

Internetbasiertes E-Learning zur fakultativen Wissensvermittlung

S. Schultze-Mosgau
T. Zielinski
J. Lochner

Internet-Based E-Learning for Standardised Knowledge Transfer

Zusammenfassung

Zielsetzung: Ziel war die Erstellung einer webbasierten, virtuellen Vorlesungsreihe zur zeit- und ortsunabhängigen Wissensvermittlung von evidenzbasierten, standardisierten Lehrinhalten mit Möglichkeiten zur Interaktion und einer abschließenden webbasierten Onlineklausur. **Material und Methoden:** Im Rahmen eines von der Virtuellen Hochschule Bayerns geförderten Forschungsprojekts (03-05-14/SchM1) wurden fachbezogene, intra- und internetfähige Lehrmodule mit Prüfung erstellt. Das Konzept zur Einbindung von digitalen und analogen Lehrinhalten mit Ton basierte auf Flashcam (Nexus Concepts), Flash MX (Macromedia), Html und Javascript. Grundlage auf Anbieterseite war eine Webserver/SGI-Indigo-Unixserver-Plattform. Unabhängige Formate (swf, avi, mpeg, DivX etc.) wurden in die einzelnen swf-Module integriert. Zur Überprüfung des Lerneffekts wurde eine Onlineklausur entwickelt. Nach Bearbeitung werden die Klausuren automatisch per E-mail versendet, über ein Keyprogramm und ein Auswertungsprogramm erfolgt automatisch die Ergebnismitteilung. Die Anwendersystemvoraussetzungen sind gering (Internetexplorer 5.0, Flash-Player 6, 56-kbaud-Anbindung, 200-MHz-PC). Das Navigationskonzept ist intuitiv vom User bedienbar. Es erfolgte eine technische Onlineeinführung mit FAQ-Liste. Zur Überprüfung der Tauglichkeit erfolgte eine Evaluation des Informationsgehalts und der Nutzungsfreundlichkeit mittels Fragebogen (Ratingskala 1 – 6) an 82 Studierende im 3.–5. Studienjahr für Zahnmedizin (SPSS V11). Die Beurteilung erfolgte anhand einer Ratingskala nach Schulnotensystem (1 = sehr gut bis 6 = ungenügend). **Ergebnisse:** Die Lehreinheiten

Abstract

Aims: The objective was to develop a web-based, virtual series of lectures for evidence-based standardised knowledge transfer independent of location and time with possibilities for interactive participation and a concluding web-based online exam. **Material and methods:** Within the framework of a research project (03-05-14/SchM1) sponsored by the Virtual University of Bavaria, specific Intranet and Internet capable course modules were developed together with a concluding exam. The concept of integrating digital and analogue course units supported by audio material based on FlashCam (Nexus Concepts), interactive animation and video with Flash MX (Macromedia), HTML and JavaScript. Content was delivered by a Web server/SGI Indigo Unix server from the course provider. A variety of independent formats (swf, avi, mpeg, DivX etc.) were integrated in the individual swf (Macromedia Flash file format) modules. An online exam was developed to monitor learning effects. Examination papers were automatically forwarded by email after completion. Exam results were also returned automatically to the user after being processed by a key program and an evaluation program. The hard and software requirements for the user PC have been deliberately kept low (Internet Explorer 5.0, Flash-Player 6, 56 kbit/s modem, 200 MHz PC). Navigation is intuitive. Users were provided with a technical online introduction and a FAQ list. 82 students of dentistry in their 3rd through 5th study years completed a questionnaire to assess course content and user friendliness (SPSS V11) on a scale from 1 to 6 (1 = „excellent“ and 6 = „unsatisfactory“). **Results:** The course units can be viewed under the URL

Institutsangaben

Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (Direktor: Prof. Dr. Dr. F. W. Neukam)

Danksagung

Finanzierung: Gefördert durch die Virtuelle Hochschule Bayern (Nr. 03-05-14/SchM1); Projektträger: Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst

Korrespondenzadresse

Priv.-Doz. Dr. med. Dr. med. dent. S. Schultze-Mosgau · Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie · Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg · Glückstraße 11 · 91054 Erlangen · E-mail: stefan.schultze-mosgau@mkg.imed.uni-erlangen.de

Bibliografie

Med Ausbild 2003; 20: 110 – 116 © Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York · ISSN 0176-4772

sind unter der URL <http://giga.rrze.uni-erlangen.de/movies/MKG/trailer> einsehbar. Mit den Noten 1 (sehr gut) und 2 (gut) wurden ein zeit- und ortsunabhängiger Zugriff in 89 bzw. 83%, eine Objektivierung der Wissensvermittlung in 7%, der Einsatz von Videosequenzen zur Demonstration von Operationstechniken in 91% bewertet. Als fakultatives Lernangebot wurden die Lehreinheiten von 87% genutzt. 76% der Studierenden nutzten das Lehrangebot zu Hause. Hierbei wurde zu 83% der Internetexplorer als Browser verwendet. Als Modus des Datentransfers wurde in 60% ein Onlinestreaming und in 35% eine Downloadmöglichkeit bevorzugt. **Schlussfolgerung:** Die Lehreinheiten stellen einen Beitrag zur evidenzbasierten Objektivierung der zeit- und ortsunabhängigen multimedialen Wissensvermittlung dar. Mittels Onlineklausur sind eine Überprüfung des Lerneffekts und eine Auswertung automatisch möglich. Durch die modulare Struktur ist eine Aktualisierung der Lehrinhalte möglich. Die Lehrinhalte sind durch Hyperlinks mit Literaturquellen vernetzt.

Schlüsselwörter

E-Learning · medizinische Ausbildung · Internet · virtuelle Vorlesung · Onlineklausur

<http://giga.rrze.uni-erlangen.de/movies/MKG/trailer>. 89% of the students gave grades 1 (excellent) and 2 (good) for accessibility independent of time and 83% for access independent of location. Grades 1 and 2 were given for the quality of knowledge transfer by 67% of the students and for the use of video sequences in demonstrating surgical techniques by 91% of the students. The course units were used as an optional study method by 87% of the students. 76% of the students used this facility from home. 83% of the students used the Internet Explorer as a browser, 60% used online streaming and 35% used downloading as their preferred method of data transfer. **Conclusion:** These course units contribute to an evidence-based transfer of multimedia-formatted knowledge independent of time and location. Online exams permit automatic monitoring and evaluation of the learning effect. The modular structure permits easy updating of course contents. Hyperlinks to literature sources facilitate additional study.

Key words

E-learning · medical education · internet · virtual lecture · online-exam

Einleitung

Der Einsatz multimedialer, webbasierter Techniken zur Wissensvermittlung bietet den Vorteil gegenüber der konventionellen Vorlesungstechnik, dass komplexe Lehrinhalte veranschaulicht und die Wissensvermittlung durch Interaktivität und Hyperlinks zu relevanten Informationsquellen intensiviert und objektiviert werden kann. Virtuelle Lehreinheiten bieten den Vorteil einer orts- und zeitunabhängigen Wissensvermittlung und einer bedarfsorientierten Nutzung.

Hierfür werden verschiedene Methoden einer multimediasierten Wissensvermittlung in der Zahnmedizin in der Literatur beschrieben. Schuhbeck et al. entwickelten ein multimediasiertes Trainingsprogramm für die dentale Implantologie und erhielten gute Bewertungen durch Studierende, die dieses Programm nutzten [11]. Lechner et al. berichten von guten Ergebnissen in der Arbeit mit einem interaktiven Lehrprogramm für herausnehmbaren Zahnersatz [6]. Als positiv wurde das vom Lernenden selbst regulierbare Lerntempo bewertet. Plasschaert et al. entwickelten ein interaktives Lernprogramm für den Fachbereich Endodontie und sahen sich nach Evaluation des Lernerfolgs im Einsatz multimedialer Techniken in der Lehre bestätigt [10].

Das Programm „Aspects of Minor Oral Surgery“ der Universität Birmingham stellt einen multimedialen Lehransatz für das Fach Oralchirurgie dar. Das Programm wurde von 77% der Probanden, die damit lernten, als besser im Vergleich zu Videomaterial, von 69% als besser im Vergleich zum Buch und von 80% als besser im Vergleich zur Recherche in fachrelevanten Journals angesehen [8].

Daher war es Ziel in einem von der Virtuellen Hochschule Bayerns finanzierten Forschungsprojekt (Nr. 03-05-14/SchM1) eine multimediale, webbasierte, virtuelle Vorlesungsreihe mit einer

multimedialen Multiple-choice-Prüfung für das Fach Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie zu entwickeln.

Folgende Fragestellungen zur inhaltlichen und technischen Konzeption sollten in einer Evaluation an Zahnmedizinstudenten geklärt werden:

1. Wie wird der Informationsgehalt der multimedialen Lehreinheiten beurteilt?
2. Lässt sich durch die Lehreinheiten eine Objektivierung der Wissensvermittlung erreichen?
3. Wie ist die Nutzungsfreundlichkeit?

Material und Methode

Inhaltliche Konzeption

Insgesamt wurden 27 Lehreinheiten zu ausgewählten Themen aus dem Gebiet der dentoalveolären Chirurgie aus dem Fach Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie erstellt. Zielgruppe waren Zahnmedizinstudenten im 3.–5. Studienjahr. Grundlage für die Lehrinhalte waren analoge (z.B. Röntgenbilder, Modelle, Videosequenzen, Übertragungen von Liveoperationen) und digitale Lehrmedien, z.B. Vorlesungen als Powerpointpräsentationen (ppt.files), digitale Videosequenzen von Operationstechniken als avi, DivX, swf oder mpeg.files. Diese wurden mit grafischen Illustrationen und Animationen aufbereitet. Als weiterführende Informationsquellen wurden Literaturquellen mit Abstract oder pdf.files der entsprechenden Publikationen eingefügt. Als Abschluss der Vorlesungsserie und Lernzielkontrolle wurde eine ebenfalls multimediale Multiple-choice-Klausur etabliert.

Technische Umsetzung

Die technische Konzeption zur Erstellung der multimedialen Lehreinheiten ist in Abb. 1 dargestellt. Mit der Software Flashcam von Nexus Concepts bzw. Robodemo von ehel.com wurden

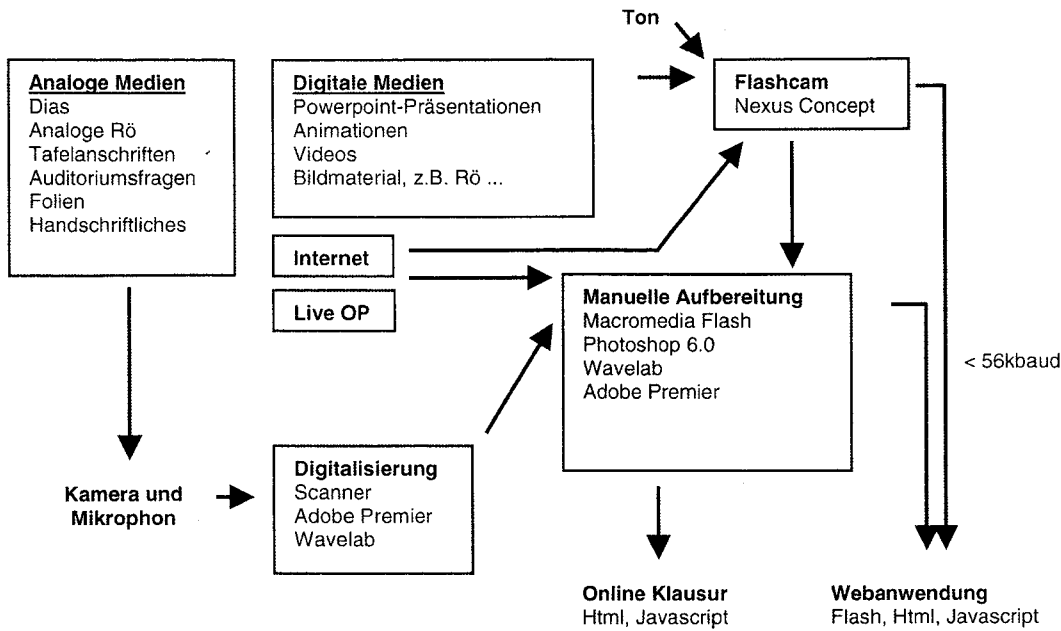


Abb. 1 Technisches Konzept zur Erstellung der Lehr-einheiten.

Sprache des Dozenten und Inhalte des Vortrags aufgenommen, digitalisiert und zu einem Flashfilm generiert.

Zur weiteren technischen Aufbereitung wurden weitere analoge Lehrmedien digitalisiert (Scanner, Adobe Premier, Wavelab etc.) und manuell aufbereitet (Adobe Photoshop 6.0, Wavelab, Adobe Premier). Die Zusammenführung erfolgte mit dem Autorensystem Macromedia Flash MX. Als Hyperlinks wurden weiterführende Literaturangaben als Abstracts oder pdf.files aus Literaturdatenbanken eingefügt. Die fertig gestellten Lehr-einheiten wurden auf einem Webserver zur Nutzung als Lehr-einheit im Intra-, Internet hinterlegt. Durch Komprimierung war eine geringe Datenbandbreite eines 56-kbaud-Modems auf der Userseite möglich. Die Konfiguration wurde so vorgenommen, dass auf der Clientseite der Studierenden ein 200-MHz-PC, eine Internetan-

bindung sowie ein aktueller Browser (Internetexplorer 5.0, Netscape Navigator, Opera) mit entsprechendem Flash-Player 6-Plugin für die Animationsdateien vorausgesetzt wurden.

Durch ein leicht verständliches, intuitiv bedienbares Navigationskonzept kann in den linearen Ablauf der Vorlesung eingegriffen werden. Als Steuerungselemente wurden „Vor“--, „Zurück“--, „Wiedergabe“- und „Stopp“-Tasten eingesetzt (Abb. 2). Diese unterstützen das Bildlaufmenü und Links zu weiterführenden Literatur- und Themenbereichen. Hilfe zu technischen Fragen der Studierenden bietet sowohl eine technische Onlineeinführung mit FAQ-Liste als auch die Möglichkeit der Kommunikation mit dem Ersteller des Lehrangebots. Das Konzept beruht auf der modularen Bauweise der virtuellen Vorlesung. So sind alle Lehr-einheiten mit Filmsequenzen in Module gegliedert und ma-

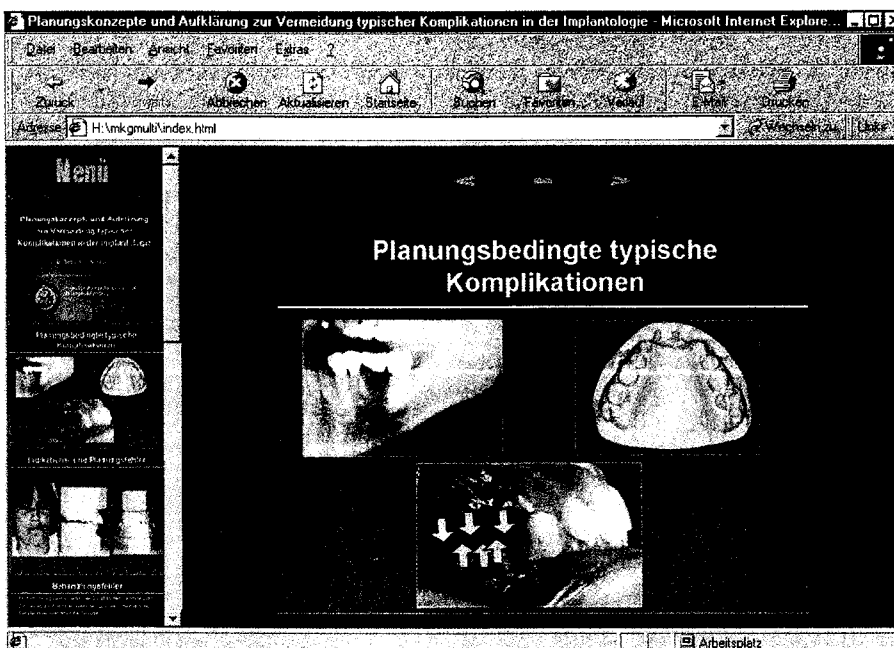


Abb. 2 Benutzeroberfläche der Lehr-einheiten.

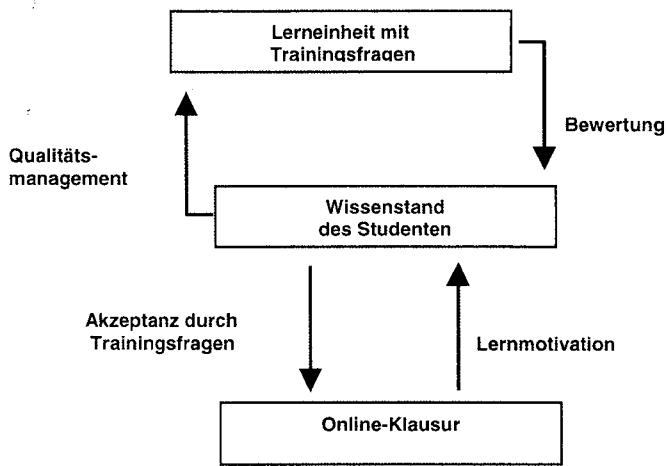


Abb. 3 Schema der Evaluation und Qualitätssicherung.

gazinartig aufgereiht. Die Lehreinheiten sind vor dem Import durch ein Passwort geschützt und die sich darin befindlichen Bilddaten tragen ein elektronisches Wasserzeichen.

Eine rechnergestützte, multimediale Onlineklausur dient zur Kontrolle des Lernerfolgs sowie zur Dokumentation und Evaluation nach Qualitätsmanagementkriterien (Abb. 3). Die Authentifizierung erfolgt über ein extra für diese Prüfung zur Verfügung gestelltes Login. Unter der angegebenen URL findet man im Intranet die Einführungsseite der Klausur, auf der die Belehrung im Hinblick auf den technischen und inhaltlichen Ablauf der Klausur enthalten ist. Außerdem wird auf die technischen Voraussetzungen hingewiesen. Der Zugang zu den Prüfungsfragen erfolgt passwortgeschützt. Nach Identifizierung durch Name, Vorname und Immatrikulationsnummer erscheint eine automatisch rückwärts laufende Restzeitangabe zur Beantwortung der Fragen. Die Beendigung erfolgt innerhalb des Zeitintervalls individuell oder automatisch nach Ablauf der Restzeit. Die Klausur wird per E-mail im Intranet versendet und mit dem Mailprogramm Pegasus-Mail empfangen. Über die Generierung eines Antwortschlüssels werden alle Klausuren mittels eines Auswertungsprogramms automatisch korrigiert und zwei Ergebnislisten erstellt (Abb. 4).

Evaluation

Zur Überprüfung der Tauglichkeit erfolgte eine Evaluation des Informationsgehalts und Nutzungsfreundlichkeit mittels Fragebogen an 82 Studierenden im 3.-5. Studienjahr für Zahnmedizin. Insgesamt wurden mit elf Fragen folgende Parameter zur Beurteilung erfasst: Zeit- und ortsunabhängiger Zugriff, Intensivierung und Objektivierung der Wissensvermittlung, Wertigkeit von integrierten Videosequenzen zur Vermittlung von Operationstechniken, Nutzung als fakultatives Wissensangebot, Wertigkeit als Beitrag zur evidenzbasierten Wissensvermittlung, Ort der Nutzung, Methode des Datentransfers (Onlinestreaming oder Download), Verwendung von Browsern und bevorzugter Modus der Präsentation.

Die Beurteilung erfolgte anhand einer Ratingskala nach Schulnotensystem (1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = befriedigend, 4 = ausreichend, 5 = mangelhaft, 6 = ungenügend). Alle Kalkulationen wurden mit dem Programm SPSS V.12 für Windows (SPSS Inc., Chicago, USA) erstellt. Für die Analyse wurden die Noten 1 und 2 sowie die Noten 3-6 aggregiert und als kumulative Säulen dargestellt.

Ergebnisse

Die Lehreinheiten sind unter der URL <http://giga.rze.uni-erlangen.de/movies/MKG/trailer> einsehbar. Die Ergebnisse der Befragung sind in den Abb. 5a-d u. 6a-d dargestellt. Mit den Noten 1 (sehr gut) und 2 (gut) wurden ein zeitunabhängiger Zugriff in 89% (Abb. 5a) und ein ortsunabhängiger Zugriff in 83% bewertet. Hinsichtlich eines Beitrags zur Objektivierung der Wissensvermittlung wurden die Lehreinheiten in 67% mit der Note 1 und 2 bewertet (Abb. 5b). Eine Möglichkeit zur Intensivierung der Wissensvermittlung wurde in 67% (Note 1 und 2) gesehen. Der Einsatz von Videosequenzen zur Demonstration von Operationstechniken innerhalb der Lehreinheiten wurde in 91% mit den Noten 1 und 2 bewertet (Abb. 5c). Als fakultatives Lernangebot wurden die Lehreinheiten von 87% genutzt (Abb. 5d). 76% der Studierenden nutzten das Lehrangebot zu Hause, 24% der Studierenden sowohl zu Hause als auch in der Universität (Abb. 6a). Der Datentransfer erfolgte mittels Onlinestreaming in 60% und als Download in 35% (Abb. 6b). Hierbei wurde zu 83% der Internetexplorer als Browser im Vergleich zu anderen

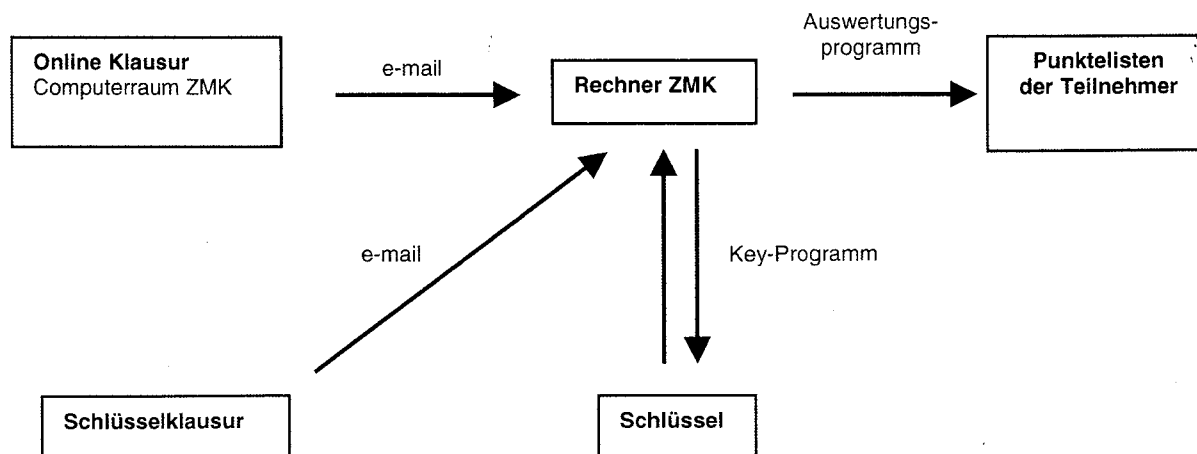


Abb. 4 Technische Konzeption der Auswertung der Onlineklausur.

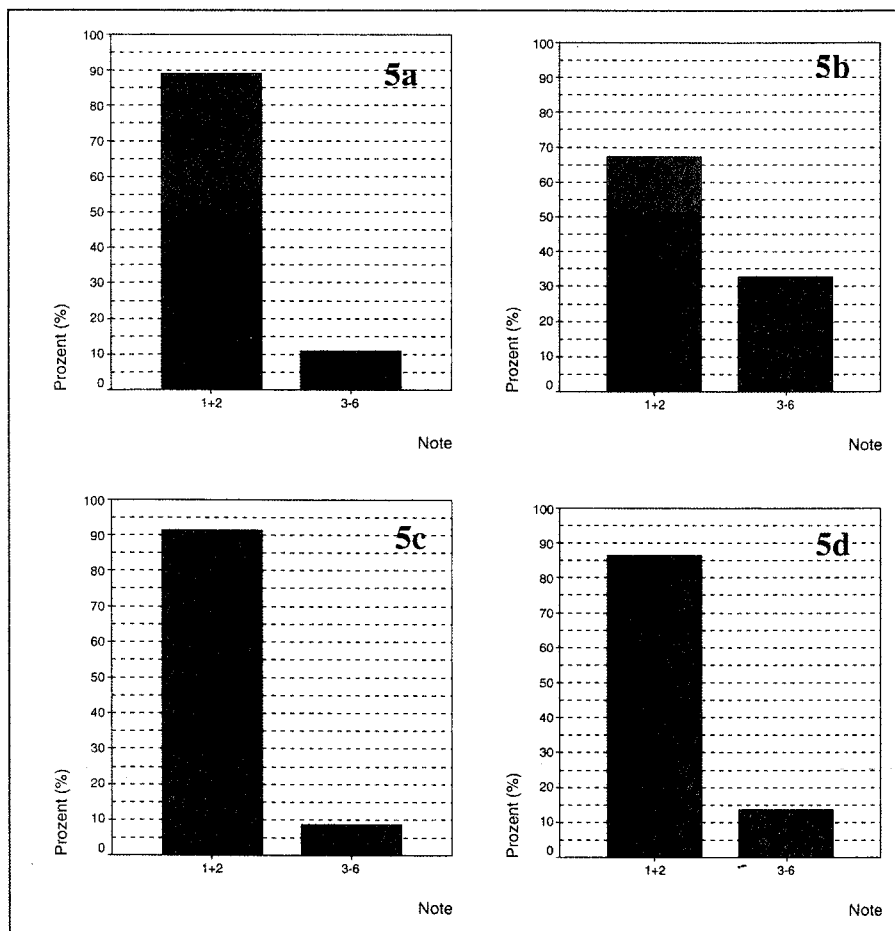


Abb. 5 a Bewertung der zeitunabhängigen Zugriffsmöglichkeit, b Bewertung eines Beitrags zur Objektivierung der Wissensvermittlung, c Bewertung des Einsatzes von Videosequenzen in den Lehrinheiten zur Vermittlung von Operationstechniken, d Bewertung von der Nutzung als fakultatives Wissensangebot.

Browsern in 12% eingesetzt (Abb. 6c). Die bevorzugte Präsentationsform waren in 72% Module mit Videosequenzen und in 20% Module auf der Grundlage von Videosequenzen und ppt.files im Vergleich 9% von Modulen, die ausschließlich auf ppt.files basieren.

Diskussion

Es konnte gezeigt werden, dass das vorgestellte System zur Herstellung virtueller, multimedialer Lehrinheiten auf der Grundlage von Macromedia Flash MX ein praktikables Konzept zur Generierung von digitalen, internetfähigen Lehrangeboten darstellt. Der zeit- und ortsunabhängige Zugriff stellt im Vergleich zu klassischen Lehrmitteln und Vorlesungen einen Mehrwert für den Studierenden dar.

Hinsichtlich der inhaltlichen Konzeption kann die Hinterlegung von Lehrinheiten zu einzelnen Themen unter Einbeziehung von Hyperlinks zu Literaturquellen in gängigen Datenbanken ein Ansatz zur evidenzbasierten Objektivierung bei der Vermittlung von Lehrinhalten darstellen. Der Einsatz von Videosequenzen intensiviert die Vermittlung chirurgischer Operationstechniken. Die multimediale Präsentation medizinischer Inhalte erhöht sowohl die Lernbereitschaft als auch die Intensität und Reproduzierbarkeit des vermittelten Wissens [2-4, 6-9, 12, 13]. Im Gegensatz zu den bestehenden multimedialen Lehrprogrammen im oralchirurgischen Fachgebiet basiert das hier beschriebene

Projekt auf einer vollständigen, einsemestrigen Vorlesung, die im gleichen Rahmen live im Hörsaal durchgeführt und ergänzend hierzu im Internet zur Verfügung gestellt wird. Die Studierenden haben somit die Möglichkeit, den in der Vorlesung behandelten Stoff zu Hause oder im Anschluss an die Vorlesung in der Universität nachzuarbeiten und fehlendes Wissen durch Querverweise zu ergänzen. Ein gleichzeitiger Einsatz der Onlineklausur an mehreren Lehrinstitutionen könnte ein Beitrag zur Evaluation und Qualitätssicherung auf dem Gebiet der Wissensvermittlung und ein Benchmarking bedeuten.

Hinsichtlich der technischen Konzeption liegt der Vorteil in der Austauschbarkeit oder Veränderbarkeit des Navigationssystems, da dieses auf HTML- und Javascript-Basis realisiert ist. Diese Trennung von Steuerung und Lehrmaterial bewirkt, dass bei zukünftigen Veränderungen des Navigationssystems die Lehrinheiten nicht neu erstellt werden müssen. Da die verwendete Programmierung für das Lehrangebot auf Internettechnologien beruht, ist die virtuelle Vorlesung sowohl online als auch offline lauffähig und plattformunabhängig. Hervorzuheben ist, dass das Lehrangebot schon mit geringen Bandbreiten eines 56-kbaud-Modems funktioniert. Die Module können einfach ohne einen großen technischen Aufwand ausgewechselt oder ergänzt werden. Neue Module können formatunabhängig (swf, avi, mpeg, DivX) in die Struktur eingebunden werden. Dies bewirkt, dass das Lehrangebot verschiedenartige Module aufnehmen kann, die mit unterschiedlichen Programmen erstellt oder in zukünftigen Formaten generiert werden. Hierfür ist lediglich ein

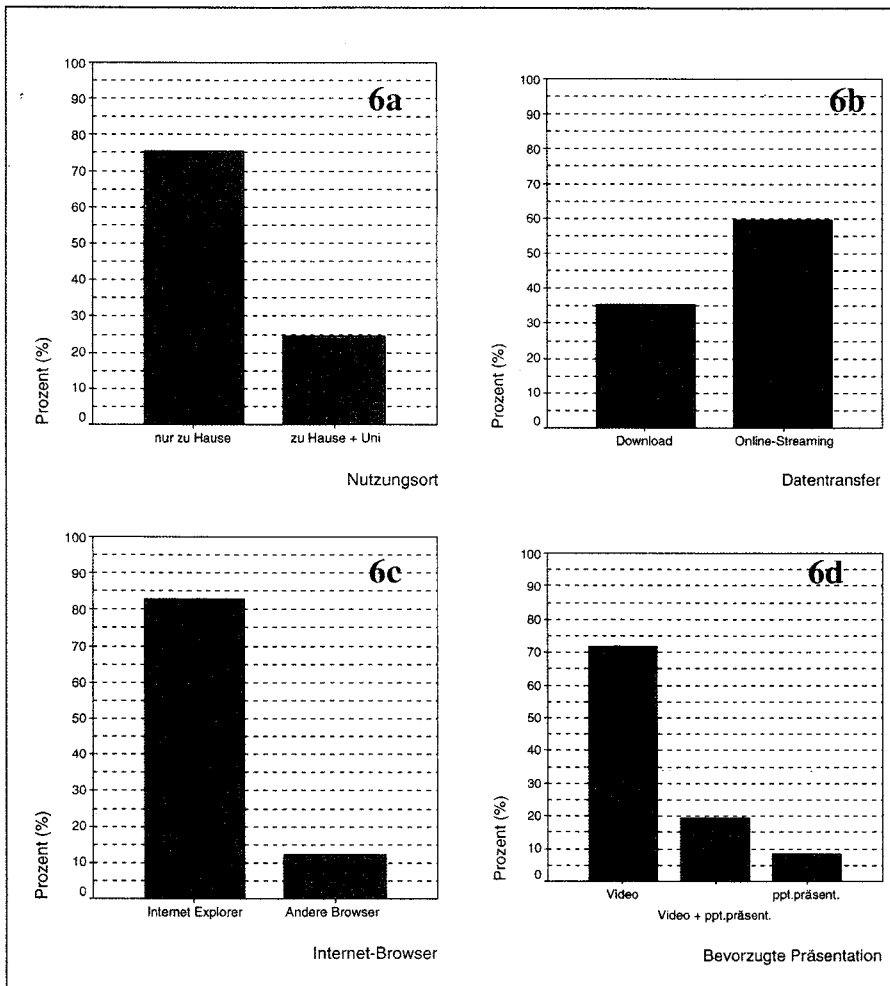


Abb. 6 a Evaluation der Lokation der Nutzung, b Evaluation des bevorzugten Datentransfers, c Evaluation des bevorzugten Browsers, d Evaluation der bevorzugten Zusammensetzung der Lehreinheiten.

Plugin oder Codec auf Clientseite nötig. Dies macht das Konzept flexibel und zukunftssicher, da neue medizinische Lehrinhalte eingebunden und die fertigen Produkte durch Überarbeitung einfach aktualisiert werden können. Durch den Einsatz von digitalen Wasserzeichen werden Autoren- und Urheberrechte gekennzeichnet.

Das Konzept der Onlineklausur ist bewusst gewählt worden, da es gegenüber CGI-Script-basierten Versionen den Vorteil hat, dass der Mailserver als Puffer dient und der http-Server nicht überlastet wird. So können auf diesem System basierend mehrere hundert Studierende zeitgleich eine Klausur schreiben. Somit wäre das System für eine zeitgleiche Lernzielkontrolle in mehreren Institutionen geeignet. Durch die Wahl des Formats, das es erlaubt die Ergebnisse weiterzuverarbeiten, z. B. in einer Datenbank, entfällt der Korrekturaufwand. Vorteilhaft ist die Nutzungsmöglichkeit multimedialer Elemente, z. B. Kurzvideos oder animierte Abbildungen, zur Wissensprüfung. Ein weiterer Vorteil ist die Umstrukturierung der Klausur mit Datenanbindung an externe Daten, die von der Onlineklausur selbst analysiert werden und erst hiernach der fertige HTML- und Javascript-Quellcode erzeugt wird. Dies hat den Vorteil, dass die Erstellung einer neuen Onlineklausur mit einfachsten Mitteln (z. B. MS Access) erfolgen kann.

Die Evaluation zeigte, dass ein Bedarf für ein zeit- und ortsunabhängiges, multimedial animiertes, internetbasiertes Lehrangebot

begleitend zu klassischen Lehrmethoden besteht. Vorrang haben hierbei Lehreinheiten mit Videosequenzen, die mittels Internetexplorer als Onlinestreaming zu Hause als zusätzliches fakultatives Wissensangebot genutzt werden. Auf die Bedeutung multimedialer, internetbasierter Lernprogramme hinsichtlich der Frage der Qualitätssicherung der Lehre (Struktur-, Ergebnisqualität) sowie der Vermeidbarkeit regionaler Unterschiede des Lehr- und Ausbildungsstandards wurde bereits hingewiesen [14]. Das vorgestellte Konzept mit internetbasierten, multimedialen Lehreinheiten mit interaktiver Evaluation, Dokumentation und Wissenskontrolle könnte ein Lösungsansatz darstellen [1, 5].

Literatur

- Clark GT. Education problems and Web-based teaching: how it impacts dental educators? *J Am Coll Dent* 2001; 68: 25-34
- Demirjian A, David B. Multimedia approach to dental education in the 21st century. *N Y State Dent J* 1995; 61: 58-62
- Faulkner G. Assisting maxillofacial surgery by using multimedia VR techniques. *Stud Health Technol Inform* 1997; 39: 495-501
- Fung K, Ellen RP, McCulloch CA. Development of a computer program for teaching periodontal diagnosis based on clinical epidemiological principles. *J Dent Educ* 1995; 59: 433-441
- Glowalla U, Schoop E. Entwicklung und Evaluation computerunterstützter Lehrsysteme, Hypertext und Multimedia. Neue Wege in der computerunterstützten Aus- und Weiterbildung. Heidelberg: Springer, 1992: 21-36

- ⁶ Lechner SK, Thomas GA, Bradshaw M. An interactive multimedia solution to learning removable partial denture design. *J Prosthodont* 1998; 7: 177-182
- ⁷ Ludlow JB, Platin E. A comparison of Web page and slide/tape for instruction in periapical and panoramic radiographic anatomy. *J Dent Educ* 2000; 64: 269-275
- ⁸ Matthew IR, Pollard DJ, Frame JW. Development and evaluation of a computer-aided learning package for minor oral surgery teaching. *Med Educ* 1998; 32: 89-94
- ⁹ Persson GR, Schlegel-Bregenzer B, Lang NP, Attstrom R. Education in periodontology. A need for a new teaching model. *Eur J Dent Educ* 1999; 3: 74-81
- ¹⁰ Plasschaert AJ, Cailleteau JG, Verdonschot EH. The effect of a multimedia interactive tutorial on learning endodontic problem-solving. *Eur J Dent Educ* 1997; 1: 66-69
- ¹¹ Schuhbeck M, Hassfeld S, Koke U, Mühling J. Development of an interactive multimedia-CBT-program for dental implantology and using tests of a program prototype. *Eur J Dent Educ* 1999; 3: 35-43
- ¹² Wright DN. Interactive multimedia dental education: the next five years and beyond. *Medinfo* 1995; 8: 1305-1307
- ¹³ Wurdack CM. Multi-media based education. *Contact Point* 1997; 77: 23-26
- ¹⁴ Young MP. A survey of oral implantology teaching in the university dental hospitals and schools. *Br Dent J* 1999; 187: 671-675