



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S1 „Lehren und Lernen mit Neuen Medien“

***ENTWICKLUNG INTERAKTIVER
MODULE ZUM TRAINIEREN DES
RÄUMLICHEN
VORSTELLUNGSVERMÖGENS***

ID 1770

Projektbericht

MMag. Clemens Huber

Mag. Gottfried Gurtner

**Höhere Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe des Schulvereins der
Kreuzschwestern Linz**

Linz, Juli 2010

Inhaltsverzeichnis

Abstract	3
1. Allgemeine Daten.....	4
1.a Daten zum Projekt.....	4
1.b Kontaktdaten.....	4
2. Ausgangssituation.....	5
3. Ziele des Projekts.....	5
4. Module des Projekts.....	6
5. Projektverlauf	11
6. Schwierigkeiten.....	11
7. Aus fachdidaktischer Sicht	12
8. Gender-Aspekte	13
9. Evaluation und Reflexion	13
10. Outcome	13
11. Empfehlungen.....	13
12. Verbreitung	14
13. Literaturverzeichnis	14

Abstract

Im Rahmen des Projektes wurden von SchülerInnen der HLW für Kommunikations- und Mediendesign im Schulzentrum der Kreuzschwestern in Linz Lernmodule für das Üben des räumlichen Vorstellungsvermögens, im Besonderen der Schrägrissdarstellung, entwickelt. Die Module sind in sechs Schwierigkeitsstufen eingeteilt. Jedes Modul besteht aus Übungshandout und interaktivem Anschauungsmaterial. Dieses ermöglicht es, den jeweiligen geometrischen Körper interaktiv im Raum zu drehen (in parallel- als auch zentralperspektivischer Ansicht). In der AHS wurden die entwickelten Module erprobt. Die Lernmodule werden auf einer Website zusammengefasst und über Internet auch anderen Schulen zur Verfügung gestellt.

Urheberrechtserklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (d. i. jede digitale Information, z. B. Texte, Bilder, Audio- und Video-Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Ich habe die Erklärung betreffend Urheberrechte gelesen und stimme dieser zu.

1. Allgemeine Daten

Übernehmen und ergänzen Sie die Daten aus dem Projektdatenblatt des Zwischenberichts.

1.a Daten zum Projekt

Projekt-ID	1770	
Projekttitel (= Titel im Antrag)	Entwicklung interaktiver Module zum Trainieren des räumlichen Vorstellungsvermögens	
ev. neuer Projekttitel (im Laufe des Jahres)		
Kurztitel	3D-Trainer	
ev. Web-Adresse		
Projektkoordinator/-in und Schule	MMag. Clemens Huber	HLW des Schulvereins der Kreuzschwestern Linz
Weitere beteiligte Lehrer/-innen und Schulen	Mag. Gottfried Gurtner	AHS des Schulvereins der Kreuzschwestern Linz
Schultyp	HLW, AHS	
Beteiligte Klassen (Schulstufen)	4a HLW (12. Schulstufe), 6c WRG (10. Schulstufe), 7WRG (11. Schulstufe)	
Beteiligte Fächer	Entwicklungsphase: Mediendesign, Audio-Video Erprobungsphase: Mathematik	
Angesprochene Unterrichtsthemen	Allgemeine Unterrichtsthemen: Räumliches Vorstellungsvermögen, Schrägriss, Seitenriss, Aufriss, Grundriss, Parallelprojektion, Körperdarstellung Unterrichtsthemen der HLW: Erstellen von dreidimensionalen Körpern in einem 3D-Programm, Zusammenfügen von Einzelsequenzen in einem Filmschnittprogramm, Entwickeln von interaktiven PDFs, Gestaltung einer Website.	
Weitere Schlagworte (z. B. methodischer oder fachdidaktischer Art) für die Suche im IMST-Wiki	E-Learning, Raumwahrnehmung, Raumvorstellung, 2D-3D, Individualisierung, Interaktivität, Modulares Lernen, Projektentwicklung, Mediengestaltung	

1.b Kontaktdaten

Beteiligte Schule(n) - jeweils - Name	HLW für Kommunikations- und Mediendesign, Schulzentrum der Kreuzschwestern Linz
- Post-Adresse	Stockhofstr. 10, A-4020 Linz
- Web-Adresse	www.mediendesignschule.at
- Schulkenziffer	401689
- Name des/der Direktors/-in	Mag. Beatrix Unger

Kontaktperson - Name	MMag. Clemens Huber
- E-Mail-Adresse	clemenshuber@gmx.at
- Post-Adresse (Privat oder Schule)	Stockhofstr. 10,A- 4020 Linz
- ev. Telefonnummer	+43/(0)732 66 48 71 2301
- Schule / Stammanstalt, <i>falls sie von der beteiligten Schule abweicht oder nicht eindeutig ist.</i>	

2. Ausgangssituation

Das Schulzentrum der Kreuzschwestern in Linz beinhaltet mehrere Schultypen unter anderem eine HLW für Kommunikations- und Mediendesign und eine AHS. Das Projekt wurde daher schultypen-übergreifend konzipiert. In der HLW entstanden Konzept und Realisierung der Module, die Erprobungsphase erfolgte in der AHS.

SchülerInnen unterschiedlicher Altersstufen haben oft Defizite im räumlichen Vorstellungsvermögen. Das zeigt sich häufig beim Entwickeln eines Schrägrissbildes aus Grund-, Auf- und Seitenriss.

Diesbezügliche Eigenerfahrungen und die Unzufriedenheit mit dem zur Verfügung stehenden Anschauungsmaterial haben den Anstoß zu diesem Projekt gegeben.

Gutes räumliches Vorstellungsvermögen wird in vielen Gegenständen (Geometrisches Zeichnen, Mathematik, Technisches Werken, Bildnerische Erziehung) benötigt, spielt aber auch bei der Bewältigung des täglichen Lebens eine wichtige Rolle.

3. Ziele des Projekts

I. Erstellen der Module:

- Im Gegenstand Mediendesign der HLW sollen Schülerinnen und Schüler interaktive Dokumente (Lernmodule) erstellen, deren Einzelkomponenten in verschiedenen Anwendungen entwickelt werden.
- Abschluss eines arbeitsteiligen Software-Entwicklungsprozesses, der große Anforderung an die Kommunikationsfähigkeit der SchülerInnen stellt.
- Die SchülerInnen sollen Methoden und Techniken erlernen bzw. selbst entwickeln, die die Integration verschiedener digitaler Formate in übergeordnete Projekte ermöglichen.

II. Anwendung der Module:

- Schulung und Verbesserung des räumlichen Vorstellungsvermögens durch anschauliche Gegenüberstellung von parallel- und zentralperspektivischen Darstellungsverfahren
- Erreichung eines höheren Aktivitätsgrades der SchülerInnen.
- Erreichung eines Lernerfolges durch Anpassung an verschiedene Leistungsniveaus mittels Einteilung in Schwierigkeitsstufen.
- Individualisierung durch freien Zugang zu den Modulen und selbsterklärenden leicht bedienbaren Aufbau.

4. Module des Projekts

Modul 1: **Entwickeln der Körper**

- Erstellen von Körpern durch Zuschneiden von Würfeln im Programm *3ds Max* im Fach Mediendesign.
- Erzeugen der färbigen Kanten und halbtransparenten Füllungen
- Einteilung der Körper in sechs Schwierigkeitsstufen. (Übersichten)

Modul 2: **Arbeitsteilige Entwicklung der Lernsoftware**

- Software-Entwicklung und Spezialisierung der sechs Schülergruppen auf bestimmte Tätigkeiten
- Erstellen einer Drehanimation in *3ds Max*
- Herausrendern von Einzelbildern
- Zusammenfügen der Einzelbilder in einem interaktiven Quicktime VR
- Zeichnen der Riss-Ansichten im Programm *Indesign* und Integration des Quicktime VR
- Entwickeln von interaktiven PDFs für Druck- und Screeanwendung.

Modul 3: **Erprobungsphase**

- Erhebung des Ist-Zustands der Raumvorstellung
- Übungsphase mit den interaktiven PDF-Dokumenten
- Evaluation des Lernfortschritts

Modul 4: **Veröffentlichung mittels Website**

- Konzeptentwicklung
- Entwickeln von Layoutvorschlägen
- Erstellen der Website
- Suche nach möglichen Plattformen für die Veröffentlichung

Modul 5: **Gesamtevaluation des Projektes**

- Rückmeldungen der SchülerInnen
- Ermitteln des Lernerfolgs durch Gegenüberstellung der Resultate der Übungsbeispiele vor und nach Verwendung der Lernsoftware
- Rückmeldungen der evaluierenden Lehrkräfte

Modul 1: *Entwickeln der Körper*

Ziel dieses Moduls ist Erstellung der einzelnen 3D-Objekte und deren Einteilung in Schwierigkeitsstufen. Dafür müssen die SchülerInnen mit grundlegenden Funktionen des 3D-Programms 3Ds MAX vertraut gemacht werden. Wesentliche Technik sind die "boolschen Operationen", die ermöglichen, dass räumliche Objekte einander zuschneiden.

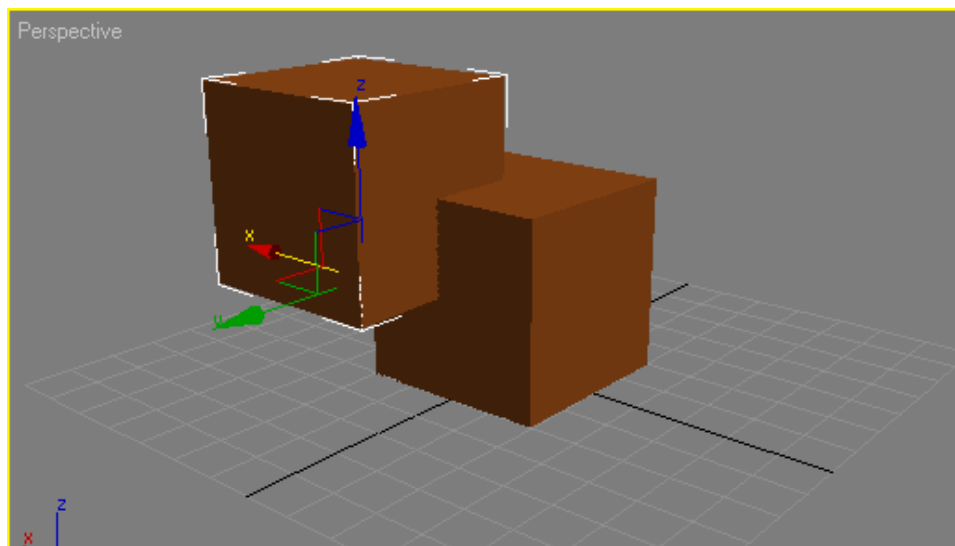


Abb. 1: Objekte schneiden einander durch "Boolsche Prozesse" zu.

Als Ansatzpunkte für die Zuschnitte dienen Punkte und Linien, die sich aus der Unterteilung des Würfels in acht Segmente ergeben. Nach Erstellen der Objekte werden die Kanten mittels farbiger Rahmen gut sichtbar gemacht und die Füllungen halb transparent gesetzt.

Am Ende des Entwicklungsprozesses werden die Objekte in Schwierigkeitsstufen eingeteilt, für die als wesentliche Kriterien der Grad der Abweichung von der ursprünglichen Würfelform, die Komplexität und die Zahl der verschiedenen Schnittrichtungen gilt.

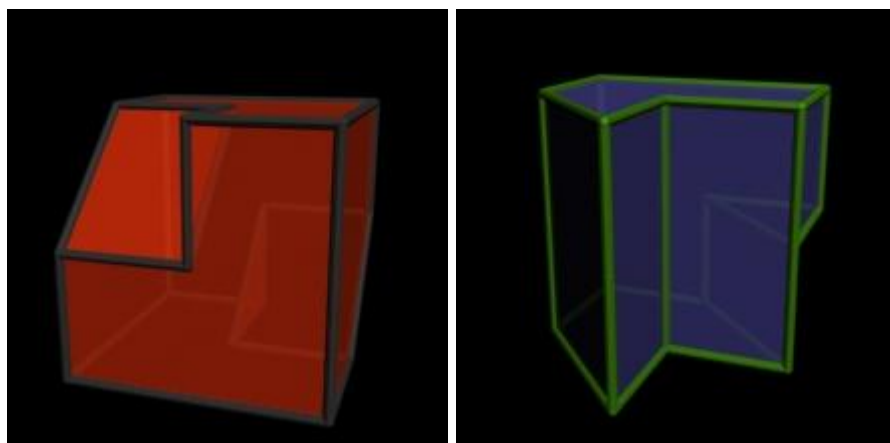


Abb. 2: Objekte durch Zuschneiden eines Würfels erzeugt, mit betonten Rahmenkanten und transparenter Füllung

Modul 2: **Arbeitsteilige Entwicklung der Lernsoftware**

Arbeitsblock 1:

Nach der Objektentwicklung werden Drehanimationen erzeugt, die es ermöglichen, die Objekte von einer Rissansicht in die andere zu drehen (Seitenriss > Grundriss > Aufriss)

Arbeitsblock 2:

Die Einzelbilder der Animationen werden in 2 Ansichten (parallelperspektivisch, zentralperspektivisch) heraus gerechnet:

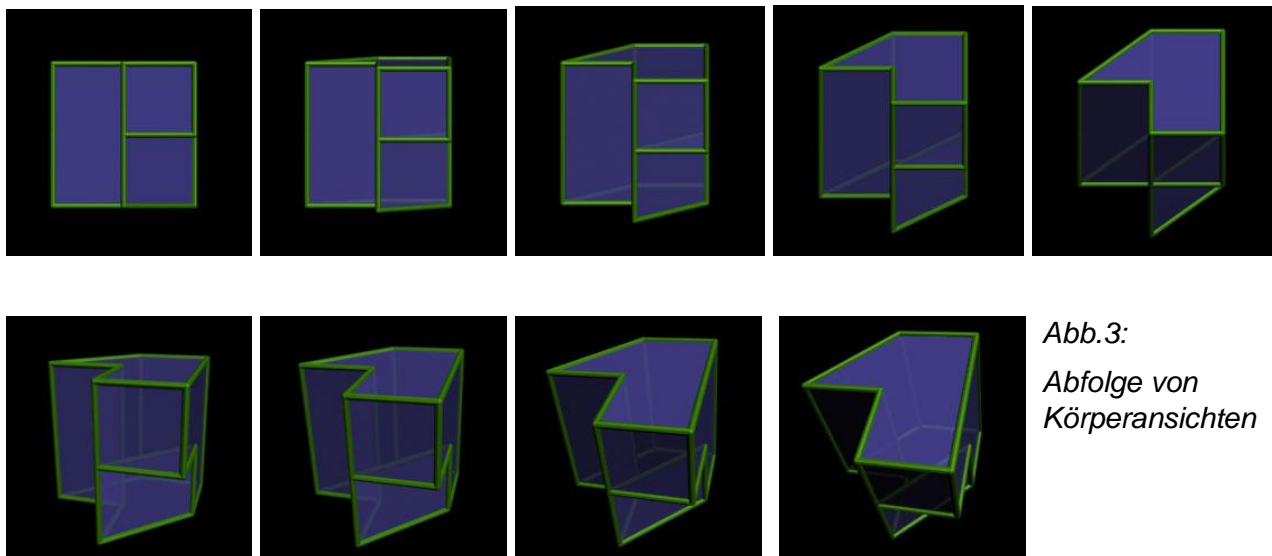


Abb.3:
Abfolge von
Körperansichten

Arbeitsblock 3:

Im Filmschnitt-Programm Adobe Premiere werden die Einzelbilder der verschiedenen Ansichten als Bildfolgen geladen und nebeneinander positioniert.

Die parallelperspektivische Ansicht wird mit der größten Skalierung positioniert, die zentralperspektivische etwas kleiner und der Anschaulichkeit halber wird noch ein kleiner „Navigationswürfel“ beigefügt, der anzeigt, in welche Ansicht das Objekt gedreht wurde.

Die zusammengestellten Ansichten werden wieder als Einzelbilder herausgerendert.

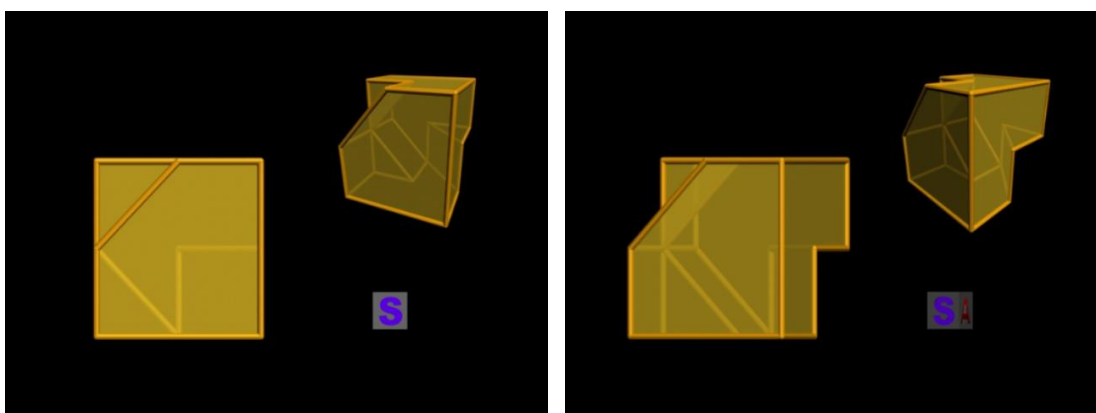


Abb.4:
Kombination
der
verschiedene
Ansichten

Arbeitsblock 4:

Die gerenderten Einzelbilder werden in das Programm Adobe Flash importiert und auf die Zeitleiste gesetzt. Dann wird die Interaktivität programmiert. Diese bewirkt, dass Klicken und Ziehen mit der Maus die Ansicht des Objektes dreht – bedeutet hier: der Abspielkopf springt zu einem anderen Bild auf der Zeitleiste.

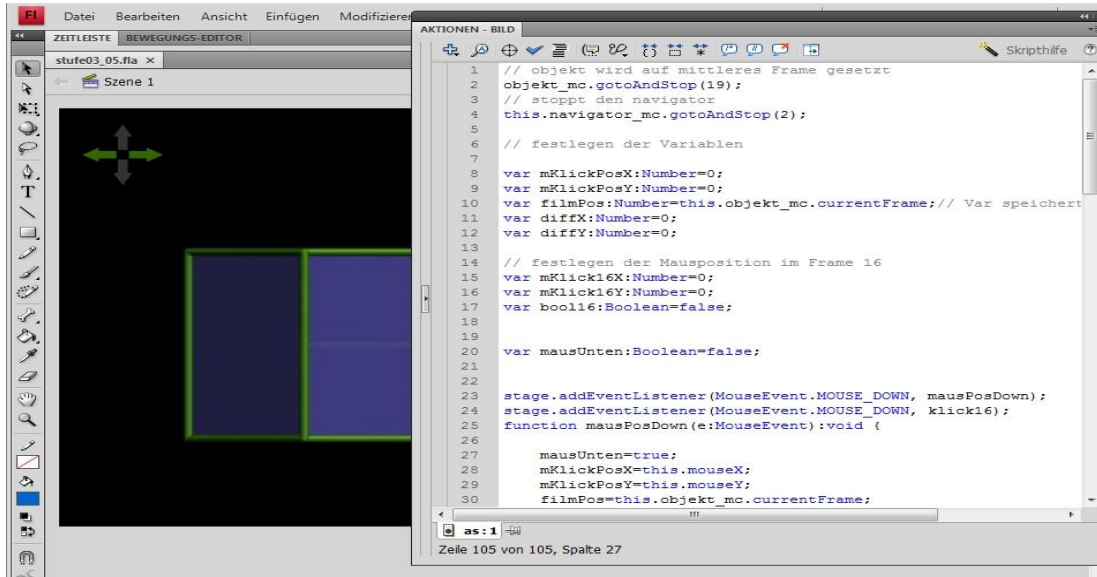


Abb.5:
Programm-
oberfläche von
Flash mit
geöffnetem
Programmier-
fenster

Arbeitsblock 5:

Im Programm Adobe Indesign werden die Objekte in den Ansichten – Grundriss, Aufriss, Seitenriss und Schrägriss mittels Pfaden gezeichnet.

Die Schrägrissvariante wird in vier Variationen erstellt:

- linear
- linear mit unsichtbaren Kanten
- mit grau schattierten Flächen
- mit entsprechend den Ansichten gefärbten Flächen

Zudem wird Interaktivität erzeugt, so dass man mittels Schaltflächen zwischen den Ansichten wechseln kann. Diese Interaktivität wird erst im Exportformat **.pdf** wirksam.

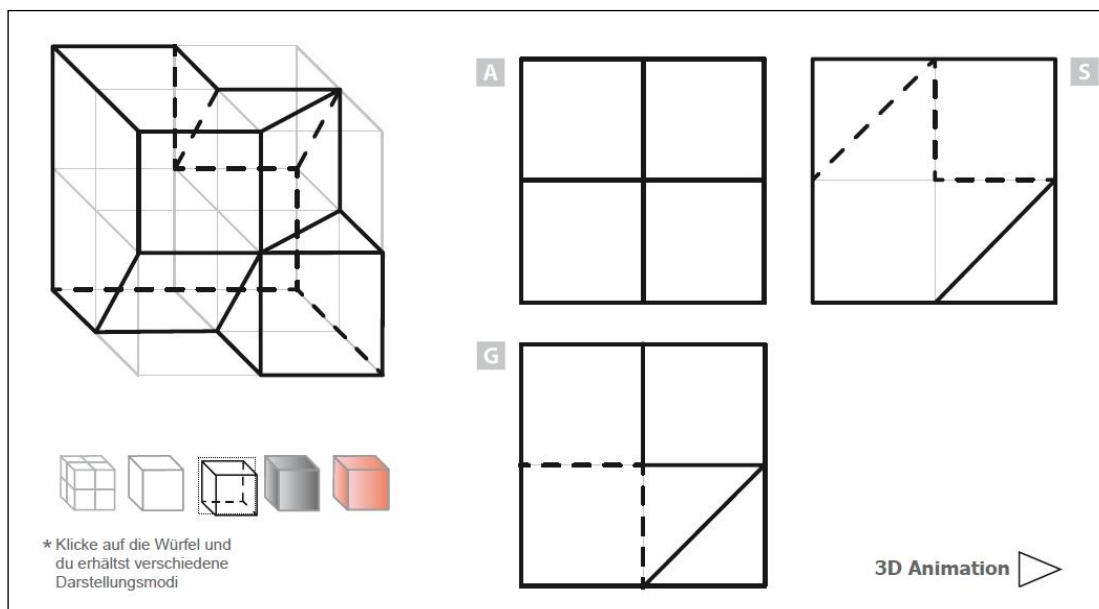


Abb.6:
Pfadansicht
der Objekte im
PDF.

Mittels der
kleinen Würfel
links unten
kann man
zwischen den
Einzelnen
Darstellungen
wählen

Arbeitsblock 6:

Neben den interaktiven PDFs werden auch solche für den Druck gemacht. Auch dieser werden im Programm Adobe Indesign erstellt. Ein Großteil der Grafik kann von der interaktiven Version übernommen werden, nur einige Anpassungen sind vorzunehmen.

Arbeitsblock 7:

Aus Adobe Indesign werden PDFs exportiert, deren Einstellungen so getroffen sind, dass sie voll interaktionsfähig sind. Jedes Dokument ist 2-seitig. Nach dem Export werden im Acrobat Reader die exportierten interaktiven Flash-Filme(.swf) auf die 2. Seite gesetzt und auf Funktionsfähigkeit getestet.

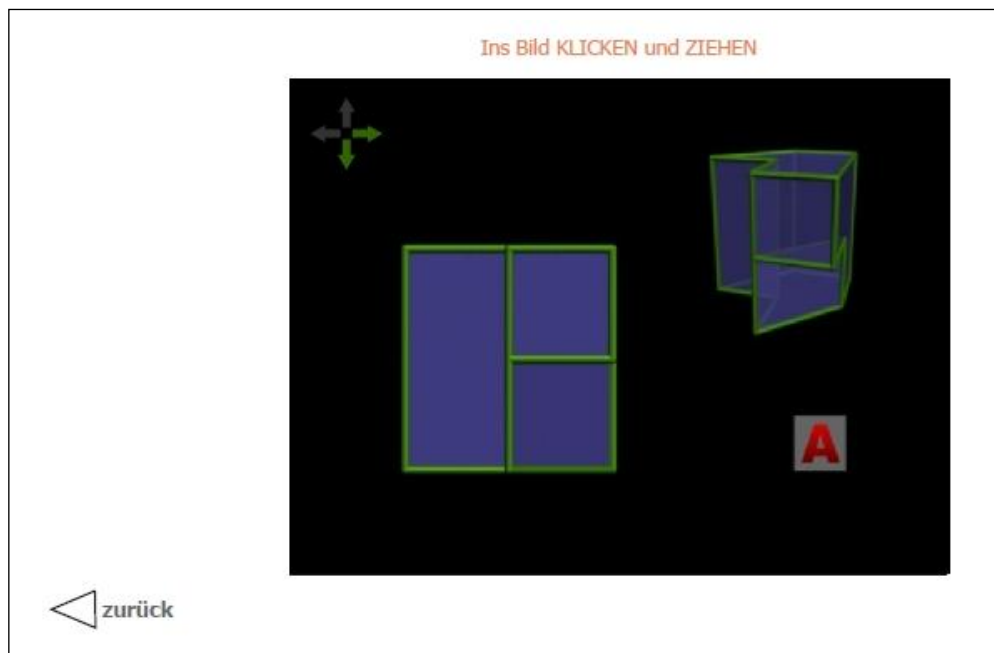


Abb.7:

Die interaktive Objektansicht eingebettet in ein PDF.

Arbeitsblock 8:

Konzeption einer Website. Erstellen des Grund-Layouts, anordnen der Elemente. Entwickeln einer Navigationsstruktur. Entwickeln der grafischen Linie. Schreiben der Informationstexte. Umsetzung der Website - Befüllen mit Text, Verlinkungen setzen.



Abb.8:

Ansichten der Website.
Links das Startportal, rechts eine Seite mit Verlinkungen zu den PDFs.

Modul 3: **Erprobungsphase**

1. Erhebung des Ist-Zustandes (Testphase 1)

Zwei Testklassen (10. und 11. Schulstufe) erhalten pro SchülerIn Beispiele aus der Sammlung mit niedrigem bis mittlerem Schwierigkeitsgrad. Grundprinzipien der Schrägrissdarstellung werden noch einmal durchbesprochen, dann müssen die SchülerInnen versuchen, die Aufgaben auf den ausgeteilten Übungszettel zu lösen. Die Aufgaben sind in 2 Kategorien eingeteilt: a. Entwickeln des Schrägrisses aus den Einzelrissen, b. Entwickeln der Einzelrisse aus dem Schrägriss.

2. Übungsphase

Ausgewählte SchülerInnen der Testklasse erhalten einige vollständige Lernmodule zu Üben. Diese enthalten auch die interaktiven Versionen. In der Übungsphase sind die SchülerInnen völlig auf sich gestellt. Der Lehrer gibt nur den zeitlichen Rahmen vor.

3. Testphase 2

Die SchülerInnen der Testklasse erhalten neuerlich Beispiele aus dem Modulsammlung (solche, die nicht in der Übungsphase zur Verfügung standen). Die äußeren Parameter, wie etwa die zur Verfügung stehende Zeit, sind gleich denen der Testphase 1. Die Ergebnisse werden ausgewertet und mit denen der Testphase 1 verglichen.

5. Projektverlauf

September 09	Projektbesprechung, Ideensammlung, Gruppeneinteilungen
Oktober 09	Aufgliedern in Teilschritte, Entwickeln und Bearbeiten eines Prototyps,
November 09	Start Umsetzung, Entwickeln der Körper im 3D-Programm
Dezember 09	Kombinieren der gerenderten Ansichten im Schnittprogramm + Export als Einzelgrafiken
Jänner 10	Erstellen der interaktiven Shockwave-Filme in Flash Erstellen Grafiken in Adobe Indesign
Februar 10	Testphase 1: Erhebung des Ist-Standes beim Lösen von Schrägriss-Aufgaben in 2 Test-Klassen
März-April 10	Start Zusammenfügen der Komponenten in Adobe Indesign + Exportieren von interaktiven PDFs Start Konzept Website
Mai 10	Übungsphase: Test-Klassen üben mit Lernmodul
Juni 10	Fertigstellen der Website Evaluation des Lernfortschritts in den Testklassen

6. Schwierigkeiten

Die meisten Schwierigkeiten waren programmtechnischer Natur. Es mussten immer wieder Tricks gefunden werden, um derartige Hürden zu umgehen. Ein Hauptproblem bestand darin, die verschiedenen Projektionsarten für die interaktive Version in einem Bild zu vereinen. Das für **ein** Bild zu machen, ist eine überschaubare Aufgabe, aber bei 1152 Bildern mussten arbeitsökonomische Wege gefunden werden.

Eine Schwierigkeit bestand auch darin, die verschiedenen Arbeitsgruppen zu koordinieren. Einzelne Schritte wurden von „Expertenteams“ entwickelt, die ihr verarbeitetes Material an das nächste Team zur weiteren Verarbeitung übergaben. Dieses arbeitsteilige Verfahren in Fluss zu halten, stellte sich oft als relativ schwierig heraus.

Das größte Problem entstand allerdings durch eine Umstellung des Betriebssystems auf vielen Rechnern von Windows XP auf Windows Vista bzw. Windows 7. Die interaktiven Anschauungselemente waren ursprünglich mit dem Programm VR-Worx erstellt worden, das ein „Quicktime VR“ exportiert. Dieses Format lässt zwar eingeschränkte, aber für diesen Zweck völlig ausreichend Interaktionen zu. In der Übungsphase der Schüler trat plötzlich das Problem auf, dass dieses Kernstück der Übungsmodule an einigen Rechnern nicht funktionierte. Der Test an einigen Schulrechnern ergab das gleiche Resultat. Das Problem ließ sich zwar durch geringfügige Änderungen der Rechnerkonfigurationen lösen, es schien aber dennoch zu riskant, bei dieser Technik zu bleiben. Also wurden die Quicktime VRs durch Shockwaves ersetzt, die im Programm Flash erstellt wurden. Für diese musste aber die Programmierung selbst entwickelt werden, was im Wesentlichen auch gelang, abgesehen von kleinen Fehlern, an deren Behebung noch gearbeitet wird.

Dieses Problem bewirkte auch, dass die zweite Testphase nicht mehr ganz nach Plan verlaufen konnte. Erst nach einer Übungsphase, wo die SchülerInnen die Lernmodule verwenden durften, sollte diese folgen. Die oben beschriebenen technischen Probleme hatten aber zur Folge, dass Module auf vielen Rechnern nicht funktionierten und es daher nicht möglich war damit zu üben. Nach der Umstellung auf das Shockwave-Format funktionierten zwar die Module auf den Schülerrechnern, es blieb aber kaum mehr Zeit, damit zu üben.

7. Aus fachdidaktischer Sicht

Schülerzentrierung:

Entwicklungsphase (Softwareentwicklung):

Die einzelnen Objekte wurden von den Schülern selbst entwickelt. Die Entwicklung der Lernmodule aus den einzelnen Objekten wurde in einem arbeitsteiligen Verfahren vollzogen. Die einzelnen Arbeitsschritte wurden teils vom Lehrer vorgegeben, teils von den SchülerInnen selbst entwickelt.

Auch die zeitliche Koordination wurde größtenteils von den SchülerInnen übernommen. Im Lauf der Modulentwicklung konnte eine eindeutige Verbesserung des Workflows und der Selbstorganisation der SchülerInnen beobachtet werden.

Anwendungsphase:

Lernmodule liefern einen Beitrag zur Individualisierung des Unterrichts. Sie können sowohl im Unterricht unter Anleitung einer Lehrkraft als auch für das Selbststudium verwendet werden. Durch den strukturierten, logischen Aufbau ist es für den Benutzer möglich, sich Schritt für Schritt die gewünschten Fähigkeiten und Kenntnisse zu erarbeiten.

Durch die Aufbereitung als Website sind die Module permanent abrufbar, was eine organisatorische Vereinfachung des Unterrichts bedeutet.

Ergebnisorientierung:

Ergebnisorientierung war vor allem in der Entwicklungsphase wichtig. Nachdem die einzelnen Arbeitsschritte festgelegt waren, mussten die einzelnen Schülergruppen Verfahren entwickeln, die die genauen Vorgaben für die Weiterentwicklung des

Materials erfüllten. Das Ergebnis des jeweiligen Arbeitsprozesses war genau vorgegeben, da die im Arbeitsprozess nächstfolgende Gruppe exakt definiertes Material für die Weiterverarbeitung erwartete.

8. Gender-Aspekte

Es konnten bislang noch keine gender-spezifischen Beobachtungen gemacht werden. Die Produktion der Module lag hauptsächlich in Mädchenhand, da ein Teil der Arbeiten im Zuge eines 3D-Kurses entstanden, zu dem sich hauptsächlich Schülerinnen angemeldet hatten.

9. Evaluation und Reflexion

Die Ziele der ersten Phase, wo es um die Erstellung der Module ging, konnten weitestgehend erreicht werden. Die SchülerInnen waren an der Konzeption und Erstellung aktiv beteiligt und brachten ihre eigenen Ideen ein. In vieler Hinsicht konnten die SchülerInnen ihre Kreativität einbringen, die vor allem beim Lösen verschiedener technischer Probleme sehr gefragt war. Die Integration verschiedener Dateiformate in ein resultierendes verlangte nach unkonventionellen Strategien und gerade hier war die Experimentierfreude der SchülerInnen zielführend. Die Lernmodule liegen also jetzt in funktionsfähiger Form vor, womit das wesentliche Ziel dieser Phase erreicht wurde.

Die erste Testung der Erprobungsphase zeigte auf, dass im Bereich von Schrägriss-Darstellung und räumlichem Vorstellungsvermögen Bedarf an innovativen Lernmedien besteht. Die Hälfte der SchülerInnen hatte große Schwierigkeiten, die Aufgaben zu lösen.

Allerdings lief die Erprobungsphase nicht ganz nach Plan ab. Die beschriebenen technischen Probleme (siehe Kapitel 6) führten dazu, dass die Resultate der zweiten Testphase nicht voll gewertet werden können. Diese 2. Testung sollte zeigen, inwieweit die Verwendung der Lernmodule das dreidimensionale Vorstellungsvermögen verbessern würde. Doch für das Üben mit den Lernmodulen blieb zu wenig Zeit, da die Behebung der Probleme nicht sofort erledigt war.

Dennoch konnte trotz der kurzen Übungsphase eine Verbesserung der Leistungen festgestellt werden.

Befragungen der Schüler ergaben, dass sie das Lernmaterial als wirklich hilfreich empfanden und einen Einsatz im Unterricht empfehlen würden.

10. Outcome

Das Resultat des Projekts ist eine vollständig entwickelte Software für das Trainieren des räumlichen Vorstellungsvermögens. Diese setzt sich aus Einzelmodulen zusammen. Durch die Einteilung in Schwierigkeitsgrade können die Module in verschiedenen Altersstufen als Lehr- und Lernmedien eingesetzt werden.

Die Module werden nach Schwierigkeitsstufen geordnet auf einer Website zusammengefasst. Die Website soll über das Internet für alle Interessierten zugänglich gemacht werden.

11. Empfehlungen

Die wesentliche Empfehlung besteht darin, die Lernmodule zu verwenden, da sie im nicht leicht lernbaren Bereich der räumlichen Vorstellung echte Lernunterstützung bieten können.

Was die Erstellung der Module betrifft, hat es sich als sehr positiv heraus gestellt, den SchülerInnen beim Lösen diverser Problematiken viel Freiheit zu geben. Die so entstandenen Lösungen sind oft sehr kreativ und bieten auch dem Lehrer Möglichkeit, Neues zu lernen.

12. Verbreitung

Die geplante Präsentation der Lernmodule auf einer Website ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht gemacht. Das liegt an den Fehlern in den interaktiven Shockwave-Dateien, an deren Behebung noch gearbeitet wird.

Schulintern sind die Module schon in Verwendung.

13. Literaturverzeichnis

Bettina K. Lechner, Bernhard Stockmann
CSS PUR, Ultimative Weblösungen mit Stil
Addison-Wesley, 2010

Volker Wendt
3ds Max 2009 Workshops
mitp, REDLINE GMBH, 2009

Thomas Bredenfeld
Adobe Photoshop CS4, Fortgeschrittene Techniken
Galileo Press, Bonn 2009

Nick Weschkalnies
Adobe Flash CS4, Das umfassende Handbuch
Galileo Press, Bonn 2009

Markus Kuhlo, Enrico Eggert
Architektur-Renderings mit 3ds Max und V-Ray
Addison Wesley, 2009

Kluth, Kyeck, Schrickler, Woost
Adobe Flash CS4, Die Workshops für Einsteiger und Fortgeschrittene
Galileo Press, Bonn 2009

Dave Shea, Molly E. Holzschlag
ZEN und die Kunst des CSS-Designs, Inspiration und Umsetzung
Addison Wesley, 2008

Benjamin Bischoff
Adobe Flash CS4 Praxis Workshops - Lern DVD
Galileo Design, 2009

David Sawyer McFarland
CSS MISSING MANUALS
O´Reilly Verlag GmbH, 2009

Philip Fuchslocher, René Schulze
Webdesign mit Photoshop
Galileo Press Bonn, 2009

Beilage

- Lernmodul „3D-Trainer“ (Offline-Version in Form einer Website):
Bitte ZIP-Datei herunterladen und index.html im Web-Browser starten
- Auswertung der beiden Testphasen
- Zwei Schülerinterviews