

## **Een mentaal model van vakdidactiek**

Fons Vernooij

*Gepubliceerd in Factor D, 2022, nummer 2, als reactie op 7 artikelen uit nummer 1. Maar de opzet van dit artikel is zo dat het niet nodig is om die 7 artikelen eerst te lezen.*

40 jaar Factor D. De kwaliteit van blad spat van het eerste nummer van deze jaargang af. En dat vooral door de selectie van vakdidactische artikelen. Elk artikel richt zich op een ander aspect van de vakdidactiek. De term die bij mij het meest is blijven hangen, is de term "Mentale Modellen". In het betreffende artikel beperkt die zich nog tot de voorstelling die docenten zich maken rond termen zoals economische groei.

Maar deze term opent ook de weg naar de mentale modellen die leerlingen ontwikkelen van de lesstof. Wat voor beelden creëren leerlingen bij zichzelf dankzij (of ondanks) de lessen economie? Welke voorstelling van zaken blijft er hangen bij hen? Welke misconcepties blokkeren hun visie op de economische theorie?

### **Waar gaat het om bij vakdidactiek?**

Het is altijd arbitrair om een opsomming van onderdelen van een vakgebied te geven, maar aan de hand van de artikelen uit dit eerste jubileumnummer is het wel mogelijk een vrij compleet beeld te schetsen. Tot nu toe is het beeld van vakdidactiek altijd impliciet gebleven door de keuze van onderwerpen die een deelaspect van de vakdidactiek behandelden.

Echter, bij de veertigste verjaardag van het blad kan het geen kwaad om te proberen een totaalbeeld te schetsen van het vakgebied. Zeg maar een mentaal model van de vakdidactiek economie. Waar moeten we allemaal aan denken als we ons een goede voorstelling willen maken van de vakdidactiek?

Voorlopig zou ik de volgende zeven invalshoeken willen benoemen. Maar misschien zijn er lezers die nog meer invalshoeken relevant vinden. Die zou ik willen uitnodigen om dat in artikelvorm aan te vullen:

- Becommentariëren en verbeteren van het bestaande lesprogramma;
- Beschrijven van de mentale voorstelling die docenten hebben van economische begrippen;
- Expliciteren van het instructieproces tijdens het onderwijs;
- Stimuleren van de motivering van leerlingen door de vorm van het lesaanbod;
- Bevorderen van zelfsturing van leerlingen door eigen organisatie van het onderwijs;
- Analyseren van de problemen die leerlingen hebben met de stof;
- Onderzoeken welke mentale modellen leerlingen ontwikkelen en toepassen.

### **Becommentariëren en verbeteren van het bestaande lesprogramma**

De bestaansreden van de LWEO, met daarop aansluitend het vakdidactische blad Factor-D, ligt in het becommentariëren en verbeteren van een bestaand programma. Met de brochure Appels en Peren, die tevens als start van het gelijknamige tijdschrift diende, kwam een eerste forse kritiek op het technocratische programma dat onder leiding van Arnold Heertje eind jaren zeventig werd ingevoerd op het destijds nieuwe Atheneum.

De wiskundige aanpak, die in extrema naar voren kwam in het partieel differentiëren (dat zelfs in 6VWO nog niet in het wiskundeprogramma voor kwam), bracht veel leerlingen en docenten tot wanhoop. Dit culmineerde tot de stelling: "Wat een economie-examen lijkt, blijkt een wiskunde-examen te zijn."

Een krachtige hedendaagse voortzetting van deze traditie is te vinden in het artikel van Linda van Haren over “Een duurzame syllabus”. Zij memoreert een uitzending van VPRO Tegenlicht waarin studenten aan hun docenten vroegen of de opleiding economie alsjeblieft wat duurzamer zou kunnen zijn. Een prachtige manier om een discussie over het curriculum van de vakken economie en bedrijfseconomie vanuit een breder perspectief ter discussie te stellen.

Dat kan volgens Linda concreet vorm krijgen via hetzij de syllabi te verduurzamen door nieuwe begrippen toe te voegen aan de hand van duurzame aspecten van de maatschappij, hetzij de methodes te verduurzamen door de oefenopgaven te herschrijven naar opgaven vanuit een duurzame of circulaire context.

### **Beschrijven van de mentale voorstelling die docenten hebben van economische begrippen**

Vanuit een workshop Duurzaamheid hebben Henny van Dongen en Elsbeth van der Meche in hun artikel “Mentale Modellen” de vraag opgeworpen welke mentale voorstelling docenten als vanzelfsprekend hanteren bij het uitvoeren van hun vak. Begrippen als schaarste, economische groei en winstmaximalisatie hebben een diepere betekenis die eigenlijk te weinig ter discussie wordt gesteld. Gaat schaarste wel over het afwegen van beperkte middelen en ongelimiteerde behoeften? Is economische groei wel een vanzelfsprekende verklaring voor nieuwe initiatieven? Is winstmaximalisatie wel de doelstelling van elk bedrijf?

Veel van dergelijke begrippen vormen een gestandaardiseerde bril waarmee economen hun wereld bekijken, interpreteren en verder uitbouwen. Zij vormen mentale modellen die een rechtvaardiging zijn van de gebruikelijke theorema's in het onderwijs. Om duurzaamheid echt in het curriculum in te bouwen, is het noodzakelijk om docenten aan het denken te zetten over de economische begrippen die het denken over duurzaamheid nu blokkeren.

De term mentaal model is overigens niet nieuw. Norman, Gentner & Stevens hebben in een publicatie uit 1976 het mentale model geplaatst tegenover het conceptuele model. Zij gingen in op de constatering dat sommige mensen hun rekenmachine steeds uit- en weer aanzetten. Aan de hand van zo'n rekenmachine plaatsten zij de begrippen in een vierluik:

- 1) er is een apparaat dat functies heeft,
- 2) er is een goede beschrijving van de werking van dat apparaat (een conceptueel model)
- 3) een gebruiker maakt zich een mentale voorstelling van de wijze waarop het apparaat functioneren kan (een mentaal model);
- 4) er is een onderzoeker die probeert om zich een voorstelling te maken van het mentale model dat een gebruiker ontwikkeld heeft.

“Waarom zet u uw rekeningmachine steeds uit?”

“Oh, dat is om alle getallen te wissen”.

“Maar er zit toch een knopje op om alles te wissen? Clear staat erop.” (conceptueel model)

“Ja, maar als ik hem uit zet, weet ik zeker dat alles gewist is.” (mentaal model).

Dit vierluik geldt in bredere zin ook voor de maatschappij waar wij in leven.

- (1) De maatschappij functioneert op allerlei manieren en ontwikkelt zich.

- (2) Er zijn wetenschappers die proberen een goede beschrijving van die maatschappij in behapbare brokken weer te geven in leerboeken.
- (3) Er zijn mensen die vanuit leerboeken zich een beeld proberen te vormen van die verschillende invalshoeken en deelterreinen via termen en voorstellingen van zaken.
- (4) En tot slot zijn er auteurs zoals Henny en Elsbeth die proberen grip te krijgen op de mentale voorstelling die docenten zich gemaakt hebben van die economische termen met de aansluitende theorieën die zij uit de boeken en de media hebben gevormd.

Kortom onderwijsvernieuwing heeft niet alleen te maken met de aanpassingen in een curriculum, maar ook met de manier waarop docenten de leerstof interpreteren. En het is aan de vakdidactiek om daar aandacht aan te besteden.

### **Expliciteren van het instructieproces tijdens het onderwijs**

Het derde aspect van vakdidactiek kan ik niet beter beschrijven dan Twan Huijbers en Quincy Elvira dat hebben gedaan in hun artikel “Beleidsexperimenten IS-MB-GA model: een prototype.” Zij schrijven: “Onze eerste gedachte over het nieuwe examenprogramma was gericht op de vertaling naar vakdidactiek. Hoe gaan wij leerlingen deze macro-economische verbanden en inzichten leren?”.

Voor hun aanpak richten Twan en Quincy zich op een systematiek die ontwikkeld is vanuit economische klassenexperimenten. Uit de resultaten is waar te nemen dat de lesstof bij leerlingen beter beklift als deze wordt geleerd vanuit een activerende werkvorm. Overigens is dat inzicht niet nieuw want de lesbrieven van de LWEO hebben dat uitgangspunt al jaren als basis. Maar wel is nieuw dat er een Engelstalig ontwerpmodel voor het opbouwen van de instructie via klassenexperimenten is.

Het model voor klassenexperimenten heeft als acroniem: ADDIE: Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation. Bij de analyse van het IS-MB-GA-model komt volgens Twan en Quincy naar voren dat een activerende werkvorm voor macro-economie niet makkelijk in rollen is te vangen. De eenvoudigste klassenexperimenten tot nu toe zijn vorm gegeven in micro-economische situaties.

Het didactiseren van het IS-MB-GA-model vereist dan ook een aanpassing in het denken van docenten die gewend zijn aan bestaande klassenexperimenten. Twan en Quincy schrijven: “Het begrip ‘*denken als een econoom*’ wordt vaak geassocieerd met micro-economische aandacht op de rol van prikkels e.d... Dat moeten docenten aanvullen.” Dus, zeg maar dat zij het mentale model dat zij hebben van ‘denken als een econoom’ eerst moeten aanpassen voordat zij succesvol aan de slag kunnen gaan met het klassenexperiment macro.

Volgens Twan en Quincy is de belangrijkste vraag voor het Design: “Wat willen we dat leerlingen leren?”. Op zich is dat niet onjuist, maar beter zou zijn om te stellen: “Wat voor beeld hebben leerlingen al van de macro-economische problematiek en hoe proberen we dat uit te bouwen tot een goed beeld van het IS-MB-GA model?”. Om een conceptueel model van een stukje macro-economie over te brengen bij leerlingen is het van belang om goede aanknopingspunten te vinden in hun bestaande kennispatronen.

Dat kunnen juiste of onjuiste beelden over bijvoorbeeld economische groei zijn. Die kunnen leerlingen in hun thuissituatie of bij eerdere lessen hebben opgebouwd. Of misschien is er ook bij andere vakken al aandacht aan gegeven op een goed bedoelde, maar economisch onjuiste manier. Bij design zouden dus ook de reeds bestaande

mentale modellen, inclusief de misconcepties, van de leerlingen betrokken kunnen worden.

### **Stimuleren van de motivering van leerlingen door de vorm van het aanbod**

De fasen van Development en Implementation uit het ADDIE-model zijn gericht op de opbouw en uitvoering van de lesstof in deelcasussen die geleidelijk in moeilijkheid toenemen. Centraal staan belangrijke factoren die de interesse van de leerlingen positief (moeten) beïnvloeden.

Zo kunnen de leerlingen in groepjes worden ingedeeld met voor ieder een eigen taak om ervoor te zorgen dat leerlingen volgens Twan en Quincy zich eigenaar voelen van het probleem. Leerlingen moeten ook het gevoel krijgen dat ze competent zijn en groeien in hun kennis van het model. Organisatie en vormgeving van het aanbod zijn van belang om het conceptuele model van het IS-MB-GA-model zo goed mogelijk om te zetten in een overeenkomstig mentaal model bij de leerlingen.

Dat streven is ook de basis voor de invoering van spelvormen in het economische onderwijs. Sander Liket geeft daarvan enkele voorbeelden in zijn artikel "Economische spelvormen: begrip door beleving". Essentie is dat leerlingen de economische begrippen die zijn verwerkt in het spel beter zullen begrijpen als ze de situatie zelf beleefd hebben. Het denkwerk van leerlingen wordt daarmee gekoppeld aan het gevoel van leerlingen. Een zeer belangrijke ervaring.

Uit mijn eigen ervaring met business games voor leerlingen (First Enterprise en Trade Company) weet ik dat leerlingen enorm betrokken kunnen raken en ervaringen opdoen, die het curriculum overstijgen. Probleem is alleen dat er eigenlijk geen tijd is voor dit soort belevingen en dat de opgedane vaardigheden in de toetsing via het centraal eindexamen niet terugkeren.

Voordeel van een spelvorm is volgens Sander dat deze gebruikt kan worden als een 'kapstok' in de volgende lessen. "De spelvorm dient in deze als een gedeeld referentiekader, zodat je als docent naar de eerdere ervaring kan verwijzen die alle leerlingen hebben." Het spel creëert dus een gedeeld referentiekader. Ofwel het bevordert de ontwikkeling van overeenkomstige mentale modellen bij leerlingen, dus modellen die met elkaar overeen komen.

Als leerlingen door het spel op eenzelfde wijze naar de lesstof gaan kijken, is het voor een docent eenvoudiger om het vervolg van die lesstof uiteen te zetten. Er is bewust een bodem gelegd waarop een docent verder kan bouwen om tot de ontwikkeling van mentale modellen te komen die nauw aansluiten bij het conceptuele model dat de docent wil overdragen. Of het ook lukt om de juiste voorstelling op te roepen die hoort bij termen als 'asymmetrische informatie', 'risicoaversie' en 'transactiekosten', zoals het Dobbelspel met de 20-zijdige dobbelsteen beoogt, kan ik niet op voorhand inschatten.

### **Bevorderen van zelfsturing van leerlingen door eigen organisatie van het onderwijs**

In zijn artikel "Praktische Opdracht Economie in Context" gaat Ton Nouwens nog een stap verder wat betreft de doelstelling van klaslokaalexperimenten en spelvormen: zelfsturing van leerlingen via groepjes die een gezamenlijke opdracht moeten uitwerken. Dat is ook de oorspronkelijke bedoeling van de praktische opdrachten die bij de invoering van de tweede fase beoogd werd. Helaas is toen de praktische opdracht via het schrijven van een werkstuk al snel doorgezet naar het voorbereiden van het profielwerkstuk met

een reeks aanpassingen in de praktische opdrachten. Maar in het artikel van Ton komt de dynamiek van zelfsturing prachtig tot uiting.

In plaats van de leerlingen te plaatsen in een bestaand klaslokaalexperiment heeft het Carmel College Salland besloten dat leerlingen in groepjes onderzoek doen naar een economische context, daar vervolgens een gedragsexperiment over ontwikkelen en dat met de klas uitvoeren. Essentieel is het leerdoel: 'Het kunnen verzorgen van een les met een combinatie van theorie, actualiteit en een gedragsexperiment over een economisch onderwerp', naast natuurlijk het 'Op constructieve wijze kunnen samenwerken binnen een groep'.

Het zou mooi zijn als de leerlingen ook moeten proberen op te schrijven hoe zij bij de start tegen de gekozen economische context aankijken en hoe zij daar na afloop van het experiment naar kijken. Dat zal niet meevallen. Maar het kan de docent toch inzicht verschaffen in de uitgangspunten en mogelijke misconcepties die bij leerlingen bestaan bij aanvang en in de beelden die zij ontwikkeld hebben tijdens het experiment. Daar kunnen nog heel wat generalisaties of stereotypen in schuil gaan.

### **Analyseren van de problemen die leerlingen hebben met de stof**

Twee mooie voorbeelden van onderzoek naar misconcepties die leerlingen hebben en fouten die leerlingen maken bij het oplossen van vraagstukken zijn te vinden in het artikel van Lenie Kneppers: "Examenvragen havo economie, 1e tijdvak 2021 geanalyseerd". Bij het eerste probleem gaat het om het rekenen met percentages. In essentie was de vraag: 'Bereken hoeveel procent Europese auto's in India goedkoper worden als India de invoerrechten van 120% afschaft.'

In principe is dat te berekenen met de formule  $(\text{nieuw} - \text{oud}) / \text{oud} \times 100\%$ . Dat is niet eenvoudig voor leerlingen omdat ze een percentage moeten berekenen aan de hand van getallen die al als percentage zijn uitgedrukt. Zelfs het eerste als juist benoemde antwoord  $(100 - 120/220 \times 100\% = 54,54\%)$  stemt niet overeen met het goede antwoord dat eerder in de analyse staat:  $(120 / 220 \times 100\% = 54,54\%)$ .

De kracht van dit artikel ligt in de inventarisatie van de antwoorden van de leerlingen en de poging om te achterhalen welke gedachtengang achter die berekening schuil gaat. Negen typen van fouten staan opgesomd waar diverse redeneringen uit te halen zijn. Deze geven een beeld van het mentale model dat leerlingen mogelijk hanteren bij het oplossen. Informatief voor docenten die grip willen krijgen op de denkwijze van de leerlingen. Een van de conclusies die Lenie trekt is: "Het kan helpen als leerlingen leren om bij een toets uit te schrijven hoe ze tot een antwoord komen."

Misschien zou het beter zijn om de modellering van vraagstukken centraal te stellen. Dat kan door voor te stellen om niet meer naar de uitkomst van een vraagstuk te vragen, maar door gewoon te zeggen; 'Geef de berekening die nodig is om na te gaan hoeveel procent de Europese auto's in India goedkoper worden als India de invoerrechten van 120% afschaft.'

Bij het tweede vraagstuk komt die kritiek op de vraagstelling wel naar voren. Daar gaat het om een vraag- en aanbodsituatie waarin de overheid een minimumprijs instelt en vervolgens een aanbodoverschot opkoopt. Twee beslissingen die effect hebben op het producentensurplus. De kritiek op de gestelde vraag aan de leerlingen is dat niet aangegeven staat of de toename van het producentensurplus op beide beslissingen betrekking heeft of op een van beide.

Vervolgens is de terechte kritiek van Leni: “Er werd overigens alleen gevraagd de letters van de vakjes te noteren. Dat vind ik een gemiste kans. Als een toelichting moet worden gegeven, moet een leerling nadenken over hoe hij zijn gedachten op papier zet. Dat kan helpen.” Dat kan ook de docent helpen om zich in te leven in de beleving van de leerling en in zijn of haar mentale voorstelling van het voorgelegde vraagstuk.

### **Onderzoeken welke mentale modellen leerlingen ontwikkelen en toepassen**

Her en der in dit artikel zitten al aanzetten tot een oproep om aandacht te geven aan de mentale modellen die leerlingen hanteren bij het aanpakken van vraagstukken. Wat betreft het rekenen met percentages weet ik uit mijn eigen promotie-onderzoek dat er een belangrijke valkuil zit in het berekenen van percentages boven het honderd. Leerlingen die hardop-denkend zo'n vraagstuk maakten, verwrongen de berekening tot percentages onder het honderd.

Op mijn vraag waarom zij de formule niet gewoon toepassen, kwam als antwoord: “Ik heb geleerd dat een percentage een deel van het geheel is. Als je alles hebt, dan heb je 100%. Meer dan 100% is niet mogelijk. Dus ik begrijp niet wat ze nou van mij willen. Ik kan toch geen onzin opschrijven.” Dit is een duidelijke misconceptie die de leerling gevormd heeft in het verleden. Deze leidt tot verwrongen antwoorden of het idee: “ik schrijf maar wat op, dan zie ik het wel.”

Een ander mentaal model dat problemen oplevert, staat in de Column van Sophie: “Nieuwe interessante onderwerpen en lastige toetsen”. Zij schrijft over de lesbrief Levensloop en zegt o.a. “Ik vind stroomgrootheden en voorraadgrootheden nog steeds wel een beetje moeilijk maar het gaat al wel veel beter dan in het begin.” Dat lijkt een simpel probleem. Voorraadgrootheden zijn metingen op een moment, bijvoorbeeld de bedragen die op een balans staan zijn gemeten in euro's. Stroomgrootheden zijn metingen gedurende een periode, bijvoorbeeld de bedragen op een resultatenrekening. Deze zijn gemeten in euro's per periode, dus euro's per kwartaal of euro's per jaar.

De jaarmzet is te berekenen door de vier kwartaalomzetten bij elkaar op te tellen. Maar de jaarbalans kun je niet berekenen door de vier kwartaalbalansen op te tellen. Dit betekent dat de omzet (TO) en de kosten (TK) niet in euro's weergegeven behoren te worden, maar in 'euro's per periode'. Om vast te stellen of een grootheid een stroomgrootheid is of een voorraadgrootheid is het van belang om helder te zijn in de eenheid die erbij staat vermeld. Dat geldt trouwens ook voor de grootheden die in het IS-MB-GA model zijn opgenomen, zie o.a. de site van het SIEO.

Economen zijn erg slordig in het noteren van hun eenheden. Het liefst hanteren zij de methode van de wiskunde door de eenheden niet te noteren. Natuurkundigen zijn veel nauwkeuriger. Afstand is een voorraadgrootheid, die staat in kilometers of meters. Snelheid is een stroomgrootheid, die staat in kilometers per uur of meter per seconde, maar nooit in kilometers of meters alleen.

Natuurkundigen hebben een uitgewerkt conceptueel model van de eenheden die zij hanteren bij hun grootheden, zodat docenten en leerlingen een overeenkomstig mentaal model van de natuurkundige grootheden kunnen ontwikkelen. Wiskundigen hebben het niet nodig, want die werken niet met eenheden. Maar economen werken wel met eenheden ([bedrijfseconomische-eenheden.nl](http://bedrijfseconomische-eenheden.nl)).

Het is echter de vraag of docenten hun eigen mentale model van de eenheden voldoende tot ontwikkeling gebracht hebben. En hoe kunnen leerlingen bij het vak Economie of Bedrijfseconomie een helder mentaal model van stroomgrootheden en voorraadgrootheden ontwikkelen als de docenten en de leerboeken uiterst dubbelzinnig met de eenheden omgaan? Een leerling drukte het ooit zo uit: “Ach wat maakt het uit of er verkoopprijs of omzet staat, als je maar begrijpt wat ze bedoelen.”

Die gedachtengang lijkt me toch niet de bedoeling van het onderwijs. Het is een mooie opdracht aan de vakdidactiek om meer zicht te krijgen op de manier waarop leerlingen de lesstof verwerken. Gelukkig heeft de redactie van Factor D een goede neus voor de samenstelling van het blad met relevante artikelen die de breedte van de vakdidactiek omvatten. Want het is geweldig om te constateren hoe breed geschakeerd het eerste nummer van het jubileumjaar was.

Wellicht dat de accenten iets meer verschoven kunnen worden naar de zevende kern van de vakdidactiek: “Hoe onderken je welke mentale voorstelling leerlingen zich maken van een onderwerp? Welke misconcepties spelen mee op de achtergrond? En hoe zorg je dat die mentale voorstelling overeen gaat stemmen met het conceptuele model dat het lesprogramma aanbiedt?”

#### *Artikelen uit het jubileumnummer van Factor D, 41e jaargang nr 1*

- Henny van Dongen en Elsbeth van der Meche, Mentale Modellen, blz 13.
- Lenie Kneppers, Examenvragen havo economie 1e tijdvak 2021 geanalyseerd, blz 19.
- Linda van Haren, Een duurzame syllabus, blz 3.
- Sander Liket, Economische spelvormen: begrip door beleving, blz 1.
- Sophie. Column: Nieuwe interessante onderwerpen en lastige toetsen, blz 11.
- Ton Nouwens, Praktische Opdracht Economie in Context, blz 23.
- Twan Hijgers en Quincy Elvira. Beleidsexperiment IS-MB-GA model: een prototype, blz 6.

#### *Overige bronnen*

- Norman, D.A., Gentner D.R. & Stevens, A.L. (1976), Comments on learning schemata and memory representation. In D. Klahr (ed.), Cognition and Instruction, Hillsdale N.J. Lawrence Erlbaum Ass.
- SIEO, Ferry Haan, Syllabus economie VWO 2023, Zie: <https://siewo.nl/storage/file/2e117474-f3ae-44d3-974a-5a3ba9654d7e/FerryIS-MB-GA-SIEO-november-2021Ferry-Haan.pdf>
- Vernooij, Fons (1993), Het leren oplossen van bedrijfseconomische problemen. Proefschrift, te vinden op [vakdidactiek-bedrijfseconomie.nl](http://vakdidactiek-bedrijfseconomie.nl)
- Vernooij, Fons, Bedrijfseconomische begrippen en hun eenheden. Zie: [bedrijfseconomische-begrippen.nl](http://bedrijfseconomische-begrippen.nl)