

De meerwaarde van spreadsheets in het economisch onderwijs

A.T.J. Vernooij

Dank zij het NIVO-project beschikken veel scholen inmiddels over computers. In de eerste periode staat het leren gebruiken van de computer centraal. Daarna komt de vraag wat het nut is van de computer in de les. Dit artikel geeft aan hoe spreadsheets zinvol zijn in te bouwen in het economie-programma op HAVO en VWO. Aangezien de spreadsheet-programma's het rekenwerk van de leerlingen overnemen, komen andere vaardigheden centraal te staan in de oplossing van vraagstukken. Die vaardigheden zijn vooral gericht op het leren analyseren van een opgave en het formuleren van een oplossing in algemene bewoordingen.

Vertaalslagen

Het is een goed gebruik in het economie-onderwijs om bij proefwerken e.d. ook punten toe te kennen voor een onjuiste uitkomst van een opgave indien leerlingen aantonen dat zij een deel van de oplossing goed hebben. Die gewoonte duidt erop dat achter de beoordeling van het rekentechnisch resultaat een beoordeling van het analytisch inzicht schuil gaat. Om de uitkomst van een opgave te berekenen moeten leerlingen inzicht hebben in de wijze waarop de berekening verloopt. Dat inzicht kunnen zij bewijzen door de berekening op te schrijven. Deze berekening geeft het oplossingspad aan.

Achter elke opgave gaat een type opgave schuil, waarin een bepaalde reeks deelbewerkingen moet worden uitgevoerd. Veel leerlingen ervaren eenzelfde opgave met andere getallen reeds als een nieuwe opgave. Zij moeten een nieuwe berekening maken, en beseffen niet dat zij in wezen dezelfde stappen herhalen. Welnu, het inzicht dat achter elke opgave een analytische structuur schuil gaat, kan sterk bevorderd worden door het gebruik van spreadsheets. Spreadsheets, mits op goede wijze ingebouwd in het lesprogramma, kunnen in aanzienlijke mate bijdragen aan het verwerven van inzicht in de samenhang tussen de gevraagde grootte en de data.

Spreadsheets zijn computerprogramma's die het rekenen sterk vereenvoudigen. Zij heten daarom ook wel rekenbladen (1). In eerdere artikelen in dit tijdschrift is o.a. door Woudhuysen uitvoerig ingegaan op de techniek van rekenbladen (2). In dit artikel wil ik nieuwe didactische mogelijkheden bespreken die ont-

staan zijn door het beschikbaar komen van computers en spreadsheet-programma's. Bij de uitwerking van het voorbeeld wordt gebruik gemaakt van de meest gangbare notatie bij spreadsheetprogramma's. Deze houdt in dat de kolommen worden aangeduid met hoofdletters en de regels met cijfers.

Het aardige van spreadsheets is dat de gebruiker gedwongen wordt om de structuur van de oplossing af te splitsen van het cijferwerk. De computer berekent immers de uitkomst als de gebruiker de deelbewerkingen maar goed geformuleerd heeft. De gebruiker moet dus na gaan denken over de ordening van deelbewerkingen in een oplossingspad zonder cijfers en getallen te gebruiken. Door gebruik te maken van de computer wordt tussen de tekst van de opgave en de becijfering van de uitkomst een fase toegevoegd: de analytische structuur. De tekst van de opgave wordt niet langer rechtstreeks in getallen vertaald, maar in andere bewoordingen die bij elkaar de essentie van de oplossing aangeven.

Naast de vertaling van een opgave in een analytische structuur is er ook een vertaling van de analytische structuur in een visueel model. Dit model komt op het beeldscherm van de computer te staan en dient uitgevoerd te zijn binnen de lay-out mogelijkheden van het spreadsheetprogramma. Bij opgaven die wat uitgebreider van aard zijn, dient aandacht besteed te worden aan de structurering van de opgave op het scherm om de overzichtelijkheid te behouden. Dit is ook een deel van de vertaalslag, zij het een redactionele.

Om het beoogde visuele model op het scherm te krijgen dient een derde vertaalslag doorgevoerd te wor-

den. De analytische structuur is normaal gesproken geformuleerd in algemeen Nederlandse bewoordingen, maar een spreadsheet reageert alleen op correcte formules geschreven in de codering die het spreadsheet verwerken kan. Soms zijn die ontleend aan het Engels, maar gelukkig zijn er ook Nederlandstalige spreadsheets. De formulering in algemeen Nederlandse bewoordingen dient dus eerst vertaald te worden in termen van het model en daarna dient zij vertaald te worden in termen van het spreadsheet, d.w.z. in formuleringen die het gewenste resultaat hebben op het computerprogramma.

Vanuit het perspectief van het economie-onderwijs leveren de tweede en de derde vertaalslag extra moeite op die niet bijdraagt aan de toename van het economisch inzicht. Deze extra vertaalslagen vormen een complicerende factor in het gebruik van spreadsheets. De vertaling naar een visueel model en vandaar naar een gecodeerde opdracht vereisen aandacht en energie, tenzij de leerlingen bij andere vakken al geleerd hebben om met spreadsheets om te gaan. De winst zit echter in de eerste vertaalslag waarbij de probleembeschrijving vertaald wordt naar een netwerk van relaties tussen de gevraagde grootheid en de gegevens. Deze noodzaak om los van het cijferen op zoek te gaan naar de samenhang in een vraagstuk, is een toevoeging aan het onderwijs die tot op heden weinig expliciete aandacht kreeg.

Een van de mogelijke redenen daarvoor is dat een systematiek ontbreekt om op gestructureerde wijze de diverse vertaalslagen expliciet aan de orde te stellen. Dat is jammer want daarmee komen nieuwe didactische mogelijkheden onvoldoende tot hun recht. In dit artikel wil ik trachten om aan de hand van een voorbeeld aan te geven hoe een systematische aanpak is te formuleren voor het vastleggen van vraagstukken in spreadsheets.

Een systematische probleemaanpak voor spreadsheet-toepassingen

Om de systematische probleemaanpak uiteen te zetten, is een simpel voorbeeld gekozen. Daardoor wordt de aandacht niet afgeleid door de complexiteit van het model. Vanuit deze opgave wordt stap voor stap de systematiek uiteengezet, waarna de aanpak geconcentreerd beschreven wordt. Het idee van een systematische probleemaanpak is afkomstig van Pilot en Mettes (3), die voor het oplossen van thermodynamica een soortgelijke aanpak ontwierpen. In de praktijk zal men al snel tot verkortingen in de afhandeling van een

systematische aanpak overgaan (4). Kennis van de complete systematiek is echter altijd nuttig, omdat bij onduidelijkheid in een opgave teruggevallen kan worden op de systematiek.

De opgave:

Iemand zet f 600 op de bank tegen 8% intrest. Ontwerp een rekenmodel voor een spreadsheetprogramma waarmee te berekenen is welk eindkapitaal deze persoon een jaar later heeft.

1. De oriëntatie op de structuur van de opgave

De essentie van de opgave is te achterhalen door de getallen te splitsen van de tekst. De grootheden die als invoer dienen in het model verschijnen nu in woorden onder de tekst. Vervolgens moet het gevraagde onderstreept worden. Het gevraagde is de uitvoer van het model.

De herschreven opgave:

Iemand zet een kapitaal op de bank tegen een bepaald intrestpercentage. Ontwerp een rekenmodel voor een spreadsheetprogramma waarmee te berekenen is welk eindkapitaal deze persoon na een jaar heeft.

Test het model met de volgende gegevens:

- kapitaal : f 600
- intrestpercentage : 8%

Test of het model ook werkt met andere getallen:

- | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|
| - kapitaal | f 600 | f 500 | f 300 |
| - intrestpercentage | 6% | 6% | 9% |

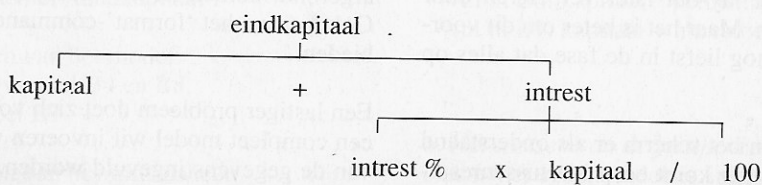
2. Het zoeken naar het verband tussen het gevraagde en de gegevens

In deze opgave ligt het verband voor de hand, omdat de relatie zeer simpel is. Er zijn twee relaties:

- het kapitaal dat deze persoon na een jaar tegoed heeft, bestaat uit het kapitaal dat hij op de bank heeft gezet plus de intrest over een jaar,
- de intrest over een jaar is gelijk aan het intrestpercentage maal 1% van het kapitaal dat hij op de bank heeft gezet.

In eerdere artikelen is uitvoerig stilgestaan bij de wijze waarop een analyse van een bedrijfseconomisch vraagstuk uitgevoerd kan worden en de zoekstrategieën die daarvoor beschikbaar zijn (5).

Vanuit de analyse van de relaties tussen het gevraagde en de gegevens kan eventueel een schema gemaakt worden waarin het relatiepatroon duidelijk vastligt.



Figuur 1: de relaties tussen de grootheden

3. De formulering van een oplossingspad

De oplossing voor de menselijke geest is eenvoudig. Deze loopt van onder naar boven in het schema:

- Vermenigvuldig het intrestpercentage met het beginkapitaal;
- Deel de uitkomst door 100;
- Tel het resultaat op bij het beginkapitaal.

4. Het ontwerpen van een rekenmodel voor het spreadsheet

Om dezelfde oplossingsroute vast te leggen in een spreadsheet dient men naast de oplossingsstappen ook de gegevens zelf vast te leggen. Voor elke grootte zijn twee cellen nodig: een om de naam van de grootte vast te leggen en een om de waarde van de grootte vast te leggen. De naam van de grootte is voor het rekenprogramma eigenlijk niet nodig, maar als een gebruiker van een spreadsheet alleen een getal op het scherm ziet, ontgaat hem de betekenis. Daarom wordt de naam van de grootte toegevoegd zodat de gebruiker van het programma informatie krijgt. Hier geldt het oude gezegde uit de scheepvaart, waar de matrozen het want in moesten om de zeilen vast te binden: een hand voor het zeil en een hand voor mezelf.

	A	B	C
1	kapitaal	600	
2	percentage	8	
3	intrestbedrag		
4	eindkapitaal		
5			

Figuur 2: een simpel model.

Bij meer complexe opgaven kunnen de leerlingen de opzet van een dergelijke indeling eerst op papier maken en deze later in het spreadsheet invullen. Bij kleine opgaven ligt het voor de hand dat leerlingen hun ontwerp direct op de computer invoeren.

Het model dat in figuur 2 is weergegeven, is niet erg inzichtelijk. Zodra de relaties tussen de gegevens en de onbekende grootheden zijn ingevoerd, staat een serie getallen recht onder elkaar. Een willekeurige gebruiker van het programma kan dan niet zien welke waarden voor de invoer zorgen en welke waarden de uitvoer aangeven. Daarvoor is een uitwerking van de presentatie naar de gebruiker van het spreadsheet nodig. In de klas is dat natuurlijk de leerling zelf. Maar in een bedrijfssituatie zal een econoom vaak modellen moeten ontwikkelen die door anderen gebruikt worden. De overzichtelijkheid is dan van groot belang. Eventueel kan men de lay-out later verbeteren door regels tussen te voegen. Maar het is beter om dit vooraf te regelen (en dan nog liefst in de fase dat alles op papier staat).

Na een herindeling kan het scherm er als onderstaand uitzien. Bij de berekening komt eerst het tussenresultaat en daarna de gevraagde uitkomst. Men kan echter ook besluiten om het tussenresultaat niet in beeld te brengen en dit buiten beeld in een apart gebied voor

tussenresultaten te plaatsen. Bij grotere opgaven is dat wel zo praktisch omdat men dan de gegevens en het eindresultaat bij elkaar op een scherm kan houden. Indien het model heel groot is, zal men de lay-out nog verder moeten aanpassen. Men kan dan zelfs een menu-overzicht maken dat doorverwijst naar afzonderlijke velden in het spreadsheet.

	A	B	C
1	MODEL BEREKENING EINDWAARDE		
2			
3	GEGEVENS		
4	kapitaal	600	
5	percentage	8	
6			
7	BEREKENING:		
8	intrestbedrag		
9	eindkapitaal		

Figuur 3: een inzichtelijk model

Voordat het rekenprogramma zijn werk kan doen, moeten een groot aantal stappen gezet worden, zodat de gewenste lay-out tot stand komt. Op zich zijn het logische stappen, maar men moet zich wel realiseren dat het veel handelingen zijn. Tijdswinst met een spreadsheet-programma treedt alleen op indien meer malen dezelfde berekening uitgevoerd dient te worden.

Het belang van de lay-out blijkt uit het aantal cellen dat daarvoor nodig is. In het spreadsheetmodel van figuur 3 zijn achttien cellen in gebruik. De feitelijke bewerking van het schema staat uiteindelijk in twee cellen: B8 en B9, maar zou zelfs nog terug te brengen zijn door de hele bewerking in een cel onder te brengen. Daarnaast zijn er twee cellen die informatie verschaffen aan de computer om de berekening uit te voeren: B4 en B5. Met drie tot vier cellen is de hele berekening uit te voeren. De overige veertien tot vijftien cellen geven toelichtende tekst en blanco cellen om de overzichtelijkheid te vergroten. Dit zijn vele extra handelingen.

Bij het invoeren van een model kan het aantal handelingen om tot een goede lay-out te komen nog verder toenemen, indien kleine problemen zich voordoen. Zo kunnen problemen ontstaan omdat de kolom te smal is voor een gekozen naam. Men dient dan de term af te korten of de kolom breder te maken met een 'format'-commando. Ook kunnen er problemen ontstaan met de notatie van geldbedragen. Indien de bedragen niet op een gelijk aantal cijfers achter de komma zijn afgerond, komen ze niet goed onder elkaar te staan. Ook hier zal het 'format'-commando uitkomst kunnen bieden.

Een lastiger probleem doet zich voor indien men eerst een compleet model wil invoeren voordat de waarden van de gegevens ingevuld worden. Zodra de formules ingevoerd worden, voert het spreadsheetprogramma de berekeningen uit. Het eist dan een getal in de cellen die de waarde van de gegevens dienen te bevatten.

Soms kan men de rekenfunctie van het programma tijdelijk uitschakelen. Soms substitueert het programma een lege cel voor de waarde 'nul' en komt men alleen in problemen bij een deling.

Het invoeren van meer complexe opgaven kan vooral vanwege de lay-out leiden tot een aanzienlijk beroep op de beschikbare tijd. Dit is dan ook de reden dat Woudhuysen in een eerder artikel (6) adviseerde om als docent zelf reeds de lay-out van een programma te maken en oproepbaar te stellen. De leerlingen kunnen dan snel overgaan tot het invullen van formules. Een nadeel van deze aanpak is echter dat een deel van de probleemanalyse al prijsgegeven wordt met het aanbieden van een lay-out. De lay-out suggereert reeds welke stappen successievelijk genomen moeten worden en geeft daarmee de grote lijnen van het oplossingspad weer. Men zal de leerlingen eerst zelf een lay-out moeten laten ontwerpen en kan eventueel een kant-en-klaar model (een template) achter de hand houden voor het geval een leerling er niet uitkomt, of er te lang over doet.

5. De vertaling van de vereiste berekeningen naar formules

Voor de berekening van het intrestbedrag moet het oplossingspad uit de derde stap herschreven worden. Daarvoor zijn de eerder genoemde drie vertaalslagen nodig waarmee de relatie tussen de gegevens en de gevraagde grootheid vastgelegd wordt.

De eerste berekening betreft de vaststelling van het intrestbedrag als tussenresultaat in het oplossingsproces:

1.a Formuleer de berekening in gewoon Nederlands:

- Vermenigvuldig het intrestpercentage met het beginkapitaal,
- deel de uitkomst door 100,
- en plaats de uitkomst achter 'intrestbedrag'.

1.b Vertaal in termen van het model:

- Bereken het produkt van de cellen B4 en B5,
- deel deze waarde door 100,
- en vul dit in bij cel B8.

1.c Vertaal in termen van het spreadsheet:

- Vul in op B8: $B4*B5/100$.

Voor de berekening van het eindkapitaal geldt eenzelfde aanpak:

1.a Formuleer in gewoon Nederlands:

- Tel het intrestbedrag op bij het beginkapitaal,
- zet de uitkomst achter 'eindkapitaal'.

1.b Vertaal in termen van het model:

- Bereken de som van cel B4 en B8,
- en vul dit in bij cel B9.

1.c Vertaal in termen van het spreadsheet:

- Vul in op B9: $B4 + B8$.

In een artikel over het spreadsheetprogramma 'Jave-

lin' (7) beschreven Bartels en Serton een programma waarin de berekeningen niet in termen van het spreadsheet geformuleerd dienen te worden, maar in algemeen Nederlandse bewoordingen. Javelin biedt de mogelijkheid om variabelen te definiëren en deze variabelen een waarde toe te kennen. De namen van de variabelen verschijnen in een lijst waaruit men bij herhaald gebruik de gewenste variabelen met de cursor kan kiezen. Het programma brengt dan zowel de variabele in beeld als de waarde die daarbij hoort. Eventueel berekent zij de waarde van de variabele indien er geen getal, maar een formule is ingebracht. Gebruik van Javelin verkort in aanzienlijke mate de boven beschreven vijfde stap in de systematische probleemaanpak.

Een voordeel van Javelin is dat zij de mogelijkheid biedt om een diagram op te vragen waarin de relaties die in een bepaalde formule zijn vastgelegd visueel gemaakt worden. Dit strookt met de bovenbeschreven aanpak waar aangegeven is dat het erom gaat eerst de relaties vast te stellen die er bestaan tussen het gevraagde en de gegevens zodat dit relatiepatroon vastgelegd kan worden in een spreadsheet.

Een nadeel van Javelin is dat de naam en de waarde van een grootheid sterk geïdentificeerd worden met elkaar. Dit belemmert de mogelijkheid om een variabele meerdere malen op te nemen in een spreadsheet ten einde twee concurrerende of tegengestelde berekeningen uit te voeren. Ook vereist het dat men gebruik maakt van tabelstructuren, indien een variabele meerdere waarden kan aannemen.

De mogelijkheid om cellen een naam te geven en vervolgens met die naam te gaan rekenen, bestaat ook in andere spreadsheetprogramma's. In wezen komt het erop neer dat men in figuur 3 hierboven zowel cel A4 als cel B4 'kapitaal' noemt. In cel A4 expliciet door de aanduiding 'kapitaal' op het scherm te zetten en in cel B4 impliciet door in het geheugen van de computer een code vast te leggen, die bij de rekenprocedure automatisch vervangen wordt door het getal of de uitkomst van een berekening. Dit getal (of de formule voor de berekening) dient men tegelijk met de naam 'kapitaal' in cel B4 te plaatsen. Later kan men dan naar de naam verwijzen en het computerprogramma substitueert de naam voor het getal of de berekende waarde. Verwarring kan echter snel optreden.

De verwijzing via cellen met namen luidt:

- geef B4 de naam 'kapitaal'
- geef B5 de naam 'percentage'
- geef B8 de naam 'intrestbedrag'
- vul in B8: $\text{kapitaal} * \text{percentage} / 100$
- vul in B9: $\text{kapitaal} + \text{intrestbedrag}$

6. Het toetsen van de juistheid van het model

Nadat het rekenmodel is ingevoerd kan de juistheid van het model getoetst worden door een stel andere data in te voeren. Men dient hiervoor eenvoudige getallen te kiezen zodat via een korte berekening uit het

hoofd of op papier gecontroleerd kan worden of het model deugdelijk is.

Voetnoten:

- (1) *Persoonlijk Computergebruik in Organisaties*, Dr L. Schrama, Addison Wesley Publishing Company, Amsterdam, 1989.
- (2) *Spreadsheets in de klas*, deel I en II, Drs D. Woudhuysen, *Tijdschrift Economisch Onderwijs*, november 1984 en maart 1986.
- (3) *Over het leren oplossen van natuurwetenschappelijke problemen*, C.T.C.W. Mettes en A. Pilot, proefschrift, Universiteit Twente, 1980.
- (4) *Leren door handelen*, C.F. van Parreren, Van Walraven, Apeldoorn, 1983.
- (5) De analyse van een bedrijfseconomisch vraagstuk, A.T.J. Vernooij, *Tijdschrift voor het Economisch Onderwijs*, mei 1989. Zoekstrategieën voor het oplossen van vraagstukken, A.T.J. Vernooij, *Tijdschrift voor het Economisch Onderwijs*, september 1990.
- (6) Economische levensduur en rekenmodellen, drs D. Woudhuysen, *Tijdschrift voor het Economisch Onderwijs*, december 1990.
- (7) Javelin, Bartels, J. & Sertons, M. *Tijdschrift voor het Economisch Onderwijs*, nummer 10, blz 268 december 1988.

Bijlage

Een systematische probleemaanpak voor spreadsheet-opgaven

Het opbouwen van een spreadsheetmodel verloopt in zes stappen:

1. Oriënteer je op de opgave
 - Ken je de betekenis van de begrippen?
 - Wat is het gevraagde, wat zijn de gegevens?
 - Welke bedrijfseconomische theorie is er?
 - Geeft de opgave suggesties voor opvolgende deelbewerkingen?
 - Is er een invulschema met de volgorde van de deelbewerkingen?
2. Zoek de oplossingsstructuur
 - Herken je het oplossingspad uit eerdere vraagstukken?
 - Zo nee, probeer dan vanuit het gevraagde de relatie te leggen naar de gegevens door je stap voor stap af te vragen welke gegevens direct nodig zijn om het gevraagde te berekenen.
 - Of probeer vanuit de gegevens de relatie te leggen met het gevraagde.
 - Breng de relaties in beeld via een schema.
3. Formuleer het oplossingspad
 - Vertaal de oplossingsstructuur naar een reeks van uit te voeren handelingen.

4. Ontwerp de lay-out van het rekenmodel
 - Bepaal het gegevensgebied: de plaats van de invoervelden, de randteksten en de blanco-velden.
 - Bepaal het gebied voor de bewerkingen: de plaats van de tussenresultaten, het eindresultaat en de randteksten en blanco-velden.
 - Bepaal het gebied voor documentatie en toelichting.- Controleer of het geplande rekenmodel overzichtelijk is.
 - Pas eventueel het rekenmodel aan.
5. Vertaal het oplossingspad naar formules
 - Formuleer de bewerkingen in gewoon Nederlands.
 - Vertaal de bewerkingen in termen van cellen uit het model.
 - Vertaal de bewerkingen in de spreadsheet-taal.
 - Voer de gevonden formules in het spreadsheet in.
6. Controleer of het model correct is
 - Vul diverse waarden in en bereken de uitkomst zowel via het model als langs andere weg om te kijken of het model klopt.
 - Ga na of de bouw van een model de volgende keer sneller kan verlopen.

Cursiefjes

Waarop is het mededingingsbeleid van de regering gericht?

De regels die tussen de ondernemingen gelden, moeten gehandhaafd worden, anders kun je onverbindend verklaard worden.

Wat verstaan we onder de macro-economische consumptiefunctie?

Het consumeren op grote schaal.

Wat is een marktform?

De objectieve samenkomst van aanbieders en vragers.

Wat is branchevervaging?

Een producent die zijn bedrijfskolom op gelijke hoogte heeft samengetrokken.

Noem twee soorten aandelen.

.....preventie-aandeel