

Olaf KNAPP, Konstanz

## **Zur Methodologie der Interaktionsforschung über die Nutzung von Computerwerkzeugen**

*Die Gebrauchstauglichkeit von Computerwerkzeugen im Mathematikunterricht in der Schule ist notwendige Voraussetzung für ihren didaktisch mehrwertigen Nutzen. Usability-Werkzeuge bieten zur Analyse der Mensch-Computer-Interaktion (MCI) mannigfaltige Optionen an. Es werden empirische Studien zum Vergleich Experten- versus Novizenverhalten bei der Toolnutzung vorgestellt, erhoben mittels Mauszeigerstrecke beim Mousetracking.*

Die MCI beschäftigt sich mit Fragen der benutzergerechten Gestaltung von interaktiven Informatiksystemen, wie z.B. ihren Bedingungen, ihrer Umsetzung und Auswertung (<http://www.sigchi.org/>), welche wiederum Auswirkungen auf die Gestaltung und den didaktisch mehrwertigen Einsatz von Computerwerkzeugen im Mathematikunterricht hat.

Zur Erforschung der MCI sind vielerlei Ansätze denkbar. Exemplarisch sei hier das digitale Usability-Aufzeichnungs-Verarbeitungs-Analyse-Export-Werkzeug Morae (TechSmith Corporation 2005) genannt. Eine entsprechende Zusammenfassung wie und warum mit digitalen Dokumentations- und Analysetools die MCI (technisch) erfasst werden kann, ausgewählte Vor- und Nachteile dieser Werkzeuge sowie ihr exemplarischer Einsatz in empirischen Studien findet sich in Knapp (2010 und 2011 a).

Bei der Erforschung der MCI stellt sich zunächst die Frage, wie die Schnittstelle Mensch-Computer gestaltet ist. Für die zurzeit in allgemein bildenden Schulen in Deutschland tatsächlich vorhandenen technischen Ressourcen muss mit Wessel (2002) und Knapp (2010) konstatiert werden, dass das Graphical User Interface nach wie vor die gebräuchlichste Benutzerschnittstelle darstellt. Sollen entsprechende empirische Studien durchgeführt werden, muss dementsprechend eine Abgrenzung hinsichtlich Tablet- oder Touchscreentechnologien oder der Augmented Reality etc. erfolgen.

Da sich die Gebrauchstauglichkeit gemäß Müller et al. (2008) im Gegensatz zur Benutzbarkeit auf die Usability einer Software im konkreten Nutzungskontext bezieht, wären dies nach dem oben Ausgeführten allgemein bildende Schulen mit Schülerinnen und Schülern als Benutzer und durch Computerwerkzeuge für den Mathematikunterricht implizierten Problemen bzw. Arbeitsaufgaben. Exemplarisch wurde dies anhand des Dynamischen Raumgeometrie-Systems (DRGS) Cabri 3D ([www.cabri.com](http://www.cabri.com)) und Interaktiver Instruktionsvideos (Knapp 2010 und 2011 b) verdeutlicht.

Im Rahmen der Erforschung der MCI können bei der Aufzeichnung der Mauszeigerbewegungen, dem so genannten Mousetracking, unterschiedliche Verfahren zur Anwendung kommen. Der Autor entschied sich aus den in Knapp (2010 und 2011 a) dargelegten Gründen für Morae und zum Zwecke der Generierung der „Mauszeigerstrecken“ für das Programm „MB-Ruler“ (<http://www.markus-bader.de/MB-Ruler>).

Unter der „Mauszeigerstrecke“ soll die Gesamtlänge des Weges verstanden werden, welchen der Mauszeiger bei der Bewältigung von Aufgaben auf dem Bildschirm zurücklegt. Hierbei ist eine Maßeinheit zu definieren (bspw. Pixeleinheiten bezogen auf einen 19''- Monitor mit 4:3 Auflösung). Es ist zwischen den musterhaften Lösungen von Aufgaben durch Experten und denjenigen von Novizen/Schülern zu unterscheiden.

### **Empirische Studien**

Die nachfolgenden Ausführungen stellen lediglich Kurzfassungen der Methodologie, Ergebnisse und Diskussionen der in Knapp (2010) detailliert beschriebenen Studien dar.

Dem Mixed-Method-Ansatz folgend wurde in qualitativen (n = 9) und quantitativen (n = 241) Studien der Einfluss der musterhaften Mauszeigerstrecke eines Experten auf die Aufgabenlösungen von Schülern erforscht.

Die Probanden wurden aus Schulklassen der achten Jahrgangsstufe an allgemein bildenden Realschulen des Landes Baden-Württemberg gewonnen. Um den Einfluss potentiell intervenierender Variablen auf die Untersuchungsergebnisse zu kontrollieren (Bortz & Döring 2006), wurden jeweils im Vorfeld der Studien entsprechende Testbatterien durchgeführt.

In der Untersuchungsschulstunde wurden die Probanden durch Interaktive Instruktionvideos über eine Konstruktion im virtuellen Handlungsraum instruiert und sollten diese mechanisch rekonstruieren und anschließend geistig rekapitulieren. Diese können gemäß KMK (2003) den Anforderungsbereichen I bzw. II zugeordnet werden.

Methodisch wurde in der qualitativen Studie neben der oben erwähnten Erfassung und Analyse der MCI durch Morae auch das „Laute Denken der Schüler“, affektive Äußerungen, etc. durch Morae erfasst und analysiert. Zudem kamen Fragebögen zum Einsatz. Die Auswertungen erfolgten gemäß dem ACM-Usability-Standard (<http://www.acm.org/>) und den u.a. in Cropley (2005) und Lienert & Raatz (1994) beschriebenen Vorgehensweisen.

In der quantitativen Studie mussten die Schüler ihre Konstruktionsdateien abspeichern und Fragebögen (s.o.) bearbeiten. Der Autor nahm als Ver-

suchsleiter an der Untersuchung teil und führte wissenschaftliche Beobachtungen durch. Durch verschiedene statistische Verfahren wurden die erfassten potentiell intervenierenden Variablen herauspartialisiert.

## **Ergebnisse**

Es existieren (signifikante) Unterschiede beim Vergleich Experte-Schüler hinsichtlich der Softwarenutzung von Tools bezüglich der Mauszeigerstrecke über die gesamte Mauszeigerstrecke, Teilbereichen der Mauszeigerstrecke, Weg und Richtung der Mauszeigerstrecke.

Die Mauszeigerstrecke lässt Rückschlüsse für individuelle Fehler beim Konstruieren zu.

Bei Schüler- vs. Expertenlösungen der beschriebenen Aufgaben aus dem AFB I und II hängen die Lerneffekte signifikant ( $p_{\max} < 0.04$ ) mit der zurückzulegenden Mauszeigerstrecke zusammen. Dabei gilt die Tendenz: „Je kürzer die Mauszeigerstrecke pro Minute, desto höhere Leistungen zeigen die Probanden bei Aufgaben aus dem AFB I und II.“

Zudem drängen sich weitere Hypothesen auf, wie jene, dass die Mauszeigerstrecke ein möglicher Indikator a) für die Aufgabenschwierigkeit (Tendenz: „Je kürzer die Mauszeigerstrecke, desto geringer die Aufgabenschwierigkeit.“), b) für den Vergleich verschiedener D(R)GS miteinander (Tendenz: „Je kürzer die Mauszeigerstrecke eines D(R)GS um eine bestimmte Zielkonfiguration zu erreichen, desto intuitiver ist das D(R)GS.“) oder c) für die Expertise eines Schülers (Tendenz: „Je geringer die Mauszeigerstreckenabweichungen eines Schülers bei einer Anzahl von Aufgaben von der Expertenlösung, desto höher der Expertengrad“) sein kann.

## **Fazit**

Quantitative und qualitative empirische Studien mit Realschülern lassen den Schluss zu, dass die Mauszeigerstrecke ein Indikator

- zur Analyse (der „Schwierigkeit“; „Komplexität“) einer Aufgabe
- für den Vergleich verschiedener DGS/DRGS
- für die Instruktionsprozess- und -produktqualität
- für die Abweichung der Schülerlösung von der Musterlösung des Experten
- für den Experten-/Novizengrad eines Anwenders („Novizenprüfung“)
- für die Suche nach individuellen Fehlern des Schülers beim Lösen von Aufgaben

- zur (quantitativen und qualitativen) Fehleranalyse des/der Schülers/Schüler

sein kann. Diese durch die Mauszeigerstrecke implizierten Anhaltspunkte bedürfen dann weiterer Untersuchungen wie z.B. der Interpretation des Mousetrackings gemäß ACM-Usability-Standard.

Das empirisch geprüfte Konstrukt der „Mauszeigerstrecke“ genügt wissenschaftlichen Gütekriterien (Qualitativ: Konsistenz, Logik und Nützlichkeit des Messverfahrens; Cropley 2005; Quantitativ: Reliabilität, Validität, Objektivität, Reproduzierbarkeit; Bortz & Döring 2006) und bietet ein operationalisiertes Analyse Kriterium über die Nutzung von Computerwerkzeugen im Mathematikunterricht.

Die Mauszeigerstrecke als Teil der Erfassung, Analyse und Interpretation des Mousetrackings in Verbindung mit anderen Usability-Verfahren wie z.B. dem Eye-Tracking kann der Erforschung der MCI als wissenschaftliches Kriterium zur Entwicklung, Diagnose, Erprobung, Beratung und Beurteilung von Computerwerkzeugen im Mathematikunterricht dienen und ihr so wichtige Impulse geben.

## Literatur

- Bortz, J. & Döring, N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. 4. Auflage. Heidelberg: Springer.
- Cropley, A. J. (2005): Qualitative Forschungsmethoden. Eine praxisnahe Einführung. 2. Auflage. Eschborn: Dietmar Klotz.
- KMK (2003): Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss. [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2003/2003\\_12\\_04-Bildungsstandards-Mathe-Mittleren-SA.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_12_04-Bildungsstandards-Mathe-Mittleren-SA.pdf) (20.03.2012).
- Knapp, O. (2010): Entwicklung und Evaluation interaktiver Instruktionsvideos für das geometrische Konstruieren im virtuellen Raum. Diss. Pädagogische Hochschule Weingarten. Hochschulschriften zur Mathematik-Didaktik, Band 1. Münster: WTM.
- Knapp, O. (2011 a): Dokumentations- und Analysetools zur Erfassung der Mensch-Computer-Interaktion in empirischen Studien. In: Haug, R. & Holzäpfel, L. (Hrsg.) Beiträge zum Mathematikunterricht 2011. Münster: WTM, 471-474.
- Knapp, O. (2011 b): Tutorial zum Lernen von Raumgeometrie. Rosenheim: co.Tec.
- Lienert, G. & Raatz, U. (1994): Testaufbau und Testanalyse. 5. Auflage. Weinheim: Beltz.
- Müller, C., Hurtienne, J. & Prümper, J. (2008): Standardsoftware – benutzbar und gebrauchstauglich! Computer und Arbeit. Heft 5/2008, 20-24.
- TechSmith Corporation (2005): Morae. Getting Started Guide. Okemos: TechSmith Corporation.
- Wessel, I. (2002): GUI-Design: Richtlinien zur Gestaltung ergonomischer Windows-Applikationen. 2. Auflage. München, Wien: Hanser.