

Heinz SCHUMANN, Weingarten

Gestaltung einer interaktiven Lernumgebung für synthetische Raumgeometrie

Eine neue Ära des Geometrieunterrichts hat begonnen, in der der virtuelle Raum als interaktiver Handlungsraum für das Lernen und Lehren von synthetischer Raumgeometrie genutzt werden kann. Abgesehen von der beschränkten Verwendbarkeit entsprechender Skizzen und physischer Modelle musste man bisher, um raumgeometrisch arbeiten zu können, die Methoden der Darstellenden Geometrie mehr oder weniger gut beherrschen. Erfahrungsgemäß ist aber die Aneignung solcher Methoden eine erhebliche Barriere für den Zugang zur Raumgeometrie. U. a. deshalb ist die Raumgeometrie ein Stiefkind des Geometrieunterrichts, – obwohl „der Raum“ das Medium des Menschen ist.

Dank der Methoden der 3D-Computergrafik, der Software-Ergonomie und leistungsfähiger Hardware verfügen wir mit dem für den Raumgeometrieunterricht entwickelten Cabri 3D (Laborde/Bellemain 2004) ein prototypisches interaktives Computerwerkzeug, das uns die Anwendung der Methoden der Darstellenden Geometrie abnimmt und trotz der Interaktion mit einem zweidimensionalen Bildschirm gestattet, einen relativ offenen geometrisierten virtuellen Raum visuell wahrzunehmen und mental zu konstruieren, in dem wir komfortabel raumgeometrisch arbeiten können (Schumann 2005). Cabri 3D ist das erste Dynamische Raumgeometrie-System, auf das die Konzeption zweidimensionaler Dynamischer Geometrie-Systeme, wie sie zum ersten Male 1988 mit Cabri realisiert worden ist, konsequent auf den Raum übertragen wird. Mit Cabri 3D gewinnen wir einen interaktiven und dynamischen Zugang zu den gegenständlichen Phänomenen der synthetischen Raumgeometrie als eine Voraussetzung für Theoriebildung.

Cabri 3D induziert durch seine Nutzung für das Konstruieren, Manipulieren und Visualisieren raumgeometrischer Konfigurationen eine interaktive Lernumgebung, in der vielfältige Formen des raumgeometrischen Arbeitens möglich sind (Abb. 1), die aber um physische, printmediale und digitale Materialien erweitert werden muss, damit über die bloße Werkzeugnutzung hinaus ein effektives Lernen sowie Lehren von Raumgeometrie und selbstständiges Arbeiten in der Unterrichtspraxis unterstützt werden kann.

Printmediale Arbeitsmaterialien sind: Handbuch(-Auszüge), Aufgabenblätter, Konstruktionsbeschreibungen usw. Digitale Arbeitsmaterialien sind: Menükonfigurationen nach Stufe der Werkzeugbeherrschung, zu bearbeitendem Problemfeld, Klassenstufe; Makrobibliotheken für die Bearbeitung bestimmter Problemfelder, digitale Arbeitsblätter für Visualisierungen, Manipulationen, Konstruktionen (Schumann 1998); Demonstrations-Dateien mit rekonstruierbaren Problemlösungen, Dateien für Animationen; thematische Online-Scripts mit manipulierbaren und visualisierbaren 3D-Bildern und interaktiven Videos; interaktive Instruktionvideos zur Erklärung des Werkzeugs (z. B. ein Video-Glossar), über

Visualisierungen und Manipulationen (raumgeometrischer Konfigurationen), über Lösungswege von Konstruktionsaufgaben (Schumann u. Knapp 2005); tutoriell bearbeitete Konstruktionsaufgaben usw.

In Abbildung 2 sind die z. Zt. realisierten Komponenten aus interaktiven digitalen Materialien in einem Überblick dargestellt.

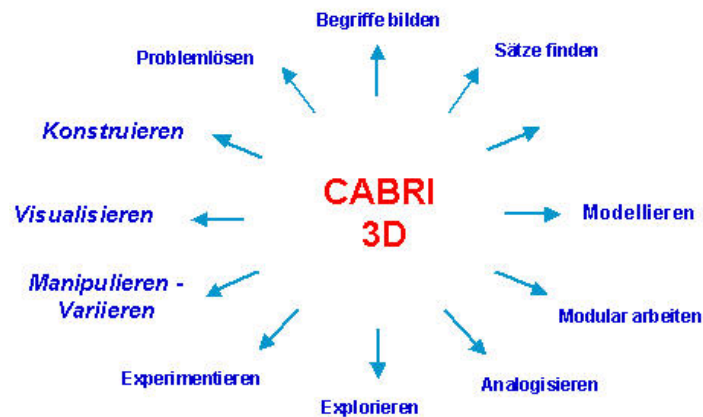


Abb. 1 Allgemeine und spezielle Arbeitsformen im virtuellen Raum des Werkzeugs

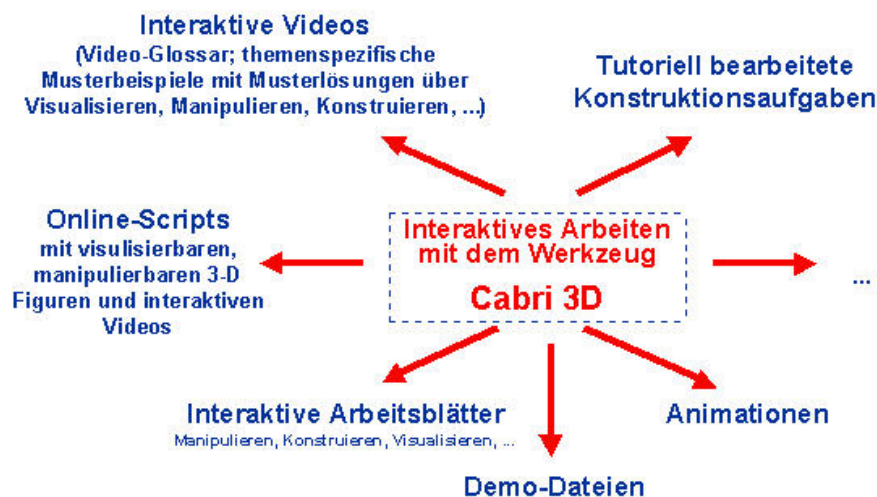


Abb. 2 Komponenten einer interaktiven Lernumgebung

Die interaktiven Komponenten werden durch Aufzeichnen bzw. Abspeichern von Interaktionen bzw. Interaktionsergebnissen mit Cabri 3D erstellt (symbolisiert durch die Pfeile in der Abbildung). Interaktionsprozesse mit Cabri 3D für die außerhalb Cabri 3D lauffähigen Komponenten (Online-Scripts, Interaktive Videos und tutoriell bearbeitete Konstruktionsaufgaben) werden mit entsprechenden Hilfswerkzeugen (TurboDemo, ScreenCorder) erfasst und bearbeitet – und entsprechende Datei-Sammlungen mit Hilfswerkzeugen wie Mediator oder PowerPoint verwaltet und für das Internet aufbereitet (auf die teilweise noch nicht zufriedenstellende adäquate Netzwerktechnik gehen wir hier nicht ein). Studierende und Schüler/Schülerinnen der oberen Sekundarstufe I und der Sekundarstufe II können, nach entsprechender Anleitung, solche digitalen Materialien selbst erstellen, etwa für Dokumentationen und Präsentationen im Rah-

men von Projekten. Cabri 3D unterstützt durch seine Selbstkommentierung von interaktiven Konstruktionsprozessen die Bearbeitung von Videos.

<u>Einordnung (V)</u>	<u>Modelle (V)</u>
<u>Kugeln (K)</u>	<u>Konstruktion (K)</u>
<u>Dualer Körper (K)</u>	<u>Euklid-Konstruktion (K)</u>
<u>Diagonal-Polygone (K)</u>	<u>Achsensymmetrie (M)</u>
<u>Einbeschriebene Polyeder (V)</u>	<u>Ebenensymmetrie (K)</u>
<u>Polyeder aus Diagonalen (V)</u>	<u>Spiegelndes Erzeugen (K)</u>
<u>5-Tetraeder-Verbund (K)</u>	<u>Anwendung (K)</u>
<u>10-Tetraeder-Verbund (V)</u>	<u>Anwendung (V)</u>
<u>5-Würfel-Verbund (K)</u>	<u>Stumpfen (M)</u>
<u>Verbundpolyeder-Systematik (K)</u>	<u>Stumpfen (V)</u>
<u>Verbundpolyeder-Beispiel (V)</u>	<u>Abkanten (M)</u>
<u>Explosion in Pyramiden (V)</u>	<u>Sternen (M)</u>
<u>Kleines Sterndodekaeder (K)</u>	<u>Großes Sterndodekaeder (K)</u>
<u>Großes Dodekaeder (K)</u>	<u>Dodekaeder-Großes Dodekaeder (M)</u>

Regelmäßiges Dodekaeder

Abb. 3 Polyeder-Monografie in Videos

Heinz Schumann
Zentralprojektion im virtuellen Raum – eine Einführung
1. Einleitung
2. Zentralprojektion im virtuellen Raum
2.1 Zur Begriffsbildung der Zentralprojektion
2.2 Parameter der Zentralprojektion
2.3 Zentralprojektives Abbilden einfacher Objekte
2.4 Ein-, Zwei- und Drei-Fluchtpunktperspektive
2.5 Anwendungsbeispiele
2.6 Verebnung der Zentralprojektion
3. Schlußbemerkungen
4. Literatur
5. Technische Hinweise für die Nutzung des Online-Skripts
© 2005 Schumann, PH Weingarten Zentralprojektion im virtuellen Raum - eine Einführung

Abb. 4 Online-Script (Menü)

In erweiterungsfähigen thematischen Sammlungen von interaktiven Instruktionsvideos (z. B. einer solchen über geometrische Körper, vergl. Abb. 4) kann idealtypisch unterschieden werden zwischen Instruktionsvideos über Visualisierungen (V), Manipulationen (M) und Konstruktionen (K). Visualisierungen erfolgen im Allgemeinen durch benutzergesteuerte bzw. automatische Rotation der Raumszene oder durch automatische Animation von Größen- und Formvariation raumgeometrischer Konfigurationen. Das entsprechende individuelle benutzergesteuerte „Verziehen“ solcher Konfigurationen kennzeichnet die Manipulation. Die Konstruktion von Konfigurationen benutzt die Cabri 3D-Konstruktionswerkzeuge einschließlich der Generierung von ebenen und räumlichen Formmodulen, von Schnittpolyedern und konvexen Hüllen.

Die Abbildung 3 zeigt das Menü eines Online-Skripts über eine Einführung der Zentralprojektion im virtuellen Raum.

Für die interaktive und dynamische Repräsentation raumgeometrischen Wissens in Form von Online-Skripts und Sammlungen von Instruktionsvideos sind thematisch keine Grenzen gesetzt.

Wir gehen noch etwas näher auf das Lernen mittels Instruktionsvideos und ihre Evaluation ein. Beim Einsatz von Instruktionsvideos handelt es sich um gezieltes Beobachtungslernen von raumgeometrischen Bewegungs- und Handlungsabläufen, d. h. um Konstruktionen, Manipulationen und Visualisierungen im virtuellen Raum, die konkretisiert werden an Musterlösungen bzw. Expertenlösungen für Musterbeispiele, die geometrische Fakten, Verfahren und Anwendungen adäquat repräsentieren sollen (Abb. 5). Im Hinblick auf eine Evaluation solchen Lernens ist es ratsam, entsprechendes Forschungsdesign und entsprechende Forschungsergebnisse aus dem Wissenschaftsbereich der Psychologie zu studieren (vgl. u. a. Renkl et al. 2001, Riempp 1999), um nicht „das Rad neu zu erfin-

den“. Oft haben aber die Vertreter dieser Forschungsrichtung Probleme mit der Repräsentativität und Strukturanalyse von bereichsspezifischen Wissensinhalten, an denen sie ihre Forschung über Beobachtungslernen durch Videos bzw. Lösungsbeispiele festmachen. – Im Kontext dieses Beitrags untersucht Knapp (2006) verschiedene Arten von Instruktionsvideos über eine einfache raumgeometrische Konstruktion hinsichtlich der Reproduktionsleistung von Schülern/Schülerinnen.

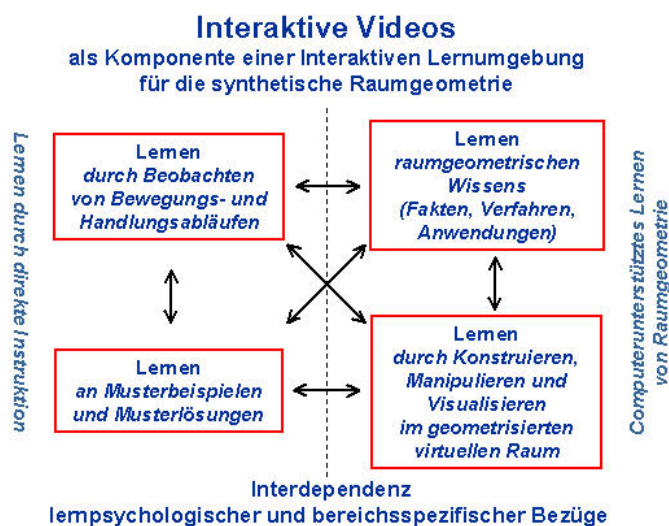


Abb. 5 Lernpsychologische und bereichsspezifische Bezüge

Als offene und herausfordernde Frage bleibt: Welches raumgeometrische Wissen kann im virtuellen Raum so dargestellt und vermittelt werden, dass es effektives raumgeometrisches Wissen und effektive Anwendung solchen Wissens nicht nur im virtuellen, sondern auch im realen Raum zur Folge hat?

Literatur

- Bainville, E., Laborde, J.-M. (2004): Cabri 3D 1.2 (Software). Grenoble: Cabrilog. Deutsche Version (Bearbeitung von H. Schumann) zu beziehen von www.cotec.de
- Knapp, O. (2006): Evaluation von Instruktionsvideos für raumgeometrische Konstruktionen. Erscheint in: Beiträge zum Mathematikunterricht 2006. Hildesheim: Franzbecker
- Renkl, A. (Hrsg.). (2001): Lernen aus Lösungsbeispielen. Unterrichtswissenschaft, 29, S. 1-95
- Riempp, R. (1999): Intentionales Beobachtungslernen von Bewegungs- und Handlungsabläufen. Dissertation, Universität Tübingen, Fakultät für Sozial- und Verhaltenswissenschaften
- Schumann, H. (1998): Interaktive Arbeitsblätter für das Geometrielernen. In: Mathematik in der Schule, 1998, Jg. 36, Heft 10, S. 562-569
- Schumann, H. (2005): Dynamische Raumgeometrie. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2005. Hildesheim: Franzbecker, S. 533-536
- Schumann, H., Knapp, O. (2005): Instruktionsvideos für das Arbeiten mit Computerwerkzeugen. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2005. Hildesheim: Franzbecker, S. 537-540