

Hans-Stefan SILLER, Salzburg

## **Der Begriff „Modellbilden“ in der Mathematik- bzw. Informatikdidaktik**

Liest man fachdidaktische Literatur aufmerksam durch und beschäftigt sich eine Weile mit verschiedenen Konzepten, so stößt man sicherlich einmal auf den Begriff der Modellbildung. Dieser Begriff wird nun schon seit einigen Jahrzehnten in den Fachdidaktiken diskutiert und erfreut sich, auch durch die Diskussion um Bildungsstandards ausgelöst, wieder einer intensiven (wissenschaftlichen) Diskussion. Zahlreiche Expert(inn)en setzen sich mit diesem Thema auseinander und versuchen mit unterschiedlichen Sichtweisen dieses didaktische Gebiet zu bearbeiten. Zahlreiche Vorträge in Arbeitsgruppen wie z.B. auf der ICME 2008 (TSG 21), der CERME (WG 11), aber auch die moderierten Sektionen der jährlich stattfindenden GDM-Tagung, siehe Borromeo Ferri / Greefrath / Maaß bzw. Leiß / Reiss / Schukajlow / Zöttl, zeigen die Bedeutung dieses Themas für die Mathematikdidaktik. Aber auch in anderen Fachdidaktiken ist der Begriff der Modellbildung von großer Bedeutung. Ich möchte dabei meinen Fokus auf die Informatikdidaktik richten.

In beiden Disziplinen, sowohl der Mathematikdidaktik, als auch der Informatikdidaktik meint man in der Regel mit dem Begriff Modellbilden den Vorgang der Konstruktion eines Modells, das einen bestimmten Sachverhalt mustergültig aber vereinfacht widerspiegelt. Ein wesentliches Kennzeichen um zwischen dem Original und dem Modell unterscheiden zu können ist die bestehende „Verkürzungsrelation“.

Möchte man das deutsche Wort Modell näher erläutern, so bietet sich die Charakterisierung von Stachowiak (1973) an, der in seinem Werk „Allgemeine Modelltheorie“ eine fächerunabhängige Sichtweise dargelegt hat: „Das deutsche Wort Modell besitzt ursprünglich, d.h. vor der neuerlichen Erweiterung und Präzisierung seines Begriffsinhalts, dieselbe Bedeutung wie seine Übersetzungsäquivalente *modèle* und *modello*, und zwar sowohl im physiko-technischen wie im künstlerischen Bereich mit der bekannten zweifachen Doppelbedeutung:

1. Modell als a) Abbild von etwas sowie b) Vorbild für etwas,
2. Modell als c) Repräsentation eines bestimmten Originals (im Sinne von a) und b)) sowie d) in Malerei und Plastik, vom vorgenannten Wortgebrauch abweichend, als weibliches oder männliches Individuum an dem sich die künstlerische Nachbildung eines Menschen (...) orientiert.“

Für Stachowiak gibt es drei Hauptaugenmerke des allgemeinen Modellbegriffs, die natürlich dann in die einzelnen Fachdisziplinen für die jeweiligen Bedürfnisse erläutert werden müssen (1973):

- Abbildungsmerkmal
- Verkürzungsmerkmal
- Pragmatisches Merkmal

In den nachfolgenden Kapiteln möchte ich den Begriff der Modellbildung kurz für die beiden Fächer Mathematik und Informatik charakterisieren und im letzten Kapitel versuchen die unterschiedlichen Modellbildungsbegriffe zu vereinigen.

## **1. Modellbilden in der Mathematik**

Die Mathematik kann dazu verwendet werden, um eine abstrakte aber präzise Modellierung unserer realen Umwelt zu erzeugen. Mit Hilfe der Gleichungen, Funktionen o.ä, welche das mathematische Modell beschreiben, kann dann gerechnet werden, um Analysen zu erstellen, Beeinflussungspotentiale zu ermitteln oder Reaktionen vorherzusagen.

Bereits 1977 konnte man einen Modellierungskreislauf in der didaktischen Literatur finden. Dieser wurde von Pollak (1977) erstellt. Aus meiner Sicht würde ich dies als den Ausgangspunkt für die fachdidaktische Diskussion in Mathematik bezeichnen. Denn viele weitere Fachdidaktiker haben sich in der Folge mit dem Begriff der Modellbildung bzw. des Modellbildungskreislaufes auseinandergesetzt. Erwähnen möchte ich hier insbesondere Müller und Wittmann (1984), Blum (1985), Fischer und Malle (1985), Schupp (1987), Borromeo Ferri (2006) sowie Blum und Leiß (2007). Das Anliegen all dieser Didaktiker war es, den Begriff der Modellbildung aus mathematisch-didaktischer Sicht noch besser zu untersuchen, bzw. noch nicht beachtete Komponenten einzubringen, um zu einem umfassenden, aber präzisen Begriff der Modellbildung zu gelangen.

In meiner Auseinandersetzung wurde ich von allen diesen Auffassungen des Modellbildungsbegriffes beeinflusst. Der Modellbildungskreislauf, der aus meiner Überzeugung die bislang umfangreichste Beschreibung darstellt, stammt von Blum und Leiß (2007). Aufgrund des, wie ich annehme, allgemeinen Bekanntheitsgrades diese Modellbildungskreislaufes verzichte ich an dieser Stelle auf eine grafische Darstellung.

Den Begriff der Modellbildung findet man auch immer wieder im Zusammenhang mit der Diskussion um Bildungsstandards. Der Begriff wird hier, zumindest in Österreich, sehr eng gefasst, nicht zuletzt um die Überprüfbarkeit einer exakt definierten mathematischen Kompetenz zu gewähr-

leisten. Der Begriff selber, um den die Fachdidaktiker(innen) jahrzehntelang gerungen haben, leidet natürlich unter solchen „Beschneidungen“. Hier sollte in jedem Fall darauf geachtet werden, dass Prüfungssituation und Unterrichtssituation gezielt auseinandergehalten werden. Darauf muss bereits in der Lehrerausbildung und Lehrerweiterbildung Rücksicht genommen werden, um auch der Lehrerschaft verständlich mitzuteilen, dass es möglich ist, kreative mathematische Tätigkeiten im Unterricht durchzuführen und trotzdem bei Standards-Überprüfungen erfolgreich zu bestehen.

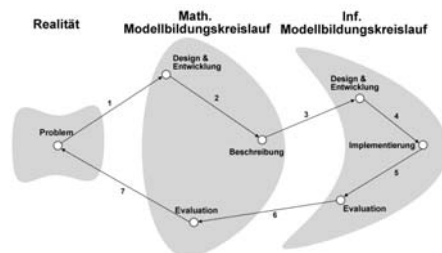
## 2. Modellbilden in der Informatik

Die Wurzeln des Unterrichtsfaches Informatik können zweifelsohne in der Mathematik gefunden werden. Nähere Ausführungen dazu finden sich in Siller (2008). Somit ist es auch nicht weiter verwunderlich, dass man in beiden Wissenschaften einen Modellbildungsbegriff finden kann, der viele Gemeinsamkeiten aufweist. In der Informatik möchte man ebenfalls wie in der Mathematik Abstraktionen durchführen und diese automatisieren. In der Informatik kümmert man sich in erster Linie um die Konstruktion von passenden Modellen zu einer (bestimmten) Repräsentation der Problemstellung. Allerdings kann die Informatik vor allem dann eingesetzt werden, wenn die Mathematik bereits Modelle bereit gestellt hat. Mit Hilfe der Informatik kann man Modelle erstellen, die es ermöglichen, die Modelle, die in der Mathematik erstellt wurden, zu berechnen. Informatische Modelle unterstützen den Modellierer v.a. bei der Beherrschung, allenfalls effizienten Nutzung, von komplexen Prozessen und Strukturen. Grafisch ist dies von Thomas (2000) und Schwill (1995) aufbereitet worden.

Eines der Hauptziele der Informatik ist es, Modelle zu erstellen, die sich vom Original nur geringfügig unterscheiden und mittels Computern ausgeführt werden können. Man könnte auch sagen, man erzeugt durch die Nutzung der Modelle eine virtuelle Realität.

## 3. Modellbilden – Zusammenführung der beiden Fächer

Wie in Kapitel 2 bereits deutlich geworden ist, kann die Informatik dann eingesetzt werden, wenn eine mathematische Modellierung bereits vorliegt. In welcher Art die weitere Modellierung in der Informatik stattfindet (imperativ-prozedural, funktional, objektorientiert) hängt von der Implementierung, aber auch Fähigkeiten des Modellierers ab. Wichtig dabei ist jedoch zu erkennen, dass der Einfluss von Technologie die Modellierungskompetenz, insbesondere den Modellierungskreislauf, beeinflusst.



Greefrath / Siller (2008) haben dies in einem ersten Versuch dargestellt. Die Beeinflussung durch die Hinzunahme von Technologie wird von uns auch weiterverfolgt, da hier sicherlich zukünftig noch intensive didaktische Forschung notwendig ist, wie bereits in Siller / Greefrath (2009) ersichtlich wird.

## Literatur

- Blum, W. (1985). Anwendungsorientierter Mathematikunterricht in der didaktischen Diskussion, *Math. Semesterber.* 32 (2), pp. 195-232.
- Blum, W. & Leiss D. (2007). How do students and teachers deal with mathematical modelling problems? The example "Filling up". In Haines et al. (Eds.), *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics*. Chichester: Horwood Publishing.
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process, *ZDM* 38 (2), pp. 86-95.
- Fischer, R. & Malle, G. (1985). *Mensch und Mathematik*, Mannheim Wien Zürich: Bibliographisches Institut.
- Greefrath, G.; Siller, H.-St.(2008). The concept of Modelling in Mathematics and Informatics. In: Haapasalo, L.; Hvorecky, J. (Hrsg.): *Essentials for Bringing Real-World Problems into Maths Education*
- Müller, G.; Wittmann, E. Ch. (1984). *Der Mathematikunterricht in der Primarstufe*, Braunschweig Wiesbaden: Vieweg.
- Pollak, H. O. (1977). The Interaction between Mathematics and Other School Subjects (Including Integrated Courses), *Proceedings of the Third International Congress on Mathematical Education*, Karlsruhe, 255-264
- Schupp, H. (1987). Applied mathematics instruction in the lower secondary level: between traditional and new approaches. In: Blum, Werner et al. (Hrsg.): *Applications and modelling in learning and teaching mathematics*, 37. Chichester: Horwood.
- Schwill, A. (1995). Fundamentale Ideen in Mathematik und Informatik, in: Hischer, H.; Weiß, M. (Hrsg.): *Fundamentale Ideen*, p. 18–25, 1995
- Siller, H.-St. (2008). Informatics – A Subject Developing Out of Mathematics. In: *HPM-conference-proceedings*, Mexico City
- Siller, H.-St.; Greefrath, G. (2009): *Mathematical Modelling in Class Regarding To Technology*. In: *CERME-post-conference-proceedings*, Lyon
- Thomas, M. (2000). Modellbildung im Schulfach Informatik, in: Hischer, H. (Hrsg.): *Modellbildung, Computer und Mathematikunterricht*, Hildesheim: Franzbecker, 39-46.