

Enkele ervaringen met andere toetsvormen

T. Dekker

Don Bosco College, Volendam

Op verzoek van het team W12-16 van de COW heeft een groep vrouwelijke wiskundedocenten (de B+ vrouwengroep) het afgelopen jaar enkele onderzoekjes uitgevoerd en nieuw lesmateriaal uitgeprobeerd. Op het Don Bosco College in Volendam werden andere manieren van toetsen dan de 'gebruikelijke' proefwerken gehanteerd. Daarbij ging het nog niet om toetsvormen bij nieuw ontwikkeld lesmateriaal.

De leerlingen waar het in dit stuk over gaat zijn leerlingen van een brede scholengemeenschap voor lno, mavo, havo, atheneum. Brugklasleerlingen van een mavo/havo- en van een havo/atheneum-klas; tweedeklasleerlingen van drie havo/atheneum-klassen. Het gebruikte leerboek in al deze klassen is 'Moderne Wiskunde', vierde herziene editie, deel 1 t/m 4.

Het uitproberen van nieuwe toetsvormen was niet het enige doel. We wilden ook nagaan welke vaardigheden je toetst, of bepaalde groepen leerlingen zich door de ene manier van toetsen meer aangesproken voelen dan door een andere, welke onderwerpen zich het beste volgens die manier van toetsen laten beoordelen en dergelijke. In dit artikel wil ik ingaan op twee manieren van toetsen, namelijk het door leerlingen laten maken van vragen over de behandelde stof en het maken van een werkstuk.

Zelf vragen maken

Bij het mondeling overhoren van de behandelde stof laat ik leerlingen zelf vragen stellen aan degene die 'een beurt' heeft. Het zelf kunnen formuleren van een vraag geeft aan of je de stof beheerst en voor sommige onzekere leerlingen is het veel minder bedreigend wanneer een vriend of vriendin een lastige vraag stelt. Soms moet ik leerlingen afremmen, want voor elkaar zijn ze vaak strenger dan ikzelf ooit zou zijn!

Aan het einde van een hoofdstuk laat ik de leerlingen een schriftelijke toets maken voor degene die naast hen zit. Ik heb ook weleens de gemaakte toetsen willekeurig in de klas uitgedeeld om ze te laten maken, maar de leerlingen vinden dat minder leuk, ze willen graag weten voor wie ze de toets maken. Dan staat er bijvoorbeeld boven: 'Voor Tiny, veel plezier', of 'dit krijg je vast niet voor elkaar!'

Tijdens het maken van de toets ontstaan vaak verhitte discussies. Over de antwoorden, maar óók over de vragen. Hoe moet je bijvoorbeeld dit beantwoorden: *Piet heeft hartjes getekend, zó:*

♡ ♡ ♡
♡ ♡ ♡
♡ ♡ ♡

a. *Hoeveel is de volgende rij?*

b. *Schrijf/teken hoe je bijvoorbeeld als je nog verder gaat het het beste op kunt schrijven hoeveel er iedere keer meer bij komen.'*

(Bedoeld werd een toename op de volgende manier:

1e figuur ♡ 2e figuur ♡ ♡ 3e figuur ♡ ♡ ♡
♡ ♡ ♡ ♡ ♡
♡ ♡ ♡ ♡ ♡

Of deze vraag:

a. *Schrijf alle priemgetallen op.*

b. *Schrijf alle oneven op.*

Vooral jongens hebben nogal eens de neiging om elkaar veel te moeilijke, of onmogelijke vragen te stellen.

Een leerling die te weinig, of zelfs helemaal geen vragen heeft gemaakt kan op ongenadige kritiek van z'n medeleerling rekenen. Dit huiswerk wordt altijd door iedereen gemaakt!

Ik heb het werk weleens laten inleveren en de gemaakte vragen als overhoring beoordeeld. Dan is er soms te weinig tijd om ze vóór de eindtoets weer terug te geven en te laten maken. De leerlingen zijn ook sneller geneigd om bijvoorbeeld een oudere broer of zus de vragen te laten opstellen. Wat beter beviel was het in de les laten opschrijven wat de leerlingen in dit hoofdstuk geleerd hadden, gevolgd door een aantal zelfgemaakte opgaven over het onderwerp (mét de antwoorden uiteraard).

'Noem een aantal tangelsoorten', schreef een leerling als opdracht bij een hoofdstuk over de tangens. Het lijkt me duidelijk dat zij het niet begrepen had!

De reacties van leerlingen op deze manier van toetsen zijn over het algemeen heel positief. 'Nu ga je voor het proefwerk vanzelf alles nog eens doornemen', schreef Natascha op haar blaadje.

Zelf vind ik het ook belangrijk, dat je door verschillende manieren van toetsen te gebruiken, recht doet aan de verschillende leerstijlen van de leerlingen en de motivatie verhoogt door de afwisseling.

Maken van een werkstuk

Deze opdracht is gemaakt door leerlingen van klas 2HA. Omdat ik dat voor wiskunde nog niet eerder had gedaan, heb ik van tevoren zo weinig mogelijk gestructureerd. De opdracht luidde:

'Jullie gaan een werkstuk maken, alleen of met een groepje van maximaal vier leerlingen. Het moet natuurlijk over wiskunde gaan; ik geef een paar mogelijke onderwerpen, maar je mag ook iets heel anders kiezen. De bedoeling is na te gaan wáár je wiskunde buiten school tegenkomt.

Vóór het eerste rapport (over drie weken) moet je een 'werkplan' inleveren waarin je schrijft wat voor onderwerp je kiest, hoe je het gaat aanpakken, wat voor materiaal je eventueel nodig hebt en met welke leerlingen je gaat samenwerken. Voor dat werkplan krijg je een beoordeling 'goed', 'voldoende' of 'onvoldoende' en daarbij van mij de nodige aanwijzingen als dat nodig is. Het werkstuk moet dan ongeveer vier weken ná het rapport worden ingeleverd.'

Een paar onderwerpen als voorbeeld:

1. *Wiskunde in het dagelijks leven*
Kijk eens om je heen en verzamel voorbeelden. Wiskunde in patronen, recepten, krant artikelen, doe-het-zelf. Denk ook eens aan een interview met iemand die volgens jou wiskunde in haar/zijn beroep nodig heeft.
2. *Kunstenaar(s) en wiskunde*
Bekijk eens een 'wiskundige' tekening van een kunstenaar. Wat voor wiskunde komt daarin voor? Kun je zelf zo iets maken? Denk ook eens aan 'computerkunst'. Tegelpatronen, die je vaak in zuidelijke landen ziet, hebben met wiskunde te maken. Verzamel voorbeelden, geef een beschrijving, maak een eigen ontwerp.
3. *Wiskundegeschiedenis*
Zoek eens in de bibliotheek naar materiaal over dit onderwerp. Kies zelf een onderdeel en maak een samenvatting.
4. *Ruimtefiguren*
In de brugklas heb je misschien eenvoudige ruimtelijke figuren gemaakt met limonaderietjes en chennilledraad. Maak nu een ingewikkelder figuur en beschrijf wat je hebt gedaan.
5. *Grafieken*
Zoek voorbeelden van grafieken in de krant. Welke verschillende soorten heb je gevonden, waar gaan ze over. Kun je een grafiek veranderen, bijvoorbeeld door eenheden anders te kiezen, zodat er iets anders mee beweerd lijkt te worden?
6. *Sportdag*
Je gaat – op papier – een sportdag organiseren waarbij alle tweedeklassers een volleybal- en een basketbalwedstrijd moeten spelen. Maak een wedstrijdprogramma.
Hoe worden de uitslagen van een competitie opgesteld?

7. Bouwen

Hoe lees je een bouwtekening? Ga eens praten met een aannemer of architect. Wat voor wiskunde kom je tegen?

8. ??????????

Tot mijn verbazing kwamen er geen protesten. Af en toe werd er om raad gevraagd (iemand die wiskunde in zijn beroep nodig heeft was voor de meesten alleen een lerares) en op de afgesproken datum werden de 'werkplannen' ingeleverd.

Voorbeeld van een werkplan:

Wiskunde in het dagelijks leven.

Ik ga klontknipsels verzamelen en dingen bekijken die men dagelijks nodig heeft in het huishouden of ergens anders waar je wiskunde bij nodig hebt of waar wiskunde in zit. Om dat te doen heb ik geen speciaal materiaal nodig. Daarnaast ga ik een interview houden met een wiskunde-leraar/lerares. Ik stel dan de volgende vragen:

Hoe lang heeft u voor wiskunde doorgestudeerd?

Vind u het moeilijk?

Heeft u wiskunde A of wiskunde B nodig voor uw beroep?

Vind u het een leuk vak?

Is het moeilijk om aan iedereen uit te leggen wat hij/zij niet snapt?

Duurt het lang voordat u een proefwerk gemaakt en nagetekend heeft? Hoeveel tijd kost dat?

De kwaliteit was wisselend. De kortste was van Johan en Dick: 'We kiezen nummer 7 en we hebben geen materiaal nodig.'

Klaas en Laurens willen de tekenprogramma's van verschillende computers met elkaar vergelijken. Ze schrijven in hun plan: 'Dit alles klinkt u nu misschien als hokus pokus in de oren, maar weest u niet ongerust, in het werkstuk zullen we het er zeker nog over hebben. We kunnen u nu wel de (zeer lange) listing laten zien, maar u zult er niet veel van begrijpen.' Veel vertrouwen in mijn kennis van computers hebben ze kennelijk niet!

Wendy en Margaretha: 'Het is heel moeilijk om een werkstuk over wiskunde te maken, want het bestaat voor het meest uit sommen.'

De keuze van de onderwerpen was zo ongeveer als je zou verwachten, meisjes kozen vaker voor 'wiskunde in het dagelijks leven', 'wiskunde in het beroep'; jongens vaker voor 'wiskunde in de sport', 'wiskunde in de (woning)bouw', 'computers en wiskunde'. In een klas waarvan de leerlingen goed met elkaar kunnen opschieten werd veel in groepjes gewerkt, in een klas waar dat niet het geval was leverden leerlingen vaker alleen een werkstuk in.

Al het werk werd thuis gedaan. De leerlingen waren over het algemeen enthousiast en hebben er veel tijd aan besteed. Zo ben ik nu aardig op de hoogte van wat er allemaal moet gebeuren voor een aannemer een huis kan bouwen, weet ik hoe je het 'porringpunt' moet berekenen en heb ik gelezen dat één rug van 400 meter lang 1425 kg aardappels oplevert.

Uit het werkstuk 'Wiskunde in de landbouw'

1. INLEIDING

Het doel van dit werkstuk is om te onderzoeken wat een mens in zijn dagelijks leven aan wiskunde nodig heeft.

Die "een mens" is in dit geval een boer.
Nu zult u denken dat een boer niet veel wiskunde nodig heeft.

Ik probeer nu aan de hand van een beschrijving van zijn verschillende werkzaamheden aan te tonen dat dit toch anders zit.

Dit heb ik gedaan met hulp van een Dom die een boerderij in de Purmer heeft.

(.....)

5. POTEN

Als je aardappels wilt poten moet je weten hoeveel pootaardappels je nodig hebt.
Dan deel je de breedte van het land door de breedte van een rug (75 cm).
En dan de lengte van het veld door de afstand tussen de aardappelen (33 cm).

breedte land	=	90 meter
lengte land	=	400 meter
aantal ruggen	=	$90/0,75=120$
aardappels per rug	=	$400/0,33=1212$
totale hoeveelheid	=	$120 \times 1212 = 145440$ aardappels

Op het driehoekig stuk land moet je de lengte delen door de afstand tussen de aardappelen, en de breedte delen door de breedte van de ruggen, en die twee getallen met elkaar vermenigvuldigen, en het getal dat je dan krijgt delen door twee, want een rechthoekige driehoek is de helft van een rechthoek.

aardappels per rug	=	$400/0,33=1212/2=606$
aantal ruggen	=	$20/0,75=26,66=27$
totaal	=	$606 \times 27 = 16362$
totaal is	$145440 + 16362 =$	161802 aardappels

(.....)

7. OOGSTEN

Het is erg interessant om te weten hoelang de oogst duurt (i.v.m. eventueel extra personeel.)
Het is ook leuk om te weten hoeveel ruimte de oogste inneemt.
Ook is het belangrijk te weten hoeveel tractoren je nodig hebt.

(.....)

Hoeveel tractoren?

Een rooimachine heeft geen opslagplaats, dus moet er constant een tractor met kar onder rijden.
Een aardappelveld van 3,8 hectare levert 171000 kg aardappelen op en datzelfde stuk land heeft 120 ruggen dus dat is per rug $171000:120=1425$ kg aardappelen

Dus 1 rug van 400 meter lang levert 1425 kg aardappelen op.
Een aardappel-rooimachine rooit 2 ruggen tegelijk dus er komt 2850 kg aardappelen per 400 meter uit de rooimachine.

Een rooimachine gaat 2,4 km/h.

De rooimachine doet over 400 meter:

$$400:2400=0,166 \text{ uur} = 0,166 \times 60 = 10 \text{ minuten}$$

Er komt 2,85 ton aardappelen per 10 minuten uit de rooimachine.

In een kar kan 8 ton aardappelen

Om een kar te vullen duurt $8 / 2,85 \times 10 = 28$ minuten.

Als de volgende tractor langer dan 28 minuten nodig heeft om aardappelen naar de boerderij te brengen zijn er 3 tractoren nodig.

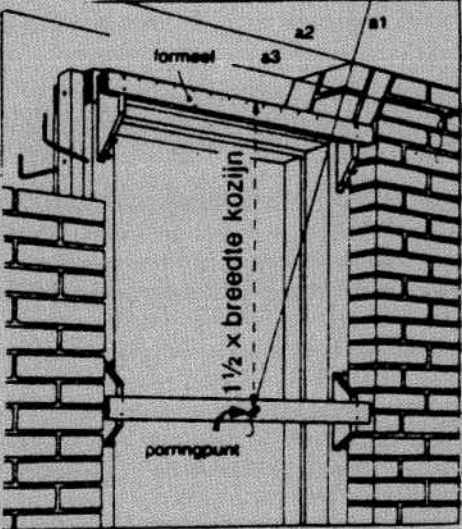
aantal minuten onderweg	0t/m28	28t/m56	56t/m84
aantal tractoren	2	3	4

Hoofdstuk 3.
De metselaar

De metselaar gebruikt ook wiskunde in zijn vak. Bijvoorbeeld bij het metselen van een muurtje. Het muurtje moet rechthoekig en daarvoor gebruikt hij een loodlijn.

Hieronder een interview met een metselaar.

Vraag:
Gebruikt u wiskunde in uw vak?
Ja, bijvoorbeeld bij het berekenen van het parringspunt.
Het parringspunt wordt berekend door anderhalf maal de spanwijdte te nemen en dan moet er van uit het parringspunt een lijn getrokken die de schuifte van de stenen boven de boog aan moet geven. Het parringspunt wordt dus gebruikt om de stenen goed schuin boven de boog te metselen.



de berekening van het parringspunt

Corina schreef: 'Door dit alles wat mijn broer (hovenier) verteld heeft ben ik er pas achtergekomen wat je met wiskunde allemaal kunt doen!'

Geertje en Regina hadden de uitleg van de architect vast niet helemaal begrepen: 'Als je dat niet weet, kan

er iets niet passen, of dat de hele winkel in elkaar stort, omdat er dan geen zwaartekracht in de winkel is.' En hoe dat met de sportdag van Jan moet? 'De eerste helft is voor poule a, de tweede helft is voor poule b en de derde helft is voor poule c.'

Bij de beoordeling werd een cijfer gegeven voor de uitvoering, de wiskundige inhoud en de inhoud in het algemeen. Leerlingen van één groepje kregen uiteraard hetzelfde cijfer.

Eén leerling was zo enthousiast geraakt dat het ook zijn verdere resultaten heeft beïnvloed; zijn cijfers zijn met sprongen omhoog gegaan. Ik denk dat we in de gewone wiskundelessen veel te weinig verbanden leggen met het dagelijks leven, met de relevantie van het geleerde voor een later beroep e.d. Door het maken van de werkstukken kwamen ook heel andere vaardigheden aan bod dan die welke normaal getoetst worden en konden de leerlingen laten zien of ze zelfstandig iets kunnen uitzoeken.

Hoewel ik heel tevreden was over de manier waarop de leerlingen gewerkt hebben, ben ik toch ook behoorlijk geschrokken van de wiskundige inhoud van de werkstukken. De leerlingen schreven bijvoorbeeld een prima verhaal over het werk van een architect, maar konden niets zeggen over de wiskunde die deze nodig had. Ze lieten een bouwtekening zien, maar konden niet zeggen hoe je die moest lezen. Iemand verzamelde een geweldige hoeveelheid grafiekjes uit kranten maar had als conclusie: 'De grafiek wordt het meest gebruikt door mensen die veel met wiskunde bezig zijn, zoals wiskundeleraren.'

René noteerde: 'Wiskunde is vooral belangrijk voor de sociale klasse waarin men later belandt. Zo blijkt het moeilijk te zijn om werk te vinden als je een pakket zonder wiskunde hebt.'

Natuurlijk gaat het hier om nog tamelijk jonge leerlingen, maar eerlijk gezegd verwacht ik niet dat er bij het huidige onderwijs nog veel zal veranderen voor ze van school komen. Het is niet voldoende wanneer we leerlingen aanmoedigen 'exact' te kiezen, van hen verwachten we toch ook dat ze na elke uitspraak kunnen uitleggen waarom dat zo is? Als we niet oppassen lopen we het gevaar straks een variatie te horen van wat één van de leerlingen in het werkstuk schreef (interview met een metselaar): 'Ik heb eigenlijk geen opleiding gehad, ik heb op de lts gezeten!'