

Mathias HATTERMANN, Bielefeld

Analyse fortgeschrittenen Nutzerverhaltens in 3D-DGS

Im vorliegenden Text werden Ergebnisse eines Dissertationsprojektes zusammengefasst, das sich u.a. mit der Analyse von Verwendungsweisen des Zugmodus in 3D-dynamischen Geometriesoftwaresystemen, im Folgenden mit 3D-DGS abgekürzt, befasst.

Theoretischer Hintergrund

Dynamische Geometriesysteme der Ebene sind speziell in der PME-Gruppe ein gut untersuchtes Forschungsfeld. Von besonderer Bedeutung für dynamische Geometriesysteme ist die Funktion des Zugmodus, zu dessen Verwendung mehrere empirische und theoretische Arbeiten durchgeführt wurden, vgl. exemplarisch Arzarello (2002) und Hölzl (1994). In diesen Studien werden Probleme von Nutzern beschrieben und theoretische Termini geprägt, die die Ausgangsbasis des Dissertationsprojektes bilden. Der Einzug neuer Technologien in den Unterricht erfordert eine Theorie zur adäquaten Beschreibung der Prozesse bei der Interaktion des Nutzers mit dieser neuen Technologie. Hierbei hat sich der instrumentelle Ansatz Rabardels (1995) als nützlich erwiesen, für eine kompakte Darstellung der Theorie siehe Drijvers (2008). Die instrumentelle Genese des Zugmodus wurde bereits in 2D-Umgebungen untersucht, vgl. hierzu Restrepo (2008), wobei ebenfalls neue theoretische Termini zur Verwendungsweise des Zugmodus geprägt wurden.

Methodologie, Probanden und Aufgaben

Das Dissertationsprojekt ist im methodisch qualitativen Paradigma einzuordnen, wobei sich die *Grounded Theory* nach Glaser und Strauss (1967) als dominierende Auswertungsmethode erweist. Das Hauptanliegen der *Grounded Theory* besteht in der Generierung von neuer Theorie, sodass zu Beginn des Forschungsprozesses keine konkreten Forschungsfragen, sondern die Beschreibung des Phänomens der Verwendungsweise des Zugmodus in 3D-Systemen steht. Zusätzlich ist die *Grounded Theory* durch eine während des Forschungsverlaufs vorzunehmende Anpassung des Forschungsdesigns und der Präzisierung bzw. Neuformulierung von Forschungsfragen charakterisiert, um auch weitere Daten (*theoretical sampling*) anhand von vorliegenden Ergebnissen zu erheben. Quantitative Untersuchungen von Verwendungsweisen des Zugmodus ergänzen den qualitativen Ansatz, was die Auswertung, Kombination und Interpretation der Daten betrifft, sodass ein *Mixed-Method-Design* zur Untersuchung des Nutzerverhaltens in 3D-DGS vorliegt. Das Design der Untersuchung setzt

sich aus Fallanalysen zusammen, wobei die Erhebungstechnik darin besteht, die Probandengruppen (Lehramtsstudierende der Mathematik, ca. 5.Semester) bei der Bearbeitung von Aufgaben mit einer *Webcam* und einer *Screen-recording* Software zu filmen. Die Aufbereitungstechnik der Daten erfolgt durch die Anfertigung von Verlaufsprotokollen, abschnittsweise kommentierten Transkriptionen und teilweise selektiven Zusammenfassungen. Die quantitativen Daten werden mit einem zuvor konzipierten Analyseinstrument erhoben und mit der Software *Videograph* ausgewertet. Mit Hilfe des erarbeiteten Analyseinstrumentes ist es möglich, 13 verschiedene Verwendungsweisen des Zugmodus zu kodieren. Darüber hinaus erlaubt dieses Instrument die Feststellung der vorliegenden Einschränkung des Freiheitsgrades von bewegten Punkten und eine Kodierung von *Komplexitätsstufen* der Einbindung beweglicher Objekte in explorativen Aufgaben. Pilotstudien im vorliegenden Projekt konnten zeigen, dass die selbstständige Einbindung von höherdimensionalen beweglichen Objekten, wie beispielsweise Ebenen, für Probanden eine Hürde darstellt. Im Hauptteil der Studie wurden 6 Probandengruppen mit je 2 Teilnehmern analysiert, wobei alle Gruppen an einem Seminar zur Raumgeometrie mit DGS teilnahmen und während eines Semesters ein Mal pro Woche im Seminar mit der Software *Cabri-3D* arbeiteten. Die Datenerhebung erfolgte zu Beginn, in der Mitte und am Ende des Semesters, wobei bei jeder Datenerhebung eine explorative und eine Konstruktionsaufgabe zu bearbeiten waren.

Fragestellung

Im Laufe des qualitativen Forschungsprozesses konnten drei Forschungsfragen präzisiert werden:

- Welche Zugmodi sind bei der Lösung von explorativen Aufgaben bzw. Konstruktionsaufgaben in einer Cabri 3D-Umgebung zu identifizieren?
- Inwiefern können Veränderungen im Gebrauch des Zugmodus bei verschiedenen Probandengruppen über einen Zeitraum von 12 Wochen in einer Cabri 3D-Umgebung aufgezeigt werden?
- Anhand welcher Bearbeitungsmerkmale kann eine Typisierung von Probandengruppen vorgenommen werden und inwiefern können diese Typen abstrahiert werden?

Ergebnisse

Die Darlegung der Ergebnisse erfolgt exemplarisch und überblicksartig für die Beantwortung der dritten Forschungsfrage, wobei eine Fokussierung auf die Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben vorgenommen wird. Die

zu bearbeitenden Konstruktionsaufgaben bestanden in den drei Datenerhebungen aus der Konstruktion eines Tetraeders, eines Oktaeders und eines Würfels. Hierbei ist aufgabenübergreifend zu konstatieren, dass die Verwendung des Zugmodus, sowohl was die Anzahl der verschiedenen Verwendungsweisen als auch die relative Dauer des Einsatzes betrifft mit zunehmender Vertrautheit mit der Software abnimmt. Sind in der ersten Konstruktionsaufgabe (Tetraeder) noch acht verschiedene Verwendungsweisen festzustellen, so reduziert sich der Gebrauch des Zugmodus auf das *validierend abtestende Ziehen* und den *Zugmodus 2.Art*¹. Mithilfe der quantitativen und qualitativen Datenanalyse können Bearbeitungsmerkmale von Konstruktionsaufgaben festgestellt werden, die sich zur Typengenerierung nach Kelle (2010) eignen. Hierbei wird auf der Ebene des einzelnen Typus eine innere Homogenität hinsichtlich von Merkmalsausprägungen und Eigenschaften ähnlicher Merkmalsträger angestrebt. Unterschiedliche Typen sind durch ihre äußere Heterogenität gekennzeichnet und sollen sich möglichst deutlich unterscheiden. Mit Hilfe der Bearbeitungsmerkmale

- relative Bearbeitungsgeschwindigkeit,
- relative Verwendungszeit des Zugmodus,
- Anzahl verschiedener Verwendungsweisen des Zugmodus,
- Zeitpunkt des Nachweises eines Eltern-Kind-Verständnisses,
- Zeitpunkt zur selbstständigen Konstruktion eines Kreises mit Hilfe von Kreisebene, Mittelpunkt und Randpunkt

kann eine Typisierung von Nutzern vorgenommen werden, wobei die Bearbeitungsmerkmale mit jeweils geeignet definierten Ausprägungen als Entwicklungsstufen der Werkzeugkompetenz und des Umgangs mit 3D-DGS gedeutet werden können. Hinsichtlich dieser Bearbeitungsmerkmale können 4 der 6 Probandengruppen einem Typus mit fortgeschrittenen Kenntnissen und einem Typus mit durchschnittlichen Kenntnissen zugeordnet werden. Zwei weitere Probandengruppen sind in die erarbeitete Typologie nicht einzuordnen.

Ähnliche Typologien lassen sich mit geeigneten Kombinationen von qualitativen und quantitativen Daten für die Bearbeitung von explorativen Aufgaben generieren. Die verschiedenen Typologien für unterschiedliche Aufgabenformate können im Anschluss vom konkreten Datenmaterial abstra-

¹ Unter dem Zugmodus 2.Art ist das Ziehen an noch nicht vollständig definierten Objekten zu verstehen. Beispielsweise zeigt *Cabri 3D* bei der Definition einer Geraden bereits nach der Festlegung eines Punktes eine bewegliche Gerade an, deren zweiter definierender Punkt erst noch zu bestimmen ist.

hiert und aufgabenunabhängig dargestellt werden, sodass drei idealtypische Nutzer eines 3D-DGS charakterisiert werden können. Hierbei sind drei Nutzertypen zu identifizieren, wobei Typ A eher experimentell vorgeht und verschiedene Entwicklungsstufen hinsichtlich von Werkzeugkompetenzen und Anpassungen an die 3D-Umgebung durchläuft. Typ B präferiert statische Betrachtungen bei Aufgabenlösungen und verwendet ein DGS nur dann im dynamischen Sinn, wenn er keine andere Möglichkeit der Aufgabenlösung erkennt. Typ C ist dadurch charakterisiert, dass er aufgrund der intervenierenden Bedingung eines unzureichenden mathematischen Verständnisses ein DGS kaum in ökonomischer Weise verwenden kann.

Weitere Ergebnisse und detaillierte Angaben zur Vorgehensweise sind in Hattermann (2011) nachzulesen.

Literatur

- Arzarello, F., Olivero, F., Paola, D., Robutti, O. (2002): A cognitive analysis of dragging. In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 34, 3, 66–71.
- Drijvers, P., Trouche, L. (2008): From Artifacts to Instruments. A Theoretical Framework behind the Orchestra Metaphor. In: Heid, M. Kathleen; Glendon, W. Blume (Hg.): Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics. Research Syntheses. Charlotte, North Carolina: Information Age Publishing, 2, 363–391.
- Glaser, B., Strauss, A. (1967): The discovery of grounded theory. Strategies for qualitative research. New York: Aldine.
- Hattermann, M. (2011): Explorative Studie zu Nutzungsweisen des Zugmodus. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades an der Justus-Liebig-Universität Gießen, (im Druck).
- Hölzl, R. (1994): Im Zugmodus der Cabri-Geometrie. Interaktionsstudien und Analysen zum Mathematiklernen mit dem Computer. Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Kelle, U., Kluge, S. (2010): Vom Einzelfall zum Typus. Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rabardel, P. (1995): Les hommes et les technologies. une approche cognitive des instruments contemporains (http://ergoserv.psy.univ-paris8.fr/Site/default.asp?Act_group=1, abgerufen am 20.11.2010).
- Restrepo, A. (2008): Genèse instrumentale du Déplacement en Géométrie dynamique chez des élèves de 6ème. Thèse pour obtenir le grade de docteur. Université Joseph Fourier. Université Joseph Fourier, Grenoble.