

Rekenbladprogramma's in de tweede klas

M. Bos

Afdeling wiskunde en informatica, RU Groningen

Samenvatting

Dit artikel is een beschrijving van een ontwikkelingsonderzoek naar het gebruik van rekenbladprogramma's in de tweede klas van het VWO. Met dit onderzoek ben ik december 1987 afgestudeerd bij Sieb Kemme van de Vakgroep Didactiek van bovenvermeld instituut.

Inleiding

Het was in 1987 voor het eerst mogelijk om in Groningen bij de Werkgroep Didactiek van de subfaculteit wiskunde en informatica af te studeren. Deze mogelijkheid greep ik begin 1987 aan, om een ontwikkelingsonderzoek op te zetten en uit te voeren binnen het min of meer braak liggende terrein van het informaticaonderwijs. In Groningen waren Ron Jansen en Marja Roorda, docenten aan het Praediniusgymnasium, bereid enkele wiskundelessen in de tweede klas af te staan om het te ontwikkelen materiaal te proberen. Het onderwerp werd het gebruik van rekenbladprogramma's (spreadsheets). Hieronder zal ik de resultaten van het onderzoek bespreken.

Schoolsituatie

Het Praediniusgymnasium heeft al sinds jaar en dag een goed werkend BBC-netwerk, men kan dus spreken van een informaticavriendelijk klimaat. Sinds een jaar is de school ook in het bezit van de NIVO-apparatuur.

Behalve in de vierde klas wordt in elke klas informaticaonderwijs gegeven, al dan niet geïntegreerd in de wiskunde. In de brugklas werkt men alleen op de BBC met een LOGO-programma. Aangezien in de tweede klas nog geen echt informaticaprogramma was en de behoefte daaraan wel bestond, werd deze klas uitgekozen om iets aan informatica te doen. De gedachten gingen daarbij uit naar een lessenserie over het gebruik van rekenbladprogramma's.

Bij de LOGO-lessen in de brugklas leren de leerlingen plaatjes te maken. De nadruk ligt daarbij eerst op het aanleren van de verschillende opdrachten (forward, left) en gaat geleidelijk over in het maken van tekeningen met behulp van zelf te definiëren tekenprocedures. Het gebruik van de apparatuur (aanzetten, ge-

bruik netwerk) komt zijdelings ter sprake.

De leerlingen met wie ik in de tweede klas te maken kreeg, waren dus in staat de computer aan te zetten en het aangeboden programma op te starten.

Beschrijving lesmateriaal en motivatie keuzes

De eerste taak waar de docent voor staat, is de leerling duidelijk maken wat een rekenbladprogramma eigenlijk is en wat je er globaal mee kan doen. Het probleem dat zich hierbij voordoet is dat je dat het beste kan vertellen als de leerlingen al weten hoe ze met een rekenbladprogramma moeten omgaan. Met name het begrip van het gebruik van variabelen wordt veelal als moeilijk ervaren. Verhage (1987) spreekt in dit verband over het kip-ei probleem: een rekenblad laat zich het beste uitleggen als je al weet wat een rekenblad is. Het is dus zaak eenvoudig te beginnen. Mede hierom is ook gekozen voor het rekenbladprogramma dat beschikbaar was voor de BBC. Dit programma is niet erg veelzijdig (het kan bijvoorbeeld veel minder dan PC-calc) en heeft een aantal vervelende onhebbelijkheden, maar het is erg eenvoudig te bedienen en bij normaal gebruik, zonder al te ingewikkelde formules, kan er weinig misgaan.

Een andere motivatie om voor de BBC te kiezen is dat de leerlingen in de brugklas ook met deze computer hadden gewerkt. Het is voor leerlingen uit de tweede klas niet verstandig om na het leren van de eerste beginselen van de informatica meteen van computer te wisselen. Bovendien was met de eveneens beschikbare NIVO-apparatuur nog onvoldoende ervaring met het netwerk om redelijk probleemloze lessen te kunnen geven.

Het basisprincipe van een rekenbladprogramma is het gebruik van formules in de verschillende cellen (vak-

jes). Dit was dus een van de eerste dingen die aan de orde moesten komen. Maar om zinnig met een rekenbladprogramma om te gaan, dient een leerling eerst te weten wat een cursor is, hoe je die moet besturen, welke informatie van het beeldscherm relevant is en hoe je met de 'buitenwereld' communiceert.

De opzet van de serie is als volgt: Om te beginnen leren de leerlingen met de cursor omgaan en een (door de docent voorbedacht) rekenblad in te laden. Vervolgens ontdekken de leerlingen zelf wat de werking van formules is. En pas daarna gaan de leerlingen zelf formules invullen.

Aan het eind van de lessenserie kunnen de leerlingen zelf een rekenblad invullen mede ook als voorbereiding op de eindtoets, die ook het maken van een rekenblad inhield.

Een rekenblad is vooral bedoeld om mee te rekenen. Voor het maken van leuke lessen voor de tweede klas is dat soms een probleem. In die klas zijn de leerlingen nog niet ver genoeg met wiskunde om ingewikkelde berekeningen te maken of te begrijpen. De gebruikte formules moeten dus eenvoudig blijven. In de lessen is, wat betreft de door de leerlingen zelf in te voeren formules, niet verder gegaan dan de vier basisbewerkingen, eventueel met gebruik van haakjes.

Al met al kan de lessenserie een inleiding in het gebruik van rekenbladprogramma's genoemd worden. Aan het eind zijn de leerlingen in staat een door iemand anders geschreven rekenblad te gebruiken en kunnen ze zelf een eenvoudig rekenblad schrijven. Het is mijns inziens niet wenselijk de leerlingen te laten programmeren. Het zelf schrijven van een rekenblad is voornamelijk in de lessenserie opgenomen om de leerlingen op zinvolle wijze te leren reageren op foutmeldingen.

Beschrijving lessen

De totale serie bestaat uit vijf lessen, afgesloten met een eindtoets. De eerste les wordt begonnen met een rekenblad voor te stellen als een matrix waar je dingen in kan vullen. In de klassikale uitleg komt ook het vullen van de vakjes aan de orde. Daarna mogen de leerlingen zelf met computer en leerlingentekst aan de slag.

Voordat er gerekend gaat worden, moet eerst een rekenblad ingeladen worden. Aangezien de leerlingen hier al ervaring mee hebben vanuit de LOGO-lessen in de brugklas, kan volstaan worden met het overtypen van de juiste opdracht (load) uit de leerlingentekst. De leerlingen maken op die manier meteen kennis met de verschillende toestanden waarin het programma kan verkeren. Ik heb deze *verbeterstand* en *commandostand* genoemd. De vergelijking met een televisie die op verschillende zenders kan staan doet hier wonderen.

Verder moeten de leerlingen nog iets weten over de verschillende beeldscherm-informatie in de commandostand, bovenin staan daar de woorden SLOT en CONTENTS, die respectievelijk de naam van het huidige, door de cursor aangewezen, vakje en de werkelijke inhoud weergeven.

```

VA SLOT =E5
CONTENTS=A3+B3+C3
0 .....A.....B.....C.....D.....E.....F.....G.....H
.....1 .....S
.....2 .....
.....3 .....B .....
.....4 .....5 .....8
.....5 .....9 .....2 .....11
.....6 .....
.....7 .....B .....14 .....2 .....15
.....8 .....
.....9 .....
.....10 .....
.....11 .....
.....12 .....
.....13 .....
.....14 .....
.....15 .....
.....16 .....
.....17 .....
.....18 .....
.....19 .....
.....20 .....
.....21 .....
.....22 .....
.....23 .....
.....24 .....
.....25 .....

```

figuur 1

Dit hebben de ll^{re} in beeld bij de les over het magische vierkant.

Nu kan er gerekend worden. De leerlingen krijgen een half gevuld magisch vierkant in beeld dat ze verder in moeten vullen. Langs de randen van het vierkant houdt de computer de rij- kolom- en diagonaalsommen bij. Als de leerlingen een getal ingevuld hebben wordt ze gevraagd op die getallen te letten en te verklaren wat hier gebeurt. Pas daarna mogen ze kijken wat er in het vakje staat door er met de cursor naar toe te lopen en te lezen wat erachter CONTENTS staat bovenaan het scherm. Daar staat nu iets anders dan in de matrix op het beeldscherm. Vaak is dat het grootste probleem, de leerlingen begrijpen wel wat de formule doet (namelijk rekenen met de aangegeven vakjes), maar de stap van een getal in de matrix naar iets anders achter CONTENTS is erg groot. Het verdient dan ook aanbeveling daar klassikaal bij stil te staan in een volgende les.

Aan het eind van deze les (die ongeveer anderhalf lesuur vult) vullen de leerlingen zelf een ontbrekende formule in bij een ander magisch vierkant van vier bij vier. Twee extra opdrachten zijn toegevoegd om eens met de cursor buiten het beeldscherm proberen te gaan en om nog een andere formule te proberen.

Na de vrij intensieve eerste les volgt in de tweede les een toepassing van een rekenbladprogramma. De leerlingen krijgen de gelegenheid hun rapportcijfers in te voeren en het gemiddelde uit te laten rekenen. Dit gemiddelde kan niet in één keer berekend worden, omdat het programma de formules in een andere volgorde afwerkt dan voor een juiste berekening zou moeten. Hiervoor kent het programma een zogenaamde berekeningstoets. De leerlingen hoeven de precieze werking ervan niet te kennen, maar wel wordt duidelijk dat de berekende gemiddelden nu juist zijn.

Het is natuurlijk jammer dat alle ingetikte cijfers met het uitzetten van de computer worden weggegooid. De leerlingen mogen dan ook hun rekenblad op de schijf bewaren. Dit werkt extra motiverend: vaak zag je leerlingen aan het begin van een volgende les nieuwe cijfers invoeren. Wat ook gebeurde was dat leerlingen elkaars rapportcijfers van de schijf gingen lezen, vaak zonder toestemming van de eigenaar van de cijfers. Over privacybescherming gesproken...

De derde les wordt gebruikt om leerlingen vergelijkingen op te laten lossen. Dit gebeurt door een functie als

een formule in het rekenblad in te vullen en net zolang verschillende waarden in te vullen tot de gezochte functiewaarde is bereikt. Veel leerlingen bleken zo in staat tweedegraads vergelijkingen numeriek op te lossen.

In de laatste twee lessen schrijven de leerlingen zelf een rekenblad. De nadruk ligt hierbij op netjes werken: veel tekst gebruiken en een overzichtelijke opmaak hanteren. De onderwerpen zijn respectievelijk een rekenblad dat je uitgaven en inkomsten bijhoudt en een rekenblad dat uitrekent hoeveel je moet betalen voor een kilo diverse soorten snoep. Dat laatste is precies wat een weegschaal op de groente-afdeling van veel supermarkten doet.

Evaluatie

Eindtoets

De serie sluit af met een eindtoets. De opdracht was een rekenblad te schrijven die een fietstocht simuleert. De leerlingen moesten de reis opdelen in een aantal etappes, in elk van de etappes bevindt zich een obstakel (tegenwind, lekke band). Het rekenblad moest uitrekenen wat bij een gegeven moeilijkheidsgraad (in een of andere eenheid) de gemiddelde snelheid per etappe en over de hele reis was en hoelang de reis duurde. De leerlingen kregen de opgave mee naar huis, zodat de uiteindelijke eindtoets bestond uit het invoeren van het voorbereide rekenblad en op geleide van de resultaten de eventuele fouten eruit halen.

Opdracht

Je wilt een fietstocht maken en je wilt weten hoelang je daarover doet. Daarvoor moet je de computer onder andere vertellen hoe groot de afstand is die je wilt afleggen. Neem bijvoorbeeld een tocht van Groningen naar Zwolle. Dat is ongeveer honderd kilometer en je kunt het in vijf uur (300 minuten) fietsen.

Neem aan dat je onder normale omstandigheden zo'n 20 kilometer per uur fietst, dat is ongeveer de maximum snelheid die je steeds probeert te fietsen. Die omstandigheden zijn echter niet steeds normaal: je komt onderweg een aantal obstakels tegen die vertraging opleveren. Bijvoorbeeld een opgebroken straat of een heuvel. Vermoeidheid is ook een obstakel, hij levert immers vertraging op. Schrijf eens tien verschillende obstakels op.

Om goed te kunnen rekenen hoeveel tijd de hele reis kost, delen we de rit op in tien stukjes met elk één obstakel. Zo'n stukje heet een etappe.

Voor het maken van een goed rekenblad is het noodzakelijk de volgende vragen te beantwoorden en in je rekenblad te verwerken.

- Hoe snel probeer ik steeds te fietsen.
- Hoelang zijn de etappes.
- Hoelang doe ik over één etappe.
- Wat is mijn snelheid in één etappe.

Er zijn verschillende mogelijkheden om te berekenen hoeveel extra tijd een obstakel kost. Hieronder staan er een paar:

Oplossing 1

Ga ervan uit dat je steeds zo snel mogelijk fietst. Bij een steile heuvel ga je dan langzamer. Zeg dat je 20% langzamer gaat, als je nu van tevoren je maximum snelheid opgeeft, kun je uitrekenen (met de computer natuurlijk) hoe snel je bij een heuvel

opklimt. Je moet nu nog weten hoelang de etappe met de heuvel is om uit te kunnen rekenen hoelang je erover doet. Hoe je met procenten rekt, staat in *Moderne Wiskunde* deel 1, bladzijden 82 t/m 85. Een obstakel is moeilijker als het aantal procenten dat je langzamer gaat hoger is.

Als je door het obstakel 15% langzamer gaat fietsen, zeggen we dat de moeilijkheidsgraad 15 is.

Oplossing 2

Neem je snelheid steeds constant. Een obstakel kost extra tijd, vertel de computer hoeveel extra tijd. Om uit te rekenen hoelang je over een bepaalde etappe doet, reken je eerst uit hoelang je erover gedaan zou hebben zonder obstakel. Vervolgens tel je er de extra tijd die het obstakel kost erbij op. Ook hier moet je de computer vertellen hoelang een etappe is. Hoe meer tijd een obstakel kost, des te moeilijker is het obstakel.

Als het obstakel 12 minuten extra kost, zeggen we dat de moeilijkheidsgraad van het obstakel 12 is.

Oplossing 3

Ook hier neem je je snelheid constant. Een obstakel kost nu geen tijd maar je moet een eindje extra fietsen. Je moet bijvoorbeeld om een heuvel heen, langs een wegomlegging, of naar een café om uit te rusten. Hoe verder je om moet fietsen, des te moeilijker is het obstakel.

Als je voor het obstakel 4 kilometer om moet fietsen, zeggen we dat de moeilijkheidsgraad van het obstakel 4 is.

Fragment van de tekst van de eindtoets.

figuur 2

Van de in totaal 49 leerlingen bleken slechts twee niet begrepen te hebben hoe je met formules om moet gaan. Eén leerling kon zelfs de opdracht niet maken. Ruim driekwart van de leerlingen had een duidelijke opmaak van het rekenblad, uit de opmaak viel dan snel af te lezen wat waar werd uitgerekend en hoe de berekening in elkaar zat. (Zie figuur 3.)

Voor het berekenen van de gemiddelde snelheid uit de moeilijkheidsgraad zijn over de hele groep vijf verschillende methoden gebruikt, één leerling zag zelfs kans het rekenblad geschikt te maken voor het naast elkaar gebruiken van twee verschillende berekeningswijzen. Bij deze laatste leerling moet opgemerkt worden dat hij de eindopdracht thuis met PC-calc had kunnen voorbereiden.

Samenwerking

De oorzaak van het niet begrijpen van de formules moet vooral gezocht worden in het niet actief deelnemen aan de les. In het computerlokaal moesten 25 leerlingen op 12 computers werken. Bij het werken in tweetallen is het belangrijk dat de docent erop toeziet dat het werk eerlijk verdeeld wordt en niet de zwakke leerling slechts als bewonderaar zit toe te kijken hoe de computerfreak even snel de opgaven maakt.

Zwak in wiskunde, ook zwak in informatica?

Opvallend was dat enkele leerlingen die vrij zwak waren in wiskunde, toch zeer goed met het rekenbladprogramma uit de voeten konden. Zelfs het werken met tweedegraads vergelijkingen vormde opeens geen probleem. Masti zei na een korte uitleg over de aanpak van het oplossen van een vergelijking 'O, werkt dat zó, eigenlijk best wel simpel!' Blijkbaar kan het gebruik van een rekenbladprogramma een bijdrage leveren aan de kwaliteit van het wiskundeonderwijs.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	OBDTAKE		MOEILIJ	ETAPPE	DUUR VA	DUUR VA	TOTALE	SNELHEI	
2									
3	OMLEIDI		10	10	30	3	33	18.1818	
4	BRUG OP		4	10	30	1.2	31.2	19.2308	
5	TEGENWI		8	10	30	2.4	32.4	18.5185	
6	ETEN		5	10	30	1.5	31.5	19.0476	
7	SANITAI		3	10	30	0.9	30.9	19.4175	
8	STOFLIC		5	10	30	1.5	31.5	19.0476	
9	SFOORWE		3	10	30	0.9	30.9	19.4175	
10	MODDERP		15	10	30	4.5	34.5	17.3913	
11	TEGENWI		10	10	30	3	33	18.1818	
12	POLITIE		20	10	30	6	36	16.6667	
13									
14	TOTALE	100		100			324.9	185.101	
15	SNELHEI	20					TOTAAL	TOTAAL	
16	TOTALE	5.415							
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									

Resultaat van een eindtoets.

figuur 3

Error

Op het oplossen van netwerkproblemen na, waren de leerlingen goed in staat foutjes te verbeteren, al blijft het woordje *error* in één of meer vakjes een verlamme werking hebben. De aanwijzing dat er bij een 'error' blijkbaar een foutje in één van de formules zit, was meestal voldoende om een speurtocht naar de betreffende fout te ondernemen en die met succes af te sluiten.

Danny

Het moet natuurlijk niet te gek worden met fouten, dit bleek bij Danny. Thuis had hij zijn rekenblad goed voorbereid, maar aan het begin van de eindtoets zei ik dat een goede opmaak erg belangrijk is. Dit zeer goed in overweging nemende bouwde Danny een paar lege kolommen in. Hij vergat daarbij echter de formules aan te passen, zodat in praktisch alle formules nu gedeeld werd door een vakje waar tekst in terecht gekomen was. De computer interpreteert dit als delen door nul en het enige wat Danny nog zag was een beeldscherm vol met 'errors'. Het enige wat hij de rest van de les nog deed was als gehypnotiseerd naar die vakjes kijken. Welke waarden hij ook invulde voor bijvoorbeeld de etappelenkte, niets hielp. Toen ik meldde dat men nog drie minuten had om te 'saven' wat er te 'saven' viel, welden grote tranen in zijn ogen. De wereld stortte ineen.

Danny bleek echter wel in staat mij te vertellen hoe zijn rekenblad in elkaar zou moeten zitten en wat zijn bedoelingen waren. Het is natuurlijk altijd moeilijk om gekoppelde fouten aan te pakken. Het was waarschijnlijk beter geweest als daar klassikaal aandacht aan was besteed. De leerlingen moeten leren te doorgronden wat er nu eigenlijk wordt berekend. Het stap voor stap doornemen van alle formules kan veel verduidelijken.

Klassikale uitleg

Toen ik aan de lessenserie begon, heb ik duidelijk gesteld dat ik het doceren tot een absoluut minimum wilde beperken. De lessen moesten voor zich spreken, en een inleiding van hooguit drie minuten moest voldoende zijn. Zo'n ideale situatie blijkt niet altijd op te gaan. Het is goed zo nu en dan een moment in te bouwen waarin mondeling een aantal zaken eens op een rijtje gezet worden. De leerlingen weten dan beter waar ze aan toe zijn en krijgen een bevestiging van hun werk in het geval dat goed is, en aanwijzingen voor verbetering als ze iets fout doen.

Gymnasium

Over het algemeen waren de leerlingen zeer te spreken over de lessen, al was het alleen maar omdat het in plaats van de reguliere wiskundelessen ging. De school waar het materiaal werd uitgetest was een gymnasium, ik had dus te maken met de wat betere leerlingen. Op een havo of mavo moeten de leerlingen meer aan de hand genomen worden bij het ontdekken van het idee van een rekenbladprogramma, dit zal wel wat lessen kosten, maar ik verwacht dat het mogelijk is.

Het vervolg

Het gebruik van rekenbladprogramma's wordt vooral in de hogere klassen interessant. Daar kan heuristisch functie-onderzoek gedaan worden aan de hand van functiewaardentabellen. Het door OW&OC ontwikkeld materiaal voor het gebruik van PC-calc laat dit goed zien. Doordat het rekenwerk geen moeite meer kost, wordt het mogelijk onderwerpen binnen de wiskunde te halen die voorheen onuitvoerbaar waren. Als leerlingen al vroeg in hun schoolloopbaan te maken krijgen met de voor dat rekenwerk beschikbare programmatuur, wordt de drempel die in hogere klassen te gaan gebruiken een stuk lager en de lessen een stuk aangenamer.

Literatuur

Verhage, H.B. en E.D.H.M. te Woerd: *Een scheve schaats omgeturnd*, voorpublicatie Vakgroep OW&OC Utrecht, 1987.

Schoemaker, G., e.a.: *Wiscom, voorbeelden van com-*

putergebruik bij wiskunde, Vakgroep OW&OC Utrecht, 1987.

Arganbright, D.E.: *Mathematical Applications of Electronic Spreadsheets*, McGraw Hill Book Company, 1984.



NASCHOLINGSCURSUSSEN WISKUNDE ZWOLLE

De lerarenopleiding wiskunde van de Christelijke Hogeschool Windesheim organiseert in het cursusjaar 1988/1989 de volgende nascholingscursussen voor eerste- en tweedegraads leraren:

– *Wiskunde op materieel niveau*

Leren van wiskunde is vaak een zaak van praten, kijken, lezen, schrijven, tekenen en vooral nadenken. In deze cursus zullen we een ander aspect van wiskunde leren onderzoeken, te weten het handelen met materialen en apparaten door leerlingen als ondersteuning bij het leren van wiskundige begrippen en regels. Zoveel mogelijk zal aansluiting gezocht worden bij leerstof zoals die in het voortgezet onderwijs wordt behandeld.

Cursusduur: 5 bijeenkomsten van 15.00 – 18.00 uur.

Data: 5 oktober, 2 november, 7 december 1988, 11 januari en 1 februari 1989.

Plaats: Campus Zwolle.

– *HAWEX-wiskunde*

Behandeld wordt het nieuwe eindexamenprogramma HAVO wiskunde A en B.

Aan de orde zullen komen: onderwerpen die nieuw zijn, achtergronden, didactiek.

Cursusduur: 12 bijeenkomsten van 15.00 – 18.00 uur.

Data groep 1: donderdag vanaf 15 september 1988, wekelijks.

Data groep 2: donderdag vanaf 1 februari 1989, wekelijks.

Plaats: Campus Zwolle.

Voor meer inlichtingen en inschrijving kan men zich wenden tot het bureau nascholing van de sector HPO van de hogeschool, tel. 038-699412.