

Carmen MAXARA, Paderborn

Simulationskompetenzen und stochastische Kompetenzen – Ergebnisse einer explorativen Fallstudie

Im Anschluss an die Veranstaltung „Elementare Stochastik“ (an der Universität Kassel), in der intensiv die Software Fathom zur Simulation eingesetzt wurde, ist in einer explorativen Studie die eigenständige Simulationskonstruktion von Studierenden untersucht worden. Es wurden Kompetenzanalysen bezüglich stochastischer Kompetenzen und computerbezogener Simulationskompetenzen durchgeführt. Die Ergebnisse der Kompetenzanalysen lassen unterschiedliche Strukturen beobachten und verdeutlichen sehr aussagekräftig die Stärken und Schwächen der Studierenden.

1. Didaktische Grundlagen

In der Veranstaltung haben wir den Einsatz von Simulationen systematisch über das didaktische Konzept des Simulationsplans eingesetzt und unterstützt (vgl. Maxara & Biehler 2006). Durch die vorgegebene Struktur des Simulationsplans, der bei vielen stochastischen Situationen anwendbar ist, sollten die Lernenden ein tragfähiges Konzept zur Umsetzung von Simulationen allgemein und im speziellen auch für die Realisierung in Fathom als Leitfaden nutzen können. Der Simulationsplan ist wie folgt aufgebaut, wobei sich die Schritte 1 – 4 direkt auf ein konkretes Zufallsmodell sowie auch in eine Simulation in Fathom übertragen lassen (vgl. Biehler & Maxara 2007):

	Simulationsplan: Stochastische Komponenten
M	Modellierung der realen Situation mit zufälligem Ausgang durch ein Zufallsexperiment
1	Festlegen des Modell-Zufallsexperiments
2	Identifikation interessierender Ereignisse (E) und Zufallsgrößen (ZG)
3	Wiederholung des Modell-Zufallsexperiments u. Sammeln von Daten bez. der E u. ZG
4	Datenanalyse: relative Häufigkeiten (E); empirische Verteilungen (ZG)
I	Interpretation und Validierung

2. Design und Methode der explorativen Fallstudie

Die hier untersuchte Fallstudie war damals die erste Studie, die sich mit Microprozessen beim Fathom-basierten Problemlösen von stochastischen Simulationsaufgaben befasste. Ein Fokus dieser Studie lag auf den Kompetenzen der Studierenden beim eigenständigen Konstruieren von Simulationsumgebungen zu gegebenen stochastischen Situationen. Die Fallstudie umfasste acht Studierende, die die Veranstaltung „Elementare Stochastik“ im WS 03/04 an der Universität Kassel besucht hatten, in der durchgängig die Software Fathom mit einem Schwerpunkt Simulation eingesetzt wurde.

Den Studierenden lag außerdem ein didaktisch aufbereitetes Simulationsskript (Maxara 2006) vor. 3-4 Wochen nach der Veranstaltung sollten die Studierenden paarweise die folgende Krawattenaufgabe per Simulation

Krawattenaufgabe:

Herr Becker muss während seiner Arbeitszeit immer einen schwarzen Anzug tragen, wobei er aber die Krawatte frei wählen kann. In seinem Schrank hat Herr Becker 7 verschiedene Krawatten. Jeden Morgen greift er sich zufällig eine aus dem Schrank und hängt diese abends wieder zurück.

Wie wahrscheinlich ist es, dass Hr. Becker 5 verschiedene Krawatten trägt?

Wie wahrscheinlich ist es, dass Herr Becker mindestens 2 gleiche Krawatten trägt?

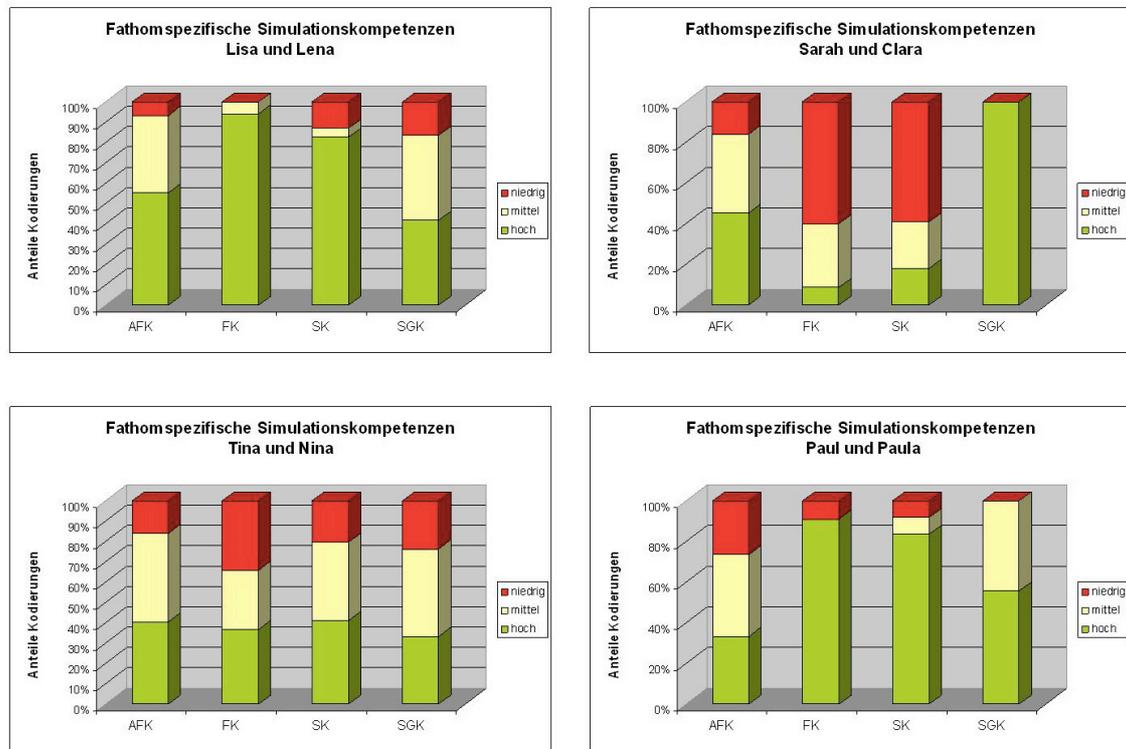
Wie viele verschiedene Krawatten trägt Herr Becker durchschnittlich in seiner fünftägigen Arbeitswoche?

oder theoretischen Ansätzen lösen. Diese Arbeitsphase wurde videographiert und die Bildschirmaktivitäten wurden mit einer Screencapturesoftware aufgezeichnet. Die kleine Stichprobe erforderte aufgrund der explorativen Erkundung der fathom-spezifischen Simulationskompetenzen und der stochastischen Kompetenzen qualitative Auswertungsmethoden. Diese Kompetenzen wurden mit Hilfe einer Anpassung der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2003) erfasst.

3. Ergebnisse

Zunächst einmal lässt sich festhalten, dass alle Paare die gestellte Aufgabe lösen konnten. Um die Fathom-spezifischen Simulationskompetenzen und die stochastischen Kompetenzen der Studierenden zu erfassen, wurden Kategoriensysteme entwickelt. Zu den Fathom-spezifischen Simulationskompetenzen gab es bereits Vorarbeiten in der AG Biehler. Die dort identifizierten Kompetenzen wurden hier ausdifferenziert und objektiviert, so dass die Kompetenzen der Paare nun untereinander vergleichbar sind. Dies kann auch als Beitrag zur Kompetenzdiagnose in komplexen Lösungsprozessen verstanden werden. Die fathom-spezifischen Simulationskompetenzen wurden in die folgenden vier Kompetenzen differenziert: 1) allgemeine Fathomkompetenz (AFK; beschreibt die technischen Kompetenzen im Umgang mit der Software), 2) Formelkompetenz (FK; umfasst alle Kompetenzen im Umgang mit dem Formeleditor und Funktionen in verschiedenen Kontexten), 3) Simulationskompetenz (SK; beinhaltet Interpretations- und Modellierungstätigkeiten, Planung, Umsetzung in die Simulation), 4) strategische Kompetenzen (SGK; umfasst Kontroll- und Debugging-Strategien). Die stochastischen Kompetenzen sind etwas enger definiert und beinhalten die Kategorien „Verwendung/Verfügbarkeit stochastischer Fachbegriffe“ (VB) sowie „Verständnis über die Aussagekraft von Simula-

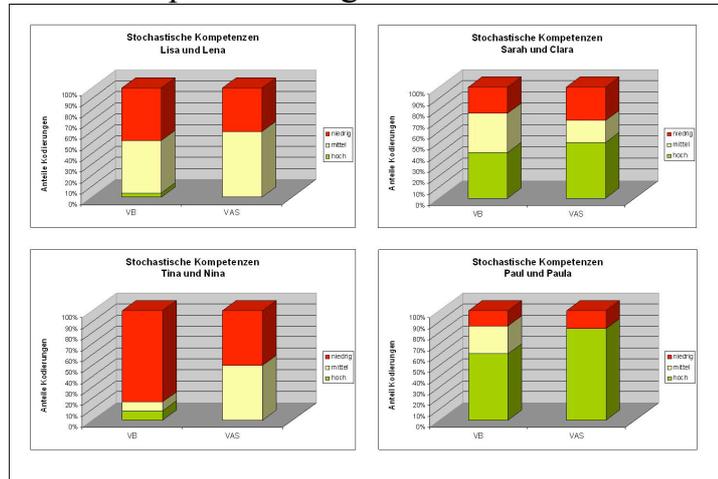
tionsergebnissen“ (VAS). Jede Kompetenzklasse besitzt die Ausprägungen hoch, mittel und niedrig. Betrachtet man die Fathom-spezifischen Simulationskompetenzen der vier Paare ergibt sich folgendes Bild:



Eine bestimmte Säule beinhaltet alle kodierten Analyseeinheiten einer Kategorie, so dass bei der ersten Säule (AFK) des Pärchens Lisa und Lena von allen vergebenen Analyseeinheiten zur Allgemeinen Fathomkompetenz (100%) etwas mehr als 50% hohe Ausprägungen, etwas mehr als 40% mittlere Ausprägungen und etwa 5% niedrige Ausprägungen vergeben wurden. Hohe Simulationskompetenz wurde beispielsweise vergeben, wenn die Studierenden sofort wussten, wie sie ihr gewähltes Zufallsmodell in Fathom umsetzen müssen oder wussten, was sie als nächstes tun müssen, um das interessierende Ereignis umzusetzen. Gleichzeitig erhalten sie hohe Formelkompetenz, wenn sie sofort eine richtige Formel zur Umsetzung ihres modellierten Zufallsexperiments oder ihres interessierenden Ereignisses wussten. Wussten sie zwar, wie sie das Modell in Fathom realisieren müssen, allerdings nicht eine entsprechende Formel, so erhielten sie einen Code für hohe Simulations- und niedrige Formelkompetenz. In den vier Kompetenzdiagrammen zur Fathom-spezifischen Simulationskompetenz lassen sich drei verschiedene Strukturen erkennen. Lisa/Lena und Paul/Paula haben jeweils sehr hohe Formel- und Simulationskompetenz und mittlere bis hohe Ausprägungen in den beiden übrigen Kompetenzen. Diese beiden Paare hatten während ihrer Simulationskonstruktion kaum Probleme und Schwierigkeiten. Bei Sarah und Clara lässt sich eine fast komplementäre

Struktur erkennen. Sie hatten bei der Simulationsumsetzung größere Schwierigkeiten. Als dritte Struktur lässt sich die Verteilung der Ausprägungen bei Tina und Nina festhalten, die für alle Kompetenzbereiche in etwa ähnlich ist. Schwierigkeiten bei der Realisierung der Simulation in Fathom sind vor allem Mängel im Formelwissen und planloses Vorgehen.

Betrachtet man die stochastischen Kompetenzen ergibt sich nebenstehendes Bild. Hier beschreiben die jeweils ersten Säulen die Kategorie VB und die zweiten Säulen VAS. Die stochastischen Kompetenzen sind generell niedriger ausgeprägt. Schwierigkeiten ließen sich hier vor allem bei der Ergebnisinterpretation beobachten.



Ein Zusammenhang zwischen Fathom-spezifischen Simulationskompetenzen und stochastischen Kompetenzen ließ sich bei diesen Paaren nicht erkennen.

4. Fazit

Neben noch vielfältigen, weiteren interessanten Ergebnissen (vgl. Maxara in Press) wurden hier Kompetenzen konzeptualisiert und aussagekräftige Auswertungsmethoden zur Beschreibung und Analyse dieser Kompetenzen entwickelt, die als Grundlage für weitere Untersuchungen genutzt werden können.

Literatur

- Biehler, R. & Maxara, C. (2007). Integration von stochastischer Simulation in den Stochastikunterricht mit Hilfe von Werkzeugsoftware. *MU*, 53 (3), 45 - 61
- Maxara, C. (in Press). *Stochastische Simulation von Zufallsexperimenten mit Fathom – eine theoretische Werkzeuganalyse und explorative Fallstudie*. Hildesheim: Franzbecker
- Maxara, C. (2006). *Einführung in die stochastische Simulation mit Fathom*. Kadisto Bd. 1, Universität Kassel: Kasseler Online Bibliothek Repository & Archiv
- Maxara, C. & Biehler, R. (2006). Students' Probabilistic Simulation and Modeling Competence after a Computer-Intensive Elementary Course in Statistics and Probability. In Rossman, A. & Chance, B. (Hrsg): *Working Cooperatively in Statistics Education*. ICoTS 7, Salvador da Bahia, Brazil
- Mayring, P. (2003). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Beltz Verlag.