

Olaf KNAPP, Heinz SCHUMANN, Weingarten

## **Instruktionsvideos für das Lernen von Raumgeometrie**

Mit Dynamischen Raumgeometriesystemen (DRGS) wie etwa Cabri 3D (BAINVILLE & LABORDE 2004-2006) oder Archimedes Geo 3D (GOEBEL & OLDENBURG 2007) stehen uns heute Werkzeuge für den Mathematikunterricht zur Verfügung, die im Kontext der Schulgeometrie zum geometrischen Arbeiten im virtuellen Raum als interaktivem Handlungsraum dienen können (SCHUMANN 2007). Wie aber kann die Lehrkraft bzw. der Schüler als instrumenteller Novize diese Werkzeuge nutzen? Wie kann ein erster qualifizierter Zugang geschaffen werden?

Instruktionsvideos (IVs) bieten hierzu mannigfaltige Potentiale, den didaktischen Mehrwert dieser Werkzeuge zu verdeutlichen, eventuelle Vorbehalte abzubauen und die Hürden für die Verwendung in der Schulpraxis zu verringern. Sie können u.a. als anschauliche und konkrete Hilfen den Unterrichtsalltag bereichern, sind vergleichsweise leicht einsetzbar und erfordern nur minimale Anforderungen an die Benutzer und die technischen Anlagen.

Nach ATKINSON et al. (2000) ermöglichen Instruktionen dem Lernenden die Problemlösestrategie eines Experten nachzuvollziehen und diese selbst auszuführen.

So führen u.a. kognitionspsychologische Überlegungen (RENKL & NÜCKLES 2006), wonach IVs zum Lernen durch Imitation und Beobachtung gehören und damit grundlegende Lernprozesse darstellen, zu der Ausgangshypothese, dass die Präsentation entsprechend gestalteter IVs zur Beobachtung des interaktiven Problemlösens bei musterhafter Lösung von Musteraufgaben für Schüler geeignet ist. Unter „musterhafter Lösung von Musteraufgaben“ soll im Folgenden das beispielhafte Lösen von Aufgaben, die einen bestimmten Aufgabenklassentyp repräsentieren, verstanden werden.

Wir wollen allgemein unter IVs diejenige visuelle mediale Präsentation verstehen, welche den Adressaten in die Lage versetzt, Problemlösestrategien eines Experten nachzuvollziehen und diese selbst auszuführen.

Die Ausgangshypothese sehen wir als bestätigt an, wenn ein komplexerer Sachverhalt rein mittels IV vermittelt wurde und die Ergebnisse der Lernenden beim einmaligen Ansehen dieses IVs eine durchschnittliche Erfolgsquote von über 50 % ergeben.

Da es viele verschiedene Arten - mit ihren entsprechende Ab- und Zwischenstufen - medialer Präsentationen gibt, man denke z.B. an Real- oder Trickfilmvideos, wollen wir uns auf die mittels Bildschirmaufzeichnungen erstellten Videos (ScreenRecording – SR) beschränken.

Selbst bei dieser Beschränkung gilt es noch zahlreiche Gestaltungsmöglichkeiten bei der Erstellung (Designing) der IVs zu beachten. So nehmen u.a. Mauszeigerdarstellungen und -bewegungen, Audio- und textlicher Kommentar, Bilder, Animationen, Bild-in-Bild (PIP)-Videos, Marker, Ein-, Aus- und Überblendungen von Informationen, Schwenk- und Zoomfunktionen einen zentralen Stellenwert in der Genese ein. Ferner sind Kombinationen der verschiedenen Gestaltungsmöglichkeiten wie die örtliche und zeitliche Abfolge (nacheinander oder ineinander?), die Lo-

kalisierung (wo findet was statt?), die Größendarstellung, die Farbgestaltung,... im Video zu berücksichtigen. Dabei müssen zudem noch psychologische (SPADA 1990) und medientechnologische bzw. mediendidaktische Aspekte (TULOD-ZIECKI & HERZIG 2004) beachtet werden. Ebenso sind die Interdependenzen und Abhängigkeiten untereinander zu klären.

Hinsichtlich verschiedener SR-Filmmodi drängen sich u.a. folgende Forschungsfragen auf:

Welche Instruktionsvideos führen zu hohen Reproduktionsleistungen?

Welche Instruktionsvideos werden von den Schülern präferiert?

Verstehen die Schüler die Instruktion oder wird sie nur mechanisch reproduziert?

Im Rahmen ausgewählter Pilotstudien wurde u.a. diesen Fragen nachgegangen.

In deutlicher Abgrenzung zu allgemein psychologischen Überlegungen hierzu (SPADA 1990) und speziell kognitionspsychologischen Ergebnissen (ERTELT et al. 2004) grenzen wir uns hinsichtlich der Instruktion über das kompetente Arbeitsverhalten bei der Nutzung von DRGS mittels SR-Videos ab und beschränken unsere Aussagen auch hierauf.

Anhand einer musterhaften raumgeometrischen Instruktion zur Würfelrekonstruktion mit Cabri 3D wurden RealschülerInnen der achten Jahrgangsstufe aus Baden-Württemberg getestet bzw. befragt. Dabei nahmen 165 SchülerInnen an der Pilotstudie zur Reproduktionsleistung (RL), 242 SchülerInnen an der zur Schülerpräferenz (SP) (unter ausgewählter Berücksichtigung der Reihenfolge der Filmdarstellungen) und 20 SchülerInnen an der zur Verstehensleistung (VL) teil. Letztere waren weiter beschränkt auf die nach einer Woche noch memorierte Verstehensleistung.

Unter der RL wollen wir den nach entsprechenden Effektivitätskriterien ermittelten zusammenfassenden Unterschied der in Cabri 3D erarbeiteten Schülerlösungen im Vergleich zur musterhaften Expertenlösung mittels Punktebewertung verstehen.

Die SP definieren wir als den durch Schülerbewertungen ermittelten Rangunterschied innerhalb verschiedener Filmmodi.

Die VL sei der nach entsprechenden Effektivitätskriterien ermittelte zusammenfassende Unterschied mentaler Schülerrekonstruktionen bei vorgegebenen Textbausteinen im Vergleich zur musterhaften Expertenlösung mittels Punktebewertung.

Die Stichproben wurden u.a. aus organisatorischen und rechtlichen Gründen auf intakte Gruppen (= Schulklassen) beschränkt. Um mögliche personenimmanente intervenierende Variable - soweit möglich - zu berücksichtigen, wurden alle Versuchsteilnehmer der Studien zur RL und VL vor der Präsentation eines Filmmodus einer Reihe standardisierter, reliabler, valider und objektivierter Vortests zur kognitiven Leistungsfähigkeit (7 Subvariable), zum Angstverhalten (4 Subvariable), Computervorerfahrungen (8 Subvariable), sowie der Selbsteinschätzung im Fach Mathematik unterzogen. Danach sah jede Klasse der Studie zur RL einen ausgewählten Filmmodus. Als klassisches statistisches Verfahren zur Prüfung auf Mittelwertsunterschiede wurde bezüglich der RL die Kovarianzanalyse gewählt. Hinsichtlich der Computervorerfahrungen wurden nach Prüfung auf Vergleichbarkeit der Gruppen die jeweiligen Mediane und Modalwerte herangezogen. Im Bezug auf die SP wurden als klassische Verfahren zur Prüfung auf Rangdatenunterschiede die

kumulierten Häufigkeiten (im Bezug auf die vergebenen Schulnoten) und die entsprechenden bidirektionalen deskriptiven Vergleiche herangezogen. Im Bezug auf die VL wurden die arithmetischen Mittelwerte (MW), Modalwerte und Mediane verwandt. Die Quoten wurden als arithmetischer MW aller Versuchspersonen im Verhältnis zur Gesamtpunktzahl ermittelt (KNAPP & SCHUMANN in Vorb.).

In den Pilotstudien haben wir uns auf die nachfolgenden Filmmodi beschränkt:

- Film ohne hörbaren Kommentar und ohne Texteinblendungen („Ohne“)
- Film ohne hörbaren Kommentar und mit Texteinblendungen („Text“)
- Film mit hörbarem Kommentar und ohne Texteinblendungen („Ton“)
- Film mit hörbarem Kommentar und mit Texteinblendungen („Ton Text“)
- Film mit hörbarem Kommentar, ohne Texteinblendungen, mit je nach Konstruktionsfortschritt situativ erscheinenden Stichwortkarten, die nach erscheinen bis zum Filmende sichtbar bleiben („Ton E SK“)
- Film mit hörbarem Kommentar, ohne Texteinblendungen, mit allen Stichwortkarten von Filmbeginn an, mit je nach aktuellen Konstruktionsschritt rot dargestelltem Stichwortkartentext („Ton D SK“)
- Film „Ton D SK“ mit Vorschaubild der Konstruktion („Ton D SK Bild“)
- Film „Ton D SK Bild“ mit Menünummerierungen („Ton D SK BiZa“)

## Ergebnisse

Hinsichtlich der RL zeigte der Film „Ton D SK BiZa“ die signifikant höchsten Ergebnisse in den vorgenannten Kategorien („absolute MW“, „angepasste MW bezüglich kognitiver Leistungsunterschiede“, „angepasste MW hinsichtlich dem Faktor Angst“, „Computervorerfahrungen“ und „Selbsteinschätzung“) verglichen mit allen anderen untersuchten Filmmodi. Bei der Kovarianzanalyse mit allen ausgewählten Filmmodi betrug die Irrtumswahrscheinlich jeweils  $p < 0,0001$ . Bei den einzelnen bidirektionalen Vergleichen über die einzelnen Kategorien des Filmes „TON D SK BiZa“ mit allen anderen Filmen betrug  $p_{(max)} < 0,05$ . Der Limes von 14 Punkten (von 25 möglichen Gesamtpunkten) wurde bei allen vorgenannten Werten des Filmes „Ton D SK BiZa“ nie unter- und bei keinem anderen untersuchten Filmmodus überschritten.

Hinsichtlich der SP stellte sich der Film „Ton D SK BiZa“ in allen untersuchten Vergleichen in allen Subgruppen als derjenige heraus, der von den Schülern klar präferiert wurde.

Da der Film „Ton D SK BiZa“ sowohl die signifikant höchsten RL zeigte, als auch präferiert wurde, beschränkten wir uns hinsichtlich der VL auf diesen Film.

Folgende Tabelle gibt uns einen Überblick über die Schülerergebnisse der VL am Instruktionstag (VL IT), die VL nach 1 Woche (Retest) (VL 1 W) und die RL:

	VL IT	VL 1 W	RL
Arithmetischer MW	14,8	14,1	14,4
Modalwert	16	14	16
Median	15	14	15
Quote	59,1%	56,4%	57,4%

Hinsichtlich der Unterschiede bezüglich des Faktors „Geschlecht“ wurde festgestellt, dass die jeweilige Gruppe der Jungen signifikant höhere RL und VL erbrachte als die vergleichbare Gruppe der Mädchen.

Der Film „Ton D SK BiZa“ bestätigt die Ausgangshypothese über IVs hinsichtlich der RL und VL. Dieser Film wird zudem von den Schülern im Vergleich mit den anderen vorgestellten Filmmodi präferiert.

Die im Vortrag gestellte Frage, ob nicht generell „viel Information“ (im Sinne von vielen Gestaltungsoptionen) auch „viel helfen“ (zu höheren RL führen) würde, konnte bezüglich des genannten Untersuchungsdesigns durch das Gegenbeispiel der Filme „Ton“ und „Text“ widerlegt werden. Grundsätzlich ist jeder Filmmodus gesondert zu analysieren, wenngleich bei der hier vorgestellten Auswahl der Film „Ton D SK BiZa“ allen anderen Filmmodi im Rahmen der Beschränkungen des genannten Ansatzes in allen Untersuchungen überlegen ist.

IVs können als erster Zugang zum Umgang bzw. Erlernen von DRGS angesehen werden. Bereits nach einmaligem Ansehen können IVs zu beachtlichen Erfolgen hinsichtlich des gezeigten Ansatzes führen. Ihre hohe Alltagstauglichkeit bietet Potentiale für das Lernen von Raumgeometrie in der Schule.

## Literatur

Atkinson, R.K., Derry, S.J., Renkl, A. & Wortham, D. W. (2000). Learning from examples: Instructional Principles from the worked examples research. In: *Review of educational research*, 70, (S. 181-214).

Bainville, E. & Laborde, J.-M. (2004-2006). *Cabri 3D* deutsche Version 1.2.1 (Software). Grenoble: Cabrilog. [www.cabri.com](http://www.cabri.com) (1. September 2006).

Ertelt, A., Renkl, A. & Spada, H. (2006). Making a difference – Exploiting the full potential of instructionally designed on-screen videos. In S.A. Barab, K.E. Hay & D.T. Hickey (Eds.), *Proceedings of the 7th International Conference of the Learning Sciences* (S. 54-169). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Goebel, A. & Oldenburg, R. (2007): *Archimedes Geo3D: Eine neue Raumgeometrie-Software an der Schnittstelle zwischen synthetischer und analytischer Geometrie*. Vortrag auf der 41. GDM-Jahrestagung, Berlin. Minisymposium D03.

Knapp, O. & Schumann, H. (in Vorb.): *Design und Evaluation von Instruktionsvideos für raumgeometrische Konstruktionen*.

Renkl, A. & Nückles, M. (2006). Lernstrategien der externen Visualisierung. In: Arnold, K.-H., Sandfuchs, U. & Wiechmann, J. (Hrsg.). *Handbuch Unterricht* (S. 303-307). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Tulodziecki, G. & Herzig, H. (2004). *Handbuch Medienpädagogik*. Band 2 Mediendidaktik. Stuttgart: Klett-Cotta

Schumann, H. (2007). *Der virtuelle Raum als interaktiver Handlungsraum für den Geometrieunterricht*. Vortrag auf der 41. GDM-Jahrestagung, Berlin. Minisymposium D03

Spada, H. (Hrsg.) (1990): *Lehrbuch allgemeine Psychologie*. Bern: Hans Huber