

Florian SCHIMPF, Ludwigsburg, Christian SPANNAGEL, Heidelberg

## **Was guckst Du? Ein Schulexperiment mit dynamischer Geometriesoftware in der Realschule**

### **1. Einleitung**

Der Bildungsplan des Landes Baden-Württemberg für die Realschule sieht unter der Leitidee Form und Raum den Einsatz von dynamischen Geometriesystemen (DGS) vor. Im Gegensatz zur konventionellen „Papiergeometrie“ lassen sich in einem DGS zum Beispiel mit dem Zugmodus die Ausgangspunkte einer Konstruktion nachträglich bewegen und dadurch die geometrischen Objekte verändern. Dies ermöglicht exploratives Arbeiten an geometrischen Fragestellungen.

Wie viele andere Computeranwendungen auch, werden DGS über eine graphische Benutzungsoberfläche (*graphical user interface*, GUI) bedient. Es kann vermutet werden, dass die Vielzahl von Bildzeichen (Icons) der GUI die Arbeit mit dem DGS und dadurch letztlich auch das Erlernen mathematischer Sachverhalte erschwert. In einem Experiment an drei Realschulen in Baden-Württemberg haben Schüler von 6 Schulklassen mit zwei verschiedenen Versionen des DGS Cinderella die Winkelsummen von  $n$ -Ecken berechnet. Im Gegensatz zur Originaloberfläche von Cinderella mit 42 Icons kam eine reduzierte GUI mit den für die spezifische Aufgabe notwendigen sechs Icons zum Einsatz. Dabei wurde der Frage nachgegangen, ob die Programmversion mit der reduzierten Benutzungsoberfläche das Arbeiten mit dem DGS und dadurch auch das Verständnis der mathematischen Inhalte erleichtert. In dem Artikel werden die Ergebnisse des Schulexperimentes vor dem Hintergrund weiterer Forschungen zur Reduktion von Benutzungsoberflächen dargestellt und diskutiert.

### **2. GUI-Reduktion**

Die Reduzierung graphischer Benutzungsoberflächen hat ihre Ursprünge in *training wheels interfaces*, die von Carroll und Kollegen in den 1980er Jahren entwickelt wurden (Carroll & Carrithers, 1984; Carroll, 1984). Damals wurden Menüelemente nicht ausgeblendet, sondern lediglich inaktiv geschaltet. Carroll wollte dadurch verhindern, dass Novizen durch die Auswahl eines Menüpunkts das Software-Programm in einen Zustand bringen, aus dem sie selbst nicht wieder herausfinden. Exploratives Verhalten sollte also gefördert werden, indem Sicherheit durch eine Lernumgebung mit geringerer Komplexität geboten wird. Es wurden in Studien positive Effekte auf das Lernverhalten und den Lernerfolg

festgestellt. Fragwürdig bleibt aber, ob die Ergebnisse von damals auf die heutigen Benutzungsoberflächen übertragbar sind, zumal der Umgang mit Computeranwendungen und graphischen Benutzungsoberflächen heute bereits zum Alltag vieler Menschen zählt.

Heutzutage ist es üblich, nicht benötigte oder nicht zu verwendende Icons auszugrauen oder gar nicht erst anzuzeigen (Spannagel & Schroeder, 2008). Das Ausblenden irrelevanter Information wird beispielsweise in der Theorie des Multimedialernens gefordert (*Kohärenzprinzip*; Mayer, 2001). Hierdurch soll derjenige Teil der kognitiven Beanspruchung, der irrelevant für das Lernen ist, minimiert werden (*extraneous cognitive load*), und dadurch sollen kognitive Ressourcen für das Erlernen der wesentlichen Inhalte geschaffen werden (*germane cognitive load*; Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998). Dabei empfiehlt es sich, die Reduktion der Schnittstelle schrittweise zurückzunehmen (*fading*; Leutner, 2000), um der steigenden Expertise der Lernenden gerecht zu werden und dem *expertise reversal effect* vorzubeugen (Kalyuga et al., 2003).

Es kann vermutet werden, dass durch das Ausblenden von Icons und die damit einhergehende Vereinfachung der Benutzungsoberfläche kognitive Ressourcen freigegeben werden, die für das Verständnis der mathematischen Inhalte zur Verfügung stehen. In einem Schulexperiment mit Tabellenkalkulation konnte kein Effekt von reduzierten Benutzungsoberflächen nachgewiesen werden (Spannagel et al., 2007). Allerdings wurde in diesem Experiment auch zusätzlich die Verwendung animierter Demonstrationen untersucht, sodass Effekte der GUI-Reduktion aufgrund des starken Einflusses der Videos untergegangen sein konnten. In dem vorliegenden Artikel wurde erneut ein Schulexperiment mit dem DGS Cinderella durchgeführt, das der ausschließlichen Untersuchung der Effekte der Oberflächenreduktion diente (Schimpf & Spannagel, in press).

### **3. Experiment**

An dem Experiment nahmen insgesamt 171 Schülerinnen und Schüler aus 6 Realschulklassen (Jahrgangsstufe 8) im Großraum Stuttgart teil. Das Experiment wurde in zwei Gruppen durchgeführt (volle Benutzungsoberfläche versus reduzierte Benutzungsoberfläche), und die Schülerinnen und Schüler jeder Klasse wurden auf die beiden Gruppen randomisiert. Von den 171 teilnehmenden Personen konnten schließlich 134 vollständige Datensätze ausgewertet werden. In die Auswertung gingen die Daten von 77 Jungen und 57 Mädchen ein. 72 Schüler arbeiteten mit der vollen Benutzungsoberfläche von Cinderella, 62 mit der reduzierten Version.

Die Versuchspersonen wurden in beiden Bedingungen zunächst in die Bedienung der Lernumgebung eingeführt. Hierzu mussten sie einen Einführungstext mit Bildschirmfotos lesen. Später in der Lernumgebung hatten sie die Möglichkeit, nochmals auf einzelne Abschnitte dieser Einführung als Hilfe zuzugreifen. Die Aufgabe in der Lernumgebung bestand darin, die Innenwinkelsummen verschiedener n-Ecke zu bestimmen (Viereck bis Siebeneck). Hierzu mussten die n-Ecke konstruiert, die Winkel gemessen und die Winkelsumme berechnet werden. Darüber hinaus sollte mit dem Zugmodus überprüft werden, ob sich die Winkelsumme bei Veränderung des n-Ecks ändert oder gleich bleibt. Insgesamt waren zur Bewältigung der Aufgabe vier Icons notwendig, die in der reduzierten Schnittstelle dargeboten wurden. Darüber hinaus wurden noch die Undo- und Redo-Pfeile angezeigt. In der vollen Benutzeroberfläche hingegen wurde das Standardinterface von Cinderella dargeboten (vgl. Abbildung 1).

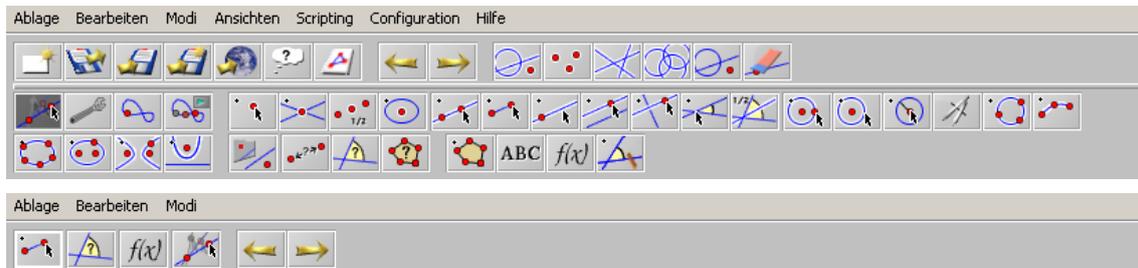


Abbildung 1: Volle und reduzierte Benutzeroberfläche von Cinderella

Die Auswertung des Experiments zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Programmversionen (vgl. Schimpf & Spannagel, in press): Sowohl Mädchen als auch Jungen brauchten in beiden Programmversionen in etwa genau so lange, um die Aufgaben zu bearbeiten. Sie verbrachten in etwa gleich viel Zeit in der Einführung und in der Hilfe, und auch im Lernerfolgstest schnitten sie ähnlich ab.

Zusätzlich wurde noch der Einfluss der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung der Versuchspersonen untersucht (Spannagel & Bescherer, 2009). Auch die Computerselbstwirksamkeit interagierte nicht mit den beiden Programmversionen. Versuchspersonen mit niedriger Selbstwirksamkeit lasen aber signifikant länger in der Einleitung und griffen auch eine längere Zeit auf die Hilfe zu.

#### 4. Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse sind konsistent mit weiteren Untersuchungen unter Nutzung eines Eye Trackers (Schimpf & Spannagel, 2010), in denen gezeigt wurde, dass reduzierte Oberflächen nur eine geringe Zeitersparnis

bei der Suche nach Icons bringen. Trotzdem widerspricht dies der Intuition, dass reduzierte Schnittstellen das Lernen unterstützen sollten. In weiteren Experimenten wird der Einfluss der GUI-Reduktion hinsichtlich weiterer Kontextfaktoren untersucht.

## **5. Danksagung**

Wir danken Irene Reeb Ramos für die Hilfe bei der Durchführung des Experiments. Dank gilt außerdem der BADEN-WÜRTTEMBERG Stiftung für die finanzielle Unterstützung der Forschungsarbeit im Rahmen des Eliteprogramms für Postdoktorandinnen und Postdoktoranden.

## **Literatur**

- Carroll, J. (1984). Blocking learner error states in a training-wheel system. *Human Factors*, 26 (4), 377-389.
- Carroll, J., & Carrithers, C. (1984). Training wheels in a user interface. *Communications of the ACM*, 27(8), 800-806.
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P. & Sweller, J. (2003): The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23–31.
- Leutner, D. (2000). Double-fading support – a training approach to complex software systems. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, 347–357.
- Mayer, R. E. (2001): *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Schimpf, F. & Spannagel, C. (2010): Wer sucht, der findet - Zur Oberflächenreduktion in DGS. In A. Lindmeier & S. Ufer (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2010*, 751-754.
- Schimpf, F. & Spannagel, C. (in press): Reducing the graphical user interface of a dynamic geometry system. Erscheint in *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*.
- Spannagel, C. & Bescherer, C. (2009): Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung in Lehrveranstaltungen mit Computernutzung. *Notes on Educational Informatics - Section A: Concepts and Techniques* 5(1), 23-43.
- Spannagel, C., Girwidz, R., Löthe, H., Zandler, A. & Schroeder, U. (2008): Animated Demonstrations and Training Wheels Interfaces in a Complex Learning Environment. *Interacting with Computers* 20(1), 97-111.
- Spannagel, C. & Schroeder, U. (2008): GUI-Adaptation in Lernkontexten. In S. Seehusen, U. Lucke & S. Fischer (Hrsg.): *DeLFI 2008. Die 6. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V.* Bonn: Gesellschaft für Informatik, 281-291.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J., & Paas, F. (1998): Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.