

Dennis KÖSTER, Studienseminar Celle

Ein Kategorienschema zur Analyse von Aussagen im MU

Welche Prozesse vollziehen sich eigentlich während der Bearbeitung von Aufgaben im Mathematikunterricht? Um diese Frage genauer zu untersuchen ist es hilfreich, Schüler bei der Arbeit zu beobachten. Doch nur eine Beobachtung alleine liefert im Allgemeinen nicht genügend Details, um konkrete Aussagen treffen zu können. In der Studie, auf die hier näher eingegangen wird, wurden die Bearbeitungen audiographisch festgehalten und mit einem Kategorienschema ausgewertet. Dieses soll zunächst vorgestellt werden, bevor dann die damit erzielten Ergebnisse der Studie präsentiert werden.

Das Kategorienschema

Basierend auf Ideen von Seidel (vgl. Prenzel 2001, S.65ff.) aus der Physikdidaktik wurde das Kategorienschema zur Anwendung im MU von Gawlick angepasst (vgl. vorheriger Beitrag). In drei Kodierungsschritten werden dabei stets drei Facetten der audiographierten Aussagen untersucht. Dazu wird das Audiomaterial in „10 Sekunden“-Intervalle zerlegt und die dort getätigten Aussagen im ersten Kodierungsschritt genau einer der zwölf Inhaltskategorien zugeordnet. In einem zweiten Schritt werden dann die beiden Facetten Verknüpfung und Bezug untersucht, wobei diese nur bei Bedarf angewendet werden (vgl. vorheriger Beitrag).

Damit die Zuordnung für spätere Arbeiten vergleichbar bleibt und die Disjunktheit der Inhaltskategorien gewährleistet wird, wurde ein ausführliches Kodierungshandbuch erstellt (vgl. Köster 2008, S.17ff.). In diesem wird für jede Kategorie genau erläutert, für welche Aussage sie zu wählen ist. Dabei dienen vor allem viele Beispiele als Richtlinie für spätere Kodierungen. Bei den seltenen Fällen, dass mehrere Kategorien in einem Intervall möglich waren, wurde stets die erste Aussage kodiert, da es sinnvoller ist, die Ursache zu erfassen als die Folgen. Aus diesem Grunde ist es auch verständlich, das Intervall möglichst klein zu halten, da man somit diesem Problem nicht allzu oft begegnet.

Auf die beschriebene Weise wird jede vorliegende Audiodatei untersucht und kodiert, so dass man als Ergebnis eine Statistik erhält, die weiter auszuwerten ist. Zu beachten ist jedoch bei der Anwendung des Kategorienschemas, dass nicht Aussagen gezählt werden, sondern Intervalle. Somit wird also ein Ergebnis wie etwa: „Es gibt bei der Bearbeitung am Computer mehr Hypothesen.“ niemals erreicht, da es auch vorkommen kann, dass

das Formulieren einer Hypothese 30 Sekunden dauert und man somit für eine geäußerte Hypothese drei Zeitintervalle zählt.

Studiendesign

Zunächst war die Studie 2002 von Gawlick als eine Vergleichsstudie angelegt, bei der untersucht wird, welche Bearbeitungsverläufe bei Schülern bei der Bearbeitung von Arbeitsblättern im Analysisunterricht auftreten. Dabei wurde als Vergleichsebene das Medium variiert. Zum einen mussten die Schüler die Arbeitsblätter in der herkömmlichen Papier-und-Bleistift-Umgebung lösen, zum anderen wurden aber auch themenähnliche Aufgaben mit der DGS Euklid bearbeitet. Die Arbeiten wurden zur späteren Auswertung audiographiert.

In 2008 wurde diese Studie dann vom Vf. auf eine weitere Vergleichsebene erweitert. Dieselben Arbeitsblätter wurden nun von Studenten eines Mathematikdidaktik-Seminars bearbeitet. Dabei wurde vor allem darauf geachtet, dass die Versuchsumgebung genauso aufgebaut war, wie dies bei den Schülern der Fall war. Das bedeutet im Detail, dass jeweils zu zweit an den Arbeitsblättern gearbeitet wurde und die Probanden angehalten wurden ihre Erkenntnisse schriftlich festzuhalten (auch in der Computerumgebung). Somit standen neben den Audiodaten auch noch Verschriftlichungen für den Vergleich zur Verfügung.

Die Arbeitsblätter aus dem Bereich der Analysis wurden extra für diese Studie angefertigt¹. Aus Zeitgründen wurden in 2008 nur die Arbeitsblätter 3.1, 3.3, 3.4 und 4.2 bearbeitet. Insbesondere bezieht sich die anschließende Auswertung nur auf die themenähnlichen Arbeitsblätter „Parabeltangente“ und „Mitteltangente“. Zu bedenken ist hierbei, dass jede Gruppe eines der beiden Arbeitsblätter mit der DGS und das andere in der Papierumgebung bearbeitet hat.

Resultate der Vergleichsstudie

Grundlage der Auswertung sind dabei zunächst einmal die Statistiken, die mit Hilfe des Kategorienschemas entstanden sind. Die Inhaltskategorien werden mit einem $k \cdot l \cdot \chi^2$ -Test auf signifikante Unterschiede untersucht (vgl. Bortz 2005, S. 172). Die Kategorien wurden dann einzeln mit einer Konfigurationsfrequenzanalyse (kurz KFA) untersucht (vgl. Clauß 1995, S. 260ff.), da der $k \cdot l \cdot \chi^2$ -Test in dieser Studie jeweils stark signifikante Unterschiede bei einem Signifikanzniveau von $\alpha=0.01$ in mindestens einer Merkmalsausprägung (hier die Kategorien) liefert. Die KFA ergibt dann schließ-

¹ <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/selma/foyer/andereautoren/dgs/dgs2.htm>
(Stand März 2009)

lich, welche der Kategorien verhältnismäßig häufig (Typ) oder selten (Antityp) auftreten.

Der Schüler-Studenten-Vergleich

		A	B	W	V	F	O	H	Ü	S	K	X	-	G	L	T	E	M	U	D
Schüler	%	14,0	1,5	6,8	7,4	6,3	2,5	3,2	4,8	2,8	10,5	20,6	19,6	3,4	2,7	4,4	12,3	18,4	2,6	1,7
Studenten	%	5,7	1,1	3,9	4,1	9,0	4,3	3,8	6,6	4,9	9,4	33,1	14,1	5,1	3,6	7,4	17,4	13,8	3,5	2,9

Aus der KFA für diese Statistik ergibt sich, dass die Kategorie „A“ (Aufwerfen von Fragen) als Typ und die Kategorie „X“ (Andere) als Antityp der Schülerbearbeitung statistisch gesichert werden können.

Das erhöhte Aufkommen der Kategorie „Fragen“ bei den Schülern bietet verschiedene Erklärungsmöglichkeiten. Zu allererst war sehr auffällig, dass die Schüler immer wieder Fragen an den Versuchsleiter (VL) richteten, wenn sie nicht weiter kamen. Obwohl die Blätter so konzipiert waren, dass die Inhalte selbstständig erarbeitet werden sollten, war festzustellen, dass die Schüler lieber nachfragten als per Trial-and-Error-Verfahren Lösungen auszuprobieren oder erst einmal zu überlegen. Andererseits wurden aber auch Fragen vom VL an die Schüler gestellt, um sie gezielt zu den Lösungen zu bringen, was damit zusammenhängt, dass die Schüler erwartungsgemäß thematisch mehr Probleme bei der Bearbeitung hatten als die Studenten. Insgesamt ist das erhöhte Aufkommen von „A“ also in der Kommunikation zwischen VL und Schülern erklärbar und das antitypische Aufkommen von „A“ bei den Studenten durch höheres Sachverständnis erklärbar.

Das antitypische Vorkommen von „X“ bei der Schülerbearbeitung ist eindeutig darauf zurückzuführen, dass die Schüler konzentrierter bei der Arbeit waren. Sie hatten fachlich größere Probleme, so dass sie sich permanent mit den Inhalten der Aufgaben beschäftigen mussten. Außerdem sprach eine Studentengruppe das Geschriebene laut aus, so dass hier die Erklärung des Typs zu finden ist, da hier immer „X“ kodiert wurde. Dies zeigt sich auch im erhöhten Auftreten der Bezugskategorie „E“.

Vergleich der beiden Lernumgebungen

		A	B	W	V	F	O	H	Ü	S	K	X	-	G	L	T	E	M	U	D
Computer	%	12,0	2,9	6,4	5,6	8,4	3,5	3,8	6,1	4,6	12,1	24,2	10,3	5,0	3,6	7,2	10,2	24,5	2,9	2,3
Papier	%	8,7	0,0	4,6	6,1	6,9	3,2	3,1	5,2	3,0	8,2	28,1	23,0	3,6	2,7	4,5	18,4	9,3	3,1	2,2

Nach einer Zusammenlegung der beiden Fragekategorien „A“ und „B“ zu „AB“ ergibt die KFA, dass „AB“ als Typ und die Kategorie „-“ (Stille) als Antityp in der Computerumgebung statistisch gesichert sind.

Das erhöhte Aufkommen der Kategorie Fragen in der DGS-Umgebung kann dadurch erklärt werden, dass ein Großteil der Fragen nun auch auf die Bedienung der Software gerichtet ist. Dabei geht es oft darum, Sachverhal-

te anschaulicher oder schneller darzustellen. Es besteht offensichtlich ein Interesse, mehr Funktionen der DGS zu verwenden, als ursprünglich veranlagt war.

Der Typ „Stille“ der Papierumgebung bietet zwei Erklärungsvarianten. Zum einen wird beim Zeichnen und Rechnen auf Papier wenig kommuniziert, obwohl die Aufgaben in Partnerarbeit zu absolvieren waren. Auch an den Aufzeichnungen der Probanden ließ sich erkennen, dass jeder für sich gearbeitet hat. Zum anderen kann man aber auch den Antityp „Stille“ in der DGS-Umgebung erklären. Da hier die Zeichnungen fertig und beweglich auf dem Monitor zu sehen waren, förderte dies offenbar die Kommunikation der Probanden. Dies zeigt sich auch in einem erhöhtem Aufkommen der Bezugskategorie Material „M“ (24,5% in der DGS- und 9,3% in der Papierumgebung). Ein solch deutlicher Unterschied zeigte sich in keiner anderen Bezugskategorie.

Fazit

Das verwendete Kategorienschema liefert sinnvolle Ergebnisse. Diese sind nicht nur in der statistischen Auswertung zu finden, sondern auch in der Strukturierung der Audiodaten, die damit einhergeht und weitere Forschungsfragen aufwerfen kann.

Die erhaltenen Ergebnisse der Vergleichsstudie zeigen grundlegende Unterschiede in den Bearbeitungen bei Schülern und Studenten, die sich nicht etwa in Kategorien wie Feststellungen oder Vorwissen manifestieren, sondern im Generieren von Fragen. Ganz deutlich zeigt sich außerdem, dass die DGS-Umgebung zu einer erhöhten Motivation zur Kommunikation bei den Probanden führt. Zurückzuführen ist dies auf das Sprechen über die vorliegenden beweglichen Bilder.

Literatur

Bortz, J. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*

Clauß, G. et al. (1995). *Statistik. Für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner*

Köster, D. (2008). *Vergleichende Analyse der Strukturen und Ergebnisse von Bearbeitungsverläufen ausgewählter Arbeitsblätter zum selbstständigen Lernen im Analysisunterricht*. (unveröffentlichte Examensarbeit, Leibniz Universität Hannover, IDMP)

Prenzel et al. (2001): *Erhebungs- und Auswertungsverfahren des DFG-Projekts „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht – eine Videostudie“*. Kiel:IPN