

Stefan RUZIKA, Kaiserslautern & Lisa SCHNEIDER, Kaiserslautern

Modellierungsprozesse erfassen, darstellen und analysieren

Mathematische Modellierung wird häufig als Gruppenarbeit gestaltet. Dabei ist neben der Rolle des Individuums auch die Gruppenstruktur von Bedeutung. Im Folgenden wird ein theoretisches Konzept samt Implementierung vorgestellt, dessen Ziel es ist, Interaktionen im Modellierungsprozess zu erfassen, darzustellen und zu analysieren.

Theoretischer Hintergrund

Mathematische Modellierungsprozesse können mithilfe von Modellierungskreisläufen beschrieben und charakterisiert werden (z.B. Blum & Leiß, 2007). Die Darstellung und Analyse von Modellierungsverläufen hinsichtlich des Gruppenprozesses im Gesamten sowie der individuellen Prozesse innerhalb einer Gruppe werden in der Literatur vor allem von Ärlebäck (2009) und Borromeo Ferri (2011) untersucht. Zentrale Forschungsfragen zielen dabei einerseits auf den individuellen Verlauf und andererseits auf die zeitliche Darstellung der Aktivitäten der Gruppe im Modellierungsprozess. In beiden Konzepten wird der Modellierungsprozess in Teilprozesse, die mit den Phasen des Modellierungskreislaufs gleichzusetzen sind, und in Teilaktivitäten unterteilt.

Borromeo Ferri (2011) untersucht, wie ein Individuum den Modellierungskreislauf durchläuft. Es können verschiedene Muster bei individuellen Verläufen rekonstruiert werden: Diese Muster lassen sich durch Pfeile darstellen, die aufeinanderfolgende Phasen verbinden, sodass der individuelle Verlauf am Modellierungskreislauf dargestellt werden kann. Mithilfe dieser Muster lassen sich individuelle Verläufe und kognitive Prozesse kategorisieren.

Ärlebäck (2009) entwickelt eine Alternative zum Modellierungskreislauf zum Erfassen von Modellierungsprozessen. Schwerpunkt dieser Untersuchung ist die Darstellung hinsichtlich der zeitlichen Abfolge von Aktivitäten beim Modellieren. Diese Aktivitäten werden graphisch in einem sogenannten Modelling-Activity-Diagramm (MAD) visualisiert. Im erweiterten MAD (Ärlebäck & Albarracin, 2019) werden neben den Aktivitäten auch die Teilprobleme der zu bearbeitenden Aufgabe farblich gekennzeichnet.

Um Interaktionen einer Gruppe darzustellen, werden häufig soziale Netzwerke benutzt, die als Knoten-Kanten-Graph erfasst und beschrieben werden können (Wassermann & Faust, 2012). Die Analyse sozialer Netzwerke spielt auch in der Mathematikdidaktik eine Rolle (Penuel, Riel, Krause & Frank,

2009). So untersucht z.B. Bokhove (2018) Interaktionen zwischen Lehrkraft und Klasse im Unterricht: Die Lehrkraft sowie die Klasse werden als dynamisches Netzwerk aufgefasst und dargestellt.

Erfassung, Darstellung und Analyse von Modellierungsprozessen mit dem MAI-Tool

Um den Modellierungsprozess hinsichtlich der Gruppe im Gesamten sowie der Individuen innerhalb der Gruppe zu untersuchen, werden die Ansätze von Borromeo Ferri (2011), Ärlebäck (2009) und Bokhove (2018) aufgenommen und im Rahmen eines neuen Konzeptes weiterentwickelt: Die Interaktionen im Modellierungsprozess, d.h. die zeitdynamischen Prozesse der Gruppe und der Individuen, werden erfasst, dargestellt sowie analysiert. Dazu wird ein mathematisches Modell genutzt, anhand dessen der Modellierungsprozess strukturell als (dynamisches) soziales Netzwerk aufgefasst werden kann. All dies wird durch ein eigens dafür entwickeltes Computerprogramm, das sogenannte Modelling-Activity-Interaction-Tool (MAI-Tool), ermöglicht.

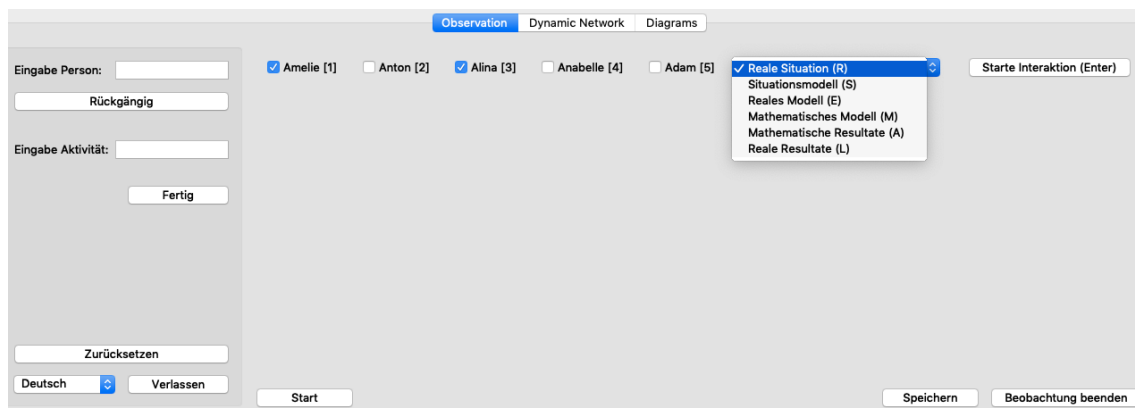


Abb. 1: Die Eingabemaske des MAI-Tools

Der/die Benutzer/in beobachtet den Modellierungsprozess und wählt in der Eingabemaske des MAI-Tools die interagierenden Personen sowie die Modellierungsphase aus, in der sie sich aktuell befinden (Abb. 1). Jede Eingabe wird automatisch mit einem Zeitstempel versehen. Sowohl der Beginn als auch das Ende aller Interaktionen, folglich auch die Dauer, werden nach Beenden der jeweiligen Interaktion gespeichert. Die Phasen entsprechen denen des Modellierungskreislaufs nach Blum und Leiß (2007). Das mathematische Modell zur Darstellung sowie zur Analyse der eingegebenen Daten beruht auf dynamischen Netzwerken, die als zeitabhängige soziale Netzwerke interpretiert werden können: Individuen werden durch Knoten und Interaktionen durch Kanten, die über die Zeit auftreten und verschwinden, repräsentiert. Für jede Interaktion bzw. Kante wird die jeweilige Modellierungsphase sowie das Zeitintervall gespeichert. Die Phasen werden nach einem

Kodierleitfaden bestimmt: Prototypische Aktivitäten charakterisieren jede Phase. Demnach wird eine Interaktion mit derjenigen Phase kodiert, in der die beobachtete Aktivität eingeordnet ist.

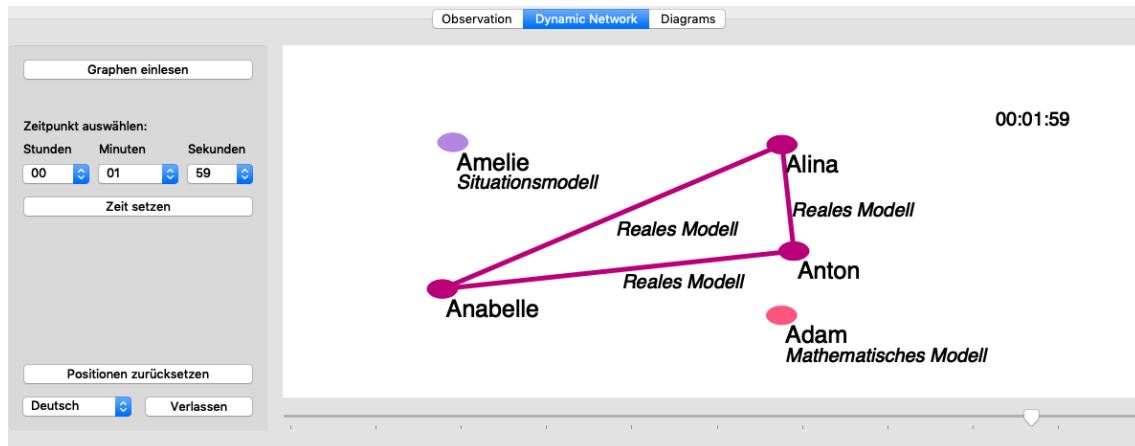


Abb. 2: Der Modellierungsprozess einer Gruppe zum Zeitpunkt 1:59

Da das dynamische Netzwerk neben den Interaktionen auch die jeweiligen Phasen des Modellierungsprozesses, die durch die beobachteten Aktivitäten charakterisiert werden, darstellt, wird dieses als Modelling-Activity-Interaction-Network (MAIN) bezeichnet. Das MAIN veranschaulicht über die Zeit die Gruppenstruktur im Modellierungsprozess. Die Gruppenstruktur lässt sich außerdem zu jedem Zeitpunkt darstellen (Abb. 2). Aus den Daten des MAIN können unter anderem das MAD erzeugt werden. Mithilfe von Methoden und Konzepten der (dynamischen) sozialen Netzwerkanalyse kann das MAIN analysiert werden, um Rückschlüsse auf den Verlauf und die Struktur von Modellierungsprozessen zu ziehen. Beispielsweise entspricht die Anzahl der Kanten, die in einem Knoten zusammentreffen, der Anzahl der Interaktionen, in die eine Person involviert ist.

Ziele, Fragestellungen und Design der Pilotstudie

Mithilfe des MAI-Tools sollen Modellierungsprozesse beschrieben und analysiert werden. Im Rahmen einer Pilotstudie werden nun folgende Fragestellungen untersucht:

(F1) Eignet sich das MAI-Tool, um Modellierungsprozesse hinsichtlich der Gruppe als Einheit sowie der Individuen zu dokumentieren, darzustellen und zu analysieren?

(F2) Finden sich gruppendynamische Prozesse in den beobachteten Mustern wieder?

(F3) Welchen Einfluss auf Modellierungsverläufe hat eine Instruktion zur mathematischen Modellierung?

Im Rahmen einer Vergleichsstudie (Instruktionen zum idealtypischen Ablauf mathematischer Modellierungsprozesse vs. ohne Instruktionen) bearbeiten Lernende zehnter Klassen in Gruppen von fünf Personen Modellierungsaufgaben. Die Arbeitsphasen werden videographiert und mit dem MAI-Tool erfasst: Jede Interaktion wird kodiert und einer Phase des Modellierungskreislaufs zugeordnet. Anschließend kann die Struktur des Gruppenprozesses analysiert und hinsichtlich der Fragestellungen ausgewertet werden. Zusätzlich werden mit Fragebögen (prä & post) unter anderem Modellierungskompetenzen und gruppendynamische Aspekte erfasst.

Ausblick

Aus den beobachteten Daten werden Modellierungsverläufe (sowohl aus Gruppen- und Individualsicht) extrahiert und dazu graphentheoretische Kenngrößen erhoben. Die Fragebögen, die unter anderem auf Persönlichkeit, Motivation und Soziometrie abzielen, sollen zu den dynamischen Netzwerken in Beziehung gesetzt werden. Außerdem sollen die Netzwerke der Gruppen mit und ohne Instruktion gegenübergestellt und verglichen werden.

Danksagung

Diese Arbeit wird im Rahmen des Projekts SchuMaMoMINT des Europäischen Sozialfonds in Rheinland-Pfalz gefördert.

Literatur

- Ärlebäck, J. (2009). On the use of problems for introducing mathematical modelling in school. *The Mathematics Enthusiast*, 6 (3), 331–364.
- Ärlebäck, J. & Albarracín, L. (2019). An extension of the MAD framework and its possible implication for research. *Proceedings of CERME 11*. Utrecht, Niederlande.
- Blum, W. & Leiß, D. (2007). How do teachers deal with modelling problems? In C. Haines et al. (Hrsg.), *Mathematical Modelling (ICTMA 12). Education, engineering and economics* (S. 222–231). Chichester: Horwood Publishing.
- Bokhove, C. (2018). Exploring classroom interaction with dynamic social network analysis. *International Journal of Research & Method in Education* 41 (1), 17–37.
- Borromeo Ferri, R. (2011). *Wege zur Innenwelt des mathematischen Modellierens. Kognitive Analysen zu Modellierungsprozessen im Mathematikunterricht*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Penuel, W., Riel, M., Krause A. & Frank, K. (2009). Analyzing Teachers' Professional Interactions in a School as a Social Capital: A Social Network Approach. *The Teachers College Record*, 111(1), 124–163.
- Wassermann, S. & Faust, M. (2012). *Social Network Analysis. Methods and Applications*. Wiesbaden: Teubner Verlag.