

Programma Onderzoek Vernieuwing Bètavakken

Onderzoeksproject RUG2

Mathematiseren als schakel bij het modelleren: kansen en belemmeringen bij leerlingen tijdens het opstellen van wiskundige modellen

Rijksuniversiteit Groningen

Procedure

U kun uw sollicitatie alleen per e-mail voor maandag 26 maart 2007, 9:00 uur sturen naar:
info@onderzoekbetavakken.nl

Onder vermelding van de code en titel van het project

Informatie over dit specifieke project kunt u krijgen bij:

Rijksuniversiteit Groningen

Instituut voor Didactiek en Onderwijsontwikkeling

Pauline Vos

Tel. 050-363 4941

1. Gegevens beoogde promotoren en andere aanvragers

Prof dr M.J. Goedhart (hoogleraar didactiek van de wiskunde en natuurwetenschappen RuG),
Nijenborgh 4, 9747 AG Groningen.

Medeaanvragers:

- Prof dr H.W. Broer (hoogleraar Dynamische Systemen RuG, vz KWG, lid cTWO)
- dr F.P. Vos (docente wiskundedidactiek & bètacommunicatie RuG)

2. Titel onderzoeksproject

Mathematiseren als schakel bij het modelleren: kansen en belemmeringen bij leerlingen tijdens het opstellen van wiskundige modellen

(werktitel: *kansen en belemmeringen bij leerlingen tijdens het opstellen van wiskundige modellen*)

3. Onderzoeksthema, waaronder onderzoeksproject wordt ingediend

- De concept-contextbenadering in de klassenpraktijk
- Samenhang tussen vakken

4. Korte omschrijving onderzoeksproject

Dankzij wiskundige formules kunnen fenomenen in de natuur gemodelleerd worden. Het modelleren is dan ook een bètabrede vaardigheid. Bij het modelleren zijn een aantal activiteiten geschakeld, zie bijlage 1. Een van de schakels is het vertalen van het probleem naar een wiskundig model (veelal een formule). In navolging van Blum en Leiß (2005), zie figuur 1, zullen we deze vaardigheid 'mathematiseren' noemen; andere auteurs hebben alternatieve termen gebruikt: 'horizontaal mathematiseren' (Treffers, 1987), 'algebraïseren' (Van Streun, 2007) of 'formaliseren' (Savelsbergh e.a., 2007; zie figuur 2).

Feit is, dat het mathematiseren vaak wordt omzeild in het huidige wiskundeonderwijs door een context mét een formule aan te reiken (Kleine, 2006; Vos, 2007). Ook bij modelleertaken in andere bètavakken, en ook bij het werken met *modelleertools*, wordt de formule vaak kant-en-klaar aan de leerlingen aangereikt, zodat zij vanuit simulaties de verbanden leren interpreteren. Met het overslaan van het mathematiseren krijgt een leerling echter weinig inzicht in wat zich 'onder de motorkap' voordoet en ontstaat geen 'ownership' van het modelleren. Daarnaast moeten we constateren dat er nog weinig bekend is over leerproblemen rondom bijvoorbeeld het identificeren en benoemen van variabelen en het opstellen van verbanden. Ook zien we vaak, dat leerlingen een formule opvatten als een 'rekenvoorschrift' en niet als een verband tussen grootheden. Daarom hechten we in dit onderzoek een groot belang aan mathematiseervaardigheden binnen de modelleercyclus.

Onderzoeksvragen: welke leermogelijkheden hebben leerlingen om tot mathematiseren te komen? Hoe kunnen belemmeringen bij het mathematiseren opgeheven worden?

Onderzoeksmethode: het is voor de hand liggend om dit onderzoek vorm te geven middels een ontwerponderzoek (Van den Akker e.a., 1999) waarin exemplarische mathematiseertaken als schakel in een modelleercyclus worden ontworpen. We willen hiervoor uitgaan van bètabrede contexten (bijv: remweg, epidemie, reactiesnelheid, stapsgewijs voortgezet tegelpatroon, enz), waarin de verbanden modelleerbaar zijn voor de doelgroep van 4/5-havo/vwo in de N-profielen van de Tweede Fase. Wiskundig denken we dan aan lineaire, kwadratische of exponentiële verbanden, inclusief recurrente betrekkingen. Dit onderzoek zal niet *tool-oriented* zijn (gericht op het beproeven van een bepaald ICT-hulpmiddel zoals *IP-Coach*, *Powersim* of *Simquest*), omdat mathematiseren vooraf gaat aan simuleren. In aansluiting op Labeto (2006) volgen we een *actororiented approach*, waarin een uitgebreid voortraject wordt doorlopen om de breedte van de leerpotenties bij leerlingen systematisch in kaart te brengen. Dit gebeurt middels hardop-

denksessies met leerlingen aan de hand van modelleertaken waarin a) het mathematiseren niet wordt vermeden en b) de overige modelleeractiviteiten soepel kunnen verlopen. De verwachting is, dat veel leerproblemen bij het mathematiseren gerelateerd zijn aan *symbol sense* en *formulevaardigheid*, het kiezen en benoemen van variabelen en het onderscheiden van expressies, functies, formules enz.

Dit voortraject wordt gevolgd door het ontwerpen van een serie vakoverstijgende proefflessen, waarin een inhoudelijke afstemming van wiskunde met de andere bètavakken tot uiting komt. Deze tweede onderzoeksfase kan, in vergelijking tot ander ontwerponderzoek, worden verkort omdat we een kandidaat-promovendus zoeken die het eerste prototype in de eigen praktijk kan testen voordat het ontwerp in een volgende testronde ook door andere docenten wordt uitgevoerd.

Het onderzoek zal de volgende producten opleveren:

- Wetenschappelijke publicaties (conferentiebijdragen, artikelen, bij goed verloop dissertatie) en vakpublicaties in lerarentijdschriften,
- Een classificatie van mathematiseervaardigheden, die tot een verheldering van de mechanismen bij het modelleren leidt,
- Ontwerpprincipes voor het incorporeren van mathematiseervaardigheden in het bètaonderwijs,
- Concreet en gevalideerd materiaal voor vakoverstijgend bètaonderwijs, bijvoorbeeld als module voor NLT of voor wiskunde D, waarin leerlingen herhaald de volledige modelleercyclus doorlopen en onderwijs mathematiseer -vaardigheden ontwikkelen.

5. Belang voor de vernieuwing bètavakken en/of praktijk van vernieuwd bètaonderwijs

In diverse vernieuwingsdocumenten wordt het belang van modelleeractiviteiten genoemd als bindende bouwsteen tussen de bètavakken (Natuurkunde leeft; Rijk aan Betekenis; Modelleren in de β -vakken - kennis in uitvoering). Het voorgestelde onderzoek zoomt in op één belangrijke modelleeractiviteit, het mathematiseren, overigens zonder andere modelleeractiviteiten uit het oog te verliezen. Doel is, dat leerlingen zelf (eenvoudige) wiskundige modellen leren produceren vanuit een concrete probleemsituatie om vervolgens het eigen model nuttig in te zetten bij het beantwoorden van het probleem. De verwachte opbrengsten zijn beproefde praktijkvoorbeelden en aanbevelingen waardoor leerlingen productiever en autonomer verbanden tussen grootheden uit de natuur kunnen formuleren. Behalve een beter begrip van het modelleren (als concept) en een betere formulevaardigheid, verwachten wij dat dit ook leidt tot een spin-off bij het werken met aangereikte modellen, bijvoorbeeld tijdens het werken met modelleertools.

6. Wetenschappelijk belang

De vergelijking van Löhner (2005) tussen tekstuele en grafische representaties in een modelleeromgeving leert ons dat vwo-3-leerlingen aangereikte modellen kunnen 'runnen' en erover kunnen redeneren, maar dat ze niet goed zelf formules kunnen opstellen. Het voorgestelde onderzoek bouwt hierop voort en zal een empirische bijdrage leveren aan het wetenschappelijk kennisbestand over de mechanismen die aan modelleervaardigheden ten grondslag liggen. Nieuw is om een *actor-oriented approach* te kiezen (Labeto, 2007) in aanvulling op reeds lopend, vooral *tool-oriented* onderzoek op modelleergebied. Dit wordt gerealiseerd door het ontwerponderzoek vooraf te laten gaan door een systematische studie op leerling-niveau.

7. Beoogde samenwerking met scholen, vernieuwingscommissie(s) en buitenlandse instellingen

We hebben uitstekende onderzoekscontacten met regionale scholen, waar reeds onderzoek loopt naar Wiskunde en Contexten; het voorgestelde onderzoek zal hieraan flankerend zijn:

- Transfervaardigheden bij differentiëren in toegepaste situaties (Roorda)
- Wiskundeconcepten bij niet-wiskundevakken (Den Braber)
- Evaluaties van contextrijk wiskundeonderwijs (Vos)

Naar de vernieuwingscommissies lopen korte lijnen: Henk Broer en Martin Goedhart zijn direct betrokkenen. Als externe adviseurs heeft Prof dr G. Kaiser (Universiteit Hamburg) medewerking toegezegd en zullen dr E. Savelsbergh (UU) en dr W. van Joolingen (UT) worden aangezocht.

Referenties

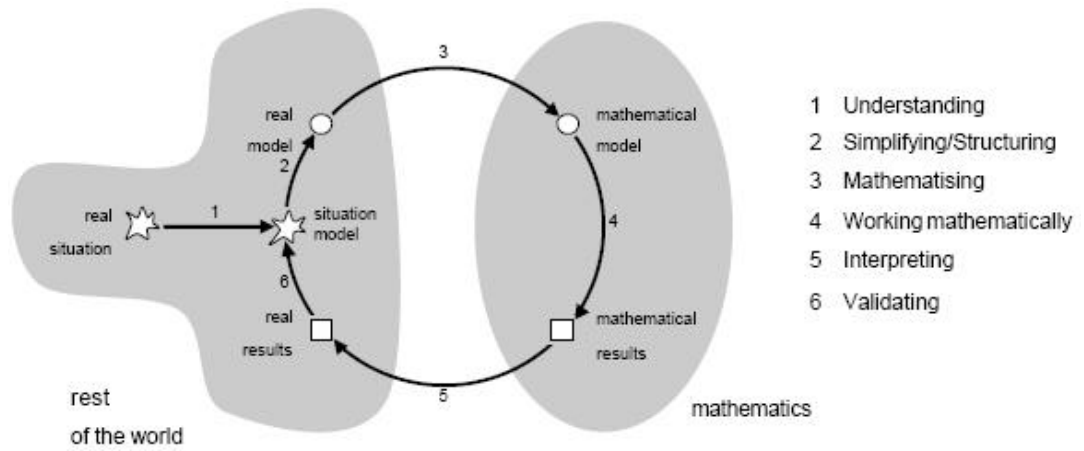
- Akker, J. van den (1999). Principles and Methods of Development Research. In J. van den Akker, R.M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (red.), *Design approaches and tools in education and training* (pp. 1-14). Boston: Kluwer.
- Blum, W. en Leiß, D. (2005). Filling Up – the problem of independence-preserving teacher interventions in lessons with demanding modelling tasks. In M. Bosch (red.), *Proceedings of the 4th European Congress of Mathematics Education*, St. Feliu de Guixols, Spain, Feb 16-22.
- Kleine, W. (2006). Contexten in de examens wiskunde B. *Euclides*, 82(1), 20-22.
- Labeto, J. (2006). Alternative Perspectives on the Transfer of Learning: History, Issues, and Challenges for Future Research. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(4), 431-449.
- Löhner, S. (2005). *Computer Based Modeling Tasks: the Role of External Representation*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam.
- Savelsbergh, E. et al. (2007). *Modelleren in de β -vakken; Kennis in uitvoering; advies aan de gezamenlijke β -vernieuwingscommissies*. Utrecht: Centrum voor Didactiek der Bètawetenschappen.
- Streun, A. van (2007). Parate kennis en algebra; afl. 2: symbol sense. *Euclides*, 82(4), 151-152.
- Treffers, A. (1987). *Three dimensions: a model of goal and theory descriptions in mathematics instruction - the Wiskobas Project*. Dordrecht: Kluwer.
- Vos, P. (2007). Assessment of applied mathematics and modelling: using a laboratory-like environment. In W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (red.), *Applications and Modelling in Mathematics Education* (pp. 441-448). New York: Springer.

Bijlage 1

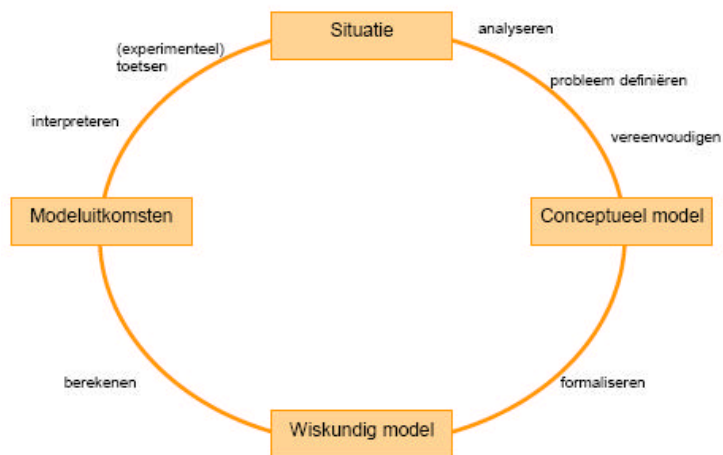
Figuur 1: Modelleercyclus als beschreven door Blum & Leiß (2005)

Figuur 2: Modelleercyclus als beschreven door Savelsbergh e.a. (2007)

Bijlage 1



Figuur 1: Modelleercyclus als beschreven door Blum & Leiß (2005)



Figuur 2: Modelleercyclus als beschreven door Savelsbergh e.a. (2007)