Rita Borromeo Ferri Universität Kassel

Phasen im Modellierungskreislauf – Unterschiede in Theorie und Empirie

Mathematisches Modellieren in der Schule ist ein noch relativ junges Forschungsfeld, das aber in der nationalen und internationalen mathematikdidaktischen Diskussion seit einigen Jahren besondere Beachtung findet. Vor allem durch die Einführung der Bildungsstandards im Jahr 2003 (siehe Blum et al., 2006) ist mathematisches Modellieren den deutschen Mathematiklehrkräften als eine der allgemeinen mathematischen Kompetenzen bekannt geworden. Pragmatisch kann mathematisches Modellieren in der didaktischen Diskussion als Übersetzungsprozess zwischen Mathematik und Realität und zurück beschrieben werden. In diesem Beitrag wird zunächst eine Klassifikation von Modellen von Modellierungskreisläufen dargestellt sowie auf Unterschiede in Theorie und Empirie eingegangen.

Typen von Modellierungskreisläufen

Es existieren viele Typen von Modellierungskreisläufen in der nationalen und internationalen Forschung zum mathematischen Modellieren, die für unterschiedliche Zwecke verwendet werden (Borromeo Ferri 2006 und 2011). Diese Modelle sind stets normativ und idealtypisch und bilden keine realen Modellierungsprozesse von Individuen ab. Insbesondere in den letzten Jahren kam es zur Weiterentwicklung von neuen Kreislaufmodellen für die Forschung und die Praxis gleichermaßen. Die bei der Darlegung auftretenden Begriffe wie „reale Welt“, „mathematische Welt“, „Realität“, „Mathematik“, „rest of the world“ sind eine Spezifik der mathematikdidaktischen Modellierungsdiskussion. Diese Begrifflichkeiten sind aus wissenschaftstheoretischer Perspektive sicherlich kritisch zu betrachten, haben sich jedoch mittlerweile in der Modellierungsdiskussion etabliert. Die folgenden vier Typen sind auch in ihrer historischen Entwicklung zu betrachten, denn der Modellierungskreislauf aus der angewandten Mathematik kann als der Kreislauf gelten, der enormen Einfluss auf die darauffolgenden Ausdifferenzierungen der Phasen hatte.
In der nachfolgenden Klassifikation werden vor allem die markantesten normativen Unterschiede bezüglich der Phasen herausgestellt[1]: Typ 1: Modellierungskreislauf aus der angewandten Mathematik; Typ 2: Didaktischer Modellierungskreislauf; Typ 3: Psychologischer Modellierungskreislauf; Typ 4: Diagnostischer Modellierungskreislauf

<u>Typ 1: Modellierungskreislauf aus der angewandten Mathematik</u>

Das Charakteristikum dieses Typs besteht darin, dass es keine Phase zwischen Realer Situation und Mathematischem Modell gibt, wie sie in den bereits bekannten Modellen auftreten. Diese Differenzierungen beziehen sich auf Art der behandelten Probleme, die realistischer und von höherer mathematischer Komplexität sind. Hier bestimmen die vorhandenen mathematischen Werkzeuge bereits die Sicht auf die gegebene Problemsituation und deren Strukturierung. Pollak (1979) kann als ein früher Anhänger dieser Gruppe angesehen werden. Modellieren ist für ihn ein Weg, die reale Welt besser zu verstehen. Sein Modellierungskreislauf verknüpft die reale Welt (bei ihm als „Rest of the world“ bezeichnet) mit der klassischen angewandten Mathematik („Applied mathematics“ und der anwendbaren Mathematik („Applicable mathematics“), wie im folgenden Abbild dargestellt:

[1] für mehr Details siehe Borromeo Ferri, 2011

Erschienen in: S. Bernholt (Hrsg.) (2015). Heterogenität und Diversität - Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Bremen 2014. Kiel: IPN.

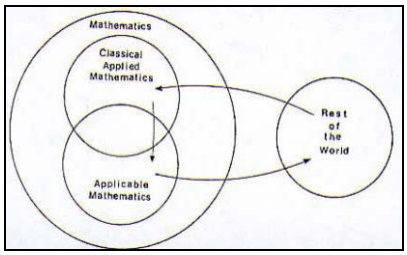

Abb. 1: Modellierungskreislauf nach Pollak (1979, 233)

Typ 2: Didaktischer Modellierungskreislauf

Inspiriert von Pollaks Schema wird von einigen Autoren ein Modellierungskreislauf vorgeschlagen, der im Unterricht handhabbar ist und der auch als metakognitive Hilfe für Lernende angemessen erscheint. Dieser Kreislauf wird um einen Schritt erweitert. Die Phasen werden konkret benannt sowie beschrieben und verdeutlichen noch stärker als bei Pollak, den Prozess des Modellierens. Es handelt sich um einen „vierphasigen" Kreislauf, was die nachstehende Graphik verdeutlicht. Als ein Beispiel für diese Gruppe, ist der Modellierungskreislauf von Blum (1985) abgebildet:

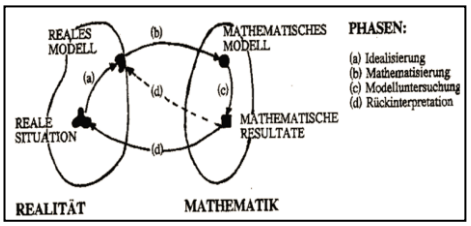

Abb.2: Modellierungskreislauf nach Blum (1985)

Typ 3: Psychologischer Modellierungskreislauf

Das theoretische Konstrukt des Situationsmodells stammt aus textlinguistischen Arbeiten und wird in der psychologischen Forschung vorwiegend im Zusammenhang mit Textaufgaben – sogenannten „word problems" – verwendet (Kintsch & Greeno 1985). Unter einem Situationsmodell wird dabei eine mentale Repräsentation der Situation der gegebenen Aufgabe verstanden, die vom realen Modell zu unterscheiden ist. Betrachtet man das Schaubild von Verschaffel, Greer und DeCorte (2000), wird ersichtlich, welche Bedeutung die Autoren dem Situationsmodell zuschreiben und wie sie dieses definieren.

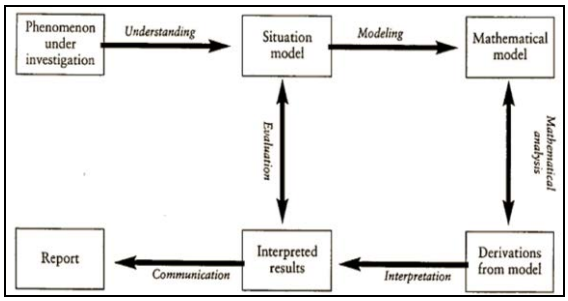

Abb.3: Schematisches Diagramm vom Modellierungsprozess (Verschaffel, Greer, deCorte 2000, xii)

Typ 4: Diagnostischer Modellierungskreislauf

Bei diesem Typ wird eine Neuerung in der bisherigen Modellierungsdiskussion eingeführt. Das Situationsmodell (SM) (bzw. die Mentale Situations-Repräsentation (MSR) werden als zusätzliche Phasen integriert. Dieser Typ von Modellierungskreisläufen eignet sich in hervorragender Weise zur Analyse von tatsächlichen Modellierungsprozessen und wird

mittlerweile erfolgreich im Bereich des kognitiven Modellierens und in der Lehreraus- und fortbildung eingesetzt (Borromeo Ferri 2014).

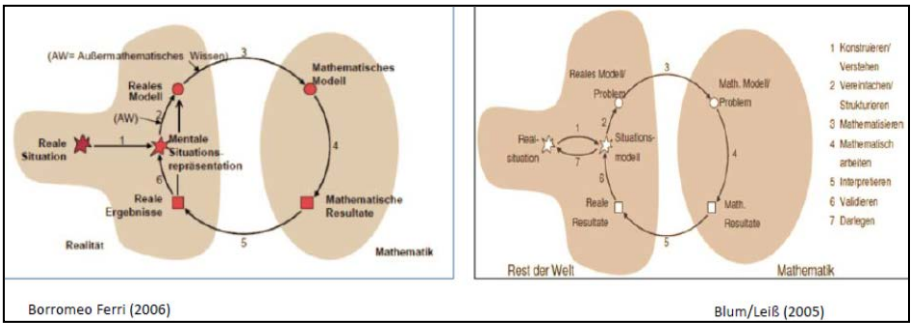

Abb. 4: Prototypen „Diagnostischer Kreisläufe“

1. Empirische Phasenunterscheidungen

Im KOM²-Projekt (Kognitionspsychologie Analysen zum Mathematischen Modellieren; Borromeo Ferri, 2011) wurden Modellierungsprozesse von Lernenden aus Jahrgang 9 und 10 auf Mikroebene untersucht. Die Rekonstruktion verdeutlichte die theoretisch formulierte Annahme, dass der Prozess des Modellierens nicht idealtypisch verläuft, wie in den Modellierungskreisläufen dargestellt. Dieses Phänomen verdichtete sich zur Begrifflichkeit des individuellen Modellierungsverlaufs oder international mittlerweile bekannt als „individual modelling routes“ (Borromeo Ferri 2007). Darunter wird „der Modellierungsprozess des Individuums auf interner und externer Ebene bezeichnet. Das Individuum beginnt den Verlauf in einer bestimmten Phase und durchläuft verschiedene Phasen mehrfach oder einmalig, dabei eine Phase fokussierend oder manche Phasen auslassend“ (Borromeo Ferri 2011, 171).

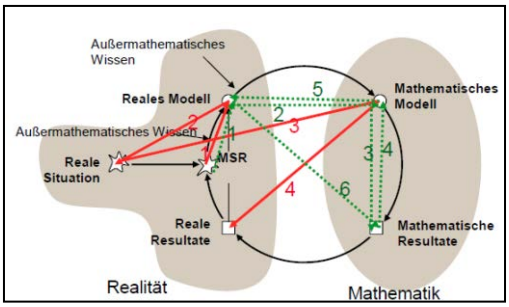

Abb.5: Individuelle Modellierungsverläufe

Literatur

Blum, W. (1985). Anwendungsorientierter Mathematikunterricht in der didaktischen Diskussion. In Mathematische Semesterberichte 3,2, S. 195-232.

Blum et al. (2006). Bildungsstandards Mathematik: konkret. Berlin: Cornelsen-Scriptor.

Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the model-ling process. In Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38 (2) S. 86-95.

Borromeo Ferri, R. (2007). Modelling from a cognitive perspective: Individual modelling routes of pupils. In: Haines, C.; Galbraith, P.; Blum, W.; Khan, S. (Hrsg.) Mathematical Modelling. Education, engineering and economics. Chichester: Horwood Publishing, S. 260-270.

Borromeo Ferri, R. (2011). Wege zur Innenwelt des mathematischen Modellierens. - Kognitive Analysen von Modellierungsprozessen im Mathematikunterricht. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.

Kintsch, W.& Greeno, J. (1985). Understanding word arithmetic problems. In Psychological Review, 92, 1, S. 109-129.

Pollak, H.O. (1979). The interaction between mathematics and other school subjects. In UNESCO (Hrsg.), New trends in mathematics teaching IV , Paris: OECD, 232-148.

Verschaffel, L., Greer, B., & de Corte, E. (2000) Making Sense of Word Problems. In Educational Studies in Mathematics, 42, 2, S. 211-213.