief 'brandstof'. 80% van de leerlingen herkende in roet een afvalproduct, terwijl slechts een kwart van de leerlingen waterdruppels als een afvalproduct hanteerde, ongetwijfeld het gevolg van het verschil in definitie van het woord afvalproduct in natuurkundige context en algemeen dagelijkse context. Vlam is vooral aangemerkt als 'brandstof' ($\pm 45\%$) en minder als energie ($\pm 33\%$). Iets minder dan de helft van de leerling kruist bij kaars brandstof aan, terwijl $\pm 33\%$ hier voor afvalproduct koos. De vraag is met score 0 gewaardeerd indien de leerling 0 of slechts 1 antwoord goed had, met score 1 indien de leerling twee of drie onderdelen goed had en met score 2 indien vier of vijf onderdelen goed zijn beantwoord.

Van voorbeeldopgave 27 was al geconstateerd dat de aangeboden informatie een groot voorstellingsvermogen vereist. Alleen de percentiel-90 leerlingen kunnen met deze vraag uit de voeten. Voorbeeldopgave 28 is zelfs voor de beste groep aan de moeilijke kant.

Standaarden

De mediaan van de oordelen voor de standaard **Voldoende** ligt voor het onderwerp Natuurkunde bij vaardigheidsscore 245, een niveau dat door 54% van de leerlingen wordt bereikt. Beoordelaars veronderstellen dat de leerlingen toch de eerste achttien opgaven goed tot redelijk goed moeten beheersen wil er sprake zijn van voldoende beheersing in relatie tot de kerndoelen basis-onderwijs. Naar het oordeel van het beoordelaarspanel schiet de kennis van te veel leerlingen over dit onderwerp tekort en bereiken duidelijk te weinig leerlingen het niveau van de standaard Voldoende. We merken op dat het in de figuur afgebeelde interkwartielbereik voor deze standaard relatief klein is, hetgeen duidt op aanmerkelijke overeenstemming tussen de beoordelaars. Ook ten aanzien van het niveau voor de standaard **Minimum** zijn de beoordelaars het onderling in belangrijke mate eens. In dit geval echter ligt de mediaan van de oordelen op vaardigheidsscore 175, een niveau dat 93% van de leerlingen bereikt. Alleen de eerste twee voorbeeldopgaven worden op het niveau van deze standaard goed beheerst, nog enkele opgaven worden matig beheerst, maar opgaven 12 en verder worden alle onvoldoende beheerst. Gegeven het uitgangspunt dat 90% tot 95% van de leerlingen de standaard Minimum zou moeten bereiken, wordt de standaard Minimum dus door het beoogde percentage leerlingen bereikt.

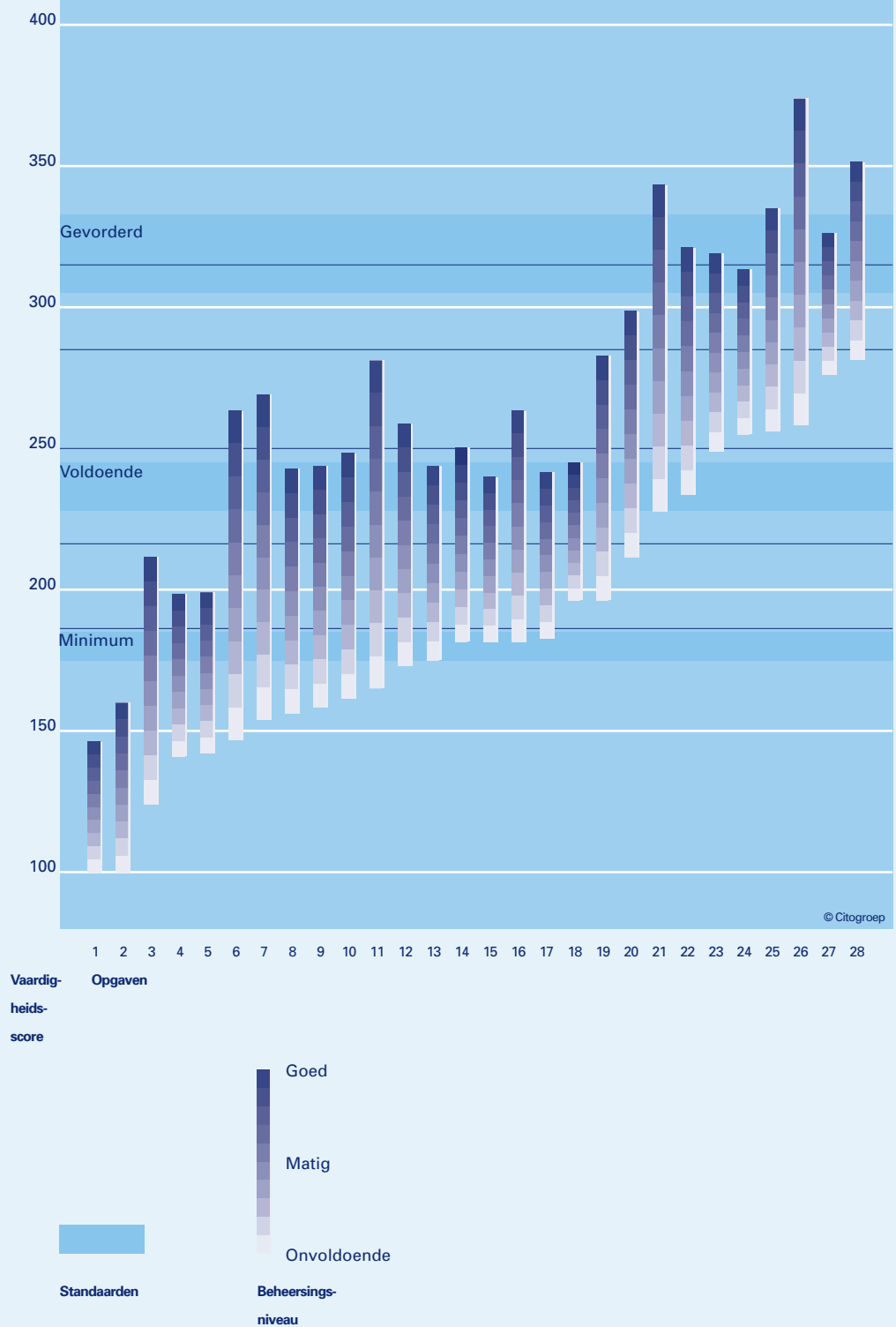
Met een vaardigheidsscore van 318 voor de mediaan van de oordelen voor de standaard **Gevorderd** bereikt 9% van de leerlingen het niveau van deze standaard. Weinig opgaven vallen daarmee volledig buiten het bereik van deze standaard en daarmee volgens de beoordelaars buiten het bereik van de kerndoelen voor Natuurkunde in het basisonderwijs

Verschillen tussen leerlingen

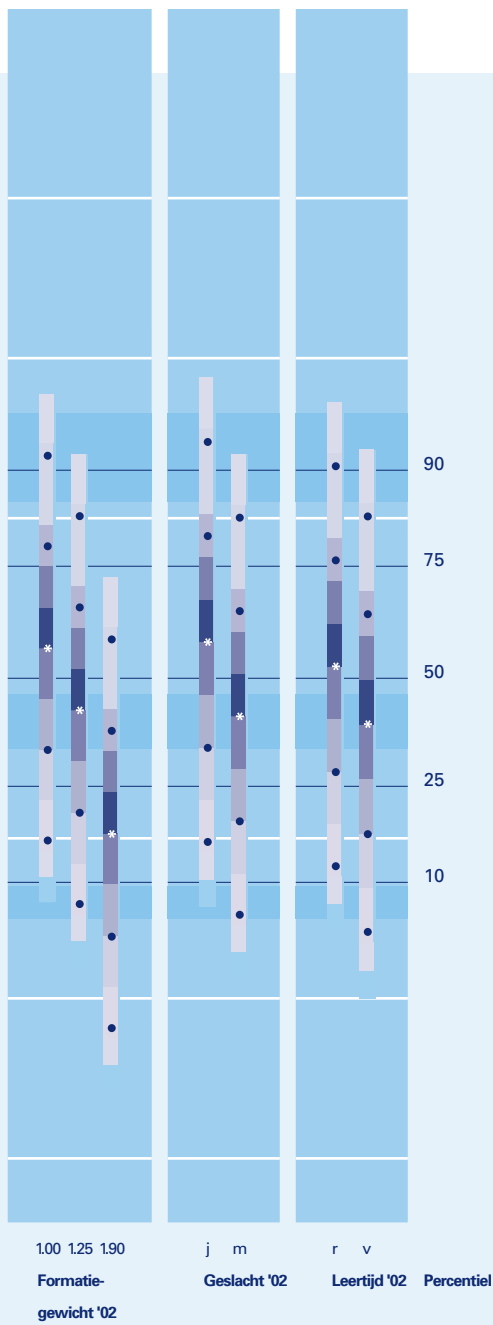
De vaardigheidsverdeling van de leerlingen met formatiegewicht 1.00 ligt iets hoger op de schaal dan die van de leerlingen met formatiegewicht 1.25. De afstand van de 1.90-leerlingen ten opzichte van deze beide groepen is echter aanzienlijk. De vaardigheidsscore van de gemiddelde 1.90-leerling komt min of meer overeen met het niveau van percentiel 10 van de 1.00-leerlingen en met percentiel 25 van de 1.25-leerlingen. De gemiddelde 1.00-leerling beheerst de eerste achttien opgaven goed, terwijl de gemiddelde 1.90-leerling slechts de eerste vijf opgaven goed beheerst. Vergeleken met de standaard Voldoende bereikt 62% van de 1.00-leerlingen het niveau van deze standaard, 46% van de 1.25-leerlingen en slechts 18% van de 1.90-leerlingen. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat de vaak specifieke terminologie en de specifieke begrippen die in dit leerstof domein en bij deze opgaven worden gehanteerd in relatie tot de geringe aandacht voor dit leergebied in het onderwijsaanbod daaraan in belangrijke mate debet is.

Er is ook een duidelijk verschil in het vaardigheidsniveau van jongens en meisjes op deze natuurkundevragen. De gemiddelde vaardigheidsscore van jongens is 261, die van meisjes 238. Afgezet tegen de standaard Voldoende betekent dit dat 63% van de jongens deze standaard bereikt tegen 49% van de meisjes. Vertraagde leerlingen hebben enige achterstand ten opzichte van hun reguliere groepsgenoten.

De vaardigheidsschaal bij het onderwerp Natuurkunde



Voor een toelichting op deze afbeelding: zie bijlage 1.



1 **Veerles bromtol** (Licht en kleur)



Veerle heeft een bromtol. De tol heeft gele, groene, rode, oranje, blauwe en paarse strepen.

Als Veerle de bromtol laat draaien verdwijnen de gekleurde strepen.

Hoe kan dat?

- A Door de snelheid van de bromtol worden de kleuren warm en lopen ze allemaal door elkaar.
- B* Door de snelheid van de bromtol kunnen je ogen de gekleurde strepen niet meer apart zien.
- C De bromtol draait sneller dan het licht en de kleuren gaan langzamer.

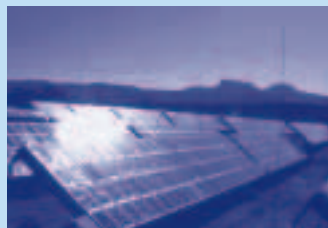
2 **Energiecentrales** (Energie)



A



C*



B



D

Hierboven zie je vier manieren om elektriciteit te maken.

Bij welke manier komt het meeste afval in het milieu?

3 **Brandende kaars** (Lucht)



In lucht zitten kooldioxide, stikstof en zuurstof. Harry zet over een brandende kaars een jampot. De kaars gaat uit.

Hoe komt dat?

- A Omdat de kooldioxide onder de jampot op raakt.
- B Omdat de stikstof onder de jampot op raakt.
- C* Omdat de zuurstof onder de jampot op raakt.

4 **Drenkeling in aluminium deken**
(Energie)



Deze drenkeling is zo juist uit het water van een rivier gehaald. De verplegers hebben hem zo snel mogelijk in een aluminium deken gepakt.

Waarom doen de verplegers dat? Om er voor te zorgen dat de drenkeling ...

- A beschermd wordt tegen gevaarlijke radioactieve straling.
- B goed beschermd is tegen bacteriën.
- C* zo weinig mogelijk lichaams-warmte verliest.

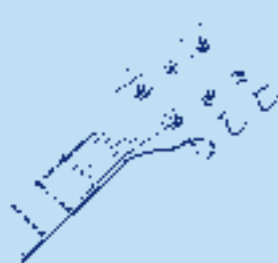
5 **Brandend lampje** (Elektriciteit)



Waarvan kan het staafje bij de pijl gemaakt zijn?

- A van een lollystokje
- B van een lucifer
- C* van een spijker

6 **Stemknoppen van een gitaar**
(Geluid)

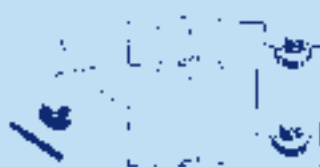


Aan de hals van een gitaar zitten stemknoppen. Hiermee kunnen de snaren gespannen worden.

Hoe verandert het geluid als je een snaar strakker spant?

- A Het geluid wordt harder.
- B* Het geluid wordt hoger.
- C Het geluid verandert niet.

7 **Stroomkring** (Elektriciteit)



Beide lampjes branden. Met schakelaar 1 kun je één lampje uitmaken.

Met welke schakelaar kun je beide lampjes tegelijk uitmaken?

- A met schakelaar 2
- B* met schakelaar 3
- C met geen van beide schakelaars, er blijft altijd wel een lampje branden

8 **Jannie op de weegschaal** (Zinken, zweven, drijven)



Jannie staat op de weegschaal aan de rand van het zwembad. Ze weegt 45 kg.

Hoeveel weegt Jannie op de weegschaal in het zwembad?

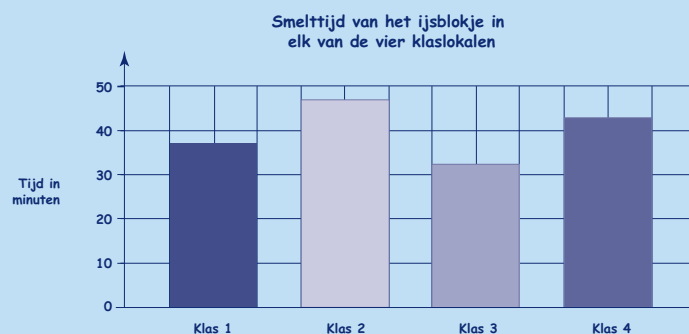
- A ook 45 kg
- B meer dan 45 kg
- C* minder dan 45 kg

9 Temperatuur op school (Energie)



Patrick gebruikt ijsblokjes om het warmste klaslokaal op school te vinden. Hij zet in vier verschillende klaslokalen een bord met daarop een ijsblokje. Hij noteert voor elk ijsblokje hoe lang het duurt voordat het helemaal gesmolten is.

Patrick maakt dit staafdiagram:



Welk klaslokaal is het warmst?

Antwoord: Klas 3

10 Regenboog (Licht en kleur)

Wanneer ontstaat een regenboog?

- A Als het zonlicht op het glimmend oppervlak van een meer schijnt.
- B* Als het zonlicht door een nevel van waterdruppeltjes schijnt.
- C Als het zonlicht tussen regenwolken doorschijnt terwijl het nog net niet regent.
- D Als het zonlicht tijdens een onweersbui op de bliksemflits schijnt.

11 Elektrische apparaten (Energie)

Een belangrijke energiesoort is elektriciteit. Allerlei elektrische apparaten kunnen hierop werken.

In welk van de volgende apparaten wordt elektriciteit omgezet in beweging?

- A in een knipperlicht
- B in een krultang
- C* in een keukenmixer
- D in een strijkijzer

12 Rietje (Lucht)



Rietje blaast door het rietje in haar limonade.

De luchtdruk in het rietje is ... de luchtdruk buiten het rietje.

Wat moet op de stippellijn staan?

- A even groot als
- B* groter dan
- C kleiner dan

13 **Ijsblokjes** (Zinken, zweven, drijven)

Peter doet een paar ijsblokjes in een glas water.

Wat gebeurt er met de ijsblokjes?

- A De grote blokjes zinken, de kleine blijven drijven.
- B* Ze blijven allemaal drijven.
- C Ze blijven allemaal zweven.
- D Ze zinken allemaal naar de bodem.

14 **Slagbalhonk** (Licht en kleur)



Op het plein staat de paal van een slagbalhonk.

Ali heeft om 9 uur 's ochtends gemeten hoe lang de schaduw is. Twee uur later, om 11 uur, zal ze de lengte van de schaduw opnieuw meten.

Twee kinderen doen een voorspelling over de lengte om 11 uur.

Christel zegt: "De schaduw zal om 11 uur korter zijn, omdat de zon dan hoger staat."

Miranda zegt: "Dat kun je niet zeggen. De lengte van de schaduw hangt af van hoe warm het is."

Wie heeft gelijk?

- A* Christel
- B Miranda
- C geen van beiden

15 **Twee flessen met een kurk** (Lucht)



In fles 1 zit alleen lucht. Fles 2 is helemaal gevuld met water. Je wilt beide kurken dieper in de hals van de fles duwen. Bij fles 1 lukt dat gemakkelijk, bij fles 2 lukt dat niet.

Hoe kan dat?

- A De kurk van fles 1 is door de lucht gekrompen.
- B Lucht kan verdampen door het glas van de fles en water niet.
- C* Lucht kun je samenpersen en water niet.

16 **Schroevendraaier** (Magnetisme)



De kop van deze schroevendraaier is magnetisch. Waarom is dat handig?

- A* De schroef kan dan niet van de kop van de schroevendraaier vallen.
- B De schroef blijft steviger in het hout zitten als hij er met zo'n schroevendraaier in is gedraaid.
- C De schroef kan alleen met zo'n schroevendraaier in harde houtsoorten gedraaid worden.
- D Met zo'n schroevendraaier kan je ook schroeven in metaal draaien.

17 **José's kachel** (Lucht)



In de houtkachel van José zitten gaten (zie pijl). Door de gaten komt er lucht in de kachel.

Waarom is het belangrijk dat er lucht in de kachel kan?

- A* De zuurstof in de lucht zorgt er voor dat het hout in de kachel kan branden.
- B De lucht blaast de vuile rook van het hout de schoorsteen in.
- C De lucht zorgt er voor dat het hout in de kachel droog blijft.
- D De waterdamp in de lucht zorgt er voor dat het hout niet te snel opbrandt.
- E De lucht zorgt er voor dat de kachel niet te heet wordt.

18 **Stroomdraad** (Elektriciteit)



Op de tekening zie je de onderdelen van een stroomdraad van een schemerlamp.

Door welke onderdelen van de stroomdraad gaat elektriciteit?

- A* alleen door 1 en 2
- B alleen door 1 en 3
- C alleen door 2 en 3
- D door 1, 2 en 3

19 **Toon** (Geluid)

Tussen twee spijkers is een elastiekje gespannen. Door op het elastiekje te tokkelen hoor je een bepaalde toon.

Wat gebeurt er als je het elastiekje minder strak spant?

Het elastiekje trilt ...

- A langzamer en de toon klinkt hoger.
- B* langzamer en de toon klinkt lager.
- C sneller en de toon klinkt hoger.
- D sneller en de toon klinkt lager.

20 Net met stenen en tennisballen (Zinken, zweven, drijven)

Jaco en Bart vullen ieder een net met stenen en tennisballen. Het net van Bart zweeft in het water. Dat van Jaco zinkt.



Wanneer zal ook het net van Jaco blijven zweven?

Jaco zegt: "Als er meer tennisballen in zitten."

Bart zegt: "Als er meer stenen in zitten."

Wie heeft gelijk?

- A* alleen Jaco
- B alleen Bart
- C beiden
- D geen van beiden

21 Maria en haar schaduw (Licht en kleur)



Maria maakt een tekening van haarzelf en haar schaduw. Ze heeft de schaduw niet helemaal goed getekend.

Wat had Maria bij de pijl anders moeten tekenen?

Antwoord: voeten van haarzelf en haar schaduw tegen elkaar / witte ruimte weg

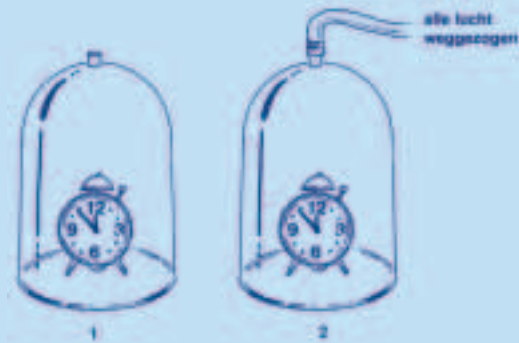
22 Kompas (Magnetisme)

Elly is op vakantie in Zuid-Afrika. Zuid-Afrika ligt dicht bij de zuidpool dan bij de noordpool. Elly is benieuwd of haar kompas ook in Zuid-Afrika werkt.

Wat is waar?

- A Haar kompas werkt in Zuid-Afrika niet.
- B* Haar kompas wijst in Zuid-Afrika naar het noorden.
- C Haar kompas wijst in Zuid-Afrika naar het zuiden.

23 Wekkers onder een glazen stolp (Geluid)



Anneke heeft twee wekkers onder een glazen stolp gezet. Bij 2 is alle lucht onder de stolp weggezogen. Bij 1 is geen lucht weggezogen.

Hoor je allebei de wekkers evengoed als ze aflopen?

- A Ja.
- B Nee, je hoort wekker 2 beter.
- C* Nee, je hoort wekker 2 bijna niet.

24 Ballonvaart (Lucht)



Hoe kan de kapitein de ballon laten stijgen?

Streep in de volgende zin AAN of UIT door en maak de zin dan af.

De ballon stijgt doordat de kapitein de brander AAN / ~~UIT~~ zet,

omdat dan de lucht in de ballon warm wordt (en opstijgt).

25 Proef met brandende kaars (Energie)

Hans heeft een brandende kaars in een potje. Hij doet de deksel op het potje. Hij maakt de volgende tekening:



	brandstof	afvalproduct	energie
warmte			X
rook		X	
waterdruppels		X	
vlam			X
kaars	X		

Bij verbranding wordt *brandstof* verbruikt. Er ontstaan *afvalproducten* en er komt *energie* vrij.

Zet telkens een kruisje in het goede vakje.

26 Wegen (Zinken, zweven, drijven)



Francien weegt deze auto. De auto weegt 200 gram. Vervolgens hangt ze de auto in het water.

Hoeveel weegt hij nu?

- A evenveel
- B meer
- C* minder

27 Vuurtoren (Elektriciteit)



Thijs en Loes hebben een model van een vuurtoren gemaakt. De lamp kan echt branden. De schakelaar om de lamp aan en uit te doen, is gemaakt van een kaart. De binnenkant van de kaart is beplakt met aluminiumfolie. Op de foto is de kaart open.



Waarom is voor de schakelaar voor aluminiumfolie gekozen en niet voor plastic folie?

aluminiumfolie geleidt en plastic niet

28 Schakelaar (Elektriciteit)



Op een batterij zijn twee lampjes aangesloten. Beide lampjes branden. Je wilt met één schakelaar beide lampjes in een keer uitdoen.

Waar moet de schakelaar zich dan bevinden?

- A* op plaats 1
- B op plaats 2
- C op plaats 3
- D op plaats 4

4.2 TECHNIEK: SCHRIFTELIJKE VRAGEN

Inhoud

De kennis en het inzicht van leerlingen aangaande techniek is uiteindelijk getoetst met 66 opgaven. De vragen gaan behalve over constructies, overbrengingen, besturingen en energie/elektriciteit ook over de keuze en het gebruik van gereedschappen en materialen. Over het kiezen en veilig gebruik van gereedschappen en materialen zijn geen basisinzichten geformuleerd omdat dit niet zelf behoort tot de technische principes die de kern uitmaken van onderwijs in techniek. Het zijn echter wel competenties waarover leerlingen moeten beschikken wanneer ze met techniek aan de slag gaan en ze worden in de kerndoelen ook aangeduid bij de algemene typering van het leergebied. De verdeling van de opgaven over de verschillende gebieden van de schaal en de geselecteerde voorbeeldopgaven bij elk gebied staan in de tabel.

Aspecten en basisinzichten van Techniek

Constructies
* Met profielen kunnen sterke en toch lichte constructies gemaakt worden. * Constructies worden steviger met driehoeken, bogen, door in verband te bouwen en door de basis breder te maken dan de top. * Door verbindingen worden onderdelen aan elkaar bevestigd tot een groter geheel. Er zijn verbindingen waarbij de onderdelen weer gemakkelijk ontkoppeld kunnen worden en andere die permanent zijn.
Overbrengingen
* (Tand-)wielen en hefbomen zorgen voor de overbrenging van een beweging of een kracht van het ene onderdeel van een apparaat of een machine op het andere. * Een overbrenging kan een kracht vergroten, verkleinen of van richting veranderen, of een beweging versnellen, vertragen of van richting veranderen.
Besturingen
* Een besturingssysteem maakt het mogelijk een apparaat of machine te laten werken zonder tussenkomst van mensen.
Energieomzettingen
* Brandstoffen, stromend water, wind en zon zijn energiebronnen. De mens gebruikt deze energiebronnen voor het opwekken van verschillende vormen van energie: beweging, licht, warmte en elektrische energie. Deze energievormen kunnen in elkaar omgezet worden. * Elektrische energie (elektriciteit) wordt opgewekt in elektriciteitscentrales. Accu's en batterijen leveren ook elektrische energie. * Als een spanningsbron wordt aangesloten op een geleidende kring gaat er een elektrische stroom lopen. Hoe groter de spanning, des te groter de elektrische stroom in de kring.

Aantal opgaven en geselecteerde voorbeeldopgaven per aspect voor het onderdeel Techniek

Aspect	Aantal opgaven	Voorbeeldopgaven
Constructies	16	1, 5, 18, 19, 24
Overbrengingen	21	2, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 23, 26, 28
Besturingen	6	6, 8, 13, 27
Energieomzettingen	8	4, 20, 25 (16, 22)
Gereedschappen en materialen	15	3, 7, 10, 16, (19), 21, 22
Totaal	66	28

Het aspect 'Constructies' bestaat uit drie basisinzichten. Er wordt ingegaan op enkele mogelijkheden om stevige constructies te maken die sterk, stijf en toch licht zijn. Sterke en toch lichte constructies worden gemaakt met behulp van profielen. Dit zijn repen metaal, papier of kunststof in een bepaalde vorm, bijvoorbeeld H- of T-vorm. Constructies worden stevig door bij het bouwen gebruik te maken van driehoeken of bogen of door de bouwstenen op een bepaalde manier te stapelen. Constructies staan stevig als de basis breder is dan de top of als ze met kabels op hun plaats worden gehouden.

In de uitwerking van de basisinzichten over constructies zijn ook verbindingen in constructies opgenomen. Sommige verbindingen, zoals verbindingen met schroeven of met lijm, zijn bedoeld om onderdelen permanent bij elkaar te houden. Bij andere verbindingen, zoals met splitpennen of scharnieren, is beweging tussen de onderdelen mogelijk.

Het aspect 'Overbrengingen' omvat twee basisinzichten. De uitwerking beschrijft eerst wat een kracht is en hoe krachten opgewekt kunnen worden. Er worden verschillende soorten krachten genoemd, bijvoorbeeld spierkracht, veerkracht en wrijvingskracht. Een kracht zet iets in beweging, remt iets af of houdt iets op zijn plaats. Een overbrenging brengt een beweging van het ene onderdeel van een voorwerp over op een ander onderdeel. Er wordt ingegaan op de werking van tand- en snaarwielen, van overbrengingen met een ketting, een stang of een as en ook op de werking van hefbomen. Met hefbomen kun je een kracht groter of kleiner maken, of van richting doen veranderen. Dit wordt met voorbeelden geïllustreerd. Tandwielen van verschillende grootte veranderen een draaiende beweging van snelheid, dit kan een kleinere of een grotere snelheid zijn. Je kunt met tandwielen die haaks op elkaar staan ook de richting van een draaiende beweging veranderen.

Het derde aspect gaat over 'Besturingen'. Met een besturingssysteem kan een apparaat of machine werken zonder tussenkomst van mensen. Daarvoor heeft het systeem een 'voeler' (sensor), die een gegeven uit de omgeving invoert. Het besturingssysteem realiseert vervolgens, al dan niet met behulp van een computer een besturing. In de uitwerking van dit basisinzicht wordt dit met voor kinderen herkenbare voorbeelden duidelijk gemaakt (Thijssen, 2002).

Tot de inhoud van techniek behoort ook het aspect 'Energieomzettingen'. Dit aspect bevat drie basisinzichten die eerder beschreven zijn bij de inhoud van natuurkunde. Het betreft de basisinzichten over energiebronnen, over het opwekken van elektriciteit en over geleiding van elektrische stroom in een stroomkring.

Wat leerlingen kunnen

De percentiel-10 leerling beheerst van de totale verzameling van zesenzestig opgaven zeven opgaven goed (waaronder de voorbeeldopgaven 1 tot en met 4), zeventien opgaven matig (waaronder de voorbeeldopgaven 5 tot en met 10) en tweeënveertig opgaven onvoldoende (zoals de voorbeeldopgaven 11 tot en met 28).

De voorbeeldopgaven 1 tot en met 4 worden door deze leerlingen goed gemaakt. Dat een hek het beste verstevigd kan worden met een diagonale lat (voorbeeldopgave 1) is voor deze leerlingen duidelijk. In de situatie in voorbeeldopgave 2 (een balans met een kat en een muis) herkennen zij ongetwijfeld het principe van een wip. Dat een moer van het afgebeelde type met een steeksleutel op de bout wordt vastgedraaid (voorbeeldopgave 3), kennen ze waarschijnlijk ook uit eigen of ervaring of is eenvoudig aan de hand van de figuren in te zien. Uit voorbeeldopgave 4 blijkt dat ruim 80% van de percentiel-10 leerlingen weet dat een zonnepaneel zonlicht omzet in elektriciteit.

Zoals eerder opgemerkt, geldt bij het onderwerp techniek ook dat de kans dat een percentiel-10 leerling een vraag goed beantwoordt groot is als deze betrekking heeft op eenvoudige en concrete feiten of principes die nauw verbonden zijn met de eigen ervaring. De eenvoud van de tekst en de eenvoud van de aangeboden informatie spelen daarbij opnieuw een belangrijke rol.

Ruim 60% van de percentiel-10 leerlingen beantwoordt voorbeeldopgave 5 (trekveer aan hek bevestigen) correct. Overigens is de vraag in deze vorm wel discutabel. De pijltjes bij 1 en 2 zijn te lang getekend, immers de trekveer moet aan de andere kant van het hek bevestigd worden. Ook is wel opgemerkt dat als de trekveer lang is, het denkbaar is dat hij dichterbij 2 dan bij 1 wordt bevestigd. Mogelijk dat deze onduidelijkheden ertoe hebben bijgedragen dat deze vraag maar matig discrimineert.

Ondanks het feit dat voorbeeldopgave 6 vrij talig is, weet ongeveer 60% van de percentiel-10 leerlingen dat e-mail versturen sneller is dan faxen en dat faxen sneller is dan een kaart versturen. Veel leerlingen zijn kennelijk vertrouwd met het verschijnsel e-mail en weten dat op die manier een bericht erg snel verstuurd wordt.

Voorbeeldopgave 7 (het gereedschapspel) zou model kunnen staan als een zeer geschikte vraag voor deze categorie leerlingen, omdat de gereedschappen afgebeeld worden waardoor het probleem zo concreet mogelijk wordt aangeboden. Toch wordt deze vraag door de percentiel-10 leerling maar matig beheerst. Met name worden bij deze vraag de functies van de combinatietang en de rondbektang verwisseld.

Voorbeeldopgave 8 (sensor voor het automatisch openen van een poortje) wordt door iets minder dan 60% van de percentiel-10 leerlingen goed beantwoord.

Bij voorbeeldopgave 9 (mechanisme van een pedaalemmer) en voorbeeldopgave 10 (een plank op de juiste lengte zagen) zakt het percentage goede antwoorden van deze leerlingen in de richting van 50%. Bij opgave 9 zal mogelijk een deel van de leerlingen niet gezien hebben dat de tekening rechts in de figuur een

uitvergroting van de pedaalemmer is. Maar ook voor degenen die dat wel begrepen hebben is enig voorstellingsvermogen nodig om het hefboomprincipe daarbinnen te doorzien. Leerlingen kiezen relatief vaak voor het alternatief 'katrol'. Mogelijk zijn ook de begrippen hefboom en katrol bij de leerlingen onvoldoende bekend.

Opgave 10 moet je goed lezen om tot de juiste volgorde te komen en dat is voor ongeveer de helft van deze categorie leerlingen te moeilijk.

Vanaf voorbeeldopgave 11 (stuiterballetje wegschieten door veerkracht van een gebogen plaatje) zakt het percentage goede antwoorden in deze groep onder de 50%. Ook bij deze vraag moet je goed lezen, eventueel nog eens lezen, om het antwoord 'het elastiekje' te vermijden. Leerlingen die deze vraag fout beantwoordden kiezen allemaal uitsluitend voor alternatief A 'het elastiekje'. De overige voorbeeldopgaven beheerst de percentiel-10 leerling onvoldoende of niet.

De gemiddelde leerling beheerst van de totale verzameling van zesenzestig opgaven vierentwintig opgaven goed tot redelijk goed (waaronder de voorbeeldopgaven 1 tot en met 12), tweeëntwintig opgaven matig (waaronder de voorbeeldopgaven 13 tot en met 20) en twintig opgaven onvoldoende (zoals de voorbeeldopgaven 21 tot en met 28).

De tot nu toe besproken voorbeeldopgaven worden door de gemiddelde leerling allemaal goed tot redelijk goed beheerst.

Voorbeeldopgave 12 (welke brug kan het snelst worden opgehaald?) heeft een hoge informatiedichtheid: De leerlingen moeten zien dat aan de ketting getrokken wordt, dat er op verschillende plaatsen een gewicht is aangebracht en wat het mee- of tegenwerkende effect van die gewichten is. Niettemin is dat voor ruim 80% van de gemiddelde leerlingen duidelijk. De vraag discrimineert heel scherp tussen de percentiel-10 en -50 leerlingen. Leerlingen die de vraag fout hebben, kiezen iets vaker voor alternatief A (11%) dan voor de alternatieven B (6%) of C (4%). Dat zou wel eens veroorzaakt kunnen zijn door het feit dat in de werkelijkheid het contragewicht nooit zo opvallend aanwezig is.

De automaat in voorbeeldopgave 13 is een black box en dan is het kennelijk voor veel leerlingen moeilijk je voor te stellen dat op kleur selecteren technisch niet gemakkelijk te realiseren is. De gemiddelde leerling beheerst deze opgave maar matig. Relatief veel leerlingen kiezen voor alternatief D ($\pm 20\%$), misschien omdat het begrip diameter hen niet bekend is.

Voorbeeldopgave 14 (welke waterraderen draaien dezelfde kant op?) lijkt op het eerste gezicht betrekkelijk eenvoudig. Toch geeft maar een kleine 60% van de gemiddelde leerlingen het goede antwoord. De meeste leerlingen die de vraag fout beantwoordden kozen voor alternatief C 'alleen 1 en 3' ($\pm 28\%$).

De tegengestelde draairichtingen van 2 en 3 werden dus door de meeste leerlingen wel opgemerkt.

Het hefboomprincipe zoals dat in voorbeeldopgave 15 moet worden toegepast (hoe moeten Bob en Myrthe gaan zitten zodat Ellen de kruiwagen zo makkelijk mogelijk kan tillen?), is voor ruim 40% van de groep gemiddelde leerlingen te moeilijk. Een situatie met krachten aan dezelfde kant van het draaipunt is kennelijk lastiger te doorzien dan een situatie met krachten aan weerszijden van het draaipunt. Zie voorbeeldopgave 2 die door vrijwel alle leerlingen uit deze categorie goed wordt beantwoord en voorbeeldopgave 12 die, ondanks de lastiger vraagstelling, toch beter gemaakt wordt. Van de totale steekproef van leerlingen gaf maar ongeveer 58% het goede antwoord; 22% koos voor

alternatief B, 14% voor alternatief C en 6% voor alternatief D.

Op voorbeeldopgave 16 valt bij nader inzien misschien wel wat af te dingen, alhoewel de vraag simpel is wanneer de leerling de relatie met het seinen met een zaklantaarn had gelegd. Afgezien daarvan, ook met de materialen die in de afleiders B, C en D genoemd worden, is met meer of minder fantasie wel een seinapparaat te maken. Leerlingen die de vraag fout beantwoordden kozen bij voorkeur voor alternatief C ($\pm 18\%$) of D ($\pm 18\%$)

Ongeveer 55% van de percentiel-50 leerlingen beantwoordt voorbeeldopgave 17 (naar welke kant draaien de wieltes waarop een looptunnel draait?) correct. De meeste leerlingen die de vraag fout beantwoordden, kozen voor alternatief A ($\pm 33\%$), waarbij de wieltes net als de tunnel met de klok meedraaien. Bij de percentiel-75 leerlingen ligt het percentage goede antwoorden iets hoger: ongeveer 65%.

Voorbeeldopgave 18 (een brug bouwen) laat een zelfde beeld zien: slechts een kleine 55% van de percentiel-50 leerlingen kiest driehoeken om een constructie te verstevigen; bij de percentiel-75 leerlingen is dat zo'n 65%. Van alle leerlingen beantwoordde iets meer dan de helft (55%) de vraag goed. Veel leerlingen ($\pm 30\%$) kozen voor alternatief B, waarschijnlijk omdat deze vorm toch het meest als brugleuning te zien is.

Met de voorbeeldopgaven 3, 7 en 19 wordt kennis van gereedschappen en materialen getoetst. In de eerste twee vragen wordt die kennis getoetst door middel van plaatjes van gereedschappen, in vraag 19 middels het woord 'vleugelmoer'. De gemiddelde leerling beheerst deze vraag maar matig, misschien omdat het begrip 'vleugelmoer' onbekend is? Overigens zou, op voorwaarde dat de moer niet te vast is aangedraaid, ook alternatief A correct kunnen zijn.

Iets minder dan 55% van de groep gemiddelde leerlingen weet waarom in een badkamer extra veiligheidsvoorschriften nodig zijn voor elektrische apparaten (voorbeeldopgave 20), bij de percentiel-75 leerlingen is dat ongeveer 63%.

Ongeveer een kwart van de leerlingen kiest hier voor alternatief B.

De overige voorbeeldopgaven beheersen de gemiddelde leerlingen onvoldoende of niet.

De percentiel-75 leerling beheerst van de totale verzameling van zesenzeestig opgaven eenendertig opgaven goed tot redelijk goed (waaronder de voorbeeldopgaven 1 tot en met 13), vijftientig opgaven matig (waaronder de voorbeeldopgaven 14 tot en met 25) en tien opgaven onvoldoende (voorbeeldopgaven 26 tot en met 28).

In voorbeeldopgave 21 bouwen vier vakmensen een muur. Ongeveer 62% van de percentiel-75 leerlingen geeft het juiste antwoord op de vraag wie van de vier controleert of de muur recht omhoog staat. Ongeveer eenderde deel van alle leerlingen kiest voor alternatief D.

In voorbeeldopgave 22 wordt in een vrij complexe automatische schakeling gevraagd het juiste materiaal voor een onderdeel aan te wijzen. Leerlingen moeten doorzien dat het een stroomkring betreft die gesloten wordt als onderdeel 1 het soepblik raakt. Dit onderdeel moet daarom uit geleidend materiaal bestaan. Van de percentiel-75 leerlingen wijst ongeveer 60% het juiste materiaal aan, van de percentiel-90 leerlingen is dat ongeveer 65%. Waarom leerlingen die de vraag fout beantwoordden bij voorkeur voor alternatief C 'de kurk' ($\pm 33\%$) kozen, is niet duidelijk.

Ook voorbeeldopgave 23 (de functie van de tandwielen in een slagroomklopper)

beheerst de percentiel-75 leerling maar matig. Voor 35% van de leerlingen blijkt bij deze vraag antwoord B een aantrekkelijke afleider te zijn.

De voorbeeldopgaven 1, 5, 18, 19 en 24 hebben betrekking op constructies.

De vragen 1 en 5 staan dicht bij de eigen ervaringswereld en worden ook door de percentiel-10 leerlingen goed respectievelijk matig beheerst. De vragen 18 en 24 toetsen inzicht in de stevigheid van brugconstructies. De percentiel-75 leerlingen beheersen dat inzicht matig. In voorbeeldopgave 19 komen vier mogelijke verbindingen aan de orde. Deze opgave is eerder besproken bij de gemiddelde leerling.

Voorbeeldopgave 25 is een inzichtelijk lastige vraag over hoe een paperclip als schakelaar in een stroomcircuit moet worden opgenomen. Iets minder dan 55% van de percentiel-75 leerlingen doorziet de schakeling; bij de percentiel-90 leerlingen is dat ongeveer 64%. Van alle leerlingen in de steekproef beantwoordt minder dan de helft deze vraag goed ($\pm 45\%$); ongeveer eenderde kiest voor alternatief D en ziet dus ook in afbeelding 2 een correcte schakeling.

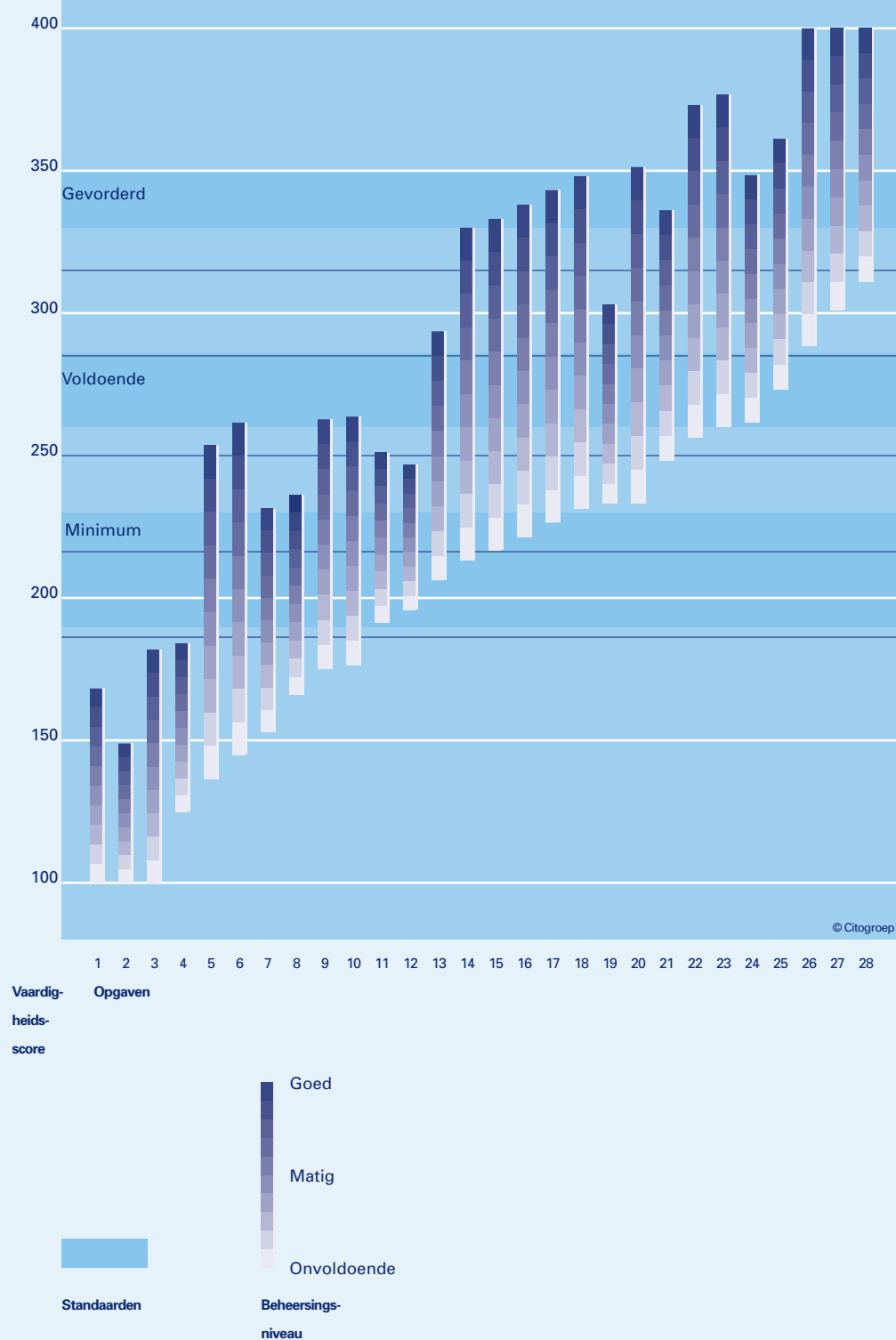
De voorbeeldopgaven 14, 17, 23, 26 en 28 hebben betrekking op overbrengingen via tand- of snaarwielen. De draairichting van één wiel bepalen (voorbeeldopgave 14) is voor 70% van de percentiel-75 leerlingen geen probleem (zie ook de opmerkingen die eerder over deze vraag gemaakt zijn). Bij vraag 17 waarin twee wielletjes door een groot wiel worden aangedreven is dat percentage ongeveer 65%. Bij de vragen 23, 26 en 28 zakt dat percentage naar respectievelijk 56%, iets minder dan 50% en ruim minder dan 50%. Over voorbeeldopgave 23 spraken we eerder. Voorbeeldopgave 26 waarin getoetst wordt hoe de snelheid van een lopende band afhangt van de grootte van de overbrengingswielen maken ook de percentiel-90 leerlingen matig. De vraag is natuurlijk ook wel erg ingewikkeld omdat er nogal wat alternatieven tegen elkaar afgewogen en vergeleken moeten worden. Voorbeeldopgave 28 is zelfs voor de allerbeste leerlingen te moeilijk.

De leerlingen moeten aan de tekeningen kunnen zien in welke situatie een draaiende beweging omgezet wordt in een op-en-neergaande beweging. Het kan zijn dat de omhoog en omlaag gerichte pijlen bij de antwoorden C en D verwarrend hebben gewerkt, maar opmerkelijk blijft toch dat veel leerlingen (bijna 40%) hier voor overbrenging A heeft gekozen en waarschijnlijk aan het draaien van de molenwieken zelf refereert. In het algemeen kunnen we stellen dat het onderwerp overbrengingen lastig is op basisschoolniveau en dat zowel het onderwijs daarin als de vraagstelling erover speciale aandacht verdient. Voorbeeldopgave 27 ten slotte waarin gevraagd wordt wat bij een automatisch voetgangerslicht zoal geregeld wordt, is ook voor de percentiel-90 een zeer lastige vraag omdat een stevig beroep gedaan wordt op zowel taalvaardigheid als begrip. Van alle leerlingen kiest slechts $\pm 33\%$ het juiste alternatief C, terwijl telkens ongeveer 20% van de leerlingen voor een van de alternatieven A, B of D kiest.

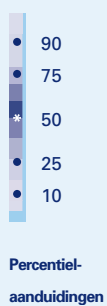
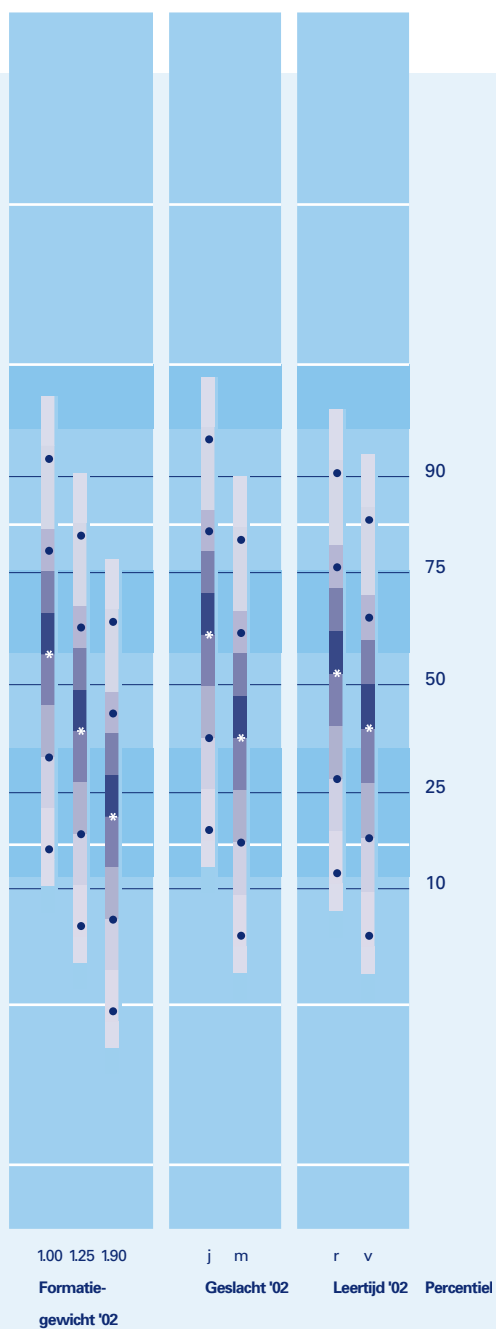
Standaarden

De mediaan van de oordelen voor de standaard **Voldoende** ligt bij vaardigheidscore 270, een niveau waaraan slechts 34% van de leerlingen voldoet. Dat is aanmerkelijk minder dan de voor deze standaard beoogde 70% tot 75% van de leerlingen. Er is een redelijke mate van overeenstemming tussen de beoordelaars. De beoordelaars zijn het er in grote mate over eens dat in ieder geval de eerste twaalf opgaven door de leerlingen goed beheerst zouden moeten worden. Het is duidelijk dat men van oordeel is dat de kennis omtrent techniek bij de leerlingen aan het einde van het basisonderwijs tekort schiet.

De vaardigheidsschaal bij het onderwerp Techniek Theorie



Voor een toelichting op deze afbeelding: zie bijlage 1.



r regulier
v vertraagd

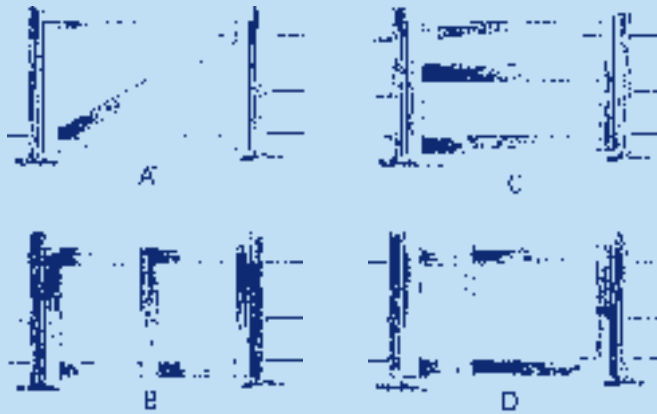
Leertijd '02

1 Stevig hek (Constructies)



Het draaihek bij de schapen is niet zo stevig. Er is nog één plank over. Met deze plank maakt Martijn het hek zo stevig mogelijk.

Hoe heeft hij de plank dan getimmerd?



2 Kat en muis (Overbrengingen)

De kat en de muis zijn nu precies in evenwicht.



Wat zal er gebeuren als de kat over de plank naar de room toeloopt?

- A De lat breekt.
- B* De muis komt omhoog.
- C De muis valt naar beneden.
- D Er gebeurt niets.

3 Kraampjes in elkaar zetten (Gereedschappen en materialen)



De kraampjes op het speelplein moeten in elkaar gezet worden. Er liggen latten die met bouten en moeren aan elkaar vastgemaakt moeten worden.

Welk gereedschap is daarvoor nodig?



A



C



B



D*

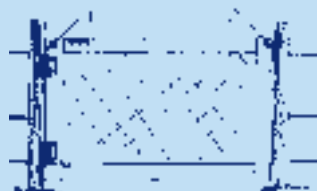
4 Elektriciteit (Energieomzettingen)

Tegenwoordig kan het licht van de zon gebruikt worden om elektriciteit te maken.

Wat is hiervoor nodig?

- A een dynamo
- B een lichtdimmer
- C* een zonnepaneel
- D een zonnescherm

5 Hek dat vanzelf dicht gaat (Constructies)



Drie geiten zijn weggelopen!
Iemand is vergeten het hek dicht te doen. De oplossing is een hek dat vanzelf dicht gaat. Dat kan met een trekveer.

Op welke plek moeten Karin en Martijn de trekveer vastmaken?

- A* op plek 1
- B op plek 2
- C dat maakt niet uit

6 Bericht versturen (Besturingen)

Als je een bericht wilt versturen, kun je dat op verschillende manieren doen:

- een fax versturen;
- een e-mail verzenden;
- een kaart op de bus doen.

Op de ene manier is het bericht er sneller dan op de andere.

Zet deze verschillende manieren in de juiste volgorde.

Op de eerste plaats staat de manier die het **snelst** gaat.

Welke volgorde is de juiste?

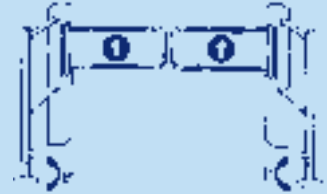
- A fax; e-mail; kaart
- B fax; kaart; e-mail
- C kaart; fax; e-mail
- D* e-mail; fax; kaart

7 Gereedschappen (Gereedschappen en materialen)

Karin doet het gereedschapsspel. Er liggen 5 kaartjes en 5 gereedschappen.
Op de kaartjes staat waar de gereedschappen voor dienen. Ze moet bij elk gereedschap het juiste kaartje leggen.
Welk kaartje hoort bij welk gereedschap?

meten 1 buigen 2	4 
aftekenen 3	1 
gaten maken 4 knippen 5	5 
	3 
	2 

8 Supermarkt (Besturingen)



Als je met je winkelwagentje langs de eerste paaltjes loopt, gaat het poortje vanzelf open.

Wat zit er in die paaltjes op de plaats bij de pijlen P?

- A een alarm
- B een magneet
- C* een sensor
- D een veer

9 Pedaalemmer (Overbrengingen)



Als je op de pedaal van de pedaal-
emmer drukt, gaat de deksel
omhoog.

Hoe werkt dit systeem?

Dit systeem werkt met ...

- A* een hefboom
- B een katrol
- C tandwielen

10 Boekenplank (Overbrengingen)

Hakan wil een boekenplank maken.
Hij moet daarvoor vier dingen doen:

- 1 de juiste lengte op de plank aftekenen
- 2 de plank langs de lijn afzagen
- 3 de plank schuren
- 4 met een winkelhaak een rechte lijn tekenen

In welke volgorde moet Hakan deze dingen doen?

- A 1-2-3-4
- B* 1-4-2-3
- C 3-1-2-4
- D 3-4-1-2

11 Veerkracht (Overbrengingen)



Een metalen plaatje is omgebogen en wordt door een elastiekje vastgehouden. Als het elastiekje wordt losgeknipt, schiet het stuiterballetje weg.

Waardoor schiet het balletje weg?

Door de veerkracht van:

- A het elastiekje
- B* het metalen plaatje
- C het stuiterballetje

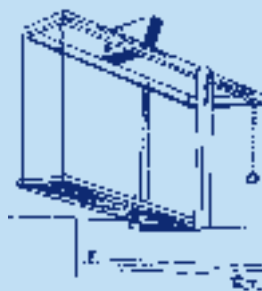
12 Ophaalbrug (Overbrengingen)

De vijand komt eraan! Mark en Yvon vluchten een kasteel binnen. Ze rennen over de ophaalbrug.

Welke brug kan het snelst worden opgehaald?



A



C



B



D*

13 Automaat (Besturingen)

David heeft zin in een snack. Hij gooit een munt in de automaat en kiest iets lekkers. Op drie punten wordt de munt gecontroleerd. Een valse munt wordt geweigerd.

Waar wordt de munt op gecontroleerd?

- A op de diameter, de dikte en de kleur
- B* op de diameter, de dikte en het gewicht
- C op de diameter, het gewicht en de kleur
- D op de dikte, het gewicht en de kleur

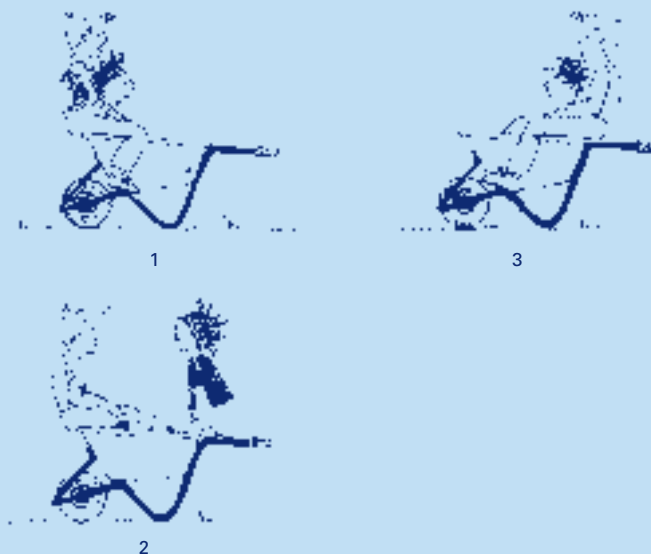
14 **Waternrad** (Overbrengingen)



Drie waternraden worden door water aangedreven.
Welke waternraden draaien dezelfde kant op?

- A* alleen 1 en 2
- B alleen 2 en 3
- C alleen 1 en 3
- D zowel 1, 2 als 3

15 **Kruiwagenrace** (Overbrengingen)



Leuk, een kruiwagenrace!

Ellen moet Bob en Myrthe in een kruiwagen naar de overkant rijden. Bob en Myrthe kunnen op verschillende manieren gaan zitten.

Op welke manier kost het Ellen de minste kracht?

- A* op manier 1
- B op manier 2
- C op manier 3
- D het maakt niet uit

16 **Seinapparaat** (Gereedschappen en materialen)

Jelle en Marthe bedenken een seinapparaat met licht. Het seinapparaat moet aan en uit kunnen zonder dat ze snoertjes losmaken.

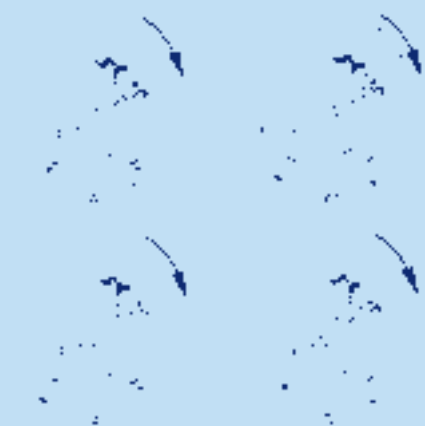
Wat hebben ze behalve snoertjes en een lampje nog meer nodig?

- A* batterij, schakelaar
- B dynamo, stekker
- C dynamo, schakelaar
- D stekker, schakelaar

17 Looptunnel (Overbrengingen)

Op het sportveld staat een looptunnel. Soumia gaat erin.
De looptunnel draait op kleine wielmpjes. De looptunnel draait met de klok mee.

Naar welke kant draaien de kleine wielmpjes dan?



18 Brug (Constructies)

Groep 7 bouwt een brug over de sloot naast de school. Zo kunnen kinderen
sneller op het sportveld komen. Tim heeft een aantal constructies getekend.



Met welke constructie wordt de brug het stevigst?

- A met constructie 1
- B met constructie 2
- C* met constructie 3
- D alledrie de constructies zijn even stevig

19 Luik (Constructies)

Buiten de molen is een luik.

Welk luik kun je zonder
gereedschap open krijgen?

Het luik dat vast zit met:

- A een bout en een moer
- B* een bout en een vleugelmoer
- C een schroef
- D een spijker

20 Elektrische tandenborstel

(Energieomzettingen)

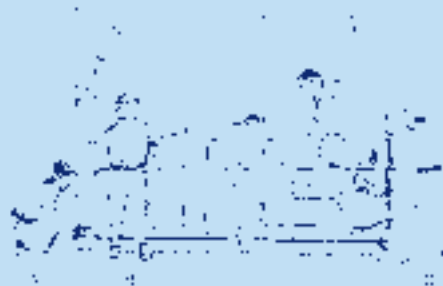


Dit apparaat wordt in de badkamer
gebruikt. Daarom gelden er aparte
veiligheidsvoorschriften.

Waarom is dit?

- A omdat het apparaat glibberig
kan worden
- B omdat het materiaal niet goed
tegen water kan
- C omdat vochtige ruimtes te
warm zijn voor dit apparaat
- D* omdat vocht stroom goed
geleidt

21 Grote kerk (Gereedschappen en materialen)



Het is rond het jaar 1200. Yvon en Mark komen aan in een stad. Hier wordt een grote kerk gebouwd. De bouwers moeten ervoor zorgen dat de muren recht omhoog staan.

Welke vakman controleert of de muur recht omhoog staat?

22 Startmachine 1 (Gereedschappen en materialen)



Voor de hindernisrace is een startmachine nodig. Lisa maakt hiervoor een model. Als de lamp brandt mogen de deelnemers vertrekken.

Van welk materiaal zal 1 gemaakt zijn?



A*



B



C



D

23 Slagroomklopper (Overbrengingen)



Bart en Farida staan achter het kraampje waar ijs met slagroom uitgedeeld wordt. De slagroomklopper heeft een aantal tandwielen.

Waar zorgen deze tandwielen voor?

- A* Zo draaien de kloppers snel.
- B Zo draaien de kloppers soepel.
- C Zo wordt de slagroom luchtiger.
- D Zo wordt de slagroom niet zuur.

24 Oude brug (Constructies)

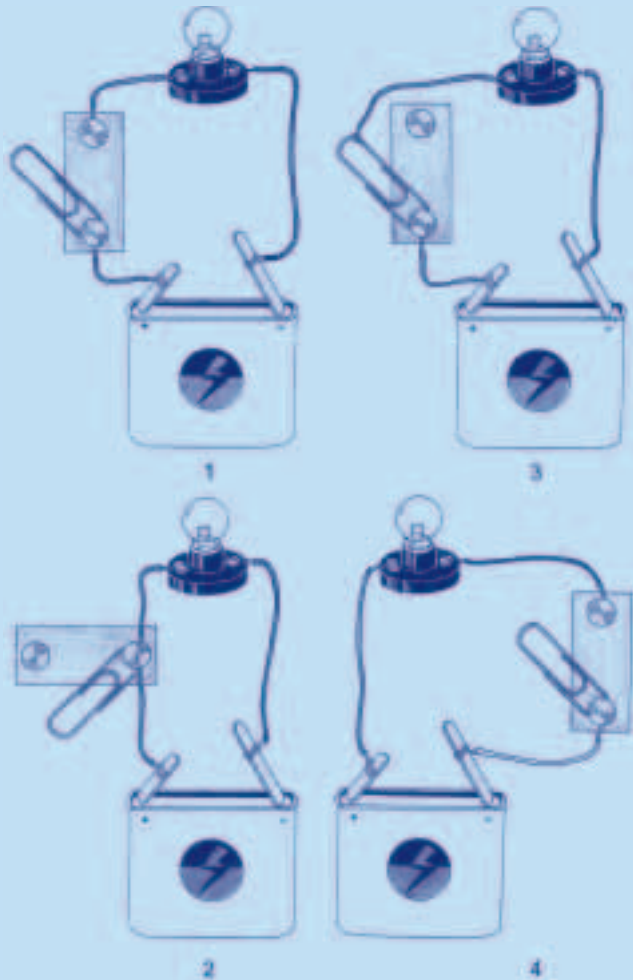


Deze brug is al 1200 honderd jaar oud. Yvon en Mark zijn niet bang om erover heen te lopen.

Waarom stort de brug niet in?

- A omdat de bovenkant van de brug vlak is
- B omdat de leuning van de brug dik is
- C* omdat de onderkant van de brug in een boog gebouwd is
- D omdat de pijlers van de brug stevig in de grond staan

25 Stroomkring (Energieomzettingen)



Ingrid heeft een lampje aangesloten op een batterij. Ze wil het lampje aan en uit doen.

Welke schakelaars zitten goed in de stroomkring?

- A 1 en 2 zijn goed
- B 3 en 4 zijn goed
- C* 1 en 4 zijn goed
- D 2 en 3 zijn goed

26 Lopende band (Overbrengingen)



Van de lopende band vallen doosjes met drop. Help, denkt Linda, dit gaat veel te snel. De band wordt aangedreven door wiel 2.

Hoe kan ze de band zo langzaam mogelijk laten lopen?

- A wiel 1 vervangen door wiel 3
- B* wiel 1 vervangen door wiel 4
- C wiel 2 vervangen door wiel 4

Voorbeelden bij de
vaardigheidsschaal
Techniek Theorie
(vervolg)

27 Oversteken (Besturingen)



Latifa en David gaan naar huis.
Ze steken de straat over bij het
voetgangerslicht.
Een voetgangerslicht is een
voorbeeld van een automatisch
besturingssysteem. Nadat je op de
knop gedrukt hebt, werkt het
voetgangerslicht automatisch.

Welke van de 5 volgende dingen
worden door dit besturingssysteem
geregeld?

1. wachttijd totdat je kunt oversteken
2. licht springt op groen
3. tijd om over te steken
4. licht springt op rood
5. tijd totdat er weer iemand op de knop drukt

- A alleen 1 en 2
B alleen 2 en 4
C* alleen 1, 2, 3 en 4
D 1, 2, 3, 4 én 5

28 Overbrenging (Overbrengingen)

Voor Mark en Yvonne is het rond 1800. Ze staan voor een houtzaagmolen.
Het waait hard, de wieken van de molen **draaien**. De zagen gaan **op en neer**.

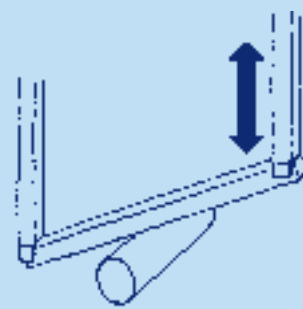
Met welke overbrenging kan dat?



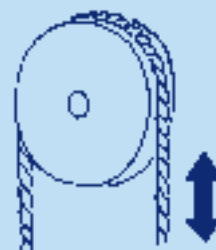
A



B*



C



D

De mediaan van de oordelen voor de standaard **Minimum** ligt bij vaardigheidscore 200 en dat niveau bereikt 84% van de leerlingen. De standaard Minimum zou echter bereikt moeten worden door 90% tot 95% van de leerlingen. De beoordelaars zijn van oordeel dat in ieder geval de eerste vier opgaven goed beheerst zouden moeten worden, maar dat daarnaast zeker ook een redelijke beheersing van de opgaven 5 tot en met 10 mag worden verwacht. De standaard **Gevorderd** is door de beoordelaars rond vaardigheidscore 345 gelegd en 3% van de leerlingen bereikt dit niveau. Dit niveau impliceert dat een goede beheersing van bijvoorbeeld de laatste zeven voorbeeldopgaven het niveau van de kerndoelen voor het basisonderwijs overstijgt.

Verschillen tussen leerlingen

Er zijn opnieuw weer grote verschillen in vaardigheidsniveau tussen leerlingen van de drie onderscheiden categorieën formatiegewicht. Blijven de 1.25-leerlingen al enigszins achter bij de 1.00-leerlingen, de vaardigheidsverdeling van de 1.90-leerlingen ligt opnieuw weer veel lager op de schaal. Het gemiddelde vaardigheidsniveau van de 1.90-leerlingen correspondeert met percentiel 25 van de 1.25-leerlingen en met percentiel 10 van de 1.00-leerlingen. Omgekeerd betekent dit dat slechts iets meer dan 25% van de 1.25-leerlingen en iets meer dan 10% van de 1.90-leerlingen het gemiddelde niveau van de 1.00-leerlingen bereikt.

Er is een relatief groot verschil in vaardigheidsniveau tussen jongens en meisjes. De gemiddelde vaardigheidsscore van jongens is 266, die van meisjes 236 en daarmee is het verschil meer dan een halve standaardafwijking groot. Het verschil is ook duidelijk groter dan bij het onderwerp Natuurkunde. Vertraagde leerlingen ten slotte hebben een lichte achterstand ten opzichte van de niet-vertraagde leerlingen.

4.3 PRAKTISCHE OPDRACHTEN VOOR TECHNIEK

Voor het peilingsonderzoek van het onderwerp Techniek zijn naast toetsopgaven ook acht praktische opdrachten ontwikkeld. In deze paragraaf beschrijven we de opzet van dit onderzoek en de resultaten van de leerlingen op deze opdrachten.

De opdrachten

Voor het onderwerp Techniek van het peilingsonderzoek Natuurkunde en Techniek zijn acht opdrachten ontwikkeld om enig inzicht te krijgen in de technische competenties van de leerlingen. Bij de ontwikkeling van de opdrachten moest met een aantal beperkende factoren rekening gehouden worden. Aangezien Techniek nog slechts een zeer bescheiden plaats inneemt in het curriculum van het basisonderwijs, mochten de opdrachten niet te ingewikkeld zijn. De opdrachten moesten ook in korte tijd (maximaal tien minuten per opdracht) gemaakt kunnen worden en er waren natuurlijk ook beperkingen aan de materiaalkosten. De tabel laat zien hoe de acht opdrachten over de vier aspecten van techniek verdeeld zijn.

Verdeling van de praktische opdrachten over de aspecten van Techniek

Aspect	Opdrachten
Constructies	Klem (5), Balpen (6), Brug (8)
Overbrengingen	Wielen (2), Uil (3), Balpen (6), Aquarium (7)
Besturingen	Aquarium (6)
Energieomzettingen	Storing opsporen (1), Metaal? (4), Aquarium (7)

Opzet van het onderzoek

Voor het peilingsonderzoek Natuurkunde en Techniek bezochten de toetsleiders de scholen die aan het onderzoek meededen. Het laatste uur van een afname-ochtend werd besteed aan de afnames van de praktische opdrachten. In een afzonderlijke ruimte op de school bereidde de toetsleider twee series van vier proefopstellingen voor: voor elke opdracht werden de materialen klaargelegd met een opdrachtformulier waarop voor de leerling het probleem was beschreven. Uit de groep leerlingen die eerder die ochtend de theorietoets techniek hadden gemaakt, werden in de loop van de ochtend willekeurig twee leerlingen geselecteerd. Elke leerling maakte een serie van vier opdrachten. In principe was er voor iedere opdracht tien minuten tijd, maar daarin kon men enige soepelheid betrachten. Een leerling die nagenoeg klaar was, mocht de opdracht afronden. Als echter bleek dat de leerling de opdracht niet kon realiseren, dan werd de opdracht na tien minuten afgebroken en kon de leerling de volgende opdracht gaan maken. Meestal liet de toetsleider na afloop zien wat de oplossing was geweest.

De toetsleider introduceerde de opdrachten bij de twee leerlingen. Bij iedere proefopstelling lazen de leerlingen eerst de opdracht van het opdrachtformulier om vervolgens aan het werk te gaan. Tijdens het maken van de opdrachten observeerde de toetsleider de leerlingen en noteerde de gewenste gegevens en resultaten. De toetsleiders zijn uiteraard vooraf geïnstrueerd in het afnemen van de opdrachten en hebben ook de opdracht gekregen ter voorbereiding van de afname zelf de opdrachten te maken. In hoeverre er sprake is van een objectieve beoordeling door de toetsleiders is moeilijk te zeggen. Er zijn geen onafhankelijke tweede beoordelaars bij de afnames betrokken geweest.

Opdracht 1 Storing opsporen

Doel van de opdracht

De leerling moet een storing lokaliseren in een stroomkring en deze herstellen. De storing is het gevolg van een defect snoetje.

De proefopstelling

Een 4,5V batterij is met twee krokodilbeksnoertjes verbonden met een metalen fitting met lampje. Een van de snoertjes is echter defect, maar dat is aan de buitenkant niet zichtbaar. (Het defecte snoetje was voor de toetsleider gemarkeerd.)

Op de tafel ligt verder nog een goede 4,5V batterij, een metalen fitting, een werkend lampje en een niet defect snoetje.



De opdracht aan de leerling

Hoe vervelend. Ik heb het lampje aangesloten op de batterij maar het brandt niet. Waar kan dat aan liggen? Kun jij er voor zorgen dat het lampje weer brandt? Welke oorzaken kun jij bedenken? Schrijf ze op. Nu ga je de storing verhelpen. Zorg dat het lampje brandt.

De resultaten

Als mogelijke oorzaken voor het defect noemen leerlingen een lege batterij (63%), een kapot lampje (59%) en een kapot snoertje (42%). Een enkeling oppert dat mogelijk het lampje niet goed is aangedraaid (7%). Toch slaagt uiteindelijk 85% van de leerlingen erin het defect op te sporen en het lampje weer te laten branden.

Opdracht 2 Wielen

Doel van de opdracht

Het met een elastiek overbrengen van beweging en veranderen van draairichting. De leerling bedenkt een oplossing, voert deze uit en tekent zijn oplossing.

De proefopstelling

Op de tafel ligt een plankje met daarop drie houten snaarwielen, bevestigd met stokjes rondhout. Bij het plankje ligt een elastiek. (N.B. De leerling mag voor de opdrachten maar één elastiek gebruiken.)



De opdrachten aan de leerling

Opdracht 1

Verbind de drie wielen met één elastiek, zodat alle wielen dezelfde kant op draaien.

Opdracht 2

Verander de verbinding met het elastiek nu zo, dat twee wielen dezelfde kant op draaien en het derde wiel een andere kant opdraait. Het elastiek mag niet twee keer om hetzelfde wiel. Teken je oplossing op de afbeelding van het plankje. Laat zien hoe het elastiek om de wielen zit. Laat je oplossing en tekening controleren.

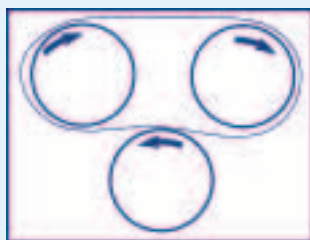
Opdracht 3

Kun je nog een andere oplossing bedenken, waarbij twee wielen dezelfde kant op draaien en het derde wiel dus een andere kant?

Is het gelukt? Teken dan op de tweede afbeelding hoe het elastiek om de wielen zit.

Resultaten

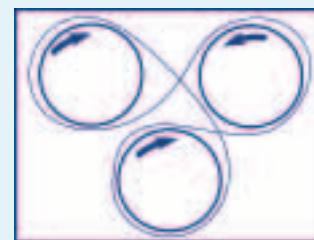
Vrijwel alle leerlingen (98%) slagen erin de eerste opdracht uit te voeren. De tweede opdracht kan op drie manieren worden opgelost.



A



B



C

Oplossing A wordt door 51% van de leerlingen toegepast, oplossing B past 71% van de leerlingen toe en oplossing C 37% van de leerlingen. Van alle leerlingen heeft slechts 5% geen van de drie oplossingen weten te vinden. Verder heeft 36% één oplossing gevonden, 51% twee oplossingen en 8% vond alle drie de oplossingen.

Opdracht 3 Uil

Doel van de opdracht

De leerling moet met twee splitpennen de vleugels aan de romp van de uil bevestigen en er dan met een touwtje een trekpoppo van maken. Om tijd uit te sparen, kan het 'trektouwtje' zelf achterwege blijven. Het is voldoende als de vleugels bewegen door met de vingers aan het touwtje tussen de vleugels te trekken.

De problemen bij deze opdracht zijn het bepalen van de juiste lengte van het touwtje en het bepalen van de juiste plek voor de bevestiging van het touwtje aan de vleugels.

Uiteraard mogen de leerlingen hun ontwerp verbeteren als het niet lukt.

De proefopstelling

Op tafel liggen het blad met de tekening van de uil, splitpennen, een bolletje touw, een rolletje plakband en een schaar.



De opdracht aan de leerling

Maak van deze uil een trekpoppo.

Bevestig met de splitpennen de vleugels aan de romp van de uil.

Verbind de vleugels aan de achterkant met een touwtje.

Gebruik plakband om het touwtje aan de vleugels vast te maken.

Als je dan aan het touwtje trekt, moeten de vleugels helemaal omhoog gaan. Laat je het touwtje weer los, dan moeten de vleugels vanzelf weer helemaal omlaag gaan.

Kan de uil dit niet, verbeter dan je oplossing.

Resultaten

Deze opdracht is door de toetsleider op vier punten beoordeeld. In 87% van de gevallen oordeelde de toetsleider de verbinding met splitpennen zodanig dat de vleugels soepel bewogen. Bij 70% van de 'Uilen' bewogen – ongeacht de richting – de vleugels door aan het touwtje te trekken. Slechts bij 35% gingen de vleugels ook helemaal omhoog (langs de oren) wanneer aan het touwtje werd getrokken. Ten slotte vielen bij 48% van de 'Uilen' de vleugels soepel naar beneden wanneer het touwtje losgelaten werd.

Door 32% van de leerlingen werd de opdracht helemaal goed uitgevoerd en zij scoorden dus op alle punten. 35% van de leerlingen scoorde op drie van de vier punten. Bij 7% van de leerlingen ten slotte werd geen enkel onderdeel van de opdracht naar voldoening uitgevoerd.

Opdracht 4 Metaal?

Doel van de opdracht

De leerling krijgt een plaatje van metaal (aluminium) en een plaatje van op metaal lijkend kunststof, beide bevestigd op een plankje. Met behulp van een stroomkring moet de leerling uitzoeken welk plaatje van metaal is. De leerling krijgt weliswaar ook een magneet, maar in dit geval gaat het om aluminium dat niet door een magneet wordt aangetrokken.

De proefopstelling

Op de tafel liggen de voor deze opdracht benodigde materialen, zoals een 4,5V batterij, drie krokodilbeksnoertjes, een 6V lampje, een metalen fitting, het plankje met daarop een plaatje metaal en een plaatje kunststof en een magneet.



De opdracht aan de leerling

Op de tafel ligt een plankje met twee plaatjes, aangeduid met de letters P en Q.

De plaatjes zien er allebei uit als metaal.

Toch is er maar één echt van metaal.

Onderzoek welk plaatje dat is.

Je kunt daarbij gebruikmaken van de materialen die op tafel liggen.

En, heb je ontdekt welk plaatje van metaal is?

Schrijf dan op welk plaatje van metaal is.

Waarom weet je zeker dat dat plaatje van metaal is?

Resultaten

Opmerkelijk is misschien dat van slechts 41% van de leerlingen wordt gemeld dat zij de magneet hebben gebruikt om het probleem op te lossen. Je zou verwachten dat leerlingen een magneet direct in verband brengen met metaal. Verder blijken de observaties van de toetsleiders niet helemaal consistent. In 62% van de gevallen melden zij een goede oplossing met de stroomkring, terwijl 69% van de leerlingen het correcte plaatje Q noteert, waarbij 58% een correcte verklaring geeft: metaal geleidt stroom en dan gaat het lampje branden.

Opdracht 5 Klem

Doel van de opdracht

De leerling maakt van ijzerdraad een klem, een soort paperclip waarmee het bijgevoegde stapeltje papier vastgehouden kan worden zoals op de tekening. En dit tenminste drie maal achter elkaar. De leerlingen zullen waarschijnlijk hun klem een aantal keer testen en verbeteren. Dat mag. De leerlingen mogen het papier niet beschadigen, dus geen gaatje in het papier en het dan aan een draadje hangen.

De proefopstelling

Op de tafel liggen een rolletje ijzerdraad ($\varnothing$ 1 mm), een rondbektang en een combinatietang. Verder beschikt de leerling over een liniaal, een potlood en gum om zijn oplossing te tekenen.



De opdracht aan de leerling

Hoe houd je losse blaadjes papier bij elkaar?

Ontwerp en maak van ijzerdraad een klem.

Gebruik daarbij het gereedschap dat op de tafel ligt.

Jouw klem moet vijf blaadjes papier bij elkaar kunnen houden, zoals op de tekening, dus in het midden aan de lange zijde.



Je mag je klem testen en verbeteren.

Als je klaar bent, laat dan zien dat jouw klem goed werkt en het zelfs na drie keer nog doet.

Maak dan een tekening van je klem, zodat anderen hem kunnen namaken.

Resultaten

In 59% van de gevallen meldt de toetsleider een adequaat gebruik van het gereedschap door de leerling. Anderen hebben, zo nemen we aan, het ijzerdraad met de vingers gebogen. Uiteindelijk voldoet 58% van de klemmen aan het criterium, dat wil zeggen dat met de klem van de leerling drie keer een set van 5 A4-tjes kan worden opgetild en wordt van 62% van de leerlingen de tekening in overeenstemming met de klem beoordeeld. Niet alle leerlingen echter die een klem hebben gemaakt, kunnen deze ook goed tekenen. Omgekeerd zijn er ook leerlingen die hun klem goed kunnen tekenen, terwijl deze niet of onvoldoende functioneert. Uiteindelijk blijkt 44% van de leerlingen zowel een adequate klem als een bijpassende tekening gemaakt te hebben, terwijl slechts 31% daarnaast ook nog een functioneel gebruik heeft gemaakt van het beschikbare gereedschap.

Opdracht 6 Balpen

Doel van de opdracht

Een balpen, bestaande uit acht onderdelen, is uit elkaar gehaald. De leerling moet de pen in elkaar zetten en de bijbehorende opdrachten maken.

De proefopstelling

Op de tafel ligt een doosje met de acht losse onderdelen van de balpen.



De opdracht aan de leerling

Dit zijn de onderdelen van een balpen.

Het is de bedoeling dat je de pen weer in elkaar zet.

Gebruik daarbij álle onderdelen.

De pen moet goed kunnen klikken en schrijven.

De resultaten

78% van de leerlingen blijkt in staat de balpen op de goede manier in elkaar te zetten en weer te laten werken. Een vrij redelijk resultaat, want op zich was het niet zonder meer duidelijk hoe het mechanisme werkte. Ongetwijfeld heeft 'trial and error' veel leerlingen uiteindelijk tot een goede oplossing gebracht. In antwoord op de vraag waardoor de pen in elkaar blijft zitten, hoewel er geen lijm wordt gebruikt, geeft 70% een goed antwoord door te wijzen op de schroefdraad waarmee de onderdelen in elkaar worden gedraaid. Op zich een tegenvallend resultaat, want het antwoord lijkt toch vrij duidelijk.

Ten slotte werden drie foto's getoond met drie verschillende volgordes waarin de onderdelen in elkaar gezet werden. 91% van de leerlingen wist op basis van de foto de correcte volgorde aan te wijzen, aanmerkelijk meer dus dan het percentage leerlingen dat daar ook in de praktijk in slaagde.

Opdracht 7 Aquarium

Doel van de opdracht

Heeft de leerling inzicht in de werking van een vlotter en kan hij/zij de vlotter als schakelaar opnemen in een stroomkring?

De proefopstelling

Op de tafel staat een doos (= aquarium). Op de randen van de doos rust de vlotter. Daarnaast ligt een minizoemer aangesloten op een batterij en er ligt een los snoertje bij.



Vanwege de verwachte moeilijkheidsgraad van de opdracht kreeg de toetsleider de volgende aanvullende aanwijzing mee:

‘Waarschijnlijk zult u sommige leerlingen bij deze opdracht wat meer moeten begeleiden. Als de leerling de werking van de vlotter niet begrijpt, zult u deze moeten demonstreren. Als de leerling het schakelprincipe van de vlotter niet begrijpt, zult u dit ook moeten demonstreren. U maakt aantekening van de mate waarin u de leerling hebt moeten helpen.’

De opdracht aan de leerling

Deze doos stelt een aquarium voor. Het water in het aquarium verdamt. Regelmatig moet er vers water bij. Dat mag niet vergeten worden, anders gaan de vissen dood.

Een oplossing is een alarm dat gaat zoemen als er water bij moet.

Maak zo’n alarm met de spullen die voor je klaarliggen. Van het alarm zijn twee onderdelen al in elkaar gezet. Een deel ligt op het aquarium. De werking daarvan mag je onderzoeken. Het zoemertje is al verbonden met de batterij. Om het alarm te laten werken, heb je ook het losse snoertje nodig.

De resultaten

Volgens de toetsleiders ontdekte 55% van de leerlingen zelfstandig de werking van de vlotter: de kurk drijft op water en door wisselend waterniveau ontstaat een hefboomwerking. Als de leerling dat niet ontdekte mocht de toetsleider dit aspect van de opdracht uitleggen, zodat de leerling de opdracht kon afmaken. Vervolgens rapporteren de toetsleiders dat 65% van de leerlingen zelf de werking van de vlotter als schakelaar in een stroomkring ontdekte. Zo'n 14% van de leerlingen ontdekte wel de functie van de vlotter in de stroomkring, maar hun ontgving blijktbaar de hefboomwerking in relatie tot het wisselend waterniveau. Ten slotte wist 59% van de leerlingen een juiste stroomkring te maken.

Opdracht 8 Brug

Doel van de opdracht

Met behulp van holle buizen of profielen (U, V) kun je sterke constructies maken.

In dit geval moet de leerling een brug ontwerpen van papier die een filmbusje met zand kan dragen. De leerling voert het ontwerp ook uit.

De proefopstelling

Op de tafel ligt een blauw A4-papier (= de rivier). Grenzend aan de korte zijden staan op het papier twee kubussen (5 x 5 x 5 cm) tegenover elkaar. Een houten balkje, een filmbusje met zand, een schaar en enkele witte A4-tjes liggen er naast.



De opdracht aan de leerling

Het blauwe papier is de rivier.

Op de twee houten kubussen moet je een brug bouwen van papier.

De brug moet het gewicht van het filmbusje met zand kunnen dragen.

Het busje moet in het midden van de brug rechtop blijven staan.

De brug mag dan maar een klein beetje doorzakken. Het houten balkje dat er bij ligt is een boot en die moet onder de brug door kunnen varen.

De brug moet je bouwen van één blaadje wit papier.

Als het niet direct lukt, kun je andere blaadjes gebruiken om uit te proberen.

De resultaten

Van 81% van de leerlingen wordt gerapporteerd dat zij een brug van papier hebben gemaakt. In de andere gevallen hebben de leerlingen waarschijnlijk de blokjes dichter bij elkaar gezet, waarna de opdracht als onvoldoende is gescoord. Bij 39% van de bruggen bleef het filmbusje in het midden gedurende tien tellen rechtop staan. In bijna alle gevallen (38%) lukt het dan ook om het blokje in het midden onder de brug door te schuiven.

Samenvatting

De opdrachten zijn op meerdere aspecten beoordeeld en dat maakt het moeilijk een samenvattend overzicht te maken. Zetten we niettemin de eindresultaten op de opdrachten in volgorde van moeilijkheidsgraad op een rij, dan ontstaat het volgende beeld:

Opdracht	Eindresultaat
Wielen	95% vindt een oplossing voor opdracht 2, 59% vindt zelfs meer dan één oplossing.
Storing opsporen	Het lukt 85% van de leerlingen het defecte snoertje aan te wijzen.
Balpen	78% van de leerling weet de balpen op de juiste manier in elkaar te zetten.
Metaal	62% van de leerlingen weet met een stroomkring het metalen plaatje op te sporen.
Aquarium	59% slaagt erin de stroomkring voor de zoemer te realiseren, maar waarschijnlijk zijn verschillende leerlingen daarbij door de toetsleider gedeeltelijk geholpen.
Klem	58% van de leerlingen heeft een klem gemaakt die aan de criteria voldeed.
Brug	38% heeft een brug gevouwen die voldoende stevig was om het busje met zand te dragen en niet te diep doorboog.
Uil	32% heeft een uil gemaakt die aan alle criteria voldeed, 35% van de leerlingen scoorden voldoende op drie van de vier criteria.

De eerste drie opdrachten zijn goed gemaakt, want meer dan 75% van de leerlingen komt tot een goede oplossing. Drie andere opdrachten werden redelijk goed gemaakt, want ze werden door meer dan 50% van de leerlingen opgelost. Daartoe behoort dan ook de opdracht 'Aquarium', maar daarbij moeten we bedenken dat de proefleiders veel leerlingen op weg hebben moeten helpen. De opdrachten 'Brug' en 'Uil' blijken voor de meeste leerlingen te moeilijk. Bij de opdracht 'Uil' was het voor veel leerlingen volstrekt niet duidelijk hoe de touwtjes aan de vleugels bevestigd moesten worden om een optimale 'vliegbeweging' van de uil te krijgen.

Verschillen tussen leerlingen

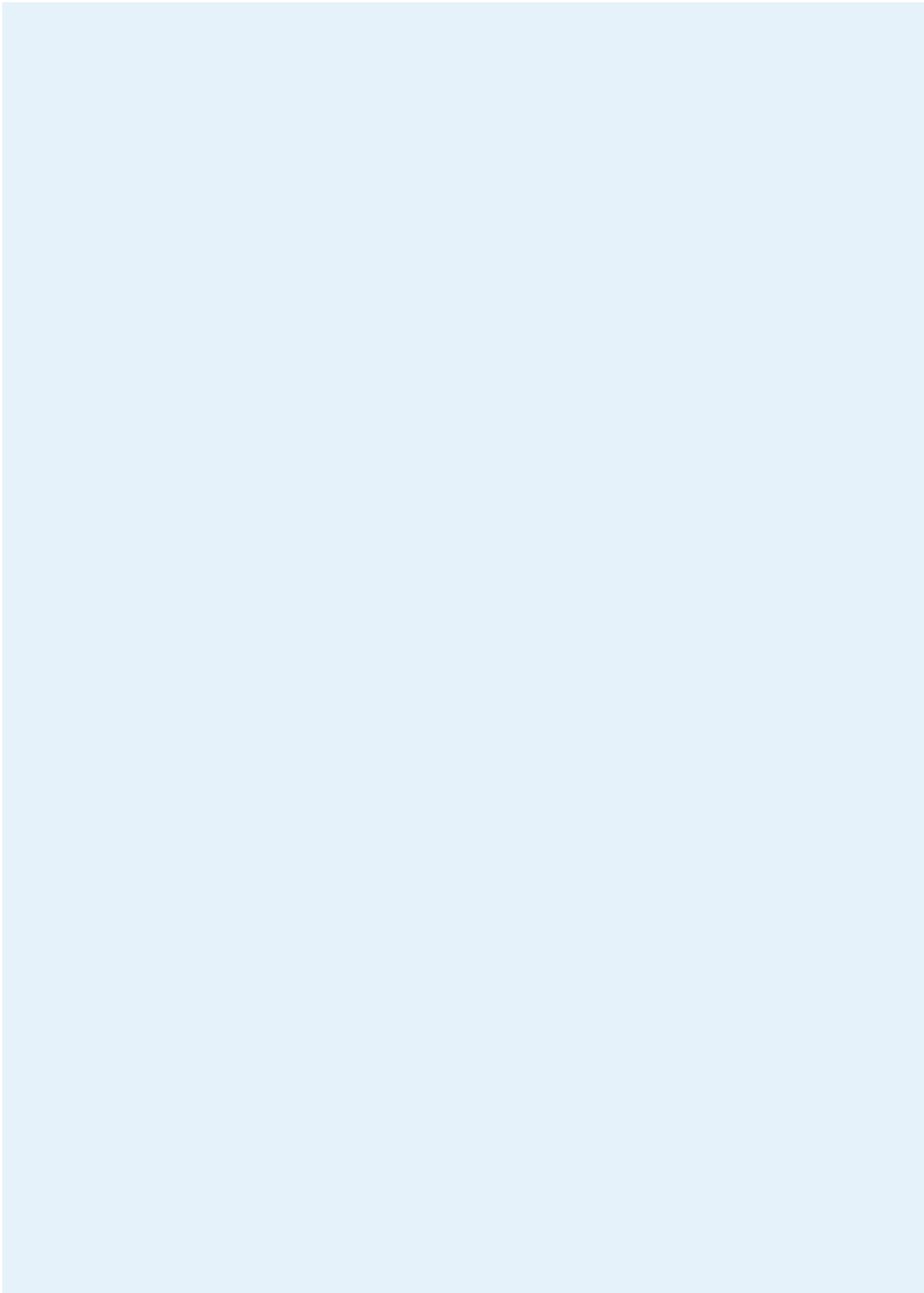
In totaal zijn acht opdrachten op 29 aspecten beoordeeld. De gemiddelde score van de leerlingen is 17,4 (standaarddeviatie 5,49). Gemiddeld doen de jongens het met een score van 18,3 (sd 5,31) duidelijk beter dan meisjes met een gemiddelde score van 16,3 (sd 5,52). Ook de reguliere leerlingen met een gemiddelde score van 17,7 (sd 5,41) scoren beter dan hun vertraagde groeps-

genoten die een gemiddelde score van 15.6 (sd 5,57) behalen. Opmerkelijk is echter dat er bij deze praktische opdrachten slechts kleine verschillen bestaan tussen leerlingen met verschillend leerlinggewicht. De gemiddelde score van 1.00-leerlingen bedraagt 17,6 (sd 5,45), van 1.25-leerlingen 16,7 (sd 5,54) en van 1.90-leerlingen 16.9 (sd 5,55).

Samenhang tussen theoretische kennis en praktische vaardigheid

Een deel van de leerlingen (422) heeft zowel schriftelijke opgaven voor natuurkunde als voor techniek gemaakt. De correlatie van de resultaten van de leerlingen op de beide onderwerpen bedraagt $r = 0.80$, hetgeen wijst op een sterk verband tussen de prestaties op de beide schriftelijke onderwerpen. Van de leerlingen die meegedaan hebben aan de praktische opdrachten voor techniek, hebben de meesten (260) ook schriftelijke opgaven voor techniek gemaakt. De correlatie tussen de prestaties van de leerlingen op deze beide onderwerpen bedraagt $r = 0.58$. Er is dus wel sprake van samenhang tussen kennis en praktische vaardigheid, maar deze is minder sterk dan die tussen de beide schriftelijke onderwerpen. De correlatie tussen de praktische opdrachten en de schriftelijke toets voor Natuurkunde is $r = 0.53$. Deze correlatie is van vergelijkbare grootte als die tussen het theoretisch deel van Techniek en de praktische opdrachten, waarbij we aantekenen dat vrij weinig leerlingen (65) zowel de natuurkundeopgaven als de praktische opdrachten voor techniek hebben gemaakt.

Het lijkt er dus op dat met de praktische vaardigheidstoets (ook) andere vaardigheden worden geëvalueerd dan met de schriftelijke opgaven alleen. Nader onderzoek zou moeten uitwijzen welke additionele vaardigheid of vaardigheden dan een onderscheidende bijdrage leveren aan de prestaties van de leerlingen op de praktische opdrachten.



HOOFDSTUK 5

Hoofdstuk 5



5 VERSCHILLEN TUSSEN LEERLINGEN

In dit afsluitende hoofdstuk besteden we aandacht aan de specifieke bijdrage van een aantal variabelen aan verschillen in prestaties tussen leerlingen. We vragen ons af wat het effect is van school- en leerlingkenmerken als stratum, formatiegewicht, geslacht en leertijd op de prestaties van de leerlingen.

5.1 INLEIDING

In hoofdstuk 4 zijn voor drie onderwerpen van het leerstofdomein Natuurkunde en Techniek de prestaties van de leerlingen in jaargroep 8 beschreven. Daarbij is ook steeds gekeken naar de verschillen tussen groepen leerlingen op basis van formatiegewicht, geslacht en leertijd. Voor de onderscheiden categorieën binnen deze variabelen zijn markante punten uit de vaardigheidsverdelingen afgebeeld, te weten de percentielen 10, 25, 50, 75 en 90, waarbij percentiel 50 het gemiddelde niveau in de groep vertegenwoordigt. Deze vaardigheidsverdelingen tonen de verschillen tussen groepen leerlingen zonder na te gaan of de groepen wat hun samenstelling op de andere variabelen betreft, wel vergelijkbaar zijn.

In de analyses die we in dit hoofdstuk presenteren wordt voor eventuele verschillen in de samenstelling van die groepen leerlingen tot op zekere hoogte gecorrigeerd; tot op zekere hoogte omdat onderwijsresultaten van veel meer factoren afhankelijk zijn dan in het model dat aan de analyses ten grondslag ligt, opgenomen kunnen worden. We spreken dan van gecorrigeerde of gezuiverde verschillen, de zogenoemde effecten. Bij het schatten van de effecten voor een variabele wordt statistisch gecontroleerd voor de overige factoren in het analysemodel.

Het verschil in vaardigheid tussen de groepen wordt statistisch getoetst. Het is gebruikelijk om bij een overschrijdingskans $p < 0.05$ te spreken van een statistisch significant effect: het verschil tussen de groepen wordt dan niet meer aan toeval toegeschreven. Deze toetsing geeft echter geen informatie over de grootte van het verschil. Zeker in het geval van grote steekproeven, zoals in peilingsonderzoek vaak het geval is, kunnen relatief kleine verschillen al gauw een statistisch significant effect geven. Daarom beschrijven we de verschillen in termen van effectgrootten, een statistische maat die een indicatie geeft van de grootte van het gevonden verschil.

Kwalificatie van effectgrootten

Effectgrootte	Kwalificatie
-0.8	groot negatief effect
-0.5	matig negatief effect
-0.2	klein negatief effect
0.0	geen effect
0.2	klein positief effect
0.5	matig positief effect
0.8	groot positief effect

De effectgrootte is het quotiënt van het verschil tussen de gemiddelden enerzijds en de standaardafwijking binnen de groepen anderzijds. Bij benadering kan men zeggen dat de effectgrootte het verschil uitdrukt als fractie van de standaardafwijking. Een effectgrootte 0,5 geeft aan dat het verschil tussen twee groepen bij benadering een halve standaardafwijking betreft. Ter interpretatie van de effectgrootten volgen we de in de psychometrische literatuur gebruikelijke kwalificaties.

Bij elk van de drie onderwerpen zijn voor de volgende vier variabelen effect-schattingen uitgevoerd:

- formatiegewicht, met de niveaus 1.00, 1.25 en 1.90;
- stratum, met de niveaus 1, 2 en 3;
- geslacht, met de niveaus jongen en meisje;
- leertijd, met de niveaus regulier en vertraagd.

Er worden geen vergelijkingen tussen methoden gemaakt omdat scholen slechts in zeer beperkte mate gebruikmaken van onderwijsmethoden voor het domein Natuurkunde en Techniek.

Voor het onderwerp Natuurkunde is daarnaast ook een effectschatting voor afnamejaar uitgevoerd waarin de prestaties van leerlingen uit 2002 vergeleken worden met die van leerlingen in 1995. De onderwerpen Techniek theorie en Techniek praktijk zijn nu voor het eerst afzonderlijk in het peilingsonderzoek opgenomen, zodat voor deze onderwerpen geen vergelijkingen met een eerdere afname gemaakt kan worden.

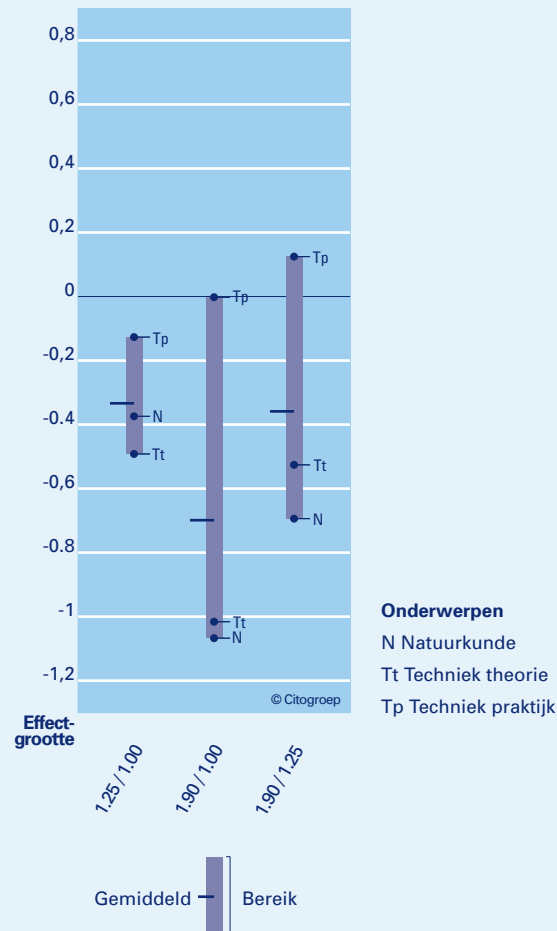
Een complicerende factor bij het schatten van verschillen tussen afnamejaren is de omstandigheid dat in 1997 de definitie voor formatiegewicht 1.25 is gewijzigd en daarmee impliciet ook de definitie voor formatiegewicht 1.00. Tegelijk zijn ook de definities voor de stratumindeling bijgesteld (zie paragraaf 2.2). Zonder daarover hier in technische details te treden merken we op dat voor het schatten van de effecten nu twee modellen zijn gebruikt om waar dat aangewezen is, met deze definitiewijzigingen rekening te kunnen houden. Het eerste model betreft de analyses op de peilingsresultaten voor 2002 afzonderlijk met de factoren formatiegewicht, stratum, geslacht en leertijd. In dit model is dus sprake van een eenduidige definitie voor stratum en formatiegewicht. Het tweede model betreft de analyses op de gecombineerde peilingsresultaten van 1995 en 2002 om het effect van afnamejaar voor het onderwerp Natuurkunde te kunnen schatten. In dit model zijn naast de factor afnamejaar ook de factoren geslacht, leertijd en een aangepaste factor formatiegewicht opgenomen. De aangepaste factor formatiegewicht kende in deze vergelijking slechts twee niveaus: 1.90-leerlingen en niet-1.90-leerlingen. Op dit niveau onderscheiden de definities van formatiegewicht in de beide afnamejaren zich immers niet.

5.2 HET EFFECT VAN FORMATIEGEWICHT EN STRATUM

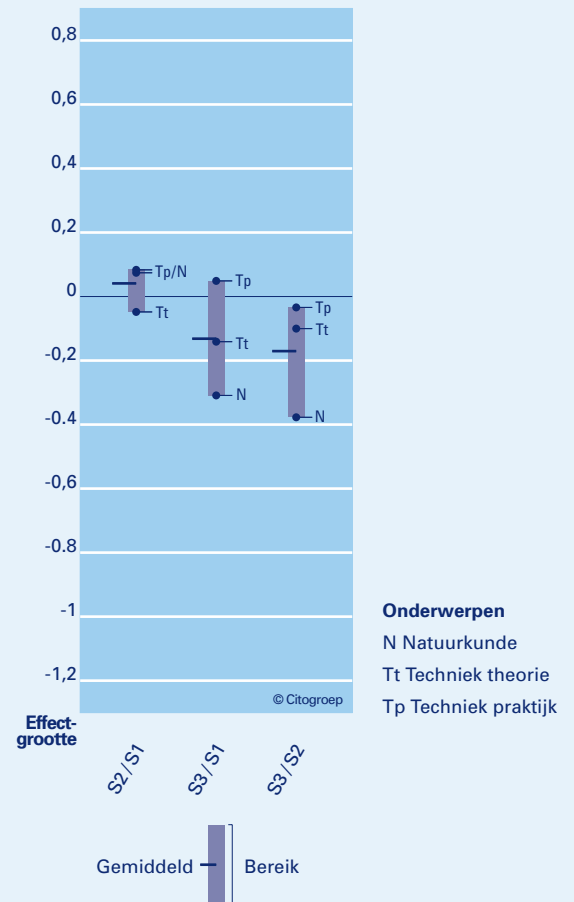
Formatiegewicht

In het basisonderwijs kunnen leerlingen gewichten toegekend worden afhankelijk van hun sociaal-economische achtergrond. Deze gewichten vormen

Effectgrootten voor formatiegewicht in 2002



Effectgrootten voor stratum in 2002

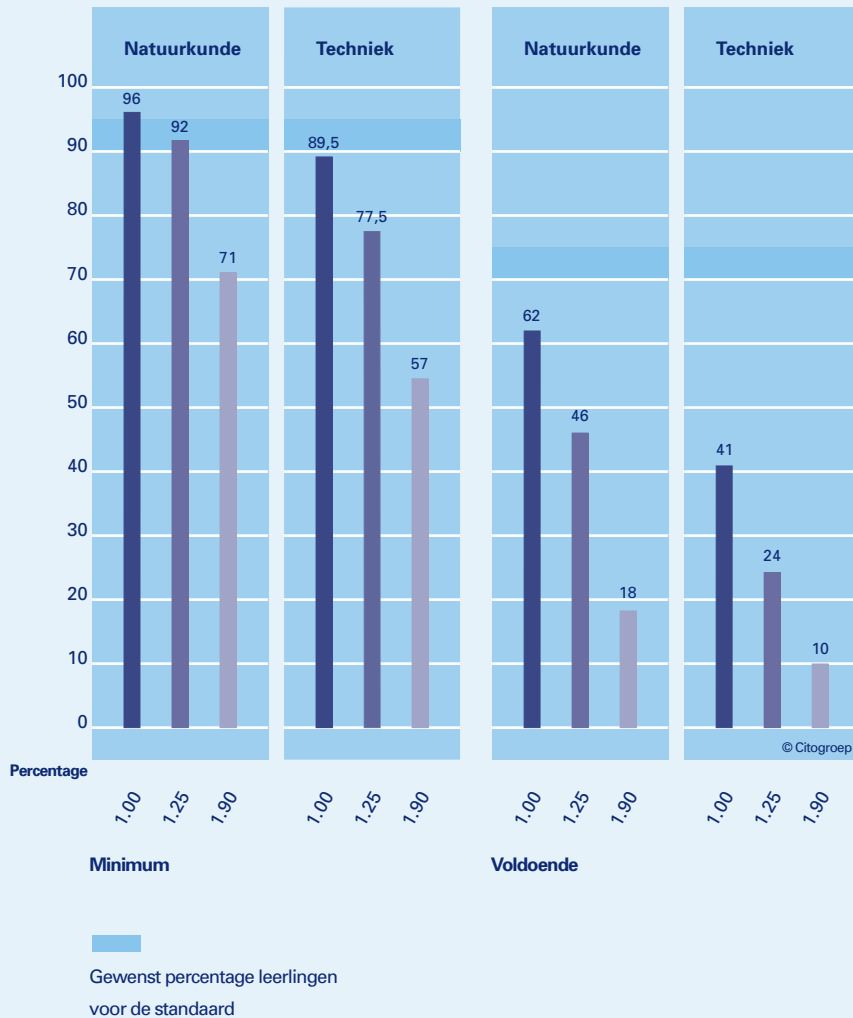


een factor voor de bepaling van de lerarenformatie op basisscholen (zie paragraaf 2.2). In de afbeelding *Effectgrootten voor formatiegewicht in 2002* vergelijken we paarsgewijs de prestaties van de leerlingen met formatiegewichten 1.00, 1.25 en 1.90.

Bij de vergelijking tussen 1.00- en 1.25-leerlingen vinden we bij twee van de drie onderwerpen een significant negatief effect voor 1.25-leerlingen, waarbij de effectgrootte als matig gekwalificeerd moet worden. In beide gevallen betreft dit de schriftelijke onderwerpen van het peilingsonderzoek. Op de praktische opdrachten voor Techniek is het verschil tussen de twee groepen leerlingen verwaarloosbaar klein.

Het bereik van de effectgrootten voor de vergelijking tussen 1.90- en 1.00-leerlingen is aanzienlijk. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat er tussen 1.90- en 1.00-leerlingen vrijwel geen verschil wordt gevonden bij de praktische opdrachten voor techniek, terwijl de verschillen op de twee theoretische onderwerpen aanzienlijk zijn. Een vergelijkbaar effect vinden we bij de vergelijking tussen 1.25- en 1.90-leerlingen. In dit geval scoren de 1.90-leerlingen op de praktische opdrachten iets hoger dan de 1.25-leerlingen, zij het dat het

Percentage leerlingen per formatiegewicht dat mediaan standaarden Minimum en Voldoende bereikt



verschil verwaarloosbaar klein is, terwijl ook nu de prestaties van de 1.90-leerlingen op de meer theoretisch georiënteerde, schriftelijke opdrachten een duidelijke achterstand laten zien.

Samengevat blijkt uit dit onderzoek dat er op grond van de indeling in formatiegewicht geen verschillen tussen leerlingen worden gevonden op de prestaties op de praktische opdrachten. Er zijn echter wel duidelijke verschillen op de schriftelijke opgaven, waarbij de achterstand van 1.25-leerlingen op 1.00-leerlingen matig is en van 1.90-leerlingen op 1.00-leerlingen groot is.

Voor de onderwerpen Natuurkunde en Techniek theorie zijn door een beoordelaarspanel standaarden vastgesteld. Het effect van formatiegewicht op het vaardigheidsniveau van de leerlingen kan ook geïllustreerd worden aan deze standaarden. De standaard Minimum voor Natuurkunde wordt door meer dan

90% van de 1.00-leerlingen en de 1.25-leerlingen bereikt, terwijl slechts 71% van de 1.90-leerlingen dit minimumniveau bereikt. De standaard Minimum voor Techniek theorie wordt door bijna 90% van de 1.00-leerlingen bereikt. Van de 1.25-leerlingen bereikt bijna 80% dit niveau, terwijl slechts iets meer dan de helft van 1.90-leerlingen (57%) het niveau van deze standaard bereikt, terwijl deze standaard eigenlijk door 90% van de leerlingen bereikt zou moeten worden. Voor alle drie de groepen geldt dat te weinig leerlingen het gewenste niveau voor de standaard Voldoende bereikt. Er zijn echter wel grote verschillen tussen de groepen. Zo bereikt voor het onderwerp Natuurkunde 62% van de 1.00-leerlingen de standaard Voldoende, 46% van de 1.25-leerlingen en slechts 18% van de 1.90-leerlingen. Voor het onderwerp Techniek theorie blijven in alle drie de formatiecategorieën de prestaties nog verder achter bij het gewenste niveau: van de 1.00-leerlingen bereikt minder dan de helft (41%) het gewenste niveau, van de 1.25-leerlingen nauwelijks een kwart terwijl van de 1.90-leerlingen slechts 10% een vaardigheidsniveau heeft dat het niveau van de standaard Voldoende overstijgt.

Stratum

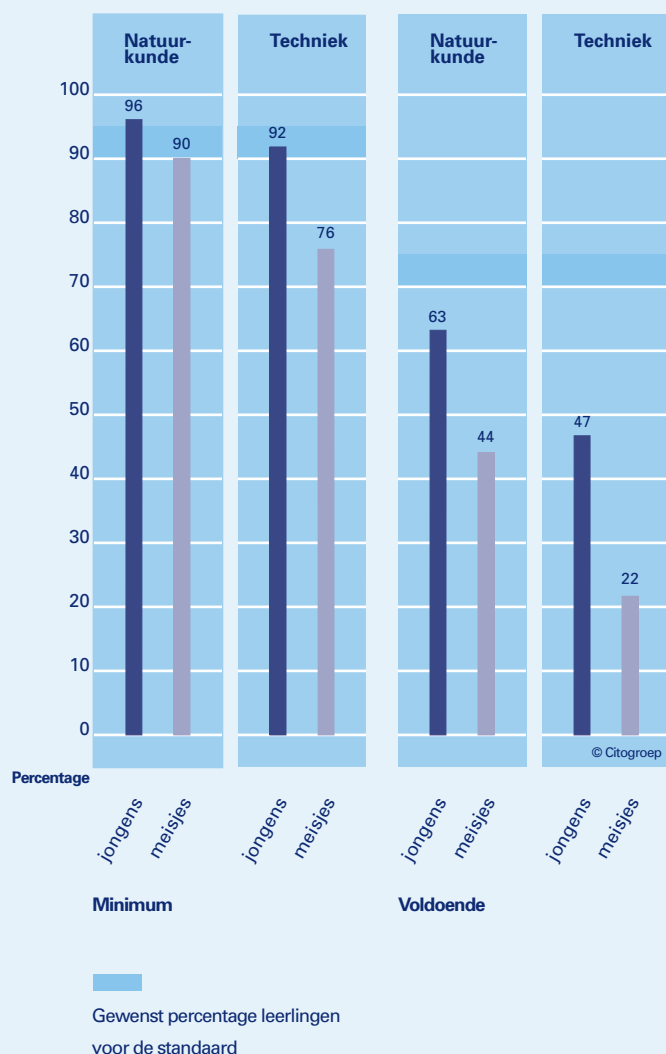
Op basis van de formatiegewichten zijn schoolscores berekend. Vervolgens zijn de scholen ingedeeld in drie strata, die in globale termen de samenstelling van de schoolbevolking weerspiegelen. Scholen in stratum 1 (S1) hebben vrijwel alleen leerlingen met formatiegewicht 1.00, scholen in stratum 3 (S3) hebben relatief veel allochtone 1.90-leerlingen en scholen in stratum 2 (S2) hebben in vergelijking met S1-scholen relatief meer 1.25- en 1.90-leerlingen (zie paragraaf 2.2). Gegeven de resultaten van het onderzoek naar het effect van formatiegewicht zullen we dus – gelet op de samenstelling van de schoolbevolking in de drie strata – tussen deze strata verschillen in (gemiddeld) vaardigheidsniveau aantreffen. De vraag is echter of er daarnaast nog een additioneel effect is van type stratum, dat wil zeggen, zijn er verschillen in prestaties binnen de groepen leerlingen met hetzelfde formatiegewicht die afhankelijk zijn van het stratum waartoe de school gerekend wordt. Dat zou bijvoorbeeld het geval zijn als 1.00-leerlingen op S1-scholen beter presteren dan op S2- of S3-scholen. De effectgrootten zijn afgebeeld in *Effectgrootten voor stratum in 2002* op pagina 94.

Er zijn op de drie onderwerpen nauwelijks verschillen geconstateerd tussen de prestaties van de leerlingen van S1- en S2-scholen. Bij de vergelijking van S3-scholen met respectievelijk S1- en S2-scholen vinden we kleine effectgrootten voor de theoretische onderwerpen van het peilingsonderzoek, met name voor het onderwerp Natuurkunde, terwijl er voor de praktische opdrachten geen verschillen van betekenis worden gevonden. Dit resultaat duidt erop dat leerlingen van S3-scholen een kleine toegevoegde achterstand op het gebied van Natuurkunde hebben ten opzichte van leerlingen in S1- en S2-scholen.

5.3 HET EFFECT VAN GESLACHT, LEERTIJD EN AFNAMEJAAR

Meisjes hebben op alle drie de onderwerpen een duidelijke achterstand in kennis of vaardigheid ten opzichte van de jongens. Het verschil varieert van matig tot groot, is het kleinst voor de praktische opdrachten Techniek, maar niettemin is dit verschil net als bij de twee theoretische onderwerpen significant.

Percentage jongens en meisjes dat mediaan standaarden Minimum en Voldoende bereikt

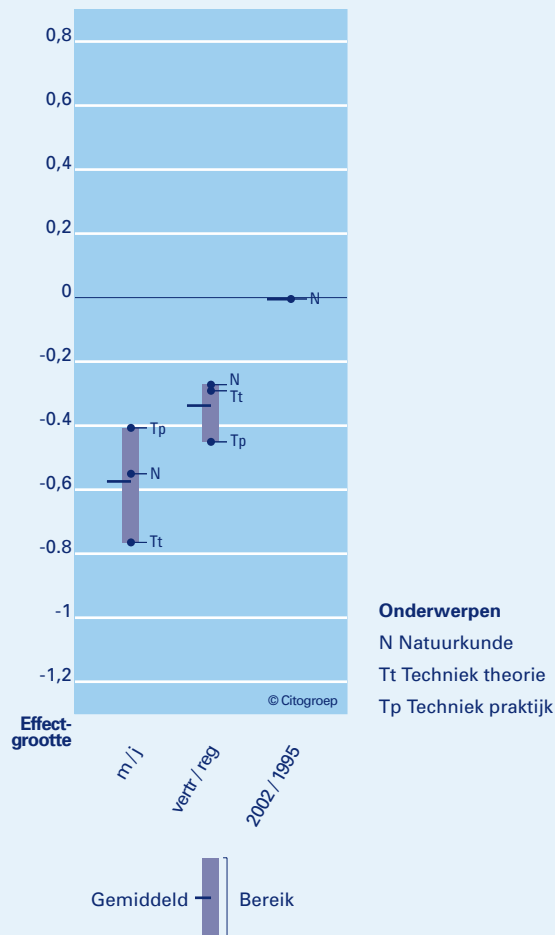


Het verschil in vaardigheidsniveau tussen jongens en meisjes laat zich ook illustreren aan de hand van de standaarden die voor Natuurkunde en Techniek theorie zijn vastgesteld. Op het onderwerp Natuurkunde bereiken zowel jongens als meisjes minstens voor 90% het niveau van de standaard Minimum, het niveau van de standaard Voldoende wordt echter door 63% van de jongens en slechts door 44% van de meisjes bereikt.

Bij het onderwerp Techniek theorie bereikt 92% van de jongens de standaard Minimum tegen slechts 76% van de meisjes. De standaard Voldoende wordt door 47% van de jongens bereikt, tegen nog geen kwart (22%) van de meisjes.

Vertraagde leerlingen hebben op de drie onderwerpen van het peilingsonderzoek een achterstand in kennis en vaardigheid ten opzichte van hun reguliere groepsgenoten. Gemiddeld is er sprake van een klein tot matig negatief effect.

Effectgrootten voor geslacht en leertijd in 2002 en voor afnamejaar 2002 t.o.v. 1995 (= 0)



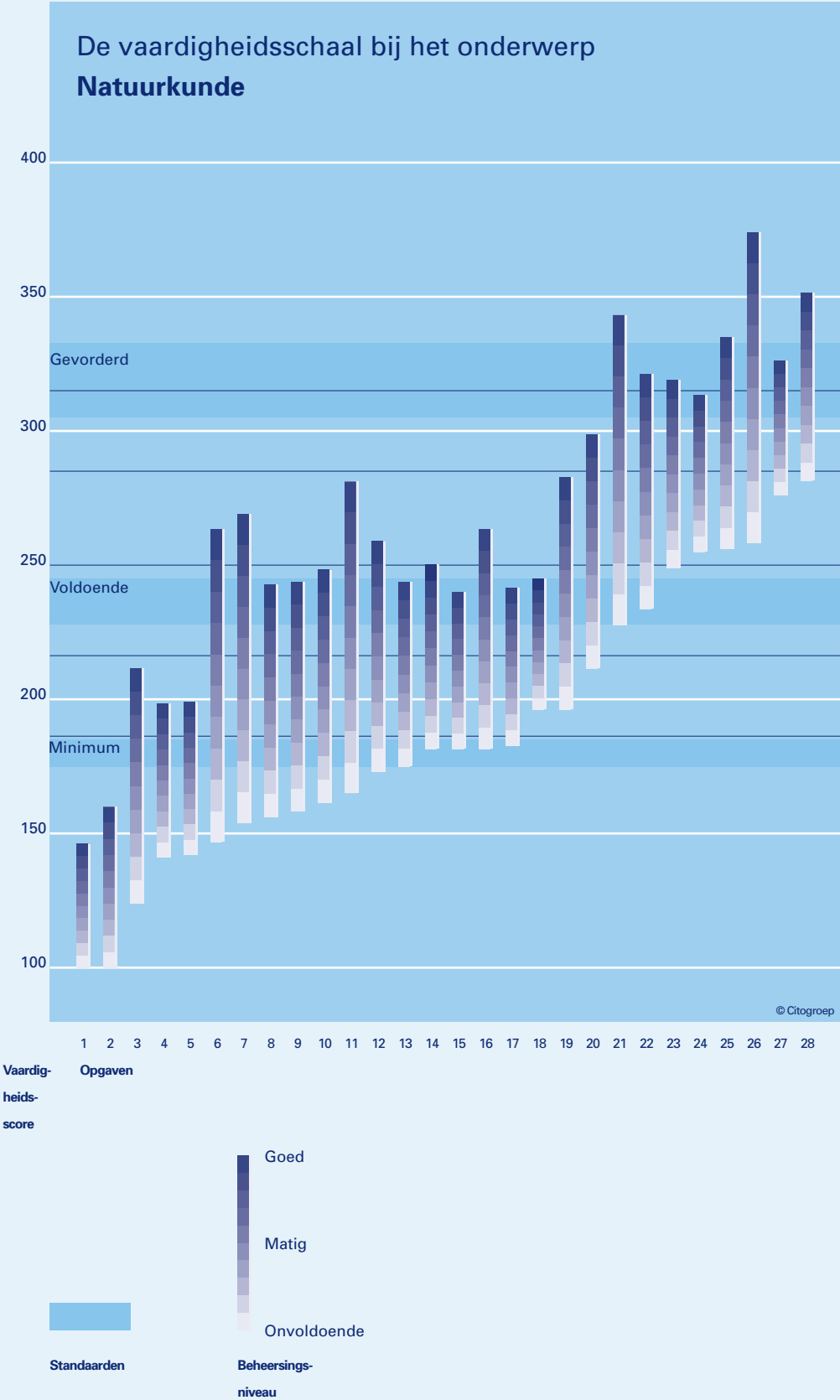
Een vergelijking met eerder peilingsonderzoek kan alleen voor het onderwerp Natuurkunde worden gemaakt. Natuurkunde is ook bij eerdere peilingsonderzoeken in 1991 en 1995 betrokken geweest (Van Weerden, 1993; Wijnstra, 1999), Techniek niet. Vergelijken we de prestaties van leerlingen in 2002 met die in 1995, dan vinden we een effectgrootte -0,01, een minimaal verschil dus. Wijnstra (1999) rapporteert eveneens geen verschil van betekenis tussen de prestaties van leerlingen in 1991 en 1995. Geconcludeerd kan worden dat er geen veranderingen zijn opgetreden in het kennisniveau van leerlingen binnen het leergebied Natuurkunde in de afgelopen 10 jaar.

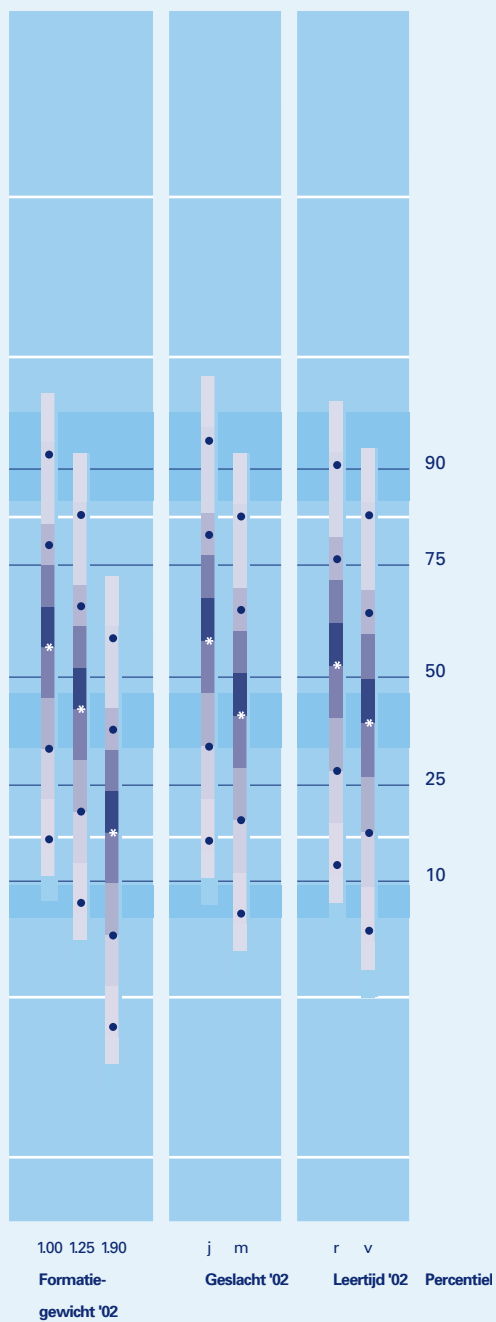
BIJLAGEN

Bijlagen



BIJLAGE I TOELICHTING BIJ DE AFBEELDINGEN





In hoofdstuk 4 zijn de resultaten van de leerlingen op de schriftelijke opgaven voor natuurkunde en techniek beschreven aan de hand van een figuur, waarop de vaardigheidsschaal is afgebeeld in combinatie met een aantal andere gegevens. Omdat deze afbeeldingen tamelijk complex zijn, lichten we deze toe aan de hand van een voorbeeld.

DE VAARDIGHEIDSSCHAAL

Ter toelichting op de afbeeldingen beschrijven we de afbeelding van de schaal bij het onderwerp Natuurkunde (zie paragraaf 4.1). De afbeelding bestaat uit vier kolommen: een brede kolom aan de linkerzijde en drie smallere kolommen aan de rechterzijde. In het linkergedeelte staan afgebeeld:

- de vaardigheidsschaal met de verdeling in de leerlingpopulatie;
- de moeilijkheidsgraad van een aantal opgaven;
- het niveau van de standaarden Minimum, Voldoende en Gevorderd.

In het rechterdeel van de afbeelding staan de vaardigheidsverdelingen van een aantal groepen leerlingen. Weergegeven zijn de vaardigheidsverdelingen voor de verschillende niveaus van drie variabelen, te weten formatiegewicht, geslacht en leertijd.

De vaardigheidsschaal en de verdeling in de leerlingpopulatie

De vaardigheidsschalen zijn geconstrueerd met behulp van een zogenoemd itemresponsmodel. De aanname is dat de vaardigheid zoals die met de schaal gemeten wordt, bij benadering normaal verdeeld is in de populatie. De maatverdeling op de schaal is ter vrije keuze. In PPON is ervoor gekozen om het landelijk gemiddelde van de leerlingpopulatie in jaargroep 8 van het peilingsjaar 2002 op de schaalwaarde 250 te stellen en de standaardafwijking op 50.

De vaardigheidsschaal wordt steeds afgebeeld tussen de vaardigheidsscores van 100 tot 400, een bereik dus van drie standaardafwijkingen boven en drie beneden het gemiddelde van 250. Geheel links in de figuur staan de vaardigheidsscores vermeld, oplopend met een waarde van 50. In de figuur zijn deze scorewaarden weergegeven met witte, horizontale lijntjes.

Op deze schaal zijn enkele percentielen weergegeven, en wel percentiel 10, 25, 50, 75 en 90. Helemaal rechts in de figuur staan deze percentielen vermeld. In de figuur zelf zijn ze met zwarte, horizontale lijntjes gemarkeerd. Een percentiel geeft aan hoeveel procent van de leerlingen in de populatie de betreffende of een lagere vaardigheidsscore heeft. Ter illustratie: percentiel 25 ligt op vaardigheidsscore 216. Dit betekent dat 25% van de leerlingen in jaargroep 8 in 2001 een score van 216 of lager heeft. Percentiel 50 ligt uiteraard op vaardigheidsscore 250.

De moeilijkheidsgraad van de opgaven

Een bekende manier om de moeilijkheidsgraad van een opgave aan te geven, is de zogenoemde p-waarde. Een p-waarde van 0.80 betekent dat 80% van de leerlingen die opgave correct heeft beantwoord. Een opgave met een p-waarde van 0.50 is moeilijker, omdat nu slechts de helft van de leerlingen de opgave juist heeft gemaakt.

Een opgave is echter niet voor alle leerlingen even moeilijk te maken. Over het algemeen zal gelden dat naarmate een leerling een onderwerp beter beheerst, hij of zij een grotere kans heeft om een opgave over dat onderwerp goed te

beantwoorden. Die relatie wordt voor een aantal opgaven afgebeeld in de linkerkolom van de figuur met grijze verticale balkjes. Het verticale balkje begint op het punt dat de kans om die opgave goed te maken 0,5 is. Naarmate een opgave moeilijker is, zal dat beginpunt steeds hoger op de schaal komen te liggen. De opgaven zijn dus gerangschikt naar moeilijkheidsgraad. Links liggen de gemakkelijkste opgaven, rechts de moeilijkste.

Het balkje eindigt op het punt dat de kans op het correcte antwoord 0,8 bedraagt. Het kleurverloop in het balkje, van lichter naar donkerder, symboliseert de toename in de kans om de opgave goed te maken.

Aan de hand van het balkje onderscheiden we drie niveaus in de beheersing van een opgave, zoals ook de legenda laat zien:

- We spreken van een goede beheersing wanneer de kans op een goed antwoord groter is dan 0,8. De leerling heeft dan een vaardigheidsscore die hoger ligt dan het balkje aangeeft.
- Wanneer de kans op een goed antwoord tussen 0,5 en 0,8 ligt, spreken we van een matige beheersing. Dit gebied op de vaardigheidsschaal komt dus overeen met wat het balkje weergeeft.
- We spreken van onvoldoende beheersing van een opgave wanneer de kans op een goed antwoord kleiner is dan 0,5. De vaardigheidsscore van de leerling ligt dan onder het beginpunt van het balkje.

Laten we ter verdere illustratie opgave 10 nemen. Leerlingen met vaardigheidsscore 162 hebben een kans van 0,5 om die opgave goed te maken. Leerlingen met een lagere vaardigheidsscore beheersen opgave 10 dus onvoldoende. Als we nu naar de percentiellijnen kijken, dan zien we dat minder dan 10% van de leerlingen een vaardigheidsscore heeft die lager is dan 185. Daaruit kunnen we concluderen dat minder dan 10% van de leerlingen deze opgave onvoldoende beheerst. Dit betekent niet dat alle leerlingen met een score lager dan 162 deze opgave altijd fout zullen maken. Het betekent wel dat als deze leerlingen tien van deze opgaven zouden maken, ze er gemiddeld minder dan de helft van goed maken.

Leerlingen met een vaardigheidsscore van 248 hebben een kans van 0,8 om opgave 10 goed te maken. Leerlingen met deze of een hogere vaardigheidsscore beheersen deze opgave dus goed. Zij zullen gemiddeld minder dan twee op de tien soortgelijke opgaven fout maken. Uit de percentiellijnen kunnen we afleiden dat ongeveer 50% van de leerlingen een hogere vaardigheidsscore heeft en opgave 10 dus goed beheerst. Leerlingen met een vaardigheidsscore tussen 162 en 248 beheersen opgave 10 matig. Aangenomen mag worden dat een gemiddelde leerling (score 250 of percentiel 50) weinig problemen zal hebben met deze opgave 10.

De afgebeelde opgaven vormen een selectie van alle opgaven op de schaal en zijn met zorg gekozen. Zij vormen enerzijds een goede afspiegeling van de inhoudelijke aspecten die met de opgaven worden gemeten. Anderzijds bestrijken zij een groot bereik van de vaardigheidsschaal, dat wil zeggen dat zij een goed beeld geven van de spreiding van de moeilijkheidsgraad van de opgaven over de gehele schaal.

Het niveau van de standaarden

Wat vinden de geraadpleegde deskundigen dat leerlingen aan het einde van het basisonderwijs moeten weten en kunnen op de diverse onderwerpen van natuurkunde? Welke opgaven moeten leerlingen wel of niet kunnen maken en

welk vaardigheidsniveau zouden zij moeten hebben? Ter beantwoording van deze vragen is een standaardenonderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek is in hoofdstuk 2 beschreven. Deskundige beoordelaars hebben standaarden vastgesteld voor drie niveaus van beheersing, te weten een minimum, een voldoende en een gevorderd niveau. Deze drie standaarden staan in de figuur afgebeeld met donkere horizontale balken.

Nu zullen niet alle beoordelaars een unaniem oordeel hebben over wat bijvoorbeeld een voldoende beheersing is. Zij zullen van mening verschillen over het gewenste niveau. Daarom geven we met de balk de spreiding aan van de oordelen van de middelste 50% van de beoordelaars, het zogenoemde interkwartielbereik.

Uit de figuur is nu vrij eenvoudig af te leiden dat de leerlingen op het niveau van de standaard Minimum de eerste twee opgaven goed moeten beheersen en ook de opgaven 3 tot en met 5 zouden volgens de meeste beoordelaars redelijk goed beheerst moeten worden. Opgave 6 tot en met 11 behoeven slechts matig beheerst te worden op het niveau van de standaard Minimum. Voor de andere opgaven geldt dat de beoordelaars op het niveau van de standaard Minimum genoeg nemen met onvoldoende beheersing. Zij vinden dat op het niveau van deze standaard deze laatste opgaven niet meer opgelost behoeven te worden. Op het niveau van de standaard Voldoende moeten de leerlingen de eerste achttien opgaven goed of redelijk goed beheersen. Bij deze standaard is sprake van matige beheersing van de opgaven 19, 20 en 21. De opgaven 22 en volgende worden op het niveau van de standaard Voldoende dus niet meer beheerst. De verschillen tussen de beoordelaars zijn klein, hetgeen blijkt uit de relatief smalle band voor de interkwartielrange van oordelen voor de standaarden Minimum en Voldoende.

Op het niveau van de standaard Gevorderd worden slechts drie tot vier opgaven (opgave 21, 25, 26 en 28) matig beheerst en de overige opgaven worden goed beheerst. Dat betekent dat naar het oordeel van de deskundigen een goede beheersing van bijna alle opgaven binnen de termen van de kerndoelen voor het basisonderwijs valt.

In de figuur kan men ook aflezen in hoeverre de leerlingen aan het einde van het basisonderwijs de standaarden bereiken. Op deze schaal bereikt iets meer dan 90% van de leerlingen de standaard Minimum en meer dan 50% van de leerlingen de standaard Voldoende. Zoals in hoofdstuk 2 is uiteengezet, zou de standaard Minimum door 90% tot 95% van de leerlingen bereikt moeten worden en de standaard Voldoende door 70% tot 75% van de leerlingen. Voor het onderwerp Natuurkunde betekent dat dus dat de standaard Minimum door het beoogd percentage leerlingen wordt bereikt, maar dat te weinig leerlingen het niveau van de standaarden Voldoende halen. Aan de hand van de voorbeeldopgaven kan de lezer zelf nagaan in hoeverre hij of zij deze conclusie onderschrijft.

De vaardigheidsverdelingen van groepen leerlingen

In het rechtergedeelte van de figuur zijn de vaardigheidsverdelingen van verschillende groepen leerlingen afgebeeld. Bij deze vaardigheidsverdelingen is niet gecorrigeerd voor andere factoren die mogelijk invloed zijn. De wijze van afbeelding laat een vergelijking toe tussen de prestaties van de leerlingen wat betreft de variabelen:

- formatiegewicht, met de niveaus 1.00, 1.25 en 1.90;
- geslacht, met de niveaus jongen en meisje; en
- leertijd, met de niveaus regulier en vertraagd.

Ook hier onderscheiden we voor iedere groep leerlingen vijf percentielpunten op de vaardigheidsschaal. De gemiddelde vaardigheidsscore van een groep (percentiel 50) is met een wit sterretje aangeduid. In dit geval leert de figuur ons bijvoorbeeld dat de gemiddelde vaardigheidsscore van 1.00-leerlingen 260 bedraagt, van 1.25-leerlingen 240 en van 1.90-leerlingen 202.

De verschillen in vaardigheidsniveaus tussen de onderscheiden groepen leerlingen kunnen vervolgens inhoudelijke betekenis krijgen aan de hand van de voorbeeldopgaven. Zo beheerst de gemiddelde 1.00-leerling in dit geval de eerste 18 opgaven goed tot redelijk goed, terwijl de gemiddelde 1.90-leerling alleen de eerste vijf opgaven goed beheerst.

Verder is uit de figuur ook af te leiden dat ongeveer 70% van de 1.00-leerlingen de standaard Voldoende bereikt. Deze standaard ligt bij de 1.90-leerlingen echter rond percentiel 75 en dat betekent dat slechts ongeveer 25% van de 1.90-leerlingen de standaard Voldoende bereikt. De figuur laat ook zien dat minder dan 75% van de 1.90-leerlingen de standaard Minimum bereikt. Bij de 1.25-leerlingen bereikt ongeveer 90% de standaard Minimum en bij de 1.00-leerlingen meer dan 90%.

Op vergelijkbare manier illustreert de afbeelding ook de verschillen tussen jongens en meisjes en tussen de reguliere en vertraagde leerlingen.

BIJLAGE 2 PSYCHOMETRISCHE EIGENSCHAPPEN VAN DE VAARDIGHEIDSSCHALEN VOOR NATUURKUNDE EN TECHNIEK

Deze bijlage bevat enkele psychometrische gegevens van de drie vaardigheidsschalen voor Natuurkunde en Techniek waarover in hoofdstuk 4 en 5 is gerapporteerd. In hoofdstuk 4 is geen afbeelding opgenomen van de vaardigheidsschaal voor de praktische opdrachten Techniek. Wel zijn de in hoofdstuk 5 gerapporteerde effecten voor dit onderwerp op deze vaardigheidsschaal gebaseerd.

De tabel bevat de volgende gegevens:

- Voor iedere vaardigheidsschaal is de omvang van de opgavenverzameling gegeven.
- Vervolgens bevat de tabel de range en het geometrisch gemiddelde (geom.gem.) van de discriminatie-indices van deze opgaven. Deze indices bepalen de lengte van de op de vaardigheidsschalen afgebeelde IRT-segmenten: relatief hogere indices leiden tot kortere segmenten.
- Het derde deel van de tabel bevat voor iedere vaardigheidsschaal een overzicht van de overschrijdingskansen voor de S_i -toetsen (Verhelst, 1993). S_i -toetsen zijn bedoeld om tijdens de kalibratie van de opgavenverzameling modelschendingen op opgavenniveau te ontdekken. De tabel toont het eindresultaat van de kalibratie. In principe wordt een rechte verdeling verwacht over de onderscheiden intervallen, waarbij de eerste twee intervallen dan samengenomen moeten worden.
- De $R1c$ -toets is een globale toets die beschouwd kan worden als een combinatie van S_i -toetsen (Verhelst, 1993). De tabel bevat de toetsingsgrootte $R1c$, de vrijheidsgraden (df) en de overschrijdingskansen (p).
- Het kalibreren van een opgavenverzameling is vaak een omvangrijk werk. Het is hier niet de plaats om daar uitvoerig op in te gaan. In het intern projectmemo 'Kwaliteitscontrole van PPON-schalen' heeft Verhelst een aantal procedures bijeengezet die een rol kunnen spelen bij de kalibratie van de opgaven voor een vaardigheidsschaal. Zeker wanneer er onvoldoende passing wordt verkregen tussen opgaven en schaal, vinden er controles plaats op multidimensionaliteit van de opgavenverzameling en van homogeniteit van de leerlingpopulatie met betrekking tot de opgaven. Uiteindelijk wordt een opgavenverzameling verkregen waarvoor in principe geldt dat a) individuele opgaven binnen het model passen, b) er zoveel mogelijk een homogene verdeling is van de p -waarden op de S_i -toetsen over het interval (0,1) met zo weinig mogelijk significante waarden en waarbij c) de $R1c$ -toets niet significant is. Geconstateerd kan worden dat het laatste criterium bij alle schalen van toepassing is.
- Ten slotte vermeldt de tabel hoeveel leerlingen de opgaven hebben gemaakt. Omdat het hier geen standaard toetsen betreft maar opgavenverzamelingen, varieert meestal het aantal leerlingen per opgave in een verzameling. Per schaal wordt daarom het gemiddeld aantal leerlingen per opgave vermeld naast het minimum en maximum aantal (range).

Psychometrische eigenschappen van de vaardigheidsschalen voor Natuurkunde en Techniek

		Discriminatie-indices		Verdeling van de p-waarden op S _j -toetsen												R1c-toets			Aantal leerlingen per opgave	
schaal	aantal opgaven	range	geom. gem.	.05 VI	-.1	-.2	-.3	-.4	-.5	-.6	-.7	-.8	-.9	-.1.0	R1c	df	p	gem.	range	
Natuurkunde	73	1 – 7	3.445	0	11	8	8	10	6	5	6	8	8	9	578.49	537	0.10	425	416 – 433	
Techniek theorie	66	1 – 7	2.970	0	8	5	4	7	8	9	12	8	11	2	508.39	495	0.33	433	413 – 443	
Techniek praktijk	29	2 – 6	3.920	0	1	4	1	2	3	2	3	5	3	3	40.712	52	0.87	129	127 – 134	

BIJLAGE 3 FOTO'S EN ILLUSTRATIES

Natuurkunde 1	Willemien Brand, Amsterdam
Natuurkunde 2	Clipart
Natuurkunde 3	Ben Hendriks, Hilversum
Natuurkunde 4	Ben Hendriks, Hilversum
Natuurkunde 5	Uit: Natur begreifen Physik/Chemie, Schroedel
Natuurkunde 6	Ben Hendriks, Hilversum
Natuurkunde 7	Ben Hendriks, Hilversum
Natuurkunde 8	Willemien Brand, Amsterdam
Natuurkunde 9	Uit: National Test Papers KS2, Science BBC, QCA
Natuurkunde 12	Ben Hendriks, Hilversum
Natuurkunde 14	Henk Wagenaar, Arnhem
Natuurkunde 15	Ben Hendriks, Hilversum
Natuurkunde 16	Henk Notté, Nijmegen
Natuurkunde 17	Henk Notté, Nijmegen
Natuurkunde 18	Willemien Brand, Amsterdam
Natuurkunde 20	Willemien Brand, Amsterdam
Natuurkunde 21	Uit: National Test Papers KS2, Science BBC, QCA
Natuurkunde 23	Ben Hendriks, Hilversum
Natuurkunde 24	Clipart
Natuurkunde 25	Ben Hendriks, Hilversum
Natuurkunde 26	Ben Hendriks, Hilversum
Natuurkunde 27	Uit: National Test Papers KS2, Science BBC, QCA
Natuurkunde 28	Wim Peters, Zevenaar
Techniek 1	Ben Hendriks, Hilversum
Techniek 2	Thérèse Bouwens, Veldhoven
Techniek 3	Ben Hendriks, Hilversum (illustratie) EFA, Amsterdam (foto's)
Techniek 5	Thérèse Bouwens, Veldhoven
Techniek 7	EFA, Amsterdam
Techniek 8	onbekend
Techniek 9	onbekend
Techniek 11	Wim Peters, Zevenaar
Techniek 12	Ben Hendriks, Hilversum
Techniek 14	Wim Peters, Zevenaar
Techniek 15	Thérèse Bouwens, Veldhoven
Techniek 17	Ben Hendriks, Hilversum
Techniek 18	Thérèse Bouwens, Veldhoven
Techniek 20	Johan Schimmel, Arnhem
Techniek 21	Ben Hendriks, Hilversum
Techniek 22	Thérèse Bouwens, Veldhoven (illustratie) Johan Schimmel, Arnhem (foto's)
Techniek 23	Johan Schimmel, Arnhem
Techniek 24	Thérèse Bouwens, Veldhoven
Techniek 25	Ben Hendriks, Hilversum
Techniek 26	Thérèse Bouwens, Veldhoven
Techniek 27	Johan Schimmel, Arnhem
Techniek 28	Wim Euverman, Utrecht



LITERATUUR

Besluit (1993a). Besluit kerndoelen basisonderwijs. Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 264. 's-Gravenhage, Sdu.

Besluit wijziging Formatiebesluit WBO 1992 (1993). Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 608. 's-Gravenhage, Sdu.

Cappers, R.T.J., Notté, H.W. & Wagenaar, H.B. (1991). Domeinbeschrijving wereldoriëntatie Deel 0: Algemeen. PPON-werkdocument nr. 19. Arnhem, Cito Instituut voor Toetsontwikkeling.

Cappers, R.T.J., Notté, H.W. & Wagenaar, H.B. (1995). Domeinbeschrijving wereldoriëntatie. Arnhem, Cito Instituut voor Toetsontwikkeling.

Imelman, J.D. & Tolsma, R. (1987). De identiteit van (bijzonder) onderwijs als een modern normatief probleem. Pleidooi voor een cultuurpedagogische discussie. Pedagogische Studiën, 64, pp. 390–404.

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (1998). Kerndoelen basisonderwijs 1998. Over de relaties tussen de algemene doelen en kerndoelen per vak. Den Haag, Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen.

Netelenbos, T. (1995). De school als lerende organisatie. Den Haag, Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen.

Notté, H. (Red.) (2002). Aardrijkskunde voor de basisschool. Een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie. Arnhem, Citogroep.

Notté, H.W. & Wagenaar, H.B. (1990). Domeinbeschrijving wereldoriëntatie Deel 4, 5 en 6: Maatschappelijke verhoudingen en geestelijke stromingen, Aardrijkskunde in gebieden en geschiedenis in perioden. PPON-werkdocument nr. 23, 24, 25. Arnhem, Cito Instituut voor Toetsontwikkeling.

Notté, H., Van der Schoot, F. & Hemker, B. (2003). Balans van het aardrijkskunde-onderwijs aan het einde van de basisschool 3. Uitkomsten van de derde peiling in 2001. PPON-reeks nr. 24. Arnhem, Citogroep.

Schimmel, J.H., Thijssen, J.M.W. & Wagenaar, H.B. (2003). Techniek voor de basisschool. Een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie. Arnhem, Citogroep.

Schoot, F. van der (2001). Standaarden voor kerndoelen basisonderwijs. De ontwikkeling van standaarden voor kerndoelen basisonderwijs op basis van resultaten uit peilingsonderzoek. Dissertatie Universiteit van Amsterdam. Arnhem, Cito Instituut voor Toetsontwikkeling.

Thijssen, J. (Red.) (2002). Natuuronderwijs voor de basisschool. Een domeinbeschrijving op basis van een cultuurpedagogische discussie. Arnhem, Citogroep.

Thijssen, J., Van der Schoot, F. & Hemker, B. (2003). Balans van het biologie-onderwijs aan het einde van de basisschool 3. Uitkomsten van de derde peiling in 2001. PPON-reeks nr. 25. Arnhem, Citogroep.

Verhelst, N.D. (1993). Itemresponstheorie. In: T.J.H.M. Eggen & P.F. Sanders (red.), Psychometrie in de praktijk. Arnhem, Cito Instituut voor Toetsontwikkeling.

Wagenaar, H.B. (1994). Ontwikkeling van een domeinbeschrijving op basis van een cultuurpedagogische discussie. Arnhem, Cito Instituut voor Toetsontwikkeling.

Wagenaar, H.B. (red.) (2002). Geschiedenis voor de basisschool. Een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie. Arnhem, Citogroep.

Wagenaar, H., Van der Schoot, F. & Hemker, B. (2003). Balans van het geschiedenis-onderwijs aan het einde van de basisschool 3. Uitkomsten van de derde peiling in 2000. PPON-reeks nr. 23. Arnhem, Citogroep.

Weerden, J. van (1993). Balans van het wereldoriëntatieonderwijs aan het einde van de basisschool. PPON-reeks nr. 5. Arnhem, Cito Instituut voor Toetsontwikkeling.

Wijnstra, J.M. (1999). Balans van het wereldoriëntatieonderwijs aan het einde van de basisschool 2. PPON-reeks nr. 12. Arnhem, Cito Instituut voor Toetsontwikkeling.

COLOFON

- Opdrachtgever: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen
- Ontwerp peiling: José Thijssen, Frank van der Schoot en Bas Hemker
- Productmanager PPON: Frank van der Schoot
- Auteurs: Frank van der Schoot en José Thijssen, met dank aan Boy Kneepkens voor zijn bijdrage aan hoofdstuk 4
- Psychometrische analyses: Norman Verhelst en Bas Hemker
- Opgavenconstructie: constructiegroepen o.l.v. José Thijssen, met bijdragen van Gerard Boeijen, Thérèse Bouwens, Ellie van Dinther, Hay Geurts, Rudi Kleingeld, Henk Notté, Johan Schimmel, Henk Wagenaar
- Ontwikkeling praktische opdrachten: constructiegroep o.l.v. José Thijssen, met bijdragen van Thérèse Bouwens, Ellie van Dinther, Rudi Kleingeld, Johan Schimmel
- Coördinatie gegevensverzameling: Frank van der Schoot
- Secretariaat: Joke van Daal en Ferry Gabriël
- Bureauredactie: Truus Peters
- Grafische vormgeving: Citogroep DTP, Marianne Brouwer
- Ontwerp grafieken en advies: leesTeken, Jan Kamies
- Foto omslag: Reinier Gerritsen
- DTP-opmaak: Citogroep DTP, Ron Egbers
- Druk- en bindwerk: Drukkerij Tamminga

Artikelnummer 58644

© Stichting Cito Instituut voor Toetsontwikkeling, Arnhem 2004.

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit dit werk mag zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Citogroep worden openbaar gemaakt en/of verveelvoudigd door middel van druk, fotokopie/reprografie, scanning, computersoftware of andere elektronische verveelvoudiging of openbaarmaking, microfilm, geluidskopie, film- of videokopie of op welke wijze dan ook.

De Citogroep heeft getracht alle rechthebbenden te achterhalen.

Indien iemand meent als rechthebbende in aanmerking te komen, kan hij of zij zich tot de Citogroep wenden.