

A photograph of two children, a boy and a girl, working on a project. The boy, on the left, is wearing a yellow and grey striped shirt and is smiling while holding a large spool of green string. The girl, on the right, is wearing a light blue shirt and is focused on a purple, semi-circular object she is holding. They are sitting at a white table in a workshop or classroom setting with various materials and tools visible in the background.

• • • Leerplankundige • • • verkenning van • • • TIMSS-trends

Rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling

slo



Leerplankundige verkenning van TIMSS-trends

Rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen

Juni 2017

Verantwoording

2017 SLO (nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling), Enschede

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere-re wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

In opdracht van het ministerie van OCW

Auteurs: Marc van Zanten, Marja van Graft en Berthold van Leeuwen

Informatie SLO
Afdeling: primair onderwijs
Postbus 2041, 7500 CA Enschede
Telefoon (053) 4840 661
Internet: www.slo.nl
E-mail: primaironderwijs@slo.nl

AN: 9.0000.721

Inhoudsopgave

	Samenvatting	7
1.	Inleiding	15
1.1	Aanleiding en vraagstelling	15
1.2	Werkwijze	17
2.	Rekenen-wiskunde	21
2.1	Wat wordt getoetst?	21
2.1.1	Inhoudelijke domeinen	22
2.1.2	Cognitieve domeinen	24
2.2	Resultaten: leerlingprestaties en leerlingkenmerken	25
2.2.1	Trends in totaalscores rekenen-wiskunde	25
2.2.2	Behaalde niveaus	26
2.2.3	Trends op domeinen	27
2.2.4	Verschillen in leerlingprestaties in relatie tot leerlingkenmerken	28
2.2.5	Houdingsaspecten bij leerlingen	29
2.3	Relatering aan andere onderzoeksgegevens	30
2.3.1	Totaalbeeld van de leerlingprestaties	30
2.3.2	Niveau	31
2.3.3	Domeinen	32
2.3.4	Leerlingkenmerken	33
2.4	Leerplankundige verkenning	33
2.4.1	Beoogd curriculum rekenen-wiskunde	34
2.4.2	Potentieel geïmplementeerd curriculum	39
2.4.3	Uitgevoerd curriculum rekenen-wiskunde	45
2.5	Aanbevelingen rekenen-wiskunde	50
	Noten rekenen-wiskunde	54

3.	Natuurwetenschappen	57
3.1	Wat wordt getoetst?	57
3.1.1	Inhoudelijke domeinen	58
3.1.2	Cognitieve domeinen	61
3.2	Resultaten: leerlingprestaties en leerlingkenmerken	62
3.2.1	Trends in totaalscores natuurwetenschappen	62
3.2.2	Behaalde niveaus	63
3.2.3	Trends op domeinen	64
3.2.4	Verschillen in leerlingprestaties in relatie tot leerlingkenmerken	65
3.2.5	Houdingsaspecten bij leerlingen	69
3.3	Relatering aan andere onderzoeksgegevens	69
3.3.1	Totaalbeeld van de leerlingprestaties	69
3.3.2	Relatie met periodieke peilingsonderzoeken in Nederland	70
3.4	Leerplankundige verkenning	70
3.4.1	Beoogd curriculum natuurwetenschappen	71
3.4.2	Potentieel geïmplementeerd natuurwetenschappen	76
3.4.3	Uitgevoerd curriculum natuurwetenschappen	81
3.5	Aanbevelingen natuurwetenschappen	85
	Noten natuurwetenschappen	91
	Referenties	93
	Bijlage 1: TIMSS-specificaties inhoudelijke domeinen rekenen-wiskunde	101
	Bijlage 2: TIMSS-specificaties cognitieve domeinen rekenen-wiskunde	103
	Bijlage 3: Karakteristiek rekenen-wiskunde uit de kerndoelen 2006	105
	Bijlage 4: Kerndoelen rekenen-wiskunde 1993/1998	106
	Bijlage 5: TIMSS-specificaties inhoudelijke domeinen natuurwetenschappen	108
	Bijlage 6: TIMSS-specificaties cognitieve domeinen natuurwetenschappen	114

Samenvatting

Eind 2016 zijn resultaten van de *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) bekend gemaakt. TIMSS richt zich op de prestaties van leerlingen bij rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen. Nederland participeert in dit onderzoek met leerlingen in groep 6 (grade 4). Uit TIMSS 2015 blijkt dat Nederlandse leerlingen in deze groep over het algemeen nog steeds boven het internationaal schaalgemiddelde presteren, maar ook dat deze prestaties sinds de start van TIMSS in 1995 gestaag en significant dalen. Naar aanleiding van deze resultaten heeft SLO in opdracht van de directie Primair Onderwijs van het ministerie van OCW voorliggende leerplankundige verkenning uitgevoerd. Richtinggevend waren de volgende twee vragen:

1. Hoe zijn trends in de prestaties van Nederlandse leerlingen bij de TIMSS-metingen voor rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen met name leerplankundig te duiden?
2. Welke implicaties heeft deze duiding voor gewenste ambities en aanpak met het oog op toekomstig beleid, met name ook in het licht van ontwikkelingen rond de beoogde curriculumherziening in het primair en voortgezet onderwijs?

De verkenning heeft de hierna weergegeven beelden en aanbevelingen opgeleverd.

Beoogd curriculum

Rekenen-wiskunde	
BEELD	AANBEVELING
De verschillende wettelijke kaders zijn niet geheel congruent met elkaar, juist ook als het gaat om zaken die in een toekomstbestendig curriculum meer aandacht behoeven. De kerndoelen zijn globaal geformuleerd en het referentiekader is niet helder over wat precies beheerst moet worden. Het beoogd curriculum is minder uitgesproken over prestatieverwachtingen dan over leerinhouden.	Actualiseer het beoogd curriculum. Breng er meer consistentie in aan en zorg daarbij voor een balans tussen verschillende gewenste leerinhouden en prestatieverwachtingen rekenen-wiskunde.
Gezien de verschillen tussen het beoogde en uitgevoerde curriculum is het zinvol na te gaan of het beoogde curriculum voldoende houvast biedt aan leraren.	Zorg dat het beoogde curriculum leraren voldoende houvast biedt om keuzes te kunnen maken in het onderwijsaanbod.
Van onze buurlanden presteren Vlaanderen en Noord-Ierland significant beter op TIMSS. Vlaanderen heeft het beoogd curriculum veel rijker beschreven dan Nederland.	Onderzoek hoe Vlaanderen en Noord-Ierland hun reken-wiskundecurriculum hebben beschreven en ga na wat daarvan kan worden geleerd voor de actualisatie van het Nederlandse beoogde reken-wiskundecurriculum.
Veel nadruk is komen te liggen op referentieniveau 1F, terwijl 1S het beoogde niveau is voor de grootste groep leerlingen.	Zet vooralsnog expliciet in op het behalen van referentieniveau 1S voor de grootste groep leerlingen van het basisonderwijs.

Natuurwetenschappen	
BEELD	AANBEVELING
Kerndoelen zijn globaal geformuleerd in aanbodsdoelen en bieden weinig houvast voor het handelen van leraren. Het TIMSS-framework wordt regelmatig geactualiseerd en biedt meer ondersteuning aan leraren en methodeontwikkelaars, omdat de inhoud concreet en gedetailleerd is geformuleerd.	Zorg bij de actualisering van de kerndoelen dat voor natuurwetenschappen de inhoud concreter in de vorm van voor po/so-leerlingen relevante onderwerpen met bijbehorende begrippen wordt geformuleerd. Neem daarbij recente ontwikkelingen zoals onderzoekend en ontwerpnd leren mee. Dat kan schoolleiders en leraren ondersteunen bij de uitvoering van het curriculum.
Bij natuurwetenschappen (en andere inhoudelijke domeinen) gebruiken leerlingen kennis en vaardigheden op het gebied van taal, lezen en rekenen.	Zorg voor een gelijkwaardig aanbod tussen basisvaardigheden taal en rekenen-wiskunde en de overige leergebieden, waaronder natuurwetenschappen.
Taal en rekenen-wiskunde worden verplicht getoetst in de eindtoetsen po. De uitkomst ervan is belangrijk voor het vervolgonderwijs van de leerling. Voor natuurwetenschappen is deze verplichting er niet, waardoor een duidelijk eindniveau van het basisonderwijs ontbreekt.	Zorg ervoor dat scholen zich over de volle breedte van het curriculum verantwoorden, waarbij leerlingprestaties voor taal, rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen gelijkwaardig zijn.

Potentieel geïmplementeerd curriculum

Rekenen-wiskunde	
BEELD	AANBEVELING
Actuele methodes zijn nog onafhankelijk geanalyseerd op de kerndoelen. Onafhankelijke analyses ten aanzien van het referentiekader ontbreken echter. Nieuwe methodes worden in het geheel niet meer onafhankelijk geanalyseerd ten opzichte van het beoogde curriculum.	Zorg voor een blijvende onafhankelijke analyse van reken-wiskundemethodes ten opzichte van het volledige beoogde curriculum.

Natuurwetenschappen	
BEELD	AANBEVELING
De trend in methoden voor natuurwetenschappen is dat het aantal lessen per jaar afneemt.	Zorg voor kwalitatief goede methoden voor natuurwetenschappen met begrijpelijke informatie en suggesties voor verwerking, zodat leerlingen relevante natuurwetenschappelijke vaardigheden kunnen ontwikkelen.
In minder lessen komt een veelheid aan onderwerpen aan bod, wat de vraag opwerpt hoe het is gesteld met de diepgang en het beklijven van kennis en kunde bij leerlingen.	Zorg ervoor dat methoden zijn afgestemd op de kern van het onderwijs in natuurwetenschappen. Geef suggesties voor bij leerlingen passende materialen en activiteiten, die hen ondersteunen bij het begrijpen van het onderwerp en zorgen voor inhoudelijke diepgang.
Nieuwe methodes worden niet meer onafhankelijk geanalyseerd ten opzichte van het beoogde curriculum.	Zorg voor een blijvende onafhankelijke analyse van methodes voor natuurwetenschappen ten opzichte van het beoogde curriculum.

Uitgevoerd curriculum

Rekenen-wiskunde	
BEELD	AANBEVELING
Er is onvoldoende informatie over het uitgevoerde curriculum.	Stimuleer of faciliteer onderzoek dat meer en betrouwbaarder informatie oplevert dan nu beschikbaar is over het uitgevoerde curriculum rekenen-wiskunde. Aandachtspunten hierbij zijn het tegemoet komen aan leerbehoeftes van (potentieel) betere rekenaars en de vraag of er sprake is van vroegtijdige determinatie van leerlingen.
Er zijn al maatregelen in gang gezet om het reken-wiskundeniveau van aanstaande leraren te verhogen. Echter, de benodigde kennis voor het leraarsberoep bestaat niet uit eigen vaardigheid alleen.	Stimuleer dat pabo's een balans vinden tussen aandacht voor voldoende eigen vaardigheid en aandacht voor didactische bekwaamheid ten aanzien van rekenen-wiskunde voor aanstaande leraren.
Onder zittende leraren is weinig animo om zich op het gebied van rekenen-wiskunde (verder) te professionaliseren. Bovendien lijkt het erop dat Nederlandse leraren in vergelijking met leraren uit andere landen weinig prestatiegericht zijn.	Bevorder deskundigheidsbevordering van zittende leraren op het gebied van rekenen-wiskunde, met name als het gaat om het bereiken van een hoger niveau door de grootste groep leerlingen en het inspelen op onderwijsbehoeftes van leerlingen met een (potentieel) hoog en geavanceerd niveau.

Natuurwetenschappen	
BEELD	AANBEVELING
De prestaties van Nederlandse leerlingen zijn slechter geworden, vooral die van jongens. Ook zien we geen verbetering in het percentage leerlingen dat excellent presteert. Dat vraagt om een kritische beschouwing van de eigen vaardigheid en didactische bekwaamheid van aanstaande leraren en deskundigheidsbevordering van zittende leraren.	Zorg voor een aantrekkelijk en betekenisvol onderwijsaanbod in natuurwetenschappen en houd rekening met de diversiteit van de leerlingpopulatie. Zorg voor tijd in het rooster en geef leraren faciliteiten voor differentiatie in hun aanbod.
Leraren voelen zich minder toegerust om onderwijs te geven in natuurwetenschappen.	Zorg vanuit de schoolleiding voor ondersteuning van leraren door in het inhoudelijk beleid van de school een duidelijke plaats in te ruimen voor natuurwetenschappen. Zorg ervoor dat op elke school in onder-, midden- en bovenbouw minimaal een leraar vakdidactisch en vakinhoudelijk bekwaam is om onderwijs in natuurwetenschappen effectief uit te kunnen voeren.
Deelname aan nascholing is vooralsnog beperkt. Daarbij zijn differentiatie en vakdidactiek belangrijke aandachtspunten.	Zorg ervoor dat zittende en nieuwe leraren vakdidactisch en vakinhoudelijk bekwaam zijn om onderwijs in natuurwetenschappen goed uit te voeren en zorg waar nodig voor ondersteuning, bijvoorbeeld in de vorm van DOTs of 'coaching on the job'.
Ook krijgen aanstaande leraren niet altijd de mogelijkheid om praktijkopdrachten uit te voeren op het gebied van natuurwetenschappen.	Geef aanstaande leraren de mogelijkheid om stageopdrachten voor natuurwetenschappen uit te voeren op hun stageschool en dat álle studenten die de opleiding verlaten over een onderzoekende houding en over voldoende kennis, inzichten en vaardigheden beschikken van het domein natuurwetenschappen.
Scholen moeten vanaf 2020 W&T-onderwijs aanbieden. Onderzoeken en ontwerpen zijn daarin leidende vaardigheden. Leraren en schoolleiders tonen hier veel belangstelling voor. Ze willen er in de praktijk mee aan de slag, maar hebben daar ondersteuning bij nodig.	Onderzoek welke (regionale) structuren en onderwijsmaterialen schoolleiders en leraren basisonderwijs ondersteunen bij de implementatie en uitvoering van onderwijs in natuurwetenschappen, waarbij W&T en de vaardigheden onderzoeken en ontwerpen centraal staan.

Gerealiseerd curriculum

Rekenen-wiskunde	
BEELD	AANBEVELING
De globale domeinindelingen van TIMSS en JPON/JMTR laten maar weinig inhoudelijke conclusies toe ten aanzien van domeinen rekenen-wiskunde.	Stimuleer dat in de peilingsonderzoeken voor rekenen-wiskunde een dusdanig fijnmazige domeinindeling wordt gehanteerd dat uit de resultaten voor het curriculum betekenisvolle conclusies kunnen worden getrokken.

Natuurwetenschappen	
BEELD	AANBEVELING
De prestatiegerichtheid van schoolleiders, leraren en ouders blijkt van invloed te zijn op leerlingprestaties.	Zorg ervoor dat prestaties van leerlingen op het gebied van natuurwetenschappen betekenis krijgen voor de leerling en de school.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en vraagstelling

Eind 2016 zijn resultaten van de *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) bekend gemaakt. TIMSS richt zich op de prestaties van leerlingen bij rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen. Nederland participeert in dit onderzoek met leerlingen in groep 6 (grade 4). Uit TIMSS 2015 blijkt dat Nederlandse leerlingen in deze groep over het algemeen nog steeds boven het internationaal schaalgemiddelde presteren, maar ook dat deze prestaties sinds de start van TIMSS in 1995 gestaag en significant dalen. Ondanks het feit dat deze daling relatief licht is, betreft het voor beide leergebieden wel de laagste scores voor Nederland in de afgelopen twintig jaar.

In het TIMSS-onderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen vier beheersingsniveaus: basis, midden, hoog en geavanceerd. Het basisniveau wordt door vrijwel alle Nederlandse leerlingen behaald. Voor rekenen-wiskunde haalt 99 procent minimaal het basisniveau en voor natuurwetenschappen geldt dat voor 97 procent van de leerlingen. Voor beide leergebieden kent Nederland een zeer kleine spreiding in de leerlingresultaten. De verschillen tussen leerlingen in Nederland die het laagst scoren en leerlingen die het hoogst scoren zijn klein. Het percentage leerlingen dat het geavanceerde niveau haalt, ligt voor beide leergebieden onder het internationaal gemiddelde: vier procent voor rekenen-wiskunde en drie procent voor natuurwetenschappen. Met name het hoge niveau wordt ten opzichte van eerdere metingen door minder leerlingen behaald. Waar in 1995 nog vijftig procent van de leerlingen voor rekenen-wiskunde op dit niveau presteerde, bereikt nu 37 procent van de leerlingen dit hoge niveau.

In de afgelopen jaren is in Nederland stevig ingezet op het verbeteren van prestaties op het gebied van rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen:

- Vanaf 2001 is in het kader van Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB-1 en VTB-2) veel aandacht geweest voor natuur en techniek in het basisonderwijs. Ruim dertig procent van de basisscholen heeft aan een of meer stimuleringstrajecten meegedaan.
- In de periode 2007-2010 (Balkenende IV) is een sterk accent gelegd op het verhogen van prestaties op taal en rekenen. Dit heeft onder andere geleid tot de invoering van de referentieniveaus voor taal en rekenen (2010), de taal- en rekenverbeterprojecten onder leiding van het Projectbureau Kwaliteit (2008-2011) en de ontwikkeling van de kennisbases voor de pabo (Commissie Kennisbasis Pabo, 2012). Ook is in 2008 het VTB-pro programma gestart, gericht op het versterken van competenties van leerkrachten basisonderwijs in het geven van wetenschap en techniek.

- Onder het kabinet Rutte I (2010-2012) werden de actieplannen *Basis voor presteren en Beter presteren* vastgesteld (2011) evenals het actieplan *Leraar 2020 - een krachtig beroep*. De ambitie was te behoren tot de top vijf van kenniseconomieën, de kwaliteit van het onderwijs te versterken, hogere prestaties te bevorderen, de aansluiting tussen de verschillende vormen van onderwijs te verbeteren, opbrengstgericht werken taal en rekenen te versterken en meer aandacht te hebben voor excellentie.
- Onder Rutte II is dit beleid voortgezet en in sectorakkoorden vastgelegd. Om de rekenvaardigheid van aanstaande basisschoolleraars te vergroten is de verplichte kennisbasistoets op de pabo ingevoerd. Ook zijn leraren en scholen ondersteund bij de invoering van de referentieniveaus taal en rekenen.
- In 2013 is het *Techniekpact* ondertekend. Belangrijke doelen daarin, gericht op het primair onderwijs, zijn: basisscholen bieden in 2020 structureel wetenschap en technologie aan en leerkrachten zijn beter toegerust op het geven van wetenschap en technologie. Op verzoek van het ministerie van OCW heeft SLO een leerplankader voor wetenschap en technologie ontwikkeld met leerlijnen voor onderzoeken en ontwerpen (Van Graft, Klein Tank, & Beker, 2016). Sinds schooljaar 2015-2016 is wetenschap en technologie ook een verplicht onderdeel in het curriculum van de pabo geworden.
- Met het *Plan van aanpak toptalenten 2014-2018* (Ministerie van OCW, 2014) wordt ten slotte nadrukkelijk ingezet op het vergroten van de uitdaging voor leerlingen en het realiseren van een meer prestatiegerichte cultuur.

Effecten van beleidswijzigingen zijn doorgaans pas na geruime tijd merkbaar. Zo is het effect van aangescherpte instroomeisen op de pabo pas op termijn in beeld te brengen. De eerste studenten die aan deze hogere instroomeisen moesten voldoen, moeten immers hun pabo-diploma nog halen. Ook de cultuurverandering die met het *Plan van aanpak toptalenten* wordt beoogd, vergt een lange adem. Zo laat TIMSS 2015 zien dat de prestatiegerichtheid van leraren in groep 6 nog relatief laag is.

Het ministerie van OCW heeft desalniettemin wel enige zorg om trends in prestaties en heeft zich de vraag gesteld of lopende maatregelen op termijn toereikend zijn. Daarom is het van belang meer inzicht te krijgen in mogelijke achterliggende oorzaken van de behaalde resultaten. Het ministerie heeft verschillende partijen gevraagd nadere analyses uit te voeren (Ministerie van OCW, 2016b). SLO is gevraagd een verkenning uit te voeren vanuit leerplankundig perspectief. Het gaat daarbij om een analyse op verschillende curriculumniveaus en mogelijke discrepanties daartussen. Deze verkenning is door SLO uitgevoerd in de periode november 2016 tot mei 2017, in opdracht van de directie Primair Onderwijs van het ministerie van OCW.

Richtinggevend waren de volgende vragen:

1. *Hoe zijn trends in de prestaties van Nederlandse leerlingen bij de TIMSS-metingen in de periode 2007-2015 voor rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen met name leerplankundig te duiden?*
2. *Welke implicaties heeft deze duiding voor gewenste ambities en aanpak met het oog op toekomstig beleid, met name ook in het licht van ontwikkelingen rond de beoogde curriculumherziening in het primair en voortgezet onderwijs?*

1.2 Werkwijze

Bij de verkenning maken we onderscheid tussen het beoogd curriculum, het potentieel geïmplementeerd curriculum, het uitgevoerd curriculum en het gerealiseerd curriculum. Onder deze verschillende curriculumniveaus worden in deze verkenning verstaan (Thijs & Van den Akker, 2009; Valverde, Bianchi, Wolfe, Schmidt, & Houang, 2002):

- beoogd curriculum: de wettelijk vastgelegde doelen voor het basisonderwijs en de intenties van relevant onderwijsbeleid;
- potentieel geïmplementeerd curriculum: de laag tussen beoogd en uitgevoerd curriculum. Dit betreft leermiddelen, met name methodes, waarin doelen en leerinhouden van het beoogde curriculum concreet zijn uitgewerkt en die van grote invloed zijn op het handelen van leraren;
- uitgevoerd curriculum: de onderwijs- en leerprocessen die daadwerkelijk plaatsvinden in scholen;
- gerealiseerd curriculum: de prestaties van leerlingen groep 6 op TIMSS en gegevens over leerlingprestaties uit landelijke toetsen.

Om niveaus zijn in kaart te brengen is gebruik gemaakt van en voortgebouwd op:

- de nationale en internationale TIMSS-rapportages vanaf 1995;
- curriculumstudies, met name de vakspecifieke trendanalyses en de curriculumspiegel van SLO;
- diverse onderzoeken en gegevens, zoals de resultaten op de eindtoets po, inspectierapporten, jaarlijkse en periodieke peilingen over rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen en andere (wetenschappelijke) onderzoeken;
- de expertise en ervaringen van vakinhoudelijke experts binnen en buiten SLO.

Aan de hand hiervan zijn discrepanties binnen en tussen de niveaus in kaart gebracht, met de TIMSS-resultaten voor rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen als vertrekpunt en tussen de feitelijke en gewenste situatie op het niveau van het beoogd, potentieel geïmplementeerd en uitgevoerd curriculum, met als richtsnoer goede leerprestaties passend binnen de gestelde ambities (waaronder aandacht voor presteerders op het hoge en geavanceerde niveau). Ingegaan wordt op de vraag hoe datgene wat gevraagd en getoetst wordt bij TIMSS, zich verhoudt tot:

- de kerndoelen basisonderwijs;
- de referentieniveaus rekenen;
- ingezet beleid;
- de meest gebruikte methoden;
- de onderwijspraktijk op basis van die methoden en landelijke toetsen (inclusief trends en ontwikkelingen daarin); en
- de rol van opleiding en professionalisering van leraren.

Ten slotte zijn naar aanleiding van de bevindingen aanbevelingen geformuleerd ten aanzien van beide leergebieden op de verschillende onderscheiden curriculumniveaus.

2 Rekenen-wiskunde

2.1 Wat wordt getoetst?

In het TIMSS onderzoek worden voor rekenen-wiskunde drie inhoudelijke domeinen en drie cognitieve domeinen getoetst (Mullis & Martin, 2013). De inhoudelijke domeinen zijn: getallen, geometrische vormen en meten, en gegevensweergave. De cognitieve domeinen betreffen voor zowel rekenen-wiskunde als natuurwetenschappen: weten, toepassen en redeneren. De verdeling van reken-wiskundeopgaven uit TIMSS 2015 over de inhoudelijke en cognitieve domeinen staat in tabel 1.

Tabel 1. *Verdeling van de toetsopgaven over de inhoudelijke en cognitieve domeinen*

DOMEINEN		OPGAVEN
INHOUDELIJKE DOMEINEN		
Getallen	89	53%
Geometrische vormen en meten	56	33%
Gegevensweergave	24	14%
Totaal inhoudelijke domeinen	169	100%
COGNITIEVE DOMEINEN		
Weten	64	38%
Toepassen	72	43%
Redeneren	33	20%
Totaal cognitieve domeinen	169	100%

Bron: Meelissen & Punter, 2016.

Probleemoplossen speelt een belangrijke rol in de TIMSS-opgaven: “It is important to highlight that TIMSS assesses a range of problem-solving situations within mathematics, with about two-thirds of the items requiring students to use applying and reasoning skills” (ibid., p. 13).

De inhoud van de toets rekenen-wiskunde zoals gespecificeerd in het *mathematics framework* (ibid.) is vergelijkbaar met die van de voorgaande twee TIMSS-onderzoeken in 2011 en 2007. Er is wel rekening gehouden met actueel onderzoek en curriculaire ontwikkelingen zoals de *Common Core State Standards for Mathematics* in de Verenigde Staten en de *Mathematics Syllabi* in Singapore, maar wat dat concreet betekent is niet geëxpliciteerd.

2.1.1 Inhoudelijke domeinen

Hieronder volgt een korte typering van de inhoudelijke domeinen van rekenen-wiskunde, gebaseerd op het TIMSS 2015 assessment framework (Mullis & Martin, 2013). Specificaties van de onderscheiden subdomeinen zijn opgenomen in bijlage 1.

Getallen

Het domein getallen bestrijkt drie subdomeinen: hele getallen, breuken en kommagetallen, en eenvoudige vergelijkingen en relaties. Anders dan bij de andere inhoudelijke domeinen zijn opgaven niet gelijkelijk verdeeld over de onderscheiden subdomeinen. De ongeveer 50 procent opgaven voor het domein getallen zijn als volgt verdeeld: 25 procent opgaven voor het subdomein hele getallen, 15 procent voor breuken en kommagetallen, en 10 procent voor eenvoudige vergelijkingen en relaties. Voor wat betreft het laatste gaat het om begrijpen van concepten zoals variabelen en onbekenden in eenvoudige vergelijkingen (pre-algebraïsch redeneren) en begrip van relaties tussen hoeveelheden en getallen. De figuren 1 en 2 tonen voorbeeldopgaven van het domein getallen.

$23 \times 19 =$
Antwoord: _____

Figuur 1. *Inhoudelijk domein: getallen. Cognitief domein: weten. Niveau: niet gegeven.*

Bron: UT, 2011, p. 14.¹

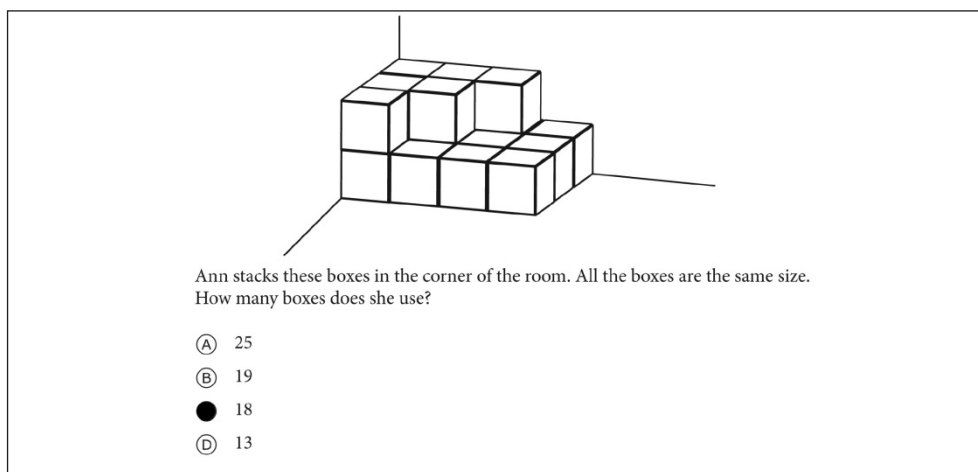
$\begin{array}{r} 942 \\ 5\text{☐}7- \\ \hline 415 \end{array}$ Minas heeft voor zijn huiswerk de aftreksom hierboven opgelost, maar heeft er limonade op gemorst. Eén cijfer kan hij niet meer lezen. Zijn antwoord is 415 en dat is goed. Welk cijfer is onleesbaar?

Figuur 2. *Inhoudelijk domein: getallen. Cognitief domein: redeneren. Niveau: hoog.*

Bron: Meelissen & Drent, 2008, p. 30.

Geometrische vormen en meten

Het domein geometrische vormen en meten bestrijkt: meten, coördinaten, lijnen, hoeken, figuren en vormen. Er worden twee subdomeinen onderscheiden: punten, lijnen en hoeken, en twee- en driedimensionale vormen. Het aantal items is gelijk verdeeld over de twee subdomeinen. Figuur 3 toont een voorbeeldopgave van het domein geometrische vormen en meten.



Figuur 3. *Inhoudelijk domein: geometrische vormen en meten. Cognitief domein: toepassen.*

Niveau: midden.

Bron: Meelissen, et al., 2012, p. 37.

Gegevensweergave

Het domein gegevensweergave bestrijkt één subdomein: (af)lezen, interpreteren en representeren. De figuren 4 en 5 tonen voorbeeldopgaven van het domein getallen.

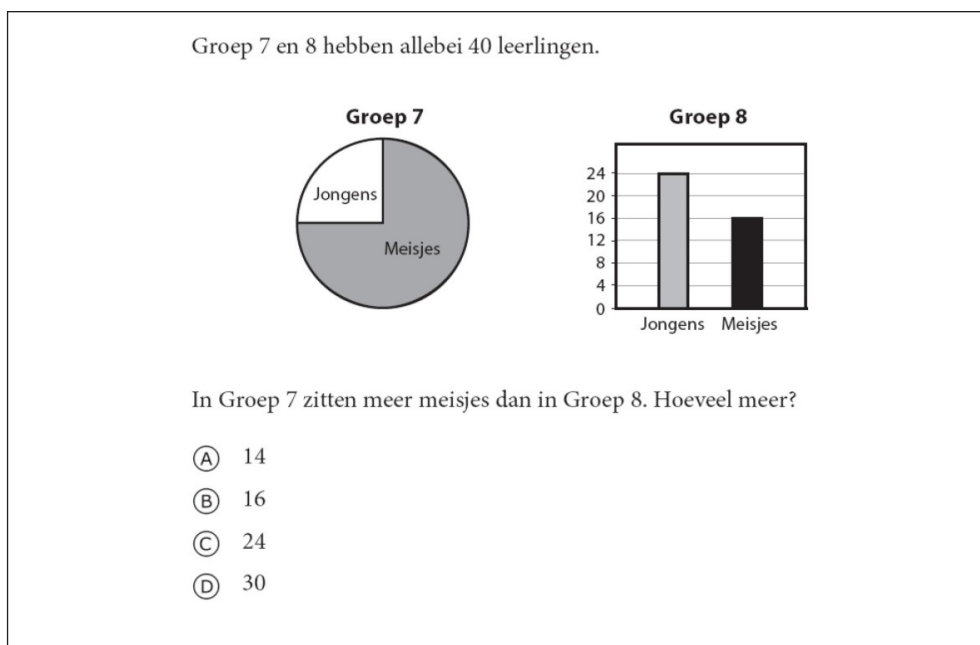
Favoriete ijssmaken		
Smaak	Aantal kinderen	
Vanille	🍦 🍦 🍦	🍦 staat voor 4 kinderen
Chocolade	🍦	
Aardbei	🍦 🍦	
Citroen	🍦 🍦 🍦 🍦	

Hoeveel kinderen hebben vanille als favoriete smaak?

Antwoord: _____

Figuur 4. *Inhoudelijk domein: gegevensweergave. Cognitief domein: weten. Niveau: niet gegeven.*

Bron: UT, 2011, p. 17.



Figuur 5. *Inhoudelijk domein: gegevensverwerking. Cognitief domein: redeneren.*

Niveau: geavanceerd.

Bron: Meelissen & Drent, 2008, p. 29.

2.1.2 Cognitieve domeinen

Hieronder volgt een korte typering van de cognitieve domeinen voor rekenen-wiskunde, gebaseerd op het TIMSS 2015 *assessment framework* (Mullis & Martin, 2013). Specificaties van de onderscheiden subdomeinen zijn opgenomen in bijlage 2.

Weten

Het cognitieve domein weten bestrijkt feiten, concepten en procedures. Bij dit domein gaat het zowel om basiskennis (wiskundetaal, getallenfeiten, e.d.) als om concepten die wiskundig denken mogelijk maken. Figuur 1 en 4 tonen voorbeeldopgaven van dit cognitieve domein.

Toepassen

Het domein toepassen gaat over het gebruiken van kennis en conceptueel begrip om problemen op te lossen en vragen te beantwoorden. Bij dit domein gaat het zowel om toepassen in contextproblemen als om toepassen in wiskundige problemen. De nadruk ligt op standaard- en routinematige problemen. Figuur 3 toont een voorbeeldopgave van dit cognitieve domein.

Redeneren

Het domein redeneren gaat verder dan het oplossen van standaardproblemen: het gaat om onbekende situaties, complexe contexten en ongebruikelijke problemen die meerdere oplossingsstappen vereisen. Dit betreft logisch en systematisch denken, zowel in contextsituaties als in wiskundige problemen. Figuur 2 en 5 tonen voorbeeldopgaven van dit cognitieve domein.

2.2 Resultaten: leerlingprestaties en leerlingkenmerken

2.2.1 Trends in totaalscores rekenen-wiskunde

Sinds het vorige TIMSS onderzoek in 2011 is de gemiddelde score van Nederlandse groep 6-leerlingen op de TIMSS-rekentoets significant gedaald, zowel absoluut als relatief (zie tabel 2). De gemiddelde totaalscore in 2015 is 530. Dit is nog steeds ruim boven het internationale schaalgemiddelde van 500, maar het is ook de laagste score die Nederland in de afgelopen twintig jaar voor TIMSS rekenen heeft gehaald. De relatieve score van Nederland (de positie op de internationale ranglijst van deelnemende landen) is eveneens gedaald. Dat is ook het geval als alleen naar significante verschillen tussen landen wordt gekeken.

Tabel 2. *Absolute en relatieve totaalscores TIMSS rekenen-wiskunde Nederlandse leerlingen 1995-2015*

	1995	2003	2007	2011	2015
Absolute totaalscore	549	540	535	540	530
Plaats t.o.v. andere landen*	4	6	5	8	17
Deelnemende landen	26	25	36	50	49

* Hier is de positie op de ranglijst aangegeven, afgeleid van het aantal landen dat in het betreffende jaar een significant hogere totaalscore behaalde dan Nederland.

Bron: Mullis et al., 1997; Mullis, Martin, Gonzalez, & Chrostowski, 2004; Mullis, Martin, & Foy, 2008; Mullis, Martin, Foy, & Arora, 2012; Mullis, Martin, Foy & Hooper, 2016.

Vergeleken met de totaalscores van onze buurlanden, presteert Nederland in 2015 significant beter dan Duitsland (522) en Zweden (519). Buurlanden die significant beter scoren dan Nederland zijn Noord-Ierland (570), Noorwegen (549), Ierland (547), Engeland (546), Vlaanderen (546), Denemarken (539) en Finland (535) (Mullis, Martin, Foy & Hooper, 2016). In het vervolg van deze paragraaf worden af en toe ter vergelijking scores vermeld van Vlaanderen (als ons naaste buurland) en Noord-Ierland (dat de hoogste score van alle deelnemende westerse landen heeft).

2.2.2 Behaalde niveaus

TIMSS hanteert vier *benchmarks* om het niveau van leerlingen te duiden:

- het geavanceerde niveau (gerelateerd aan een toetsscore van 625)
- het hoge niveau (gerelateerd aan een toetsscore van 550)
- het middenniveau (gerelateerd aan een toetsscore van 475)
- het lage niveau (gerelateerd aan een toetsscore van 400).

Tabel 3 toont de percentages Nederlandse leerlingen die de respectievelijke niveaus behalen in de loop van de verschillende TIMSS onderzoeken. Alle afnamejaren behalen vrijwel alle Nederlandse leerlingen het lage niveau. Het internationaal gemiddelde van leerlingen die het lage niveau in 2015 behalen is 93 procent (Mullis e.a., 2016). Het percentage Nederlandse leerlingen dat het midden niveau behaalt in 2015 is 83 procent. Dat is meer dan het internationaal gemiddelde van 75 procent van de leerlingen die dit niveau haalt (ibid.), maar ook het laagste Nederlandse percentage voor het midden niveau sinds 1995. Het percentage Nederlandse leerlingen dat het hoge niveau haalt is sinds 1995 significant gedaald tot 37 procent in 2015. Dit percentage is vergelijkbaar met het internationaal gemiddelde van 36 procent van de leerlingen die het hoge niveau haalt, maar ook hierbij geldt dat dit voor Nederland het laagste percentage is sinds 1995. Het percentage Nederlandse leerlingen dat het geavanceerde niveau haalt is sinds 1995 significant gedaald tot vier procent in 2015, maar in de periode 2003-2015 vergelijkbaar gebleven. Anderzijds is ook deze vier procent het laagste percentage voor Nederland op dit niveau sinds 1995. Het internationaal gemiddelde van leerlingen die het geavanceerde niveau behalen is zes procent (ibid.). De conclusie uit TIMSS 2011 dat het Nederlandse basisonderwijs weinig zeer zwakke leerlingen kent, maar ook weinig leerlingen die excelleren in rekenen (Meelissen, et al., 2012) is in 2015 nog steeds geldig. Bovendien kan nu worden geconcludeerd dat steeds minder leerlingen de niveaus daartussenin behalen, waarbij met name de daling van het percentage leerlingen dat het hoge niveau behaalt opvalt.

Tabel 3. *Percentage Nederlandse leerlingen dat het geavanceerde, hoge, midden en lage niveau behaalt, 1995-2011*

	1995	2003	2007	2011	2015
Geavanceerd	12%	5%	7%	5%	4%
Hoog	50%	44%	42%	44%	37%
Midden	87%	89%	84%	88%	83%
Laag	99%	99%	98%	99%	99%

Bron: Meelissen & Punter, 2016.

In Vlaanderen zijn de percentages voor de respectievelijke niveaus als volgt: 10 procent van de Vlaamse leerlingen behaalt het geavanceerde niveau, 47 procent behaalt het hoge niveau, 88 procent het midden niveau en 99 procent het lage niveau (Mullis et al., 2016). In Noord-Ierland zijn deze percentages: 27 procent van de Noord-Ierse leerlingen behaalt het geavanceerde niveau, 61 procent behaalt het hoge niveau, 86 procent behaalt het midden niveau en 97 procent behaalt het lage niveau (ibid.). Beide landen hebben dus in vergelijking met Nederland hogere percentages leerlingen die het midden, hoge en geavanceerde niveau behalen.

2.2.3 Trends op domeinen

De prestaties op de onderscheiden inhoudelijke en cognitieve domeinen kunnen vanaf TIMSS 2007 worden vergeleken. Tabel 4 toont de deelscores op deze domeinen van TIMSS 2007, 2011 en 2015.

Voor wat betreft de inhoudelijke domeinen presteren Nederlandse leerlingen In alle drie de afnamejaren het beste op het domein gegevensweergave en het laagste op het domein geometrische vormen en meten. Op het domein getallen zijn de prestaties significant gedaald ten opzichte van 2007 en 2011. Op het domein geometrische vormen en meten zijn de prestaties vergelijkbaar gebleven. Op het domein gegevensweergave zijn de prestaties in 2011 ten opzichte van 2007 significant gestegen en in 2015 ten opzichte van 2011 weer significant gedaald.

Voor de cognitieve domeinen presteren Nederlandse leerlingen de laatste twee afnamejaren het beste op het domein redeneren en alle drie afnamejaren het laagste op het domein weten. Op het cognitieve domein weten zijn de prestaties in 2011 ten opzichte van 2007 significant gestegen en in 2015 ten opzichte van 2007 en 2011 weer significant gedaald. Op het domein toepassen zijn de prestaties significant gedaald ten opzichte van 2007 en 2011. Op het domein redeneren zijn de prestaties in 2015 hetzelfde als in 2011 en vergelijkbaar met die van 2007. Dat de prestaties het best zijn op redeneren terwijl ze het laagst zijn op weten is op het eerste gezicht opvallend. Dit blijkt echter niet uitzonderlijk; het treedt bij bijna de helft van de participerende landen op.²

Tabel 4. Deelscores op inhoudelijke en cognitieve domeinen rekenen-wiskunde in 2007, 2011 en 2015

	2007	2011	2015
INHOUDELIJKE DOMEINEN			
Getallen	539	543	531 ^{2,3}
Geometrische vormen en meten	522	524	522
Gegevensweergave	545	559 ¹	539 ³
COGNITIEVE DOMEINEN			
Weten	528	537 ¹	521 ^{2,3}
Toepassen	540	540	531 ^{2,3}
Redeneren	537	543	543
TOTAAL	535	540	530³

¹ Significante verbetering ten opzichte van TIMSS 2007;

² Significante daling ten opzichte van TIMSS 2007;

³ Significante daling ten opzichte van TIMSS 2011.

Bron: Meelissen, et al., 2012; Meelissen & Punter, 2016.

2.2.4 Verschillen in leerlingprestaties in relatie tot leerlingkenmerken

Al sinds het eerste TIMSS-onderzoek in 1995 zijn de verschillen in prestaties tussen jongens en meisjes in kaart gebracht. In de periode 1995-2015 presteren Nederlandse jongens voortdurend significant beter dan Nederlandse meisjes (tabel 5). Dit is geen internationaal verschijnsel; er zijn ook landen waar geen significante verschillen tussen jongens en meisjes optreden (waaronder Noord-Ierland), en landen waar meisjes significant beter scoren dan jongens op de TIMSS rekentoets. In Vlaanderen presteren jongens net als in Nederland significant beter dan meisjes (Mullis et al., 2016).

Het prestatieverschil tussen Nederlandse jongens en meisjes is in de loop van de afnames afgenomen. Dit betekent echter niet dat meisjes beter zijn gaan presteren ten opzichte van jongens, maar dat de daling van de prestaties van meisjes in de periode 1995 tot 2015 (min 17 schaalpunten) kleiner is dan de daling van de prestaties van de jongens in diezelfde tijdsperiode (min 22 schaalpunten).

Tabel 5. Totaalscores rekenen-wiskunde van jongens en meisjes 1995-2015

	1995	2003	2007	2011	2015
Jongens	556	543	540	544	534
Meisjes	543	537	530	536	526
Totaal	549	540	535	540	530

Bron: Meelissen & Punter, 2016.

Naast de afzonderlijke totaalscores van jongens en meisjes, worden ook de afzonderlijke scores van allochtone en autochtone leerlingen (tot en met 2011) respectievelijk de afzonderlijke scores van leerlingen die thuis (bijna) altijd Nederlands spreken en leerlingen die thuis weinig of geen Nederlands spreken (in 2015) in kaart gebracht (tabel 6). In Nederland geldt dat leerlingen die thuis (bijna) altijd Nederlands spreken, beter presteren dan leerlingen die dat niet doen. Dit beeld is vergelijkbaar met dat in andere westerse landen.

In 2011 scoren allochtone Nederlandse leerlingen, evenals autochtone Nederlandse leerlingen, boven het internationale schaalgemiddelde en in 2015 geldt hetzelfde voor leerlingen die thuis weinig of geen Nederlands spreken.

Tabel 6. *Totaalscores rekenen-wiskunde van autochtone en allochtone leerlingen in 2007 en 2011 en van leerlingen die thuis (bijna) altijd Nederlands spreken en leerlingen die thuis weinig of geen Nederlands spreken in 2015*

	2007	2011		2015
Autochtoon	542	547	Spreekt thuis (bijna) altijd NL.	534
Allochtoon	497	512	Spreekt thuis soms/nooit NL.	515
Totaal	535	540	Totaal	530

Bron: Meelissen & Drent, 2008; Meelissen, et al., 2012; Meelissen & Punter, 2016.

Alle onderscheiden deelgroepen op basis van leerlingkenmerken (jongens - meisjes, autochtone leerlingen - allochtone leerlingen, leerlingen die thuis (bijna) altijd Nederlands spreken - leerlingen die thuis weinig of geen Nederlands spreken) presteren in Nederland boven het internationaal schaalgemiddelde. Dit was voor het eerst in 2011 het geval en dit is in 2015 nog steeds het geval.

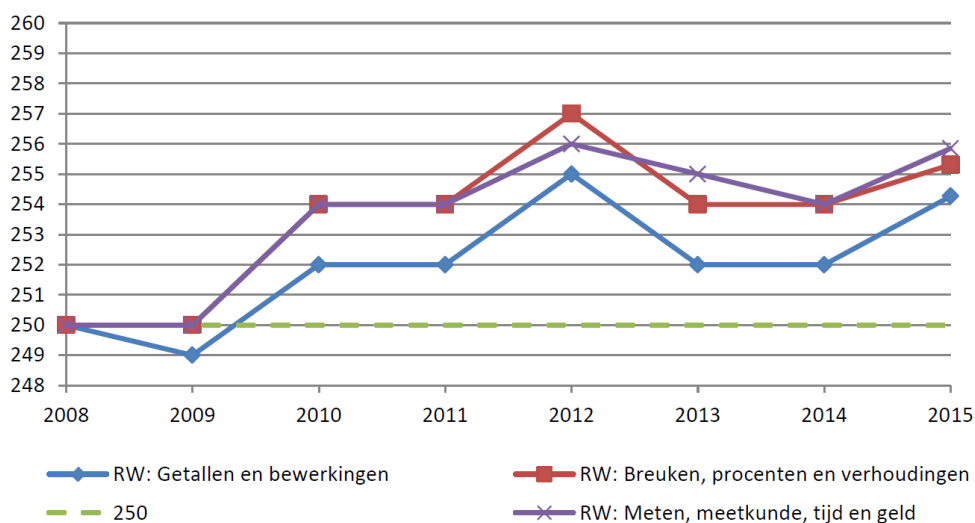
2.2.5 Houdingsaspecten bij leerlingen

Nederlandse leerlingen hebben plezier in rekenen, maar in mindere mate dan in de meeste andere landen. Leerlingen die thuis (bijna) altijd Nederlands spreken hebben meer plezier in rekenen dan leerlingen die thuis weinig of geen Nederlands spreken (Meelissen & Punter, 2016). Nederlandse leerlingen hebben ook veel zelfvertrouwen in rekenen in vergelijking met de meeste andere landen (ibid.). Met name dit laatste is opvallend, gegeven de afnemende prestaties. In algemene zin kan immers worden gesteld dat een hogere mate van zelfvertrouwen in combinatie met lage(re) resultaten, er op kan duiden dat de lat lager wordt gelegd. In paragraaf 2.4 wordt vanuit leerplankundig perspectief ingegaan op (onder andere) gestelde eisen ten aanzien van rekenen-wiskunde.

2.3 Relatering aan andere onderzoeksgegevens

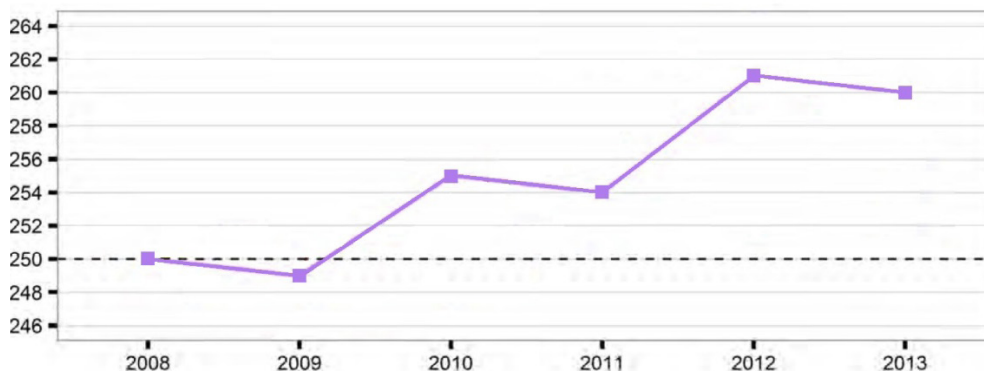
2.3.1 Totaalbeeld van de leerlingprestaties

De TIMSS 2015-resultaten laten voor Nederland nog steeds een relatief hoge notering zien. Nederland scoort boven het internationaal schaalgemiddelde. Tegelijkertijd laat TIMSS 2015 een gestage en significante achteruitgang van de reken-wiskundeprestaties van Nederlandse leerlingen zien, zowel in absolute zin als ten opzichte van andere landen. Dit beeld van daling van leerlingresultaten is niet consistent met het beeld dat resultaten van de jaarlijkse peilingsonderzoeken (JPON/JMTR³) laten zien. Deze peilingsonderzoeken geven een beeld van de prestaties van leerlingen groep 8, gebaseerd op de resultaten op de Cito Eindtoets Basisonderwijs (tot en met 2014) en de Centrale Eindtoets (vanaf 2015). Sinds de start hiervan in 2008 laat JPON/JMTR een gestage stijging zien van de leerlingprestaties in groep 8 (figuur 6). Hetzelfde geldt voor de prestaties in groep 4, die tot en met 2013 werden bijgehouden in deze onderzoeken (figuur 7). De periodieke peilingsonderzoeken (PPON) zoals die tot en met 2013/2014 door Cito werden uitgevoerd voor rekenen-wiskunde laten een meer gedifferentieerd beeld zien dan JPON/JMTR, zie daarvoor paragraaf 2.3.3. JPON/JMTR en PPON zijn gericht op inhoudelijke domeinen; er is geen onderzoek beschikbaar dat zich net zoals TIMSS ook expliciet op cognitieve domeinen richt. Overigens kunnen resultaten van TIMSS en JPON/JMTR en PPON niet een-op-een worden vergeleken, gezien de verschillen in onderzoekspopulatie, de verschillen in de indeling van domeinen, en omdat onbekend is hoe de respectievelijke schalen (en benchmarks) zich tot elkaar verhouden. Alleen de beelden die deze onderzoeken opleveren kunnen naast elkaar worden gezet, zoals in deze paragraaf gebeurt.



Figuur 6. Trends over de jaren 2008-2015 volgens JPON/JMTR voor domeinen in groep 8. De schaalwaarde van 250 representeert de gemiddelde score op de Cito Eindtoets van 2008.

Bron: Hemker, 2016.



Figuur 7. Trend over de jaren 2008-2013 volgens JPON voor rekenen in groep 4.
De schaalwaarde van 250 representeert de gemiddelde score op het Leerlingvolgsysteem van Cito (groep 4) in 2008.

Bron: Van Weerden, Hemker & Mulder, 2014.

2.3.2 Niveau

Vrijwel alle Nederlandse leerlingen behalen het in de TIMSS-onderzoeken onderscheiden lage niveau. De percentages Nederlandse leerlingen die het midden, en met name het hoge, en het geavanceerde niveau behalen zijn allen significant gedaald.

Uit de resultaten op de eindtoetsen po komt een beeld naar voren dat in zekere zin vergelijkbaar is. Sinds 2015 wordt bij de leerlingrapportage van eindtoetsen po aangegeven of op grond van het toetsresultaat kan worden verondersteld dat een leerling referentieniveau 1F of referentieniveau 1S voor rekenen beheerst. Referentieniveau 1F is beschreven als het “minimale basisoniveau”, passend voor de 35 procent van de reguliere leerlingenpopulatie groep 8 die doorstroomt naar vmbo-bb en -kb (Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen, 2008a, p. 24). Referentieniveau 1S is bedoeld voor “het grootste deel van de leerlingenpopulatie” (Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen, 2008b, p. 47); leerlingen met “rekenpotentie voor vmbo theoretisch en havo-vwo”, oftewel zo’n 65 procent van de leerlingen groep 8 (Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen, 2008a, p. 24). Uitgaande van een normaalverdeling van leerlingprestaties bij rekenen-wiskunde, betekent dit dat 1S niet alleen bedoeld is voor beter dan gemiddeld presterende leerlingen, maar ook voor het grootste deel van de leerlingen dat presteert rond het gemiddelde niveau.

De recente resultaten op de eindtoetsen po laten zien dat een meerderheid van 87 procent (in 2016) tot 90 procent (in 2015) van de leerlingen het fundamentele referentieniveau 1F aan het einde van de basisschool behaalt, maar dat het streefniveau 1S door slechts 44 à 45

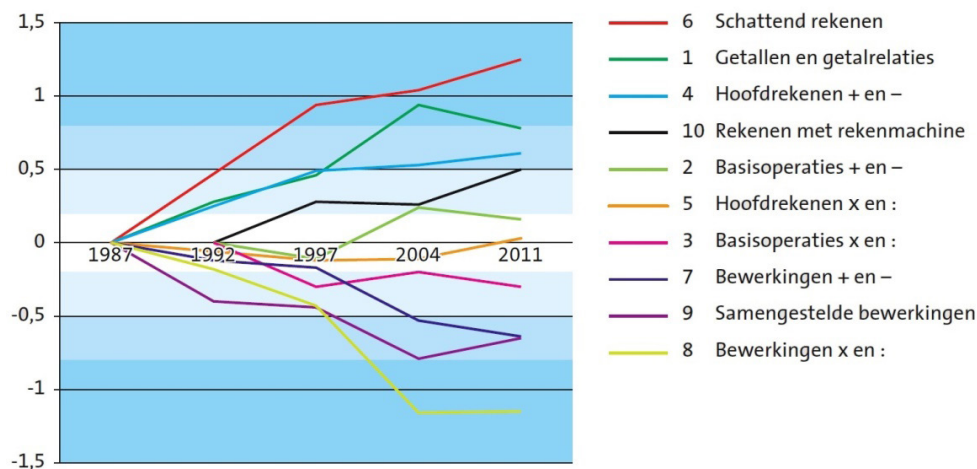
procent van de leerlingen aan het einde van de basisschool wordt beheerst (Hemker, 2016; Inspectie van het Onderwijs, 2016a; 2017b; Ministerie van OCW, 2016a).⁴ Dit betekent dat de ambitie ten aanzien van het 1F-niveau is waargemaakt, maar de oorspronkelijke ambitie ten aanzien van het 1S-niveau (nog) niet. Het percentage leerlingen dat momenteel niveau 1S bereikt is zelfs lager dan de in 2008 door de expertgroep genoemde 50 procent van de leerlingen die toentertijd het 1S niveau zou hebben behaald.⁵

Deze gegevens kunnen niet zonder meer worden gerelateerd aan de TIMSS-gegevens. Immers, het is onbekend hoe de referentieniveaus 1F en 1S in groep 8 zich verhouden tot de TIMSS-niveaus laag, midden, hoog en geavanceerd in groep 6. Echter, zowel de TIMSS-resultaten als de resultaten op de eindtoetsen po geven een duidelijke indicatie dat niet alleen de hoge(re) niveaus en (potentieel) sterke(re) leerlingen, maar mogelijk ook leerlingen die (potentieel) presteren rond het middenniveau, op het gebied van rekenen-wiskunde onvoldoende tot hun recht komen.

2.3.3 Domeinen

De TIMSS-resultaten laten verschillen zien ten aanzien van (ontwikkelingen van) prestaties op de onderscheiden inhoudsdomeinen en cognitieve domeinen. Nederlandse leerlingen presteren volgens het TIMSS-onderzoek het best op het inhoudelijke domein gegevensweergave en op het cognitieve domein redeneren, en het laagst op het inhoudelijke domein geometrische vormen en meten en op het cognitieve domein weten. Verschillen in prestaties op inhoudelijke domeinen zijn ook zichtbaar in de resultaten van de jaarlijkse peilingsonderzoeken JPON/JMTR, al zijn de richtingen van de trends die JPON/JMTR laat zien voor verschillende domeinen hetzelfde (zie figuur 6). Gedetailleerdere gegevens bieden de periodieke peilingsonderzoeken PPON. Daaruit valt af te leiden dat binnen een domein verschillende trends kunnen worden onderscheiden. Zo zijn in figuur 8 bij wijze van voorbeeld trends te zien in prestaties van leerlingen groep 8 in de periode 1987-2011 op tien onderscheiden zogenoemde didactisch betekenisvolle eenheden binnen het domein getallen en bewerkingen. Waar JPON/JMTR een gestage stijging van leerlingprestaties op dit domein laten zien, biedt PPON zicht op verschillen in trends binnen dit domein.

De onderzoeksresultaten op onderscheiden domeinen van TIMSS zijn niet rechtstreeks relateerbaar aan die van JPON/JMTR en PPON, (onder andere) vanwege verschillen in de domeinindelingen. PPON laat, op een gedetailleerder niveau dan TIMSS en JPON/JMTR, binnen domeinen trends zien, deels ook in verschillende richtingen. Van Weerden, Janssen en Scheltens (2016) wijzen er dan ook op dat onderzoeksresultaten op de domeinindelingen van TIMSS en JPON/JMTR in vergelijking met de fijnmaziger indeling van PPON, maar weinig inhoudelijke conclusies toelaten.



Figuur 8. Trends over de jaren 1987-2011 volgens PPON voor tien didactisch betekenisvolle eenheden binnen het rekendomein getallen en bewerkingen in groep 8

Bron: Van Weerden & Hiddink, 2013.⁶

2.3.4 Leerlingkenmerken

De TIMSS-resultaten laten bij rekenen-wiskunde nog steeds aanzienlijke verschillen zien ten aanzien van leerlingkenmerken: jongens presteren beter dan meisjes en leerlingen die thuis (bijna) altijd Nederlands spreken presteren beter dan leerlingen die thuis weinig of geen Nederlands spreken.

Deze en soortgelijke trends ten aanzien van prestaties van leerlingen met verschillende leerlingkenmerken⁷ komen eveneens naar voren in nationaal onderzoek (zie bijvoorbeeld Cito, 2014; CBS, 2016; CvTE, z.j.; 2016; Hemker, 2016, Inspectie van het Onderwijs, 2016; 2017a).

2.4 Leerplankundige verkenning

In deze paragraaf bespreken we (ontwikkelingen in) het Nederlandse curriculum rekenen-wiskunde in het reguliere primair onderwijs die mogelijk relevant zijn in het licht van de hiervoor geschetste trends.

2.4.1 Beoogd curriculum rekenen-wiskunde

2.4.1.1 De kerndoelen

Nederland kent sinds 1993 wettelijk vastgelegde doelen voor het basisonderwijs: de kerndoelen (Ministerie van OCW, 1993/1998; 2006). De nu geldende versie (2006) bevat elf globaal geformuleerde doelen voor rekenen-wiskunde (tabel 7). De kerndoelen geven bovendien voor elk leergebied een karakteristiek, waarin staat waar het leergebied op hoofdlijnen over gaat en wat de essenties daarvan zijn. In de karakteristiek van rekenen-wiskunde staat onder meer dat het bij dit vakgebied gaat om het leren van wiskundig probleemoplossen en wiskundetaal gebruiken, dat leerlingen wiskundige geletterdheid / gecijferdheid ontwikkelen, en dat zij met plezier en voldoening wiskunde doen (in bijlage 3 is de volledige karakteristiek van rekenen-wiskunde opgenomen).

De kerndoelen uit 2006 zijn in zekere zin een reductie van de kerndoelen 1993-1998, die minder globaal waren geformuleerd. Deze versie bevatte 23 doelen voor rekenen-wiskunde (zie bijlage 4). Zo werd bijvoorbeeld het rekenen en redeneren met breuken en kommagetallen in vijf kerndoelen gespecificeerd in plaats van één (nr. 26 in de 2006 versie). Sommige doelen waren preciezer beschreven, bijvoorbeeld die over schatten: “De leerlingen kunnen schattend rekenen, ook met breuken en decimale breuken, door de uitkomst globaal te bepalen” (vergelijk met doel 28 in de 2006 versie). Verder is een deel van de kerndoelen uit 1993/1998 in de 2006 versie niet meer expliciet als doel geformuleerd, zoals “De leerlingen kunnen eenvoudige tabellen en grafieken lezen en deze in eenvoudige situaties op grond van eigen metingen zelf samenstellen”.

Tabel 7. Kerndoelen rekenen-wiskunde basisonderwijs

Wiskundig inzicht en handelen	23	De leerlingen leren wiskundetaal gebruiken.
	24	De leerlingen leren praktische en formele rekenwiskundige problemen op te lossen en redeneringen helder weer te geven.
	25	De leerlingen leren aanpakken bij het oplossen van rekenwiskundeproblemen te onderbouwen en leren oplossingen te beoordelen.
Getallen en bewerkingen	26	De leerlingen leren structuur en samenhang van aantallen, gehele getallen, kommagetallen, breuken, procenten en verhoudingen op hoofdlijnen te doorzien en er in praktische situaties mee te rekenen.
	27	De leerlingen leren de basisbewerkingen met gehele getallen in elk geval tot 100 snel uit het hoofd uitvoeren, waarbij optellen en aftrekken tot 20 en de tafels van buiten gekend zijn.
	28	De leerlingen leren schattend tellen en rekenen.
	29	De leerlingen leren handig optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen.
	30	De leerlingen leren schriftelijk optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen volgens meer of minder verkorte standaardprocedures.
Meten en meetkunde	31	De leerlingen leren de rekenmachine met inzicht te gebruiken.
	32	De leerlingen leren eenvoudige meetkundige problemen op te lossen.
	33	De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten, zoals bij tijd, geld, lengte, omtrek, oppervlakte, inhoud, gewicht, snelheid en temperatuur.

Bron: Ministerie van OCW, 2006.

2.4.1.2 Het Referentiekader

In 2010 is het *Referentiekader taal en rekenen* (Ministerie van OCW, 2009)⁸ wettelijk ingevoerd. Hierin wordt voor vier reken-wiskundedomeinen (getallen, verhoudingen, meten en meetkunde, en verbanden) gespecificeerd wat leerlingen op verschillende momenten van hun schoolloopbaan moeten beheersen. Anders geformuleerd: het referentiekader biedt beheersingsdoelen. Dat is een verschil met de kerndoelen; die geven aan “waarop basisscholen zich moeten richten bij de ontwikkeling van hun leerlingen” (Ministerie van OCW, 2006, p. 1) en bieden daarmee aanbodsdoelen.

Uit de aard der zaak zijn beheersingsdoelen preciezer dan aanbodsdoelen. Het referentiekader bevat dan ook gedetailleerde opsommingen van leerinhouden en prestatieverwachtingen als “vergelijken en ordenen van de grootte van eenvoudige breuken en deze in betekenisvolle situaties op de getallenlijn plaatsen” en “eenvoudige globale grafieken en diagrammen lezen en interpreteren”. Hiermee biedt het referentiekader veel specifiekere (doel)omschrijvingen dan de kerndoelen en is de reductie (in formulering) van de kerndoelen in 2006 in zekere zin gecompenseerd. Aan de andere kant bieden de meeste formuleringen van het referentiekader geen duidelijkheid over wat precies beheerst moet worden (zie bijvoorbeeld de volgende omschrijvingen: “globaal beredeneren van uitkomsten” (p. 23); “schaal” (p.29); en “uit beschrijving in woorden eenvoudig patroon herkennen” (p.36). Bovendien is het zo dat bepaalde overkoepelende reken-wiskundige doelen en leerinhouden die in de kerndoelen specifiek worden genoemd, in het referentiekader minder nadruk hebben of zelfs ontbreken, te weten: wiskundige vragen stellen, problemen formuleren, wiskundig probleemoplossen, het ontwikkelen van gecijferdheid / wiskundige geletterdheid, het geven en krijgen van wiskundige kritiek als wiskundige werkwijze, en het met plezier en voldoening doen van wiskunde (zie ook Van Zanten & Van den Heuvel-Panhuizen, in druk).

Ongewenste nadruk op referentieniveau 1F in plaats van 1S

De wettekst van het referentiekader maakt geen onderscheid tussen de voor het eind van het basisonderwijs geldende niveaus 1F en 1S, maar inhoudelijk zijn er wel (niveau) verschillen. Zo gaat het bijvoorbeeld bij het domein getallen op het 1F-niveau om “basale kennis, inzicht en vaardigheden met eenvoudige getallen”, en bij het 1S-niveau om “een verdieping van de kennis en vaardigheden” doordat “(wiskundig) redeneren, formaliseren en generaliseren (‘weten waarom’) verweven wordt met de onderdelen die ook op 1F voorkomen” (Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen, 2008a, p. 36). Voor de domeinen getallen, meten en meetkunde en verbanden beschrijft het 1F-niveau expliciet enkel “het minimum dat beheerst zou moeten worden (...) aan het eind van de basisschool” (ibid., p. 36; p. 63; p. 75). Voor het domein verhoudingen wordt dit niet expliciet genoemd, maar het kan wel worden afgeleid uit de formulering dat er voor dit domein op 1F-niveau minder aandacht is dan voor het domein getallen (ibid., p. 52).

Bij het ontwikkelen van het referentiekader is onder meer gebruik gemaakt van voorbeeldopgaven uit PPON-onderzoek waarvan de goedscores bekend waren. Daarvan werd tevens de door de Expertgroep Doorlopende Leerlijnen gestelde ambitie tot niveauverhoging afgeleid: het percentage leerlingen groep 8 dat niveau 1F haalt zou moeten toenemen van 75 procent naar 85 procent, en het percentage leerlingen dat niveau 1S haalt zou moeten toenemen van 50 procent naar 65 procent (Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen, 2008b).⁹ In een later rapport echter wordt de ambitie aldus geformuleerd: “Zo is duidelijk dat het niveau 1F nu haalbaar is voor 75 procent van de leerlingen in het primair onderwijs. Met de nodige inspanningen kan dit naar 85 procent en bovendien kunnen meer leerlingen worden uitgedaagd door te leren om een aanvullend of volgend niveau te bereiken (1S, 2F)” (Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen, 2009, p. 7). Hier wordt dus geen percentage meer genoemd ten aanzien van het 1S-niveau.

In officiële communicatiekanalen is de nadruk eveneens meer op niveau 1F dan op niveau 1S komen te liggen. Zo staat op de website van de overheid over taal en rekenen: “Voor leerlingen in het basisonderwijs (...) gelden de volgende eindniveaus voor de rekentoets: basisonderwijs: niveau 1F”.¹⁰ Het 1S niveau wordt hier niet genoemd. De website van het CvTE vermeldt: “Als een leerling referentieniveau 1F beheerst, dan beheerst de leerling taal en rekenen voldoende. Als een leerling het referentieniveau 1S of 2F beheerst, dan beheerst de leerling taal en rekenen zelfs nog beter”.¹¹ Deze formuleringen zijn niet consistent met de door de Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen aangegeven relatering van referentieniveau 1F met doorstroomniveau vmbo bb en kb, en van referentieniveau 1S met doorstroomniveau vmbo-t, havo en vwo.

Inconsistentie in terminologie

Een semantische kwestie betreft de in het referentiekader gehanteerde termen ‘fundamenteel’ en ‘streef’ om de niveaus aan te duiden. Het woord ‘fundamenteel’ verwijst over het algemeen naar iets dat essentieel of wezenlijk is, hetgeen tot de basis van iets kan worden gerekend. Dit is anders in het referentiekader: dit beschrijft weliswaar basiskennis en -vaardigheden, maar het 1F-niveau, bedoeld voor leerlingen die doorstromen naar vmbo bb en kb, betreft gerelateerd aan de *volledige* leerlingenpopulatie groep 8 eerder een *minimum*niveau dan een basisniveau. Het woord ‘streef’ verwijst naar het werkwoord streven. Daarvan is al sprake als ergens aan wordt gewerkt, ook als datgene (nog) niet wordt behaald. Zo wordt het woord ‘streefdoel’ overigens ook gehanteerd in de kerndoelen: “Kerndoelen zijn streefdoelen waarop basisscholen zich moeten richten bij de ontwikkeling van hun leerlingen” (Ministerie van OCW, 2006, p. 1). In het referentiekader is het 1S-niveau echter bedoeld voor de grootste groep leerlingen, niet om enkel naar te *streven*, maar juist ook om te *behalen*.

Het is, kortom, voorstelbaar dat de gebruikelijke connotaties die de woorden ‘fundamenteel’ en ‘streef’ hebben, interpretaties van wat de niveaus 1F en 1S betekenen voor het onderwijsaanbod, hebben beïnvloed.

2.4.1.3 Passendheid TIMSS-opgaven bij het beoogd curriculum

Vrijwel alle specificaties van de inhoudelijke domeinen die TIMSS onderscheidt, zijn herkenbaar in de kerndoelen en/of het referentiekader. Uitzonderingen zijn: (her)kennen en tekenen van parallelle en loodrechte lijnen, en (her)kennen, vergelijken en tekenen van verschillende hoeken, van het domein geometrische vormen en meten. Voor wat betreft de cognitieve domeinen geldt dat de meeste formuleringen niet een-op-een te herleiden zijn naar specifieke onderdelen in de kerndoelen of het referentiekader, maar dat ze wel in meerdere of mindere mate herkenbaar zijn. Het onderscheid dat in TIMSS wordt gemaakt tussen inhoudelijke domeinen en cognitieve domeinen kan worden uitgedrukt als twee componenten van leerinhouden en leerdoelen: de leerinhoud op zich en prestatieverwachtingen: datgene wat leerlingen geacht worden te doen met die leerinhoud (Valverde e.a., 2002). In vergelijking met de domeinomschrijvingen van TIMSS, zijn de kerndoelen en het referentiekader ten aanzien van prestatieverwachtingen veel minder uitgesproken dan ten aanzien van leerinhouden.

Alle opgaven uit het TIMSS onderzoek zijn in elk land beoordeeld door lokale inhoudsexperts op hun geschiktheid voor het beoogde curriculum van het betreffende land (de zogenoemde *Test Curriculum Matching Analysis*)¹² - in Nederland wordt hiervoor dus gekeken naar de kerndoelen en het referentiekader.

Voor Nederland geldt dat de meeste opgaven passen bij het Nederlandse beoogde curriculum (80 procent¹³). Het percentage geschikte opgaven ligt voor de meeste landen rond de 80 procent of hoger (Meelissen & Punter, 2016).

Voor Vlaanderen is dit percentage ook vergelijkbaar (79 procent) maar voor Noord-Ierland is dit met 95 procent substantieel hoger (Mullis et al., 2016). Dit laatste is opvallend, zeker gezien het gegeven dat Noord-Ierland de hoogste score bij rekenen-wiskunde heeft van de westerse landen. Daar staat echter tegenover dat nog hoger scorende landen als Singapore en Zuid Korea weer een lager percentage geschikte opgaven kennen (respectievelijk 78 en 77 procent).

Het percentage als geschikt beoordeelde opgaven verschilt op de onderscheiden inhoudelijke en cognitieve domeinen en is afgenomen ten opzichte van TIMSS 2011 (Tabel 8). De daling van het percentage geschikte opgaven is het grootst bij het inhoudelijke domein getallen, waarop ook een daling in leerlingprestaties is vastgesteld (zie tabel 4). Dit is ook het inhoudelijke domein met de meeste opgaven op het gebied van de cognitieve domeinen weten en toepassen (Meelissen & Punter, 2016), waarop de leerlingprestaties eveneens dalen (tabel 4). Dergelijke correspondenties treden echter niet op bij de andere twee inhoudsdomeinen. Bij geometrische vormen en meten treedt een daling op in

het percentage geschikte opgaven, maar blijven de leerlingprestaties vergelijkbaar. Bij gegevensweergave is de geschiktheid beoordeeld als 100 procent passend (zowel in 2011 als 2015), maar op dat domein treedt juist de grootste daling in leerlingprestaties op.

Tabel 8. *Percentage geschikte rekenopgaven TIMSS 2011 en 2015 voor het Nederlandse beoogde curriculum naar inhoudelijke en cognitieve domeinen (alleen 2015)*

PERCENTAGE OPGAVEN GESCHIKT VOOR HET BEOOGDE CURRICULUM		
	2011	2015
INHOUDELIJKE DOMEINEN		
Getallen	92%	83%
Geometrische vormen en meten	70%	64%
Gegevensweergave	100%	100%
COGNITIEVE DOMEINEN		
Weten		72%
Toepassen		83%
Redeneren		85%
TOTAAL	86%	79%

Bron: Meelissen, et al., 2012; Meelissen & Punter, 2016.

Er zijn dus geen eenduidige conclusies te trekken ten aanzien van een mogelijk verband tussen de geschiktheid van de TIMSS-toets voor het Nederlandse curriculum en de Nederlandse prestaties voor rekenen-wiskunde op TIMSS. In dit kader lijkt de kanttekening van Van Weerden, Janssen en Scheltens (2016) dat de domeinindeling van TIMSS relatief weinig inhoudelijke conclusies toelaten (zie paragraaf 2.3.3) relevant. Zowel de inhoudelijke als de cognitieve domeinen omvatten immers uiteenlopende zaken (zie bijlage 2), en de indeling daarvan in het TIMSS-*framework* verschilt van de ordening van de kerndoelen en het referentiekader.

Overigens is het zo dat wanneer de niet bij het beoogd curriculum passende opgaven uit de toetsresultaten worden verwijderd, de rangorde van de prestaties van de deelnemende landen niet of nauwelijks veranderd (Meelissen & Punter, 2016). Ook bij de vorige TIMSS-afname in 2011 maakte het buiten beschouwing laten van de niet bij het beoogd curriculum passende opgaven weinig verschil: Nederlandse leerlingen hadden toen gemiddeld 59 procent van de opgaven goed en dit zou 61 procent zijn geweest als alleen de bij het beoogde curriculum passende opgaven in de toets zouden zijn opgenomen (Meelissen et al., 2012).

Ten slotte moet worden opgemerkt dat het Nederlandse beoogde curriculum, anders dan in sommige andere landen, niet is gespecificeerd naar leerjaar. Wat in welk leerjaar wordt onderwezen is veelal afhankelijk van de gebruikte methode en daar zitten verschillen tussen (Van Zanten en Van den Heuvel-Panhuizen (in druk)). Daardoor is het mogelijk dat Nederlandse leerlingen bepaalde inhouden ten tijde van de TIMSS-afname nog niet onderwezen hebben gehad, al zijn deze wel opgenomen in de kerndoelen en/of het referentiekader. Hierop wordt ingegaan in paragraaf 2.4.2. over het potentieel geïmplementeerde curriculum, In paragraaf 2.4.3. wordt onder andere ingegaan op wat we in dit verband weten over het uitgevoerde curriculum.

2.4.1.4 Onderwijsbeleid

Het afgelopen decennium is Nederlands onderwijsbeleid nadrukkelijk gericht op verbetering van onderwijs in en opbrengsten van taal en rekenen middels onder andere de taal- en rekenverbetertrajecten van het Projectbureau Kwaliteit (2008-2011), de invoering van het referentiekader en het programma School aan Zet (2012-2016). Een substantieel deel van de basisscholen is hiermee bereikt; zo heeft ongeveer een derde deel van de basisscholen deelgenomen aan School aan Zet (Van Kuijk, Van Langen, Driessen, & Elfering, 2015). Het is echter niet duidelijk in hoeverre beleid heeft geleid tot daadwerkelijke effecten in het uitgevoerde curriculum. Zo liet onderzoek van GION en Cito naar onder meer opbrengstgericht werken en het werken met referentieniveaus voor rekenen-wiskunde, zien dat er weliswaar positieve effecten op vaardigheden, attitude en handelen van leerkrachten waren gedurende interventies in de scholen, maar ook dat deze een jaar na afloop van de interventies weer waren verdwenen (Doolaard, 2013). Waargenomen positieve effecten bij leerlingen waren niet altijd significant en hielden evenmin lang aan (ibid.). De procesevaluatie en effectmeting van School aan Zet die in opdracht van het ministerie van OCW door ITS is uitgevoerd, liet ten aanzien van toetsresultaten, opbrengstgericht werken en omgaan met verschillen geen of nauwelijks verschillen zien tussen scholen die wel deelnamen aan School aan Zet en scholen die dat niet deden (Van Kuijk, et al., 2015). Eind 2015 kon (nog) geen verhoging van onderwijskwaliteit en leeropbrengsten ten gevolge van School aan Zet worden vastgesteld (ibid.).

2.4.2 Potentieel geïmplementeerd curriculum rekenen-wiskunde

Er zijn momenteel in Nederland acht reken-wiskundemethodes op de markt, allen gepubliceerd door onafhankelijke, commerciële uitgevers. De vier meest gebruikte methodes (Scheltens, Hemker, & Vermeulen, 2013), samen op naar schatting 95 procent van de scholen in gebruik, zijn *De wereld in getallen* (4e editie), *Pluspunt* (3e editie), *Alles telt* (2e editie) en *Rekenrijk* (2e editie).

2.4.2.1 Reken-wiskundemethodes en het beoogd curriculum

In de actuele edities van deze vier methodes staat expliciet aangegeven dat zij zijn gebaseerd op (onder andere) de kerndoelen en het referentiekader. Deze edities zijn verschenen in de periode 2009-2014 en naar verwachting hebben de meeste leerlingen in groep 6 ten tijde van de afname van TIMSS 2015 hieruit les gehad.

Dat deze edities inderdaad aan de kerndoelen voldoen is onafhankelijk vastgesteld door het Kenniscentrum Leermiddelen van SLO (2012a; 2012b; 2012c; 2012d). Echter, dit is niet gebeurd ten aanzien van de referentieniveaus.¹⁴ Op verzoek van de Inspectie van het Onderwijs heeft SLO in 2015 onderzocht of het mogelijk zou zijn een analysekader te ontwikkelen waarmee zou kunnen worden nagegaan in hoeverre de huidige reken-wiskundemethodes voldoen aan het referentieniveau 1S (Van Zanten, Lodeweges, & Noteboom, 2015). In dit onderzoek zijn beperkte try-outs uitgevoerd op het gebied van het domein meten en meetkunde in de actuele editie van de momenteel meest gebruikte methode *De wereld in getallen*. Deze lieten zien dat vrijwel alle inhouden uit dit domein, zoals geoperationaliseerd in de *Toetswijzer bij de Centrale Eindtoets PO Taal en Rekenen* (CvTE, 2015), worden getoetst in de methode¹⁵ en dus naar verwachting ook in het aanbod zijn opgenomen. Enkele inhouden bleken echter te ontbreken in de toetsing.¹⁶

De uitgevers van methodes hebben wel zelf overzichten gepubliceerd waarin zij laten zien hoe de referentieniveaus terug zijn te vinden in hun methodes. In de handleidingen van de jaargroepen 3 tot en met 6, die verschenen in de periode 2009-2010, wordt al verwezen naar de aan het referentiekader voorafgaande rapporten van de Expertgroep Doorlopende Leerlijnen. Het is dus goed mogelijk dat uitgevers hebben geanticipeerd op het referentiekader. Echter, wat precies de daadwerkelijke invloed van het referentiekader is geweest op de ontwikkeling van de actuele edities kan niet met zekerheid worden gezegd¹⁷ en er zijn nog geen onafhankelijke analyses uitgevoerd aan de hand waarvan kan worden geconcludeerd in hoeverre actuele reken-wiskundemethodes voldoen aan het referentiekader.

2.4.2.2 Reken-wiskundemethodes en leerinhoud

Terwijl in het TIMSS onderzoek de nadruk ligt op probleemoplossen, lijkt deze vaardigheid in Nederlandse reken-wiskundemethodes juist weinig aandacht te krijgen. In de vorige editie reken-wiskundemethodes was maar weinig gelegenheid tot leren van probleemoplossen (Kolovou, Van den Heuvel-Panhuizen, & Bakker, 2009) en in de actuele edities lijkt dit nog steeds het geval te zijn of zelfs te zijn afgenomen.¹⁸ Hierbij moet worden aangetekend dat het wiskundige concept 'probleemoplossen' verschillend kan worden gedefinieerd. In de specificaties van de door TIMSS onderscheiden cognitieve domeinen (bijlage 2) komt probleemoplossen met name aan de orde bij de domeinen toepassen (waarop de resultaten significant zijn gedaald) en redeneren, en niet bij het cognitieve domein weten (waarop de resultaten het laagst zijn).

Naar aanleiding hiervan is een beperkte inhoudsanalyse van reken-wiskundemethodes uitgevoerd ten aanzien van het cognitieve domein weten. Hiervoor is in eerste instantie gekozen voor een klein inhoudelijk domein waarop de TIMSS-resultaten eveneens een daling laten zien: het inhoudsdomein gegevensweergave.¹⁹ Betrokken zijn de materialen voor groep 5 en 6 van twee van de meest gebruikte reken-wiskundemethodes (*De wereld in getallen* en *Alles telt*) op dit gebied. Daarbij is gekeken naar de gelegenheid tot leren uitgedrukt in aantallen opgaven die deze methodes bieden ten aanzien van genoemde domeinen.

De resultaten van deze analyse laten zien dat in deze methodes slechts beperkt opgaven waarbij het gaat om de domeinen gegevensweergave en weten worden aangeboden voorafgaand aan de TIMSS afname.²⁰ In tabel 9 staan de aantallen opgaven bestemd voor alle leerlingen. In verhouding tot het gehele aanbod gaat het om zeer kleine aantallen.

Tabel 9. Aantallen opgaven 'gegevensweergave' en daarbinnen 'weten' bestemd voor alle leerlingen in groep 5 en 6 van de methodes *De wereld in getallen* en *Alles telt*²¹

	DE WERELD IN GETALLEN		ALLES TELT	
	Opgaven 'gegevens- weergave'	Waarbij 'weten' aan de orde is	Opgaven 'gegevens- weergave'	Waarbij 'weten' aan de orde is
Eerste helft groep 5	6 (1%)	3 (1%)	0 (0%)	0 (0%)
Tweede helft groep 5	6 (1%)	3 (1%)	8 (1%)	6 (1%)
Eerste helft groep 6	13 (3%)	10 (2%)	10 (2%)	8 (1%)
Tweede helft groep 6	14 (3%)	8 (1%)	16 (3%)	10 (2%)

In de opgaven van de methode *De wereld in getallen* komen tabellen, staafgrafieken, lijngrafieken en cirkeldiagrammen voor. Opgaven met beelddiagrammen komen ook voor, maar alleen in de tweede helft van groep 6, wat betekent dat het mogelijk is dat leerlingen die les krijgen uit deze methode voorafgaand aan de TIMSS-afname (waarin beelddiagrammen voorkomen) niet in groep 5 en 6 met opgaven met beelddiagrammen in aanraking zijn gekomen. Naast de in tabel 11 weergegeven aantallen komen er nog zeven opgaven gegevensweergave voor in *De wereld in getallen* die alleen zijn bedoeld voor de betere leerlingen. Bij die opgaven is sprake van toepassen en redeneren. In de opgaven van de methode *Alles telt* komen tabellen, beelddiagrammen, staafgrafieken en lijngrafieken voor. Opgaven met cirkeldiagrammen (die ook in TIMSS voorkomen) komen alleen in de tweede helft van groep 6 voor. Bij negen opgaven zijn bepaalde onderdelen alleen bedoeld voor de betere leerlingen en evenals bij *De wereld in getallen* gaat het bij juist deze opgaven om toepassen en redeneren.

Aansluitend op deze analyse is gekeken naar gegevensweergave²² in het leerling- en onderwijsvolgsysteem (LOVS) rekenen-wiskunde van Cito²³. De LOVS-toetsen bevatten volgens Cito namelijk een representatieve verzameling opgaven die een valide weergave geven van het aanbod uit de reken-wiskundemethodes. In de toets voor medio groep 6²⁴ zijn vijf opgaven opgenomen die vallen onder dit domein, waarvan er twee het cognitieve domein weten betreffen en drie het cognitieve domein toepassen. In de toets voor eind groep 6 zijn tien opgaven opgenomen die vallen onder het inhoudelijk domein gegevensweergave, waarbij alle in TIMSS onderscheiden cognitieve domeinen weten, toepassen en redeneren naar voren komen. De opgaven gaan over tabellen, beelddiagrammen, lijngrafieken en cirkelgrafieken. Staafgrafieken komen niet voor. Dit bevestigt het beeld dat er voorafgaand aan de TIMSS-afname weinig aandacht is voor gegevensweergave en dat het goed mogelijk is dat leerlingen in groep 6 voorafgaand aan de TIMSS afname in 2015 niet eerder in aanraking zijn gekomen met opgaven met een bepaald type grafiek.

De resultaten van deze analyses laten zien dat de gelegenheid tot leren van specifieke inhoudsdomeinen en cognitieve domeinen die in TIMSS worden getoetst beperkt kan zijn. Maar de resultaten suggereren ook dat juist het cognitieve domein weten, waarop de TIMSS-resultaten relatief laag zijn, wel aan bod komt binnen het inhoudelijke domein gegevensweergave voor alle leerlingen voorafgaand aan de TIMSS-afname, terwijl het cognitieve domein redeneren, waarop de TIMSS resultaten relatief hoog zijn, juist minder aan bod komt voor alle leerlingen voorafgaand aan de TIMSS-afname. Het omgekeerde lijkt te gelden voor het inhoudsdomein gegevensweergave: er is beperkt aandacht voor in de methodes terwijl de prestaties op dit domein het hoogst zijn (maar wel een significante daling ten opzichte van 2011 laten zien).

Naar aanleiding van deze enigszins tegenstrijdige resultaten is nader gekeken naar het cognitieve domein weten in reken-wiskundemethodes. De meeste TIMSS-opgaven waarin dit cognitieve domein aan de orde is, betreffen het inhoudelijke domein getallen (Meelissen & Punter, 2016). Aangezien dit domein bijzonder omvangrijk is, is gekozen voor een minder bewerkelijke analyse dan is uitgevoerd voor gegevensweergave. Gekeken is of specificaties van het cognitieve domein weten genoemd worden en herkenbaar zijn in de leerlijnoverzichten van de twee methodes die ook voor gegevensweergave zijn geanalyseerd. In deze analyse zijn drie van de zes specificaties betrokken²⁵, de domeinen hele getallen, breuken en kommagetallen, en de methodematerialen voor groep 6. De resultaten van deze analyse staan in tabel 10. Deze moeten met de nodige omzichtigheid worden gelezen. Niet alleen omdat het hier gaat om interpretaties van de specificaties die TIMSS geeft, maar ook omdat dit overzicht geen beeld geeft van andere (relatieve) details die wel kunnen bijdragen aan de gelegenheid tot leren van genoemde

specificaties, zoals bijvoorbeeld het rekenen met geld, dat mede voorbereidend is op het leren rekenen met kommagetallen.

Het cognitieve domein weten binnen het inhoudelijke domein getallen zoals dat in TIMSS wordt getoetst (en is opgenomen in het overzicht in tabel 10) bestrijkt hele getallen, breuken, en kommagetallen. Het aanbod van breuken start in Nederlandse methodes in groep 6, maar heeft dan voornamelijk een verkennend karakter. Procedures voor het rekenen met breuken komen in groep 6 nog niet of nauwelijks aan de orde.

Kommagetallen in kale vorm, zoals ze in TIMSS worden getoetst, komen in Nederlandse methodes evenmin al in groep 6 aan de orde.

Dit gegeven bevestigt wederom het beeld dat het goed mogelijk is dat in TIMSS-onderdelen worden getoetst waar leerlingen op dat moment nog niet op school mee in aanraking zijn gekomen. Echter, dit gegeven biedt geen mogelijke verklaring voor de significante daling die TIMSS laat zien van de prestaties op het cognitieve domein weten, omdat voorgaande edities van de meest gebruikte reken-wiskundemethodes een in dit opzicht vergelijkbaar aanbod in groep 6 hadden.

Tabel 10. *Aanwezigheid van specificaties van het cognitieve domein weten in de leerlijnoverzichten voor groep 6 van De wereld in getallen en Alles telt (zie bijlage 2 voor de precieze beschrijving van de specificaties)*

		DE WERELD IN GETALLEN	ALLES TELT
Paraat hebben	Begrippen	aanwezig	aanwezig
	Eigenschappen van getallen	aanwezig	aanwezig
	Meeteenheden	aanwezig	aanwezig
	Geometrische eigenschappen	niet aanwezig	niet aanwezig
	Notatie	aanwezig	aanwezig
Herkennen	Getallen	aanwezig	aanwezig
	Vergelijkingen	niet aanwezig	niet aanwezig
	Hoeveelheden	aanwezig	aanwezig
	Vormen	aanwezig	aanwezig
	Equivalenties breuken	aanwezig	aanwezig
	Equivalenties breuken/kommagetallen	niet aanwezig	niet aanwezig
	Equivalenties percentages	niet aanwezig	niet aanwezig
	Aanzichten	aanwezig	aanwezig
Uitrekenen	Procedures hele getallen	aanwezig	aanwezig
	Procedures breuken	niet aanwezig	niet aanwezig
	Procedures kommagetallen	niet aanwezig	niet aanwezig

Ten slotte is gekeken naar het inhoudelijke domein geometrische vormen en meten in Nederlandse reken-wiskundemethodes, omdat de prestaties hierop het laagste zijn van de onderscheiden inhoudelijke domeinen. Dit inhoudelijke domein is op dezelfde wijze geanalyseerd als het cognitieve domein weten. De resultaten van deze analyse zijn opgenomen in tabel 11, welke met dezelfde omzichtigheid moet worden gelezen als tabel 10. Het inhoudelijke domein geometrische vormen en meten zoals dat in TIMSS wordt getoetst (en is opgenomen in tabel 11) is te specificeren in een subdomein punten, lijnen en hoeken, en een subdomein twee- en driedimensionale vormen. Voor wat betreft het subdomein punten, lijnen en hoeken geldt dat alleen de leerinhoud meten en schatten van lengtes in beide geanalyseerde methodes in groep 6 aan de orde komt. Het werken met informele coördinatensystemen komt in maar een van de methodes voor. De andere leerinhouden - hoeken en parallelle en loodrechte lijnen - komen niet voor in groep 6 van deze methodes.²⁶ Van het andere subdomein, twee- en driedimensionale vormen, zijn van de drie onderscheiden leerinhouden er twee slechts ten dele aanwezig in de geanalyseerde methodes, te weten eigenschappen en symmetrie van regelmatige vormen, en omtrek, oppervlakte en inhoud van regelmatige vormen. Alleen de leerinhoud driedimensionale vormen relateren aan tweedimensionale representaties, komt in beide methodes aan bod. Voor dit inhoudelijke domein geldt, kortom, dat het waarschijnlijk is dat in TIMSS onderdelen worden getoetst waar leerlingen op dat moment nog niet op school mee in aanraking zijn gekomen.

Tabel 11. *Aanwezigheid van specificaties van het inhoudelijke domein geometrische vormen en meten in de leerlijnoverzichten voor groep 6 van De wereld in getallen en Alles telt (zie bijlage 1 voor de precieze beschrijving van de specificaties)*

		DE WERELD IN GETALLEN	ALLES TELT
Punten, lijnen en hoeken	Meten en schatten van lengtes	aanwezig	aanwezig
	Parallelle en loodrechte lijnen	niet aanwezig	niet aanwezig
	Hoeken	niet aanwezig	niet aanwezig
	Informele coördinatensystemen	aanwezig	niet aanwezig
Twee- en drie- dimensionale vormen	Eigenschappen en symmetrie regelmatige vormen	deels aanwezig	deels aanwezig
	Driedimensionale vormen relateren aan tweedimensionale representaties	aanwezig	aanwezig
	Omtrek, oppervlakte, inhoud van regelmatige vormen	deels aanwezig	deels aanwezig

2.4.2.3 Reken-wiskundemethodes en niveaudifferentiatie

Actuele methodes bieden al in een vroeg stadium differentiatielijnen aan, meestal op drie niveaus: een minimumlijn, een basislijn en een lijn voor leerlingen die meer aankunnen. In brochures en handleidingen wordt aangegeven dat de basislijn toewerkt naar beheersing op 1S-niveau, en dat de minimumlijn overeenkomt met niveau 1F. Daarbij wordt weliswaar aangegeven dat leerlingen zo lang mogelijk op de basislijn moeten blijven werken, maar het 1F- en 1S-niveau worden dus niet alleen gerelateerd aan het te bereiken niveau in groep 8, maar ook aan de weg ernaartoe gedurende eerdere groepen. Aangezien sommige methodes al in groep 3 van start gaan met gedifferentieerd aanbod, is het risico van vroegtijdige determinatie van leerlingen als gevolg van het vroeg vaststellen van niveaus, waar de Expertgroep al voor waarschuwde (Expertgroep Doorlopende Leerlijnen, 2008b, p. 22), niet denkbeeldig.

2.4.3 Uitgevoerd curriculum rekenen-wiskunde

2.4.3.1 Uitgevoerd curriculum ten opzichte van beoogd curriculum

In het TIMSS-onderzoek is ook gekeken naar het uitgevoerde curriculum, door de leerkrachten van de participerende scholen te vragen of hun leerlingen de betreffende leerstofgebieden onderwezen hebben gekregen. Dit levert het volgende beeld op (tabel 12): van de Nederlandse leerlingen heeft een lager percentage de domeinen getallen (waarop de prestaties gedaald zijn) en geometrische vormen (waarop het laagst wordt gepresteerd) onderwezen gekregen dan internationaal gemiddeld. Het omgekeerde is waar voor het domein gegevensweergave (prestaties zijn weliswaar gedaald, maar zijn ook het hoogst van de inhoudelijke domeinen). Dit suggereert dat hier sprake zou kunnen zijn van een verband. Daarnaast valt op dat bij alle drie de inhoudelijke domeinen het percentage leerlingen dat de domeinen onderwezen heeft gekregen (uitgevoerd curriculum) lager is dan het percentage opgaven dat als geschikt is beoordeeld voor het beoogd curriculum (tabel 8). Dit suggereert dat het uitgevoerde curriculum op onderdelen niet consistent is met het beoogde curriculum.

De twee hier genoemde suggesties kunnen echter op grond van de beschikbare gegevens uit het TIMSS-onderzoek niet met zekerheid worden bevestigd. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk dat bepaalde inhouden uit het beoogde curriculum wel degelijk aan bod komen in het uitgevoerde curriculum, maar op een later tijdstip dan waarop de TIMSS-afname plaatsvindt. Verder zijn de gegevens over het uitgevoerde curriculum indirect verkregen, middels zelfrapportage, welke methodologie een beperkte betrouwbaarheid kent.

Tabel 12. *Percentage leerlingen dat de inhoudelijke domeinen voor rekenen in groep 6 of eerder onderwezen heeft gekregen (het uitgevoerde curriculum)*

	NEDERLANDSE LEERLINGEN	INTERNATIONAAL GEMIDDELDE
INHOUDELIJKE DOMEINEN		
Getallen	70%	83%
Geometrische vormen en meten	51%	68%
Gegevensweergave	84%	78%
TOTAAL	64%	76%

Bron: Meelissen & Punter, 2016.

Een opvallend gegeven uit TIMSS 2015 is dat Nederlandse leraren van groep 6 in verhouding tot leraren in andere landen niet erg prestatiegericht zijn. De gemeten prestatiegerichtheid van Nederlandse leraren is de laagste²⁷ van alle deelnemende landen. Prestatiegerichtheid, bijvoorbeeld in de vorm van het stellen van hoge doelen en verwachtingen, is nu juist een succesfactor van sterke scholen (Inspectie van het Onderwijs, 2017c).

2.4.3.2 Gebruik van de referentieniveaus

Onderzoek van Regioplan laat zien dat de invoering van de referentieniveaus op nogal wat scholen heeft geleid tot de invoering van een nieuwe methode, maar ook dat de referentieniveaus geen doorslaggevende factor waren bij de keuze voor een bepaalde methode (Dekker, Krooneman, Brekelmans, & Groenewoud, 2012). Veel basisschoolleraren zien de referentieniveaus als een versterking van opbrengstgericht werken, maar zeggen ook dat de invoering niet heeft geleid tot grote veranderingen in hun les- of toetspraktijk (ibid.). In 2013 liet een project *Werken met referentieniveaus* van GION en Cito zien dat leerkrachten slecht op de hoogte waren van inhoud en niveau van de referentieniveaus (Deunk & Doolaard, 2013; Doolaard, 2013). Naar aanleiding van de invoering van de referentieniveaus hebben vooral rekencoördinatoren en directieleden nascholing gevolgd, maar grootschalige nascholing van basisschoolleraren is volgens Dekker et al. (2012) niet aan de orde geweest. De bekendheid van de referentieniveaus nam wel toe in de periode 2010-2012, maar dat leidde niet tot de verwachting dat de referentieniveaus effect zouden hebben op school (Deunk & Doolaard, 2013; Doolaard, 2013).

Inmiddels bestaat de indruk dat veel leraren en scholen 1F interpreteren als het niveau dat door alle leerlingen gehaald moet worden en dat niveau 1S is voor leerlingen die daarna nog meer aankunnen. Deze indruk is gebaseerd op ervaringen uit een groot aantal door SLO verzorgde werkgroepen en studiedagen, en bevestigd door inhoudsexperts uit

het landelijk Begeleidersnetwerk Rekenen-wiskunde. In 2015 en 2016 is naar schatting aan 500 leraren gevraagd wat zij als uitgangspunt voor hun reken-wiskundeonderwijs zagen. Steeds bleek een grote meerderheid van mening te zijn dat referentieniveau 1F het uitgangspunt is en dat niveau 1S bedoeld is voor leerlingen die meer aankunnen.

2.4.3.3 Gebruik van de methode en niveaudifferentiatie

In Nederland leunen leraren sterk op de reken-wiskundemethode. Zo'n 94 procent van de basisschoolleraars geeft aan dat de gehanteerde methode de belangrijkste bron is voor hun onderwijs (Meelissen, et al., 2012) en meer dan driekwart van de basisschoolleraars geeft aan hun methode voor meer dan 90 procent te volgen (Hop, 2012).

We weten uit de rekenverbetertrajecten van School aan Zet dat onder invloed van opbrengstgericht werken het gebruikelijk is dat scholen in hun groepen drie niveaus hanteren: de 'gemiddelde' groep, leerlingen die moeite hebben met de basisstof, en de betere leerlingen die minder stof hoeven te maken en minder met de leerkrachtgebonden lessen mee hoeven te doen. Deze manier van werken wordt ook gefaciliteerd door de actuele reken-wiskundemethodes (zie paragraaf 2.4.2). De leerlingen die moeite hebben met de leerstof, krijgen extra instructie. Leraren rapporteren zelf dat ze deze vorm van differentiëren veel toepassen (Prast, Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, & Van Luit, 2015), maar experts constateren dat vaak wordt gewerkt met vaste niveaugroepen²⁸, terwijl juist een flexibele indeling van groepen nodig is om effectief in te spelen op onderwijsbehoeften (ibid.). De Inspectie van het Onderwijs stelt dat het er op lijkt dat het voor een deel van de leraren basisonderwijs een te grote opgave is om in te spelen op verschillen tussen leerlingen, vooral in de instructiefase van de les (Inspectie van het Onderwijs, 2016). In overeenstemming daarmee zijn experts in differentiatie bij rekenen-wiskunde van mening dat er behoefte bestaat aan professionalisering op dit gebied (Prast et al., 2015). Een tweede bevestiging kan worden gezien in het volgende gegeven van TIMSS 2015: Nederlandse leraren volgen weliswaar weinig nascholing op het gebied van rekenen-wiskunde, maar bij de nascholing die wordt gevolgd gaat het relatief vaak om het inspelen op leerbehoeften van individuele leerlingen.

TIMSS 2015 laat overigens zien dat Nederlandse leraren veel werkdruk ervaren en dat die werkdruk mogelijk kan worden gerelateerd aan het omgaan met verschillen. Knelpunten die leraren rapporteren zijn namelijk vooral dat ze te weinig tijd hebben voor individuele leerlingen en dat de klassen te groot zijn. Een derde punt dat veel wordt genoemd is dat er te veel administratieve taken zouden zijn, wat mogelijk kan worden gerelateerd aan de administratie van leerlingvorderingen en maatregelen met als doel om tegemoet te komen aan verschillen in onderwijsbehoeften van leerlingen. Deze punten worden ook genoemd in Nederlands onderzoek (Adriaens, Van Grinsven, Van der Woud & Westerik, 2016).

Recent onderzoek laat zien dat veel leraren zelf aangeven dat zij vooral moeite hebben met differentiëren ten behoeve van betere rekenaars (Prast et al., 2015). Onderzoek van Doolaard (2013) identificeerde al meerdere knelpunten in dit verband:

- bepaalde vooroordelen die leven onder leraren (zoals: moeilijker werk wordt door leerlingen ervaren als een straf; goede leerlingen kunnen wel zelfstandig werken);
- de mogelijkheid te differentiëren in klassikale situaties;
- het kiezen van geschikt materiaal voor betere leerlingen;
- de eigen beheersing van leerstof;
- het ontbreken van visie en doelstellingen;
- onvoldoende voorbereidingstijd;
- ontoereikende kennis van de ontwikkeling van leerlingen om reacties en gedrag van sterke leerlingen adequaat te interpreteren.

De Inspectie van het Onderwijs (2015) constateert dat het aanpassen van onderwijs voor sterkere leerlingen sterk is gerelateerd aan de beschikbare methoden en materialen en dat materialen vaak meer sturend zijn dan de onderwijsbehoeften van betere leerlingen. Ook stelt de inspectie dat niet alle leraren beschikken over de benodigde tijd, kennis en ervaring om goed om te gaan met betere leerlingen. Deze krijgen weinig instructie en juist moeilijke opdrachten worden overgeslagen (ibid.). Dit terwijl onderzoek laat zien dat bijvoorbeeld het regelmatig blootstellen van sterke rekenaars aan complexe probleemoplossingsopgaven, zowel de motivatie als de prestaties van deze leerlingen sterk doet stijgen (Smale-Jacobse & Hoekstra, 2013).

2.4.3.4 Opleiding en professionalisering van leraren

In de periode vanaf 1985-1990 tot aan 2000-2005 zijn de gestelde eisen aan aanstaande leraren basisonderwijs ten aanzien van rekenen-wiskunde doorlopend en sterk gedaald (Straetmans & Eggen, 2005; Van Zanten, 2006; Van Zanten & Van den Brom-Snijders, 2007). Dit is inmiddels onderkend en er zijn maatregelen getroffen om dit proces te keren: de invoering van de *Kennisbasis rekenen-wiskunde voor de lerarenopleiding basisonderwijs* (Van Zanten, Barth, Faarts, Van Gool, & Keijzer, 2009) en de daarvan afgeleide kennisbasistoets rekenen-wiskunde, ingevoerd in het studiejaar 2013-2014. Het is echter nog te vroeg om nu al effecten te kunnen verwachten van deze maatregelen.

Een punt van aandacht voor de opleiding is evenwel de aandacht voor het brede perspectief van de pabo en van het beroep van leraar: de benodigde kennis voor dit beroep bestaat niet uit eigen vaardigheid alleen. In dit verband wordt internationaal gesproken van *subject matter knowledge* en *pedagogical content knowledge* (zie bijvoorbeeld Ball, Thames, & Phelps, 2008; Hill, Ball, & Schilling, 2008; Shulman, 1986), hetgeen in de *Kennisbasis rekenen-wiskunde voor de lerarenopleiding basisonderwijs* is vertaald als “kennis van rekenen-wiskunde en kennis voor onderwijzen van rekenen-wiskunde” (Van Zanten, 2010). In de kennisbasistoets rekenen-wiskunde wordt alleen het eerste getoetst.

Daardoor is het risico reëel dat de didactische kant van reken-wiskundeonderwijs in het actuele opleidingscurriculum onderbelicht wordt, terwijl juist daar een aandachtspunt ligt als het gaat om de onderwijsbehoeften op het gebied van rekenen-wiskunde van leerlingen. Recent onderzoek laat zien dat pabodocenten rekenen-wiskunde worstelen met enerzijds het voorbereiden van studenten op de kennisbasistoets en anderzijds de aandacht voor de eigen vaardigheid ten goede te laten komen aan de didactische ontwikkeling van aanstaande leraren (Keijzer, 2015). Juist didactisch handelen van leraren is een van de factoren waarop rekensterke scholen zich onderscheiden van rekenzwakke scholen (Inspectie van het Onderwijs, 2008). Daar komt bij dat de aandacht voor rekenen-wiskunde in de pabo (uitgedrukt in studielast), na een stijging in de periode dat de Kennisbasis werd ingevoerd, in de periode 2013-2015 weer aan het dalen is (Keijzer, 2015). Bovendien wordt er van verschillende kanten op gewezen dat de startbekwaamheid van leraren in het algemeen niet toereikend is voor de eisen die opbrengstgericht werken en gedifferentieerd en passend onderwijs aan hen stellen (Doolaard, 2013; Gelderblom 2015). Dit impliceert een aandachtspunt voor de nascholing. Het TIMSS-onderzoek laat echter zien dat zittende leraren weinig animo hebben om zich op het gebied van rekenen-wiskunde (verder) te professionaliseren (Meelissen & Punter, 2016). Een derde aandachtspunt, hier onlosmakelijk mee verbonden, is de duurzame effectiviteit van professionaliseringsvormen. Zo liet het Streef-project, waarin werd gewerkt aan 'werken met referentieniveaus', 'gebruik maken van opbrengsten' en 'differentiatie en excellentie' zien dat positieve effecten van uitgevoerde interventies op leraargedrag en leerlingprestaties één jaar na de interventies al weer waren verdwenen (Doolaard, 2013).

2.4.3.5 Didactiek

Sinds de jaren 70 van de vorige eeuw is in Nederland de zogenoemde realistische reken-wiskundedidactiek tot ontwikkeling gekomen. Deze didactiek, die verschillende accenten en uitwerkingen kent, is tot op de dag van vandaag van invloed op reken-wiskundeonderwijs, zowel nationaal als internationaal (Lerman, 2014).

Bezorgdheid over de rekenvaardigheid van basisschoolleerlingen leidde in het eerste decennium van deze eeuw tot een publiek debat over reken-wiskundedidactiek.

Dit was aanleiding voor een studie van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen naar de verschillen in effectiviteit tussen traditioneel en realistisch reken-wiskundeonderwijs (KNAW-Commissie rekenonderwijs basisschool, 2009). De hoofdconclusies van deze studie zijn hieronder onverkort overgenomen:

- De bezorgdheid over de rekenvaardigheid van basisschoolleerlingen is op zijn plaats. Nederland dreigt zijn sterke internationale positie te verliezen. Achteruitgang bij bewerkingen met grotere getallen en kommagetallen wordt niet gerechtvaardigd door vooruitgang op onderdelen als getalbegrip en schattend rekenen. Het rekenpeil kan en moet over de gehele linie omhoog.

- Het publieke debat overdrijft de tegenstelling tussen de traditionele en de realistische rekendidactiek en gaat bovendien over het verkeerde onderwerp, namelijk een vermeend verschil in het effect van beide didactieken. Er is geen overtuigend verschil aangetoond.
- De sleutel tot verbetering van de rekenvaardigheid ligt in het niveau van de leraar. De opleiding en nascholing van de leraar zijn in ernstige mate geërodeerd. Het ministerie van OCW dient de pabo-opleiding aan een grondig onderzoek te onderwerpen en nascholing in rekenvaardigheid en rekendidactiek krachtig te stimuleren. (KNAW-Commissie rekenonderwijs basisschool, 2009, p. 9).

In het licht van de resultaten van TIMSS 2015, is de eerste conclusie nog steeds actueel. Bij de tweede conclusie kan worden opgemerkt dat wanneer gedetailleerder wordt gekeken, er wel verschillen zijn waar te nemen²⁹: op het niveau van het potentieel geïmplementeerd curriculum zijn hogere leerresultaten aangetoond van leerlingen die les kregen met realistische reken-wiskundemethodes in vergelijking met leerlingen die les kregen met zogenoemde mechanistische reken-wiskundemethodes (Treffers & Van den Heuvel-Panhuizen, 2010; 2012). Ten aanzien van het uitgevoerde curriculum geldt dat in het daadwerkelijk realiseren van reken-wiskundeonderwijs in de klassenpraktijk, kenmerken van verschillende didactieken door elkaar heen worden gebruikt (zie bijvoorbeeld Gravemeijer et al., 1993). Bij de derde conclusie kan worden opgemerkt dat voor de opleiding reeds verschillende maatregelen in gang zijn gezet, maar dat nascholing van zittende leraren nog steeds een aandachtspunt is (zie paragraaf 2.4.3.4).

2.5 Aanbevelingen rekenen-wiskunde

Ondanks dat de beschikbare gegevens soms tegenstrijdigheden bevatten en vragen oproepen, zijn er op grond van het voorgaande wel enkele aanbevelingen te doen ten aanzien van rekenen-wiskunde. Deze worden hieronder gegeven.

2.5.1 Beoogd curriculum

De verschillende documenten van het beoogd curriculum voor rekenen-wiskunde zijn niet geheel congruent met elkaar. Formuleringen en structuur verschillen en overkoepelende zaken die in de kerndoelen worden genoemd, ontbreken in het referentiekader. Daarbij gaat het juist om zaken die in het licht van een toekomstbestendig curriculum eerder meer dan minder aandacht zouden mogen krijgen, zoals probleemoplossen. De kerndoelen zijn erg globaal geformuleerd en de meeste formuleringen van het referentiekader bieden geen duidelijkheid over wat precies beheerst moet worden. In algemene zin is het beoogd curriculum minder uitgesproken over prestatieverwachtingen dan over leerinhouden.

Mede vanwege de trends die TIMSS laat zien, verdient het aanbeveling om in het beoogde reken-wiskundecurriculum meer balans aan te brengen tussen verschillende gewenste leerinhouden en prestatieverwachtingen.

Gezien de verschillen die TIMSS laat zien tussen het beoogde en het uitgevoerde curriculum is het bovendien zinvol om na te gaan hoe het Nederlandse beoogde curriculum meer houvast kan bieden, bijvoorbeeld ten aanzien van het maken van keuzes om beter in te spelen op leerbehoeftes van (potentieel) betere rekenaars. Het TIMSS onderzoek laat immers zien dat het Nederlandse basisonderwijs weinig leerlingen kent die excelleren in rekenen en dat bovendien het aantal leerlingen dat op een midden- of hoog niveau rekent afneemt. Dit impliceert dat niet alleen (potentieel) sterke rekenaars beter kunnen worden bediend, maar ook leerlingen die (potentieel) functioneren op een niveau tussen 'laag' en 'geavanceerd' in.

Totdat het beoogde curriculum in deze zin kan worden geactualiseerd, is een belangrijk aandachtspunt het referentieniveau 1S. Dit niveau is bedoeld voor de grootste groep leerlingen. Zet hierop in, op even duidelijke wijze als nu al wordt ingezet op referentieniveau 1F. Dit vraagt herformulering van het door de overheid gestelde ambitieniveau en communicatie daarover.

Verschillende van onze buurlanden presteren beter dan Nederland op TIMSS 2015, waaronder Vlaanderen en Noord-Ierland. Van Vlaanderen weten we dat het beoogde curriculum³⁹ veel rijker, en daarmee mogelijk ook consistentier, is omschreven dan in het Nederlandse beoogde curriculum. Het lijkt de moeite waard om van bijvoorbeeld Vlaanderen en Noord-Ierland het beoogde curriculum nader onder de loep te nemen, zowel vanuit inhoudelijk oogpunt als vanuit de mate waarop de beoogde curricula leraren houvast bieden.

Aanbevelingen

- *Actualiseer het beoogd curriculum. Breng er meer consistentie in aan en zorg daarbij voor een balans tussen verschillende gewenste leerinhouden en prestatieverwachtingen rekenen-wiskunde.*
- *Zorg dat het beoogde curriculum leraren voldoende houvast biedt om keuzes te kunnen maken in het onderwijsaanbod.*
- *Onderzoek hoe Vlaanderen en Noord-Ierland hun reken-wiskundecurriculum hebben beschreven en ga na wat daarvan kan worden geleerd voor de actualisatie van het Nederlandse beoogde reken-wiskundecurriculum.*
- *Zet vooralsnog expliciet in op het behalen van referentieniveau 1S voor de grootste groep leerlingen van het basisonderwijs.*

2.5.2 Potentieel geïmplementeerd curriculum

Voor wat betreft het potentieel geïmplementeerde curriculum geldt dat huidige methodes alleen onafhankelijk door SLO zijn geanalyseerd op de kerndoelen. Onafhankelijke analyse heeft niet plaatsgevonden ten aanzien van het referentiekader. Nieuwe methodes worden in het geheel niet meer geanalyseerd ten opzichte van het beoogde curriculum. Voor een volgende generatie reken-wiskundemethodes bevelen we aan dat deze onafhankelijk worden getoetst aan het volledige beoogde (en geactualiseerde) curriculum.

Aanbeveling

- *Zorg voor een blijvende onafhankelijke analyse van reken-wiskundemethodes ten opzichte van het beoogde curriculum.*

2.5.3 Uitgevoerd curriculum

Veel informatie over het uitgevoerde curriculum is indirect verkregen, door bijvoorbeeld zelfrapportage. Tegelijkertijd zijn er indicaties dat er discrepanties zijn tussen het beoogde en het uitgevoerde curriculum en tussen de perceptie van leraren en van (andere) experts, bijvoorbeeld ten aanzien van differentiatie. In deze zin weten we onvoldoende van het uitgevoerde curriculum. De inspectie wijst erop dat er, juist ten aanzien van differentiatie en het tegemoet komen aan betere leerlingen, ruimte is voor verbetering (zie bijvoorbeeld Inspectie van het Onderwijs, 2017a). Vanwege de aard van haar werkzaamheden, is zij in staat nadere informatie over het uitgevoerde curriculum te verzamelen, specifiek voor rekenen-wiskunde en de uit deze leerplankundige verkenning voortvloeiende aandachtspunten. Een aandachtspunt dat uit deze verkenning naar voren komt is de vraag of differentiatiemogelijkheden, die in methodes al in lage groepen worden aangegeven, niet onbedoeld leiden tot vroegtijdige en ongewenste determinatie van leerlingen. Een ander opvallend punt is de relatief lage prestatiegerichtheid van leraren dat het TIMSS-onderzoek laat zien. Feitelijk heeft de inspectie al een begin gemaakt met het verzamelen van nadere informatie over het uitgevoerde curriculum. Keek zij eerst bijvoorbeeld naar vormkenmerken van differentiatie (wordt er bijvoorbeeld gebruik gemaakt van verlengde instructie?), voor de actuele *Staat van het Onderwijs* (ibid.) is een begin gemaakt met het meer inhoudelijk kijken naar differentiatie (sluit de verlengde instructie daadwerkelijk aan op geconstateerde onderwijsbehoeften?).³¹ Verder heeft de inspectie recent een kwalitatief onderzoek bij vier rekensterke scholen uitgevoerd (Inspectie van het Onderwijs, 2017c).

Aanbeveling

- *Stimuleer of faciliteer onderzoek dat meer en betrouwbaarder informatie oplevert dan nu beschikbaar is over het uitgevoerde curriculum rekenen-wiskunde. Aandachtspunten hierbij zijn het tegemoet komen aan leerbehoeftes van (potentieel) betere rekenaars en de vraag of er sprake is van vroegtijdige determinatie van leerlingen.*

2.5.3.1 Opleiding en deskundigheidsbevordering van leraren

Er zijn al maatregelen in gang gezet om het reken-wiskundeniveau van aanstaande leraren te verhogen. Een aandachtspunt hierbij is evenwel of de didactische bekwaamheid van aanstaande leraren - zoals differentiëren en tegemoet komen aan betere leerlingen - niet onderbelicht blijft nu de nadruk in de opleiding zo op de eigen reken-wiskundevaardigheid is komen te liggen.

Ten aanzien van het zittende lerarenbestand lijkt het de moeite waard om na te gaan in hoeverre nascholing en andere vormen van deskundigheidsbevordering op het gebied van rekenen-wiskunde - waaronder prestatiegerichtheid, het begeleiden en stimuleren van (potentieel) bovengemiddeld presterende leerlingen - effectief kan worden gestimuleerd. Een aandachtspunt daarbij is de duurzame effectiviteit van professionaliseringsvormen.

Aanbevelingen

- *Stimuleer dat pabo's een balans vinden tussen aandacht voor voldoende eigen vaardigheid en aandacht voor didactische bekwaamheid ten aanzien van rekenen-wiskunde voor aanstaande leraren.*
- *Bevorder deskundigheidsbevordering van zittende leraren op het gebied van rekenen-wiskunde, met name als het gaat om het bereiken van een hoger niveau door de grootste groep leerlingen en het inspelen op onderwijsbehoeftes van leerlingen met een (potentieel) hoog en geavanceerd niveau.*

2.5.4 Gerealiseerd curriculum

Voor informatie over het gerealiseerde curriculum geldt dat de gehanteerde domeinindelingen van TIMSS en JPON/JMTR maar weinig inhoudelijke conclusies toelaten ten aanzien van domeinen rekenen-wiskunde. Een fijnmazige indeling zoals die werd gehanteerd in de PPON-onderzoeken tot en met 2013/2014 biedt wel gedetailleerde en daarmee bruikbare informatie over voor het curriculum betekenisvolle eenheden. In de huidige situatie vindt peilingsonderzoek plaats onder verantwoordelijkheid van de Inspectie van het Onderwijs en wordt gezocht naar een vernieuwde invulling hiervan.

- *Stimuleer dat in de peilingsonderzoeken voor rekenen-wiskunde een dusdanig fijnmazige domeinindeling wordt gehanteerd dat uit de resultaten voor het curriculum betekenisvolle conclusies kunnen worden getrokken.*

Noten rekenen-wiskunde

1. Alle in dit rapport opgenomen voorbeeldopgaven uit TIMSS zijn vrijgegeven.
2. Bij 20 landen zijn de prestaties op het domein redeneren hoger dan op het domein weten, bij 21 landen is het omgekeerd en bij 8 landen maakt het geen of nauwelijks verschil.
3. De JPON wordt tegenwoordig aangeduid als de Jaarlijkse Meting Taal en Rekenen.
4. De fors lagere percentages die de resultaten op de ROUTE 8 eindtoets laten zien, laten we hier buiten beschouwing, aangezien er nog onderzoek plaatsvindt naar de oorzaken van verschillen tussen de resultaten op de verschillende eindtoetsen.
5. Hier lijkt dus zelfs sprake te zijn van een achteruitgang, maar of dat daadwerkelijk zo is kan niet worden vastgesteld doordat de betreffende percentages niet zonder meer vergelijkbaar zijn. De 50 procent die de Expertgroep in 2008 noemt is afgeleid van de P50 percentielscore van voorbeeldopgaven uit PPON-onderzoek die overeenkwamen met het gewenste 1S-niveau. Het in 2016 vastgestelde percentage leerlingen dat het 1S-niveau behaalt is afgeleid van een normering die is gedefinieerd als een cesuur op de openbare set referentie-items.
6. Een (zowel positief als negatief) effect tot 0,2 is verwaarloosbaar/betekenisloos, een effect van 0,2 tot 0,5 is klein, een effect van 0,5 tot 0,8 is matig, en een effect groter dan 0,8 is groot.
7. Bijvoorbeeld leerlingen met laagopgeleide dan wel hoogopgeleide ouders.
8. <http://www.taalenrekenen.nl/downloads/referentiekader-taal-en-rekenen-referentieniveaus.pdf/>
9. Zie in dit verband ook noot 5.
10. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/taal-en-rekenen/inhoud/referentiekader-taal-en-rekenen>
11. <https://www.centraleeindtoetspo.nl/leerkrachten/over-de-toets/referentieniveaus/>
12. Voor Nederland zijn hier verschillende inhoudsexperts van SLO bij betrokken.
13. Het verschil met het percentage 79 procent genoemd in tabel 8 wordt veroorzaakt doordat in het internationale rapport (Mullis et al., 2016) wordt uitgegaan van het aantal te behalen punten op de opgaven in plaats van op het aantal opgaven.
14. Van de vorige edities (1999-2001) van reken-wiskundemethodes heeft enkel een inventarisatie van leerstof volgens het referentiekader plaatsgevonden. Daarbij is alleen gekeken naar niveau 1F en niet naar niveau 1S (Ekens, 2009; Ekens & Jager, 2009).
15. Er zijn wel grote verschillen in intensiteit geconstateerd. Bijvoorbeeld 'samenhang en herleiden van standaard lengtematen' wordt in de in dit onderzoek betrokken methode in groep 5 tot en met groep 8 getoetst met in totaal 48 toetsopgaven, maar 'samenhang en herleiden van standaardmaten gewicht' alleen in groep 6 en 7, met zeven toetsopgaven.
16. Dit betreft: omtrek; grillige figuren; meetinstrumenten gewicht; vergelijken en ordenen van gewichtsmaten; temperatuur; figuren; windroos; en meetkundige patronen.

17. De ontwikkeling van een methode is een langlopend proces en de ontwikkeling van de actuele methodes zal zijn gestart nog voor de verschijning in 2008 van de rapporten van de Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen. Bovendien bestaat bij sommige inhoudsexperts de indruk dat uitgevers in dezen een afwachtende houding aannamen totdat duidelijk werd dat de referentieniveaus daadwerkelijk wettelijk ingevoerd zouden worden.
18. Momenteel vindt een vervolgonderzoek plaats onder de huidige edities reken-wiskundemethodes waarvan de voorlopige resultaten dit beeld laten zien.
19. Hierbij is uitgegaan van de interpretatie door inhoudsdeskundigen van de beschrijvingen uit het TIMSS 2015 framework (Mullis & Martin, 2013) (zie paragraaf 2.1 en bijlage 1 en 2).
20. Dat zijn in ieder geval de opgaven in groep 5 en de eerste helft van groep 6. TIMSS wordt in het voorjaar afgenomen, dus het is mogelijk dat dan ook al opgaven uit de tweede helft van groep 6 aan de orde zijn geweest.
21. Bij de telling en de berekening van de percentages zijn opgaven die alleen bedoeld zijn voor de betere leerlingen buiten beschouwing gelaten.
22. Zie noot 19.
23. Dit is momenteel het meest gebruikte leerling- en onderwijsvolgsysteem. In 2015 was tot en met groep 6 de vorige editie van het LOVS in gebruik (Janssen, Scheltens & Kraemer, 2007), dus daarnaar is gekeken.
24. Het afnamemoment hiervan valt in het schooljaar vóór de periode waarin TIMSS 2015 is afgenomen.
25. De specificaties 'classificeren / ordenen' en 'meten' zijn niet betrokken omdat deze in veel mindere mate dan de andere specificaties eenduidig te operationaliseren zijn, en de specificatie 'aflezen' is niet betrokken omdat deze uit de aard der zaak al is meegenomen in de eerdere analyse op gegevensweergave.
26. Zoals al opgemerkt in paragraaf 2.4.1. komen deze inhouden evenmin voor in de kerndoelen en het referentiekader.
27. Samen met Japan.
28. Dit werd geconstateerd op een expertbijeenkomst van het MATCH-project van de Universiteit Twente en Universiteit Maastricht over differentiatie bij rekenen-wiskunde. Een observatie van onderwijsbegeleiders die dit lijkt te bevestigen is dat het geregeld wordt waargenomen dat zwakkere rekenaars niet meedoen met de reguliere instructie, maar wachten totdat zij 'aan de beurt zijn' bij de verlengde instructie.
29. Vergelijk paragraaf 2.3.3 over verschillen tussen de onderzoeksresultaten van TIMSS, JPON/JMTR en PPON.
30. Zie <http://www.ond.vlaanderen.be/curriculum/basisonderwijs/lager-onderwijs/leergebieden/wiskunde/algemeen.htm>.
31. Dit werd mondeling toegelicht bij de presentatie van de Staat van het primair onderwijs, op het congres 'De staat van het onderwijs' van de Inspectie van het Onderwijs op 12 april 2017.

3 Natuurwetenschappen

3.1 Wat wordt getoetst?

Het *Science framework* waarop het TIMSS-onderzoek in 2015 is gestoeld, is, op enkele veranderingen na, vergelijkbaar met het inhoudelijk kader dat is gebruikt in 2011. Door kleine aanpassingen bij bepaalde onderwerpen is het framework van TIMSS-2015 een betere afspiegeling geworden van de curricula van de participerende landen. Daardoor zijn de resultaten van TIMSS-2015 goed te vergelijken met de resultaten van TIMSS-2011. Het begrip 'science' is voor de Nederlandse situatie vertaald in natuurwetenschappen. Het komt overeen met een aantal kerndoelen uit het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld (Ministerie van OCW, 2006).

Het framework voor natuurwetenschappen van TIMSS-2015 kent twee dimensies:

- de inhoudelijke dimensie, waarin de te toetsen onderwerpen zijn gespecificeerd;
- de cognitieve dimensie, waarin de te toetsen denkprocessen zijn gespecificeerd.

In tabel 13 is voor de inhoudelijke en de cognitieve domeinen het aantal en het percentage opgaven aangegeven. Deze zijn in 2015 ten opzichte van 2011 vrijwel gelijk gebleven (Mullis & Martin, 2013).

Tabel 13. *Verdeling van de toetsopgaven over de inhoudelijke en cognitieve domeinen*

DOMEINEN		OPGAVEN	
INHOUDELIJKE DOMEINEN			
Levende natuur	79	45%	
Niet-levende natuur	64	36%	
Aardwetenschappen	33	19%	
Totaal inhoudelijke domeinen	176	100%	
COGNITIEVE DOMEINEN			
Weten	72	41%	
Toepassen	67	38%	
Redeneren	37	21%	
Totaal cognitieve domeinen	176	100%	

Bron: Meelissen & Punter, 2016.

In 2015 zijn ook natuurwetenschappelijke praktijken getoetst. Het gaat om vaardigheden uit het dagelijks leven en vaardigheden die leerlingen op school gebruiken bij het uitvoeren van onderzoek. In toenemende mate leggen veel landen in hun curricula, eindtermen en inhoudskaders voor natuurwetenschappen, nadruk op natuurwetenschappelijke praktijken en onderzoek. Ook in Nederland is deze ontwikkeling vanaf 2005 in gang gezet met het project Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB). Bij onderwijs in wetenschap en technologie (W&T) leren leerlingen onderzoek uitvoeren en ontwerpen, waarbij ze enerzijds leren over natuurwetenschappen en anderzijds hun kennis over en inzicht in natuurwetenschappen leren toepassen. Deze vaardigheden vormen de basis voor de natuurwetenschappelijke disciplines.

3.1.1 Inhoudelijke domeinen

Het TIMSS-framework onderscheidt drie inhoudelijke domeinen die zijn opgebouwd uit enkele subdomeinen: levende natuur (biologie, milieu), niet-levende natuur natuurkunde, scheikunde, techniek) en aardwetenschappen (weer, klimaat, heelal, aarde, landschappen). Elk subdomein omvat verschillende onderwerpen. Bij elk onderwerp zijn specifieke doelstellingen geformuleerd die aangeven wat de leerling over dat specifieke onderwerp geleerd zou kunnen hebben. De handelingswerkwoorden die bij deze doelstellingen zijn geformuleerd hebben de intentie om beheersingsdoelen die van leerlingen in groep 6 verwacht mogen worden, te representeren. Ze hebben echter niet de intentie om de uitvoering te beperken tot een bepaald cognitief domein. Elk beheersingsdoel kan worden getoetst op het niveau van een van de cognitieve domeinen die worden onderscheiden: weten, toepassen en redeneren.

Levende natuur

Het domein levende natuur heeft in de test een omvang van 45 procent in het aantal opgaven. Dit domein heeft betrekking op de kerndoelen 34, 39, 40 en 41 (zie paragraaf 3.4.1.1) en gaat over planten, dieren en de mens, hun onderlinge relaties en over de gezondheid van de mens. Er worden vijf subdomeinen onderscheiden:

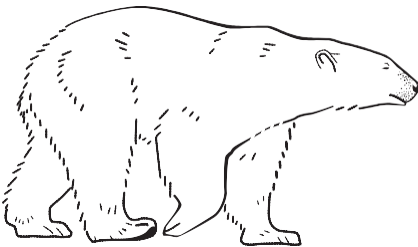
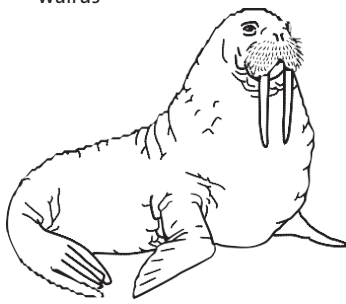
- eigenschappen en processen van organismen;
- levenscycli, reproductie en erfelijkheid;
- organismen, omgeving en interactie;
- ecosystemen;
- gezondheid.

De inhoud van de subdomeinen is beschreven in bijlage 5. Hieronder zijn enkele voorbeeldopgaven opgenomen die beschikbaar zijn gesteld door TIMSS.

Een roofdier is een dier dat andere dieren opeet.
Welk dier is een roofdier?

- a hert
- b wolf
- c koe
- d geit

Figuur 9. Inhoudelijk domein: levende natuur. Subdomein: eigenschappen en processen van organismen. Cognitief domein: weten

ijsbeer 	walrus 
Ijsberen en walrussen zien er heel verschillend uit, maar beide soorten kunnen in extreme kou leven. Een ijsbeer heeft een dikke vacht om zich warm te houden. Een walrus heeft geen vacht. Waardoor kan de walrus zich warm houden? - a vetlagen - b slagstanden - c snorharen - d zwemvliezen	

Figuur 10. Inhoudelijk domein: levende natuur. Subdomein: organismen, omgeving en interactie. Cognitief domein: toepassen

Schrijf twee voorbeelden op van dingen die mensen doen waardoor dieren kunnen uitsterven. Voorbeeld 1:
Voorbeeld 2:

Figuur 11. Inhoudelijk domein: levende natuur. Subdomein: organismen, omgeving en interactie. Cognitief domein: redeneren

Niet-levende natuur

Het domein niet-levende natuur kent drie subdomeinen en heeft in de test een omvang van 36 procent in het aantal opgaven. Het heeft betrekking op kerndoel 42 (materialen en natuurkundige verschijnselen), kerndoelen 44 en 45 (materiaalgebruik bij techniek) en kerndoel 46 (krachten in het heelal). De volgende subdomeinen worden onderscheiden:

- indeling en eigenschappen van stoffen;
- vormen van energie en energietransport;
- kracht en beweging.

In bijlage 5 is de inhoud van de subdomeinen beschreven. Hieronder zijn enkele voorbeeldopgaven behorend bij het domein niet-levende natuur opgenomen.

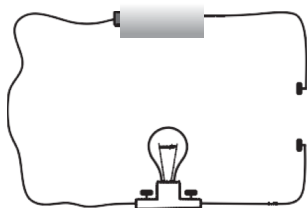
Water, ijs en stoom hebben allemaal een andere temperatuur.

Welk rijtje loopt van koud naar warm?

- a ijs, water, stoom
- b ijs, stoom, water
- c stoom, ijs, water
- d stoom, water, ijs

Figuur 12. Inhoudelijk domein: niet-levende natuur. Subdomein: indeling en eigenschappen van stoffen. Cognitief domein: toepassen

Tim heeft een batterij, een gloeilamp en een metalen draad aan elkaar verbonden, zoals je hieronder kunt zien.



Zal de gloeilamp branden?
(Kruis één hokje aan.)

- ☐ Ja
- ☐ Nee

Leg je antwoord uit.

Figuur 13. Inhoudelijk domein: niet-levende natuur. Subdomein: vormen van energie en energietransport. Cognitief domein: redeneren

Aardwetenschappen

Het domein aardwetenschappen kent drie subdomeinen en heeft in de test een omvang van 19 procent in het aantal opgaven. De onderwerpen die hier worden genoemd vallen in het Nederlandse onderwijs onder de kerndoelen 43 en 46, respectievelijk over weer, weersverschijnselen, klimaat en over de positie van de aarde, seizoenen en dag en nacht. De inhoud van dit domein heeft ook betrekking op kerndoel 49, de mondiale spreiding van klimaten, energiebronnen en natuurlandschappen. Het TIMSS-framework onderscheidt de volgende subdomeinen:

- structuur, karakteristiek en bronnen;
- processen en historie van de aarde;
- de aarde in het heelal.

In bijlage 5 is de inhoud van de subdomeinen beschreven. Hieronder is een voorbeeldopgave behorend bij het domein aardwetenschappen opgenomen.

Een rivier met een waterval levert veel energie.



Wat kan van de energie van een waterval gemaakt worden?

- a warm water
- b zonne-energie
- c elektriciteit
- d drinkwater

Figuur 14. Inhoudelijk domein: aardwetenschappen. Subdomein: structuur, karakteristiek en bronnen. Cognitief domein: toepassen

3.1.2 Cognitieve domeinen

De cognitieve dimensie is onderverdeeld in drie domeinen die de denkprocessen beschrijven waarvan wordt verwacht dat leerlingen ze kunnen toepassen bij het beantwoorden van opgaven van TIMSS-2015 (zie bijlage 6).

Bij het domein weten wordt de kennis van feiten, verbanden, processen, concepten en apparatuur op het gebied van natuurwetenschappen getoetst. Parate en brede feitelijke kennis stelt leerlingen in staat om zich succesvol met meer complexe cognitieve

activiteiten bezig te houden die essentieel zijn voor natuurwetenschappelijke activiteiten. Figuur 11 is een voorbeeldopgave van dit domein.

Bij het domein toepassen gebruiken leerlingen de hierboven genoemde kennis om opgaven te beantwoorden in contexten die voor hen een zekere mate van vertrouwdheid hebben vanuit het onderwijsaanbod bij natuur en techniek (levende en niet-levende natuur) en aardrijkskunde (aardwetenschappen). De figuren 10, 12 en 14 zijn hier voorbeelden van. Het domein redeneren vraagt van leerlingen dat ze gegevens en andere informatie kunnen analyseren, conclusies kunnen trekken en het geleerde in nieuwe situaties kunnen toepassen. In tegenstelling tot het meer direct gebruiken van feiten en concepten bij het domein toepassen, hebben opgaven in het domein redeneren betrekking op onbekende en meer complexe contexten. Het beantwoorden van deze opgaven vraagt om meer dan één benadering of strategie. Natuurwetenschappelijk redeneren omvat ook het ontwikkelen van hypothesen, het ontwerpen van natuurwetenschappelijk onderzoek en het interpreteren van onderzoeksresultaten. Voorbeeldopgaven van dit cognitieve domein zijn opgenomen in figuren 11 en 13.

3.2 Resultaten: leerlingprestaties en leerlingkenmerken

3.2.1 Trends in totaalscores natuurwetenschappen

Sinds het vorige onderzoek in 2011 is de gemiddelde score van Nederlandse leerlingen in groep 6 afgenomen van 531 naar een gemiddelde totaalscore van 517. Dat is nog steeds boven het internationale schaal gemiddelde van 500, maar tegelijkertijd een breuk als we deze waarde vergelijken met die uit 2011, waar de dalende lijn vanaf 1995 was omgebogen naar een stijging (zie tabel 14). De dalende trend in leerlingprestaties bij natuurwetenschappen, die sinds 2003 - met een eenmalig verbetering in 2011 - waarneembaar is, wordt voortgezet.

Tabel 14. *De gemiddelde totaalscores van Nederlandse leerlingen voor natuurwetenschappen van 1995-2015*

	1995	1999*	2003	2007	2011	2015
Gemiddelde totaalscore	530	-	525	523	531	517
Plaats t.o.v. andere landen	6	-	10	17	14	24
Aantal deelnemende landen	26	-	25	36	50	47

* In 1999 is geen onderzoek uitgevoerd in groep 6.

Bron: Meelissen, Netten, Drent, Punter, Droop, & Verhoeven, 2012, pp. 48-49; Meelissen en Punter, 2016.

In 2015 hebben leerlingen in 23 van de deelnemende 47 landen een significant hogere gemiddelde totaalscore behaald voor het onderdeel natuurwetenschappen dan de Nederlandse leerlingen. In Duitsland zijn de prestaties van 2007-2015 stabiel op 528. In België (Vlaanderen) liggen de totaalscores lager dan in Nederland (509 en 512 in resp. 2011 en 2015). Leerlingen in Noord-Ierland presteren op een vergelijkbaar niveau als Nederland met totaalscores van 517 en 520 in resp. 2011 en 2015. Engelse leerlingen presteren beter dan Nederlandse leerlingen met totaalscores van 542, 529 en 536 in resp. 2007, 2011 en 2015. Prestaties in de Verenigde Staten en Canada (Ontario) liggen in dezelfde range, terwijl in 2015 de beste prestaties worden geleverd door leerlingen in Singapore (590) en Zuid-Korea (589). In 2011 komt Finland daarbij in de buurt, met een score van 570, maar in 2015 zijn de prestaties gedaald naar 554. Was de totaalscore van Hong Kong in 1995 slechts 508, in 2007, 2011 en 2015 zijn de totaalscore resp. 554, 535 en 557. Singapore laat vergelijkbare prestatie zien: van 523 (1995) naar 590 (2015). In Kazachstan is de totaalscore in vier jaar tijd verbeterd van 495 in 2011 naar 550 in 2015.

Geconcludeerd kan worden dat een aantal landen erin geslaagd is om in de afgelopen 20 jaar leerlingprestaties voor natuurwetenschappen structureel te verbeteren. Interessant is om te onderzoeken wat leerplanontwikkeling heeft bijgedragen aan deze verbeterde leerlingprestaties en welke randvoorwaarden hierbij belangrijk zijn geweest. Tegelijkertijd laten de resultaten ook fluctuaties zien in de resultaten van een land. Bijvoorbeeld in het geval van Nederland, waar leerlingen in 2011 eenmalig significant hoger scoren, terwijl leerlingen in Engeland en Hong Kong juist een daling in de prestaties laten zien. Ook dat vraagt om een verklaring.

3.2.2 Behaalde niveaus

TIMSS hanteert vier benchmarks om het niveau van leerlingen te duiden:

- het geavanceerde niveau (gerelateerd aan een toetsscore van 625);
- het hoge niveau (gerelateerd aan een toetsscore van 550);
- het middenniveau (gerelateerd aan een toetsscore van 475);
- het lage niveau (gerelateerd aan een toetsscore van 400).

Tabel 15 toont de percentages Nederlandse leerlingen die de respectievelijke niveaus behalen in de loop van de verschillende TIMSS onderzoeken.

Tabel 15. *Percentage Nederlandse leerlingen dat het geavanceerde, hoge, midden en lage niveau behaalt, 1995-2011*

	1995	2003	2007	2011	2015
Geavanceerd	6%	3%	4%	3%	3%
Hoog	38%	32%	34%	37%	30%
Midden	82%	83%	79%	86%	76%
Laag	98%	99%	97%	99%	97%

Bron: Meelissen & Punter, 2016.

Bijna alle leerlingen kunnen de opgaven voor natuurwetenschappen op laag niveau maken. Het percentage leerlingen dat opgaven op een midden- en hoog niveau goed kan beantwoorden is nog nooit zo laag geweest. Het percentage Nederlandse leerlingen dat op geavanceerd niveau presteert blijft met drie procent laag. In ons omringende landen liggen deze percentages hoger (Engeland 10 procent, Duitsland 8 procent, Denemarken 7 procent) of op hetzelfde niveau (Vlaanderen: 3 procent, Noord-Ierland 5 procent). In de meeste Aziatische landen liggen deze percentages hoger dan tien procent, in Hong Kong bijvoorbeeld 16 procent. Het percentage leerlingen dat het hoge niveau haalt, is ten opzichte van 2011 weer gedaald, evenals het percentage leerlingen dat het middenniveau haalt. Het percentage Nederlandse leerlingen dat het lage niveau behaalt, is in 2015 terug op het percentage van 2007. Geconcludeerd kan worden dat het Nederlandse basisonderwijs weinig zwakke, maar ook nog steeds weinig leerlingen kent die excelleren in natuurwetenschappen. De percentages leerlingen die hoog en midden presteren zijn in 2015 ten opzichte van 2011 afgenomen en inmiddels lager dan in 2007.

3.2.3 Trends op domeinen

De ontwikkelingen bij de inhoudelijke domeinen zijn wisselend. Bij het domein levende natuur is een neerwaartse lijn te zien in de toetsscores. De uitkomsten in 2015 zijn significant lager ten opzichte van de uitkomsten in 2011 en 2007. Bij de niet-levende natuur zijn de uitkomsten in 2011 significant verbeterd ten opzichte van 2007, maar in 2015 zijn de scores weer significant gedaald en terug op het niveau van 2007. De scores van aardwetenschappen zijn ten opzichte van 2007 en 2011 eveneens gedaald, maar deze daling is niet significant (tabel 16).

Tabel 16. *De gemiddelde toetsscores per inhoudelijk domein in de periode 2007-2015*

	2007	2011	2015
INHOUDELIJKE DOMEINEN			
Levende natuur	539	537	525 ^{2,3}
Niet-levende natuur	503	526 ¹	504 ³
Aardwetenschappen	524	525	520

¹ significante verbetering ten opzichte van 2007.

² significante daling ten opzichte van 2007.

³ significante daling ten opzichte van 2011.

Waren de prestaties in 2011 voor de cognitieve domeinen weten en toepassen nog significant verbeterd ten opzichte van 2007, in 2015 zijn ze significant lager dan in 2011. Voor het domein weten zijn de prestaties zelfs significant lager dan in 2007. Bij redeneren zijn de prestaties weer terug op het niveau van 2007, maar ten opzichte van weten en toepassen presteren leerlingen (niet significant) beter voor dit domein (tabel 17).

Tabel 17. De gemiddelde toetsscores per cognitief domein in de periode 2007-2015

	2007	2011	2015
COGNITIEVE DOMEINEN			
Weten	521	528 ¹	508 ^{2,3}
Toepassen	525	534 ¹	519 ²
Redeneren	526	532	526

¹ significante verbetering ten opzichte van TIMSS-2007.

² significante daling ten opzichte van TIMSS-2011.

³ significante daling ten opzichte van TIMSS-2007.

Bron: Meelissen et al., 2012, pp. 48-49.

Voor de domeinen weten en toepassen liggen de prestaties van Vlaamse en Noord-Ierse leerlingen lager of gelijk in vergelijking met de prestaties van Nederlandse leerlingen. De prestaties voor deze domeinen in Duitsland, Engeland en Denemarken liggen hoger, variërend van 524 en 538. Leerlingen in Hong Kong presteren zeer hoog voor weten (562) en toepassen (554). Voor het domein redeneren geldt dat de prestaties van Nederlandse, Vlaamse en Deense leerlingen gelijk zijn, terwijl Duitse en Engelse leerlingen hoger scoren (532 resp. 539). Ook hier scoren Hongkongse leerlingen hoger met 552.

3.2.4 Verschillen in leerlingprestaties in relatie tot leerlingkenmerken

In de TIMSS-onderzoeken zijn al sinds 1995 de verschillen in prestaties tussen jongens en meisjes meegenomen (tabel 18). Tot 2015 presteren jongens significant beter dan meisjes. Het verschil tussen jongens en meisjes is in de periode 2003 - 2011 vrijwel gelijk en kleiner dan in 1995. Echter, in 2015 zijn de gemiddelde totaalscores van jongens en meisjes voor het eerst in 20 jaar gelijk en liggen de prestaties van jongens op het (lagere) niveau van meisjes.

Tabel 18. De totaalscores natuurwetenschappen van jongens en meisjes (1995-2015)

	1995	2003	2007	2011	2015
Jongens	544 ¹	529 ¹	528 ¹	537 ¹	517
Meisjes	518	521	518	526	517
Totaal	530	525	523	531	517

¹ De scores van jongens zijn significant hoger dan van meisjes.

Behalve een verbetering in 2011 die overigens niet-significant is, is de variatie in prestaties bij meisjes minder groot dan bij jongens. Bij jongens lopen in dezelfde periode de prestaties terug van 544 in 1995 naar 517 in 2015. Een vergelijkbaar effect zien we vanaf 2007 in Duitsland. Daar presteren jongens in 2007 en 2011 significant beter dan meisjes, terwijl

in 2015 de verschillen verwaarloosbaar zijn, namelijk 529 (jongens) en 527 (meisjes). In Vlaanderen verschillen de prestaties van jongens en meisjes weinig, terwijl in 2011 de prestaties van meisjes significant lager waren. Vlaamse leerlingen presteren in deze jaren (van 1995 en 2007 ontbreken gegevens) slechter dan Nederlandse leerlingen. In Denemarken en Engeland zijn er geen significante verschillen in prestaties, maar in Denemarken liggen de prestaties van jongens iets hoger dan van meisjes, terwijl in Engeland meisjes in 2003, 2007 en 2011 iets beter presteren dan jongens. In Hong Kong presteren jongens significant beter dan meisjes in 1995, 2011 en 2015.

In 2015 zijn de TIMSS resultaten niet uitgesplitst in autochtone en allochtone leerlingen, maar naar leerlingen die altijd of bijna nooit thuis Nederlands spreken. Ook zijn er in 2015 geen gegevens beschikbaar over allochtone en autochtone jongens en meisjes. Alleen op basis van de totaalscores kan worden geconcludeerd dat de verschillen tussen allochtone en autochtone leerlingen (2007, 2011), dan wel tussen leerlingen die thuis altijd of bijna nooit Nederlands spreken (2015), kleiner zijn geworden (tabel 19). De afname van het verschil lijkt te komen door een stijgende trend in de prestaties van allochtone leerlingen dan wel leerlingen die thuis bijna nooit Nederlands spreken, terwijl de prestaties van autochtone leerlingen en leerlingen die thuis altijd Nederlands spreken een dalende trend lijkten te vertonen. Vervolgonderzoek is nodig om hierover meer zekerheid te krijgen.

Tabel 19. *Totaalscores natuurwetenschappen van autochtone en allochtone leerlingen in 2007 en 2011 en van leerlingen die thuis (bijna) altijd Nederlands spreken en leerlingen die thuis weinig of geen Nederlands spreken in 2015*

	2007	2011		2015
Autochtoon	531	538	spreekt thuis (bijna) altijd NL	523
Allochtoon	483	501	spreekt thuis soms/nooit NL	495
Totaal	523	532	Totaal	517

Als de toetsscores per inhoudelijk domein worden uitgewerkt, dan blijkt dat de verschillen in prestaties tussen jongens en meisjes in de periode 2007 - 2015 vooral zijn toe te schrijven aan de significant lagere scores van meisjes bij de domeinen niet-levende natuur en aardwetenschappen (tabel 20). Echter, in 2015 zijn de prestaties voor niet-levende natuur bij jongens gedaald en vrijwel gelijk aan die van meisjes. Bij het domein levende natuur scoren meisjes in 2007 nog significant lager dan jongens, maar in 2015 zijn de rollen omgedraaid en scoren jongens op dat domein significant lager. Ook bij aardwetenschappen presteren jongens in 2015 lager dan 2007 en 2011. Geconcludeerd kan worden dat in 2015 jongens bij alle drie de inhoudelijke domeinen opmerkelijk slechter presteren dan in 2011.

Tabel 20. Toetsscores natuurwetenschappen van autochtone en allochtone leerlingen in 2007 en 2011 en van leerlingen die thuis (bijna) altijd Nederlands spreken en leerlingen die thuis weinig of geen Nederlands spreken in 2015

		LEVENDE NATUUR			NIET-LEVENDE NATUUR			AARD-WETENSCHAPPEN		
		2007	2011	2015	2007	2011	2015	2007	2011	2015
Jongens	(autochtoon/ spreekt thuis (bijna) altijd NL)	546	545	- ⁴	511	541	-	540	542	-
	(allochtoon / spreekt thuis soms/nooit NL)	503	507	-	478	507	-	594 ³	499	-
Totaal		539 ¹	538	520 ²	506 ¹	535 [*]	505	533 ¹	534 ¹	527 ¹
Meisjes	(autochtoon/ spreekt thuis (bijna) altijd NL)	540	544	-	505	525	-	521	526	-
	(allochtoon / spreekt thuis soms/nooit NL)	488	504	-	463	489	-	465	481	-
Totaal		532	536	530	499	518	503	513	518	514

¹ De totaalscores van jongens zijn significant hoger dan van meisjes.

² De totaalscores van jongens zijn significant lager dan van meisjes.

³ Waarde moet waarschijnlijk 494 zijn.

⁴ Gegevens ontbreken.

Bron: Meelissen et al., 2012; Meelissen & Punter, 2016.

Op alle inhoudsdomeinen presteren allochtone leerlingen significant lager dan autochtone leerlingen. Allochtone meisjes presteren lager dan de internationale gemiddeldes, met uitzondering in 2011 bij het domein levende natuur. In 2015 is geen onderverdeling gemaakt in autochtoon en allochtoon, maar is de mate waarin leerlingen thuis Nederlands spreken vastgesteld. Van leerlingen die thuis bijna nooit Nederlands spreken zijn de prestaties bij alle inhoudelijke domeinen lager en liggen voor de domeinen niet-levende natuur (479) en aardwetenschappen (499) onder en voor levende natuur (505) net boven het internationale schaaalgemiddelde.

In tabel 21 is een overzicht opgenomen van de prestaties van leerlingen voor de cognitieve domeinen in de periode 2007-2015, onderverdeeld in jongens en meisjes en autochtoon en allochtoon (2007, 2011).

Tabel 21. Toetsscores voor de cognitieve domeinen natuurwetenschappen van autochtone en allochtone leerlingen in 2007 en 2011 en van leerlingen die thuis (bijna) altijd Nederlands spreken en leerlingen die thuis weinig of geen Nederlands spreken in 2015

		WETEN			TOEPASSEN			REDENEREN		
		2007	2011	2015	2007	2011	2015	2007	2011	2015
Jongens	(autochtoon/ spreekt thuis (bijna) altijd NL)	537	541	-	531	545	-	532	542	-
	(allochtoon / spreekt thuis soms/nooit NL)	495	505	-	493	511	-	491	499	-
Totaal		524 ¹	535 ¹	510	530 ¹	539 ¹	517	525	534	523
Meisjes	(autochtoon/ spreekt thuis (bijna) altijd NL)	527	530	-	517	538	-	534	539	-
	(allochtoon / spreekt thuis soms/nooit NL)	477	492	-	472	502	-	478	495	-
Totaal		511	523	507	520	531	520	526	531	528

¹ De totaalscores van jongens zijn significant hoger dan van meisjes.

De leerlingen presteren in de periode 2007-2015 significant beter op de cognitieve domeinen dan het TIMSS-schaalgemiddelde. In 2007 en 2011 presteren jongens significant beter dan meisjes op de domeinen weten en toepassen. Op het domein redeneren is het verschil niet significant. In 2015 zijn de prestaties van meisjes ten opzichte van jongens verbeterd. Hoewel niet significant, presteren meisjes op de domeinen toepassen en redeneren beter dan jongens. Ook internationaal geldt dat in 2015 meisjes in de meeste landen (43 van de 47) beter presteren op het domein redeneren. Bij de domeinen weten en toepassen geldt dat jongens beter presteren dan meisjes (in 34 van de 47 landen), terwijl voor het domein toepassen geldt dat in 24 van de 47 landen meisjes beter presteren dan jongens (Mullis et al 2016).

Zowel jongens als meisjes van allochtone afkomst of leerlingen bij wie thuis bijna nooit Nederlands wordt gesproken, presteren op alle cognitieve domeinen slechter dan autochtone leerlingen en leerlingen die thuis altijd Nederlands spreken. De prestaties liggen, op enkele uitzonderingen na, lager dan het internationaal gemiddelde.

3.2.5 Houdingsaspecten bij leerlingen

Bijna de helft van de leerlingen (46 procent) zegt plezier te hebben in natuurwetenschappen. Dat ligt onder het internationaal gemiddelde (56 procent), maar is aanzienlijk hoger dan het plezier dat leerlingen hebben in rekenen-wiskunde (33 procent). Van de leerlingen zegt 38 procent veel zelfvertrouwen te hebben in natuurwetenschappen. Dat ligt net iets onder het internationaal gemiddelde (40 procent) en is vergelijkbaar met 2011. Het ligt iets lager dan het zelfvertrouwen in rekenen-wiskunde (40 procent). Meer dan de helft van de leerlingen (63 procent) vindt de lessen natuurwetenschappen erg boeiend. Evenals in 2011, is er voor natuurwetenschappen geen sekseverschil gevonden in de mate van zelfvertrouwen, terwijl het zelfvertrouwen van leerlingen die thuis bijna altijd Nederlands spreken iets groter is dan leerlingen die thuis soms of nooit Nederlands spreken. De kenmerken van de school van leerlingen (ligging en leerlingpopulatie) heeft op het zelfvertrouwen, plezier en waardering van de lessen natuurwetenschappen geen effect (Meelissen & Punter, 2016).

3.3 Relatering aan andere onderzoeksgegevens

3.3.1 Totaalbeeld van de leerlingprestaties

Hoewel Nederlandse leerlingen in 2015 nog steeds boven het internationale TIMSS-gemiddelde scoren, is de ranking ten opzichte drastisch naar beneden gegaan (zie tabel 1). Na de verbetering in 2011 wordt de dalende trend, die vanaf 1995 waarneembaar is, gecontinueerd. In Noorwegen, dat ook vanaf 1995 deelneemt aan TIMSS, is er vanaf sprake van een dalende trend in de leerlingprestaties bij natuurwetenschappen. In 11 andere landen die sinds 1995 deelnemen zijn de leerlingprestaties verbeterd en in 4 landen gelijk gebleven (Mullis et al., 2016).

De verbetering in Nederland in 2011 is toe te schrijven aan betere prestaties op het inhoudelijke domein niet-levende natuur en de cognitieve domeinen weten en toepassen. In 2015 zijn de prestaties in het domein levende en niet-levende natuur weer terug op het niveau van voor 2011, terwijl de prestaties op de cognitieve domeinen weten en toepassen zelfs lager zijn dan in 2007.

Een mogelijke verklaring voor de stijgende lijn in de Nederlandse leerlingprestaties in 2011 is dat in de jaren daaraan voorafgaand op scholen meer aandacht is geweest voor wetenschap- en techniekonderwijs. Vanaf 2004 hebben veel scholen deelgenomen aan techniekprojecten van het landelijke project Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB). Daardoor konden zij materialen aanschaffen en er nascholingscursussen waren voor leraren (zie par 3.4.1.4). Veel scholen hebben techniektorens aangeschaft waarin ook leerlingactiviteiten waren op het gebied van natuurkunde. Met name de hogere leerlingsscores op het inhoudelijk domein niet-levende en levende natuur in 2011 zouden hierdoor kunnen worden verklaard.

Bij de daling van leerlingprestaties op deze domeinen in 2015 zou verminderde aandacht een rol kunnen spelen. Onderzoek van Van der Wel & Krooneman (2014) laat zien dat naarmate het langer geleden is dat scholen in VTB-projecten participeerden, de aandacht voor W&T-onderwijs verminderde. De vraag blijft of VTB heeft gezorgd voor de tijdelijke opleving van de aandacht voor natuur en techniek op basisscholen. Het lijkt erop dat VTB een tijdelijk effect heeft gehad en dat borging in het uitgevoerd curriculum onvoldoende is gerealiseerd. Om hier uitsluitsel over te krijgen is nader onderzoek naar het uitgevoerd curriculum noodzakelijk. Uit onderzoek van Raaijman, Van Druten, Sligte, Petit, Van Casteren & Frietman (2016) blijkt dat in de periode 2012-2015 deelname van scholen aan een of meer activiteiten op het gebied van W&T is toegenomen van 35 naar 57 procent. Een kwart van die scholen doet dat slechts incidenteel. Zij concluderen ook dat het te vroeg is om opbrengsten van die deelname te kunnen vaststellen met als argument dat het onderwijs tijd nodig heeft om een omslag naar bijvoorbeeld onderzoekend en ontwerpend leren (OOL) te maken. Wel is het draagvlak voor OOL groot en sluit het aan bij andere ontwikkelingen in het onderwijs, zoals 21e eeuwse vaardigheden. Tegelijkertijd blijkt dat borging van W&T kwetsbaar is en sterk afhankelijk van de voortgang van ondersteuning in middelen. Subsidies worden nodig gevonden om ontwikkelingen in gang te zetten en te continueren (ibid.) Dit sluit aan bij de observatie door Van der Wel & Krooneman (2014). Bij het wegvallen van subsidies verdwijnt de aandacht voor W&T dan wel OOL. En daarmee ook een van de doelen van het Techniekpact, namelijk het doel dat alle basisscholen in 2020 structureel W&T aanbieden.

3.3.2 Relatie met periodieke peilingsonderzoeken in Nederland

De meest recente periodieke peilingsonderzoeken (PPON) voor natuurwetenschappen hebben plaatsgevonden in 2008 (aardrijkskunde) en in 2010 en 2015 (levende en niet-levende natuur). In het PPON dat is uitgevoerd naar het domein biologie (levende natuur) onder leerlingen in groep 8, concludeerden Thijssen, Van der Schoot, & Hemker (2011) dat kennis en inzicht van dit domein in onvoldoende mate werd gerealiseerd. Dit geldt eveneens voor het onderzoek naar kennis en inzicht in niet-levende natuur (kerndoelen 42 en 44) dat Kneepkens, Van der Schoot, & Hemker (2011) in dat zelfde jaar uitvoerden. Het minimale kennisniveau werd gehaald door 88 procent van de leerlingen, maar slechts 42 procent van de leerlingen behaalde het niveau voldoende. In hetzelfde onderzoek is geen effect gevonden van VTB-activiteiten op leerlingprestaties bij natuurkunde en techniek. Waarschijnlijk hebben leerlingen in groep 8 in 2010 nog onvoldoende geprofiteerd van de toegenomen aandacht voor natuurkunde en techniek op de scholen. Het PPON naar aardrijkskunde laat zien dat voor het onderwerp aarde en landschappen, dat het meest overeenkomt met aardwetenschappen bij TIMSS, 50 procent van de leerlingen in groep 8 de standaard voldoende behalen (Notté, Van der Schoot, & Hemker, 2011). In 2015 heeft opnieuw onder leerlingen van groep 8 een PPON plaats gevonden naar kennis en vaardigheden gerelateerd aan natuurwetenschappen (Inspectie van het

Onderwijs, 2017b). De voorlopige resultaten laten zien dat de kennistoets voor levende en niet-levende natuur ongeveer even goed is gemaakt als in 2010, terwijl de opgaven voor aardwetenschappen minder goed zijn gemaakt. Wat verder opvalt, is dat leerlingen op voorhoedescholen met een meer uitgesproken aanbod voor natuur- en techniekonderwijs vrijwel hetzelfde presteren als op de representatieve scholen van de peiling. Op de praktische toets scoren leerlingen van voorhoedescholen zelfs iets lager. Hierbij moet worden opgemerkt dat het aantal voorhoedescholen te gering is om prestatieverschillen aan te tonen (ibid). Geconcludeerd kan worden dat leerlingen in groep 8 voor kennis en inzicht in natuurwetenschappen nog steeds niet het gewenste niveau behalen (Thijssen et al., 2011; Kneepkens et al., 2011; Inspectie van het Onderwijs, 2017).

3.4 Leerplankundige verkenning

3.4.1 Beoogd curriculum natuurwetenschappen

3.4.1.1 De kerndoelen

Natuurwetenschappen zoals beschreven in het framework van TIMSS, zijn onderdeel van het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld (OJW). Ze komen aan de orde bij de onderliggende domeinen Mens en samenleving (kerndoelen 34 en 39), Natuur en techniek (kerndoelen 40-46) en het domein Ruimte (kerndoel 49) (tabel 22). Daarnaast is er, voorafgaand aan de genummerde kerndoelen, een preambule geformuleerd en per leergebied een overkoepelende karakteristiek toegevoegd. Beide bevatten aanknopingspunten voor vaardigheden (Ministerie van OCW, 2006).

Tabel 22. Aan TIMSS-2015 gerelateerde kerndoelen Oriëntatie op jezelf en de wereld

Mens en samenleving	34	De leerlingen leren zorg te dragen voor de lichamelijke en psychische gezondheid van henzelf en anderen.
	39	De leerlingen leren met zorg om te gaan met het milieu.
Natuur en techniek	40	De leerlingen leren in de eigen omgeving veel voorkomende planten en dieren onderscheiden en benoemen en leren hoe ze functioneren in hun leefomgeving.
	41	De leerlingen leren over de bouw van planten, dieren en mensen en over de vorm en functie van hun onderdelen.
	42	De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur.
	43	De leerlingen leren hoe je weer en klimaat kunt beschrijven met behulp van temperatuur, neerslag en wind.
	44	De leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik.
	45	De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren.
	46	De leerlingen leren dat de positie van de aarde ten opzichte van de zon, seizoenen en dag en nacht veroorzaakt.
Ruimte	49	De leerlingen leren over de mondiale ruimtelijke spreiding van bevolkingsconcentraties en godsdiensten, van klimaten, energiebronnen en van natuurlandschappen zoals vulkanen, woestijnen, tropische regenwouden, hooggebergten en rivieren.

De kerndoelen basisonderwijs zijn aanbodsdoelen en geen beheersingsdoelen. Het betreft een globale beschrijving van de inhoud op hoofdlijnen en geen concrete eindtermen in de vorm van te behalen leerdoelen voor groep 8. Het zijn streefdoelen waarop schoolleiders en leraren zich moeten richten bij de ontwikkeling van hun leerlingen. Zij mogen zelf bepalen hoe ze de kerndoelen uitwerken naar inhoud en didactische werkwijze.

Om kennis en inzicht te krijgen in het eigen lichaam, de natuur en de omgeving zijn uit de karakteristiek en de kerndoelen de volgende vaardigheden af te leiden: verzorgen, verkennen, onderzoeken, probleem oplossen, praktisch handelen en waarderen. Ze sluiten aan bij het cognitieve domein van TIMSS: weten, toepassen en redeneren. De vaardigheden onderzoeken en probleem oplossen zijn verder uitgewerkt in een leerplankader dat richting geeft aan onderwijs in wetenschap en technologie (W&T) (Van Graft, Klein Tank, & Beker, 2016). De daarin onderscheiden vaardigheden als onderzoeken en ontwerpen en onderliggende vaardigheden en houding zijn relevant voor de aanpak van natuurwetenschappen in het basisonderwijs en bieden ruimte aan verschillende cognitieve domeinen.

3.4.1.2 TIMSS 2015 ten opzichte van de kerndoelen voor natuurwetenschappen

De inhoud van de dimensies die in TIMSS 2015 (Mullis & Martin, 2013) worden getoetst, zijn ten opzichte van 2011 niet veranderd. Er is echter een wezenlijk verschil tussen de formulering van de inhoudsbeschrijving van TIMSS 2015 en de Nederlandse kerndoelen. De kerndoelen zijn geformuleerd als aanbodsdoelen, terwijl de inhoud van TIMSS 2015 is geformuleerd in beheersingsdoelen. Ook zijn de kerndoelen veel globaler geformuleerd dan de inhoudsbeschrijving van TIMSS. Deze globale formulering geeft leraren (en ontwikkelaars van onderwijsmethoden) in Nederland weinig houvast in welke begrippen moeten worden aangeboden en in de richting naar mogelijke typen leerlingactiviteiten.

Om het verschil in inhoudsbeschrijvingen tussen TIMSS 2015 en de Nederlandse kerndoelen duidelijk te maken is in tabel 23 kerndoel 40 uitgewerkt. Deze tabel laat de mate van concreetheid zien van de inhoudsbeschrijving van TIMSS met subdomeinen en bijbehorende begrippen ten opzichte van de globale beschrijving van het Nederlandse kerndoel 40.

Tabel 23. *De formulering van kerndoel 40 in vergelijking met de inhoudsbeschrijving van TIMSS-2015*

Kerndoelen 2006	40. De leerlingen leren in de eigen omgeving veel voorkomende planten en dieren onderscheiden en benoemen en leren hoe ze functioneren in hun leefomgeving.
Framework TIMSS 2015	Life Science: Characteristics and Life Processes of Organisms - Differences between living and non living things and what living things require to live: - Identify what living things require in order to live (they require air, food, water, and an environment in which to live). - Physical and behavioural characteristics of major groups of living things: - Compare and contrast physical and behavioural characteristics that distinguish the following major groups of living things (insects, birds, mammals, fish, and flowering plants). - Identify or provide examples of living things belonging to the following major groups of living things: insects, birds, mammals, fish, and flowering plants. - Responses of living things to environmental conditions: - Describe the effect of lack of water and lack of sunlight on plants. - Describe how different animals respond to high and low temperatures, and to danger. Life Science: Organisms, Environment, and their Interactions - Physical features or behaviours of living things that help them survive in their environment: - Associate physical features of plants and animals with the environments in which they live, such as a webbed foot belonging to an animal living in the water or a thick stem and spines belonging to a plant living in the desert. - Identify or describe examples of physical features or behaviours of plants and animals and how these help them survive in particular environments, such as hibernation helping an animal to stay alive when food is scarce or a deep root helping a plant survive in an environment with little water. Life Science: Ecosystems - Relationships in a simple food chain: - Complete a model of a simple food chain using common plants and animals from familiar communities, such as a forest or a desert. - Describe the roles of living things at each link in a simple food chain (plants produce their own food, some animals eat plants, other animals eat the animals that eat plants). - Interactions among living things in a community: - Describe predator-prey relationships and identify common prey and their predators. - Recognize and explain that some living things in a community of living things compete with others for food or space.

De expliciete inhoudsbeschrijving van het TIMSS-framework geeft duidelijkheid aan wat leraren moeten aanbieden, waarbij de handelingswerkwoorden richting geven aan typen leerlingactiviteiten. De globaal geformuleerde kerndoelen in Nederland geven leraren

en methodeontwerpers meer ruimte in aanbod en uitvoering, maar tegelijkertijd neemt de onzekerheid toe over wat leerlingen moeten beheersen. Leraren in Nederland geven dan ook aan dat de kerndoelen onvoldoende ondersteuning bieden. Dit kan een van de oorzaken zijn van het gebrek aan zelfvertrouwen waarover zij rapporteren (zie paragraaf 3.4.3.3).

3.4.1.3 Onderwijs in natuurwetenschappen in relatie tot taal- en rekenonderwijs

Medebepalend voor het belang dat wordt gehecht aan onderwijs in natuurwetenschappen, is de positie daarvan ten opzichte van de basisvakken taal en rekenen. Al vanaf groep 3 worden leerlingen in alle groepen voor de basisvakken, onderworpen aan tussentijdse toetsen die voorbereiden op de inmiddels verplichte Centrale Eindtoets basisonderwijs voor leerlingen in groep 8. Sinds 2015 is het schooladvies leidend bij de plaatsing van leerlingen in het voortgezet onderwijs. De school baseert dit advies onder andere op de gegevens van een verplicht leerlingvolgsysteem voor taal en rekenen. Maar ook de uitkomst van de Centrale Eindtoets blijft een rol spelen in de verwijzing naar vervolgonderwijs. Als een leerling de eindtoets beter heeft gemaakt dan verwacht, moet de basisschool het schooladvies heroverwegen en eventueel aanpassen³². Zo blijven de uitkomsten van deze toetsen een belangrijke rol spelen bij het bepalen naar welk vervolgonderwijs leerlingen gaan (zie ook Inspectie van het Onderwijs, 2017c). Ook zijn ze voor de Inspectie een maat voor de kwaliteit van de school. Door het belang van taal en rekenen bij de toelating tot vervolgonderwijs, komt onderwijs in andere leergebieden, waaronder natuurwetenschappen, in de knel. Directies geven aan dat als resultaten voor taal en rekenen tegenvallen, soms meer lestijd wordt ingeroosterd voor deze basisvaardigheden met als doel de opbrengst te verbeteren (Inspectie van het Onderwijs, 2015b). Dat gaat altijd ten koste van aandacht aan een of meer andere domeinen, waaronder natuurwetenschappen.

Wat verder meespeelt, is dat voor natuurwetenschappen géén verplichte Centrale Eindtoets basisonderwijs is. Natuurwetenschappen kunnen in groep 8 worden getoetst als onderdeel van de facultatieve toets voor wereldoriëntatie³³. De resultaten daarvan tellen echter niet mee voor de toewijzing van leerlingen naar het vervolgonderwijs. Ook blijkt uit hetzelfde inspectieonderzoek dat beduidend minder aandacht wordt besteed aan de kwaliteitszorgindicatoren bij wereldoriëntatie dan bij taal en rekenen (ibid). Van de onderzochte scholen evalueert slechts 17 procent *regelmatig* het onderwijsleerproces voor wereldoriëntatie tegenover 65 procent bij taal en rekenen. 21 procent van de scholen evalueert *jaarlijks* leerlingresultaten voor wereldoriëntatie. 77 procent van de onderzochte scholen doet dat voor rekenen en taal. Hieruit blijkt dat scholen minder belang hechten aan de kwaliteit van de vakken binnen wereldoriëntatie ten opzichte van taal en rekenen.

3.4.1.4 Onderwijsbeleid

Er is de afgelopen tien jaar veel aandacht besteed aan verbetering van het onderwijs in natuurwetenschappen. In de periode 2004-2011 hebben ruim 2500 basisscholen voor de invoering van wetenschap- en techniekonderwijs ondersteuning gehad via het landelijke programma Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB), dat door het Platform Bèta Techniek (PBT) landelijk werd uitgerold. Natuurwetenschappen waren daarin de vakinhoudelijke component (Van Keulen, 2010). Ook hebben in deze periode 10.000 (aspirant)leraren een korte scholing gehad in W&T-onderwijs. In de periode 2012-2015 is dit voortgezet in de programma's Meer Betere Bèta's (MBB) en Kiezen voor Technologie (KvT). Mogelijke effecten van deze ontwikkelingen voor het uitgevoerd curriculum zijn beschreven in paragraaf 3.4.3.4

3.4.2 Potentieel geïmplementeerd curriculum natuurwetenschappen

3.4.2.1 Methodegebruik en problemen bij de uitvoering van onderwijs in natuurwetenschappen

Veel leraren gebruiken methoden bij het uitvoeren van hun lessen. Uit het TIMSS-onderzoek in 2015 blijkt dat leraren weinig problemen ondervinden met de beschikbare leermiddelen en technische hulpmiddelen. Het PPON uit 2010 laat zien dat ruim 80 procent van de leraren in groep 6 een methode gebruikt voor biologie (het TIMSS-domein levende natuur). Meer dan de helft van de leraren is tevreden over de methode die ze gebruiken (Thijssen et al., 2011). Voor natuurkunde en techniek (het TIMSS-domein niet-levende natuur en onderdelen van aardwetenschappen) gebruikt driekwart van de leraren een methode, waar de meeste leraren tevreden over zijn (Kneepkens et al., 2011). Meer dan 90 procent van de leraren gebruikt een aardrijkskundemethode, die zij voor ruim 70 procent volgen. Slechts de helft van de leraren is tevreden over de gebruikte aardrijkskundemethode (Notté et al, 2011).

3.4.2.2 Opbouw en inhoud van enkele methoden voor onderwerpen uit de niet-levende natuur

Methoden voor natuurwetenschappen zijn vaak thematisch opgebouwd en bevatten onderwerpen uit de levende en niet-levende natuur en techniek. Er zijn ongeveer 4-5 thema's per jaar en elk thema omvat 4-5 lessen, waarvan de laatste les uit een herhaling en/of toets bestaat. De meeste methoden komen uit op twintig lessen per jaar en beschikken daarnaast over extra lessen en activiteiten.

Omdat leerlingen in TIMSS 2015 met name op het domein niet-levende natuur slecht hebben gepresteerd, is onderzocht welke onderwerpen uit dit domein aan bod komen. In de methoden *Naut* en *Argus Clou*³⁴ is nagegaan wanneer en hoe frequent deze onderwerpen voorkomen. Tabel 24 geeft hiervan een overzicht.

Tabel 24. Aantal lessen waarin begrippen uit de niet-levende natuur die onderdeel zijn van het TIMSS-framework worden aangeboden in methoden Naut en Argus Clou in groep 5 en 6. De grijs gearceerde regel is de periode van het TIMSS-onderzoek

BEGRIPPEN UIT TIMSS (NIET-LEVENDE NATUUR)	GROEP	NAUT	ARGUS CLOU
Elektriciteit	5 - 1 ^e helft	1	
	5 - 2 ^e helft		1
	6 - 1 ^e helft	1	1
	6 - 2 ^e helft		1
Energie	5 - 1 ^e helft	1	
	5 - 2 ^e helft		1
	6 - 1 ^e helft	3*	1
	6 - 2 ^e helft		
Geluid	5 - 1 ^e helft		1
	5 - 2 ^e helft		
	6 - 1 ^e helft	2*	
	6 - 2 ^e helft		1
Kracht	5 - 1 ^e helft		
	5 - 2 ^e helft		
	6 - 1 ^e helft		
	6 - 2 ^e helft		
Licht	5 - 1 ^e helft	2*	1
	5 - 2 ^e helft		
	6 - 1 ^e helft	2*	2
	6 - 2 ^e helft		
Magnetisme	5 - 1 ^e helft		1
	5 - 2 ^e helft		
	6 - 1 ^e helft		
	6 - 2 ^e helft		
Materiaal	5 - 1 ^e helft		2
	5 - 2 ^e helft		
	6 - 1 ^e helft	4*	
	6 - 2 ^e helft		1
Mineralen	5 - 1 ^e helft	2	
	5 - 2 ^e helft		1
	6 - 1 ^e helft		
	6 - 2 ^e helft		1

* In een van de lessen van het thema komt het begrip aan de orde, in de laatste les van het thema wordt het begrip herhaald.

Omdat het TIMSS-onderzoek in groep 6 heeft plaatsgevonden in de tweede helft van het schooljaar, is nagegaan wanneer een onderwerp wordt aangeboden. Als grens voor de tweede helft van het schooljaar is thema 3, les 2 genomen omdat in beide methoden in elk leerjaar 5 thema's worden aangeboden, waarbij de 5e les een herhaling is. Daarbij zijn drie kanttekeningen te plaatsten. In de eerste plaats kan het zijn dat leraren een andere volgorde kiezen dan in de methode. Bovendien blijken leraren niet alle lessen uit een methode aan te bieden. Ook komt het regelmatig voor dat in een school bij een bepaalde groep natuurwetenschappen niet op het rooster staat³⁵.

Wat opvalt, is dat de begrippen uit de niet-levende natuur in *Naut* en *Argus Clou* maar in enkele lessen aan de orde komen. In *Naut* komen de begrippen kracht, magnetisme en mineralen niet voor in de eerste helft van groep 6. De kennis die leerlingen nodig hebben voor het beantwoorden van vragen over deze begrippen moeten zij zich herinneren uit de lessen die in groep 5 aan de orde zijn geweest. Voor de begrippen kracht en magnetisme kan dat een probleem opleveren, omdat deze in het aanbod van groep 5 ontbreken. Voor *Argus Clou* geldt dat de begrippen geluid, kracht, magnetisme, materiaal en mineralen niet worden aangeboden in de eerste helft van groep 6. Geluid, magnetisme en materiaal worden aangeboden in de eerste helft van groep 5, mineralen in de tweede helft van groep 5. Echter, ook in deze methode wordt het begrip kracht niet aangeboden. Het is frappant, dat de begrippen kracht en magnetisme beperkt aan bod komen in de onderzochte methoden voor groep 5 en 6, terwijl beide worden genoemd in kerndoel 42. Een complex begrip als energie daarentegen, dat niet wordt genoemd in de kerndoelen, krijgt meer aandacht in de onderzochte methoden voor groep 5 en 6.

3.4.2.3 De onderwijsaanpak in enkele methoden voor onderwerpen uit de niet-levende natuur

Onderstaande doorkijkjes geven een impressie hoe een bepaald onderwerp wordt aangeboden in een methode. In *Naut* komt het begrip geluid in de eerste helft van groep 6 aan de orde bij het thema Natuurlijke verschijnselen. In een les van vijftig minuten komen de volgende begrippen en inzichten aan de orde.

Doorkijkje met begrippen en inzichten van een les uit Naut

Geluid:

- is een trilling die door de lucht gaat;
- is een golf die je niet kunt zien maar wel kunt voelen, kan kort en lang en hoog en laag zijn;
- wordt weerkaatst of gedempt door materialen in de omgeving;
- van je stem ontstaat door bewegen van lucht tussen stembanden;
- komt via de oorschelp in je oren en wordt doorgegeven naar de hersenen.

Deze les over geluid bestaat uit vier stappen met elk een werkblad waarop leerlingen vragen over de tekst in het lesboek beantwoorden. De activiteiten (kunnen) bestaan uit lezen, bespreken, kijken, vertellen en invullen. Tussendoor worden suggesties gegeven aan de leraar voor praktische activiteiten. Les 2 en 3 gaan over een ander onderwerp. In de vierde, laatste les worden begrippen herhaald, verbreed en verdiept. Er is een samenvatting van de les die leerlingen kunnen lezen (huiswerk) als voorbereiding op een toets. Als de leraar de methode volgt hebben leerlingen op het moment dat de TIMSS-toets plaatsvindt, deze les net gehad en is de kans groot dat ze opgaven over geluid juist beantwoorden.

Dat geldt waarschijnlijk niet als leerlingen les krijgen uit de methode *Argus Clou*. Geluid komt aan de orde in de eerste helft van groep 5. Dat is ruim een jaar voordat de TIMSS-toets plaatsvindt. Pas in de tweede helft van groep 6 komt geluid weer aan de orde. Daardoor is de kans groot dat leerlingen een vraag over geluid niet goed beantwoorden, tenzij de leraar het boek niet volgt en geluid al in de eerste helft van groep 6 behandelt.

Doorkijkje met begrippen en inzichten van twee lessen uit Argus Clou

1^e helft groep 5. Geluid:

- is bewegende lucht, je stem laat lucht trillen;
- geluid komt via de oorschelp in je oor;
- geluid van je stem ontstaat doordat bewegende stembanden lucht laat trillen.

2^e helft groep 6. Geluid:

- zijn trillingen in lucht, die worden doorgegeven via deeltjes in de lucht, water en andere materialen
- ontbreekt als er geen lucht is;
- van je stem komt via trillingen in de oren van anderen.
- kan hard of zacht zijn (decibel) en hoog of laag;
- kan worden omgezet in een elektrisch signaal (telefoon).

De aanpak in deze methode is dat leerlingen teksten lezen en de informatie verwerken in een werkboekje. Ook in deze methode krijgt de leraar suggesties voor praktische activiteiten en verdiepende informatie voor de uitvoering van de les. Ter afsluiting van het thema kiezen leerlingen als verwerking een kijk- of creatieve route waarbij de aangeboden begrippen worden herhaald. Na reflectie op de verwerking kan het thema worden getoetst.

Nadere beschouwing van de inhoud van leer- en werkboeken laat zien dat leerlingactiviteiten vooral bestaan uit het lezen van inhoudelijke teksten en het schriftelijk beantwoorden van vragen over de teksten. Leerlingen hoeven het antwoord niet zelf te formuleren en het onderstaande voorbeeld laat zien dat antwoorden soms zijn vetgedrukt in het lesboek (zie doorkijkje).

Doorkijkje uit lesboek en daarbij behorende opdracht uit het werkboek

Thema 2. Leven en zweven in de ruimte Les 1. Alles draait om de zon.	
Lesboek Dag en nacht Een ster is een reusachtige bal die licht en warmte afgeeft. De ster die het dichtst bij de aarde staat is de zon. De aarde draait als een soort ruimteschip rondjes om de zon. Over elk rondje doet hij een jaar. Zelf draait de aarde trouwens ook. In precies 24 uur draait hij een rondje om zijn eigen as.	Werkboek Dag en nacht. <u>1a. Vul aan.</u> De is de ster die het dichtst bij de aarde staat. Een ster geeft en af. De aarde draait rondjes om de De aarde draait ook rondjes om zijn eigen

Bron: Argus Clou. Groep 6. 1^e druk, 1^e oplage. Malmberg.

Doordat de inhoud steeds meer wordt gecomprimeerd tot één les, ontstaan er teksten waarvan de vraag is of leerlingen in groep 6 die kunnen begrijpen. Het volgende doorkijkje is daar een voorbeeld van.

Doorkijkje met een inhoudelijk tekstonderdeel

Thema: Natuurlijke verschijnselen Les 2: De zon is overal <Lesinhoud> Andere bronnen Bijna alle energie komt van de zon. Ook windenergie en energie van water, want door de zon is er wind en stroomt er water.

Bron: Naut, Groep 6. 1^e druk, tweede oplage. Malmberg.

Of leerlingen uit groep 6 de tekst die onder 'Andere bronnen' staat begrijpen, is maar de vraag. Immers, het begrijpen van de inhoud in dit voorbeeld veronderstelt dat leerlingen kennis hebben over de genoemde begrippen en over de relaties tussen die begrippen. Hoewel in deze subparagraaf slechts voorbeelden uit twee methoden zijn uitgewerkt, kunnen vraagtekens worden geplaatst bij opbouw, inhoud en aanpak van deze methoden.

3.4.2.4 Effectiviteit van onderwijsmethoden voor natuurwetenschappen

Hoe effectief is het onderwijs dat leerlingen krijgen aangeboden? Als we bij de voorbeelden uit bovengenoemde subparagrafen blijven, kan daar het volgende over worden opgemerkt. Leerlingen hebben ervaring met het verschijnsel geluid, het waarnemen ervan via hun oren, het produceren van geluid via hun stem en muziek. Maar wát geluid is, dat het trillingen zijn in de vorm van golven, dat er richting en snelheid in zit, dat

het 'luchtdeeltjes' zijn die trillen of 'deeltjes' uit andere materialen, waardoor geluid zich door andere materialen heen kan verplaatsen, zijn nieuwe abstracte begrippen en behoren (nog) niet tot de taal waarin leerlingen halverwege groep 6 over geluid spreken. Die abstracties (trilling, golf, [lucht-]deeltje) vragen om concretisering, in de vorm van illustratieve proefjes, waardoor kinderen (nieuwe) ervaringen opdoen die hen houvast geven bij het vormen van inzicht over wat geluid is. Maar ook moeten leerlingen zich de begrippen eigen maken en de woorden in een context op de juiste manier kunnen toepassen. Of leerlingen dat doel bereiken is sterk afhankelijk van de didactische aanpak en vakinhoudelijke kennis van de leraar. Belangrijker is de vraag wat leerlingen leren over het onderwerp van een les als ze slechts vragen over de tekst beantwoorden of een puzzel moeten oplossen.

De lessen in beide methoden hebben een omvang van vijftig minuten. Dat komt overeen met de omvang die uit de PPON-onderzoeken naar voren komen (zie paragraaf 3.4.3.1). Dat betekent dat in deze methoden het begrip geluid een maal in een schooljaar wordt behandeld en onderdeel is van de herhalingsles. De vraag is of leerlingen daarmee voldoende kennis van en inzicht in het concept geluid en de onderliggende begrippen ontwikkelen, om de vragen in de TIMSS-toets te kunnen beantwoorden. Als het moment van aanbod en toetsafname ver uit elkaar liggen is het maar de vraag of leerlingen zich de stof in voldoende mate herinneren om een vraag, op welk cognitief niveau ook gesteld (weten, toepassen of redeneren), goed te kunnen beantwoorden. De vraag is dan ook wat de bijdrage is van methoden aan de ontwikkeling van kennis en inzicht bij leerlingen over abstracte fenomenen zoals geluid. En of door het lezen van gecomprimeerde teksten met abstracte begrippen als trillingen en vervolgens het beantwoorden van vragen over die teksten daarvoor voldoende is. Ook het gegeven dat een dergelijk begrip in een, hooguit twee lessen wordt aangeboden, vaak zonder illustratieve proefjes, roept vragen op over de effectiviteit van methoden. Omdat de meeste leraren methoden gebruiken, is onderzoek naar de kwaliteit en bruikbaarheid van onderwijsmethoden gewenst.

3.4.3 Uitgevoerd curriculum natuurwetenschappen

3.4.3.1 Onderwijstijd en aanpak

De manier waarop natuurwetenschappen in Nederland wordt uitgevoerd varieert per school, zowel in tijd als in didactische aanpak. De tijd die leraren in groep 6 aan aardrijkskunde besteden bedraagt 60 minuten (Notté et al., 2011). Ten opzichte van 2001 is dat 10 minuten minder. Daarbij moet worden opgemerkt dat slechts een deel van de onderwijstijd bij aardrijkskunde betrekking heeft op aardwetenschappen zoals is beschreven in het TIMSS-framework. Voor biologie bedraagt de onderwijstijd 45 minuten per week, wat een kwartier minder is dan in 2002 (Thijssen et al., 2011). Voor natuurkunde

en techniek bedraagt de lestijd in groep 6 bijna een half uur per week. Slechts een kwart van de leraren geeft elke week een natuurkundeles, terwijl ruim de helft zegt dat een keer per maand te doen (Kneepkens et al., 2011). Het TIMSS-onderzoek laat vergelijkbare resultaten zien. Voor natuurwetenschappen bedraagt de onderwijstijd gemiddeld 52 tot 60 minuten per week (Meelissen & Punter, 2016).

Op sommige scholen wordt aan natuurwetenschappen gestructureerd aandacht besteed, bijvoorbeeld aan de hand van thema's of met behulp van methoden, tv en filmpjes op een digibord. Uit de peilingsonderzoeken blijkt bovendien dat bijna alle leraren biologie, natuurkunde en techniek en aardrijkskunde in groep 6 als apart vak onderwijzen uit een methode waarvan ze ruim 50 procent (aardrijkskunde) en 80 procent (biologie, natuurkunde en techniek) realiseren. Leraren gebruiken steeds vaker internet om informatie op te zoeken en ze laten leerlingen internet gebruiken. Ze voeren proefjes uit (natuurkunde en techniek) en gaan met leerlingen op excursie naar een natuurgebied of een museum. Ook maken leerlingen werkstukken en houden ze spreekbeurten. Soms wordt huiswerk opgegeven (Thijssen et al., 2011; Kneepkens et al., 2011; Notté et al., 2011). Hoewel TIMSS 2015 ook een diversiteit aan leerlingactiviteiten laat zien, is het percentage leerlingen dat gemiddeld genomen in minstens de helft van de lessen in aanraking komt met experimenten of proefjes maar drie procent te zijn. Met Noord-Ierland staat Nederland hiermee onderaan de internationale tabel. Het internationaal gemiddelde ligt met 27 procent flink hoger. In de drie best presterende landen liggen deze percentages op 34 procent (Singapore), 60 procent (Zuid-Korea) en 50 procent (Japan). Leerlingen komen in aanraking met onderzoekjes op natuurwetenschappelijk gebied. Ook beschikken bijna alle basisscholen in deze landen over een practicumlokaal tegenover 1 procent van de Nederlandse scholen.

Aandacht voor natuurwetenschappelijke vaardigheden, zoals het uitvoeren van onderzoek, is beperkt. Als redenen daarvoor geven leraren aan dat er, ondanks stimuleringsprogramma's vanuit de overheid (zoals VTB, VTB-pro, MBB en KvT), gebrek is aan materiaal en voorbereidingstijd en dat ze er niet vertrouwd mee zijn. De leerlingprestaties van groep 8 voor natuurkunde en techniek lieten dan ook geen verbetering zien (Kneepkens et al., 2011).

3.4.3.2 Voorbereidingstijd en overladenheid

Ruim de helft van de leraren in groep 6 vindt dat zij soms tot vaak over onvoldoende tijd beschikken om lessen over biologie voor te bereiden. Voor natuurkunde en techniek ligt dat percentage op ruim 60 procent en voor aardrijkskunde op bijna 40 procent. Van de leraren vindt bijna 80 procent dat het onderwijsprogramma (soms tot vaak) te overladen is om voldoende tijd te besteden aan natuurkunde en techniek. Voor biologie en aardrijkskunde liggen deze percentages op respectievelijk bijna 70 procent en ruim 60

procent (Thijssen et al., 2011; Kneepkens et al., 2011; Notté et al., 2011). Het TIMSS-onderzoek laat zien dat met name de administratieve taken van leraren de werkdruk verhogen. Ook hebben leraren meer tijd nodig om individuele leerlingen te begeleiden en hun onderwijs aan te passen aan de vorderingen van hun leerlingen (Meelissen & Punter, 2016).

3.4.3.3 Deskundigheid van leraren

Leraren betrokken bij TIMSS 2015 geven aan dat zij tevreden zijn over hun beroep. Ze vinden het werk als leraar betekenisvol, inspirerend en ze zijn er trots op. Toch zijn de condities waaronder ze werken niet optimaal. Belangrijke knelpunten zijn de hoeveelheid administratieve taken, de beperkte tijd om individuele leerlingen te begeleiden en om hun onderwijs aan te passen aan leerlingen. Nederlandse leraren geven aan dat zij onderwerpen uit de niet-levende natuur minder vaak onderwijzen dan onderwerpen uit andere domeinen. Ze voelen zich onvoldoende toegerust om onderwijs te geven over onderwerpen uit de niet-levende natuur. Dat geldt in iets mindere mate voor de domeinen levende natuur en aardwetenschappen. Ook is er beperkt sprake van zelfvertrouwen in het lesgeven als het onderzoekend leren en probleemgestuurd onderwijs betreft, waarbij natuurkundige concepten moeten worden uitgelegd: bij 53 procent is dat gemiddeld, bij 22 procent laag. Ook hebben leraren weinig zelfvertrouwen om excellente leerlingen te voorzien van uitdagende taken (Meelissen & Punter, 2016).

De PPON-onderzoeken uit 2011 van Thijssen et al., Kneepkens et al. en Notté et al. geven een vergelijkbaar beeld. Ruim 30 procent van de leraren in groep 6 geeft aan dat zij over onvoldoende deskundigheid beschikken om biologieonderwijs te kunnen verzorgen. Voor natuurkunde- en techniekonderwijs is dat percentage 50 procent terwijl 20 procent van de leraren aangeeft over onvoldoende aardrijkskunde deskundigheid te beschikken. Het gegeven dat er in de pabo's weinig instroom is van studenten met een profiel natuur en/of techniek kan hier debet aan zijn (Inspectie van het Onderwijs, 2017c).

Ongeveer 20 procent van de leraren volgt nascholing op het gebied van kritisch denken, oplossingsvaardigheden en onderzoekend leren. Echter, het percentage leraren dat nascholing volgt op het gebied van de vakinhoud, het curriculum en de pedagogiek/didactiek van natuurwetenschappen blijft met 3 tot 5 procent laag, ondanks het door henzelf aangegeven gebrek aan deskundigheid en zelfvertrouwen. Het internationaal gemiddelde ligt op ongeveer 30 procent (Meelissen & Punter). Uit het eerdergenoemde onderzoek van Raaijman et al. (2016) valt af te leiden dat het percentage scholen dat via stimuleringsactiviteiten voor W&T in de periode 2012-2015 aan nascholing heeft meegedaan, in dezelfde range ligt, nl. rond 15 procent. Zij relativeren wat het effect van deze professionaliseringsactiviteiten is voor de onderwijspraktijk.

3.4.3.4 Effect van stimuleringsprojecten voor W&T-onderwijs op leerlingprestaties bij natuurwetenschappen

Het basisonderwijs heeft bij de invoering van wetenschap- en techniekonderwijs ondersteuning gekregen via diverse landelijke stimuleringsprogramma's. Wat heeft de onderwijspraktijk daarvan gemerkt? Verwacht mag worden dat de ondersteuning, waarvan in het geval van VTB (periode 2004-2010) ongeveer 30 procent van de scholen gebruik heeft gemaakt, heeft bijgedragen aan meer aandacht voor natuurwetenschappen in het uitgevoerde curriculum. Dit kan een mogelijke verklaring zijn voor de eenmalige stijging van de TIMSS-scores in 2011. Het onderzoek Van der Wel & Krooneman (2014) laat echter zien dat naarmate het langer geleden is dat scholen een subsidie hebben ontvangen, de aandacht voor natuurwetenschappen op de betreffende school vermindert. Dat uit zich onder meer in minder onderwijstijd en minder scholing van leraren. Ook de doorlopende leerlijn lijdt eronder. Van 2012-2015 is de focus van stimuleringsprojecten gericht op het opzetten van regionale netwerken en professionalisering van leraren. Hoewel ongeveer 60 procent van de scholen actief, dan wel incidenteel actief participeert in regionale W&T-netwerken, blijkt dat op scholen die als actief te boek staan, W&T-activiteiten inmiddels zijn beëindigd. Andere kanttekeningen zijn dat deelname van een schoolbestuur aan een regionaal W&T-netwerk niet hoeft te betekenen dat alle scholen onder dat bestuur actief zijn met W&T. Ook hier kan het effect optreden dat de aandacht voor W&T vermindert naarmate financiële bijdragen stoppen, zoals eerder door Van der Wel & Krooneman (2014) is gesignaleerd.

Ondanks alle aandacht voor W&T in het basisonderwijs vanuit de verschillende stimuleringsprojecten, wordt de verbetering van de leerlingprestaties die in TIMSS 2011 optrad niet gecontinueerd. Integendeel, er treedt een verslechtering op van de resultaten van TIMSS 2015 ten opzichte van TIMSS 2011. Voor de verbetering van de resultaten in 2011 zijn, evenmin als voor de verslechtering in 2015, directe oorzaken aan te wijzen. Hoewel niet direct vergelijkbaar met de TIMSS-onderzoeken omdat het een andere doelgroep betreft, treden op landelijk niveau in het PPON in 2015 vrijwel geen veranderingen op in de leerlingprestaties ten opzichte van het PPON in 2010. Echter, de veranderingen in de ankeropgaven in PPON die er zijn, laten bijna allemaal een verslechtering van de resultaten zien.

Om meer te weten te komen over welke impact de stimuleringsprojecten hebben en hebben gehad op de onderwijspraktijk, met name op de inhoud, aanpak en omvang van onderwijs in natuurwetenschappen, is aanvullend onderzoek naar het uitgevoerde curriculum nodig.

3.4.3.5 Effect van prestatiegerichtheid van scholen op TIMSS-resultaten

TIMSS 2015 laat zien dat het bij Nederlandse scholen ontbreekt aan prestatiegerichtheid bij onderwijs in natuurwetenschappen. Geen van de deelnemende scholen wordt door leraren en ouders gekwalificeerd als een school die gericht is op prestaties bij natuurwetenschappen. In Zuid-Korea, waar de prestaties zeer hoog liggen, krijgt 35 procent van de leerlingen les op een school waarvan leraren en ouders aangeven dat de prestatiegerichtheid van de school hoog is. Op enkele landen na, zien we dat de totaalscores van leerlingen afnemen als de prestatiegerichtheid van de school volgens schoolleiders, leraren en ouders minder is. Ook in Nederland is dit effect zichtbaar. Totaalscores van leerlingen bij leraren en ouders die meer belang hechten aan prestaties liggen hoger (totaalscore 523) dan bij leraren en ouders die daar minder aan hechten (513). Een vergelijkbaar effect is zichtbaar als schoolleiders en ouders de prestatiegerichtheid van hun school beoordelen: bij meer prestatiegerichtheid is de totaalscore 528 tegenover een totaalscore van 521 bij minder prestatiegerichtheid³⁶. Dit raakt ook aan hetgeen de Inspectie van het Onderwijs (2017c) constateert, dat op een deel van de basisscholen met een basiskwaliteit, het niveau van de leerlingprestaties niet voldoende is. Scholen halen niet altijd het maximale uit leerlingen, waardoor leerlingen te maken kunnen krijgen met een leerachterstand. De inspectie spreekt zich dan ook uit voor een kwaliteitsverbetering en stimuleert leraren, schooldirecteuren en bestuurders na te denken over de ambities die zij kunnen nastreven. TIMSS 2015 laat zien dat meer aandacht voor prestatiegericht werken kan bijdragen aan het realiseren van de ambitie om leerlingprestaties te verbeteren.

3.5 Aanbevelingen natuurwetenschappen

Wat is er aan de hand met het onderwijs in natuurwetenschappen in het basisonderwijs in Nederland? Welke mogelijke oorzaken liggen ten grondslag aan de fluctuatie en de dalende trend van de leerlingprestaties bij natuurwetenschappen? Vanuit het perspectief van onderwijspraktijk en onderwijsontwikkelingen worden aanbevelingen gegeven die zijn gericht op het curriculum, methoden, leerlingen en leraren.

3.5.1 Beoogd curriculum

Het beoogd curriculum is in Nederland beschreven in de vorm van aanbodsdoelen, de kerndoelen primair onderwijs. Deze kerndoelen zijn zeer globaal geformuleerd en dateren uit 2006 (tabel 24). De globale formulering geeft weinig richting aan welke onderwerpen en daarmee samenhangende begrippen aandacht moet worden besteed. In vergelijking daarmee geven de beschrijvingen in het TIMSS-framework meer duidelijkheid over het onderwijsaanbod (zie 25 en bijlage 5). Omdat de huidige kerndoelen inmiddels ruim tien

jaar oud zijn, is actualisatie wenselijk. Daarin kunnen ook ontwikkelingen die relevant zijn voor natuurwetenschappen en ondersteund worden voor het onderwijsveld zoals OOL (Raaijman et al., 2016) en W&T, worden meegenomen. Bovendien biedt actualisatie de mogelijkheid voor een meer concrete formulering van de kerndoelen, die leraren en methodeontwikkelaars meer houvast biedt.

De leerlingprestaties voor taal en rekenen (het gerealiseerde curriculum) zijn belangrijk bij de toelating van leerlingen naar het vervolgonderwijs en voor de schoolprestaties. Dat heeft geresulteerd in een onbalans in het uitgevoerde curriculum tussen aandacht voor taal en rekenen enerzijds en andere leergebieden, waaronder natuurwetenschappen, anderzijds. Integratie van onderdelen van taal- en rekenonderwijs met natuurwetenschappen biedt mogelijkheden om tot meer evenwicht te komen. Onderwerpen bij natuurwetenschappen vormen een realistische context om leerlingen vaardigheden op het gebied van taal en rekenen toe te laten passen. Met name de onderzoeks- en ontwerpactiviteiten kunnen zorgen voor de verbinding tussen taal, rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen.

Bovengenoemde constatering leidt tot de volgende aanbevelingen.

Aanbevelingen

- *Zorg bij de actualisering van de kerndoelen dat voor natuurwetenschappen de inhoud concreter in de vorm van voor po/so-leerlingen relevante onderwerpen met bijbehorende begrippen wordt geformuleerd. Neem daarbij recente ontwikkelingen zoals onderzoekend en ontwerpnd leren mee. Dat kan schoolleiders en leraren ondersteunen bij de uitvoering van het curriculum.*
- *Zorg voor een gelijkwaardig aanbod tussen basisvaardigheden taal en rekenen-wiskunde en de overige leergebieden, waaronder natuurwetenschappen.*
- *Zorg ervoor dat scholen zich over de volle breedte van het curriculum verantwoorden, waarbij leerlingprestaties voor taal, rekenen-wiskunde en natuurwetenschappen gelijkwaardig zijn.*

3.5.2 Potentieel geïmplementeerd curriculum

De trend in methoden voor natuurwetenschappen is dat het aantal lessen per leerjaar afneemt. Enkele veelgebruikte methodes bestaan uit 25 lessen of 20 lessen, waarbij de vierde les binnen een thema een samenvatting is. Het gegeven dat in die lessen een veelheid aan onderwerpen over biologie, natuurkunde, techniek, heelal en weer & klimaat aan de orde komen, rechtvaardigt de vraag of het aanbod in methoden begrijpelijk is, hoe het is gesteld met de diepgang van de onderwerpen en wat er bij leerlingen beklijft. Deze vraag is nog pregnanter, als wordt uitgegaan van 36 ononderbroken lesweken en door

het feit dat leraren aangeven dat ze onvoldoende tijd hebben om alle onderwerpen uit de methode te behandelen. Het betekent dat er in de praktijk per twee lesweken één les uit een methode wordt behandeld. Uitgevers geven aan dat de methoden kerndoelendekkend zijn. Echter, doordat het aantal lessen steeds minder wordt en de inhoud niet verandert (immers, de kerndoelen zijn de afgelopen 10 jaar niet veranderd) is de vraag gelegitimeerd wat dat voor de inhoud betekent. Omdat de meeste leraren methoden gebruiken, is de kwaliteit van het onderwijs gebaat bij kwalitatief goede methoden.

Aanbevelingen

- *Zorg voor kwalitatief goede methoden voor natuurwetenschappen met begrijpelijke informatie en suggesties voor verwerking, zodat leerlingen relevante natuurwetenschappelijke vaardigheden kunnen ontwikkelen.*
- *Zorg ervoor dat methoden zijn afgestemd op de kern van het onderwijs in natuurwetenschappen. Geef suggesties voor bij leerlingen passende materialen en activiteiten, die hen ondersteunen bij het begrijpen van het onderwerp en zorgen voor inhoudelijke diepgang.*
- *Zorg voor een blijvende onafhankelijke analyse van methodes voor natuurwetenschappen ten opzichte van het beoogde curriculum.*

3.5.3 Uitgevoerd curriculum

De leerlingen

Bij de prestaties van leerlingen in TIMSS 2015 vallen een aantal dingen op. Bijna alle leerlingen in Nederland kunnen vragen op het laagste niveau beantwoorden, maar het percentage leerlingen dat excelleert in natuurwetenschappen blijft laag ten opzichte van ons omringende landen. Op het hoge - en het middenniveau is een duidelijke daling waar te nemen. Wat verder opvalt, is dat de jongens ten opzichte van meisjes slechter zijn gaan presteren op het inhoudelijke domein levende natuur. Voor het inhoudelijke domein niet-levende natuur geldt dat meisjes en jongens bijna gelijk presteren, terwijl voor aardwetenschappen geldt dat jongens daar significant beter op scoren. Wat betreft de cognitieve domeinen zijn de prestaties van jongens op de domeinen weten en toepassen gedaald en vergelijkbaar met de prestaties van meisjes. Prestaties van leerlingen met een allochtone achtergrond en leerlingen die thuis bijna nooit Nederlands spreken liggen rond het internationaal gemiddelde, maar er lijkt een lichte verbetering te zijn. Daarnaast blijkt de prestatiegerichtheid van schoolleiders, leraren en ouders van invloed op leerlingprestaties.

Aanbeveling

- *Zorg voor een aantrekkelijk en betekenisvol onderwijsaanbod in natuurwetenschappen en houd rekening met de diversiteit van de leerlingpopulatie. Zorg voor tijd in het rooster en geef leraren faciliteiten voor differentiatie in hun aanbod.*

De leraren

De leraren die betrokken zijn bij TIMSS 2011, TIMSS 2015 en PPON 2015, voelen zich minder toegerust om onderwijs te geven in natuurwetenschappen dan in rekenen-wiskunde. Dat geldt met name voor het uitleggen van concepten bij niet-levende natuur, het geven van uitdagende taken aan excellente leerlingen, de didactische aanpak van onderzoeken en probleemgestuurd onderwijs. Deelname aan nascholing op dit gebied is beperkt (Meelissen & Punter, 2016). Uit onderzoek onder ruim 10.000 (aspirant) leraren blijkt echter dat door (na)scholing handelingsverlegenheid ten aanzien van W&T-onderwijs, waar natuurwetenschappen onderdeel van zijn, afneemt (Oberon, 2011). Het onderzoek van Veldhuis (2014) laat zien dat de werkwijze in zgn. docent-ontwikkelteams (DOT) met een externe begeleider daar aan kan bijdragen.

Bij veel lerarenopleidingen is natuur & techniek als apart vak of geïntegreerd met W&T in het curriculum opgenomen (Van Casteren, Van den Broek, Hölsgens, & Warps, 2014). Ook zelf onderzoek doen en onderzoekend, ontdekkend en ontwerpnd leren maakt steeds vaker deel uit van het curriculum van de lerarenopleiding, niet alleen bij Natuur & techniek, maar ook bij andere domeinen. Deze ontwikkeling bij de opleidingen is steviger aangezet door een financiële impuls vanuit het ministerie van OCW. Zo konden opleidingen een kwalitatieve en kwantitatieve verbeterslag maken op het gebied van W&T in de periode 2014-2016³⁷. Daardoor mag van de nieuwe lichten leraren worden verwacht dat ze vaardiger zijn dan zittende leraren op het gebied van W&T. De vraag blijft echter of zij over voldoende vakdidactische en vakinhoudelijke kwaliteiten beschikken om onderwijs in natuurwetenschappen effectief uit te kunnen voeren. Dat vraagt van basisscholen om studenten de mogelijkheid te geven om stageopdrachten op het gebied van natuurwetenschappen of W&T uit te kunnen voeren in hun stageschool. Helaas blijkt uit reacties van opleiders dat dit om verschillende redenen vaak niet mogelijk is. Daarnaast zullen startende leraren de nodige ruimte en ondersteuning moeten krijgen om natuurwetenschappen uit te voeren op de scholen waar ze gaan werken. Zeker gezien het gegeven dat leraren aangeven dat zij onvoldoende zelfvertrouwen hebben bij het uitvoeren van onderwijs in de natuurwetenschappen (Meelissen en Punter 2016), maar vooral ook het gegeven dat leerlingen laag scoren bij niet-levende natuur (o.a. TIMSS 2007 en TIMSS 2015), is het van belang dat het instroomniveau van aspirant studenten voor het onderdeel niet-levende natuur voldoende is.

Aanbevelingen

- *Zorg vanuit de schoolleiding voor ondersteuning van leraren door in het inhoudelijk beleid van de school een duidelijke plaats in te ruimen voor natuurwetenschappen. Zorg ervoor dat op elke school in onder-, midden- en bovenbouw minimaal een leraar vakdidactisch en vakinhoudelijk bekwaam is om onderwijs in natuurwetenschappen effectief uit te kunnen voeren.*
- *Zorg ervoor dat zittende en nieuwe leraren vakdidactisch en vakinhoudelijk bekwaam zijn om onderwijs in natuurwetenschappen goed uit te voeren en zorg waar nodig voor ondersteuning, bijvoorbeeld in de vorm van DOTs of 'coaching on the job'.*
- *Geef aanstaande leraren de mogelijkheid om stageopdrachten voor natuurwetenschappen uit te voeren op hun stageschool en dat álle startende leraren over een onderzoekende houding en over voldoende kennis, inzichten en vaardigheden beschikken van het domein natuurwetenschappen.*

Natuurwetenschappen en onderwijs in Wetenschap en technologie

Relevant voor onderwijs in natuurwetenschappen is de ontwikkeling van het W&T-onderwijs, omdat bij W&T-onderwijs vaak onderwerpen uit natuurwetenschappen worden gebruikt. Daarom is het belangrijk om het onderwijsveld te ondersteunen om te voldoen aan de afspraak die het ministerie OCW heeft met het Techniekpact. Deze afspraak houdt in dat op alle basisscholen in 2020 W&T wordt aangeboden en dat leraren beter zijn toegerust voor W&T³⁸. Er is al veel aan ondersteuning gedaan. In de periode 2004 - 2015 hebben basisscholen gebruik gemaakt van mogelijkheden om via verschillende stimuleringstrajecten voor techniekonderwijs, later voor wetenschap en techniek /technologie, onderwijsmaterialen aan te schaffen en leraren te professionaliseren. Echter, Van der Wel & Krooneman (2014) laten zien dat naarmate het langer geleden is dat subsidies zijn verstrekt, de aandacht voor W&T op een school afneemt. Schoolleiders en leraren vinden subsidies nog steeds onmisbaar voor de implementatie van W&T. Met name onderzoeken en ontwerpen zijn begrippen waar leraren en schoolleiders belangstelling voor tonen (Raaijman et al, 2016). Scholen lijken op het punt te staan om W&T / onderzoeken en ontwerpen op te pakken bij onderwerpen uit natuurwetenschappen. Aangezien veranderingen in het onderwijs zich langzaam voltrekken, met name als het veranderingen betreft die vragen om ander gedrag en andere didactische aanpakken, is onderzoek naar welke ondersteuning scholen en leraren bij de invoering van W&T/ onderzoeken en ontwerpen, urgent.

Aanbeveling

- *Onderzoek welke (regionale) structuren en onderwijsmaterialen schoolleiders en leraren basisonderwijs ondersteunen bij de implementatie en uitvoering van onderwijs in natuurwetenschappen, waarbij W&T en de vaardigheden onderzoeken en ontwerpen centraal staan.*

3.5.4 Gerealiseerd curriculum

In het TIMSS 2015 onderzoek is ook onderzocht in welke mate ouders en scholen de prestaties van leerlingen een belangrijke rol speelden. In de vergelijking tussen de landen kwam naar voren dat de mate waarin schoolleiders, leraren en ouders prestatiegerichtheid zijn een positief effect heeft op de leerlingprestaties. In Nederland ontbreekt deze prestatiegerichtheid. Er is immers sprake van aanbodsgerichte kerndoelen in plaats van eindtermen. Ook kennen we in Nederland in het basisonderwijs geen verplichte eindtoets die betekenis heeft voor het vervolgonderwijs van de leerling.

Aanbeveling

- *Zorg ervoor dat prestaties van leerlingen op het gebied van natuurwetenschappen betekenis krijgen voor de leerling en de school.*

Noten natuurwetenschappen

32. <http://www.nieuweregelingovergangpo-vo.nl/verplichte-eindtoets/>. Verkregen op 23 mei 2017.
33. Ongeveer 70 procent van de basisscholen doet mee aan deze toets, die Cito aanbiedt naast de centrale eindtoetsen voor taal en rekenen. Mogelijk wordt dit percentage scholen minder omdat scholen kunnen kiezen voor Centrale eindtoetsen van andere aanbieders dan Cito. Deze aanbieders bieden daar (nog) geen facultatieve eindtoets wereldoriëntatie aan.
34. Voor Naut is gebruik gemaakt van de 1e druk, 4e oplage (groep 5) en 2e oplage (groep 6); voor Argus Clou van de 1e druk, 1e oplage (groep 5 en 6). Gegevens over het marktaandeel zijn niet bekend.
35. Uit gesprekken met pabodocenten Natuur en techniek blijkt, dat ongeveer 30 procent van hun stagiaires geen opdracht kan uitvoeren op het gebied van natuurwetenschappen omdat het niet in het rooster van de stageklas is opgenomen. Om hier inzicht in te krijgen is verder onderzoek gewenst.
36. <http://timss2015.org/timss-2015/science/school-climate/>. Verkregen op 19 april 2017.
37. Doorkijkjes met uitwerkingen van W&T op de zijn te vinden op <http://www.paboweb.nl/themas/28>.
38. Zie <http://www.techniekpact.nl/doelen>, verkregen op 20 december 2016.

Referenties

- Adriaens, S., Van Grinsven, V., Woud, L. van der, & Westerik, H. (2016). *Werkdruk in het basisonderwijs*. DUO Onderwijsonderzoek.
- Ball, D., M. Thames, & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- CBS. (2016). *Jaarrapport Integratie 2016*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Cito. (2014). *Eindtoets Basisonderwijs groep 8: Terugblik en resultaten 2014*. Arnhem: Cito.
- Commissie Kennisbasis Pabo. (2012). *Een goede basis: Advies van de Commissie kennisbasis Pabo*. Den Haag: HBO-raad, vereniging van hogescholen.
- CvTE. (zj.). *Resultaten Centrale Eindtoets 2015*. Utrecht: College voor Toetsen en Examens.
- CvTE. (2015). *Toetswijzer bij de Centrale eindtoets PO taal en rekenen. Inhoudsverantwoording*. Utrecht: College voor Toetsen en Examens.
- CvTE. (2016). *Rapportage referentieniveaus 2015-2016*. Utrecht: College voor Toetsen en Examens.
- Dekker, B., Krooneman, P., Brekelmans, J., & Groenewoud, M. (2012). *Onderwijsinspanningen taal en rekenen in PO, VO en MBO*. Amsterdam: Regioplan.
- Deunk, M., & Doolaard, S. (2013). *Attitude en handelen van basisschoolleerkrachten met betrekking tot het verbeteren en borgen van leerlingresultaten*. Groningen: GION / RUG.
- Doolaard, S. (2013). *Het streven naar kwaliteit in scholen voor primair onderwijs*. Groningen: GION / RUG.
- Ekens, T. (2009). *Referentieniveaus in taal- en rekenmethodes: Een reisgids door 15.000 bladzijden lesmateriaal*. Enschede: SLO.
- Ekens, T., & Jager R. (2009). *Referentieniveaus in taal en rekenen: Een inventarisatie van leerstof uit actuele taal- en rekenmethodes voor po, vo en mbo*. Enschede: SLO.

Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen. (2008a). *Over de drempels met rekenen: Consolideren, onderhouden, gebruiken en verdiepen. Onderdeel van de eindrapportage van de Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen*. Enschede: Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen.

Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen. (2008b). *Over de drempels met taal en rekenen: Hoofdrapport van de Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen*. Enschede: Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen.

Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen. (2009). *Over de drempels met taal en rekenen: Een nadere beschouwing*. Enschede: Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen.

Gelderblom, G. (2015). Lerende leraren en de rol van de schoolleiding: Het versterken van de onderwijskwaliteit door het professionaliseren van leraren. *Basisschool management*, 07, 4-8.

Graft, M. van, Klein Tank, M., & Beker, T. (2016). *Wetenschap en technologie in het basis- en speciaal onderwijs: Richtinggevend leerplankader bij het leergebied Oriëntatie op jezelf en de wereld*. Enschede: SLO.

Gravemeijer, K., Heuvel-Panhuizen, M. van den, Donselaar, G. van, Ruesink, N., Streefland, L., Vermeulen, W., ... Ploeg, G. van der (1993). *Methoden in het reken-wiskundeonderwijs, een rijke context voor vergelijkend onderzoek*. Utrecht: Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen, Universiteit Utrecht.

Hemker, B. (2016). *Peiling van de rekenvaardigheid, de taalvaardigheid en wereldoriëntatievaardigheden in jaargroep 8 van het basisonderwijs in 2015*. Arnhem: Cito.

Hill, H., Ball, D., & Schilling, S. (2008). Unpacking Pedagogical Content Knowledge: Conceptualizing and Measuring Teachers' Topic-Specific Knowledge of Students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39(4), 372-400.

Hop, M. (Red.). (2012). *Balans van het reken-wiskundeonderwijs halverwege de basisschool 5 (PPON-reeks nummer 47)*. Arnhem: Cito.

Inspectie van het Onderwijs. (2008). *Basisvaardigheden rekenen-wiskunde in het basisonderwijs*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.

Inspectie van het Onderwijs. (2015a). *Hoe gaan we om met onze best presterende leerlingen? De huidige praktijk in het primair en voortgezet onderwijs, met voorbeelden en vragen ter inspiratie*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.

Inspectie van het Onderwijs. (2015b). *Wereldoriëntatie: De stand van zaken in het basisonderwijs*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.

Inspectie van het Onderwijs. (2016a). *De staat van het onderwijs: Onderwijsverslag 2014-2015*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.

Inspectie van het Onderwijs. (2016b). *Taal en rekenen aan het einde van het basisonderwijs. Peilonderwijs*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.

Inspectie van het Onderwijs (2017a). *De staat van het onderwijs: Onderwijsverslag 2015-2016*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.

Inspectie van het Onderwijs. (2017b). *Taal en rekenen aan het einde van het basisonderwijs. Peilonderwijs*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.

Inspectie van het Onderwijs (2017c). *Peilonderwijs: zicht op succesfactoren: Vier portretten van hoog scorende scholen*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs.

Inspectie van het Onderwijs (in ontwikkeling). *Natuuronderwijs aan het einde van het basisonderwijs. Peilonderwijs*. Utrecht: Inspectie van het Onderwijs

Janssen, J., Scheltens, F., & Kraemer, J.-M. (2007). *Leerling en Onderwijsvolgsysteem Rekenen-Wiskunde groep 6*. Arnhem: Cito.

Keijzer, R. (2015). Studielast rekenen-wiskunde: ontwikkeling 2009-2015. *Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 34, 55-61.

KNAW-Commissie rekenonderwijs basisschool. (2009). *Rekenonderwijs op de basisschool: Analyse en sleutels tot verbetering*. Amsterdam: Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.

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

- Kolovou, A., Heuvel-Panhuizen, M. van der, & Bakker, A. (2009). Non-routine problem solving tasks in primary school mathematics textbooks - A needle in a haystack. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 8(2), 31-68.
- Kuijk, J., van, Langen, A. van, Driessen, G., & Elfering, S. (2015). *Procesevaluatie en effectmeting programma School aan Zet*. Nijmegen: ITS, Radboud Universiteit Nijmegen.
- Lerman, S. (Ed.) (2014). *Encyclopedia of Mathematics Education*. Dordrecht: Springer.
- Meelissen, M., & Drent, M. (2008). *TIMSS-2007. Trends in leerprestaties in exacte vakken in het basisonderwijs*. Enschede: Universiteit Twente.
- Meelissen, M., & Punter, A. (2016). *Twintig jaar TIMSS. Ontwikkelingen in leerlingprestaties in de exacte vakken in het basisonderwijs 1995-2015*. Enschede: Universiteit Twente.
- Meelissen, M., Drent, M., Punter, R., Netten, A., Droop, M., & Verhoeven, L. (2012). *PIRLS TIMSS 2011. Trends in leerprestaties in lezen, rekenen en natuuronderwijs*. Enschede / Nijmegen: Universiteit Twente / Radboud Universiteit Nijmegen.
- Ministerie van OCW. (1993/1998; 2006). *Kerdoelen basisonderwijs*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen.
- Ministerie van OCW. (2006). *Kerdoelen Primair Onderwijs*. Den Haag: Ministerie van OCW.
- Ministerie van OCW. (2009). *Referentiekader taal en rekenen*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen.
- Ministerie van OCW. (2014). *Brief aan de Tweede Kamer van 3 maart 2014: Plan van aanpak toptalenten 2014-2018*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen.
- Ministerie van OCW. (2016a). *Brief aan de Tweede Kamer van 1 november 2016: Eindtoetsresultaten en de overgang van leerlingen naar het voortgezet onderwijs in schooljaar 2015-2016*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen.
- Ministerie van OCW. (2016b). *Brief aan de Tweede Kamer van 29 november 2016: Aanbiedingsbrief bij het rapport Twintig jaar TIMSS*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen.
- Mullis, I., & Martin, M. (2013). *TIMSS 2015 Assessment Frameworks*. Boston, United States: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College and

International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).

Mullis, I., Martin, M., & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International Mathematics Report*. Chestnut Hill, USA: TIMSS & PIRLS International Study Center.

Mullis, I., Martin, M., Beaton, A., Gonzalez, E., Kelly, D., & Smith, T. (1997). *Mathematics Achievement in the Primary School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Chestnut Hill, USA: TIMSS International Study Center, Boston College.

Mullis, I., Martin, M., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*. Chestnut Hill, USA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Mullis, I., Martin, M., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*. Chestnut Hill, USA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Mullis, I., Martin, M., Gonzalez, E., & Chrostowski, S. (2004). *TIMSS 2003 International Mathematics Report*. Chestnut Hill, USA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Notté, H., Schoot, F. van der, & Hemker, B. (2011). *Balans van het aardrijkskundeonderwijs aan het einde van de basisschool 4*. Arnhem: Cito.

Onderwijsraad. (2016). *Een ander perspectief op professionele ruimte*. Den Haag: Onderwijsraad.

Prast, E., Weijer-Bergsma, E. van de, Kroesbergen, E., & Luit, J. van (2015). Readiness-based differentiation in primary school mathematics: Expert recommendations and teacher self-assessment. *Frontline Learning Research*, 3(2), 90-116.

Raaijman, J., Druten, L. van, Sligte, H., Petit, R., Casteren, W., & Frietman. (2016). *Evaluatie implementatie Wetenschap en Techniek PO en VO 2012-2015*. Nijmegen: kenniscentrum Beroepsonderwijs Arbeidsmarkt.

Scheltens, F., Hemker, B., & Vermeulen, J. (2013). *Balans van het reken-wiskundeonderwijs aan het einde van de basisschool 5*. Arnhem: Cito.

Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

SLO. (2012a). *Alles telt eerste editie : Kerndoelenanalyse*. Enschede: SLO.

SLO. (2012b). *Wereld in getallen derde editie : Kerndoelenanalyse*. Enschede: SLO.

SLO. (2012c). *Pluspunt tweede editie : Kerndoelenanalyse*. Enschede: SLO.

SLO. (2012d). *Rekenrijk derde editie : Kerndoelenanalyse*. Enschede: SLO.

Smale-Jacobse, A., & Hoekstra, R. (2013). *Uitdaging en keuzevrijheid voor excellente rekenaars in het basisonderwijs*. Groningen: GION / RUG.

Straetmans, G., & Eggen, T. (2005). Afrekenen op rekenen: over de rekenvaardigheid van pabo-studenten en de toetsing daarvan. *Tijdschrift voor Hoger Onderwijs* 23(3) 123-139.

Thijs, A., & Akker, J. van den (Red.). (2009). *Curriculum in development*. Enschede: SLO.

Thijssen, J., Schoot, F. van der, & Hemker, B. (2011). *Balans van het biologieonderwijs aan het einde van de basisschool 4*. Arnhem: Cito.

Treffers, A., & Heuvel-Panhuizen, M. van den (2010). De rekenmethode telt. *Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 29(1), 50-55.

Treffers, A., & Heuvel-Panhuizen, M. van den (2012). Lessen uit het verleden - traditionele rekenmethodes en hun leeropbrengsten. *Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 31(1), 3-11.

UT. (2011). *TIMSS-2011. Boekje 1 groep 6*. Enschede / Boston, United States: Universiteit Twente, Faculteit Gedragswetenschappen, Vakgroep Onderwijskunde / TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College / IEA. Retrieved from www.utwente.nl/bms/timssenpirls.

Valverde, G., Bianchi, L., Wolfe, R., Schmidt, W., & Houang, R. (2002). *According to the Book: Using TIMSS to investigate the translation of policy into practice through the world of textbooks*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Weerden, J. van, Hemker, B., & Mulder, K. (2014). *Peiling van de rekenvaardigheid en de taalvaardigheid in jaargroep 8 en jaargroep 4 in 2013*. Arnhem: Cito.

Weerden, J. van, & Hiddink, L. (red.) (2013). *Balans van het basisonderwijs. PPON: 25 jaar kwaliteit in beeld*. Arnhem: Cito.

Wel, J. van der, & Krooneman, P. (2014). *Het perspectief voor het W&T-onderwijs: Onderzoek onder voormalige VTB- scholen*. Amsterdam: Regioplan Beleidsonderzoek.

Zanten, M. van (2006). Gecijferdheid op de pabo: leren versus selecteren. *Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 25(1), 9-15.

Zanten, M. van (2010). De kennisbasis rekenen-wiskunde voor pabo's - ontwikkeling en overwegingen. *Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 29(1), 3-16.

Zanten, M. van, Barth, F., Faarts, J., Gool, A. van. & Keijzer, R. (2009). *Kennisbasis Rekenen-Wiskunde voor de lerarenopleiding basisonderwijs*. Den Haag: HBO-raad.

Zanten, M. van, Lodeweges, J., & Noteboom, A. (2015). *Verkennd onderzoek naar een analysekader referentieniveau 1S in PO reken-wiskundemethodes*. Enschede: SLO (interne publicatie).

Zanten, M. van, & Brom-Snijders, P. (2007). Beleidsagenda lerarenopleiding leidt tot niveauverlaging: Gehanteerde rekenvaardigheids- en gecijferdheidstoetsen. *Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 26(1), 19-23.

Zanten, M. van, & Heuvel-Panhuizen, M. van den (in druk). Primary School Mathematics in the Netherlands: The Perspective of the Curriculum Documents. In: D. Thompson, C. Suurtamm & M. Huntley (Eds.). *International Perspectives on Mathematics Curriculum*. Charlotte, NC, USA: Information Age Publishing.

Bijlage 1. TIMSS-specificaties inhoudelijke domeinen rekenen-wiskunde

Specificaties van de subdomeinen van het inhoudelijke domein getallen

Hele getallen

1. Inzicht in positiewaarde tonen, inclusief herkennen en schrijven van getallen in uitgebreide vorm en representeren van hele getallen met woorden, diagrammen en grafieken.
 2. Vergelijken, ordenen en afronden van hele getallen.
 3. Rekenen (+, −, ×, ÷) met hele getallen.
 4. Contextproblemen oplossen ook met meetgetallen, geld en eenvoudige verhoudingen.
 5. Kennen van even en oneven getallen en kennen van veelvouden en factoren van getallen.
-

Breuken en kommagetallen*

1. (Her)kennen van breuken als deel van een geheel, deel van een totaal en punt op de getallenlijn en representeren van breuken met woorden, getallen en modellen.
 2. (Her)kennen van gelijkwaardige (eenvoudige) breuken, vergelijken en ordenen van eenvoudige breuken, optellen en aftrekken van eenvoudige breuken, ook in probleemsituaties.
 3. Kennis van decimale positiewaarde tonen, waaronder het representeren van kommagetallen met woorden, getallen en modellen, vergelijken, ordenen en afronden van kommagetallen, optellen en aftrekken van kommagetallen, ook in probleemsituaties.
-

** Het gaat om breuken met de noemers 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 of 100 en om kommagetallen met één of twee cijfers achter de komma.*

Eenvoudige vergelijkingen en relaties

1. Het vinden van een ontbrekend getal of ontbrekende bewerking in een rekenzin (bv. $17 + \dots = 29$).
 2. (Her)kennen en schrijven van vergelijkingen of rekenzinnen die probleemsituaties met onbekenden representeren.
 3. (Her)kennen en gebruiken van relaties in patronen (bijvoorbeeld beschrijven van de relatie tussen getallen in een getallenreeks of getallenparen geven op grond van een gegeven regel).
-

Specificaties van de subdomeinen van het inhoudelijke domein geometrische vormen en meten

Punten, lijnen en hoeken

1. Meten en schatten van lengtes.
 2. (Her)kennen en tekenen van parallelle en loodrechte lijnen.
 3. (Her)kennen, vergelijken en tekenen van verschillende hoeken (bijvoorbeeld rechte hoeken en hoeken die kleiner of groter zijn dan een rechte hoek).
 4. Gebruiken van informele coördinatensystemen om punten te lokaliseren in een coördinatenstelsel.
-

Twee- en driedimensionale vormen*

1. Beschrijven en vergelijken van regelmatige twee- en driedimensionale vormen aan de hand van hun eigenschappen, lijnsymmetrie en draaisymmetrie.
 2. Relateren van driedimensionale vormen aan bijbehorende tweedimensionale representaties.
 3. Berekenen van de omtrek van veelhoeken; berekenen van de oppervlakte van vierkanten en rechthoeken; schatten van oppervlakte en inhoud van geometrische figuren door te bedekken met een vorm, respectievelijk door op te vullen met kubussen.
-

** Het gaat bij tweedimensionale vormen om cirkels, driehoeken, vierhoeken en andere veelhoeken, en bij driedimensionale vormen om kubussen, balken, kegels, cilinders en bollen.*

Specificaties van het subdomein van het inhoudelijke domein gegevensweergave

(Af)lezen, interpreteren en representeren

1. Gegevens (af)lezen, vergelijken en representeren van/met tabellen, beelddiagrammen, staafdiagrammen, lijngrafieken en cirkeldiagrammen.
 2. Informatie van gegevensweergaven gebruiken om vragen te beantwoorden die verder gaan dan alleen aflezen (bijvoorbeeld probleemoplossen en bewerkingen uitvoeren met de gegevens, combineren van gegevens uit twee of meer weergaven, conclusies trekken).
-

Bijlage 2. TIMSS-specificaties cognitieve domeinen rekenen-wiskunde

Specificaties van het cognitieve domein weten

Weten	
Paraat hebben	Paraat hebben van begrippen, eigenschappen van getallen, meeteenheden, geometrische eigenschappen, notatie.
Herkennen	Herkennen van getallen, vergelijkingen, hoeveelheden, vormen. Herkennen van wiskundige equivalenties (bijvoorbeeld equivalenties tussen eenvoudige breuken, kommagetallen en percentages en eenvoudige figuren vanuit verschillende aanzichten).
Classificeren / ordenen	Classificeren van getallen, vergelijkingen, hoeveelheden en vormen aan de hand van gemeenschappelijke eigenschappen.
Uitrekenen	Uitvoeren van standaardprocedures voor $+$, $-$, $\times$, $\div$, of een combinatie hiervan met hele getallen, breuken en kommagetallen.
Aflezen	Informatie halen uit grafieken, tabellen, tekst of ander bronnen.
Meten	Meetinstrumenten gebruiken. Geschikte meeteenheden kiezen.

Specificaties van het cognitieve domein toepassen

Toepassen	
Bepalen	Bepalen / kiezen van standaard en efficiënte operaties en strategieën voor probleemoplossen, waarbij het gaat om routinematig oplosbare problemen.
Representeren / modelleren	Gegevens weergeven in tabellen en grafieken. Probleemsituaties modelleren met vergelijkingen, geometrische figuren en diagrammen. Gelijkwaardige representaties geven voor wiskundige entiteiten of relaties.
Gebruiken	Gebruiken van strategieën en operaties om problemen op te lossen, waarbij het gaat om problemen met bekende wiskundige concepten en procedures.

Specificaties van het cognitieve domein redeneren

Redeneren	
Analyseren	Bepalen, beschrijven en gebruiken van relaties tussen getallen, uitdrukkingen, hoeveelheden en vormen.
Integreren / synthetiseren	Verschillende kennis, gerelateerde representaties en procedures combineren om problemen op te lossen.
Evalueren	Evalueren van alternatieve strategieën en oplossingen bij probleemoplossen.
Conclusies trekken	Valide gevolgtrekkingen maken op grond van informatie en bewijs.
Generaliseren	Relaties onderbouwen in meer algemeen geldende bewoordingen.
Verantwoorden	Wiskundig argumenteren om een strategie of oplossing te onderbouwen.

Bijlage 3. Karakteristiek rekenen-wiskunde uit de kerndoelen 2006

In de loop van het primair onderwijs verwerven kinderen zich - in de context van voor hen betekenisvolle situaties - geleidelijk vertrouwdheid met getallen, maten, vormen, structuren en de daarbij passende relaties en bewerkingen. Ze leren 'wiskundetaal' gebruiken en worden 'wiskundig geletterd' en gecijferd. De wiskundetaal betreft onder andere rekenwiskundige en meetkundige zegswijzen, formele en informele notaties, schematische voorstellingen, tabellen en grafieken en opdrachten voor de rekenmachine. 'Wiskundig geletterd' en gecijferd betreft onder andere samenhangend inzicht in getallen, maatzin en ruimtelijk inzicht, een repertoire van parate kennis, belangrijke referentiegetallen en -maten, karakteristieke voorbeelden en toepassingen en routine in rekenen, meten en meetkunde. Meetkunde betreft ruimtelijke oriëntatie, het beschrijven van verschijnselen in de werkelijkheid en het redeneren op basis van ruimtelijk voorstellingsvermogen in twee en drie dimensies.

De onderwerpen waaraan kinderen hun 'wiskundige geletterdheid' ontwikkelen, zijn van verschillende herkomst: het leven van alledag, andere vormingsgebieden en de wiskunde zelf. Bij de selectie en aanbidding van de onderwerpen wordt rekening gehouden met wat kinderen al weten en kunnen, met hun verdere vorming, hun belangstelling en de actualiteit, zodat kinderen zich uitgedaagd voelen tot wiskundige activiteit en zodat ze op eigen niveau, met plezier en voldoening, zelfstandig en in de groep uit eigen vermogen wiskunde doen: wiskundige vragen stellen en problemen formuleren en oplossen.

In de rekenwiskundeles leren kinderen een probleem wiskundig op te lossen en een oplossing in wiskundetaal aan anderen uit te leggen. Ze leren met respect voor ieders denkwijze wiskundige kritiek te geven en te krijgen. Het uitleggen, formuleren en noteren en het elkaar kritiseren leren kinderen als specifiek wiskundige werkwijze te gebruiken om alleen en samen met anderen het denken te ordenen, te onderbouwen en fouten te voorkomen.

Bijlage 4. Kerndoelen rekenen-wiskunde 1993/1998

Typering van het gebied

Het onderwijs in rekenen-wiskunde is erop gericht dat de leerlingen:

- verbindingen kunnen leggen tussen het onderwijs in rekenen-wiskunde en hun dagelijkse leefwereld;
- basisvaardigheden verwerven, eenvoudige wiskundetaal begrijpen en toepassen in praktische situaties;
- reflecteren op eigen wiskundige activiteiten en resultaten daarvan op juistheid controleren;
- eenvoudige verbanden, regels, patronen en structuren opsporen;
- onderzoeks- en redeneerstrategieën in eigen woorden kunnen beschrijven en gebruiken.

Kerndoelen

Domein vaardigheden

1. De leerlingen kunnen met wisselende eenheden tellen en terugtellen.
2. De leerlingen kennen uit het hoofd optel- en vermenigvuldigtafels tot tien.
3. De leerlingen kunnen eenvoudige hoofdrekenopgaven vlot uitrekenen, waarbij ze verschillende bewerkingen inzichtelijk toepassen.
4. De leerlingen kunnen schattend rekenen, ook met breuken en decimale breuken, door de uitkomst globaal te bepalen.
5. De leerlingen hebben inzicht in de structuur van de gehele getallen en inzicht in het positiesysteem van de decimale getallen.
6. De leerlingen kunnen de rekenmachine met inzicht gebruiken.
7. De leerlingen kunnen een eenvoudige, niet in wiskundige taal aangeboden probleemstelling zelf in wiskundige termen omzetten.

Domein cijferen

8. De leerlingen kunnen de bewerkingen optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen volgens standaardprocedures of varianten daarvan uitvoeren en deze in eenvoudige situaties toepassen.

Domein verhoudingen en procenten

9. De leerlingen kunnen verhoudingen vergelijken.
10. De leerlingen kunnen eenvoudige verhoudingsproblemen oplossen.
11. De leerlingen kennen het begrip 'procent' en kunnen in eenvoudige situaties praktische procentberekeningen uitvoeren.
12. De leerlingen begrijpen het verband tussen verhoudingen, breuken en decimale breuken.

Domein breuken en decimale breuken

13. De leerlingen weten dat aan een breuk en een decimale breuk op verschillende manieren betekenis kan worden gegeven.
14. De leerlingen kunnen breuken en decimale breuken op een getallenlijn plaatsen en breuken in decimale breuken omzetten, ook met een rekenmachine.
15. De leerlingen kunnen in eenvoudige toepassingssituaties, met gebruikmaking van modellen eenvoudige breuken en decimale breuken vergelijken, optellen, aftrekken, delen en vermenigvuldigen.

Domein meten

16. De leerlingen kunnen klok kijken en tijdsintervallen berekenen, ook met behulp van de kalender.
17. De leerlingen kunnen in alledaagse situaties met geld rekenen.
18. De leerlingen hebben inzicht in de relatie tussen de belangrijkste grootheden en de bijbehorende maateenheden.
19. De leerlingen kennen de gangbare maten van lengte, oppervlakte, inhoud, tijd, snelheid, gewicht en temperatuur en kunnen deze in eenvoudige toepassingssituaties hanteren.
20. De leerlingen kunnen eenvoudige tabellen en grafieken lezen en deze in eenvoudige situaties op grond van eigen metingen zelf samenstellen.

Domein meetkunde

21. De leerlingen beschikken over eenvoudige noties en begrippen, waarmee zij ruimte meetkundig kunnen ordenen en beschrijven.
22. De leerlingen kunnen ruimtelijk redeneren. Zij bedienen zich daarbij van bouwsels, plattegronden, kaarten en foto's, en gegevens over plaats, richting, afstand en schaal.
23. De leerlingen kunnen schaduwbeelden verklaren, figuren samenstellen en bouwplaten van regelmatige objecten ontwerpen en herkennen.

Bijlage 5. TIMSS-specificaties inhoudelijke domeinen natuurwetenschappen

Specificaties van het subdomein van het inhoudelijke domein levende natuur

Eigenschappen en processen van organismen

1. Verschillen tussen levende en niet-levende dingen en wat levende dingen nodig hebben om te leven:
 - A. verschillen herkennen en beschrijven tussen levende en niet-levende dingen (alle levende dingen planten zich voort, groeien, ontwikkelen zich, reageren op prikkels en gaan dood; niet-levende dingen doen dat niet);
 - B. identificeren wat levende dingen nodig hebben om te leven (ze hebben lucht nodig, voedsel, water en een omgeving om in te leven).
 2. Uiterlijke - en gedragskenmerken van de hoofdgroepen van levende dingen:
 - A. vergelijken en zoeken naar verschillen in uiterlijk en gedrag tussen de hoofdgroepen van levende dingen (insecten, vogels, zoogdieren, vissen en bloeiende planten);
 - B. identificeren of voorbeelden geven van levende dingen die behoren tot de hoofdgroepen insecten, vogels, zoogdieren, vissen en bloeiende planten;
 - C. groepen dieren met ruggengraat onderscheiden van groepen dieren zonder ruggengraat.
 3. Functies van de belangrijkste structuren in levende dingen:
 - A. belangrijke structuren in dieren verbinden met hun functie (tanden breken voedsel af, de maag verteert het voedsel, botten ondersteunen het lichaam, longen ademen lucht in en het hart pompt het bloed rond);
 - B. belangrijke structuren van planten verbinden met hun functie (wortels nemen water op en verankeren de plant, bladeren maken voedsel, de stengel transporteert water en voedsel, bloembladeren trekken bestuivers aan, bloemen produceren zaden en zaden produceren nieuwe planten).
 4. Reacties van levende dingen op omgevingssituaties:
 - A. het effect beschrijven van een tekort aan water en zonlicht op planten;
 - B. beschrijven hoe verschillende dieren reageren op hoge/lage temperaturen en op gevaar;
 - C. beschrijven hoe het menselijk lichaam reageert op oefeningen en op hoge en lage temperaturen.
-

Levenscycli, voortplanting en erfelijkheid

1. Stadia van levenscycli en verschillen in levenscycli van algemeen voorkomende planten en dieren:
 - A. herkennen dat planten en dieren van vorm veranderen tijdens de verschillende stadia in hun levenscyclus; identificeren de algemene stadia van de levenscyclus van planten en dieren (geboorte, groei en ontwikkeling, voortplanting en dood);
 - B. identificeren de stadia van de levenscycli van planten (ontkieming, groei en ontwikkeling, voortplanting en zaadverspreiding);
 - C. herkennen, vergelijken en zoeken naar verschillen in levenscycli van bekende planten en dieren zoals bomen, bonen, mensen, kikkers en vlinders.
2. Strategieën voor overleving en voortplanting:
 - A. herkennen dat planten en dieren zich voortplanten met soortgenoten om voor nakomelingen te zorgen met eigenschappen die nauw overeenkomen met die van de ouders; herkennen en uitleggen dat sommige eigenschappen het resultaat zijn van interactie met de omgeving, bijvoorbeeld dat de hoogte van een plant afhankelijk is van de hoeveelheid zonlicht die het ontvangt of een jong dier dat niet op gewicht komt omdat het onvoldoende voedsel krijgt.
 - B. herkennen en uitleggen dat sommige eigenschappen die worden overgeërfd van de ouders levende dingen helpen om te overleven, zoals de wasachtige laag op sommige bladeren van planten ervoor zorgt dat planten blijven leven in een droog klimaat of de kleur van een dier helpt om zich te verbergen voor roofdieren;
 - C. identificeren en beschrijven van verschillende strategieën waardoor het aantal nakomelingen dat overleeft toeneemt, bijvoorbeeld de productie van veel zaden bij planten of de verzorging van jongen bij zoogdieren.

Organismen, omgeving en hun interacties

1. Uiterlijke kenmerken en gedrag van levende dingen die hen helpen om te overleven in hun omgeving:
 - A. verbinden van uiterlijke kenmerken van planten en dieren met de omgevingen waarin ze leven, zoals zwemvliezen bij dieren die leven in het water of een dikke stengel met stekels bij planten die leven in de woestijn;
 - B. identificeren of voorbeelden beschrijven hoe de uiterlijke kenmerken of gedrag van planten en dieren hen helpen om te overleven in een specifieke omgeving. Bijvoorbeeld: winterslaap helpt dieren een periode van voedselschaarste te overleven en een diepe wortel helpt een plant te overleven in een omgeving met weinig water.
-

Ecosystemen

1. Hoe planten en dieren energie verkrijgen:
 - A. herkennen dat planten en dieren voedsel nodig hebben om te zorgen voor energie om actief te kunnen zijn en ruwe materialen voor groei en herstel;
 - B. uitleggen dat planten zonlicht nodig hebben om voedsel te maken, terwijl dieren planten en andere dieren eten als voedsel.
 2. Relaties in een eenvoudige voedselketen:
 - A. een eenvoudig model van een voedselketen kunnen afmaken, waarbij gebruik is gemaakt van algemeen voorkomende planten en dieren in bekende levensgemeenschappen zoals een bos of een woestijn;
 - B. de rol van levende dingen beschrijven bij elke verbindingsslijn in een eenvoudige voedselketen (planten produceren hun eigen voedsel, sommige dieren eten planten, andere dieren eten dieren die planten eten).
 3. Interacties tussen levende dingen in een levensgemeenschap:
 - A. de predator-prooi relaties beschrijven en veelvoorkomende prooien en hun vijanden identificeren;
 - B. herkennen en uitleggen dat sommige levende dingen in een levensgemeenschap met andere levende dingen strijden om voedsel en ruimte.
 4. Het effect van mensen op de omgeving:
 - A. uitleggen van manieren waarop menselijk gedrag positieve en negatieve effecten heeft op de omgeving, inclusief manieren om vervuiling te voorkomen of te verminderen;
 - B. algemene beschrijvingen en voorbeelden kunnen geven van effecten van vervuiling op mensen, planten, dieren en hun omgeving.
-

Gezondheid

1. Overdracht, symptomen en voorkomen van overdraagbare ziektes:
 - A. relateren van de overdracht van veelvoorkomende overdraagbare ziektes door menselijk contact, zoals aanraken, niezen en hoesten;
 - B. veelvoorkomende signalen van ziektes kunnen herkennen, zoals hoge lichaamstemperatuur, hoesten en maagpijn;
 - C. identificeren of uitleggen van enkele manieren om overdracht van ziektes te voorkomen, inclusief handen wassen, en het vermijden van zieke personen.
 2. Manieren om gezondheid te blijven:
 - A. dagelijks gedrag beschrijven dat een goede gezondheid bevordert, zoals het eten van een gebalanceerd dieet, regelmatig bewegen, handen wassen, tanden poetsen, genoeg slaap of gebruik van zonnebrandcrème;
 - B. identificeren van normale voedselbronnen in een gebalanceerd dieet, zoals fruit, groenten of granen.
-

Specificaties van het subdomein van het inhoudelijke domein niet-levende natuur

Indeling en eigenschappen van materie en veranderingen in materie

1. Toestanden van materie en karakteristieke verschillen van elke toestand:
 - A. drie toestanden van materie identificeren (vaste stof, vloeistof en gas);
 - B. beschrijven dat bij een vaste stof volume en vorm vast zijn, bij een vloeistof het volume vast maar de vorm variabel is en bij een gas vorm en volume variabel zijn.
 2. Uiterlijke kenmerken als basis om materie in te delen:
 - A. voorwerpen en materialen vergelijken en sorteren op basis van uiterlijke kenmerken (gewicht/massa, volume, toestand, geleiding van warmte en elektriciteit, drijven of zinken in water);
 - B. eigenschappen van metalen identificeren (geleiding van elektriciteit of warmte) en deze eigenschappen relateren aan de toepassingen van metalen;
 - C. voorbeelden beschrijven van mengsels en uitleggen hoe ze zijn te scheiden op basis van hun eigenschappen (door gebruik te maken van schiften, filtreren, verdampen of magnetische krachten).
 3. Magnetische aantrekking en afstoting:
 - A. herkennen dat magneten noord en zuid polen bezitten en dat dezelfde polen elkaar afstoten en tegenovergestelde polen elkaar aantrekken;
 - B. herkennen dat magneten kunnen worden gebruikt om andere materialen of voorwerpen aan te trekken.
 4. Natuurkundige veranderingen, waarneembaar in het dagelijks leven:
 - A. herkennen dat materie kan veranderen van de ene in de andere toestand door verwarmen of koelen;
 - B. veranderingen in de toestand van water beschrijven (smelten, bevriezen, koken, verdampen en condenseren) en deze veranderingen relateren aan veranderingen in temperatuur;
 - C. identificeren van manieren om materiaal snel te laten oplossen in een gegeven hoeveelheid water (temperatuur, roeren en oppervlakte); vergelijken van de concentraties van twee oplossingen met verschillende hoeveelheden oplosmiddel.
 5. Chemische veranderingen, waarneembaar in het dagelijks leven:
 - A. waarneembare veranderingen in materialen identificeren die nieuwe materialen maken met andere eigenschappen (uiteenvallen, verbranden, roesten en koken).
-

Vormen van energie en energietransport

1. Algemeen voorkomende bronnen en gebruiken van energie:
 - A. identificeer energiebronnen zoals de Zon, stromend water, wind, kolen, olie, gas) en begrijpen dat energie is nodig voor beweging van voorwerpen, voor verwarming en voor verlichting;
 2. Licht en geluid in het dagelijks leven:
 - A. bekende natuurkundige fenomenen (schaduw, reflectie, regenboog) relateren aan eigenschappen van licht;
 - B. herkennen dat trillende voorwerpen geluid kunnen maken.
 3. Warmtetransport:
 - A. herkennen dat een voorwerp warmer kan worden als het wordt verhit en dat warme voorwerpen koud voorwerpen kunnen opwarmen;
 - B. voorbeelden identificeren van veelgebruikte materialen die gemakkelijk warmte geleiden.
 4. Elektriciteit en eenvoudige elektrische systemen:
 - A. objecten en materialen identificeren die elektriciteit geleiden;
 - B. herkennen dat elektrische energie in een stroomkring kan worden getransformeerd in andere energievormen zoals licht en geluid;
 - C. uitleggen dat voor eenvoudige elektrische systemen zoals een zaklamp, een complete ononderbroken stroomkring nodig is.
-

Krachten en beweging

1. Bekende krachten en beweging van voorwerpen:
 - A. de zwaartekracht herkennen als de kracht die voorwerpen naar de Aarde trekt;
 - B. herkennen dat krachten (trekken en duwen) de beweging van een voorwerp kunnen veranderen en vergelijken van de effecten van krachten van verschillende sterkte die in dezelfde of tegengestelde richting op een voorwerp kunnen werken.
-

Specificaties van het subdomein van het inhoudelijke domein aardwetenschappen

Structuur, karakteristiek en bronnen van de Aarde

1. Natuurkundige eigenschappen van het systeem Aarde:
 - A. herkennen dat het oppervlakte van de Aarde bestaat uit ongelijke hoeveelheden land en water (meer water dan land) en is omgeven door lucht; en beschrijven waar zoet en zout water wordt gevonden;
 - B. herkennen dat wind en water het landschap op de Aarde veranderen.
 2. Gebruik van bronnen van de Aarde:
 - A. herkennen van enkele bronnen van de Aarde die in het dagelijks leven worden gebruikt: water, wind, grond, bossen, olie, natuurlijke gassen, mineralen;
 - B. uitleggen van het belang om verantwoord om te gaan met bronnen van de Aarde;
 - C. uitleggen hoe eigenschappen van landschappen op Aarde zoals bergen, vlaktes, rivieren, woestijnen, meren, oceanen, menselijke activiteiten beïnvloeden zoals irrigatie, landbouw en landontwikkeling.
-

Processen en historie van de Aarde

1. Water op Aarde en in de lucht:
 - A. herkennen dat water in rivieren en stroompjes stroomt van bergen naar oceanen en meren;
 - B. herkennen dat water zich in en uit de lucht beweegt tijdens normale gebeurtenissen zoals wolkenvorming en dauw, neerslag, verdamping van regenplassen en het drogen van natte kleding;
 2. Dagelijkse, seizoens- en historische processen op Aarde:
 - A. beschrijven hoe het weer (variatie in temperatuur, vochtigheid, neerslag in de vorm van regen of sneeuw, wolken en wind) varieert met de geografische plaats op Aarde;
 - B. beschrijven hoe temperatuur en neerslag variëren per seizoen en hoe deze veranderingen variëren per plaats op Aarde;
 - C. herkennen dat sommige overblijfselen van planten en dieren (fossielen), die lang geleden op Aarde woonden, worden gevonden in bergen en leiden daaruit veranderingen af die het oppervlakte van de Aarde heeft ondergaan op de plaats waar de overblijfselen zijn gevonden.
-

De Aarde in het heelal

1. Objecten in het zonnestelsel en hun bewegingen:
 - A. identificeren van de Zon als bron van warmte en licht van het voor het zonnestelsel; het zonnestelsel beschrijven als de Zon en een groep planeten (inclusief de Aarde) die rond de zon draaien;
 - B. herkennen dat de Maan rond de Aarde draait en dat de Maan er vanaf de Aarde er op verschillende momenten in de maand verschillend uit;
 2. Beweging van de Aarde en daaraan gerelateerde waarneembare patronen op Aarde:
 - A. verklaren hoe dag en nacht gerelateerd zijn aan de dagelijkse draaiing van de Aarde om de eigen as en hiervoor bewijs leveren op basis van veranderingen die gedurende de dag optreden in schaduwen;
 - B. uitleggen hoe seizoenen op het noordelijk en zuidelijk halfrond worden veroorzaakt door de jaarlijkse beweging van de Aarde om de Zon.
-

Bijlage 6. TIMSS-specificaties cognitieve domeinen natuurwetenschappen

Specificaties van het cognitieve domein weten

Weten	
Herinneren, herkennen	Identificeren of verklaren van feiten, relaties en concepten, identificeren van eigenschappen of kenmerken van bepaalde organismen, materialen en processen, herkennen van het juist gebruik van gereedschap en procedures, herkennen en gebruiken van natuurwetenschappelijke termen, symbolen, afkortingen, eenheden en schalen.
Beschrijven	Beschrijven of identificeren van eigenschappen, structuren en functies van organismen en materialen en van relaties tussen organismen, materialen, processen en fenomenen.
Voorbeelden kunnen geven	Voorbeelden geven of identificeren van organismen, materialen en processen die bepaalde specifieke eigenschappen bezitten; feiten of concepten uitleggen aan de hand van geschikte voorbeelden.

Specificaties van het cognitieve domein toepassen

Toepassen	
Vergelijken, contrasteren, classificeren	Identificeren of beschrijven van overeenkomsten en verschillen tussen groepen van organismen, materialen, of processen, onderscheiden, classificeren of ordenen van bepaalde voorwerpen, materialen, organismen en processen gebaseerd op gegeven kenmerken en eigenschappen.
Relateren	Relateren van kennis over een onderliggend natuurwetenschappelijk concept aan een geobserveerde of betrokken eigenschap, gedrag of gebruik van voorwerpen, organismen of materialen.
Modellen gebruiken	Gebruiken van een diagram of ander model om kennis te tonen van natuurwetenschappelijke concepten, om cyclische processen of systeemrelaties te illustreren of om oplossingen te vinden voor natuurwetenschappelijke problemen.
Informatie interpreteren	Gebruiken van natuurwetenschappelijke concepten om informatie te verwerven uit relevante teksten, tabellen, afbeeldingen en grafieken.
Uitleggen	Verklaren van een waarneming van een natuurlijk fenomeen, gebruikmakend van een natuurwetenschappelijk concept of principe.

Specificaties van het cognitieve domein redeneren

Redeneren	
Analyseren	Identificeren van elementen van een natuurwetenschappelijk probleem en gebruiken van relevante informatie, concepten, relaties en informatiepatronen om vragen te beantwoorden en problemen op te lossen.
Synthetiseren	Beantwoorden van vragen waarbij verschillende factoren of samenhangende concepten tegen elkaar worden afgewogen.
Vragen formuleren, hypothetiseren, voorspellen	Formuleren van vragen die door onderzoek kunnen worden opgelost en voorspellen van resultaten van een gegeven onderzoeksopzet, formuleren van toetsbare aannames gebaseerd op begrip en kennis vanuit ervaring, waarneming en/of analyse van natuurwetenschappelijke informatie, gebruiken van bewijs en begrip om voorspellingen te doen over effecten van veranderingen in biologische of fysische omstandigheden.
Onderzoek opzetten	Plannen van onderzoek of procedures die geschikt zijn om natuurwetenschappelijke vragen te beantwoorden of hypothesen te testen, beschrijven of herkennen van kenmerken van goed ontworpen onderzoeken in termen van meet- en controleerbare variabelen en oorzaak-gevolg relaties.
Evalueren	Evalueren van alternatieve verklaringen, afwegen van voor- en nadelen om beslissingen te nemen over alternatieve processen en materialen, evalueren van resultaten van onderzoeken op basis van voldoende gegevens om conclusies te trekken.
Conclusies trekken	Nemen van juiste besluiten op basis van observaties, bewijs en kennis van natuurwetenschappelijke concepten, trekken van passende conclusies bij vragen en hypothesen en tonen van begrip van oorzaak en gevolg.
Generaliseren	Trekken van algemene conclusies die verder gaan dan de experimentele of gegeven omstandigheden en toepassen van conclusies in nieuwe situaties.
Zich verantwoorden	Gebruiken van bewijs en natuurwetenschappelijke kennis om de redelijkheid van verklaringen, de oplossingen van problemen en conclusies uit onderzoek te ondersteunen.

Als landelijk kenniscentrum leerplanontwikkeling richt SLO zich op de ontwikkeling van het curriculum in het primair, speciaal en voortgezet onderwijs in Nederland. We werken met het onderwijsveld aan de doelen, kaders en instrumenten waarmee scholen hun opdracht vanuit een eigen visie kunnen vervullen.

We brengen praktijk, beleid, maatschappelijke ontwikkelingen en onderzoek samen en stellen onze expertise beschikbaar aan onderwijs en overheid, bijvoorbeeld in de vorm van leerplannen, tools, voorbeeldlesmaterialen, conferenties en rapporten.



Hoofdlocatie
Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Nevenlocatie
Aidadreef 4
3561 GE Utrecht

Postadres
Postbus 2041
7500 CA Enschede

T 053 484 08 40
E info@slo.nl
www.slo.nl

 [company/slo](https://www.linkedin.com/company/slo)
 [SLO_nl](https://twitter.com/SLO_nl)