

Proeftoets meetkunde op de basisschool (1)

- kwantitatieve resultaten -

E. de Moor, J. Janssen, J.M. Kraemer & J. Menne
Freudenthal instituut, Universiteit Utrecht/Cito, Arnhem

In 1995 heeft vanuit het Pimbo-project voor de eerste maal een proeftoets meetkunde plaatsgevonden bij een representatieve steekproef van groep 8, van de scholen die deelnemen aan de eindtoets basisonderwijs van het Cito. Gebleken is dat het mogelijk is goed discriminerende items en valide toetsen voor dit nieuwe domein op te stellen. De gemiddelde goedscore voor meetkunde bedroeg 62 procent. Er is een matige correlatie gevonden tussen de reken- en de meetkundeprestaties. Gebleken is verder dat meisjes op meetkunde significant zwakker presteren dan jongens. Dit eerste verkennende onderzoek geeft aanleiding tot nader onderzoek over samenhang tussen methode, omvang en kwaliteit van aanbod van het meetkundeonderwijs op de basisschool.

1 Inleiding

Korte historie

Sinds kort behoort ook meetkunde tot de leerstof van de basisschool. Met de vaststelling van de kerndoelen voor het basisonderwijs in 1993 heeft dit ook een officiële en formele basis.¹ Het nieuwe onderwerp maakt deel uit van het programma van de nieuwe reken-wiskundemethoden en het krijgt langzamerhand meer aandacht, zowel in de toetsen van het Cito-leerlingvolgsysteem (LVS) als in de eindtoets basisonderwijs van het Cito. Het ontstaan van de huidige basisschoolmeetkunde is terug te voeren tot het leerplanontwikkelingswerk van Wiskobas in de jaren zeventig. Meetkunde werd in het 'model voor een schoolwerkplan' van Wiskobas (1975) als een apart 'leerstofvlak' opgevat.² Inhoudelijk gezien ging het daarbij om een veelzijdige oriëntatie in de wereld waarin we leven, waarbij geleidelijk aan ook wat formelere aspecten aan de orde werden gesteld.

Als organisatie-principe werd toen voornamelijk voor thema's en projecten gekozen. Hierbij stonden eigen activiteiten van de leerlingen en een interactieve onderwijsaanpak voorop. Een bekend voorbeeld was het project 'Waterland'.³ Rijke en (voor de kinderen) realistische contexten werden gekozen als uitgangspunt voor de ontwikkeling van meetkundige begrippen en hun onderlinge relaties, en voor de verklaring van meetkundi-

ge verschijnselen uit het leven van alledag. Het is deze meetkunde die vanaf de jaren zeventig in de methoden is verwerkt en die nu in de kerndoelen wordt aangeduid (zie onder 2).

Implementatie

Over de implementatie van deze nieuwe activiteiten en de effecten van het gegeven onderwijs is tot nog toe weinig bekend.

Via de tweede periodieke peiling einde basisonderwijs (PPON) en via enkele opgaven van de LVS-toetsen en de eindtoets basisonderwijs beschikken we weliswaar over eerste aanwijzingen van de opbrengsten van het meetkundeonderwijs (Bokhove e.a., 1996), maar de gebruikte toetsen hadden een beperkte omvang en de dekking van de leerstof was onvolledig.

Daarom is in 1994 een samenwerkingsproject gestart tussen het Freudenthal instituut (E. de Moor) en het Cito (J. Janssen en J.M. Kraemer). Dit project opereert onder de naam PIMBO: Project Innovatie Meetkunde in het BasisOnderwijs. De doelen van dit project zijn:

- ontwikkeling van geschikte meetkunde-items en toetsen;
- onderzoek naar de opbrengst van het meetkunde-onderwijs in de basisschool;
- onderzoek naar de waardering en het belang van meetkunde bij leraren basisonderwijs, Pabo-docenten en schoolbegeleiders;
- onderzoek naar de mate waarin het programma van de gebruikte methoden wordt geïmplementeerd;
- onderzoek naar nascholingsbehoeften.

In dit artikel doen we verslag van het onderzoek betreffende de eerste twee doelen. We beschrijven de ontwikkeling van het experimentele toetsinstrument en we analyseren de verkregen kwantitatieve resultaten. Voor het gemak zullen we de meetkunde proeftoets soms omschrijven met de 'Pimbo-toets'.

In een tweede artikel zullen de resultaten van de Pimbo-toets aan een meer vakinhoudelijk-kwalitatieve analyse onderworpen worden.

Ten slotte zullen in een derde (wellicht vierde) artikel van deze reeks de laatste drie doelen besproken worden. Dit naar aanleiding van een drietal in 1995 uitgevoerde

enquêtes onder leraren basisonderwijs, Pabo-docenten en schoolbegeleiders.

2 Onderzoekskader

Het onderzoek is verkennend van aard. Het hoofddoel is het verkrijgen van empirische gegevens die de basis moeten leggen voor een herhaling van enkele deelonderzoeken op korte termijn.

In dit hoofdstuk zetten we de gegevens op een rij die we voor de toetsconstructie als uitgangspunten hebben genomen.

Het getoetste domein

De kerndoelen voor meetkunde luiden:

kerndoel 21: De leerlingen beschikken over eenvoudige noties en begrippen waarmee ze de ruimte meetkundig kunnen ordenen en beschrijven.

kerndoel 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.

kerndoel 23: De leerlingen kunnen schaduwbeelden verklaren, figuren samenstellen, bouwplaten van regelmatige objecten ontwerpen en identificeren.

Vergelijking van deze doelformuleringen met die van de 'Proeve...', deel I' maakt duidelijk dat de kerndoelen een afspiegeling zijn van de in de 'Proeve I' gestelde doelen (Treffers e.a., 1989). Later is een meer gedetailleerde beschrijving van de kerndoelen opgesteld (Treffers en De Moor, 1994). De concrete doelen zijn samengevat terug te vinden in hoofdstuk 3, waar vijf aspecten van de meetkunde - in dit project ook als categorieën opgevat - zijn beschreven.

Een probleem bij dit onderzoek is, dat de verschillende auteursgroepen op eigen wijze de toenmalige Wiskobas-voorstellen uit de zeventiger jaren in hun methoden hebben uitgewerkt (De Moor, 1984). Niet alle bovenstaande doelen komen in dezelfde mate in de nieuwe methoden aan bod. Bovendien is er sprake van een grote variatie in typen activiteiten en in de organisatie daarvan in de verschillende jaargroepen. Zo is meetkunde in de methode 'De wereld in getallen' - conform de toenmalige Wiskobas-uitgangspunten - hoofdzakelijk thematisch opgezet, terwijl de meetkundelessen in 'Rekenen & Wiskunde' meer gericht zijn op het principe van de 'verticale mathematisering' en op het 'bindende element' van de meetkunde (Gravemeijer en Kraemer, 1984; Kraemer, z.j.).

Voor dit verkennende onderzoek is voor het gemak van

de vijf categorieën (zie hoofdstuk 3) en de daarin vervatte doelstellingen uitgegaan. Een volgend onderzoek zou echter meer op het aanbod van de meest gebruikte methoden dienen te worden afgestemd.

Moelijkheidsgraad van de items

In de PPON-peiling van 1992 kwamen vijftien opgaven over meetkunde voor. De p -waarde hiervan (i.e. gemiddelde procentuele goedscore) was 54,3 met uitschieters naar boven en naar beneden (Bokhove, 1996). De inhoudelijke analyse van die resultaten en van de gegevens, die met de LVS-toetsen en de eindtoets waren verzameld gaven enige aanwijzingen voor het niveau dat verwacht kon worden.

Verschillen tussen de prestaties van jongens en meisjes

Zowel uit de twee PPON-peilingen van 1987 en 1992 over het rekenonderwijs (Wijnstra, 1988; Bokhove e.a., 1996; Kraemer, 1996) als uit de Cito-eindtoetsgegevens blijkt, dat meisjes geringere prestaties voor rekenwiskunde leveren dan jongens. Dit geldt ook voor de meetkundeopgaven van die onderzoeken. Een systematisch onderzoek naar de oorzaken hiervan is sinds kort in gang gezet (Van den Heuvel-Panhuizen, 1996). Hoewel de nieuwe meetkunde andere kennis en vaardigheden vereist dan rekenen, willen we voorlopig uitgaan van de verwachting die de PPON-gegevens oproepen, namelijk dat jongens met een grote mate van waarschijnlijkheid beter zullen presteren dan meisjes.

Verschillen in opbrengst tussen de scholen

Normeringsonderzoeken van het Cito in het kader van de ontwikkeling van een LVS-rekenen geven aan, dat er aanzienlijke verschillen tussen de scholen bestaan in de mate waarin deze de doelstellingen van het rekenonderwijs (in de verschillende leerjaren) halen (Janssen e.a., 1992 en 1994). Het is echter de vraag of we vergelijkbare verschillen zullen vinden bij de toetsing van het onderdeel meetkunde.

Ten eerste is nog onbekend wat kinderen buiten de school om aan kennis en vaardigheden verwerven die ze bij een onderdeel als meetkunde kunnen gebruiken.

Ten tweede waren we in dit onderzoek niet op de hoogte van allerlei schoolspecifieke factoren, zoals de gebruikte methode, de prioriteit die aan meetkunde wordt gegeven, de affiniteit van de leraar voor het vak, zijn scholing en deskundigheid op dit gebied.

Over de invloeden van deze condities valt vooralsnog weinig te zeggen. Het onderhavige onderzoek is daar ook niet op gericht. Het ligt wel in de bedoeling hier in een vervolgonderzoek aandacht aan te besteden.

3 Vragen en opzet van het onderzoek

Tegen de achtergrond van de bovenstaande gegevens is het verkennend onderzoek op een viertal vragen gericht:

- 1 Hoe moeilijk is de voorgelegde toets onder de huidige praktijkcondities?
- 2 Is er bij meetkunde een verschil in resultaten tussen jongens en meisjes?
- 3 Hoe groot is het verband tussen de prestaties van de leerlingen op de Pimbo-toets en op de eindtoets rekenen?
- 4 Is er sprake van verschillen in resultaten tussen de scholen van de steekproef?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden is het onderzoek als volgt opgezet.

Toetsinstrument

De toetscategorieën

Voor de constructie van de items zijn vijf categorieën gebruikt die de onderscheiden aspecten van meetkunde dekken. We duiden deze categorieën kort aan en verwijzen daarbij naar de voorbeelden in figuur 1. De in deze figuur genoemde *p*-waarden betreffen de gemiddelde goescorres.

1. Oriënteren en lokaliseren (O&L)

Hieronder wordt verstaan, dat de leerlingen met behulp van elementaire ruimtelijke oriëntatiebegrippen (richting, hoek, afstand, evenwijdigheid, coördinaten,...) hun eigen positie en die van andere objecten in de ruimte kunnen bepalen. In het onderwijs wordt daarbij gebruik gemaakt van kaarten, plattegronden, schema's, foto's en aanzichten, kortom allerlei beschrijvingsmiddelen van de ruimte.

2. Viseren en projecteren (V&P)

Dit betekent dat je met behulp van rechte lijnen meetkundige verschijnselen uit de realiteit kunt verklaren. Men kan daarbij denken aan schaduwverschijnselen, maar ook aan (on)zichtbaarheid van objecten vanuit bepaalde standpunten.

3. Ruimtelijk redeneren (RR)

Dit houdt in dat verklaringen gegeven worden naar aanleiding van eenvoudige problemen met blokkenbouwsels, aanzichten, figuren en dergelijke. Dit aspect wordt dus beheerst door de waarom-vraag.

4. Transformeren (TR)

Hieronder wordt verstaan het verschuiven, draaien en spiegelen van eenvoudige figuren, maar ook vergroten en verkleinen van figuren en het zogenoemde omstructureren van figuren onder behoud van oppervlakte. Met dit aspect komen we het dichtst bij de meer formele kant van de meetkunde. Een kernrol is hierbij weggelegd voor het symmetriebegrip.

5. Construeren en meten (C&M)

Dit is het meest herkenbare aspect, waarbij het gaat om het lezen, tekenen en construeren van eenvoudige meetkundige

figuren. Denk aan bouwplaten, (ruimtelijke) modellen, schaaltekeningen en grafieken. In het bijzonder wijzen we op completeren en omstructureren, dat bij oppervlakte- en inhoudsberekeningen zo belangrijk is. Ook het in eenvoudige gevallen verklaren en toepassen van de effecten van vergroting en verkleining op omtrek, oppervlakte en inhoud vallen hieronder.

Uiteraard zijn vraagstukken en activiteiten en/of (deel)leergangen niet exclusief naar deze aspecten te onderscheiden.

Itemconstructie

Op basis van deze categorieën is in de loop van 1994 een verzameling van ongeveer zestig opgaven geconstrueerd. Daarbij werden met name 'De wereld in getallen' en 'Rekenen & Wiskunde' als bronnen gebruikt. Daarnaast zijn geraadpleegd: '400 opgaven...' (Feijs e.a., 1987), 'Proeve, deel I', 'Met het oog op ruimte' (Gravemeijer & Kraemer, 1984), 'Meetkunde op de basisschool' (Kraemer, z.j.) en een 'Een blokje om' (Ter Heege, 1978).

Na een eerste revisie en ordening heeft dit geleid tot een pakket van 55 opgaven die aan de Commissie Eindtoets Basisonderwijs van het Cito en aan externe deskundigen is voorgelegd.⁴ De daarop volgende wijzigingen betreffen het niveau van de opgave, de formulering in de stam en de vragen, en de aard van de afbeelding. Na een proeftoets van enkele opgaven in een klas en een individuele afname van alle opgaven bij één leerling zijn de definitieve opgaven vastgesteld.

In afwijking van de normale gang van zaken bij de eindtoets waren wij niet gebonden aan de vorm van de vierkeuze-opgave. Juist het feit dat de leerlingen zelf iets moesten tekenen, berekenen of beredeneren zou extra informatie opleveren. Dit betekende echter dat alle opgaven met de hand moesten worden nagekeken, hetgeen door twee van de auteurs van dit artikel in de zomer van 1995 is uitgevoerd. Maar tevens moest een systeem bedacht worden, waarmee de gegevens ook computertechnisch verwerkt konden worden. In verband met dit laatste is toen besloten de items te dichotomiseren op goed-fout. Dit bracht echter met zich mee dat een aantal items, die een stapeling van opgaven kenden, herleid moesten worden tot enkelvoudige items, waarvan een aantal de mogelijkheid tot gokken in zich hadden.

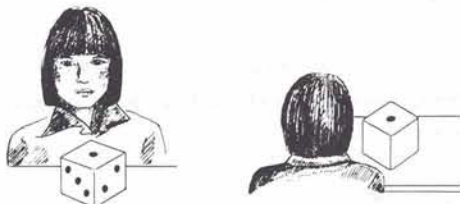
Zo is uiteindelijk een verzameling van 81 opgaven ontstaan die over drie parallelle toetsboekjes A (27 items), B (24 items) en C (30 items) zijn verdeeld.

Steekproef van scholen

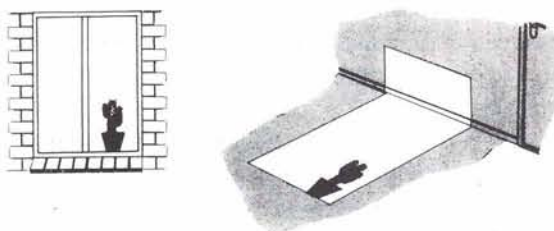
Elk jaar wordt als voorbereiding op de eindtoets basisonderwijs van een volgend jaar door het Cito een proeftoets afgenomen. Hiertoe wordt een steekproef getrokken uit het totale bestand van deelnemende scholen van de eindtoets basisonderwijs. Het totaal aantal deelnemende scholen aan de Cito-eindtoets bedraagt 5300, dat

Oriënteren en lokaliseren ($p = 59$)

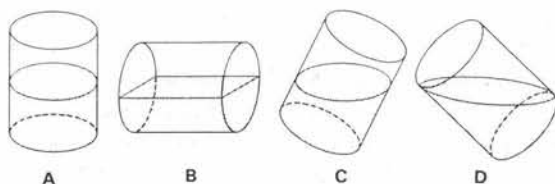
Er ligt een grote dobbelsteen op een tafel. Op een dobbelsteen hebben vlakken, die tegenover elkaar liggen, samen altijd 7 ogen. Sara staat achter de tafel. Teken in het tweede plaatje hoe Sara de dobbelsteen ziet.

**Viseren en projecteren ($p = 45$)**

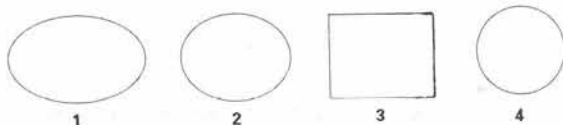
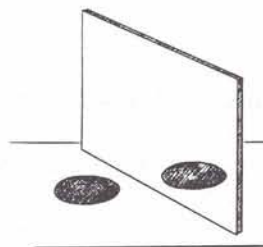
Er valt zonlicht door het raam. De tekenaar heeft de schaduw van het balkje in het midden van het raam nog niet getekend. Maak de tekening hieronder af.

**Ruimtelijk redeneren ($p = 87$)**

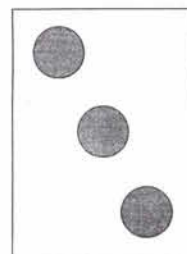
Een gesloten, doorzichtige cylinder is voor de helft gevuld met gekleurd water. De cylinder wordt in de standen A, B, C en D gehouden. Het wateroppervlak neemt dan de vormen 1, 2, 3 of 4 aan.



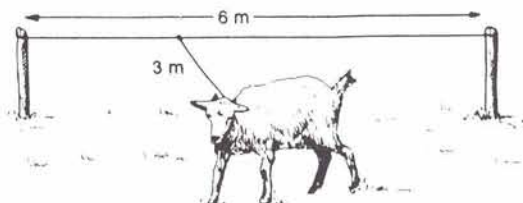
Zet de goede letters bij de goede vorm.

**Transformeren ($p = 35$)**

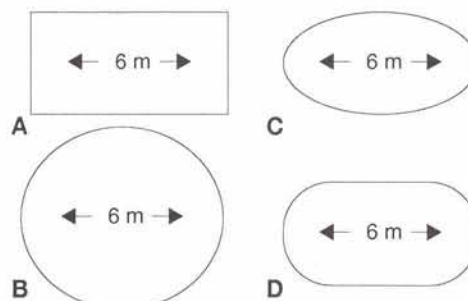
Op een stuk papier staat één stip. Een spiegel wordt recht op het papier met een stip gezet. Je ziet dan twee stippen. Hieronder zie je een blaadje met drie stippen.



Teken op dit blaadje een lijn waarop je een spiegel moet zetten om vijf stippen te krijgen.

Construeren ($p = 50$)

Een geit zit aan een lijn van 3 meter. Het einde van deze lijn kan over een draad van 6 meter schuiven. Als de geit alles afgraast, hoe ziet dat stuk er dan uit? Zet een rondje om de letter bij het goede antwoord.



figuur 1: voorbeelden uit Pimbo-toets 1995

is 71 procent van alle Nederlandse scholen. Aan een deel van de leerlingen van de steekproef van 1995 is de Pimbo-toets voorgelegd. In totaal namen 46 scholen met 923 leerlingen aan de Pimbo-toets deel. Deze leerlingen hadden eerder ook de drie onderdelen van de Cito-eindtoets van 1995 gemaakt, te weten Rekenen,

Taal en Informatieverwerking.⁵ Ter beantwoording van de gestelde vragen maken we in het hiernavolgende gebruik van drie toetsresultaten:

- de resultaten van de meetkunde-toets (Pimbo);
- de resultaten van het onderdeel rekenen van de eindtoets 1995 (rekenen-Cito);

- de resultaten van alle opgaven van de drie onderdelen van de eindtoets (tot-EB, Cito). Dit is dus het gemiddelde van honderdtachtig opgaven over rekenen, taal en informatieverwerking.

4 Uitkomsten van de Pimbo-toets

Moeilijkheidsgraad van de toets

Hoe moeilijk is de voorgelegde toets onder de huidige praktijkcondities?

(A, B, C) en de bijbehorende standaarddeviaties.

Daarnaast worden van deze leerlingen van de drie steekproeven ook de resultaten op de rekentoets (rekenen-Cito), en op het totaal van de eindtoets (tot-EB, Cito) weergegeven. Op grond van deze gegevens menen wij de volgende conclusies te kunnen trekken:

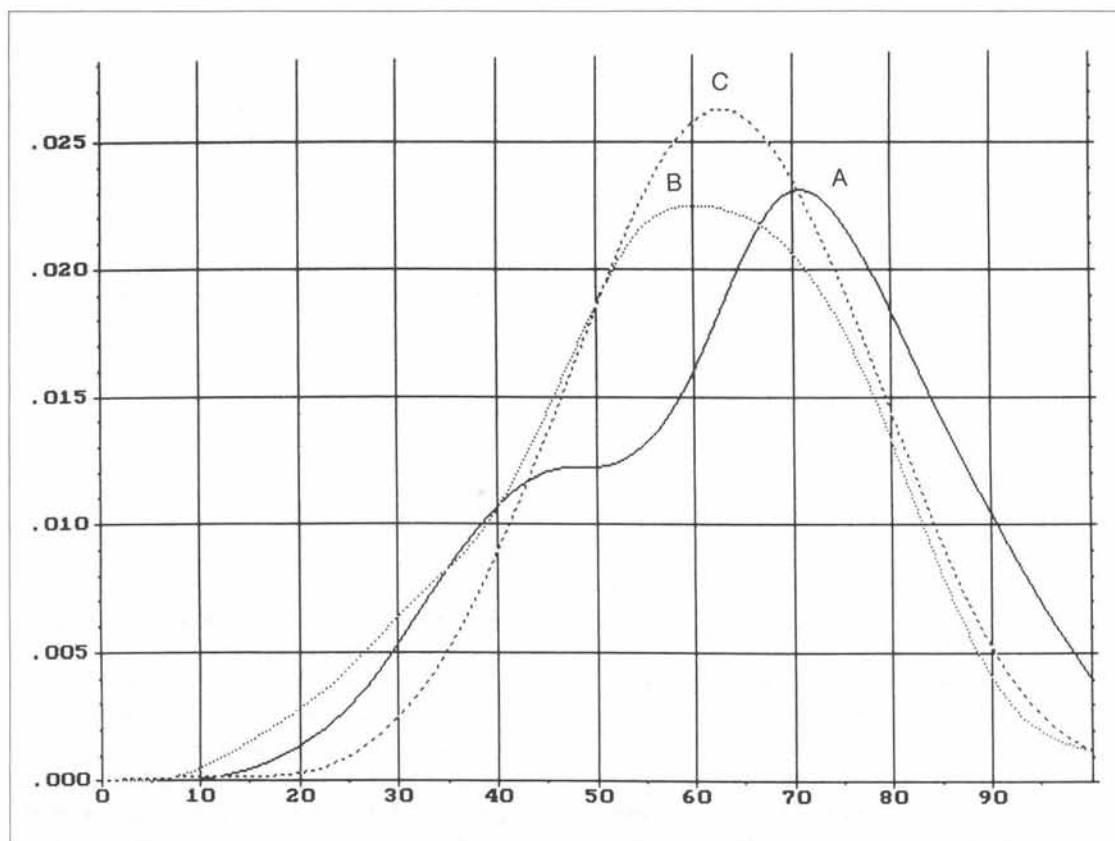
- De scores op het onderdeel rekenen van de Cito-eindtoets basisonderwijs 1995 van de leerlingen die de Pimbo- toetsen A, B of C gemaakt hebben wijken niet veel af van het algemeen gemiddelde, dat ongeveer 70 procent is.
- Gemiddeld genomen zijn de opgaven van deze meetkundetoetsen moeilijker dan die voor rekenen. Van de drie meetkunde-toetsen samen ligt de score ge-

Toets	N	meetkunde (Pimbo)		rekenen (Cito)		tot. EB (Cito)	
		p	sd	p	sd	p	sd
A	172	65	18	71	21	73	16
B	324	59	16	69	19	70	15
C	427	62	14	74	19	72	16

figuur 2: gemiddelde goedscores p (procenten) en bijbehorende standaarddeviaties (sd) op meetkunde, rekenen en totaalscore eind basisschool ($N = 923$)

Figuur 2 geeft een schematisch overzicht van de gemiddelde resultaten van de drie parallelle Pimbo-toetsen

middeld 9 procent lager dan die van rekenen (62 procent voor meetkunde tegen 71 procent voor rekenen).



figuur 3: vergelijking van de drie meetkundetoetsen (Pimbo) via dichtheidskrommen

- c Gezien de gevonden p -waarden voor meetkunde is de poging om drie parallelle meetkunde-toetsen te ontwerpen redelijk geslaagd. Er zij hierbij ook nog gewezen op de weergave van de opbrengsten via de drie dichtheidskrommen (fig.3).⁶

Naar aanleiding van de dichtheidskrommen in figuur 3 merken we het volgende op:

- de volgorde van goedscores (hoog naar laag) van de drie toetsen is A - C - B;
- toets A (met de kleinste N) vertoont de grootste variatiebreedte en het meest afwijkende gedrag;
- met name de top van A wijkt af van de gevonden p -waarde; dit als gevolg van de afwijkende verdeling van A;
- de toetsen B en C vertonen een nagenoeg normale verdeling.

Verskil jongens-meisjes

Is er bij meetkunde een verschil in resultaten tussen jongens en meisjes?

Uit de PPON-onderzoeken van 1987 en 1992 is gebleken dat jongens aan het einde van de basisschool op een groot aantal onderdelen van het rekenen significant beter scoren dan meisjes.

Toets	meetkunde (Pimbo)					
	n		p		sd	
	j	m	j	m	j	m
A	81	91	67*	62	16	19
B	156	165	62*	56	16	16
C	227	200	65*	60	14	14

Toets	rekenen (Cito)					
	n		p		sd	
	j	m	j	m	j	m
A	81	91	73	68	16	21
B	156	165	73*	66	18	19
C	227	200	76*	71	19	19

Toets	tot. EB (Cito)					
	n		p		sd	
	j	m	j	m	j	m
A	81	91	73	73	16	16
B	156	165	71	70	14	15
C	227	200	72	73	15	14

* geeft aan dat jongens significant beter scoren dan meisjes ($\alpha = 5\%$)

figuur 4: n -, p - en bijbehorende sd -waarden uitgesplitst naar jongens en meisjes (N = 920)

De resultaten, zoals weergegeven in figuur 2 zijn in figuur 4 uitgesplitst naar jongens en meisjes (van drie proefpersonen was het geslacht onbekend). Een sterretje geeft aan dat de t -toets van Levene significante verschillen oplevert.

Wij komen op grond hiervan tot de volgende conclusies:

- Op grond van deze steekproef blijken de verschillen tussen de prestaties van jongens en meisjes op de totaalscores eindtoets basisonderwijs niet significant. Dit is in overeenstemming met de eindtoets-gegevens van het Cito.
- In twee steekproeven van leerlingen (B en C) scoren de jongens bij het onderdeel rekenen van de eindtoets significant beter dan de meisjes. Dit is in overeenstemming met de in hoofdstuk 2 genoemde onderzoeksgegevens. Dat het even grote verschil bij steekproef A niet significant is, komt door het relatief kleine aantal leerlingen van deze groep.
- Meetkunde levert een zelfde beeld op als rekenen. In alle drie de deelpopulaties behalen de jongens gemiddeld genomen betere scores op de Pimbo-toets dan de meisjes. Deze verschillen zijn significant. Dit doet veronderstellen dat meisjes bij meetkunde geen betere kans van slagen hebben dan bij rekenen.

Correlatie meetkunde-rekenen

Hoe groot is het verband tussen de prestaties van de leerlingen op de Pimbo-toets en op de eindtoets rekenen?

De tabel in figuur 5 laat de sterktes van drie verbanden zien, namelijk:

- tussen gemiddelde scores bij rekenen en de gemiddelde totaalscores op de eindtoets;
- tussen de gemiddelde Pimbo-scores en de gemiddelde totaal scores op de eindtoets;
- tussen de gemiddelde Pimbo-scores en de scores op het onderdeel rekenen.

Toets	N	rekenen/ tot. EB	meetkunde/ tot. EB	meetkunde/ rekenen
A	172	0,92	0,67	0,68
B	324	0,89	0,58	0,57
C	427	0,89	0,50	0,54

figuur 5: correlaties tussen meetkunde (Pimbo), rekenen (Cito), en totaal eindtoets BO. Ter vergelijking de correlatie tussen rekenen en tot.EB (N = 923)

De gevonden correlatiecoëfficiënten roepen een tweetal conclusies op:

- Het sterke verband tussen rekenscore en totaalscore op de eindtoets Cito stemt overeen met de Cito-gegevens van de jaarlijkse afnamen.
- In vergelijking met de hoge correlatie tussen rekenen en totaal-EB is het verband tussen de gemiddelde Pimbo-score en de totaalscore 'matig' te noemen evenals het verband tussen de Pimbo-score en de score op het rekenonderdeel van de Cito-eindtoets.⁷

Dit betekent dat de prestaties op de Pimbo-toets slechts matige voorspellers zijn van de prestaties op de eindtoets rekenen.

Verschil tussen de scholen

Is er sprake van verschillen in resultaten tussen de scholen van de steekproef?

School	N	toets	meetkunde	rekenen	tot. EB
01	29	B	43	62	60
02	37	B	49	59	63
03	21	C	52	72	74
04	9	C	53	54	56
05	8	B	54	72	75
06	20	B	55	72	73
07	23	A	56	62	69
08	5	C	56	39	49
09	13	B	56	79	77
10	10	C	57	69	67
11	26	C	57	73	70
12	34	C	57	65	64
13	43	B	59	69	71
14	6	B	59	71	78
15	48	A	59	58	62
16	9	B	59	71	75
17	35	B	60	73	69
18	22	C	61	72	71
19	32	B	61	63	69
20	26	C	62	69	65
21	32	C	62	73	74
22	17	C	62	80	77
23	21	C	62	76	76
24	5	B	63	75	79
25	7	B	64	77	75
26	60	C	64	80	78
27	2	B	65	55	59
28	17	B	65	75	75
29	34	C	65	68	69
30	17	A	65	79	79
31	14	C	65	85	83
32	26	A	67	79	77
33	22	C	67	73	69
34	5	C	68	63	68
35	30	C	68	78	78
36	8	C	68	78	75
37	22	C	68	81	77
38	12	B	69	72	72
39	17	B	69	74	71
40	33	A	69	75	77
41	7	C	70	78	79
42	7	B	71	76	77
43	7	B	71	72	75
44	8	B	71	63	65
45	12	B	73	78	78
46	25	A	74	84	82

figuur 6: scholen geordend naar opklimmende meetkunde-score

De tabel in figuur 6 geeft een overzicht van de gemiddelde scores van de 46 scholen van het Pimbo-project op respectievelijk de Pimbo-toets, het onderdeel rekenen en op de drie onderdelen van de Cito-eindtoets. De scholen zijn geordend naar opklimmende scores

(van 43 procent tot 74 procent) op de Pimbo-toets. Tevens zijn per school vermeld: het aantal leerlingen, de gemaakte versie van de Pimbo-toets, de Rekenscore en de totaalscore op de eindtoets. Omdat deze lijst weinig visueel houvast biedt voor de interpretatie van de uitkomsten zijn tevens twee diagrammen gemaakt, waarin de gemiddelde totaalscore op de eindtoets, respectievelijk de meetkunde-score zijn afgezet tegen het aantal deelnemende leerlingen (fig. 7a en 7b) (pag. 18).

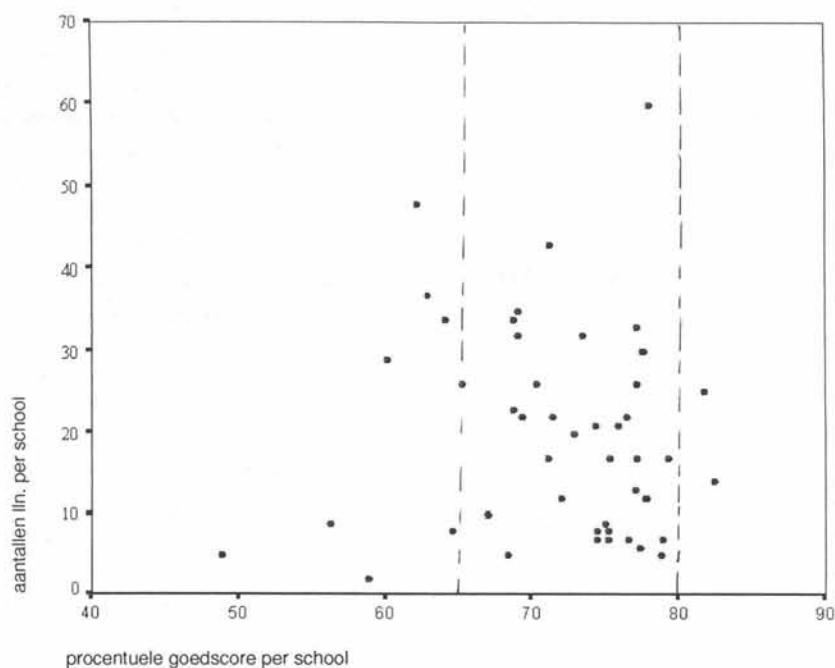
Op grond van de tabel en de diagrammen kunnen we de volgende conclusies trekken:

- Het merendeel (78 procent) van de scholen heeft op de totale score van de eindtoets basisonderwijs een gemiddelde goedscore die ligt tussen de 65 en 80 procent. Voor meetkunde haalt eenzelfde percentage van de scholen een score van 55 tot 70 procent. Op basis van deze toetsen blijkt dat de spreiding van de scholen bij meetkunde vergelijkbaar is met die voor rekenen, alleen ligt die 10 procent lager.
- Uit deze steekproef valt geen verband af te leiden tussen de grootte van de leerlinggroepen en de resultaten op meetkunde en op de totaalscore eindtoets basisonderwijs.
- Rekening houdend met het feit dat de Pimbo-opgaven van deze proeftoets relatief moeilijker waren dan de rekenopgaven van de eindtoets (zie hoofdstuk 4) kunnen we stellen dat er voorlopig geen aanwijzingen zijn dat de basisschoolleerlingen minder kans krijgen om succes bij meetkunde te boeken dan bij andere schoolvakken.

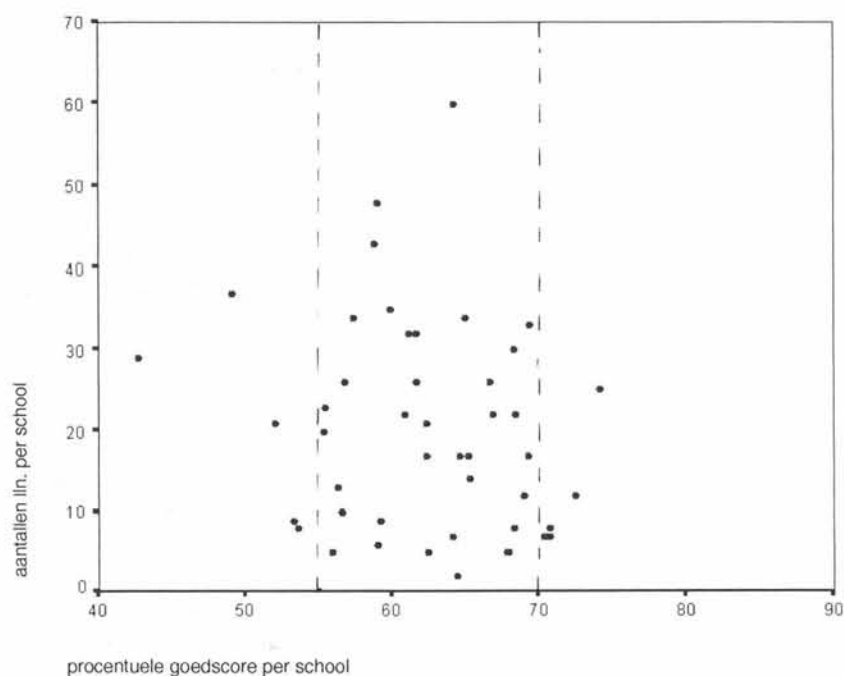
5 Discussie en aanbevelingen

In het Pimbo-onderzoek is voor het eerst getracht een verzameling toets-opgaven samen te stellen voor meetkunde, zoals dit onderwerp thans in de moderne Nederlandse reken-wiskundemethoden voorkomt en zoals voorgeschreven door de kerndoelen voor het basisonderwijs.

Een eerste belangrijke uitkomst van dit onderzoek is, dat het de ontwerpers van de proeftoetsen gelukt is een verzameling toetsopgaven samen te stellen, die goed discrimineren. Uit de toets-itemanalyse is tevens gebleken dat de drie toetsen als parallelle toetsen kunnen worden beschouwd. Naast de verstrekte gegevens van dit artikel zijn de meetkundeopgaven van de drie toetsboekjes geschaald. Dit maakt het mogelijk de opgaven van de verschillende toetsen onderling te vergelijken. Deze schaling kan bij een vervolgonderzoek houvast bieden voor de herziening van zwakke opgaven en de constructie van nieuwe opgaven van een vereiste moeilijkheidsgraad.



figuur 7a: totaal eindtoets basisonderwijs (Cito) voor de 46 Pimboscholen



figuur 7b: meetkunde-score voor de 46 Pimboscholen

Een lastig probleem is het bepalen van de norm. De totale gemiddelde goedscore van de Pimbo-toets van 1995 is 62 procent. Er was echter geen vergelijkbare standaard voorhanden. Onbekende factoren als methodegebruik, omvang van het aanbod en deskundigheid van de leraar basisonderwijs maken het moeilijk uitspraken te doen over de betekenis van de gevonden opbrengst. Weliswaar blijkt uit een enquête dat de leraren

gemiddeld 70 procent van het aanbod aan meetkunde uit de nieuwe methoden in de groepen 7 en 8 uitvoeren, maar dit contingent is niet precies hetzelfde als dat van de 46 proefscholen.⁸ Ook is nog onduidelijk in hoeverre de doelen voor meetkunde bij de leraren basisonderwijs bekend zijn en of er systematisch onderwijs in wordt gegeven.

In hoeverre de methoden aan de eisen van de kerndoe-

len voldoen en in hoeverre deze voldoende methodische en didactische steun bieden voor het bereiken daarvan dient nog nader geanalyseerd te worden. Zeker zal ook de deskundigheid en betrokkenheid van de leraar daarbij betrokken moeten worden. Ook is nog onvoldoende bekend over de meetkundige kennis, die kinderen wellicht ook buiten het onderwijs zouden verwerven.

De in dit onderzoek geconstateerde matige correlatie tussen rekenen en meetkunde zal diepgaander en verfijnder onderzoek vereisen. De verschillen in prestaties tussen jongens en meisjes op meetkunde zijn significant in het voordeel van de jongens. Het verdient aanbeveling om aansluitend bij het thans in gang gezette MOOJ-onderzoek over de verschillen in rekenprestaties ook een meer specifiek op de meetkunde gericht onderzoek te doen.⁹

Met dank aan B. Nijdam en M. van den Heuvel-Panhuizen

Noten

- 1 Commissie Herziening Eindtermen.
- 2 Er werden toen door Wiskobas zes leerstofvlakken onderscheiden: rekenen, meten, meetkunde, waarschijnlijkheid en statistiek, relaties en functies, taal en logica.
- 3 Zie bijvoorbeeld: *Wiskobas-bulletin. Overzicht van wiskundeonderwijs op de basisschool*. Leerplanpublicatie 2, 1975, 5(2/3), 26-34.
- 4 Deze commissie bestond uit: H. Puttstein, A. Noteboom, H. Huinink en J. Kindermans. De externe deskundigen zijn: E. Wijdeveld, A. Treffers, K. Gravemeijer, F. van Galen, M. van den Heuvel-Panhuizen en R. de Jong.
- 5 In feite hebben 1223 leerlingen de Pimbo-toets gemaakt. Door een technische ommissie (sommige scholen hadden vergeten hun nummer in te vullen) moest het aantal deelnemers aan toets A gereduceerd worden. Hierdoor kon geen gebruik gemaakt worden van de gegevens van deze leerlingen op de officiële eindtoets basisonderwijs. Voor de goede orde vermelden we hier de resultaten van die 1223 leerlingen op de Pimbo-toets:
toets A: N = 414, p = 64,9;
toets B: N = 379, p = 58,4;
toets C: N = 430, p = 62,4.
Het gewogen gemiddelde van deze drie toetsen levert een goedscore van 62 procent.
- 6 De lokale dichtheid in het punt x wordt bepaald door de proportie van de scores in het interval $[x - 1/2 b, + 1/2 b]$ te delen door de breedte (b) van het interval. In casu $b = 20$.
- 7 Nijdam en Van Buuren (1983) spreken van een 'redelijk positieve' correlatie als deze ligt tussen 0,5 en 0,7 en van 'zwak positief' als deze ligt tussen 0 en 0,5.
- 8 Zie hiervoor het nog te verschijnen derde artikel in deze

reeks.

- 9 MOOJ betreft een onderzoek naar de verschillen in rekenwiskundeprestaties tussen meisjes en jongens op de basisschool. Dit project, dat eind 1995 is gestart, wordt in samenwerking uitgevoerd door het Freudenthal instituut, de Vakgroep Onderwijsstudies van de Rijksuniversiteit te Leiden en het Cito.

Literatuur

- Almanak; Reken/wiskunde methoden anno 1984*, Utrecht: OW&OC.
- Bokhove, J. (1995). Bouwsels, kaarten, foto's en plattegronden, *Willem Bartjens*, 14(5), 10-14.
- Bokhove, J., T.J.H.M. Eggen & F.J.C. van der Schoot (1996). *Balans van het rekenonderwijs aan het einde van de basisschool II. Uitkomsten van de tweede peiling reken/wiskundeonderwijs einde basisonderwijs*. Arnhem: Cito.
- Commissie Herziening Eindtermen (1993). *Kerndoelen rekenen-wiskunde*.
- Gravemeijer, K. & J.M. Kraemer (1984). *Met het oog op ruimte*. Tilburg: Zwijsen.
- Heuvel-Panhuizen, M. van den (1996). *Verschillen in reken/wiskundeprestaties tussen meisjes en jongens op de basisschool (onderzoeksverslag fase I)*. Utrecht: Freudenthal instituut.
- Janssen, J., e.a. (1992). *Toetspakket rekenen/wiskunde 1*. Arnhem: Cito.
- Janssen, J., e.a. (1994). *Toetspakket rekenen/wiskunde 2*. Arnhem: Cito.
- Jong, R. de e.a. (eds.) (1975). Overzicht van wiskundeonderwijs op de basisschool. *Wiskobas-leerplanpublicatie 2*, Utrecht: IOWO.
- Kraemer, J.M., F. van der Schoot & N. Veldhuizen (1996). *Balans van het rekenonderwijs in LOM- en MLK-scholen*. Uitkomsten van de eerste peiling rekenen/wiskunde. Arnhem: Cito.
- Kraemer, J.M. (z.j.). *Meetkunde op de basisschool. Didactiek, inhoud en structuur in de methode 'Rekenen & Wiskunde'*. Rotterdam: OSM.
- Moor, E. de (1984). Meetkunde in basisonderwijs-methoden. In: E. de Moor (ed.). *Panama cursusboek 2*. Utrecht: OW & OC, 73-77.
- Moor, E. de (1996). Implementatie van realistische meetkunde op de basisschool. In: C. van den Boer & M. Dolk (red.). *Modellen, meten en meetkunde*. Utrecht: Freudenthal instituut, 45-60.
- Moor, E. de (1996). Meetkunde, een nieuw kerndoel, *Willem Bartjens*, 14(5), 11-15.
- Nijdam, B. & H. van Buuren (1983). *Statistiek voor de sociale wetenschappen I*. Alphen aan de Rijn/Brussel: Samsom.
- Treffers, A., E. de Moor & E. Feijs (1989). *Proeve van een nationaal programma voor het reken-wiskundeonderwijs op de basisschool, deel I*. Tilburg: Zwijsen.
- Treffers, A. & E. de Moor (1994). De stille revolutie in het reken-wiskundeonderwijs. *Jeugd in School en Wereld*, 79(3), 4-10.
- Wijnstra, J. (red.) (1988). *Balans van het rekenonderwijs in de basisschool*. Arnhem: Cito.