

# Lehrinhalte zur Akustik im virtuellen Klassenraum

Fanny Klett

Institut für Medientechnik, Technische Universität Ilmenau  
PF 10 05 65, 98684 Ilmenau, Deutschland

Tel.: ++49(0)3677/ 69 26 71, Fax: ++49(0)3677/ 69 12 55

E-mail: Fanny.Klett@RZ.TU-Ilmenau.DE

## Kurzfassung

In dem Beitrag wird die Gestaltung der hoch interaktiven web-basierten Lernumgebung Educational Media (ED-MEDIA) diskutiert, die einen Zugriff auf Lehrinhalte zur Akustik bei der Verwendung multipler Darstellungsformen (Text, Bild, Ton, 2D- und 3D-Animation, Virtual-Reality-Welt, Simulation) in einem individualisierten Lernraum anbietet. ED-MEDIA vereint eine vernetzte Wissensbasis mit der multimedial aufbereiteten Darstellung der Inhalte und einer intuitiven Benutzerführung.

Der Schwerpunkt der Visualisierungen bei den akustischen Modulen in der Bibliothek liegt zur Zeit bei der Darstellung von Schallwandlern, Mikrofonrichtcharakteristiken, Stereophonieaufnahmeverfahren, akustischer Wahrnehmung, akustischer Phänomene u.a.

## 1 Architektur des virtuellen Klassenraums

ED-MEDIA stellt einen komplexen Lernraum dar, der auf den Säulen Lernen, Kommunizieren und Testen beruht.

Die Lernschicht bildet den grundlegenden Baustein des Lernsystems. Sie ermöglicht zwei Formen des Lernens – aktives und exploratives Lernen.

Bei der aktiven Lernform besteht der Vorteil im spezifischen Navigationsdesign in Wissensebenen, wobei eine Nutzung der zugrundeliegenden Strukturen (linear und hierarchisch) separat oder im Zusammenspiel in Abhängigkeit von der entsprechenden Zielsetzung erlaubt wird. Die implementierten mannigfaltigen hypermedialen Benutzungsstrategien (Backtracking, Footprinting, Bookmarking u.a.), die gewährleistet direkte Manipulation (Popups, Drag & Drop, Eingabe von Annotationen, flexible Handhabung von Glossar Begriffen u.a.), die speziell entwickelte Form von Fisheye-Views (Fokussierung) führen zur einer weitgehenden Individualisierung des Lernprozesses, womit sie entscheidend den Erfolg und die Lernwirksamkeit der Anwendung mitbestimmen.

Bei der explorativen Lernform besteht der Vorteil in der Zusammenstellung plausibler Visualisierungen mit Hilfe von Virtual-Reality-Welten, die eine ungehinderte Erforschung komplexer Inhalte von nicht greifbaren Prozessen und Objekten gewähren. Dadurch wird eine intensive Darbietung von bisher nicht visuell erfassten Lehrinhalten in zwei bzw. drei räumlichen Koordinaten und in der Zeit ermöglicht. Die dargebotene Realitätsnähe und der interaktive Zugriff auf diverse Inhalte steigern die Akzeptanz der 3D-basierten Visualisierungen. Um eine abgeschlossene Darbietung zu ermöglichen, werden die Virtual-Reality-Welten von individuell abrufbaren zusätzlichen Informationsdarstellungen mit Hilfe von Text, statischen und dynamischen Illustrationen begleitet.

Die Kommunikationsschicht bildet einen weiteren Baustein des Lernsystems. Neben der Registrierung zwecks Festlegung von User Accounts für Zugriff auf die Lehrinhalte in der Bibliothek, die sowohl auf Basis von ED-MEDIA als auch von anderen Quellen stammen können, wird eine synchrone und asynchrone Kommunikation der Lernenden untereinander (Chat, Diskussionsforen, e-mail, Newsgroups, interaktive Pinnwand u.a.) und mit dem Tutor (z.B. individuelle Zuweisung der Aufgaben) gestattet. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, eine personalisierte Suche nach relevanten Themen im Internet sowie eine Volltextsuche in den Dokumenten durchzuführen.

Die Testschicht sichert das interaktive Überprüfen des in den einzelnen Modulen erworbenen Wissens. Die Lernkontrolle enthält umfassende Fragen zum Inhalt (Multiple Choice, Lückentest, Hot Spots, Hot Objects u.a.). Bei Nachweis von Wissensdefizit wird der Lernende zum entsprechenden Inhaltsabschnitt verwiesen, wo Kompetenzen nachgeholt werden können. Der Abbau von Wissensdefiziten kann

ebenso über die Kommunikationsschicht durch Zugriff auf das Wissen der Gruppe sowie des Tutors erfolgen.

Das Hauptziel der Lernumgebung besteht in der Vermittlung und Visualisierung von Lehrinhalten durch Aufdeckung verborgener Strukturen und Prozesse. Eine Forcierung der Lernaktivitäten wird durch die zweckmäßige Wissenspräsentation erreicht. Unter diesem Gesichtspunkt werden in dem nächsten Kapitel die Kernaspekte und Probleme bei der Gestaltung der explorativen Lernform dargelegt, die sich weitgehend von der aktiven Lernform, aufgeteilt in Text- und Illustrationsmodus (dazu siehe [1]), unterscheidet. Die Akzentuierung fällt auf die Visualisierung komplexer Strukturen unter Anwendung von dynamischen Illustrationen (2D- und 3D-Animationen, Virtual-Reality-Welt) auf der Grundlage des Akustik-Moduls *Schallwandler*.

## 2. Visualisierung akustischer Lehrinhalte

Da in der einschlägigen Literatur meist neben dem Text nur Skizzen vorzufinden sind, werden in der Lernumgebung schematische Abfolgen von akustischen Prozessen als Animationen bzw. Filmsequenzen verdeutlicht. Darüber hinaus ermöglichen 3D-Darstellungen z.B. von unterschiedlichen Mikrofon- und Lautsprecherarten und -typen einen Einblick in deren inneren Konstruktionsaufbau und Funktionsweise. Durch die multiple Darbietung der einzelnen Wissensinhalte wird eine Förderung der Informationsaufnahmeprozesse und eine Steigerung der Motivation angestrebt.

In struktureller Hinsicht wird eine geeignete Gliederung der akustischen Lehrinhalte vorgenommen, um dem Lernenden die allmähliche Einarbeitung in das jeweilige Thema zu ermöglichen. Mit der klaren thematischen Abgrenzung der einzelnen Lerneinheiten wird eine sukzessive Aneignung des Lernstoffs erreicht. Im folgenden Kapitel wird das Vorgehen bei dem Strukturierungsprozess verdeutlicht.

### 2.1 Strukturierung der Inhalte

Die Lernaktivitäten erfordern eine korrekte Repräsentation der Wissensinhalte bezüglich Darstellung der Thematik, Transparenz des Inhalts und Benutzungsführung. Ein grundlegendes Ziel besteht in der Bestrebung, die Aufmerksamkeit der Lernenden zu lenken und dadurch ihre Lernbereitschaft und -intensität zu fördern.

Bei der Zusammenstellung des Lernstoffes wurde besonderer Wert auf die Konsistenz der inhaltlichen Struktur gelegt. Die Informationsaufnahme wird durch die logische Strukturierung der einzelnen Wissensgebiete erleichtert.

Im Modul *Schallwandler* erwies sich eine Klassifizierung nach reversiblen und irreversiblen elektroakustischen Wandlern (Mikrofone, Lautsprecher, Kopfhörer sowie Tondosen) als ungünstig, da die meisten Wandler reversibel arbeiten. Eine geeignetere Alternative bietet die Klassifizierung nach Wandlerprinzipien (elektromagnetisch, elektrodynamisch, magnetostruktiv, elektrostatisch, piezoelektrisch). Jedoch muss davon ausgegangen werden, dass der unerfahrene Lernende noch kein ausreichendes Vorwissen besitzt, um sich in dieser Strukturierung zurechtzufinden. Deshalb wurde eine Aufteilung der Schallwandler nach der Anwendungsart vorgenommen, d.h. eine Strukturierung nach Lautsprechern und Mikrofonen. Anschließend werden sie nach Wandlerprinzipien untergeordnet. Das Ziel besteht dabei in der Schaffung einer einfachen, logischen Klassifizierung von Lautsprecher- oder Mikrofonarten für den Novizen, um eine kognitive Überforderung des Lernenden zu vermeiden. Für den erfahrenen Lernenden wird dagegen deutlich, dass sich die Wandlerprinzipien sowohl bei den Lautsprechern wie auch bei den Mikrofonen wiederholen, wenn auch in unterschiedlichen Ausführungen. Zwecks Vertiefung des Wissens wird dem aktiven Lernenden neben den zwei Wissensgebieten *Lautsprecher* (aufgeteilt in Arten, Typen, Bauformen) und *Mikrofone* (aufgeteilt in Arten, Prinzipien, Charakteristiken) eine

Rubrik *Hintergrundwissen* angeboten, die weiterführende Informationen zu den Themen Wandlerprinzipien und Grundlagen der Schallausbreitung enthält. Geplant ist eine Erweiterung des Moduls um eine Rubrik über Anwendungsfelder von Schallwandlern.

Ein lernfördernder Zugang zu den Wissensinhalten wird durch die Transparenz des Lerntextes erreicht. Fachausdrücke werden stets mit bekannten Begriffen eingeführt.

Da das Hauptziel der explorativen Lernform auf die Erkundung der Visualisierungen gelegt ist, sind im Unterschied zu der aktiven Lernform keine weiteren hypermedialen Benutzungsstrategien, Annotationen etc. vorgesehen. Die Handhabung und die Orientierung innerhalb der Lernumgebung werden durch die klare und effiziente Gliederung des Lerninterface gefördert. **Abbildung 1** zeigt einen Screenshot aus dem 3D-Lernraum mit der virtuellen Umgebung des Koaxiallautsprechers (links) und den begleitenden Informationen als Text und weiterführende Visualisierungen (rechts), die das Lernen im Kontext ermöglichen.



**Abb. 1:** Explorative Lernform am Beispiel des Koaxiallautsprechers.

## 2.2 Interaktions- und Navigationsmöglichkeiten

Zur Steigerung des Grads an Interaktivität in der 3D-Lernumgebung und zur Gewährleistung einer individuellen Lernsituation hilft die Option zur separaten Aktivierung der einzelnen Struktureinheiten (Text, statische und dynamische Illustrationen) im Lerninterface. Damit wird die Auseinandersetzung mit einem einzelnen Medientyp oder einer Vorzugskombination aus Medientypen gewährleistet.

Eine hervorragende Visualisierungsform für Lehrinhalte bietet die Struktureinheit Virtual-Reality-Welt, die gegenüber der konventionellen 3D-Animation entscheidende Vorteile hinsichtlich des Lernerfolgs und eine autonome Erforschung des Lernraums bewirkt. Bei der Integration von Animationen mit festen Visualisierungspfaden und von virtuellen Welten mit freier Bewegung wird eine individuelle Anpassung des Lernvorgangs an die Bedürfnisse des Lernenden gewährleistet. Die Hauptstärke der Struktureinheit Virtual-Reality-Welt liegt im klaren Zugang zu komplizierten Objekten und in der Fokussierungsmöglichkeit auf deren Bestandteile sowie auf Vorgänge oder Veränderungen an diesen Objekten. Maßgebend dabei ist der Erhalt von Objekt- und Unterobjektzusammenhängen. Eine weitere lernwirksame Unterstützung besteht in der räumlichen Repräsentation der Beziehung einzelner Objekte zueinander.

Wie in **Abbildung 2** verdeutlicht, fungieren in der realisierten Lernanwendung die visualisierten komplexen 3D-Objekte zugleich als Menü. Dadurch wird dem Lernenden der Zugang zu den Teilbereichen des Gesamtkomplexes und die Erfassung bzw. Ansteuerung und Erkundung einzelner Komponenten, Strukturen o.ä. erleichtert. Bei Abbildung des gleichen Komplexes in einer 2D-Umgebung würde sich die Darbietung einer ähnlichen Struktur bis in alle Teilbereiche hinein als schwierige Aufgabe erweisen, da eine Dimension weniger vorhanden ist.



**Abb. 2:** Explorative Lernform am Beispiel des Flachmembranlautsprechers (Fokussierung auf Unterobjekte der virtuellen Umgebung).

Die freie Wahl des Betrachtungspunkts erlaubt bei 3D-Visualisierungstechniken eine effiziente Aufmerksamkeitsfokussierung auf relevante Beobachtungsaspekte. Ferner erscheinen Animationen als ausgeprägtes Mittel zur Veranschaulichung von Konstruktionen (z.B. Aufbau der Lautsprecher). Besonders bei einem geringen räumlichen Vorstellungsvermögen des Lernenden verringert die virtuelle Umgebung diese Fähigkeitsdefizite, da 3D-Modelle das Erkennen von Formen, Größenverhältnissen, Lage einzelner Teile zueinander relevant unterstützen können. [2]

## 3 Zusammenfassung

In dem vorgestellten Beitrag wurde zunächst die Architektur und Funktionalität der hypermedialen 3D-Lernumgebung ED-MEDIA, die hoch interaktiv gestaltete Lehrinhalte über das World Wide Web in einem virtuellen Klassenraum anbietet. Weiterer Gegenstand war die adäquate Darstellung akustischer Lehrinhalte in der Bibliothek mit Hilfe von statischen und dynamischen Visualisierungen.

Durch den effektiven Kommunikationsaustausch im virtuellen Klassenraum und die gewährleistete Diskussionsmöglichkeit bildet ED-MEDIA eine flexible Grundlage zur Förderung des persönlichen Lernprozesses und -fortschrittes. Die Kommunikationsplattform ermöglicht die Verbindung zwischen Lernenden und Tutoren sowie zwischen den Lernenden selbst. Mit Hilfe des Self-Assessments zur Kontrolle des Lernerfolgs wird eine kritische Einschätzung des erworbenen Wissens ermöglicht. Die Lehrinhalte in der Bibliothek sind unter Berücksichtigung methodischer Aspekte des Lernens mit 3D-Umgebungen und mannigfaltiger Richtlinien zur Entwicklung eines akzeptablen und intuitiven Graphical User Interface entwickelt. Die Funktionalität des Lernraums, wird durch ein Content-Management-Tool zur Unterstützung der individuellen Zusammenstellung von Dokumenten und durch ein Autorentool zur Erstellung von Inhalten für die Bibliothek der Lernschicht ergänzt.

## Literatur

- [1] F. Klett, S. Hoene, D. Mayer-Ullmann, *Multiple Darstellung der akustischen Wahrnehmung in der universitären Akustik-Lehre*, 26. Jahrestagung der DEGA, Tagungsband, 2000, S. 734-735.
- [2] F. Klett, *Simulation und Interaktion in Real-Time-3D-Lernumgebung für akustische Lehrinhalte*, 27. Jahrestagung der DEGA, Tagungsband, 2001, CD-ROM.
- [3] J. Kloss, R. Rockwell, K. Szabo, M. Duchrow, *VRML97 Der neue Standard für interaktive 3D-Welten im World Wide Web*, Bonn: Addison-Wesley-Longman, 1998.
- [4] A. Lenk, G. Pfeifer, R. Werthschützky, *Elektromechanische Systeme: Mechanische und akustische Netzwerke, deren Wechselwirkungen und Anwendungen*, Berlin u.a.: Springer, 2001.