

Authentieke contexten in wiskundemethoden in het vmbo

Monica Wijers, Vincent Jonker, Sieb Kemme,
Freudenthal instituut, Universiteit Utrecht

Samenvatting

Dit artikel beschrijft een speurtocht naar de mogelijkheden van authentiek onderwijs voor de beroepsgerichte leerwegen van het vmbo. In het onderzoek worden drie veelgebruikte vmbo-wiskunde-methoden voor klas 3 en 4 geanalyseerd op het gebruik van authentieke contextopdrachten. Consequent uitgewerkte authentieke contexten zijn in alle drie de methoden zeldzaam. Belangrijke verklarende factoren zijn: het gebruik van contexten die niet aansluiten bij de belevingswereld van de leerlingen; het frequent wisselen van context en het stellen van vragen die niet aansluiten bij de gepresenteerde context. Alledrie de boeken bevatten echter opgaven die kunnen worden uitwerkt tot authentieke contextopdrachten. De aanbevelingen aan het slot van het artikel bieden daarvoor een handvat.

1. Probleemstelling

Leerlingen in de beroepsgerichte leerwegen in het vmbo hebben vaak problemen met de algemeen vormende (avo) vakken. De leerlingen leven op school als het ware in twee werelden: aan de ene kant zijn er de beroepsgerichte vakken die veelal in het praktijklokaal worden gegeven. Leerlingen zijn daar praktisch bezig. Daar is het belangrijk dat ze hun 'competenties' ontwikkelen voor de latere beroepspraktijk (Onstenk, 2002). Aan de andere kant zijn er de avo-vakken als typische 'schoolvakken'. Daar zitten de leerlingen in een klaslokaal en wordt met name gewerkt aan schoolse taken. De verbinding tussen de beroepsgerichte- en de avo-vakken is in diverse opzichten zwak: verschillende docenten; verschillende locaties; niet samenhangende vakinhouden en verschillende didactiek. Daarnaast verschillen de vaktalen van de verschillende domeinen, wat afstemming van de vakken verder bemoeilijkt.

Er is een beweging in het vmbo naar meer authentiek onderwijs vooral in de praktijkvakken (zie o.a. van der Sanden, 2003, p. 27 e.v., en Kemme, 2001). Voor diverse sectoren en afdelingen wordt gewerkt met wat we hier met de algemene term bedrijfssimulaties zullen aanduiden. Daarbij wordt in de praktijkruimten een bedrijfssituatie nagebootst: denk aan een restaurant bij de afdeling consumptief. Leerlingen hebben hierin rollen en taken met de bijbehorende verantwoordelijkheden. Op deze manier wordt authentiek leren gerealiseerd. Dit werken met bedrijfssimulaties gebeurt echter meestal alleen bij de praktijkvakken, zonder dat er relatie wordt gelegd met de avo-vakken. Ook wordt in de avo-vakken niet verwezen naar deze bedrijfssimulaties of onderdelen daarvan.

Authentiek leren wordt tegenwoordig gezien als kernelement van een krachtige leeromgeving. Door een authentieke invulling krijgt leren voor leerlingen duidelijk betekenis; raken zij meer gemotiveerd; ontwikkelen zij meer begrip en worden ze beter voorbereid op het kunnen toepassen van het geleerde (Bransford e.a., 2000, p. 134).

Het vak wiskunde is één van de avo-vakken in het vmbo. Het is een vak dat veel mogelijkheden lijkt te bieden om authentiek te worden ingevuld (Forman & Steen, 2000). Zeker als wiskunde wordt opgevat als een vak dat je moet 'doen' (Romberg, 1994) en als verbinding met de werkelijkheid van de leerlingen wordt gelegd. Voor leerlingen in de beroepsgerichte leerwegen van het vmbo zal authentiek wiskundeonderwijs dan ook zeker moeten inhouden dat er voldoende sectorale inkleuring is, dit levert een verbinding tussen de praktijkvakken – die onderdeel uitmaken van de werkelijkheid van de leerling - en de wiskunde.

De vraag kan gesteld worden of het wiskundeonderwijs op het vmbo wel aansluit bij de nieuwste ontwikkelingen in het vmbo en de recente inzichten over het belang van authentiek leren. Krijgen de leerlingen daar de wiskunde die ze echt nodig hebben en derhalve verdienen? Is er in het wiskundeonderwijs sprake van authentiek leren?

In opdracht van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren (NVvW) is deze vraag nader onderzocht.

De vraag is ingeperkt omdat deze niet over de volle breedte binnen het kader van dit kortlopend onderzoek kon worden beantwoord. We hebben een keuze gemaakt voor een grondige analyse van de meest gebruikte wiskundemethoden, waarbij we nagaan in hoeverre deze bruikbaar zijn voor authentiek leren. Daarbij realiseren we ons dat we zo geen analyse maken van het verloop van het leerproces bij de leerlingen noch van de wijze waarop docenten de wiskundemethoden gebruiken. De onderwijspraktijk is dus geen onderdeel van dit onderzoek, maar we zullen in de aanbevelingen aangeven hoe met de gegevens van dit onderzoek om te gaan richting de onderwijspraktijk bijvoorbeeld door aanpassingen aan het lesmateriaal.

Kort samengevat luidt de onderzoeksvraag nu: 'zijn de bestaande wiskunde methoden die gebruikt worden in de basisberoepsgerichte en kaderberoepsgerichte leerwegen van het vmbo, bruikbaar in verband met authentiek leren en wat is daarvoor eventueel nog extra nodig?'

In dit artikel vindt u een weergave van een deel van de resultaten van dit onderzoek.

2. Uitwerking van de probleemstelling

Om authentiek leren mogelijk te maken zijn geschikte authentieke leertaken nodig. Op basis van recente Nederlandstalige literatuur over authentiek onderwijs (Hoefakker, 2000 en Roelofs en Houtveen 1999) destilleren we de volgende relevante kenmerken van dit soort taken:

1. gericht op de leefwereld van leerlingen, (inleven, vereenzelvigen);
2. relevant/betekenisvol voor leren in buitenschoolse situaties;
3. mogelijkheid biedend voor de constructie van kennis in een complexe taaksituatie;
4. zoveel mogelijk overeenstemmend met de werkelijkheid van de beroepspraktijk.

De huidige generatie wiskundemethoden bevat tal van zogeheten contextopgaven die het wiskunde onderwijs betekenisvoller en authentieker kunnen maken voor de leerlingen (Gravemeijer, 1990), bijvoorbeeld doordat ze er hun eigen belevingswereld in kunnen herkennen en doordat de contextopga-

ven een echt probleem bevatten. Daarnaast bieden deze contextopgaven ruimte voor een zekere mate van sectorale inkleuring van het wiskundeonderwijs. Ook beoogt het moderne 'realistische' wiskundeonderwijs de leerlingen actief en zelfontdekkend te laten leren waarbij ze kennis construeren (zie o.a. Bransford e.a., 2000, p. 62). Dit komt onder andere tot uiting in open probleemstellingen waarbij leerlingen hun eigen aanpak kunnen kiezen. Het creëren van contextrijk onderwijs is overigens een ontwikkeling die ook in verwante avo-vakken zoals natuurkunde en scheikunde is terug te vinden (Goedhart, 2001).

De eerder genoemde kenmerken van authentieke leertaken, kunnen worden vertaald naar en toegespitst op contextrijke wiskundemethoden. Dit leidt tot de volgende deelvragen:

- Vraag 1: Sluiten de in de wiskundemethoden gebruikte contexten aan bij de leefwereld van de leerlingen?
- Vraag 2: In hoeverre zijn de contextrijke opgaven relevant/betekenisvol voor buitenschoolse situaties?
- Vraag 3: Is er sprake van een complexe probleemstelling waarin via een eigen aanpak van het probleem kennisconstructie mogelijk is?
- Vraag 4: In hoeverre stemmen de taken overeen met die uit de beroepspraktijk?

Tenslotte vraagt de NVvW ook naar: 'wat is er eventueel extra nodig om de bestaande wiskunde methoden te gebruiken in verband met authentiek leren?' Hieruit komt de laatste deelvraag van het onderzoek voort.

- Vraag 5: In hoeverre hebben de bestaande wiskunde methoden de potentie om ingezet te worden in verband met authentiek leren?

3. Opzet

In het deel van het onderzoek waarover hier wordt gerapporteerd is de basisstof van de drie meeste gebruikte wiskundemethoden geanalyseerd. Dit zijn *Getal en Ruimte*, *Moderne Wiskunde* en *Netwerk* (voor uitgebreidere gegevens over deze methoden en welke delen zijn onderzocht zie de paragraaf 'onderzochte wiskunde methoden' aan het eind van dit artikel). Voorafgaand aan de daadwerkelijke analyse is eerst een instrumentarium in de vorm van een classificatiesysteem ontworpen, waarin de onderzoeksvragen zijn geoperationaliseerd. Dit classificatiesysteem is een aantal rondes tot stand gekomen. Met behulp van dit classificatiesysteem is gescoord in welke mate de opgaven uit de wiskundeboeken geschikt zijn of geschikt zijn te maken voor authentiek onderwijs.

4. Ontwikkeling van het classificatiesysteem

Het ontwikkelen en testen van het classificatiesysteem is in een aantal rondes gebeurd.

Ronde 1

Aan de hand van een willekeurig gekozen paragraaf uit één van de te onderzoeken methoden en op basis van de literatuur is door één van de onderzoekers een eerste operationalisering van de deelvragen gemaakt. Daarin zijn

onder meer te scoren kenmerken zoals 'herkenbaarheid' (deelvraag 1), etc. vastgesteld en omschreven. Deze operationalisatie is getest door zes leden van de onderzoeksgroep die ieder dezelfde paragraaf hebben gescoord. Deze scores zijn besproken in de onderzoeksgroep en naar aanleiding van de resultaten zijn de beschrijvingen van de kenmerken aangescherpt.

Ronde 2

Om het classificatiesysteem opnieuw te testen hebben de leden van de eerdergenoemde groep eerst ieder een aantal dezelfde paragrafen gescoord (7 personen scoren steeds dezelfde paragraaf). Na deze sessie zijn de uitkomsten systematisch per paragraaf doorgesproken. Dit betekende concreet dat iedere observator mondeling moest toelichten waarom voor een bepaalde score was gekozen.

Vervolgens werd de discussie over ieders scoringsgedrag gebruikt om a) meer consensus te krijgen over de gebruikte terminologie en scoringscategorieën, wat de consistentie in scoring ten goede komt, en b) de omschrijvingen van de categorieën van het classificatiesysteem scherper te formuleren, wat de kwaliteit van het meetinstrument ten goede komt.

Met name het scoregedrag op 'potentie' (zie deelvraag 5) is in deze ronde uitvoerig besproken. Dit is natuurlijk een subjectieve categorie die sterk samenhangt met de achtergrond van de scoorders. Toch lagen ook hier de scores – zeker op de uiterste waarden – niet vaak uit elkaar.

Ronde 3

Vervolgens heeft het onderzoeksteam de analyse uitgevoerd. De verschillende wiskundeboeken zijn verdeeld over de onderzoekers. De eerste echte scoringsronde is er in tweetallen gescoord. Ook deze scores zijn weer doorgesproken waarna nog eenmaal de omschrijvingen zijn aangescherpt. Scores zijn daarbij zonodig aangepast.

Scoringsronde

Alle opgaven zijn gescoord door het onderzoeksteam in gemeenschappelijke sessies. Elke opgave is daarbij door één onderzoeker bekeken. Steekproefsgewijs is regelmatig een opgave ter scoring voorgelegd aan andere leden van de onderzoeksgroep, waarbij dan weer gekeken is naar de mate van overeenstemming in scores. Op deze manier zijn alle opgaven en paragrafen uit de genoemde wiskundemethoden doorgenomen.

5. Operationalisatie

Om het classificatiesysteem te ontwerpen zijn de onderzoeksvragen geoperationaliseerd.

Herkenbaarheid

Vraag 1: Sluiten de in de wiskundemethoden gebruikte contexten aan bij de leefwereld van de leerlingen?

Aansluiting bij de leefwereld van de leerlingen komt tot uiting in de keuze en het gebruik van de contexten. Onder de context verstaan we dat deel van de

situatiebeschrijving in een opgave waarop de gestelde opdracht betrekking heeft. Om deze definitie van 'context' toe te lichten gebruiken we een voorbeeldopgave met toelichting uit 'The PISA 2003 Assessment Framework' (OECD-PISA 2003, p.32).

Spaarrekening

€ 1.000,- kan op een spaarrekening bij een lokale bank worden gezet. Er is daarbij de keuze uit twee mogelijkheden: je krijgt een jaarlijks rentepercentage van 4% òf je krijgt direct € 10,- uitbetaald en dan 3% rente. Welke keuze levert het meeste geld op na 1 jaar? En na 2 jaar?

De aansluiting op de leefwereld van de leerling vindt hier plaats in het gebied 'bankieren', dit is de situatiebeschrijving. De context is hier concreet geld (euro's) dat met rente op een spaarrekening van een bank kan worden gezet.

We willen in het onderzoek aansluiting bij de leefwereld niet te beperkt opvatten, het gaat met name om de *herkenbaarheid* of de voorstelbaarheid van de gepresenteerde context op zichzelf. Zo zal bijvoorbeeld een aardbeving als context voor de meeste leerlingen goed voorstelbaar of herkenbaar zijn ook al hebben zij er zelf nooit een meegemaakt.

Zo wordt het criterium 'aansluiting bij de leefwereld van de leerlingen' uit deze eerste deelvraag geoperationaliseerd als 'de taak is gevat in een voor leerlingen herkenbare context'. Dit eerste kenmerk in het classificatiesysteem wordt aangeduid met de titel 'herkenbaarheid'

Relatie met dagelijks leven en de vanzelfsprekendheid van de opgave

Vraag 2: In hoeverre zijn de contextrijke opgaven relevant/ betekenisvol voor buitenschoolse situaties?

Deze vraag valt uiteen in twee deelvragen, omdat we relevant/betekenisvol kunnen opvatten als kenmerk van de context op zich, en als kenmerk van de taak als geheel, dus als de opdracht in context. Voor de operationalisatie splitsen we deze vraag dan ook in twee deelvragen, die ieder tot een te scoren kenmerk in het classificatiesysteem leiden.

We beschouwen allereerst 'relevant/betekenisvol voor buitenschoolse situaties' als een kenmerk van de context, waarbij – in navolging van PISA – ook de manier waarop de context in de opgave gepresenteerd is, meespeelt. Hierbij past:

Vraag 2a: Is de context relevant/betekenisvol in buitenschoolse situaties?

Het gaat er dan om of de context, zoals die in de opgave staat, in buitenschoolse situaties, ofwel het dagelijks leven van de leerling kan voorkomen. We stellen daartoe vragen als: Komt de leerling ooit zoiets tegen? Maakt hij/zij het mee? Dit leidt tot het tweede te scoren kenmerk dat '*relatie met dagelijks leven*' is genoemd. De context aardbeving zal op dit kenmerk wat lager scoren dan op het eerste kenmerk herkenbaarheid.

Het volgende voorbeeld illustreert een ander aspect van het verschil tussen het kenmerk 'herkenbaarheid' en het kenmerk 'dagelijks leven'. Een opgave

over 'fietsenverhuur' heeft een voor leerlingen herkenbare en voorstelbare context en zal op het eerste kenmerk 'herkenbaarheid' dan ook hoog scoren. De score op 'aansluiting met het dagelijks leven' zal lager zijn, immers het is niet te verwachten dat elke leerling hier in de praktijk ook mee te maken heeft of heeft gehad. Die score zal nog lager uitvallen als de tarieven in de opgave uitsluitend met een formule zijn gepresenteerd, dit komt immers in de werkelijkheid niet zo voor.

In de tweede plaats betreft de relevantie ook de taak als geheel. Het gaat er dan om of er, binnen de gekozen context een voor buitenschoolse situaties relevant en betekenisvol probleem wordt gesteld dat de leerling moet oplossen. Dit leidt tot:

Vraag 2b: Wordt er een voor buitenschoolse situaties relevant/betekenisvol probleem gesteld?

Bij goed gebruik van een herkenbare, relevante context dringt zich meestal een bepaalde vraag of een bepaald probleem op. Zo is een vanzelfsprekend en relevant probleem bij de context fietsenverhuur 'wat kost het als ik een fiets wil huren voor een halve dag?'. Dit probleem zou in een authentieke voor buitenschoolse situaties betekenisvolle leertaak dan ook gesteld moeten worden.

Om deze vraag te beantwoorden gaan we na of er in de opgave een vanzelfsprekend uit de context voortkomend betekenisvol probleem gesteld wordt. We scoren dit op het derde kenmerk in het classificatiesysteem dat wordt aangeduid met de titel 'vanzelfsprekendheid'

Opdrachten die niet hoog zullen scoren op dit kenmerk zijn bijvoorbeeld opgaven als 'teken de grafiek' of 'bereken de prijs voor $t = 4$ '. De eerste opdracht is geen vanzelfsprekend uit de context volgend probleem, de tweede opdracht is niet als betekenisvol probleem in bij de context passende termen geformuleerd.

We willen hierbij overigens niet beweren dat dergelijke opdrachten niet zinvol zouden zijn. Het onderzoek richt zich echter op de authenticiteit van de leertaken en niet op andere kenmerken.

Problem solving

Vraag 3: Is er sprake van een complexe probleemstelling waarin via een eigen aanpak van het probleem kennisconstructie mogelijk is?

Deze derde onderzoeksvraag gaat over de manier waarop de opdrachten gesteld zijn in het bijzonder over de mate waarin ze leerlingen ruimte bieden om een eigen aanpak te kiezen. Als leerlingen een eigen aanpak kunnen kiezen om een probleem op te lossen, en die ook kunnen of moeten verantwoordelijk bieden dat gelegenheid voor kennisconstructie.

We scoren voor de beantwoording van deze vraag de opgaven op de mate waarin er gelegenheid voor leerlingen is om hun eigen aanpak van probleemoplossing te kiezen. Dit is het vierde kenmerk in het instrument, aangeduid met de term '*problem solving*'.

Om op het eerder aangehaalde voorbeeld over fietsenverhuur door te gaan: als na een authentieke presentatie van de fietsverhuur-context, meteen de vraag wordt gesteld 'wat kost het als ik een fiets wil huren voor een halve

dag?' is er sprake van een vanzelfsprekend relevant probleem, met gelegenheid voor de leerlingen een eigen aanpak te kiezen. Wordt echter eerst in onderdeel a. van de opgave gevraagd een tabel te maken met uren en kosten, en vervolgens bij b. de vraag gesteld hoeveel uur een halve dag zal zijn en tenslotte bij c. gevraagd '*bepaal met behulp van de tabel wat het huren van een fiets voor een halve dag kost?*', dan zal de score op dit kenmerk aanzienlijk lager uitvallen.

Relatie met beroep

Vraag 4: In hoeverre stemmen de taken overeen met die uit de beroepspraktijk?

Deze onderzoeksvraag naar overeenstemming met de beroepspraktijk is voor het vmbo vertaald naar de mate van sectorale inkleuring. Immers in het vmbo oriënteren de leerlingen zich slechts op de beroepspraktijk. Dit gebeurt voornamelijk via de praktijkvakken die de leerling heeft in de gekozen sector. Deze sectoren zijn: zorg en welzijn; economie; techniek; landbouw. De beroepspraktijk zelf maakt nog nauwelijks deel uit van het onderwijs.

Sectorkleuring is ook weer een kenmerk van de context. Het gaat er om of de context een directe relatie heeft met de sector waarin de leerling het onderwijs volgt. Daarbij wordt ook gekeken naar de relatie die de context heeft met een mogelijk toekomstig beroep (passend bij een van de sectoren). Daartoe wordt elke opgave gescoord op het vijfde kenmerk genaamd 'relatie met beroep'. Een opgave over het berekenen van de hoeveelheid verf nodig om een kamer te schilderen past bij de sector techniek, afdeling bouw. Het aflezen van een bouwtekening ook. Naarmate die bouwtekening authentiek oogt en de activiteiten 'echter' zijn kan de score hoger uitvallen.

Potentie

Vraag 5: In hoeverre hebben de bestaande wiskunde methoden de potentie om ingezet te worden in verband met authentiek leren?

Hier is de deskundigheid van de scoorders op het gebied van curriculumontwikkeling en als docent(en) van cruciaal belang. Het gaat er om of een paragraaf, met de gekozen contexten en de aangeduide wiskunde, aangepast zou kunnen worden zodat de scores op de andere kenmerken van authentieke leertaken omhoog gaan. Daartoe is in het classificatiesysteem op paragraafniveau het kenmerk '*potentie*' gescoord. Hierbij werd van de scoorders gevraagd aan te geven waar een hoge score op potentie gebaseerd was. Dit kon door in het instrument een opmerking toe te voegen waarin mogelijke aanpassingen richting authentiekere leertaken werden genoemd.

6. De analyse van de methoden

In een database is iedere *opgave* uit de kern van elk hoofdstuk¹ gescoord op elk van de vijf bovengenoemde kenmerken op een 3-puntsschaal:

0 = niet aanwezig; 1 = twijfel/beperkt aanwezig; 2 = sterk aanwezig

Deze scores zijn per *paragraaf* samengevat op een 5-puntsschaal:

0 = niet aanwezig; 2 = twijfel/beperkt aanwezig; 4 =sterk aanwezig

Dit onderscheid (3-puntsschaal voor opgaven en 5-puntsschaal voor paragrafen) is aangebracht omdat het opgavenniveau minder informatie bevat dan het paragraafniveau. Een 3-puntsschaal geeft voldoende scoremogelijkheid per opgave, terwijl het scoren op paragraafniveau meer nuancering vraagt. Per paragraaf is daarnaast nog apart gescoord wat de potentie van de paragraaf met betrekking tot authentiek onderwijs is. Bovendien zijn per opgave, per paragraaf en per soms per hoofdstuk opmerkingen genoteerd.

7. Resultaten van deze analyse

Voor de resultaten bekijken we de scores op paragraafniveau. We zien de paragraaf als eenheid omdat opgaven uit één paragraaf over dezelfde stof gaan en paragrafen ook in lestijd vaak een eenheid vormen. Het opgavenniveau is te gedetailleerd voor het krijgen van een overzicht. De dataset bestaat uit de volgende aantallen gescoorde paragrafen met basisstof²:

Tabel 1. Het aantal paragrafen verdeeld over de onderzochte wiskunde-methoden.

<i>methode</i>	<i>algebra</i>	<i>r,m,s</i>	<i>meetkunde</i>	<i>statistiek</i>	<i>aantal paragrafen</i>
Getal en Ruimte	29	27	37	19	112
Moderne Wiskunde	55	29	59	26	169
Netwerk	50	23	45	20	138
Totaal (n = 419)					419

In dit artikel bespreken we de resultaten aan de hand van de uiterste scoringswaarden, namelijk scores 0 en 4. Hiervoor zijn twee redenen.

Ten eerste is tijdens het scoren en het overleg in de onderzoeksgroep gebleken dat de scores het meest overeenstemmen op de uiterste waarden (0 en 4). Ten tweede is bij de uitvoerige analyse van de scoringsresultaten gebleken dat deze goed gerepresenteerd worden door de uiterste scores. Het beeld wordt weliswaar genuanceerder door ook de tussenliggende scores in de analyse te betrekken, maar het verandert niet wezenlijk.

Herkenbaarheid en relatie met dagelijks leven

We bekijken de resultaten op de kenmerken 'herkenbaarheid' en 'relatie met dagelijks leven' in verband met elkaar. Het lijkt namelijk aannemelijk te veronderstellen dat 'relatie met dagelijks leven' is op te vatten als een nadere toespitsing van 'herkenbaarheid'. Een context die niet herkenbaar is zal ook niet voorkomen in het dagelijks leven van de leerling, sterker geformuleerd: een contextopgave die de leerling in het dagelijks leven kan tegenkomen zal zeker herkenbaar zijn.

Deze twee kenmerken zijn eerst op opgavenniveau gescoord en vervolgens op paragraafniveau samengevat, op een vijfpuntsschaal (met de waarden 0, 1, 2, 3 en 4). Bij het scoren bestond ook nog de mogelijkheid om een opmerking erbij te plaatsen. Van deze laatste mogelijkheid is door de onderzoekers amper gebruik gemaakt.

We bekijken hier, zoals eerder beargumenteerd, in de totale set van 419 paragrafen alleen die paragrafen die met een '4' (de maximumscore) gescoord zijn op elk van beide kenmerken afzonderlijk.

In tabel 2 zien we dat 16% van de paragrafen van alle wiskundemethoden samen, voor leerlingen zeer herkenbare contexten en opgaven bevat. Getal en Ruimte en Moderne Wiskunde scoren op dit kenmerk vergelijkbaar, de lage score van Netwerk valt op. Als we de boeken van Getal en Ruimte doorbladeren valt het grote aantal foto's op. Het opnemen van 'echte' foto's bevordert de herkenbaarheid. Verder valt op dat zowel de methode Getal en Ruimte als Moderne Wiskunde regelmatig langer bij eenzelfde context blijven. Wanneer dit een herkenbare context is zal een hele paragraaf ook eerder hoog scoren. Kale opgaven, dat wil zeggen opgaven zonder context, krijgen op dit kenmerk score 0. De twee domeinen 'rekenen, meten, schatten' en 'statistiek' scoren duidelijk hoger op herkenbaarheid dan algebra en meetkunde.

Tabel 2. Herkenbaarheid (aantal paragrafen dat '4' gescoord is).

	<i>algebra</i>	<i>r,m,s</i>	<i>meetkunde</i>	<i>statistiek</i>	<i>tot.</i>	percentage
g en r	3	10	3	6	22	20%
mw	12	6	8	10	36	21%
netwerk	1	6	3	0	10	7%
(n=419)	16 (12%)	22 (28%)	14 (10%)	16 (25%)	90	16%

Uit tabel 3 kunnen we opmaken dat de opgaven in 9% van de paragrafen in de basisstof van alle wiskundemethoden samen, een sterke relatie vertonen met het dagelijks leven van de leerlingen. Ook hier zijn er weer verschillen tussen de methodes.

Tabel 3. Relatie met het dagelijks leven (aantal paragrafen dat '4' gescoord is).

	<i>algebra</i>	<i>r,m,s</i>	<i>meetkunde</i>	<i>statistiek</i>	<i>tot.</i>	percentage
g en r	5	6	0	1	12	11%
mw	3	7	3	5	18	11%
netwerk	2	1	1	2	6	4%
Totaal (n=419)	17 (13%)	20 (25%)	6 (4%)	12 (18%)	55	9%

De percentages zijn kleiner dan in tabel 1. Relatie met dagelijks leven kan, zoals gezegd, gezien worden als een mogelijk nadere invulling van herkenbaarheid. Hier gaat het om de echtheid van een context of opgave en of de leerlingen deze zo zullen tegenkomen.

Opvallend is het relatief lage aantal paragrafen dat bij meetkunde op de relatie met dagelijks leven een 4 scoort. We hadden daarbij een hogere score verwacht omdat veel 'kijkmeetkunde' zich afspeelt in het dagelijks leven. Aan de andere kant komen in het dagelijks leven natuurlijk weinig 'ideaal gevormde' objecten voor. Er zijn in het dagelijks leven maar weinig zuivere bollen, kubussen etc. Dit onderdeel van de meetkunde krijgt mogelijk meer aandacht in deze leerjaren dan de 'kijkmeetkunde', waarschijnlijk wordt hierdoor de lage score verklaard.

We hebben bij deze twee kenmerken ook gekeken hoe de aantallen paragrafen zijn waarop een 0 wordt gescoord, zie tabellen 4 en 5.

Tabel 4. Herkenbaarheid, score= 0.

	Aantal paragrafen	percentage
g en r	8	7 %
mw	22	13 %
netwerk	4	3 %
Totaal	39	8 %

Tabel 5. Relatie met het dag. leven, score = 0.

	Aantal paragrafen	percentage
g en r	22	20 %
mw	76	45 %
netwerk	13	9 %
Totaal	124	26 %

Hierbij valt ook weer het op dat het kenmerk 'relatie met dagelijks leven' mogelijk te zien is als een verfijning van 'herkenbaarheid'. De methode Netwerk heeft opvallend weinig paragrafen die '0' scoren. Aangezien deze methode ook weinig paragrafen had die '4' scoorden, kunnen we constateren dat deze methode in de meerderheid van de paragrafen contextopgaven gebruikt die in enige maar beperkte mate aansluiten bij de leefwereld en het dagelijks leven van de leerling.

Vanzelfsprekendheid vraagstelling en problem solving

We beschouwen de kenmerken 'vanzelfsprekendheid' en 'problem solving' samen. Beide kenmerken geven informatie over het type taak dat de leerling moet doen. Vanzelfsprekendheid van de vraagstelling heeft zoals eerder opgemerkt te maken met de taak of opdracht als geheel. Het gaat erom of er een vanzelfsprekend uit de context volgend betekenisvol probleem wordt gesteld. In onderstaande opgave (figuur 1) is dat het geval, daarbij is ook de probleemaanpak is open gelaten. De opgave scoort hoog op problem solving.

- 10** Inez wil voor zes personen erwtensoep maken. In haar kookboek vindt ze in een recept de benodigdheden voor vier personen.
Hoeveel gram spliterwten, schouderkarbonades, knolselderij, prei en winterpeen heeft zij nodig?

Erwtensoep voor 4 personen
300 g spliterwten
400 g schouderkarbonades
3 kruidenbouillontabletten
200 g knolselderij + het blad
2 aardappels
2 uien
200 g prei
300 g winterpeen
2 laurierblaadjes

Figuur 1. Opgave uit Netwerk, 4 vmbo kader.

De score op 'problem solving' geeft aan hoe het gestelde probleem door de leerlingen kan worden aangepakt: kunnen de leerlingen zelf een methode van aanpak kiezen (hoge score)? Of is er slechts sprake van een uit te voeren – vaak niet van een betekenis voorziene - handeling (lage score)?

De opgave in figuur 2 scoort lager. De aanpak is deels voorgeschreven 'maak een tabel' en een betekenisvol vanzelfsprekend probleem ontbreekt.

- 12** Een zakje van 250 gram chips kost €1,29.
Maak een tabel en bereken hoeveel 100 gram kost.

Figuur 2. Opgave uit Netwerk. 4 vmbo kader.

We bekijken beide kenmerken samen om twee redenen: ten eerste hangen de scores naar verwachting samen. Immers wanneer er geen probleem is gesteld, zal er ook meestal geen gelegenheid zijn voor het kiezen van een eigen aanpak. Ten tweede bepalen de scores op beide kenmerken in welke mate een leertaak voor een leerling betekenisvol kan zijn.

Voor beide kenmerken geldt dat deze slechts in geringe mate een '4' gescoord hebben. Daarom splitsen we de scores niet uit naar wiskundig domein maar volstaan we hier met totaalstellingen over alle domeinen (weergegeven in de tabellen 6 en 7).

Tabel 6. Vanzelfsprekendheid, score = 4.

	Aantal paragrafen	percentage
g en r	7	6%
mw	15	9%
netwerk	5	3%
Totaal (n=419)	26	6%

Tabel 7. Problem solving, score = 4.

	Aantal paragrafen	percentage
g en r	1	1%
mw	4	2%
netwerk	0	0%
Totaal (n=419)	5	1%

Op beide kenmerken scoren de wiskundeboeken laag, er zijn wel wat verschillen tussen de methoden maar deze zijn erg klein. Tijdens de analyse op opgavenniveau is opgevallen dat de overgrote meerderheid van de opgaven bestaat uit deelvragen. Dat betekent dat er veel aanloopvragen zijn, die niet vanzelfsprekend door de context worden opgeroepen en dan ook niet als betekenisvol probleem zijn gesteld. Het zijn vaak vragen die een bepaalde handeling vragen en bedoeld zijn om de leerling op het goede spoor te zetten, en te sturen naar een bepaalde aanpak. Voorbeelden van dergelijke deelvragen zijn: 'vul de (verhoudings)tabel in', 'teken de grafiek', 'teken de kijklijnen', 'meet de hoek'. Het eigenlijke relevante probleem wordt dan soms als laatste deelvraag geformuleerd. Zie de opgaven in figuur 3 en 4.

27 In Landgraaf is een groot popconcert. Daarvoor is een podium gebouwd. Het podium is alleen van de voorkant te zien. Hieronder zie je het bovenaanzicht op schaal 1 : 500.

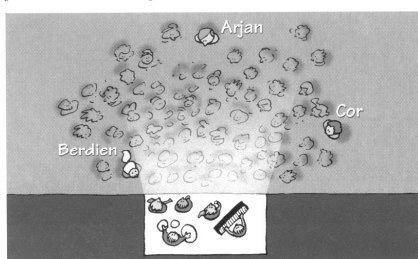


Fig. 4.26

- Cor staat schuin voor het podium. Teken de kijklijnen van Cor naar het podium.
- Kleur het stuk podium dat hij kan zien blauw.
- Hoeveel muzikanten kan Cor zien?

Figuur 3. Opgave uit Getal en Ruimte, 3B1.

Dit haalt de score op zowel 'vanzelfsprekendheid' als op 'problem solving' omlaag.

Ook is het in een aantal gevallen zo dat het vanzelfsprekende probleem door deze opsplitsing in deelvragen helemaal niet wordt gesteld; dit kernprobleem is dan versnipperd in de deelvragen.

Tenslotte zijn er ook gevallen waarin het vanzelfsprekende probleem niet in termen van de context wordt gesteld maar in termen van de wiskunde. Zo kan het bij een grafiek bijvoorbeeld gaan om vast te stellen voor welk aantal van iets de kosten het laagst zijn; het probleem is dan echter geformuleerd als: "voor welke waarde van p heeft de grafiek een minimum".

- 18 Sita verkoopt zelfgemaakte kaarsen voor €5,- per stuk. Haar winst bereken je met de formule $5k - 30 = w$. Hierbij is k het aantal verkochte kaarsen en w de winst in euro's.
- Hoeveel euro heeft haar materiaal gekost?
 - Bereken w als Sita 11 kaarsen verkoopt.
 - Neem de tabel hiernaast over en vul hem in.
 - Zet pijltjes onder de tabel. Vul onder de pijltjes in welk getal er steeds bijkomt of afgaat.
 - Hoeveel kaarsen moet Sita verkopen om winst te maken?

k	0	1	2	3	4	5	6
w in euro's

Figuur 4. Opgave uit Moderne Wiskunde, 3a vmbo basis/kader.

In de opgave in figuur 4 is in de tekst een mengeling van wiskunde en context zichtbaar. Voor het berekenen van de winst wordt een formule gepresenteerd, en geen beschrijving in termen van de situatie. Ook deelvraag b. gebruikt een mengeling van context- en wiskundetaal: 'Bereken w als Sita 11 kaarsen verkoopt'. Hierdoor is de score op vanzelfsprekendheid lager.

Op de variabele 'problem solving' zijn de scores van de methoden nog lager dan op 'vanzelfsprekendheid'. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de eerder genoemde onderlinge afhankelijkheid van de kenmerken. Verder blijkt dat in de wiskundeboeken meer sommen dan problemen staan. Door het eerder genoemde verschijnsel van deelvragen wordt er vaak geen probleem gesteld, of pas in de laatste deelvraag. De methode of aanpak is dan echter in de voorafgaande deelvragen al volledig vastgelegd, waardoor het oplossen van het probleem dan nog neerkomt op het uitvoeren van een laatste voorgestructureerde stap. Ook hier geldt dat vaak door de gehanteerde formulering een wel aanwezige probleemstelling toch niet uit de verf komt. In plaats van het probleem als probleem te stellen wordt een opdracht gegeven om iets te doen, bijvoorbeeld iets uit te rekenen, te tekenen en af te lezen. Dit zijn opdrachten in plaats van vragen, en het zijn zeker geen probleemstellingen die om een eigen aanpak vragen.

Relatie met beroep, sectorale inkleuring

Ook voor het kenmerk 'relatie met beroep' hebben we gekeken hoe vaak er een maximale score '4' aan een paragraaf is gegeven. Bij de omschrijving van de kenmerken is uitdrukkelijk aangegeven dat we onder relatie met beroep ook de relatie met de beroepsgerichte vakken uit de sectoren bedoelen. Het gaat dan om kenmerkende zaken van een sector als geheel, en niet om

een letterlijk voorkomen van een context of vraagstelling uit het wiskundeboek in de boeken van het beroepsgerichte programma. Vandaar dat voor de wat algemene benaming: relatie met beroep is gekozen.

Aangezien het aantal paragrafen dat een '4' scoort op dit kenmerk zeer laag is, volstaan wij ook hier met het geven van de totalen per methode en splitsen we deze niet uit naar wiskunde domein:

Tabel 8. Relatie met beroep, score = 4.

	Aantal paragrafen	percentage
g en r	13	8 %
mw	16	9 %
netwerk	0	0 %
Totaal	29	6 %

In tabel 8 is te zien dat er nauwelijks sprake is van sterke sectorkleuring in de wiskundemethoden. Dit is te verklaren uit het feit dat dezelfde wiskundeboeken gebruikt worden door leerlingen van de verschillende sectoren. Vaak zitten er in de wiskundelessen leerlingen van verschillende sectoren bij elkaar in de klas. Het examenprogramma en het centraal schriftelijk examen voor de BB (basisberoepsgericht) en KB (kaderberoepsgericht) zijn ook niet sectorgekleurd. Tegen deze achtergrond is deze score begrijpelijk.

Ook als we de totale aantallen per scorepunt bekijken (niet methodespecifiek) wordt duidelijk dat sectorinkleuring nauwelijks voorkomt.

Tabel 9. Overzicht scores op relatie met beroep.

Score	0	1	2	3	4
Aantal paragrafen (n=419)	186	103	78	32	20
Percentage	44 %	24 %	18 %	7 %	5 %

Potentie voor inzetbaarheid authentiek onderwijs

Dit kenmerk is in dit onderzoek vrij cruciaal, want dit biedt een springplank voor verbetering van de wiskundemethoden in de richting van meer authentiek onderwijs. Ook hier passen we dezelfde methode toe. We tellen het aantal keer dat op de instrumentvariabele 'potentie' een '4' is gescoord.

Tabel 10. Potentie (aantal paragrafen dat '4' gescoord is).

	algebra	r,m,s	meetkunde	statistiek	tot.	percentage
g en r	3	15	9	6	33	29%
mw	5	11	17	5	38	22%
netwerk	0	8	9	3	20	14%
Totaal (n=419)	8 (6%)	34 (43%)	35 (25%)	14 (22%)	91	22%

Het is hoopgevend om te zien dat de potentie van 22% van de paragrafen in de wiskundeboeken voor het vormgeven van authentiek onderwijs zeer hoog

is. We zien ook hierbij verschillen tussen de methoden. De rangorde is hierbij vergelijkbaar met die bij de andere vragen.

Verder valt op dat het domein rekenen, meten en schatten duidelijk de hoogste potentie heeft. Dit verwondert ons niet omdat in dit domein veel 'bruikbare' wiskunde voorkomt. Hierin komen voor veel sectoren en voor het dagelijks leven buiten school herkenbare en betekenisvolle contextopgaven voor. De scores op de domeinen meetkunde en informatieverwerking & statistiek ontlopen elkaar niet veel. Eerder bleek bij meetkunde de score op aansluiting bij de belevingswereld laag. Uit de relatief hoge score voor potentie kunnen we opmaken dat er verbeteringen mogelijk zijn. Voor informatieverwerking en statistiek denken we dat de potentie nog hoger zou kunnen zijn als de invulling van het domein zou veranderen. Het domein bestaat nu vooral uit eenvoudige beschrijvende statistiek; de informatieverwerking is eigenlijk beperkt tot het omgaan met grafen. Deze komen noch in het dagelijks leven, noch in de beroepssituaties veel voor. Een andere invulling van informatieverwerking, meer gekoppeld aan representatie van informatie in het dagelijks leven (media) en sector en beroep lijkt echter heel goed mogelijk. Hiermee lopen we echter al vooruit op de conclusies.

De lage score op algebra kan verklaard worden door het noodzakelijkerwijs vaak wat abstractere karakter van de opgaven in dit domein.

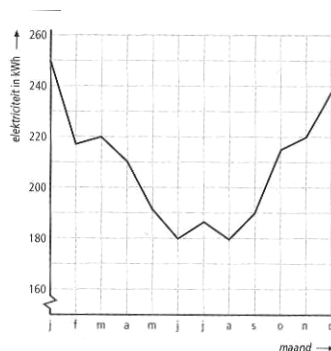
8. Conclusies en aanbevelingen

We delen de conclusies in met betrekking tot een aantal mogelijke verbeteringen in de wiskundemethoden. We vatten hierdoor ons onderzoek samen in de vorm van aanbevelingen voor methodeschrijvers.

Een opdracht als authentieke leertaak

De meeste opdrachten in de methodes zijn opgebouwd uit een aantal deelopdrachten. Vaak stuurt die opbouw de leerling naar de oplossing van de laatste en meestal belangrijkste deelopdracht. Een voorbeeld is te zien in figuur 5

- 1 Je verbruikt in een jaar heel wat elektriciteit.
De ene maand verbruik je meer dan in de andere maand.
In de grafiek hiernaast kun je zien hoeveel elektriciteit de familie Galema gedurende een jaar verbruikt.
 - a Welke betekenis hebben de letters bij de horizontale as?
 - b Waarom is er op de verticale as een zaagtand gebruikt?
 - c In welke twee maanden verbruikt de familie 220 kWh elektriciteit?
 - d In welke maand is het stroomverbruik het hoogst? Waardoor komt dat volgens jou?
 - e In welke maanden is het verbruik het kleinst?



Figuur 5. Opdracht uit *Moderne wiskunde*, deel 3a vmbo basis/kader.

Dit is de eerste opdracht van een nieuwe hoofdstuk. Hoewel de context 'elektriciteitsgebruik' een alledaags verschijnsel is, is het wel de vraag of en hoe leerlingen er in werkelijkheid mee te maken krijgen. Mogelijk nog wel met het elektriciteitsverbruik via de meterstanden, maar zo'n grafiek zullen ze niet in het echt tegenkomen. De context is echter wel herkenbaar en voorstelbaar voor leerlingen, dus op kenmerk 'herkenbaarheid' is de score 2 (sterk), en op kenmerk 'relatie met dagelijks leven' een score 1 (twijfel). De eerste drie deelvragen zijn waarschijnlijk bedoeld om de leerling op het juiste spoor te zetten. De grafiek, niet de situatie, staat hier centraal en de deelvragen zijn geen 'vanzelfsprekend probleem'. De laatste twee vragen passen goed binnen de context, ze worden er als het ware direct door opgeroepen. Daarbij laat alleen de tweede vraag van opdracht de ruimte voor eigen aanpak van de leerling. Dat levert op kenmerk 'vanzelfsprekendheid' een score 1 (twijfel/deels), en op 'problem solving' ook een score 1.

In dit geval kan de opdracht gemakkelijk worden omgezet naar een meer authentieke leertaak, die meer ruimte geeft aan de leerling, deze opdracht heeft dus 'potentie':

Kijk goed naar de grafiek. Het is de grafiek van het stroomverbruik van de familie Galema in 2002.

Beschrijf hoe het stroomverbruik er in dat jaar uitzag.

Geef ook een verklaring.

Vaak kan een opgave aan authenticiteit winnen door alleen de laatste deelvraag te gebruiken. Daarin staat vaak het probleem dat de context op natuurlijke wijze oproept. Het weglaten van de inleidende deelvragen biedt leerlingen ook meer mogelijkheden tot het kiezen van een eigen aanpak.

Kijk uit voor quasi-contexten

Veel opdrachten uit de wiskundemethoden zijn gevat in een 'realistische' context. Dat geldt zeker voor het niveau van de basis- en kaderberoepsgerichte leerwegen. Een aantal van die contexten is zelfs duidelijk ontleend uit een praktijkvak. Toch is daarmee niet automatisch voldaan aan de eis van 'echtheid' van een authentieke leertaak.

Zo kan bij een bepaalde opdracht bijvoorbeeld de context echt zijn. Een gegeven grafiek functioneert ook binnen die context als een handig middel om de situatie duidelijk te maken. Toch kan er iets mis zijn: de vragen kunnen namelijk buiten de context treden. Gevraagd wordt bijvoorbeeld naar het maximum in de grafiek. Dat is een wiskundige vraag. Binnen de context zou de vraag bijvoorbeeld moeten luiden 'voor welk aantal zijn de kosten het hoogst' of wat zijn de maximale kosten.

Het is dus een kwestie van taalgebruik. Maar juist door de gekozen vraagstelling valt de opdracht door de mand. Het gaat helemaal niet over een echt probleem, het gaat over het aflezen van grafieken. De context is dan slechts verpakking, het is een quasi-context. Een voorbeeld is te zien in figuur 6. De context speelt geen enkele rol, de context is in dit geval zelfs onjuist. De opgave vraagt alleen om het herkennen van een lineair verband aan kenmerken van een tabel.

- 13 Gerard en Marianne gaan naar de disco. Voordat ze weggaan, haalt Marianne twee pizza's uit de diepvriezer en zet ze in de magnetron. In de tabellen zie je hoe de temperatuur van de pizza's stijgt.

Pizza 1:	Pizza 2:																								
<table style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>tijd</i> (min.)</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">1</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">2</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">3</td> <td style="padding: 2px 10px;">4</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>temp.</i> (°C)</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">-18</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">-14</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">-8</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">-3</td> <td style="padding: 2px 10px;">0</td> </tr> </table>	<i>tijd</i> (min.)	0	1	2	3	4	<i>temp.</i> (°C)	-18	-14	-8	-3	0	<table style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>tijd</i> (min.)</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">1</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">2</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">3</td> <td style="padding: 2px 10px;">4</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px;"><i>temp.</i> (°C)</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">-18</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">-12</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">-6</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px 10px;">0</td> <td style="padding: 2px 10px;">6</td> </tr> </table>	<i>tijd</i> (min.)	0	1	2	3	4	<i>temp.</i> (°C)	-18	-12	-6	0	6
<i>tijd</i> (min.)	0	1	2	3	4																				
<i>temp.</i> (°C)	-18	-14	-8	-3	0																				
<i>tijd</i> (min.)	0	1	2	3	4																				
<i>temp.</i> (°C)	-18	-12	-6	0	6																				

Bij welke tabel is er een lineair verband?

Figuur 6. Opgave uit *Netwerk*, 4vmbo, basis.

Niet te veel verschillende contexten in één paragraaf

Paragrafen zijn leereenheden van één of twee lessen rondom een specifiek onderwerp. De opdrachten van een paragraaf staan in een didactische volgorde, afgewisseld met korte stukjes theorie. Om voldoende diepgang en abstractie te bereiken wordt vaak gekozen voor een grote variatie in contexten van de opdrachten. Een begrijpelijke opzet, die echter ten koste gaat van de authenticiteit. De contexten hebben zo'n korte levensduur dat ze functioneren als verschillende verpakkingen van hetzelfde wiskundige 'kunstje'. De authentieke relatie tussen wiskunde en realiteit kan daarbij nauwelijks aan bod komen.

Leg een relatie met het praktijkvak

Het zou goed zijn als de wiskunde in het beroepsgerichte onderwijs tenminste deels vanuit de praktijkvakken zou kunnen worden aangeboden³. We kunnen leerlingen nooit beter overtuigen van de waarde van wiskunde dan wanneer ze daarmee hebben leren werken binnen de context van hun toekomstige beroep. Dit pleit voor een betere aansluiting met het praktijkvak. Ook docenten van het praktijkvak⁴ zien hiertoe de mogelijkheden en hebben vaak behoefte aan een betere samenhang.

Integratie of samenhang

De voordelen van het aanbrengen van meer samenhang tussen wiskunde en de beroepsgerichte vakken worden door de betrokkenen gezien. Het is echter daarbij van belang na te gaan hoe die samenhang dan optimaal gerealiseerd kan worden. Er is een aantal bezwaren tegen het volledig integreren van wiskunde met een praktijkvak. Deze bezwaren zijn formeel, maar ook inhoudelijk van aard.

- Het examenprogramma is sectoronafhankelijk ingericht, dat wil zeggen: de eindtermen zijn voor alle sectoren gelijk. Op zich staat dat een sectorgekleurde invulling niet in de weg, ware het niet dat het centraal examen ook deze neutraliteit ten opzichte van de sectoren bezit. Een te sterke koppeling met een praktijkvak staat dus mogelijk een goede voorbereiding op het centrale examen in de weg.
- Een aantal eindtermen van het examen laat zich moeilijk onderbrengen gerelateerd aan een praktijkvak. We denken daarbij vooral aan onderde-

len uit het algebradomein. Uit de inventarisaties gehouden onder praktijkdocenten uit de sector techniek blijkt bijvoorbeeld dat het gebruik van formules door leerlingen in de BB en KB niet voorkomt in de praktijkvakken. Wel is het omgaan met tabellen van zeer groot belang.

- Hoewel de rol van wiskunde binnen het praktijkvak niet altijd direct zichtbaar is voor de leerlingen geven sommige leerlingen aan dat het toch wel nuttig is om aparte wiskundelessen te hebben. “Je leert andere dingen bij wiskunde.” “Je hebt het gewoon nodig om verder te komen”. Ze wijzen daarbij op het ‘leren denken’ en op de maatschappelijke waarde van wiskunde.
- Naast een nuttigheidsaspect, zoals gecijferdheid en toepasbaarheid, heeft wiskunde heeft ook een intellectuele waarde. Dat geldt voor alle niveaus. Het inzicht dat twee grafieken van twee verschillende fietsenverhuur tarieven snel en handig een beeld geven van de situatie, is zo’n authentieke intellectuele verworvenheid van de wiskunde. Misschien bedoelen leerlingen dit aspect van de wiskunde als ze zeggen dat ze de wiskundelessen niet zonder meer willen afschaffen.

Bruikbaarheid van het classificatiesysteem voor andere domeinen

Het beschreven classificatiesysteem is specifiek geschreven voor onderzoek naar wiskundemethoden. De vraag dringt zich natuurlijk op of deze aanpak ook gekozen zou kunnen voor andere domeinen, zoals het natuurkundeonderwijs (zie Goedhart e.a., 2001).

Deze vraag is niet expliciet aan de orde geweest bij het definiëren van het instrument, dus een experiment zou op dit punt verheldering moeten brengen. We denken echter dat de dimensies “herkenbaarheid”, “relatie met het dagelijks leven”, en “relatie met het beroep” zonder meer duidelijk scorebare dimensies zijn binnen een ander kennisdomein waarbij de leertaken ‘in contexten’ zijn gepresenteerd. Voor de kenmerken ‘vanzelfsprekendheid’ en ‘problem solving’ lijkt een nadere verkenning nodig.

Bijlage: De onderzochte methoden

De onderzochte wiskundemethoden zijn:

- Getal en Ruimte, EPN, Houten, 2001, eerste druk, 3e oplage. De volgende delen zijn onderzocht: 3 B1, 3 B2, 4 B1, 3 K1, 3 K2, 4 K1. Van deze delen zijn van alle hoofdstukken de opgaven uit de paragrafen met de basisstof geanalyseerd. De samenvatting, gemengde opgaven en herhaling zijn buiten de analyse gelaten. De praktische opdrachten en gwa’s zijn apart geanalyseerd op paragraafniveau. De delen 4B2 en 4K2 bereiden rechtstreeks voor op het centraal schriftelijk examen. Ze bevatten geen nieuwe leerstof en zijn daardoor niet relevant voor het onderzoek.
- Moderne Wiskunde, Wolters Noordhoff, Groningen, 2000, zevende editie. De volgende delen zijn onderzocht: 3 vmbo basis, 3a vmbo basiskader, 3b vmbo basiskader, 4 basis, 4 kader. Van deze delen zijn van alle hoofdstukken de opgaven van de instap en de vier paragrafen met basisstof geanalyseerd. De samenvatting, het testbeeld, extra oefening, ge-

mengde opdrachten en de plusparagraaf zijn buiten de analyse gelaten. De gwa's en de oriëntaties op leren en werken zijn apart geanalyseerd op paragraafniveau.

- Netwerk, Wolters Noordhoff, Groningen, 2000, eerste druk. De volgende delen zijn onderzocht: 3 vmbo basis, 4 vmbo basis, 3 vmbo basis/kader, 4 vmbo kader. Van deze delen zijn van alle hoofdstukken de opgaven van de vier kernen met basisstof geanalyseerd. Test je zelf, samenvatting en herhaling en examenvoorbereiding zijn buiten de analyse gelaten. De praktische opdrachten zijn apart geanalyseerd op paragraafniveau.

Correspondentie over dit artikel aan M.M. Wijers, Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht, Postbus 9432, 3506 GK Utrecht. E-mail: m.wijers@fi.uu.nl. Dit onderzoek is gefinancierd uit het budget dat het ministerie van OC&W jaarlijks beschikbaar stelt aan de LPC ten behoeve van Kortlopend Onderwijsonderzoek, dat uitgevoerd wordt op verzoek van het onderwijsveld. Projectnummer 02.1.3.1.

Noten

1. In dit artikel wordt alleen gerapporteerd over de basisstof in de methoden. Dat heeft tot gevolg dat de Geïntegreerde Wiskundige Activiteiten (GWA's) die ook in alle methodes voorkomen niet meegenomen worden in de bespreking. Dit type taken is bij uitstek geschikt voor authentiek leren. Zie voor een bespreking hiervan het volledige onderzoeksrapport.
2. De totale dataset is groter maar voor deze analyse zijn een aantal paragrafen buiten beschouwing gelaten. Niet gescoord zijn paragrafen met extra's, onder meer de samenvattingen, oefenstof, complexe opdrachten, diagnostische toetsen, extra stof etc. De paragrafen met computerpractica, Geïntegreerde wiskundige activiteiten (GWA's) en Praktische opdrachten zijn apart bekeken en uitsluitend op paragraafniveau gescoord.
3. In het MBO en het HBO is dit in toenemende mate het geval. Meestal is dat gekoppeld aan een vorm van probleemgericht onderwijs waarbij de oplossing van een praktisch probleem centraal staat. Het gevolg hiervan is dat de positie van wiskunde als autonome discipline sterk onder druk is komen te staan bij deze opleidingen.
4. Deze opmerking verwijst naar een hier niet gerapporteerde deel van dit onderzoek. Daarin, alsmede in verwante onderzoeksprojecten, zijn docenten hierover geïnterviewd. Ook verderop in de conclusies wordt naar deze interviews verwezen.

English summary

Authentic contexts in mathematics text books for pre-vocational secondary education

This article reports on the use of and opportunities for authentic teaching in the lower tracks of pre-vocational secondary education. Three commonly used mathematics text books have been compared for the use of authentic contexts in the assignments. Consistently worked out authentic contexts turn out to occur only rarely. In part this is because the contexts presented do not match the pupils' interests. Another cause are the frequent changes of contexts across assignments. Finally, many of the questions asked are not meaningful from the perspective of the context problem that had been posed. However, in all three text books assignments were found that can be re-worked into authentic context assignments. The article concludes with recommendations for improved context problems.

Literatuur

- Bransford, J. en Brown, A., Cocking, R. (2000). *How people learn. Brain, mind, experience and school*. Expanded edition. Washington: National Academy Press.
- Forman, S.L. & L.A. Steen (2000). Making authentic mathematics work for all students. In: *Education for mathematics in the workplace* (pp. 115-126). Dordrecht: Kluwer.
- Goedhart, M., Kaper, W. en Joling, E. (2001). Het gebruik van contexten in het natuurkunde- en scheikundeonderwijs. *Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen*, 18, 111-139.
- Gravemeijer, K.P.E. (1990). Context problems and realistic mathematics instruction. In: K. Gravemeijer, M. van den Heuvel & L. Streefland (Eds.), *Contexts, free productions, tests and geometry in realistic mathematics education* (pp. 10-32). Utrecht: Freudenthal Instituut.
- Kemme, S. (2001). WINST voor het vmbo. *Nieuwe Wiskrant*, 21(1), 19-21.
- Kemme, S. en Wijers, M., Jonker, V. (2003). *Authentieke contexten in wiskundemethoden in het vmbo*. Utrecht: Freudenthal instituut, Onderwijskunde, Universiteit Utrecht, (www.fi.uu.nl/vmbo).
- OECD (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework. Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Programme for International Student Assessment. Parijs: OECD.
- Onstenk, J.H.A.M. (2002) Beroepscompetenties, kernproblemen en exacte vakken. In: H. Sormani (ed.), *Exacte vakken en competenties in het beroepsonderwijs* (pp. 7-26). 's-Hertogenbosch: CINOP.
- Roelofs, E.C., Houtveen, A.A.M. (1999). Didactiek van authentiek leren in de basisvorming. *Pedagogische Studiën*, 76, 237-257.
- Romberg, T. (1994). Classroom instruction that fosters mathematical thinking and problem solving: connections between theory and practice. In: Schoenfeld, A. (Eds.), *Mathematical thinking and problem solving* (pp. 287-304). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Sanden, J.M.M. van der, Streumer, J.N., Doornekamp, B.G., Hoogenberg, I. & Teurlings, C.C.J. (2003). *Praktijksimulaties in het vernieuwend vmbo. Bouwstenen voor de integratie van praktijk en theorie*. Meppel: Giethoorn-ten Brink.