

Entwicklungen im Bereich der 3D-Technologie

Bericht von der Arbeitsgruppe auf der Herbsttagung 2010 des AK Mathematikunterricht und Informatik

Abstract: Begleitend zum Vortrag »Aktuelle Entwicklungen der Mensch-Computer-Schnittstelle: eine Chance für die Raumgeometrie!« wurde eine AG angeboten, bei der zum einen an verschiedenen Stationen »Low-Budget-Varianten« zur Verbesserung von Ein- und Ausgabemöglichkeiten im Bereich virtueller räumlicher Arbeitsumgebungen vorgestellt und zum Ausprobieren zur Verfügung gestellt wurden. Zum anderen sollten die im Vortrag entwickelten Bewertungskriterien zur Beurteilung technischer Entwicklungen im 3D-Bereich und deren Relevanz für den Mathematikunterricht ebenso diskutiert werden wie didaktische Aspekte bei der Arbeit mit virtuellen Raumszenen.

Die Stationen

Einige der aufgebauten Stationen wurden bereits im zugehörigen Artikel genauer beschrieben, deshalb erfolgt hier nur eine kurze Erklärung.

6D-Maus

Die Navigation im virtuellen Raum mit Hilfe der 6D-Maus *SpaceNavigator* der Fa. *3DConnexion*¹ konnte in den Anwendungen Google SketchUp und Google Earth ausprobiert werden.

Automatische Formerkennung und Gestensteuerung

Das »Erkennen« exakter Formen aus einer skizzenhaften Eingabe wird beispielsweise von der Geometrie-Software *Cinderella*² unterstützt. Darin können Geraden, Kreise oder Dreiecke mit dem Eingabestift oder einem Finger grob skizziert werden und werden dann von der Software in »exakte« Objekte umgewandelt und dargestellt. Darüber hinaus ist in *Algodo*³ auch das Verbinden zweier Objekte oder das »Zerschneiden« eines Objekts durch spezielle Stift- oder Fingergesten möglich. Auf dem Grafiktablett *Bamboo Pen & Touch* von *Wacom* konnten diese beiden Eingabemöglichkeiten getestet werden.

Facetracking mit und ohne Wii-Controller

Die Spielkonsole *Wii* von *Nintendo* wird mit Hilfe eines Controllers gesteuert, den der Benutzer vor dem Bildschirm bewegt. Im Controller ist eine Infrarotkamera verbaut, die Referenzpunkte einer – über oder unter dem Display angebrachten – IR-Sensorenleiste ausliest. Aus diesen Daten können Position und Lage des Controllers im Raum errechnet werden. Vom Entwickler *JOHNNY CHUNG LEE* wird diese Technik für eine Headtrackingsoftware genutzt, indem er die übliche Controllersteuerung umkehrt: der Controller wird über dem Display angebracht, die Sensorenleiste vom Nutzer in Augennähe mitgeführt. Aus den Trackingdaten kann die Software dann recht genau den Blickwinkel des Betrachters auf das Bild errechnen und eine virtuelle Raumszene perspektivisch korrekt darstellen. Ändert der Benutzer seine Kopfposition, so wird die Raumszene entsprechend angepasst und es entsteht aus Sicht des Betrachters ein verblüffend realistischer Raumeindruck. An der Station wurde statt des Bildschirms eine Beamerprojektion benutzt und das Mitführen der Sensorenleiste durch eine spezielle Brillenkonstruktion erleichtert. Will man die – etwas unpraktische – Brillenbenutzung umgehen, so genügt heute das Bild einer gewöhnlichen Webcam und ein schneller Gesichtserkennungsalgorithmus, um die Augenposition des Betrachters zu ermitteln und die Perspektive der

¹<http://www.3dconnexion.de/>

²<http://www.cinderella.de>

³<http://www.algodo.com>

Darstellung entsprechend anzupassen. Eine weitere Station bestand aus einem Laptop mit interner Kamera, auf dem an entsprechendes Facetracking-Applet der Entwicklergruppe *Boffswana*⁴ angezeigt wurde.

3D-Brillentechnologie

Da sowohl die Shutterbrillen-Technik, als auch die Polarisationsbrillen-Technik nur mit erheblichem technischem (und damit finanziellem) Aufwand zu verwirklichen ist, wurde für die Station zur Darstellung binokularer Raumeffekte in virtuellen Raumszenen auf die Möglichkeit zurück gegriffen die Raumgeometriesoftware *Archimedes Geo3D*⁵ im Anaglyphenmodus zu betreiben. Mit einer Rot-Grün-Brille können die gegeneinander leicht versetzten Bilder dem entsprechenden Auge zugeordnet werden. Sie werden dann vom Gehirn zu einem räumlichen Gesamteindruck der Szene zusammen gefügt.

Augmented Reality

An verschiedenen Stationen konnte die Einbettung virtueller Objekte in die von einer Webcam aufgenommene reale Szene ausprobiert werden. Eine AR-Anwendung zeigte einen bewegten, virtuellen Charakter, der auf ein reales Markerkärtchen aufgerechnet wurde. Durch Drehen, Verschieben des Kärtchens konnte die Anzeige des Charakters entsprechend gesteuert werden.

Bei einer App des Autobauers *Toyota* kann mit vielen verschiedenen Markern eine ganze virtuelle Landschaft mit Bäumen, Verkehrszeichen, Häusern etc. aufgebaut werden⁶. Ein spezielles Markerkärtchen legt die Starposition und Ausrichtung eines virtuellen PKW fest, der dann selbstständig durch die virtuelle Landschaft fährt.

Die Software *BuildAR*⁷ erlaubt es, eigene Marker zu definieren, sie mit selbsterstellten 3D-Objekte zu verknüpfen und als AR-Anwendung darzustellen. Auf dieser Basis konnten geometrische Grundkörper (Kugel, Kegel, Pyramide) über entsprechende Markerkärtchen bewegt und miteinander zum Schnitt gebracht werden.

Diskussion der Bewertungskriterien

Im Anschluss an die Betrachtung der vorbereiteten Stationen fanden sich die Teilnehmer der AG zu einer Gesprächsrunde zusammen, bei der die im Vortrag entwickelten Kriterien zur Bewertung von Trends in der 3D-Technologie und deren Relevanz für den Mathematikunterricht zur Diskussion gestellt wurden (vgl. zugehöriger Artikel im Tagungsband).

Folgende Punkte, die im Wesentlichen eine Ausgestaltung und Konkretisierung der vorliegenden Bewertungskriterien darstellen, wurden von den Diskussionsteilnehmern als besonders wichtig angesehen:

- ▷ **Alltagstauglichkeit:** Inwiefern können die neuen Technologien auch leicht im Rahmen der Unterrichtsvorbereitung oder der Hausaufgaben benutzt werden?
Handelt es sich um eine Technologie, die auch zu anderen, ggf. fächerübergreifenden Zwecken verwandt werden kann, oder handelt es sich um ein fach- oder gar themenspezifisches Produkt?
Fasst man Unterrichtsvorbereitung und Hausaufgabe als Teil des Unterrichts auf, dann ist dieser Punkt sowohl unter dem Kriterium „Ökonomische Verfügbarkeit“, als auch unter dem Kriterium „Einbettung in den Unterricht“ zu berücksichtigen.
- ▷ **Robustheit von Hard- und Software, Praxistauglichkeit:** Sind erforderliche (Zusatz)geräte z. B. hinsichtlich ihrer Robustheit für Schülerhände geeignet? (Kriterium ›Akzeptanz‹)
Die Stabilität der erforderlichen Hard- und Software muss gewährleistet sein, um einen reibungslose ›Einbettung in den Unterricht‹ sicher zu stellen.

⁴<http://www.boffswana.com>

⁵<http://raumgeometrie.de/>

⁶vgl. <http://www.auris-hybrid.de/#/create>

⁷<http://www.buildar.co.nz/buildar-free-version/>

- ▷ **Möglichkeit der Ergebnissicherung:** Die verwendete Software sollte eine Möglichkeit bieten, erarbeitete Ergebnisse in irgendeiner Form zu sichern und z. B. für Hefteinträge oder Hausaufgaben verfügbar zu machen (z. B. Speichern einer Raumszene, Ausdrucke). (Kriterium ›Einbettung in den Unterricht‹)
- ▷ **Anzahl von Benutzern:** Angesichts der Ausstattung schultypischer Computerräume, die in der Regel die Benutzung eines Rechners von mindestens zwei Schülern vorsieht ist es wichtig, dass die vorgestellte 3D-Technologie in Zukunft auch von Personengruppen eingesetzt werden kann; bisher sind die Anwendungen für einen Benutzer optimiert. (Kriterien ›Ökonomische Verfügbarkeit‹, ›Einbettung in den Unterricht‹, ›Akzeptanz‹)
- ▷ **Gesundheitliche Verträglichkeit:** Als besonders wichtigen Punkt erachteten die Diskussionsteilnehmer die Berücksichtigung gesundheitlicher Aspekte bei der Benutzung neuer 3D-Technologien. So sind beispielsweise Fälle bekannt, in denen Bewegungen der Raumszene bei ruhendem Betrachter oder aber nur verzögert mitgeführte virtuelle Antworten auf reale Bewegungen des Nutzers zu Schwindelgefühlen und Kopfweh führen können (›Cybersickness‹). Das Tragen von Shutterbrillen kann die Augen anstrengen (60 Hz-Flimmern pro Auge bei heutigen 120 Hz-Brillen) und Ermüdung, Schwindel und Kopfschmerzen zur Folge haben.

Didaktische Diskussion

Als Ausgangspunkt für eine didaktische Diskussion unter den Teilnehmern der AG standen zwei Aspekte im Raum:

- ▷ **These:** »›Echte‹ 3D-Darstellungen haben einen Mehrwert für die Raumgeometrie.«
- ▷ **Frage:** »Eröffnen sich durch intuitive Ein- und Ausgabeschnittstellen neue Möglichkeiten für den Raumgeometrieunterricht?«

Der didaktische Mehrwert neuer 3D-Technologien wurde von einigen Diskussionsteilnehmern skeptisch beurteilt: Ein grundsätzlicher Kritikpunkt betraf die Art und Weise der Annäherung an das Thema ›verbesserte Eingabe- und Darstellungsmöglichkeiten‹. So sollten – nach Meinung dieser Teilnehmer – die Ziele des Raumgeometrieunterrichts nicht von den technischen Möglichkeiten ausgehend in den Blick genommen werden, sondern vielmehr zunächst didaktisch sinnvoll festgelegt werden, bevor man nach geeigneten Hilfsmitteln, wie z. B. den vorgestellten neuen Darstellungsmöglichkeiten, zum Erreichen der Ziele sucht. Die Kritik bzgl. der Einigung auf Ziele des Raumgeometrieunterrichts bezog sich dabei auch auf die Formulierung entsprechender Leitideen in den Bildungsstandards.

Unter den Software-Entwicklern in der AG bestand Einigkeit darüber, dass für den Raumeindruck alleine keine 3D-Darstellung nötig ist, dass aber für das Operieren mit Körpern in räumlichen Szenen alternative Eingabe- und Ausgabemöglichkeiten durchaus Vorteile bringen und so auch neue Perspektiven auf die Inhalte des Raumgeometrieunterrichts eröffnen.

Entwicklungsstand der dynamischen Raumgeometriesoftware **Archimedes Geo3D** (ANDREAS GÖBEL)

ANDREAS GÖBEL, Entwickler der Raumgeometriesoftware **Archimedes Geo3D** berichtete über den Entwicklungsstand und die Pläne für die Weiterentwicklung der Software unter den genannten Gesichtspunkten. Inhaltlich wurde z. B. die Möglichkeit vorgestellt, Ortsflächen zu definieren, die von zwei Objekten abhängen (etwa den Parabelzylinder, der die Lage aller Punkte geringsten Abstands von einer Ebene zu einer dazu parallelen Geraden im Raum definiert). Weiter stellte er verschiedene Tastaturshortcuts vor, die eine intuitivere Bedienung ermöglichen sollen. Abschließen stellte GÖBEL als Alternative zur Anaglyphenansicht den

›Shutterbrillen-Modus‹ in der Theorie vor, der in der aktuellen Version von Archimedes Geo3D zwar bereits implementiert, aber aufgrund fehlender Hardware noch nicht getestet ist.

Entwicklungsstand der dynamischen Geometriesoftware Cinderella (ULRICH KORTENKAMP)

Als bisher einziges DGS unterstützt Cinderella die getrennte Verarbeitung mehrerer, zeitgleicher Fingereingaben über berührungsempfindliche Oberflächen. Die als ›Cinderella-Multitouch‹ geführte Betaversion von Cinderella kann über die Programmiersprache CindyScript entsprechende Controllerdaten empfangen und den einzelnen Fingern Cinderella-Befehle zuordnen. Durch das Zusammenlegen mehrerer solcher Finger-Befehle, kann der Anwender somit eigene Multitouchbefehle definieren. ULRICH KORTENKAMP stellte Anwendungsbeispiele vor und rief dazu auf, sich über Cinderella-Multitouch an der Entwicklung gestunenabhängiger, intuitiver und mathematiknaher Mutlitouchbefehle zu beteiligen, da Gesten bisweilen wenig intuitiv sind und erst erlernt werden müssten. KORTENKAMP berichtete ferner vom Bau und ersten Einsatz eines Cinderella-Multitouchtisches, an dem mehrere Anwender kollektiv zusammenarbeiten können.⁸

Autoren

MARKUS RUPPERT

Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik der Universität Würzburg

Emil-Fischer-Str. 30 – 97074 Würzburg

<http://www.dmuw.de> – ✉ ruppert@dmuw.de

JAN WÖRLER

Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik der Universität Würzburg

Emil-Fischer-Str. 30 – 97074 Würzburg

<http://www.dmuw.de> – ✉ woerler@dmuw.de

⁸vgl. <http://cermatmt.wordpress.com/>