

De internationale vergelijkende TIMSS studies weten altijd weer de landelijke pers te halen. Ook deze keer scoorde Nederland prima voor wiskunde en science. **Pauline Vos** en **Klaas Bos** gaan nader in op de resultaten en leggen de vinger op enkele opmerkelijke uitkomsten.

Nederlandse leerlingen scoren opvallend goed op internationale toets

Op 5 december 2000 werden de eerste resultaten bekend gemaakt van TIMSS-99, een internationaal vergelijkend onderzoek naar het onderwijs in de exacte vakken. Bij dit onderzoek werd in 38 landen, verspreid over alle continenten, een schriftelijke toets voorgelegd aan tweede-klassers in het voortgezet onderwijs. De toets bestond overall uit exact dezelfde opgaven, vertaald naar de landstaal. Daarnaast vulden de leerlingen, hun leraren en schoolleiders ook enquêtes in. Hieruit blijkt bijvoorbeeld dat Nederlandse leerlingen weinig van hun dagelijkse leven herkennen in de wiskundelessen.

De meeste aandacht gaat echter uit naar de toetsresultaten. Nederlandse leerlingen blijken heel goed te scoren in de internationale vergelijking. Alleen leerlingen in vijf Aziatische landen zijn gemiddeld beter. Dat de toets minder goed aansluit bij het Nederlandse leerplan dan bij leerplannen van andere landen wekt daarbij enige bevreemding. Blijkbaar kunnen Nederlandse leerlingen goed uit de voeten met de kale opgaven uit de internationale toets.

TIMSS is de afkorting van Third International Mathematics and Science Study. Het is een internationaal project, waarin landen hun onderwijs in de exacte vakken met elkaar vergelijken. TIMSS wordt georganiseerd door een internationale organisatie voor onderwijsonderzoek, de IEA (International Association for the Evaluation of Educational Assessment) en de coördinatie ervan is in handen van het Amerikaanse onderzoeksinstituut Boston College.

TIMSS startte in 1995 en wordt in een vierjaarlijkse cyclus afgenomen. De resultaten van TIMSS-99 zijn recent vrijgekomen. De voorbereidingen voor de volgende ronde van 2003 zijn alweer in gang gezet. Aldus krijgen we dan TIMSS-95, TIMSS-99 en TIMSS-2003 op een rij.

Kern van het project is dat in alle deelnemende landen dezelfde toets en dezelfde enquêtes worden afgenomen bij vergelijkbare groepen leerlingen en hun leraren en schooldirecteuren. In TIMSS-99 deden 38 landen mee en ging het om die klassen met het grootste aantal veertienjarigen. In Nederland is dat de tweede klas van het voortgezet onderwijs.

Voor het Nederlands aandeel in TIMSS-99 werd een steekproef van 126 scholen genomen. Deze scholen lagen verspreid over het hele land, zowel in grootstedelijke gebieden als op het platteland. In totaal deden 2878 leerlingen in Nederland aan dit onderzoek mee en hun schooltype varieerde van IVBO tot VWO. Bij controle bleek dat de verdeling in de steekproef goed overeenstemde met de landelijke verdeling van de leerlingen over schooltypen.

De resultaten op TIMSS-99

TIMSS gaat over exacte vakken en omvat naast wiskunde ook het vak *science*. In de meeste landen is er in de onderbouw één geïntegreerd natuurwetenschappelijk schoolvak met onderwerpen uit natuur- en scheikunde, biologie, fysische aardrijkskunde, milieukunde en de theorie van natuurwetenschappelijk onderzoek. In Duitsland heet het vak bijvoorbeeld *Naturwissenschaften*, in Frankrijk *sciences naturelles* en in de Angelsaksische wereld heet het *science*. Pas in de bovenbouw wordt het vak dan gesplitst. Met gescheiden natuurwetenschappelijke vakken in de onderbouw neemt Nederland een afwijkende positie in. In het onderzoek blijkt overigens wel vaker dat het Nederlandse onderwijs verschillen vertoont van hetgeen men in andere landen 'normaal' vindt. Verderop in dit artikel zullen nog andere voorbeelden hiervan aan de orde komen.

Alle leerlingen kregen in TIMSS dus opgaven voorgelegd uit de twee gebieden wiskunde en science. In figuur 1 is de TIMSS-99 rangschikking voor wiskunde aangegeven voor een selectie van 20 van de 38 deelnemende landen. Nederland prijkt heel hoog, samen met Vlaanderen direct onder de vijf toplanden uit Azië (behalve Singapore en Japan zijn dit Hong Kong, Taiwan en Korea). Nederland is voor wiskunde zevende in de lijst van 38 landen.

Om de figuur niet zo lang te maken, hebben we een selectie uit de 38 landen genomen. Wie ook wil zien hoe de overige 18 landen zoals Letland, Moldavië, Maleisië of Tunesië het hebben gedaan, kan kijken op de website van TIMSS: <http://timss.bc.edu/>.

Het is jammer dat de twee grote Europese landen Duits-

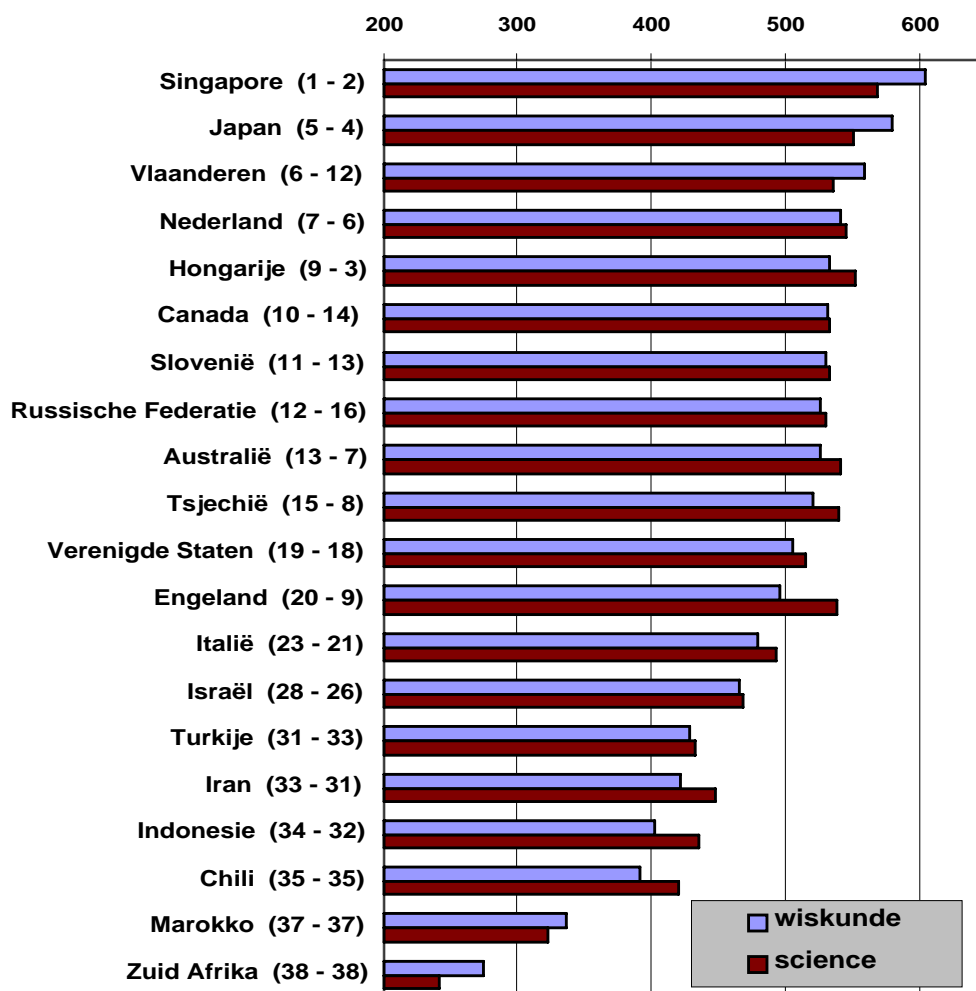


fig. 1 Gemiddelde scores van elk land

land en Frankrijk niet aan TIMSS-99 hebben meegedaan. Gelukkig participeren zij wel in een ander internationaal vergelijkend onderzoek, PISA genaamd, dat georganiseerd wordt door de OESO (Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling). Aan dit onderzoek doen 32 landen mee, waaronder de meeste West- en Noord-Europese landen inclusief IJsland en Luxemburg, plus nog negen rijkere landen in andere continenten (Japan, VS, Canada, Australië, enzovoort). De eerste rapportages van PISA worden dit najaar verwacht. Omdat er veertien landen aan beide studies meedoen (onder andere Nederland, Engeland, België, de Verenigde Staten en Japan) wordt het mogelijk om de resultaten van TIMSS en PISA te vergelijken. Voor meer informatie over PISA zie: <http://www.pisa.oecd.org/>.

Een betrekkelijke score

Terug naar TIMSS en de resultaten van figuur 1. Hier staan de gemiddelde scores van elk land weergegeven met een schaalgetal waarvan het internationale gemiddelde voor zowel wiskunde als science 488 is. Deze scoregetallen

zijn *relatief*: ze zeggen alleen iets over hoever landen uit elkaar liggen.

De score is bovendien niet precies. Aangezien er in elk land met een steekproef van de totale populatie werd gewerkt, moet er rekening gehouden worden met mogelijke deviaties. Als de steekproef bijvoorbeeld op een andere dag getrokken was, dan zouden er kleine verschillen in de resultaten kunnen optreden. Een steekproef van 2878 leerlingen is voor Nederlandse begrippen redelijk groot. In de meeste andere landen was de steekproef echter veel groter en daardoor de marges van hun score kleiner. Bijvoorbeeld in de Verenigde Staten wordt veel waarde gehecht aan TIMSS, waardoor ze met een groter onderzoeksbudget een steekproef van ruim negenduizend leerlingen aankonden.

Rekening houdend met de onnauwkeurigheden heeft de wiskundescore van 540 punten van Nederland een standaardfout van 7,1 punten (ofwel: de score van Nederland in TIMSS-99 ligt met 95% zekerheid tussen 526 en 554). Daardoor is de Nederlandse score van 540 statistisch niet

verschillend van Vlaanderen (zesde op de ranglijst, met 558 punten en s.e.=3,3) of van Tsjechië (15e, met 520 punten en s.e.=4,2), maar wel hoger dan die van de Verenigde Staten (19e, met 502 punten en s.e.=4,0). Nederland behoort daarmee, met elf andere landen, tot de 'subtop'.

In de figuur zijn ook de resultaten van het vak science in TIMSS-99 opgenomen. Zoals te zien is, zijn er slechts kleine verschillen tussen de twee scores van de landen. Landen die bij wiskunde hoog scoren, doen dat meestal ook voor science. Alleen Vlaanderen scoort in wiskunde beduidend hoger dan in science, en voor Engeland geldt het omgekeerde. Bij elk land is tussen haakjes het rangnummer in de totale lijst van 38 landen voor wiskunde, respectievelijk science aangegeven.

Vergelijkend met de scores van andere landen komt Nederland in science hoger uit dan in wiskunde. Niet alleen staat Nederland op een hogere positie (de zesde plaats, direct onder de vijf Aziatische toplanden), maar omdat de Aziatische toplanden gemiddeld lager scoren op science dan op wiskunde, komt Nederland in de science-ranking terecht in de absolute mondiale top en is geen enkel land significant beter. Dit in tegenstelling tot wiskunde. Nederland behoort wat betreft science met een groot aantal andere landen tot de best presterende landen. Voorbeelden van landen die significant lager scoorden dan Nederland op de science-opgaven zijn: de Verenigde Staten, Italië en Israël.

Grensgevallen

Er waren in de toets in totaal 155 reken/wiskundeopgaven over uiteenlopende gebieden als breuken, meten, schatten, verhoudingen, algebra, meetkunde, kansrekening, data-representatie, enzovoort. De opgaven waren verdeeld over acht verschillende toetsboekjes. Een reden voor het spreiden van de opgaven was dat het aantal opgaven te hoog was om aan elke leerling voor te leggen. Een tweede reden was dat in sommige landen de leerlingen dicht op elkaar gepakt zitten in een lokaal, waardoor spieken onvermijdelijk is. Men denke daarbij bijvoorbeeld aan landen als Japan, Singapore, Turkije en Zuid-Afrika waar een tweede klas gemiddeld 36, respectievelijk 37, 43, en 50 leerlingen telt (gemiddeld dus!). Met de acht verschillende toetsboekjes werd het spiekegevaar in deze situaties een beetje geneutraliseerd.

Driekwart van de opgaven was multiple choice, hetgeen véél is naar Nederlandse maatstaven. Maar onze leerlingen hadden er geen enkele moeite mee, want ze zijn er bij andere vakken en ook met de Cito-toets voor groep 8 van de basisschool al ruimschoots op getraind. De grote hoeveelheid meerkeuze vragen was ingegeven door twee redenen: het is snel na te kijken (geautomatiseerd) en ze zijn in alle landen op dezelfde manier na te kijken. Bij een internationaal vergelijkende toets is er namelijk een probleem met het beoordelen van open opgaven, omdat men in verschillende culturen verschillend omgaat met *grens-*

gevallen (antwoorden die half-goed/half-fout zijn). In sommige landen, zoals de Angelsaksische, hecht men veel waarde aan de presentatie van een antwoord, inclusief eenheden en een precisie-aanduiding in de decimalen. Dan is een antwoord '3', waar eigenlijk '3,000 cm' had moeten staan, een halszaak en wordt het gehele antwoord fout gerekend. In Nederland gaan we hier iets toleranter mee om en vinden we de wijze waarop een leerling tot het antwoord is gekomen ook belangrijk en geven we alleen een kleine puntenaftrek. De ervaring leert dat het moeilijk is om goede correctievoorschriften op te stellen die in alle landen op dezelfde manier geïnterpreteerd worden. Aldus was er vanuit het perspectief van de internationale vergelijking dus een speciale aanleiding om het aantal open vragen te beperken. Hoe meer open vragen, hoe groter de systematische foutenmarges tussen landen.

Moeilijkheidsgraad

Een belangrijk kenmerk van een internationale vergelijkende toets is dat een opgave in het ene land moeilijk gevonden kan worden en in een ander land makkelijk. Omdat in veel landen het niveau van het wiskundeonderwijs lager is dan in Nederland, komt de toets op ons als 'simpel' over. Men moet daarbij echter bedenken dat in veel landen het onderwijs 'kaler' is. Niet alleen hebben de opgaven er weinig contexten, maar er zijn ook minder onderwijshulpmiddelen (schriften, geodriehoekjes, zakrekenmachines, gekleurde illustraties in de boeken, enzovoort). De manier van onderwijzen is dus minder aangekleed. Dit heeft ook een weerslag op het niveau van wiskundeonderwijs.

Om een idee te geven van de toetsopgaven staan zeven van de 155 opgaven uit TIMSS-99 in het kader op bladzijde 26. Zoals is te zien zijn sommige opgaven eenvoudige rekenopgaven van basisschoolniveau. Andere opgaven stijgen echter boven het niveau van een Nederlandse klas 2 uit. De opgaven zijn kort en toetsen een losstaand stukje kennis of vaardigheid. Er komen weinig contexten in voor. De leerlingen merkten tijdens de toets dan ook op dat deze opgaven anders waren dan wat ze gewend waren.

In tabel 1 staan van deze zeven voorbeeldopgaven de leerlingprestaties genoteerd, uitgedrukt in het percentage leerlingen dat het correcte antwoord gaf (percentage correct). Hieruit blijkt dat de Nederlandse leerlingen op een aantal opgaven hoger scoren dan het internationaal gemiddelde en op andere lager. Ter vergelijking zijn ook nog de percentages correct van de leerlingen uit Vlaanderen, Turkije, de Verenigde Staten en Japan gegeven. Nederlandse leerlingen scoren bijvoorbeeld wat minder op cijferen en het oplossen van een lineaire vergelijking, maar ze maken dit ruimschoots goed op andere opgaven. Sommige opgaven zijn *scheidend* tussen landen, zoals bijvoorbeeld opgaven J18 (afstanden in het kaartje schatten) en V4 (bolstapelings tellen). In landen zoals Japan kan een grote meerderheid van de leerlingen hiermee

Zeven opgaven uit de wiskundetoets TIMSS-99

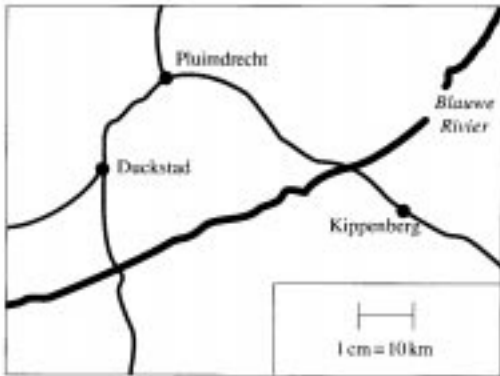
H9. De uitkomst van $691 + 208$ ligt het dichtst bij de uitkomst van:

- A. $600 + 200$
- B. $700 + 200$
- C. $700 + 300$
- D. $900 + 200$

R7. Reken uit: $4,722 - 1,935 =$

- A. 2,787
- B. 2,797
- C. 2,887
- D. 2,897

J18. Op de kaart stelt 1 cm in werkelijkheid 10 km voor.



Hoever liggen Pluimdrecht en Kippenberg in werkelijkheid ongeveer uit elkaar?

- A. 5 km
- B. 30 km
- C. 40 km
- D. 50 km

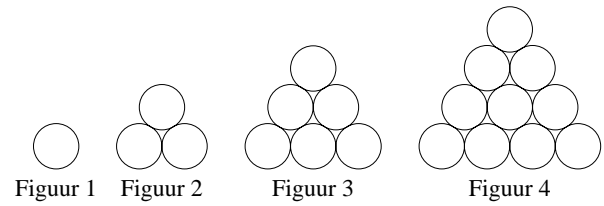
L17. Voor welke x geldt: $12 \cdot x - 10 = 6 \cdot x + 32$?

Antwoord: _____

R10. Gegeven is dat a , b en c verschillende reële getallen zijn. Welke bewering is waar?

- A. $a - b = b - a$
- B. $a \cdot (b - c) = b \cdot (c - a)$
- C. $b - c = c - b$
- D. $a \cdot b = b \cdot a$
- E. $a \cdot b - c = a \cdot c - b$

V4. In elke figuur zie je een verzameling cirkels.



- a. Vul de onderstaande tabel verder in. Vul eerst in uit hoeveel cirkels figuur 4 bestaat. Vul daarna in hoeveel cirkels nodig zouden zijn voor de vijfde figuur als de rij figuren voortgezet zou worden.

Figuur	Aantal cirkels
1	1
2	3
3	6
4	
5	

- b. De rij figuren wordt voortgezet tot de zevende figuur. Hoeveel cirkels zullen nodig zijn voor figuur 7?

Antwoord: _____

- c. De 50^e figuur in de rij bestaat uit 1275 cirkels. Bepaal het aantal cirkels voor de 51^e figuur. Verklaar of laat zien hoe je tot het antwoord gekomen bent. Je mag de 51^e figuur niet tekenen.

V2. Chris wil zich voor 24 nummers op een tijdschrift abonneren. Hij leest de volgende advertenties voor twee tijdschriften. *Ceds* is de munteenheid in het land waar Chris woont.

<p>Computer Tijdschrift</p> <p>24 nummers Eerste vier nummers GRATIS De rest 3 <i>ceds</i> per nummer.</p>	<p>Basketball Tijdschrift</p> <p>24 nummers Eerste zes nummers GRATIS De rest 3,5 <i>ceds</i> per nummer.</p>
---	--

Voor welk tijdschrift zijn 24 nummers het goedkoopst? Hoeveel goedkoper? Laat zien hoe je aan je antwoord komt.

Tabel 1: Zeven voorbeeldopgaven uit TIMSS-99 en de scores daarop door leerlingen uit verschillende landen (percentages correcte antwoorden)

Voorbeeldopgaven wiskunde uit TIMSS-99	Internationaal gemiddelde score	Leerling-scores per land				
		Nederland	Vlaanderen	Turkije	Verenigde Staten	Japan
H9 – schattend optellen	80	95	96	74	93	95
R7 – aftrekken met kommagetallen	77	69	73	71	77	86
J18 – afstanden in kaartje	57	70	83	35	40	85
L17 – lineaire vergelijking oplossen	44	19	58	32	34	85
R10 – bewering over getallen a, b, c	37	40	54	20	40	49
V4 – bolstapelings tellen	30	48	44	11	34	66
V2 – abonnementen vergelijken	24	25	42	10	26	39

overweg, terwijl in andere landen, zoals de Verenigde Staten en Turkije, dezelfde opgaven alleen door een minderheid van de leerlingen correct gemaakt worden. Opgave V2 (abonnementsprijzen vergelijken) is overigens een opgave die door Nederlandse inbreng in de toets is opgenomen en het is opmerkelijk dat de Nederlandse leerlingen zich hierop absoluut niet van het internationaal gemiddelde onderscheiden.

De leerlingsscores op de voorbeeldopgaven geven weer wat in het algemeen over de volle breedte van alle 155 opgaven ook opvalt: Nederlandse leerlingen scoren hoog op getal-inzicht, schatten, meten, ruimtelijk inzicht en dataverwerking. Wat lager in vergelijking tot andere onderwerpen is de score op algebraopgaven. Dit onderdeel neemt binnen de wiskunderesultaten ongeveer dezelfde positie in als scheikunde binnen de science-resultaten. Beide onderdelen komen in Nederland in de tweede klas wat minder aan de orde dan in andere landen. Maar omdat Nederlandse leerlingen de algebra- en scheikundeopgaven met enige flair tegemoet treden, komen ze toch een heel eind. Dat bijvoorbeeld 40% van de Nederlandse leerlingen opgave R10 (bewering over getallen a, b, c) correct beantwoordt, kan hier wellicht mee verklaard worden.

Een diversiteit aan leerplannen

Een probleem bij een internationale toets is, dat de opgaven niet in alle landen even goed bij het leerplan passen. In sommige landen is er meer nadruk op het netjes uitvoeren van rekenkundige operaties (mechanistisch of algoritmisch rekenonderwijs) en worden definities erin gestampt, terwijl in andere landen, zoals Nederland, de stof opgebouwd wordt vanuit contexten. Bij de samenstelling van de TIMSS-toets is gepoogd deze *equally unfair* voor alle landen te maken. In hoeverre men daarin geslaagd is, is onderzocht met een *Test Curriculum Matching Analysis*. In elk land werd aan leerplanexperts gevraagd om van elke opgave aan te geven of deze bij het nationale leerplan paste. In Nederland zijn hiervoor mensen geconsulteerd die goed bekend zijn met de kerndoelen wiskunde voor de basisvorming.

teerd die goed bekend zijn met de kerndoelen wiskunde voor de basisvorming.

Het resultaat van deze analyse staat in tabel 2. Voor de twintig eerdergenoemde landen wordt met een percentage aangegeven in hoeverre de toets paste bij het leerplan van de tweedeklas-leerlingen. De percentages zijn berekend over 169 wiskunde-scorepunten, waarin is meegenomen dat sommige van de 155 wiskundeopgaven uit twee onderdelen bestonden en andere op een twee-puntschaal werden beoordeeld.

Tabel 2: Percentage van TIMSS-99 wiskunde- en scienceopgaven, geschikt bij nationaal beoogd leerplan (bron: Mullis, Martin et. al., 2000)

Land	Percentage scorepunten passend bij	
	wiskunde leerplan (n=169)	science leerplan (n=153)
Verenigde Staten	100	100
Indonesië	100	89
Vlaanderen	98	58
Turkije	98	97
Canada	98	51
Slovenië	96	100
Tsjechië	96	95
Italië	95	82
Japan	95	61
Australië	94	76
Singapore	94	73
Iran	89	65
Marokko	89	44
Hongarije	84	94
Zuid-Afrika	83	31
Engeland	81	80
Israël	76	50
Russische Federatie	75	57
Nederland	71	68
Chili	58	76

Voor de helft van de deelnemende landen sluit de toets voor meer dan 90% aan op hun leerplan van de tweede klas. Voor driekwart van de landen sluit minstens 80%

van de toets hierop aan. In deze landen is er blijkbaar een redelijk goede overeenstemming tussen de TIMSS-toets en de lesstof. Nederland staat echter bijna helemaal onderaan: slechts 71% van de toets sluit qua inhoud aan op de stof uit de basisvorming. Wat de reden is dat Chili nog lager staat, weten we niet.

De reden waarom de toets minder goed bij het Nederlandse leerplan past, is dat de opgaven naar Nederlandse begrippen als 'kaal' worden aangemerkt. Toch blijken de Nederlandse leerlingen er goed mee uit de voeten te kunnen. Waarschijnlijk komt dit doordat zij de wiskundige kennis, inzichten en vaardigheden nog steeds goed kunnen uitvoeren bij opgaven die ontdaan zijn van contexten. Als je binnen een contextopgave de wiskunde kent, dan kun je die ook in een kale wiskundesom toepassen!

Verder zitten er onderwerpen in de TIMSS-toets zoals het oplossen van lineaire vergelijkingen (zie voorbeeldopgave L17), algebraïsche notaties en beweringen (zie voorbeeldopgave R10), kansrekening en transformatiemeetkunde, terwijl deze voor de meeste leerlingen pas in een hoger leerjaar aan bod komen, of geheel niet in ons leerplan zijn opgenomen.

Ter vergelijking zijn in tabel 2 van elk land ook de percentages gegeven voor de mate waarin de science-opgaven uit de toets passen bij het leerplan van de leerlingen. Voor de science-opgaven geldt in Nederland ongeveer hetzelfde percentage als voor de wiskundeopgaven.

Uit de tabel blijkt bijvoorbeeld ook dat het leerplan in de Verenigde Staten zo ruim is, dat de hele toets er goed in past, zowel op science- als op wiskundegebied. Dat de Amerikaanse leerlingen toch niet hoog scoren in de internationale vergelijking heeft hiermee te maken: er wordt zoveel stof aangeboden, dat de leerlingen niet de gelegenheid krijgen er dieper op in te gaan, met als gevolg dat het niet beklijft. Het Amerikaanse wiskundeleerplan wordt ook wel gekarakteriseerd als *one mile wide, one inch deep*. Een andere reden die wordt aangevoerd voor de tegenvallende Amerikaanse score is dat er relatief veel wiskundeleraren in de onderbouw een algemene onderwijskundige scholing hebben en niet gespecialiseerd zijn in wiskunde.

De leraren gevraagd naar de geschiktheid van de toets

In Nederland was er geen goede aansluiting tussen de TIMSS-wiskundetoets en de beoogde leerstof in de klas. Er werd zelfs gedacht dat de Nederlandse leerlingen in het nadeel zouden zijn, omdat zij hun kennis over bijvoorbeeld kijkmeetkunde en globale grafieken niet zouden kunnen tonen. Daarom is ook de leraren van de betreffende klassen naar hun mening gevraagd over de toetsopgaven. Zij kregen een vragenlijst waarin de opgaven stonden en de vraag was om aan te geven of deze *inhoudelijk* bij alle voorgaande leerstof (inclusief die van de basisschool) paste, met andere woorden: of de leerlingen de betreffende stof in de klas aangeboden hadden ge-

kregen. Er werd expliciet bij gevraagd om niet naar de moeilijkheidsgraad of de vraagvorm (bijvoorbeeld *multiple choice*) te kijken.

Om het oordeel van de wiskundeleraren te kunnen vergelijken, kregen de Vlaamse wiskundecollega's dezelfde vragen voorgelegd¹. Ook werden 70 natuur/scheikundeopgaven uit de science-toets aan hun natuur/scheikundecollega's in Nederland voorgelegd. Aldus ontstond er voor elke opgave uit de toets een 'leraaroordeel'. Door bij elke opgave het percentage leraren te nemen dat aangaf de betreffende opgaven inhoudelijk passend bij de onderwezen stof te achten, ontstond er een 'maat' voor de geschiktheid van de opgave. Indien veel leraren een opgave geschikt achten, dan hebben waarschijnlijk veel leerlingen de stof van de opgave aangeboden gekregen (het is nog wat anders of ze ook het correcte antwoord kunnen geven).

In figuur 2 staan de resultaten van de leraaroordelen over de toetsopgaven. Er zijn vijf categorieën gemaakt. In de eerste categorie '0-20%' zitten de opgaven die door heel weinig leraren als 'geschikt' zijn aangemerkt. Bijvoorbeeld opgave R10 (zoek de juiste bewering over getallen a, b, c) valt in deze categorie. In de laatste categorie '80-100%' zitten de opgaven die door heel veel (bijna alle) leraren geschikt werden geacht.

Er zijn drie grafieken: een voor de Vlaamse wiskundeleraren, een voor de Nederlandse wiskundeleraren en een voor de Nederlandse natuur/scheikundeleraren.

fig. 2 Geschiktheidsoordeel van TIMSS-99 toetsopgaven door Vlaamse en Nederlandse wiskundeleraren, en door Nederlandse nask-leraren

Tweederde van de opgaven wordt geschikt bevonden door meer dan 80% van de Nederlandse wiskundeleraren en 90% van de opgaven wordt door meer dan 60% van hen geschikt bevonden. Gemiddeld wordt een willekeurige TIMSS-wiskundeopgave door 82% van de leraren als geschikt bevonden, inclusief de opgaven die niet passen bij de kerndoelen. Het oordeel van de Nederlandse wiskundeleraren lijkt daarmee positiever te zijn dan het oordeel van de vakexperts. Als we de opgaven uitsplitsen naar wel/niet passend bij het leerplan in de basisvorming, dan is het gemiddelde percentage leraren dat een ge-

schiktheidsoordeel geeft 87% voor de opgaven die passen, respectievelijk 71% voor de opgaven die volgens de vakexperts niet bij het leerplan passen. Er blijkt dus dat ook opgaven die niet bij de kerndoelen passen in grote mate een positief oordeel krijgen van de wiskundeleraars. Hoe dit te rijmen valt met de uitvoering van de basisvorming, vereist nader onderzoek.

Wat ook in de figuur opvalt, is dat het antwoordenpatroon van de Vlaamse en de Nederlandse wiskundeleraars een grote gelijkenis vertoont. Beide leraargroepen geven een zeer positief oordeel over de toetsopgaven, waarbij de Vlaamse licht positiever zijn. Dit is opmerkelijk, omdat het Vlaamse wiskundeleerplan nogal afwijkt van het Nederlandse. Het vertoont grote gelijkenis met de stof zoals we die voor de invoering van de basisvorming (in 1993) kenden. In de Vlaamse brugklassen wordt er volop geoefend met algebraopgaven als 'werk de haakjes uit: $2(a + b) = \dots$ ' en bij meetkunde behandelen ze bijvoorbeeld de middelloodlijn. Het zou interessant zijn om uit te zoeken hoe het komt dat er zoveel grensoverschrijdende overeenstemming is tussen de wiskundeleraars.

Het antwoordenpatroon van de Nederlandse natuur/scheikundeleraars ziet er geheel anders uit. Er zijn weinig natuur/scheikundeopgaven in de TIMSS-toets die door (bijna) alle leraren geschikt geacht worden. Een willekeurige TIMSS-natuur/scheikundeopgave wordt door ongeveer 60% van de betreffende leraren geschikt gevonden. Kortom: de natuur/scheikundeleraars denken veel minder positief over de TIMSS-opgaven dan de wiskundeleraars. Desondanks scoorden de leerlingen in het science-gebied heel goed. Ook hiervoor hebben we geen goede verklaring en bevelen we nader onderzoek aan, ditmaal vakoverschrijdend.

Het dagelijks leven als aspect in het wiskundeonderwijs
Belangrijk in TIMSS is om niet alleen de toetsresultaten

internationaal te vergelijken, maar ook om een breed scala aan aspecten van het onderwijs in de exacte vakken te onderzoeken. Het gaat dan om de vraag 'wat kunnen we van andere landen leren?'

Omdat we het in Nederland belangrijk vinden dat het wiskundeonderwijs moet aansluiten bij de belevingswereld van de leerlingen, geven we hieronder nog twee onderzoeksresultaten uit TIMSS-99 weer. Ze hebben betrekking op verbanden van de wiskundestof met het dagelijks leven. Voor andere resultaten uit TIMSS-99 verwijzen we naar een artikel² waarin we onder andere schrijven over de trend tussen TIMSS-95 en TIMSS-99 en over hoe het Nederlandse wiskundeonderwijs eruitziet in vergelijking tot andere landen, zoals bijvoorbeeld de sexeverhoudingen van de tweedeklasleraren. Ook kunt u daarin lezen dat de Nederlandse leerlingen, in vergelijking tot leerlingen in veel van de andere onderzochte landen, niet bijzonder positief staan tegenover het schoolvak wiskunde.

Aan de wiskundeleraars werd de volgende vraag voorgelegd: *hoe belangrijk zijn, volgens u, de volgende zaken voor leerlingen om op school goede cijfers te halen voor wiskunde?* Vervolgens stonden er zes vaardigheden:

- logisch kunnen denken
- begrippen, principes en wetmatigheden van het vak kunnen begrijpen
- in staat zijn eigen conclusies te onderbouwen
- creatief kunnen denken
- formules en procedures kunnen onthouden
- begrijpen welke rol wiskunde speelt in het dagelijks leven.

Het antwoord voor de zes vaardigheden kon op een driepuntsschaal (niet belangrijk – enigszins belangrijk – erg belangrijk) worden aangekruist. Figuur 3 laat voor elke vaardigheid zien welk percentage leraren de vaardigheid erg belangrijk vindt.

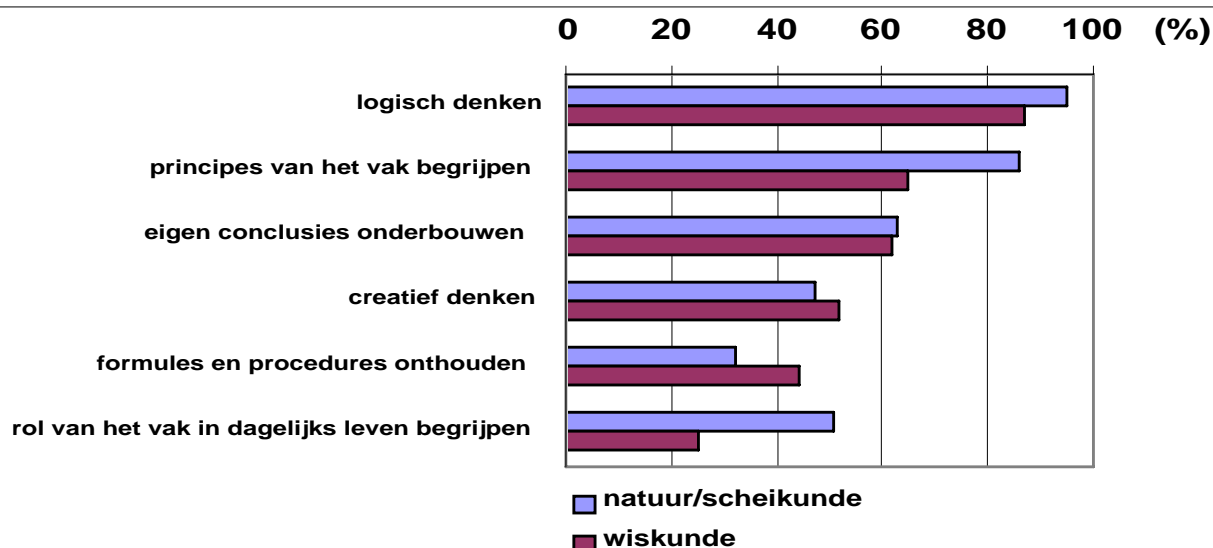


fig. 3 Percentage leraren wiskunde, respectievelijk natuur/scheikunde, dat aangeeft de vaardigheid erg belangrijk te vinden voor het behalen van goede cijfers voor hun vak

In de vragenlijst voor de natuur/scheikundeleraren zat dezelfde vraag, maar dan met betrekking tot hun eigen vak. De resultaten daarvan zijn ook in de figuur opgenomen. Wat opvalt is dat veel wiskundeleraren een grote mate van belang hechten aan ‘logisch denken’, ‘het begrijpen van de begrippen, principes en wetmatigheden’ en het ‘in staat zijn eigen conclusies te kunnen onderbouwen’. Dit laatste zal zeker verband houden met het nieuwe leerplan, waarin het *verwoorden* een belangrijkere plaats is gaan innemen. Veel minder belang wordt gehecht aan ‘creatief kunnen denken’ en ‘formules en procedures kunnen onthouden’. Het laagste percentage wiskundeleraren komt onderaan in de grafiek. Minder dan een kwart van de wiskundeleraren geeft aan een groot belang te hechten aan het ‘begrijpen welke rol wiskunde speelt in het dagelijks leven’. Hoe deze opvatting zich verhoudt tot het behandelen van contextrijke opgaven is ons niet bekend.

Vergelijken we de opvattingen van de wiskundeleraren met die van hun natuur/scheikundecollega's, dan zien we vooral op drie punten verschillen. De vaardigheden ‘begrijpen van de principes van het vak’ en ‘begrijpen welke rol het vak speelt in het dagelijks leven’ worden door bevestigend meer natuur/scheikunde- dan wiskundeleraren erg belangrijk gevonden. De vaardigheid ‘formules en procedures kunnen onthouden’ is voor minder natuur/scheikundeleraren van belang.

Uit het bovenstaande ontstaat de veronderstelling dat de wiskundeleraren de contextrijke opgaven in de schoolboeken wellicht zien als een *instap* tot het bereiken van vaardigheden als logisch denken en principes begrijpen. De toepasbaarheid van het vak speelt voor hen bij het behalen van goede cijfers op een proefwerk blijkbaar een minder grote rol. Dit zou ook kunnen verklaren waarom de leraren behoorlijk positief oordelen over de kale opgaven uit de TIMSS-toets.

De leerlingen naar hun mening gevraagd

Aan de leerlingen werd ook gevraagd in hoeverre zij aspecten uit het dagelijks leven in het wiskundeonderwijs ontmoeten. De activiteit was: ‘*bij het oplossen van wiskundige vraagstukken gaan we uit van voorbeelden van dingen uit het dagelijks leven*’. Op een vierpuntsschaal moesten zij de frequentie hiervan aangeven (bijna altijd – altijd – soms – nooit). In tabel 3 is van de twintig eerder genoemde landen het percentage leerlingen aangegeven dat als antwoord gaf: ‘(bijna) altijd’. Er is een kolom voor wiskunde en een kolom voor science. De laatste is enigszins onzuiver, omdat science in veel landen ook biologie en/of aardrijkskunde omvat en er dus niet puur op natuur/scheikunde wordt vergeleken.

Het is duidelijk dat het beantwoordingspatroon op deze vraag tussen landen erg verschilt. Hoe het komt dat een relatief hoog percentage leerlingen in Zuid-Afrika zo positief is, weten we niet. Dat de Engelse leerlingen aange-

Tabel 3: Percentage leerlingen dat het dagelijks leven in opgaven herkent.

(bron: Mullis, Martin, et. al., 2000)

Land	Wiskunde	Science, resp. natuur/scheikunde
Zuid-Afrika	60	65
Engeland	55	51
Marokko	55	n.a.*
Verenigde Staten	54	50
Australië	53	46
Canada	52	51
Singapore	50	64
Chili	50	53
Israël	48	45
Tsjechië	47	39
Russische Federatie	37	41
Slovenië	35	37
Iran	31	35
Italië	29	31
Vlaanderen	27	40
Nederland	27	31
Turkije	26	34
Hongarije	24	41
Indonesië	19	23
Japan	19	21

* niet afgenomen

ven veel voorbeelden uit het dagelijks leven te herkennen, kan te maken hebben met hun onderwijs traditie, waarin projectmatig wordt gewerkt. Wie een Engels wiskundelokaal bezoekt, ziet er bijvoorbeeld maquettes gemaakt van luciferdoosjes, een volledige fiets (voor het meten van hoeken en het rekenen aan tandwielen) en kleurrijke leerlingwerkstukken in postervorm. In vergelijking hiermee zijn de wiskundelokalen in Nederland erg kaal.

Nederland staat bijna onderaan in tabel 3, direct onder Vlaanderen, waar het wiskundeleerplan veel minder contextrijk is. Hiermee geven veel van onze leerlingen dus aan dat ze weinig alledaagse zaken in hun onderwijs herkennen, zowel voor wiskunde als voor natuur/scheikunde. Het is mogelijk dat de realistische contexten voor de leerlingen geen dagelijkse praktijkvoorbeelden zijn. Wellicht ook blijven de contextrijke opgaven uit de schoolmethodes op zekere afstand en ontstijgen de kleurrijke foto's van bijvoorbeeld verpakkingsmaterialen het boek niet. Dat de meeste Nederlandse wiskundeleraren bij dergelijke hoofdstukken niet snel aan de leerlingen vragen om zelf doosjes van huis mee te nemen, heeft hier waarschijnlijk mee te maken. Gevraagd naar commentaar, zei een leraar hierover: ‘Als je van som naar som gaat, wie denkt er dan diep na over elke context, dat kost maar tijd.’

De leerlingoordelen over het gebruik van voorbeelden uit hun dagelijks leven rijmen met de eerder beschreven leeropvatting: het begrijpen welke rol wiskunde speelt in

het dagelijks leven heeft voor het behalen van goede cijfers een lagere prioriteit dan andere vaardigheden (zie figuur 3). Wellicht is het wiskundeonderwijs in de tweede klas in Nederland enigzins kaler dan beoogd.

Tot slot

De TIMSS-studie uit 1999 bestrijkt slechts een klein deel van het wiskundeonderwijs, alleen de tweede klas van het voortgezet onderwijs. Dat de betreffende leerlingen in de internationale vergelijking goed scoren, betekent dat er in vergelijking tot andere landen goed werk wordt verricht. Maar dat de Nederlandse leerlingen goed scoren op een toets met kale opgaven waarvan een deel minder goed aansluit op het beoogd leerplan van de basisvorming, geeft ook te denken. Het onderzoek geeft ook aan dat er verbeteringen mogelijk zijn. Het gebied van de algebra verdient bijvoorbeeld aandacht, evenals de aansluiting van de leerstof op de alledaagse werkelijkheid van de leerlingen. Verder roept TIMSS veel vragen op waarnaar verder onderzoek gewenst is. Ook dat is wat waard.

Pauline Vos en Klaas Bos

Beide auteurs werken aan de Universiteit Twente. Klaas Bos is projectleider van TIMSS in Nederland, Pauline Vos is medewerkster aan dit project.

Meer informatie over TIMSS-1999 bij het OCTO, Universiteit Twente

Klaas Bos, tel. 053- 489 39 55

e-mail: boskt@edte.utwente.nl

Pauline Vos, tel. 053-489 5667

e-mail: vosp@edte.utwente.nl

Noten

- [1] We zijn de Vlaamse TIMSS onderzoekers Prof dr. J. Van Damme en drs. A. Van den Broeck (K.U. Leuven) erkentelijk voor het beschikbaar stellen van deze gegevens.
- [2] Pauline Vos & Klaas Bos, Nederlands wiskundeonderwijs bij de internationale top. Te verschijnen in *Euclides*, 76(6) april 2001.

Literatuur

TIMSS in Nederland:

Bos, K.Tj. & F.P. Vos, *Nederland in TIMSS-99, exacte vakken in leerjaar 2 van het voortgezet onderwijs*. Enschede, OCTO rapport, 2000.

Te bestellen bij OCTO, Sandra Schele, 053-4892022.

TIMSS internationaal:

Mullis, I.V.A., M.O. Martin, E.J. Gonzalez, K.D. Gregory, R.A. Garden, K.M. O'connor, S.J. Chrostowski & T.A. Smith, (2000). *TIMSS 1999 International Mathematics Report, Findings from IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eighth Grade*. Boston, MA: Boston College.

Martin, M.O., I.V.A. Mullis, E.J. Gonzalez, K.D. Gregory, T.A. Smith, S.J. Chrostowski, R.A. Garden & K.M. O'Connor, (2000). *TIMSS 1999 International Science Report, Findings from IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eighth Grade*. Boston, MA: Boston College. Beide internationale TIMSS-rapporten zijn te downloaden van: <http://timss.bc.edu/>