

# Didaktische Aufbereitung von Methoden des Rechnersehens für virtuelle Vorlesungen

Stefan Wenhardt\*, Jochen Schmidt und Heinrich Niemann  
Lehrstuhl für Mustererkennung  
Universität Erlangen-Nürnberg  
Martensstr. 3, 91058 Erlangen, Germany  
Email: {wenhardt, jschmidt, niemann}@informatik.uni-erlangen.de  
<http://www5.informatik.uni-erlangen.de>

**Zusammenfassung:** Dieser Artikel stellt ein Konzept für eine Online-Vorlesung im Rahmen der virtuellen Hochschule Bayern vor. Zunächst werden kurz die fachlichen Inhalte erläutert, die es zu vermitteln gilt. Nach dieser Einführung wird auf die Umsetzung der Inhalte in eine dem neuen Medium Internet angemessene Form eingegangen. Dies betrifft vor allem die ausgewählten Techniken, die zur Wissensvermittlung eingesetzt werden. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Möglichkeit durch Interaktivität das Wissen experimentell zu vertiefen und somit eine Verbindung zwischen dem theoretisch Gelernten und dem praktisch Erfahrenen herzustellen. Weiterhin wird eine Vielfalt an Kommunikationsmöglichkeiten vorgestellt, da Kommunikation eine wichtige soziale Komponente im Lernprozess und häufig entscheidend für den Erfolg ist.

## 1 Einführung

In diesem Artikel wird die didaktische Konzeption für eine virtuelle Vorlesung erläutert, die im Rahmen des Kursprogramms der virtuellen Hochschule Bayern (vhb) [Via] erstellt wird. Die vhb ist keine eigenständige Hochschule, sondern ein Verbundinstitut von Universitäten und Fachhochschulen des Freistaats Bayern und weiterer staatlicher und staatlich anerkannter Hochschulen, die ihren Sitz in Bayern haben. Eine Liste dieser Trägerhochschulen findet man unter [Vib].

An der virtuellen Hochschule Bayern werden keine kompletten Studiengänge angeboten, sondern nur einzelne Kurse, die das bestehende, konventionelle Lehrangebot an den Trägerhochschulen ergänzen sollen. Für die Studierenden der vhb wird durch den Verbund das gesamte Potenzial der bayerischen Hochschullandschaft nutzbar gemacht. Unabhängig vom Wohn- oder Arbeitsort werden allen Studenten im Flächenstaat Bayern gleiche Chancen eröffnet, da qualitativ hochwertige Lehrangebote der einzelnen Hochschulen landesweit zur Verfügung gestellt werden. Dabei erfreut sich die vhb einer wachsenden Zahl von

---

\*Diese Arbeit wurde teilweise von der virtuellen Hochschule Bayern, Projektkennzahl 03-02-14/Nie1 finanziert. Für den Inhalt sind ausschließlich die Autoren verantwortlich.

Studenten, die aktiv das Programm der vhb nutzen. Als die vhb im Sommersemester 2000 den Lehrbetrieb aufnahm, hatten sich 500 Studenten angemeldet. Im darauf folgenden Wintersemester wuchs die Zahl auf über 1300 und im Sommersemester 2001 waren sogar 2500 Studenten an der vhb immatrikuliert [Ko01]. Das Angebot an Vorlesungen innerhalb der vhb wird zur Zeit in folgende Bereiche gegliedert:

- Informatik,
- Ingenieurwissenschaften,
- Medizin,
- Wirtschaftswissenschaften,
- Schlüsselqualifikationen (z. B. Lerntechniken, Sprech- und Schreibtraining, . . .).

Für den Bereich Informatik wird am Lehrstuhl für Mustererkennung der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg eine Vorlesung entwickelt, die sich sowohl an Fachhochschul- als auch an Universitätsstudenten im Hauptstudium wendet. Der Titel der zu entwickelnden Vorlesung lautet „Rechnersehen mit Anwendungen in der Augmented Reality sowie beim bildbasierten Rendering“. Es geht dabei um spezielle Themen der Bildverarbeitung, wie zum Beispiel 3D-Rekonstruktion aus Bildfolgen und Augmented Reality. Näheres hierzu wird in Abschnitt 2 beschrieben.

Dieser Kurs bedarf einer besonderen didaktischen Aufbereitung, da die fachliche Materie mathematisch anspruchsvoll ist. Hierzu werden insbesondere die Möglichkeiten, die das Medium Internet bietet, wie z. B. zur Visualisierung oder Online-Experimente genutzt, um komplexe Zusammenhänge zu verdeutlichen (Abschnitt 3). Darüber hinaus ist zu beachten, dass es sich um einen Kurs handelt, der ausschließlich über das Internet angeboten wird; Lernstoff und Lernunterstützung sind nur auf elektronischem Weg erreichbar. Das wirft natürlich sowohl technische als auch soziale Fragestellungen auf, beides wirkt sich auf den Erfolg des Kurses aus – dazu mehr in Abschnitt 4.

Durch die ausschließliche Nutzung des Internets ist ein hohes Maß an Selbstregulierungs- und Lernstrategie erforderlich [As01]. Diese Selbstregulierung gehört gemäß Deci und Ryan [DR02, B101] zu einem der drei Motive, die Lernmotivation bewirken können. Diese Freiheit trägt also im Allgemeinen zur Motivation bei. Auch das konstruktivistische Lernmodell sieht eigene Steuerung und Kontrolle des Lernens als wichtig an [Hu00]. Die anderen beiden sind Bedürfnis nach eigener Kompetenz und nach sozialer Eingebundenheit und Zugehörigkeit. Einfluss auf das Bedürfnis nach Kompetenz kann durch eine gute didaktische Aufbereitung des Lerninhalts genommen werden. Auch durch das Anbieten von Elementen, die aktives Handeln und Nachdenken erfordern, kann Einfluss darauf genommen werden. Damit auch das Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit und Zugehörigkeit befriedigt werden kann, werden verschiedene technische Möglichkeiten bereit gehalten, die der Einzelne nach seinen Bedürfnissen nutzen kann. Dadurch kann auch der Forderung genüge getan werden, dass Lernen auch immer ein sozialer Prozess ist.

Im folgenden Abschnitt 2 wird der fachliche Hintergrund erläutert, um einen Eindruck der Materie zu gewinnen, die vermittelt werden soll. Anschließend wird im Abschnitt 3

erklärt, wie die Inhalte für diese Online-Vorlesung technisch sinnvoll aufbereitet werden, um ein didaktisch hochwertiges Lernprodukt zu erhalten. Vor der Zusammenfassung wird in Abschnitt 4 erläutert, welche Kommunikationsmöglichkeiten dem Lernenden angeboten werden und welchen Nutzen die Studenten daraus ziehen können.

## 2 Fachlicher Hintergrund

Wie bereits in der Einleitung angedeutet, geht es in der Vorlesung um spezielle Anwendungen im Bereich Bildverarbeitung. Allgemeines Ziel dieses Kurses ist es, den Studenten den Bereich des Rechnersehens (insbesondere 3D-Rekonstruktion) näher zu bringen, wobei vor allem auch auf die Anwendungen in praktischen Problemstellungen eingegangen werden soll. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Augmented Reality [OT99] und dem bildbasierten Rendering [He02].

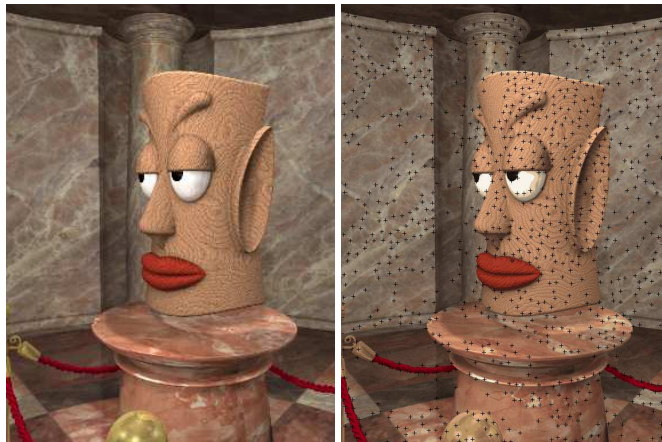
Bei einer 3D-Rekonstruktion beschäftigt man sich damit, wie die 3D-Koordinaten von Objekten in der realen Welt aus den zweidimensionalen Koordinaten im Bild rekonstruiert werden können. In der Vorlesung werden vor allem sog. „Struktur-aus-Bewegung“ Algorithmen behandelt, die mit Bildsequenzen arbeiten. Dabei erhält man einerseits eine grobe Rekonstruktion der betrachteten Szenengeometrie in Form einer 3D-Punktwolke, andererseits die Position und Orientierung der Kamera zum Zeitpunkt der Aufnahme eines Bildes. Die Parameter der Kamera werden so weit wie möglich automatisch ermittelt, so dass keine vorherige manuelle Kalibrierung notwendig ist.

Da sich der Kurs auch an Studenten richtet, die noch keine Vorkenntnisse im Bereich Bildverarbeitung besitzen, werden die notwendigen Grundlagen vermittelt, wie z. B. Projektionsmodelle von Kameras, Kamerakalibrierung, Aufnahmegeometrie bei Verwendung mehrerer Kameras bzw. bei Bildsequenzen mit bewegter Kamera.

Die wichtigen Schritte auf dem Weg vom Bild zur 3D-Rekonstruktion sollen nun erläutert werden, da sich gerade hier viele Ansatzpunkte für eine dem neuen Medium angemessene didaktische Aufbereitung der (Zwischen-) Ergebnisse finden. Am Anfang steht die Punktdetektion und -verfolgung. Zuerst werden „markante“ Punkte mit einem sog. Punktdetektor im ersten Bild der Sequenz ermittelt und über alle Bilder verfolgt. Es gibt eine ganze Reihe solcher Punktdetektoren [Mo96, HS88, TK91], die auch in der Vorlesung angesprochen werden. Abbildung 1(b) zeigt beispielsweise „gut“ zu verfolgende Punkte, die durch einen Punktdetektor selektiert wurden.

Mittels sog. Faktorisierungsmethoden [TK92, ST96] können aus den detektierten Punkten in den Bildern sowohl die 3D-Koordinaten der verfolgten Punkte, als auch die relativen Kamerapositionen bestimmt werden.

Wie man in Abb. 2 sieht, erhält man eine 3D-Punktwolke der verfolgten Pixel. Zusätzlich sind dort die Kamerapositionen und deren Blickrichtung als Pyramiden eingezeichnet. Ein generelles Problem bei der Visualisierung solcher 3D-Darstellungen in gedruckten Medien besteht darin, dass der Betrachter nur sehr schwer einen räumlichen Eindruck der 3D-Szene bekommt. Hier bietet das Medium Internet wesentlich bessere Möglichkeiten der Visualisierung, wie in Abschnitt 3 noch näher beschrieben wird.



(a) Original

(b) detektierte Punkte

Abbildung 1: Erstes Bild aus einer künstlich erzeugten Bildfolge (Abb. 1(a)) und detektierte Punkte (Abb. 1(b)).

Anwenden lassen sich solche Rekonstruktionen z. B. im Bereich Augmented Reality, wo zusätzliche rechnergenerierte Objekte in reale Szenen gesetzt werden. Damit Verdeckungen zwischen realen und virtuellen Objekten richtig dargestellt werden, ist die Berechnung von Tiefeninformation nötig, die aus den o. g. Verfahren gewonnen wird. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass die Benutzerposition im Raum mit in die Berechnung des Bildes einbezogen werden muss, die ebenfalls mit dem Rekonstruktionsverfahren ermittelt werden kann. Weitere Anwendungen findet man beispielsweise in [He02].

### 3 Auswahl von Konzepten für die Darstellung der Inhalte unter didaktischen Aspekten

Bei der Konzeption einer Online-Vorlesung ist einer der wichtigsten Punkte die Technik, da sie die Voraussetzung zur Teilnahme am Kurs schafft. Funktioniert die Technik nicht, ist mit einer hohen Zahl von Abbrüchen zu rechnen. So ist laut der EVALIS-Studie [GI01] zwar rund 42% der Befragten selbst mit technischen Problemen fertig geworden, jedoch haben auch 39% die Lernsitzung abgebrochen. Deshalb finden in diesem Kurs nur zwei im Internet verbreitete Formate Verwendung, die sich durch eine hohe Bedienerfreundlichkeit auszeichnen. Gleichzeitig soll aber ein didaktischer Mehrwert im Gegensatz zu einer konventionellen Vorlesung und zu einem klassischen Lehrbuch erzielt werden können. Im Folgenden erläutern wir unsere Wahl und zeigen gleichzeitig die Möglichkeiten auf, die diese Formate bieten.

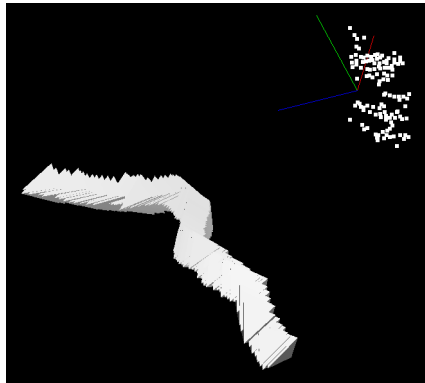


Abbildung 2: Man sieht oben rechts die rekonstruierte 3D-Punktewolke, unten links die durch Pyramiden dargestellten Positionen und Blickrichtungen der Kameras während der Bewegung.

### 3.1 PDF-Format

Für die Präsentation von Text und mathematischen Formeln haben wir uns für die Verwendung des PDF-Formates der Firma Adobe Systems entschieden. Es gibt für das Lesen der PDF-Dokumente das Programm Acrobat Reader, das für alle gängigen Betriebssysteme verfügbar ist und kostenlos im Internet heruntergeladen werden kann [Acr]. Die Installation und die Bedienung des Acrobat Readers ist äußerst einfach. Den Anwendern bleiben unter Umständen zeitraubende Installationen und Einarbeitungen erspart, was der Motivation der Kursteilnehmer sicherlich sehr stark schaden würde. Durch die einfache Handhabung des Acrobat Readers muss sich der Nutzer nicht auf die Bedienung konzentrieren. Dadurch wird die Aufmerksamkeit nicht von den Inhalten wegelenkt.

Die PDF-Dokumente werden von uns direkt aus  $\text{\LaTeX}$  erzeugt, mit dem Vorteil, dass Formeln leicht und in guter Qualität dargestellt werden. In den verbreiteten HTML 4.0 Dokumenten ist dies hingegen nicht der Fall. Dort werden Formeln gewöhnlich als Bilder eingebunden. Dies hat aber gleich mehrere Nachteile:

- schlechtere Qualität, vor allem beim Ausdrucken,
- steht in einer Zeile eine Formel und Text, so ergeben sich optisch irritierende Verschiebungen,
- längere Ladezeiten für Bilder aus dem Internet,
- das Erzeugen und Ändern von Formeln ist für den Betreuer sehr aufwändig.

Eine dritte Möglichkeit wäre die Verwendung von MathML, das einen Teil des noch relativ neuen XML (= eXtensible Markup Language) Standards darstellt. Jedoch können zur Zeit nur sehr wenige, spezielle Browser den MathML-Code darstellen, wie zum Beispiel das Programm „Amaya“, das vom W3C (= World Wide Web Consortium [Wo]) angeboten

wird. Aber dessen Installation bedeutet einen erhöhten Mehraufwand für die Lernenden, was auch wieder die Motivation belasten würde.

Ein weiterer Vorteil von PDF-Dokumenten liegt darin, dass die Qualität sowohl beim Lesen auf dem Bildschirm als auch beim Ausdrucken sehr gut ist. Normaler Text und Formeln weisen immer glatte Kanten auf. Dies ist für die Augen weit weniger anstrengend, als wenn Buchstaben pixelig dargestellt werden.

Dabei hat PDF keine großen Nachteile gegenüber HTML. So sind Querverweise problemlos mittels  $\LaTeX$  und einem entsprechenden Zusatzpaket (z. B. hyperref [Hy]) integrierbar. Selbst auf Bilder können Hyperlinks gelegt werden. Außerdem kann man sich ein Inhaltsverzeichnis einblenden lassen, mit dem man direkt einzelne Kapitel auswählen kann. Bei HTML-Seiten ist eine solche Navigationsleiste auch möglich, jedoch können unter Umständen einige alte Browser die Seiten dann nicht korrekt anzeigen. Außerdem wird bei der Erzeugung des PDF-Dokumentes das Inhaltsverzeichnis automatisch erstellt. Dadurch ist mit hoher Sicherheit gewährleistet, dass die Navigation fehlerfrei und zuverlässig funktioniert.

### 3.2 VRML

Natürlich ist es bei einer Bildverarbeitungsvorlesung wichtig, dass viele Beispielbilder gezeigt werden. Durch die Veranschaulichung wird das Verständnis bei den Studenten erleichtert. Man kann sie motivieren und erzielt einen höheren Behaltenseffekt [GM01].

Da gängige Bildformate immer nur ein starres zweidimensionales Abbild der Realität darstellen, sind sie für die Vermittlung von räumlichen Eindrücken nur bedingt geeignet. Abhilfe kann dadurch geschaffen werden, dass man dem Benutzer die Möglichkeit gibt sich durch die 3D-Welt zu „bewegen“. Eine Möglichkeit der Darstellung ist VRML (=Virtual Reality Modeling Language). Mit VRML können interaktive 3D-Welten dargestellt werden. Bei den in Abb. 2 dargestellten Punkten ergibt sich durch Zoom, Rotation und Translation ein räumlicher Eindruck, der durch ein starres Bild nicht vermittelt werden kann. Wichtig ist also, dass diese interaktive Bewegungsmöglichkeit geboten wird. Hierin liegt ein erheblicher Mehrwert gegenüber Vorlesungsskripten oder Büchern. Um einen ungefähren Eindruck zu geben, ist in Abb. 3 eine Bewegung in einer 3D-Welt als Bildsequenz dargestellt.

Auch bei der Wahl von VRML wurde darauf geachtet, dass die zu verwendende Software möglichst einfach zu installieren und zu bedienen ist. Es existieren Plug-Ins für alle gängigen Browser, die aus dem Internet heruntergeladen werden können, wie z. B. Cosmo Player [Co] für den Internet Explorer von Microsoft. Die einzelnen Bilder der Sequenz in Abb. 3 sind durch Screenshots des Internet Explorers mit dem Cosmo Player entstanden.

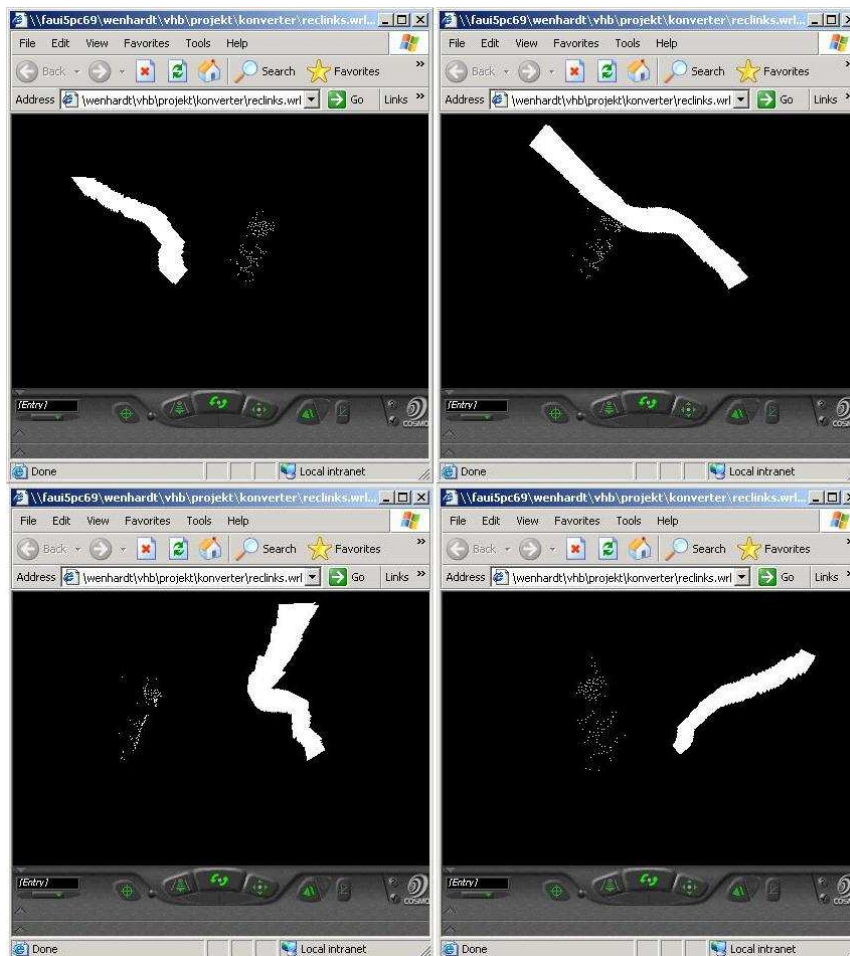


Abbildung 3: Mehrere Bilder aus einer VRML Sequenz.

### 3.3 Interaktives Experimentieren

Ein Problem der Printmedien ist es, dass dort keine Interaktivität – im Sinne eigener Experimente – geboten werden kann. Gerade dies kann bei Vorlesungen und Kursen im Bereich Bildverarbeitung sehr intensiv genutzt werden. So wird den Studenten in diesem Kurs die Möglichkeit geboten, verschiedene Algorithmen an eigenen Bildern zu testen. Darüber hinaus können auch die Parameter für die jeweiligen Arbeitsschritte von den Lernenden selbst eingestellt werden. Dabei werden eigene Bilder für Experimente ausgewählt. Diese werden über eine Web-Seite an einen Server geschickt, dort mit den entsprechenden Algorithmen verarbeitet und sofort nach Beendigung der Bearbeitung im Internet als Ergebnisbilder bereitgestellt. Da nach dem Auswählen und Abschicken des Bildes alle Pro-

zesse automatisch ablaufen, kann den Studenten das jeweilige Ergebnis schnellstmöglich präsentiert werden. Durch das selbstständige Experimentieren wird das Wissen über die Funktionsweisen von Algorithmen vertieft. Außerdem lernen die Studenten dabei zu erkennen, wo Stärken und Schwächen einzelner Verfahren liegen und entwickeln ein Gefühl für die wichtige und häufig schwierige Wahl von Parametern. So wird neben theoretischem Wissen auch praktische Problemlösungskompetenz erworben. Durch diese Applikation wird eine Möglichkeit zur aktiven Beteiligung am Lernprozess geschaffen. Gleichzeitig soll der Lernende motiviert und sein Interesse für die Ergebnisse geweckt werden. Dies ist einer der wichtigen Punkte im Lernprozess nach dem konstruktivistischen Lernmodell [Hu00].

## 4 Betreuung

Ganz wichtig bei Online-Kursen ist die Betreuung der Lernenden. Der Student darf sich in keinem Fall alleine gelassen fühlen. Denn dann besteht die Gefahr, dass bei auftretenden Problemen die Motivation nachlässt, was sich negativ auf die Lernleistung auswirken würde. Im schlimmsten Fall würden sich vielleicht sogar Studenten wieder vom Kurs abmelden. Die kommunikativen Aspekte sind also äußerst wichtig [Br01]. Deswegen wird unsere Kursumgebung viele verschiedene Möglichkeiten für die Kommunikation zwischen Lernenden und Lehrenden sowie zwischen den Lernenden untereinander zur Verfügung stellen.

### 1. E-Mail:

Der Austausch zwischen Studenten untereinander und dem Betreuer erfolgt in der Regel über E-Mail. Dabei werden verschiedene E-Mail-Verteiler eingerichtet, damit die Bedienung so komfortabel wie möglich wird. Ein Verteiler für Studenten ohne Betreuer wird bewusst bereitgestellt, damit sie sich auch „ungestört“ austauschen können.

### 2. Newsgroups:

Um Diskussionen im Internet zu führen eignen sich Newsgroups am besten. Dort kann der Verlauf der Diskussion gut nachvollzogen werden und es kann gezielt auf einzelne Aussagen der Anderen eingegangen werden. Dadurch bieten sie eine gute Plattform für asynchrone Diskussionen im Internet.

### 3. Chat:

Durch die Verwendung eines Chats können quasi in Echtzeit Diskussionen geführt werden. Gerade bei komplexeren Problemen, wo es eine intensive Kommunikation zwischen dem Fragenden und dem Antwortenden gibt, wäre eine Diskussion über Newsgroups oder E-Mail sehr langwierig. Zwar hat die EVALIS-Studie [G101] gezeigt, dass dieses Medium von den meisten Studenten nicht sehr intensiv genutzt wird, trotzdem möchten wir unseren Kursteilnehmern diese Möglichkeit nicht vorenthalten; besonders im Hinblick auf den nächsten Punkt.



#### 4. Online-Vorlesung:

Es soll zu einer wöchentlich fest vereinbarten Zeit eine Online-Vorlesung gehalten werden, in der der Betreuer den Stoff wie in einer konventionellen Vorlesung erläutert. Dabei findet eine Tonübertragung über das Internet statt, ähnlich wie bei Internetradio. Fragen der Studenten können währenddessen über einen Chat gestellt werden. Dadurch wird dem Chat eine größere Bedeutung zugemessen und außerdem wird der Kontakt zwischen Dozent und Student intensiviert, es kann sich eine gewisse Vertrauensbasis aufbauen und ein persönliches Verhältnis entwickeln.

Durch die Möglichkeit der Studenten, den Stoff sowohl akustisch als auch visuell im Skript mitzuverfolgen, werden außerdem gleich zwei Sinneskanäle ausgenutzt [Br01], was den Behaltensgrad erhöht [GM01].

Die Online-Vorlesung wird auch aufgezeichnet und den Studenten anschließend zur Verfügung gestellt. So kann das Erklärte beliebig oft erneut gehört werden. Allerdings steht dann natürlich die Rückfragemöglichkeit per Chat nicht mehr zur Verfügung.

Durch die Kommunikation sollen die Lernenden möglichst gut aktiviert und motiviert werden und eine soziale Eingebundenheit und Zuordnung geschaffen werden. Dies ist wichtig, da Lernen auch ein sozialer Prozess ist [Hu00]. Gerade die Möglichkeit der asynchronen Diskussion über Newsgroups und E-Mails schafft darüber hinaus für die Studenten zeitliche Freiräume im Lernprozess, was gemäß dem Konstruktivismus eine wichtige Komponente für das Lernen ist [Br01, Hu00].

## 5 Zusammenfassung

Wir haben gezeigt, dass es bei der Konzeption einer Online-Vorlesung viele unterschiedliche Aspekte gibt, die berücksichtigt werden müssen. Dies beginnt mit der Auswahl geeigneter Formate für die Medien, die bereitgestellt werden. Hierbei ist besonders auf die Benutzerfreundlichkeit zu achten, damit motivierte Lernende nicht abgeschreckt werden. Andererseits gilt es dabei aber auch Möglichkeiten auszuschöpfen, die sonst nicht zur Verfügung stehen. Hierunter fallen in dem Kurs „Rechnersehen mit Anwendungen ...“ besonders die gute Darstellungsmöglichkeit von 3D-Szenen, sowie die Möglichkeit mit eigenen Bilddaten und Parameterwerten Experimente durchzuführen. Gerade durch die Verwendung dieser Techniken entsteht ein Mehrwert, der der Kompetenzbildung sehr zugute kommt. Neben der Interaktivität ist bei Online-Vorlesungen auch die Unabhängigkeit von Ort und Zeit ein von Studenten positiv aufgenommener Anreiz. Weiterhin beugen wir durch vielfältige Kommunikationsmöglichkeiten der Gefahr vor, dass sich der Student alleine fühlt. Es soll eine virtuelle Gemeinschaft zwischen den Studenten entstehen, in der auch der Betreuer in gewissem Maße mit eingebunden wird.

## Literaturverzeichnis

- [Acr] Adobe Systems. <http://www.adobe.com>.
- [As01] Astleitner, H.: Web-basiertes Lernen an der Universität. In *Handbuch Hochschullehre* 32, S. B 1.20 S1 – S27. Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH, Juli 2001.
- [Bl01] Blumschein, P.: Webbasiertes Lernen. In *Handbuch Hochschullehre* 33, S. B 1.21 S1 – B 1.21 S34. Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH, Sept. 2001.
- [Br01] Bremer, C.: Online lernen leicht gemacht! In *Handbuch Hochschullehre* 30,, S. A 3.34 S1 – A 3.34 S40. Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH, Feb. 2001.
- [Co] VRML Plugin Cosmo Player. <http://www.cai.com/cosmo/>.
- [DR02] Deci E. L.; Ryan R. M.: *Handbook on Self-Determination Research*. University of Rochester Press, 2002.
- [Gl01] Glowalla U.; Glowalla G.; Kohnert A.; Schneider S.; Schröder B.; und Siegert M.: *Evalis - Evaluation interaktiven Studierens*. Verlag Bertelsmann Stiftung, Gütersloh, 2001.
- [GM01] Görts W.; Marks F.: die Magie der visuellen Gestaltung. In *Handbuch Hochschullehre* 32, S. B 2.4 S1 – B 2.4 S27. Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH, Juli 2001.
- [He02] Heigl B.: *Plenoptic Scene Modelling from Uncalibrated Image Sequences*. Dissertation, Lehrstuhl für Mustererkennung, Universität Erlangen-Nürnberg, 2002. erscheint.
- [HS88] Harris C.; Stephens M.J.: A Combined Corner and Edge Detector. In *Alvey* 88, S. 147–152, 1988.
- [Hu00] Hubwieser P.: *Didaktik der Informatik*. Springer-Verlag, Berlin, 2000.
- [Hy] Hyperref Packet. <http://www.ctan.org>.
- [Ko01] Kopp H.: Neue Medien und virtuelle Lehre - ein Erfahrungsbericht. *Forschungsbericht der Fachhochschule Regensburg*, S. 82–85, 2001.
- [Mo96] Moravec H.P.: Robot Spatial Perception by Stereoscopic Vision and 3D Evidence Grids. Technical Report CMU-RI-TR-96-34, The Robotics Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, September 1996.
- [OT99] Ohta Y.; Tamura H.: editors: *Mixed Reality – Merging Real and Virtual Worlds*. Springer-Verlag, Berlin, 1999.
- [ST96] Sturm P.; Triggs B.: A Factorization Based Algorithm for Multi-Image Projective Structure from Motion. In *Proceedings of European Conference on Computer Vision (ECCV)*, S. 709–720. Springer-Verlag, 1996.
- [TK91] Tomasi C.; Kanade T.: Detection and Tracking of Point Features. Technical Report CMU-CS-91-132, Carnegie Mellon University, 1991.
- [TK92] Tomasi C.; Kanade T.: Shape and Motion from Image Streams Under Orthography: A Factorization Method. *International Journal of Computer Vision*, 9(2):137–154, November 1992.
- [Via] Virtuelle Hochschule Bayern. <http://www.vhb.org>.
- [Vib] Virtuelle Hochschule Bayern, Trägerhochschulen. <http://info.vhb.org/start/traegerhochschulen.htm>.
- [Wo] World Wide Web Consortium - W3C. <http://www.w3c.org>.