

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

**Direktor: Univ.-Prof. Dr. D. Drescher**

**Entwicklung und Evaluation eines multimedialen  
Lernprogramms in der Kieferorthopädie**

**Dissertation**

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf

vorgelegt von

Parshasb Nassiri

2006

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung  
der Medizinischen Fakultät der  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez. : Univ.-Prof. Dr. Wolfgang H. M. Raab  
Dekan

Referent: Univ.-Prof. Dr. D. Drescher

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. U. Stüttgen

*für meine Mutter*

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b><u>Einleitung</u></b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b><u>Literaturübersicht</u></b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Entwicklung der CUU in der Medizin und Zahnmedizin</b>	<b>6</b>
2.1.1	Computer als Lernmedium	6
2.1.2	Computer in der medizinischen Ausbildung	7
2.1.3	Begriffsbestimmung multimedialer Anwendungen	9
<b>2.2</b>	<b>Evaluation multimedialer Anwendungen</b>	<b>9</b>
2.2.1	Allgemeine Grundlagen von Evaluation	9
2.2.2	Evaluationsforschung im Bereich computergestützter Medien	11
<b>2.3</b>	<b>Studentisches Lernen aus pädagogisch-psychologischer Sicht</b>	<b>12</b>
2.3.1	Grundannahmen zur pädagogischen Situation	13
2.3.2	Informationsverarbeitung	13
2.3.2.1	Selektive Aufmerksamkeit	14
2.3.2.2	Verstehen	14
2.3.2.3	Annehmen von Informationen	15
2.3.2.4	Behalten von Informationen	16
2.3.2.5	Metakognitive Lernsteuerung	17
<b>2.4</b>	<b>Multimediale Möglichkeiten zur Förderung von Lernprozessen</b>	<b>19</b>
2.4.1	Gestaltung von Multimedia im Hinblick auf selektive Aufmerksamkeit	19

2.4.2	Multimediale Möglichkeiten zur Förderung von Verstehensprozessen	20
2.4.3	Affektive und emotionale Komponenten des Lernens mit Multimedia	20
<b>3.</b>	<b><u>Fragestellung</u></b>	<b><u>22</u></b>
<b>4.</b>	<b><u>Material und Methoden</u></b>	<b><u>23</u></b>
4.1	Lehrveranstaltungen in der Kieferorthopädie	23
4.2	EDV	24
4.2.1	Hardware	24
4.2.2	Software	24
4.3	Material zur Erstellung des Programms	24
4.4	Zielgruppe	25
4.5	Leitprinzipien	25
4.6	Orthotrainer	26
4.7	Programmierung	26
4.8	Die Durchführung der Evaluation	32
4.9	Fragebogen	33
<b>5.</b>	<b><u>Ergebnisse</u></b>	<b><u>34</u></b>
5.1	Das Programm „Orthotrainer“	34
5.2	Ergebnis der Evaluation	38
<b>6.</b>	<b><u>Diskussion</u></b>	<b><u>42</u></b>
<b>7.</b>	<b><u>Zusammenfassung</u></b>	<b><u>52</u></b>

8. **Literaturverzeichnis** **54**

9. **Danksagung** **63**

10. **Lebenslauf** **64**

## 1. Einleitung

Immer häufiger hört man in Gremien im Zusammenhang mit der Forderung nach einer neuen Ausbildungsordnung für Ärzte die Schlagwörter wie Kommunikation, Information und Multimedia [29, 35, 89, 123].

Die Entwicklung der Informationstechnik erweckt bei Bildungspolitikern und Hochschullehrern die Hoffnung, dass die Eingliederung von multimedialen Anwendungen zu besseren und neuartigen Lehr- und Lernformen und damit zu einer Stärkung der Lehre beitragen wird [50].

Zum Zwecke der Verbesserung des Wissenstransfers und um dessen weiterer Entwicklung ist, unabhängig von der Diskussion der „permanenten Ausbildungsmisere“, die Überprüfung der vorhandenen Lehr- und Lernkonzepte auf ihre Effektivität und Relevanz wichtig [17, 23].

In der jetzigen Zeit ist der Computer nicht mehr aus unserem alltäglichen Leben wegzudenken. Der Computer hat auf allen Ebenen der Ausbildung eine Relevanz erreicht und stößt sicherlich auf immer weitere Verbreiterung und Akzeptanz der Lehrenden und Lernenden. Dies ist darin begründet, dass sich die Methoden zur Darstellung von Inhalten und zum Aufbau von interaktiv nutzbaren Lehr- und Lernplattformen stark verbessert haben.

Im Anbetracht der Wissensvermehrung in allen Fachgebieten, sowie auch in der Medizin und Zahnmedizin, ist eine Verbesserung der Lehr- und Lernkonzepte sicherlich erstrebenswert. Hier kommen spezifisch die Anforderungen der neuen Approbationsordnung hinzu, die neue Möglichkeit zur Wissensüberprüfung verlangt und von den Studierenden selbständiges während des gesamten Berufslebens andauerndes Lernen fordert.

Bei einer sinnvollen Ergänzung der zahnmedizinischen Ausbildung kann das Repertoire der bisherigen Lehrmethoden durch Computer-Unterstützten-Unterricht (CUU) erweitert werden.

Somit sollte versucht werden, den Computer mehr und mehr auch in den Lehrveranstaltungen und Ausbildungen der Zahnmedizin zu berücksichtigen und einzubeziehen.

Die Umsetzung neuer Lernkonzepte in der kieferorthopädischen Lehre an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf sollte am Beispiel des Projektes Orthotrainer erprobt werden.

Insgesamt umfasste das Projekt somit zwei Bereiche: Die Programmentwicklung und die Evaluation des kieferorthopädischen Lernsystems.

## 2. Literaturübersicht

### 2.1 Entwicklung der CUU in der Medizin und Zahnmedizin

#### 2.1.1 Computer als Lernmedium

Bis zu diesem Zeitpunkt ist die Entwicklung der elektronischen Datenverarbeitung (EDV) als Lernmedium durch vier revolutionäre Entwicklungsschritte gekennzeichnet: Der erste Computer mit einfachem Frage-Antwort-Spiel wurde 1932-34 von *Pressey* und *Little* präsentiert [16].

1950-1960 entwickelten *Pressey* und *Skinner* das Konzept der Lehrmaschine, bestehend aus einem Lehrmodul, einem Testmodul und einer Feedback Komponente [16].

Die zweite Neuentwicklung war die so genannte „Workstation“, die über zahlreiche angeschlossene Terminals einen Zugriff auf Lernprogrammen erlaubte. Die Nachteile lagen in den hohen Anschaffungskosten, in der hohen Anfälligkeit des Systems im Falle einer fehlerhaften Bedienung, in einer sehr aufwendigen Systempflege, sowie in komplizierter Bedienung des Systems [16].

Als bahnbrechende Innovation kam es 1976 zur Einführung von Mikrocomputern, die aufgrund der geringen Anschaffungskosten, sowohl auf Einzelplatz- als auch auf Mehrplatzebene, eine breitere Anwendung der EDV in der Lehre erlaubten [16].

Als neue Ära besteht nun durch die Mobilität von tragbaren Mikrocomputern und deren Vernetzbarkeit eine grenzenlose Anwendungsmöglichkeit in jeder Situation.

Als Ersatz von Schreibmaschinen, Kommunikationsmittel, Unterhaltungsmedium sowie als Lernmedium [27], wird wegen der Verbreiterung des Internets, der fallenden Computerpreise bei wachsender Leistung und infolge der Akzeptanzsteigerung neuer Medien der Trend zur Nutzung der PC nicht mehr aufzuhalten sein [56].

## 2.1.2 Computer in der medizinischen Ausbildung

In den USA begann die Anwendung von Computern in der Medizinerbildung schon 1961 [19, 11]. Anwendungen wurden in dieser Zeit hauptsächlich für Großrechner entwickelt, nicht zuletzt um Einsparungen beim Lehrpersonal vorzunehmen. Die Entwicklung entsprechender Programme erwies sich aber als viel teurer als bisherige Lehrmethoden und beschränkte sich somit vor allem auf Universitäten und große Unternehmen [58, 114].

1968 richtete der Verband der amerikanischen Medizinschule von der „National Library of Medicine“ durch das dort eingerichtete Zentrum für biomedizinische Kommunikation ein Netzwerk ein, das den Austausch von computerisierten Lernprogrammen von den drei Universitäten von Illinois, Ohio und Harvard für insgesamt 100 Institutionen zur Verfügung stellte [92].

Ende der 60er Jahre begannen in Deutschland die ersten Aktivitäten auf dem Gebiet des CUU. Ausgehend von den seit 1970 an der Universität Freiburg durchgeführten Kursen für Hochschullehrer zur Einarbeitung in den CUU bildete sich 1971 ein Arbeitskreis, in dem 20 Projekte vertreten waren und 100 Lernprogramme benutzten. Bis 1976 konnten fertige Programme aus 20 Fachgebieten registriert werden.

Das Projekt „CUU in der klinischen Ausbildung“ wurde 1974 für die Didaktik der Medizin der Universität Bonn genehmigt.

Die ersten Versuche mit dem Einsatz von CUU wurden in Deutschland im Jahre 1976 unternommen. Man bevorzugte den Einsatz von Programmen, die aus den USA übernommen oder dort mittels Datenübertragung benutzt werden konnten [92].

Evaluierungsstudien wiesen eine positive Einstellung der Studierenden, jedoch eine große Zurückhaltung der Hochschullehrer gegenüber diesem Medium auf [92].

1990 notierte man in Deutschland bereits 130 Produkte, die als medizinische Lernprogramme für IBM oder IBM-kompatible Rechner zur Verfügung standen. Von den einzelnen medizinischen Disziplinen lag eindeutig die innere Medizin und hier die Kardiologie an der Spitze [55].

*Kemmis und seine Mitarbeiter* haben 1977 eine Unterteilung des CUU in mehrere Kategorien vorgeschlagen [91], die sich nach lerntheoretischen Grundlagen aus den unterschiedlichen Lernprogrammen ergaben [10]:

Textausgabeprogramme: Elektronische Bücher, die durch einen raschen Seitenzugriff gekennzeichnet sind. Man „blättert“ durch die Bildschirmseiten des Programms [96].

Hypertextprogramme: Textausgabeprogramme, die um Links erweitert sind. Der Benutzer bestimmt die Reihenfolge der angebotenen Informationen selbst, das Lesen von Sachverhalten erfolgt exploratorisch [19, 20].

Drill-And-Practice-Programme: Weitverbreitete Frage- und Antwortspiele, dieses Programm ist durch eine wiederholte Abfrage und Korrektur der Eingaben zur Wissensüberprüfung geeignet.

Tutorialprogramme: Dialog geführte Wissensvermittlung, die stark auf das Verständnis des Lernstoffes ausgerichtet ist [10]. Die Nachahmung eines menschlichen Lehrers steht bei dieser so genannten expositorischen Lernform im Vordergrund [20]. Im Rahmen der tutoriellen Instruktionen geht man davon aus, dass der Lernende noch nicht mit dem einzuführenden Wissen vertraut ist.

Simulationsprogramme: Spielerische Modellpräsentation, an der der Benutzer das Verständnis und die Fähigkeit zur Problemlösung einüben kann. Diese Programme orientieren sich inhaltlich an einer möglichen realen Situation, z.B. in Form einer Fallsimulation [10].

Auch wenn die Erstellung von Lernsoftware immer noch sehr kostspielig und zeitaufwendig ist [79], erleichtern wichtige Fortschritte die Erstellung von Lernprogrammen.

Für ein kieferorthopädisches Lernprogramm sind vor allem folgende Faktoren entscheidend:

- Multimediatechnologien, die die Bilddokumente für den Computer verfügbar machen.
- Programmierumgebungen, die die Entwicklung elektronischer Publikationen und CUU-Programme in bestimmten Bereichen einfacher und schneller machen (z.B. Autorensysteme) [107].

- Preisgünstige und leistungsstarke Computer.

### 2.1.3 Begriffsbestimmung multimedialer Anwendungen

Die Bezeichnung „Multimedia“ wird für Anwendungen wie Teleshopping, interaktives Fernsehen, Lernprogramme, elektronische Bücher, digitale Bildbearbeitung, Informationsbeschaffung und Telekommunikation über das Internet verwendet [39]. Eine gebräuchliche Definition von „Multimedia“ meint die Integration verschiedener Einzelmedien wie Texte, Fotos, Klänge, Filme und Animationen auf der Plattform Computer [43]. Eine erweiterte Betrachtungsweise betont die Präsentation und Navigationsmöglichkeiten multimedialer Technik und stellt damit zwei wesentliche Funktionen von Multimedia in den Vordergrund:

- zum einen die Möglichkeit, Datenströme (z.B. Bild und Ton) zeitlich zu synchronisieren ('Multicodalität') und dabei verschiedene Sinneskanäle anzusprechen ('Multimodalität') [57, 118].
- zum anderen die aktive Beteiligung bzw. Steuerung des Anwenders ('Interaktivität') [5, 28, 32, 33, 47, 101].

## 2.2 Evaluation multimedialer Anwendungen

### 2.2.1 Allgemeine Grundlagen von Evaluation

Evaluation wird als eine methodische Vorgehensweise zur Bewertung von Handlungsalternativen bezeichnet [126; S.707]. Auf das Bildungswesen bezogen, verwendet man den Begriff „Evaluation“ zur „Beschreibung und Bewertung von Reformen“ [128; S.204]. Allerdings besteht für den Begriff „Evaluation“ in der Literatur eine große Definitionsvielfalt [125; S.9].

Nach *Wottawa* und *Thierau* [125; S.10] sowie *Will, Winteler* und *Krapp* [25; S.406] ist Evaluation durch folgende charakteristische Elemente gekennzeichnet:

- Ziel der Evaluation ist primär die Verbesserung sowie die Legitimation von Maßnahmen, sie dient zur Entscheidung von Veränderungen und fungiert als Planungshilfe.

- Eine wesentliche Funktion evaluatorischer Maßnahmen ist die Beurteilung und Verbesserung der Reformarbeit im Sinne einer Handlungsoptimierung bzw. Übelminimierung [125; S.9].

Inzwischen wird nicht mehr hinterfragt, ob Evaluation überhaupt stattfinden soll. Die Experten sind sich weitgehend darüber einig, dass die Evaluation der Lehre an den Hochschulen ein wichtiges Instrument der Qualitätssicherung und Qualitätssteigerung darstellt [50; S.VII].

Je nach Aufgabenstellung und Zielsetzung unterscheidet man unterschiedliche Verfahrensformen einer Evaluationsstudie. Die Zielformulierung entscheidet über die Wahl einer Evaluationsform. Wenn die Frage beantwortet werden soll, ob ein neues Medium oder Lernmaterial besser oder schlechter als andere ist, wird eine vergleichende Evaluation gewählt. Wenn dagegen nicht die Auswirkungen, sondern die „allgemein-didaktische“, „fachdidaktische“ Eignung eines Mediums festgestellt werden soll, empfiehlt sich eine summative intrinsische Evaluation. Wichtig ist, dass das Evaluationsziel entscheidend für die Auswahl der Evaluationsmethode ist und somit nur ein bestimmtes Ergebnisspektrum erwartet werden kann.

Gängige methodologische Unterscheidungskriterien sind:

- formative (Prozess-) Evaluation vs. summative (Produkt-) Evaluation

Die formative oder Prozessevaluation bezieht sich auf den aktuellen Entwicklungsstand des Projekts, während die summative oder Produktevaluation sich auf eine Beschreibung und Beurteilung des endgültigen Produktes bezieht [46, 128].

- intrinsische vs. Ergebnisevaluation vs. Kontextevaluation

Die intrinsische Evaluation meint die Beurteilung einzelner Projektaspekte (z.B. inhaltliche Konsistenz curricularer Materialien), während die Ergebnisevaluation auf die Beurteilung der Auswirkungen (z.B. Lerneffektivität) dieser Maßnahmen zielt. Die Kontextevaluation bezieht sich auf die Wirkung und gegenseitige Beeinflussung verschiedener Unterrichtsfaktoren bzw. die Frage, inwieweit Kursinhalte mit Wünschen und Bedürfnissen der Teilnehmer übereinstimmen [46, 128].

- innere vs. äußere Evaluation

Unterschieden wird, ob die Projektentwickler an der Auswertung beteiligt sind (innere Evaluation) oder nicht (äußere Evaluation) [113].

- vergleichende oder nicht-vergleichende Evaluation

Die Formen der Evaluation unterscheiden sich dadurch, ob für die Messung der Auswirkungen von Materialien (Medien) auch eine Kontrollgruppe neben der Experimentalgruppe gebildet wird oder nicht [113].

- deskriptive oder präskriptive Evaluation

Eine deskriptive Evaluation untersucht die gegebenen Randbedingungen und deren Effekte bei verschiedenen Lernmethoden. Randbedingungen und Lehrmethoden werden als unabhängige, die Effekte als abhängige Variablen gesehen. Präskriptive Ansätze werten die Randbedingungen und Effekte als unabhängige Variable, die Lehrmethode als abhängige Variable [46].

- Unterscheidung nach Qualitätsebenen

Nach *Selbmann* und *Rapp* kann man die Lernsoftware im medizinischen Bereich in drei Qualitätsebenen unterteilen [102]:

- Strukturqualität (Aspekte der verwendeten Hard- und Software)
- Prozessqualität (Aspekte der Didaktik und der Kommunikation zwischen Lerner und Computer)
- Ergebnisqualität (Wissensvermittlung und Auswirkung auf das Ärztliche Handeln)

## 2.2.2 Evaluationsforschung im Bereich computergestützter Medien

Allein die Verbreiterung einer Technik ist kein Grund, diese als bildungsrelevant einzuordnen [18]. Daher ist im Bereich der computergeschützten Lernsoftware die Wirksamkeit der multimedialen Anwendung die zentrale Frage, die durch Evaluationen beantwortet werden muss.

Es werden vier Vorgehensweisen unterschieden, die mit Hilfe einer Evaluation Qualitätsnachweise zu erbringen versuchen [3, 24]:

- Vergleichsstudien (Medium vs. traditionelle Lehr- und Lernformen): zum Nachweis von Effizienz der CUU,
- Lernpsychologische Wirkung der Medien,
- Beurteilung von Medien mit Hilfe von Kriterienkatalogen,
- Nachweis der Akzeptanz der Medien durch die Anwender.

Geht man davon aus, dass das Lernverhalten der Studierenden ein autonomes Handeln darstellt, muss man sich die Frage stellen, ob das Interesse der Studierenden sich überhaupt auf multimediale Anwendungen richtet, oder ob sie doch die klassischen Lernmedien mehr bevorzugen.

Hieraus ergeben sich beispielsweise folgende Fragenkomplexe:

Möchten Studierende überhaupt mit einem Computer lernen? Nutzen Studierende Computer und zu welchen Zwecken? Welche Kenntnisse und Einschätzungen haben Studierende von multimedialen Anwendungen? Welche Lernstrategien sind für Studierende bisher von Bedeutung? Sind multimediale Lernanwendungen nützlich, um bestimmte Studieninteressen abzudecken? Wie schätzen Studierende die Lernmöglichkeiten mit multimedialen Anwendungen im Zusammenhang mit ihren Lernstrategien ein? Welche individuellen Unterschiede in der Einschätzung multimedialer Anwendungen gibt es zwischen Studierenden?

### 2.3 Studentisches Lernen aus pädagogisch-psychologischer Sicht

Lernen am Computer kann als eine spezifische pädagogische Situation gedeutet werden [24].

Im folgendem wird versucht, durch Berücksichtigung der Lernumwelt "Hochschule" das studentische Lernen am Computer, pädagogisch-psychologisch einzuordnen und zu hinterfragen.

Stadien des Lernprozesses geben wichtige Hinweise darauf, welche Ansprüche man an multimediale Anwendungen stellen sollte, um den Lernprozess zu fördern.

### 2.3.1 Grundannahmen zur pädagogischen Situation

Unter dem Begriff „Pädagogische Situation“ versteht man eine erzieherisch wirksame Umwelt, mit der sich ein Lernender auseinandersetzt [45].

Aussagen über Lernvorgänge können sich auf den Lerner, die erzieherisch wirksame Lernumwelt (Lehrer, Erzieher, Medium) oder den Transaktionsprozess zwischen beiden beziehen.

Lernermerkmale kann man grob in folgende Kategorien unterteilen: Motive, Kognitionen, Gefühle und Verhalten, wobei diese Kategorien in gegenseitiger Abhängigkeit zueinander stehen [44]. Sie spielen für das Lernen an sich sowie für die Planung und Steuerung der Lernvorgänge eine wichtige Rolle.

Die Hauptaufgabe von Lernumwelt (Familie, Schulklasse, Hochschule etc.) besteht insgesamt darin, dass sie den Lernenden zu bestimmten Tätigkeiten, insbesondere zur Informationsaufnahme und -verarbeitung, anregt. Man unterscheidet zwischen der direkten (von Erziehern oder Lehrern) und der indirekten (durch das Arrangement von Lernbedingungen) Einflussnahme. Lernumwelten bieten Lerninformationen (z.B. in Lehrveranstaltungen) und metakognitive Informationen (z.B. Leistungsanforderungen) an. *Viebahn* unterscheidet die Lernaufgaben als Bestandteil von Lernumwelt folgend [116]:

- rezeptive Lernaufgaben (Verarbeiten ausführlichen sprachlichen Materials),
- konstruktive Lernaufgaben (Finden der Lösung zu komplexen Problemen),
- Übungsaufgaben (Wiederholen von Tätigkeiten zur Speicherung von Informationen oder zum Erwerb von Fertigkeiten).

### 2.3.2 Informationsverarbeitung

Um zu zeigen, wie Lernschritte durch verschiedene Umweltbedingungen beeinflusst werden, wird der Informationsverarbeitungsprozess gegliedert in: Aufmerksamkeit, Verstehen, Annehmen und Behalten [116; S.147].

### **2.3.2.1 Selektive Aufmerksamkeit**

Aufmerksamkeit ist allgemein ein physiologischer Erregungszustand [42; S.14]. Unter selektiver Aufmerksamkeit versteht man die Fokussierung der Wahrnehmung auf einen ausgewählten Umweltreiz [88; S.92].

Wahrnehmungsgewohnheiten beruhen auf im Gedächtnis gespeicherten Erfahrungen und sind damit Interpretationen der Wirklichkeit [60]: "Würden wir nicht ständig die Umweltreize ordnen und in uns bekannten Kategorien sortieren, so wäre die Welt um uns nur ein wirbelndes Chaos von Farben" [41; S.23].

Die selektive Aufmerksamkeit hat eine für das Speichern und Abrufen von Informationen wichtige Funktion, die in einem engen Zusammenhang zur kognitiven Kapazität des Menschen ('Flaschenhalsmodell') steht [88; S.95]. Informationen, die nicht durch die Wahrnehmung selektiert werden, gelangen auch nicht ins Bewusstsein und werden dementsprechend nicht weiterverarbeitet. Umgekehrt kann die Aufmerksamkeit überfordert werden, so dass die Informationen ausgeblendet und nicht wahrgenommen werden. Für Lernaufgaben (z.B. Lesen anspruchsvoller Texte) ist oft eine zeitlich lang dauernde Aufmerksamkeit mit hohen Konzentrationsleistungen erforderlich.

Die Erwartungshaltung des Lernenden spielt ebenfalls eine wichtige Rolle für die Informationswahrnehmung [41; S.23]. Aufmerksamkeit kann bewusst gesteuert werden. Kurzfristige Intentionen und langfristige Dispositionen (z.B. Interessen) haben eine Rückkopplungsschleife auf den Informationsfluss zur Folge [88; S.112].

### **2.3.2.2 Verstehen**

Das Versehen von Informationen mit Bedeutungen bezeichnet man als Verstehen. Die Aufgabe des Lernenden besteht darin, aus den wahrgenommenen Informationen Bedeutungseinheiten aufzubauen.

Die visuellen und die akustischen Reize werden unmittelbar nach der Wahrnehmung mit Informationen bestückt, weiterverarbeitet und mit Bedeutungen gekoppelt. Bei bekannten Informationen können passende Schemata aktiviert und direkt angewendet werden.

Dabei unterscheidet man das Wiedererkennen (die äußeren Hinweisreize sind vorhanden) vom Reproduzieren (die Hinweisreize werden abgerufen und brauchen keinen äußeren Einfluss) [53, 81].

Die durch die Sinnesorgane aufgenommenen Informationen werden nach dem Gedächtnismodell von *Atkinson* und *Shiffrin* [41, 53, 81] in einen begrenzten Umfang und für sehr kurze Zeit vollständig im Kurzzeitgedächtnis gespeichert und zur Verfügung gestellt. Nur durch intensive Verarbeitung der aus dem Kurzzeitgedächtnis zur Verfügung gestellten Informationen können diese in das Langzeitgedächtnis übertragen werden.

Beim Verstehen von Texten beispielsweise werden wichtige, aber nicht sofort zuzuordnende Inhalte aktiv gehalten, bis sie entweder aufgegeben oder mithilfe anderer Informationen zu bereits bestehenden Wissen zugeordnet also verstanden werden [53; S.163].

### **2.3.2.3 Annehmen von Informationen**

Die verstandenen Informationen müssen nicht zwangsläufig als zutreffend angesehen werden. Hier spielen die Wechselwirkungen der Wahrnehmung und Erkennen mit Emotionen eine entscheidende Rolle. Emotionen haben einen Einfluss auf die kognitive Orientierung [72; S.16, 83].

Sowohl ein starker Emotionszustand (z.B. in Form von Wut und Angst) als auch ein niedriger Emotionszustand (wie z.B. Teilnahmslosigkeit und Langeweile) sind nachteilig für den Lernprozess, indem sie den Lernprozess entweder stören (bei Wut und Angst) oder den Prozess erst gar nicht in Gang kommen lassen (wie bei Teilnahmslosigkeit).

Im Gegensatz zu Emotionen sind Einstellungen relativ zeitstabil und situationsübergreifend. Die Einstellung des Lernenden zum Lernen wird beeinflusst durch seine bereits gemachten emotionalen Erfahrungen, Assoziationen sowie die Verhaltensweise der Umwelt ihm gegenüber als auch durch sein Verhalten zu seiner Umwelt.

Die Informationsaufnahme kann durch eine Vielzahl von verschiedenen Faktoren positiv verstärkt werden [116; S.164]:

- Die Information ist überzeugend (in sich widerspruchsfrei, steht nicht in Widerspruch zu früheren Informationen, entspricht den Grundvorstellungen des Lernenden).
- Die Informationsquelle wirkt glaubwürdig (man spricht ihr Sachkenntnis zu) und vertrauenserweckend (sie wird als „objektiv“, nicht als manipulierend wahrgenommen).
- Sympathie und Attraktivität können ebenfalls eine Rolle spielen [60].

#### 2.3.2.4 Behalten von Informationen

Von einem gelungenen Lernvorgang spricht man erst dann, wenn die Informationen längerfristig behalten werden. Tatsächlich ist es so, „dass wir den Großteil dessen, was wir gelernt haben, fast sofort wieder vergessen“ und „dass was vergessen wird, sehr schnell vergessen wird“ [63; S.162]. Behalten bedeutet Speicherung aktueller Erkenntnisse im Langzeitgedächtnis mit dem Ziel, später über sie zu verfügen.

Es existieren eine Reihe von Erklärungsversuchen, die die Struktur des Gedächtnisses und seine Funktionen beschreiben.

Die Gedächtnisforschung unterscheidet zwei Formen des Langzeitgedächtnisses:

- Das episodische Gedächtnis speichert zeitlich datierte, räumlich lokalisierte und persönliche erfahrene Ereignisse.
- Das semantische Gedächtnis hingegen behält Informationen ohne diese spezifischen Informationen, dafür aber klassifiziert und durchstrukturiert [81; S. 539].

Bei der Speicherung von Wissen werden die Inhalte und die Informationen durch den Lernenden unbewusst verändert (im Sinne eines Abstraktionsprozesses). Das Gedächtnis funktioniert nicht als statische Ansammlung von Daten, sondern es unterliegt einen kontinuierlichen Produktionsprozess [63].

Die Gedächtnisleistung ist davon abhängig, wie Inhalte symbolisch kodiert und wie sie im Rahmen des bereits bestehenden Wissens organisiert werden [53].

Eine Information wird umso besser behalten, je mehr der Lernende sich damit beschäftigt. „Daher steigert sich die Erinnerungsleistung abhängig von Häufigkeit und zeitlichem Abstand, in dem gelernt wird“ [53; S.201].

Beim frühen Üben, z.B. durch Wiederholen einzelner Lernelemente (z.B. lautes Hersagen), kann sich der Lerner ausschließlich darauf konzentrieren, Inhalte im Gedächtnis zu behalten, ohne Bedeutungen neu zuzuordnen. Es handelt sich auch um eine Technik, um die Informationen, für die noch kein Kontext besteht, im Kurzzeitgedächtnis aktiv zu halten, „bis die Gedächtnisspuren sich verfestigt haben“ [81; S.548].

Nach *Kintsch* [53] ist einfaches Aufrechterhalten im Kurzzeitgedächtnis für späteres Wiedererkennen ausreichend, nicht aber für späteres Reproduzieren.

Hingegen setzt späteres Üben eine Kontrolle des bisher Gelernten voraus. Der Lernende kann gezielt Stellen wiederholen, die Schwachstellen im Gedächtnis darstellen. Als Kontrollinstanz kann das Nachschlagen im Lehrtext, die Überprüfung anhand von Mitschriften oder das gegenseitige Abfragen in Studentengruppen fungieren. „Üben ist dann keine reine Wiederholung gefestigter Erkenntnisse, sondern beeinflusst das Verstehen“ [53].

Nach *Schuster* [98; S.167] können Texte leichter erinnert werden, wenn sie eine klare Gliederung aufweisen, ein 'roter Faden' ersichtlich ist, sie aus kurzen Sätzen mit wenigen Fremdwörtern bestehen und Beispiele enthalten. Für die Bearbeitung langer und anspruchsvoller Texte empfiehlt es sich, strategisch vorzugehen (z.B. mit der SQ3R-Methode).

SQ3R= Survey, Question, Read, Reread, Review: Nach dieser Methode sollte man sich zunächst einen Überblick über dem Text verschaffen, dann unter Zuhilfenahme von Fragestellungen gezielt lesen, sich bei einem zweiten Durchgang die wichtigsten Stichwörter notieren und schließlich nach einiger Zeit zu überprüfen, ob man den Inhalt reproduzieren kann [99; S. 167].

### **2.3.2.5 Metakognitive Lernsteuerung**

Fasst man den Wissenserwerb in den beschriebenen Teilschritten als aktive Lernhandlung auf, so wird deutlich, dass der Großteil der Prozesse nicht automatisiert abläuft, sondern Steuerungsmechanismen unterliegt. Hierzu gehören beispielsweise die Aufmerksamkeit, der Verstehensprozeß, und das Üben zur Förderung der Gedächtnisleistung. Unterschiede im Wissenserwerb zwischen

Lernenden werden hauptsächlich durch metakognitiver Fähigkeiten bestimmt [81; S.570].

Tabelle 1 zeigt im Überblick Stadien des Lernprozesses, die Zielsetzung für die Lerner sowie Möglichkeiten zur Förderung des Lernvorgangs [70; S.216].

Tabelle 1 : Zielsetzungen und Förderungsmöglichkeiten für Teilprozesse des Lernvorgangs		
Teilprozess	Zielsetzung	Förderungsaspekte
Aufmerksam werden	Wahrnehmung fokussieren	Überlastungen der Wahrnehmungs- und Konzentrationsfähigkeit vermeiden Aufmerksamkeit gezielt steuern
Verstehen	Bedeutung der Inhalte erkennen	Gehaltvolle Inhalte präsentieren Inhalte erläutern (Fragen, Beispiele) Bezüge zum Vorwissen schaffen
Annehmen	Inhalte als subjektiv wichtig anerkennen	Inhalte widerspruchsfrei und glaubwürdig darstellen
Behalten	Inhalte effektiv kodieren gute Organisation des Wissens strukturieren	Lerninhalte klar gliedern Tiefenstrategien herausfordern zu kognitiver Analyse anregen Übungsmöglichkeiten vorsehen
Lernprozesse steuern	effizient planen Lernprozess überprüfen Ggf. modifizieren	Ziele verdeutlichen Hilfen zur Lernzielkontrolle anbieten Anspruchsniveau variieren
Wissen vernetzen	Bezüge zwischen Wissensinhalten erkennen bzw. korrigieren	Vorwissen und naive Vorstellungen der Lernenden beachten Sachlogische Struktur der Inhalte beachten Zum Nachdenken über Inhalte anregen

## 2.4 Multimediale Möglichkeiten zur Förderung von Lernprozessen

Im folgendem wird versucht, Möglichkeiten und Grenzen zur Gestaltung von multimedialen Lernumgebungen aufzuzeigen, und zwar anhand der beschriebenen Teilprozesse des Lernvorgangs.

### 2.4.1 Gestaltung von Multimedia im Hinblick auf selektive Aufmerksamkeit

Die Interaktion zwischen Mensch und Maschine ist als Austausch kodierter Informationen zu verstehen. Inhalte, die ein Computer liefert, liegen als „Botschaften“ vor, die in Form von (Texte, Bilder, bewegte Bilder, Geräusche) dargestellt werden [118, 119, 120].

Je nach Gestaltung multimedialer Anwendungen kann die Aufmerksamkeit des Anwenders positiv oder negativ beeinflusst werden. Die Aufmerksamkeit der Lernenden kann durch Texte, Bilder, Blinksignale oder Signaltöne auf bestimmte Inhalte und deren Bedeutung fokussiert werden [107, 41; S.234]. Durch Windowing- oder Zoomtechniken ist eine bessere Wahrnehmung von Details zu erreichen [107]. Andererseits besteht die Gefahr, durch die Verwendung einer Vielzahl gestalterischer Effekte die Aufmerksamkeit zu überfordern oder vom eigentlichen Lerninhalt abzulenken ('Overload') [119; S.353].

Overload entsteht auch bei sehr komprimierter Bildschirmgestaltung und unübersichtiger Benutzerführung, aber auch bei sehr offen strukturierten Bedienungsoberflächen: manche Lernende beschränken ihr Anwendungsverhalten dann auf einzelne Menüpunkte, die intensiv erkundet werden, vermeiden aber eine weitere Exploration [119; S.354].

Eine allzu monotone Gestaltung der Bildschirmoberfläche kann jedoch ebenfalls zu frühzeitigem Leistungsabfall beitragen, da das Auge z.B. beim Lesen langer Texte aufgrund der monitorspezifischen Auflösung und Kontrastarmut im Vergleich zum gedruckten Text schneller ermüdet [41; S.29].

## 2.4.2 Multimediale Möglichkeiten zur Förderung von Verstehensprozessen

Multimediale Anwendungen, die die Visualisierung von Informationen ermöglichen fordern den Verstehensprozess [41; S.124].

Bilder können vielfältige Funktionen einnehmen, beispielsweise eine Erinnerungsfunktion (Pictogramme), eine Motivationsfunktion (Illustration) oder eine Konstruktionsfunktion. Eine Sequenz von Bildfolgen als Animation, Film oder auch als Standbildfolgen kann Zusammenhänge und Bewegungsabläufe besser verdeutlichen, als dies durch Text oder Sprache möglich ist.

Experimentelle Untersuchungen von *Mayer* und *Anderson* ergaben dass Animationen durch Texte erläutert und die Bewegungen kommentiert werden müssen, um bei dem Verstehensprozess durch die Visualisierung Vorteile zu erzielen [75].

## 2.4.3 Affektive und emotionale Komponenten des Lernens mit Multimedia

Beim CUU können Fehler gemacht werden, ohne dass daraus Konsequenzen (z.B. Strafen, Blossstellungen) entstehen. Die Beantwortung von Fragen kann ohne Zeitdruck erfolgen. *Carroll* [7; S.14] weist darauf hin, dass beim Programmierten-Unterricht "der Druck des Wettbewerbs... zwar nicht ganz vom Kind genommen, aber doch wesentlich reduziert" wird.

Die Situation des Lernens am Computer kann jedoch auch zu Irritationen, Frustration oder Ärger führen [2]. Gründe hierfür können sein, dass der Lernende Informationen des Computers nicht versteht oder nicht akzeptiert und der Rechner keine Alternativen oder Erläuterungen anbietet. Auch technische Fehlfunktionen oder Unverständlichkeit von Operationen des Computers können zu Frustration bis hin zum Abbruch des Lernprozesses führen. Computerängstlichkeit kann zur Ablehnung des Computers als Lernmedium führen. Die Ängstlichkeit der Lernenden wirkt auf die Performanz (Umgang mit Programmen) aus und kann in computerbasierten Tests zu schlechten Ergebnissen führen.

Die Entscheidung, sich mit einem Lernprogramm auseinanderzusetzen ist hauptsächlich davon abhängig, wie man seine eigene Fähigkeit mit dem Computer effektiv umzugehen einschätzt, so wie die Beurteilung der Effizienz der Methode an sich im Hinblick auf das gesetzte Lernziel. Die Nützlichkeit (z.B. Scheinerwerb) oder Attraktivität (z.B. Unterhaltungswert) der Software trägt eine entscheidende Rolle für oder gegen die Nutzung dieser als Lernmedium.

Schüler, die Fernsehen als 'leichte Lernmöglichkeit' einschätzen, neigen auch zu oberflächlichem Arbeiten und geringer Bereitschaft sich mental beim Lernen anzustrengen [119; S.351]. Studierende, die zur Erarbeitung einer Aufgabe mit anschließender Prüfung die Wahl zwischen Text und Film haben, entscheiden sich für den Text [120]. Damit steht multimediales Lernen vor einer ähnlichen Herausforderung wie das Bildungsfernsehen [85; S.181]. Das ideale Ziel eines guten Lernprogramms besteht darin, dass der Benutzer nicht mehr merkt, dass er bei der Nutzung einer Anwendungssoftware mit einem Computer arbeitet.

Die Entscheidung, einen bestimmten Inhalt mithilfe eines Lernprogramms zu erarbeiten, ist damit von einer Vielzahl konkreter Bewertungen abhängig. Bereits einzelne Faktoren, etwa die Einschätzung des Lernthemas als irrelevant oder die Zufriedenheit mit bisherigen Lernmethoden können dazu führen, dass Lernende sich gegen eine Bearbeitung des Lernprogramms entscheiden.

### 3. Fragestellung

Durch die EDV-Entwicklung wurde eine neue Methode im Einsatz von Lernmedien geschaffen, die in Form des Computer-Unterstützten-Unterrichts (CUU) berücksichtigt werden sollte.

Daraus resultierend besteht immer mehr der Bedarf nach fachbezogenen, themenspezifischen Lernprogrammen für verschiedene Bereiche der medizinischen und zahnmedizinischen Ausbildung, die dem aktuellen Wissensstand entsprechen.

Unter Einbeziehung der neuen Medientechnologien wurde die Aufgabe gestellt, ein elektronisches Lernsystem für die Kieferorthopädie unter Berücksichtigung zahnmedizinischer und informatischer Fragestellungen zu konzipieren und zu evaluieren. Um die Einarbeitung zu erleichtern und um das Programm nicht unnötig zu verfremden, sollten die Diagnosebögen verwendet werden, die von der Vorlesung bekannten Bögen ähneln.

Der Einsatz des Computers sollte die Möglichkeit bieten, mithilfe der grafischen Darstellungsverfahren und der Instruktionmethode Kenntnisse über das zu vermittelnde Wissen aus den Begleitvorlesungen und Praktika zu erlangen, die Studierenden zu motivieren und die Lerneffektivität zu steigern.

Die Bedienung des Programms sollte so einfach wie möglich gehalten werden, um auch Ungeübten den Zugang zum Computer zu erleichtern.

Anhand eines randomisierten Tests mit Studierenden sollte die Effektivität und Akzeptanz des Lernprogramms, sowie die Methode an sich überprüft und bewertet werden.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Einschätzung der Verwendungsmöglichkeiten multimedialer Anwendungen im Rahmen des Kieferorthopädischen Praktikums.

Der empirische Teil umfasst hierzu eine Zielgruppenanalyse sowie die Evaluation des kieferorthopädischen Lernprogramms „Orthotrainer“ an Studierenden der Zahnmedizin im klinischen Abschnitt.

## 4. Material und Methoden

### 4.1 Lehrveranstaltungen in der Kieferorthopädie

Die Kieferorthopädie ist die Lehre von der Diagnostik, Prophylaxe und Therapie von Dysgnathien. Unter einer Dysgnathie versteht man jegliche morphologische und funktionelle Abweichungen im Bereich des orofazialen Systems.

Die Kieferorthopädie gehört im Fach Zahnmedizin, neben Zahnerhaltung, Parodontologie, Prothetik und Chirurgie, zu den Hauptsäulen des klinischen Studienabschnitts. Dabei wird der Kieferorthopädie die Rolle eines zentralen Bindegliedes innerhalb der verschiedenen zahnärztlichen Disziplinen zugesprochen.

An der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf werden die Lehrveranstaltungen der Kieferorthopädie in 3 Semestern angeboten:

Im zweiten klinischen Semester werden im Kurs kieferorthopädische Technik mit der Begleitvorlesung die Grundlagen der Kieferorthopädie, die Verarbeitung kieferorthopädischer Drähte, Herstellung von Kieferorthopädischen-Modellen und -Apparaturen gelehrt.

Im dritten klinischen Semester werden im Kurs Kieferorthopädische Behandlung I, bestehend aus einem theoretischen und praktischen Teil, die Grundlagen zur Auswertung der Patientenunterlagen vermittelt und durch eine Klausur das vermittelte Wissen überprüft. Die Vermessung von Modellen, die Auswertung von Fernröntgenseitenaufnahmen und Fotos, die Umsetzung der kieferorthopädischen Technik sowie die Herstellung und Eingliederung von kieferorthopädischen Geräten soll damit den Studenten nahe gebracht werden.

Der kieferorthopädische Behandlungskurs II im vierten klinischen Semester gliedert sich in eine Begleitvorlesung, die die Grundlagen zur Erstellung einer kieferorthopädischen Diagnose vermittelt und mit einer Klausur abschließt, sowie in einen praktischen Kursteil, der aus einem wöchentlichen Famulaturunterricht und Patientenbehandlung besteht.

## 4.2 EDV

Im folgenden Kapitel werden die methodischen Konzepte bei der Entstehung der Software „Orthotrainer“ vorgestellt.

### 4.2.1 Hardware

Das Programm wurde auf einem handelsüblichen IBM kompatiblen Personal Computer entwickelt.

### 4.2.2 Software

Zur Erstellung des Lernprogramms wurde das Autorensystem Director 8.0 der Firma Macromedia verwendet. Dieses Programm verfügt über eine skriptorientierte Programmiersprache (Lingo) ein Control Panel und einen so genannten Projektor. Adobe Photoshop 6.1, ein Grafikprogramm zur Nachbearbeitung der digitalisierten Bilder wurde ebenfalls eingesetzt.

Als Betriebssystem wurde Windows xp Professional verwendet.

## 4.3 Material zur Erstellung des Programms

Die Fotos von den Modellen sowie die OPTG-, und FRS-Röntgenbilder wurden aus den Archiven der Poliklinik für Kieferorthopädie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf zur Bearbeitung für den „Orthotrainer“ entnommen.

Das vorliegende Lernprogramm „Orthotrainer“ wurde in Zusammenarbeit mit Herrn Walter Heimrath, Mitarbeiter des Audiovisuellen Zentrums der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, verwirklicht.

Der Patientenfall, der als Demonstrationsbeispiele herangezogen wurde, ist aus dem Archiv der KFO-Vorlesung ausgewählt worden.

#### 4.4 Zielgruppe

Die Zielgruppe für die Entwicklung des Lernprogramms waren Studenten im dritten klinischen Semester des Zahnmedizin-Studiums. Allgemeine zahnmedizinische Vorkenntnisse in Radiologie und Zahnerhaltung wurden vorausgesetzt. Zur Bedienung des Computers und des Lernprogramms wurden keine besonderen Fertigkeiten und PC-Kenntnisse vorausgesetzt.

#### 4.5 Leitprinzipien

Aus der Analyse bestehende Softwareangebote, aus technischen Überlegungen und aus den Vorgaben der Poliklinik für Kieferorthopädie ergaben sich folgende Leitprinzipien, die bei der Erstellung des „Orthotrainer“ besonders berücksichtigt wurden.

Der Computer sollte das Lernverhalten so wenig wie möglich negativ beeinflussen. Der zahnmedizinische Informationsgehalt des Programms sollte im Vordergrund stehen.

Die Anordnung und Darstellung des Programms wurde den üblichen Diagnosebögen, mit denen die Studierenden arbeiten nachempfunden.

## 4.6 Orthotrainer

Um ein Softwarekonzept zu erarbeiten, das den gewünschten Eigenschaften entspricht, mussten unterstützende Hilfsprogramme und eine geeignete Programmierumgebung ausgewählt werden.

## 4.7 Programmierung

Als Programmierwerkzeug wurde das Autorensystem „Director“ der Firma Macromedia gewählt. Das Layout des Programms wurde maßgeblich von dem Herrn Walter Heimrath aus dem Audiovisuellen Zentrum der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gestaltet.

Abbildung 4.1 zeigt die wichtigsten Fenster von „Director“: Bühne, Besetzung, Drehbuch, Steuerpult, Verhaltenskript, Verhaltensinspektor.

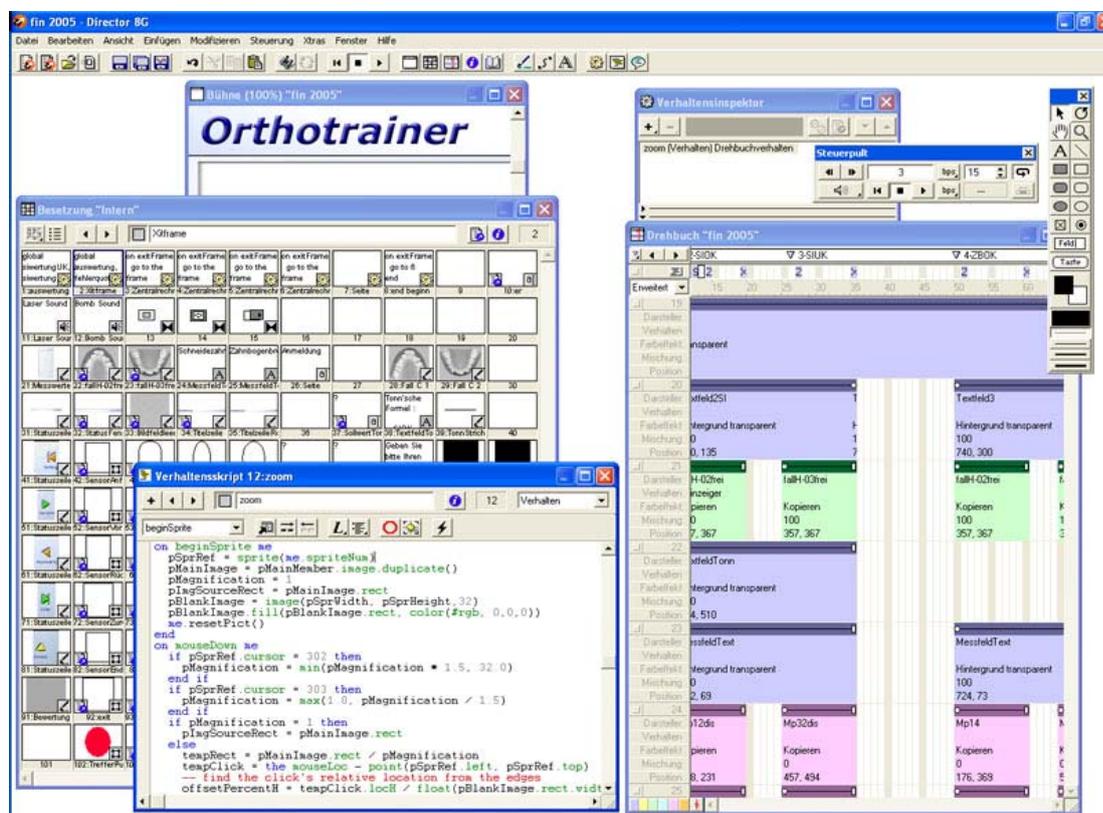


Abb. 1: Die Oberfläche von Direktor

## Die Bühne

Die Bühne ist das zentrale Fenster im „Director“. Abgeleitet von Theaterbegriff „Bühne“ wird der Anwender nur die Bühne sehen und nur auf dieses Fenster Zugriff haben. Alles, was sich hinter den Kulissen abspielt, alle Anweisungen des Regisseurs, alle Darsteller bleiben im Verborgenen. Sie werden nur auf Anweisung sichtbar und verschwinden wieder, wenn ihr Auftritt vorbei ist.

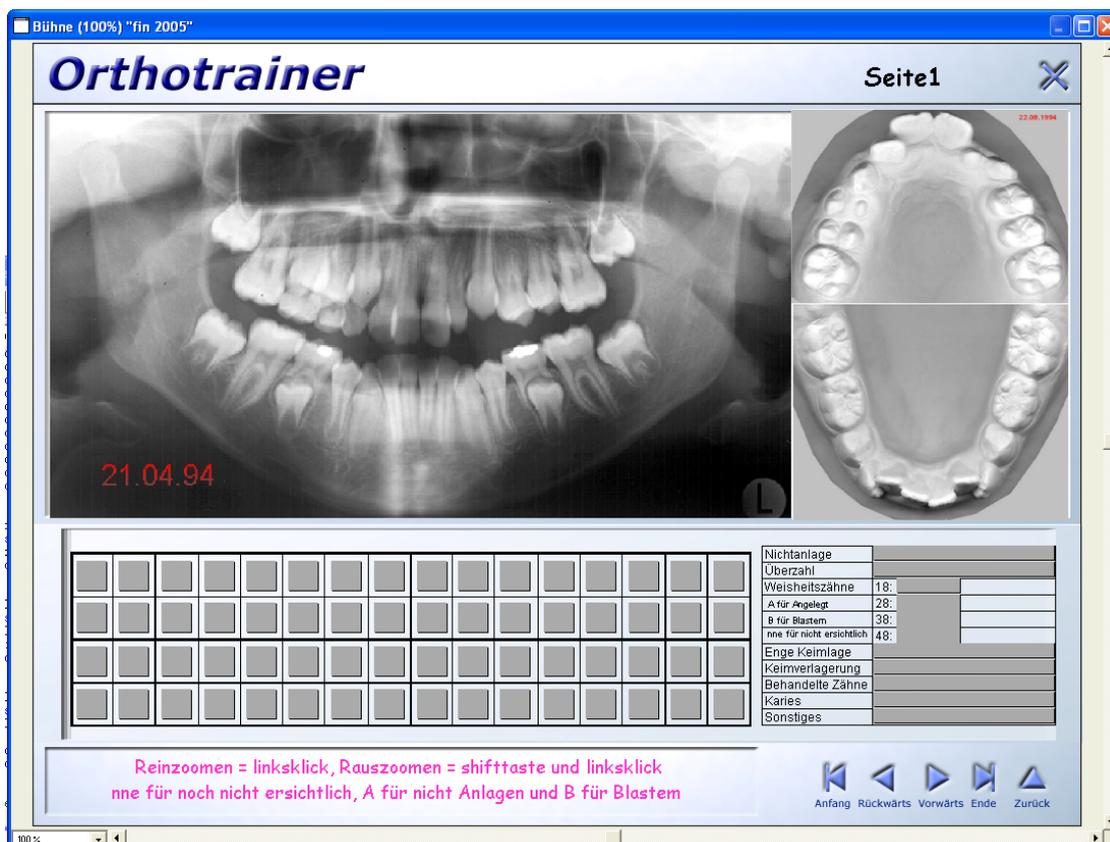


Abb. 2: Die Bühne als Anwendungsoberfläche

### Das Besetzungsfenster

Im Besetzungsfenster befinden sich die so genannten Darsteller. Auch hier besteht eine Analogie zum Theater. Darsteller sind alle Elemente, auch Sounds und Skripte, die für den Einsatz auf der Bühne vorgesehen sind. Alles, was für die Produktion benötigt wird, wird hier aufbewahrt.

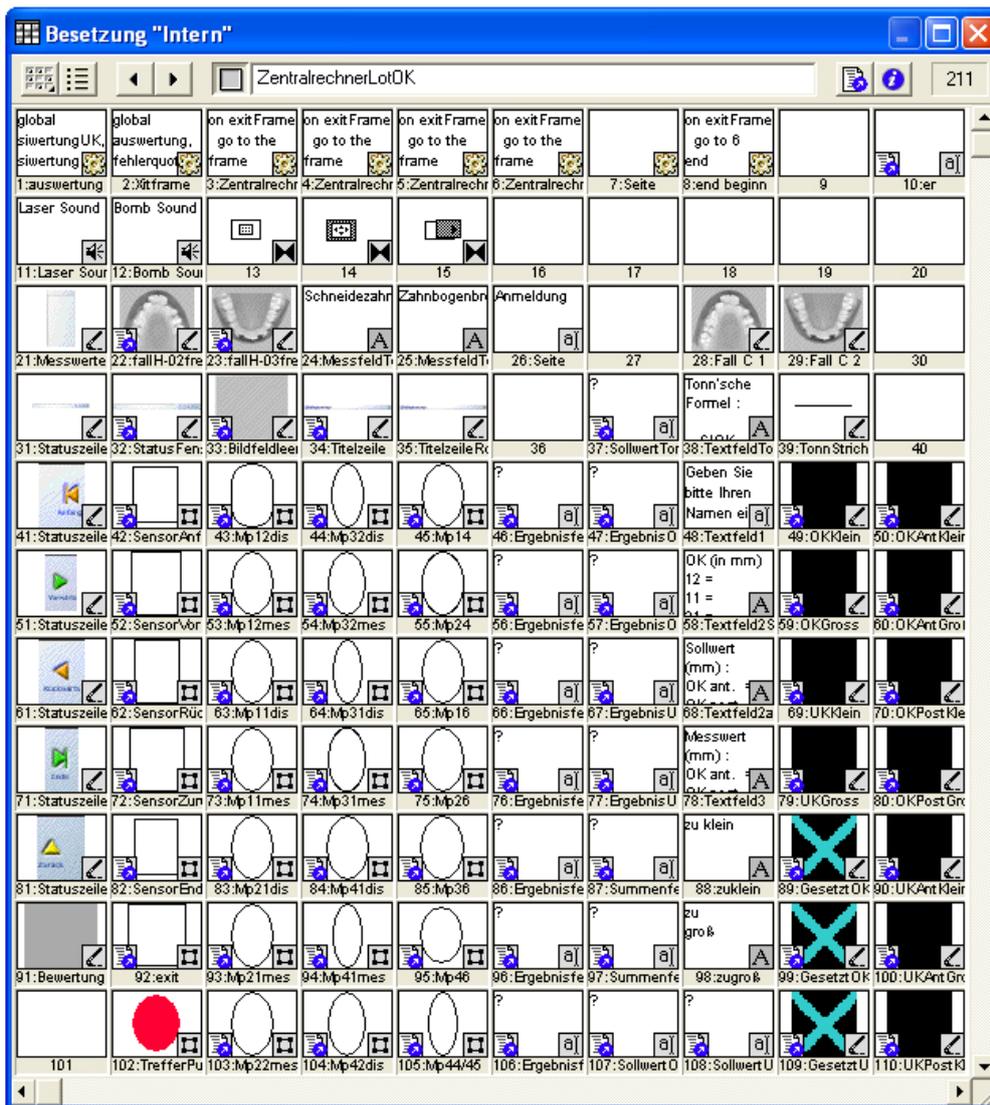


Abb. 3: Besetzungsfenster als interne Aufbewahrungsordner

## Das Drehbuch

Im Drehbuch geht die eigentliche Arbeit mit Director vonstatten. Hier wird angegeben, wie, wann und wo ein Darsteller bzw. eine Anweisung aus der Besetzung auf der Bühne erscheinen soll.

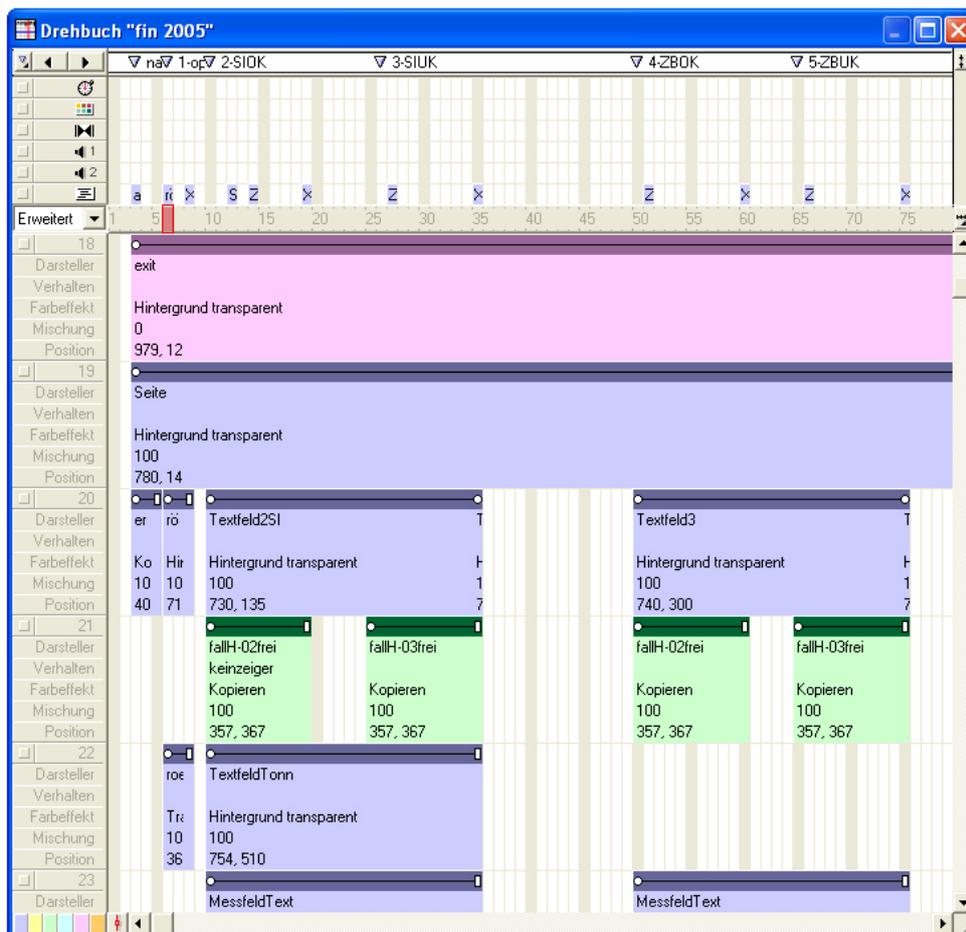


Abb. 4: Das Drehbuch fungiert als Befehlsordner für alle Darsteller.

## Kanäle

In Director existieren verschiedene Arten von Kanälen:

**visuelle Kanäle:** Über diese Kanäle werden die sichtbaren Elemente auf der Bühne platziert.

**Tempokanal:** Der Tempokanal bestimmt die Geschwindigkeit des Abspielvorgangs in Director und ermöglicht die zeitlichen Abläufe zu regeln.

**Farbpalettenkanal:** Dient zur Erstellung der Farben von Elementen auf der Bühne. Sie ermöglicht die Erzeugung von Farbeffekten.

**Übergangskanal:** Er dient der Gestaltung von Bildübergängen. Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten zur Gestaltung von den Übergängen von einem zum nächsten Bild, dabei kann die gesamte oder nur ein Bereich der Bühne mit einbezogen werden. Man kann neben der Art des Übergangs auch seine Dauer (bis zu 30 Sekunden) und seinen Weichheitsgrad bestimmen.

**Soundkanal:** Die Möglichkeit, Sound direkt in Director zu bearbeiten, ist durch diesen Kanal gegeben.

**Skriptkanal:** Im Skriptkanal werden die erstellten Skripte abgelegt. Die Skripte sind in Lingo, der Programmiersprache von Director hergestellt.

## Verhaltensinspektor

Mit dessen Hilfe ist es möglich, Darstellern vorgefertigtes Verhalten zuzuweisen oder ein eigenes Verhalten zu erstellen.



Abb. 5: Verhaltensinspektor des Direktors für einzelne Darsteller

## Das Steuerpult

Das Steuerpult ist Abspielgerät und Kontrollkonsole in einem. Es besitzt die gleichen Funktionen wie Video- oder Kassettenrecorder.

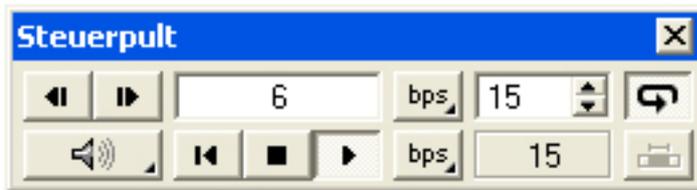


Abb. 6: Steuerpult als Abspielgerät und Kontrollkonsole

## Die Programmiersprache „Lingo“

Lingo ist die Programmiersprache der Authoringsoftware Macromedia Director. Lingo war in früheren Versionen von Director eine interpretierte Sprache. Aus Performancegründen wird Lingo mittlerweile vor der Ausführung kompiliert. Wegen der Vielzahl der integrierten Medien und der damit verbundenen Eigenschaften und Funktionen kennt Lingo mehrere hundert Schlüsselwörter.

## 4.8 Die Durchführung der Evaluation

Zur Durchführung der Evaluationsstudie war es notwendig, gute Rahmenbedingungen zu schaffen.

In der Zusammenarbeit mit dem Rechenzentrum der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf konnte den Studierenden für die Dauer von zwei Stunden ein Computerpool mit über 25 PCs zur Verfügung gestellt werden.

Das Programm lief nach Einfügen der Datei „Orthotrainer.exe“ auf den Festplatten ohne Probleme und wies keinen Fehler auf.

Jeder Student hatte für zwei Stunden einen mit „Orthotrainer-Programm“ vorinstallierten PC zu Verfügung, und besaß die Möglichkeit, sich mit dem Programm „Orthotrainer“ auseinanderzusetzen. Die Zeit war mehr als ausreichend, da die meisten Studenten nach etwa 40 Minuten mit der Bearbeitung des Programms fertig waren. Während des gesamten Zeitraums war in dem Raum eine Aufsichtsperson bzw. ein Ansprechpartner anwesend. Nach Beendigung des Programms bekam jeder Student einen Evaluationsbogen ausgehändigt. Hier wurden Fragen zu Beurteilung eigener Computerkenntnisse sowie spezifische Fragen zu dem Programm „Orthotrainer“ gestellt. Als Evaluationsmethode wurde eine innere nicht vergleichende Kontextevaluation ausgewählt. Dabei war die Fragestellung der Evaluationsstudie die Eignung des Orthotrainers als Lernmedium und seine lernpsychologische Wirkung und Akzeptanz auf den Anwender.

Bei 14 von 17 Fragen, wurde eine Ordinalskala [84] von eins (= „sehr gut / zutreffend“) bis fünf (= „sehr schlecht / nicht zutreffend“) verwedet. Bei den restlichen Fragen konnten die Studierenden einen freien Text eintragen.

**Fragebogen**

Semesterzahl:	
---------------	--

Alter :			
Geschlecht :	<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td style="width: 20px;">m</td> <td style="width: 20px;">w</td> </tr> </table>	m	w
m	w		

Geben Sie Ihre Bewertung durch ein Kreuz im entsprechenden Feld an.

1=sehr gut/zutreffend  
5= sehr schlecht/nicht zutreffend

		1	2	3	4	5
1	Bewerten Sie Ihre eigenen Kenntnisse im Umgang mit dem Computer.					
2	Bewerten Sie die Bedienbarkeit des Programms.					
3	Bewerten Sie die Darstellung des Stoffes.					
4	Wie nützlich finden Sie das Programm?					
5	Wie hat Ihnen das Programm gefallen?					
6	Es wäre gut, wenn dieses Programm mehr Beschreibungen und Erklärungen enthielte.					
7	Das Programm ermöglicht eine gute Überprüfung des gelernten Stoffes.					
8	Dieses Programm würde ich zusätzlich zum Lernen benutzen.					
9	Dieses Programm motiviert mich, mich weiter mit dem Stoff auseinanderzusetzen.					
10	Ein solches Programm kann einen Prüfungsbogen zur Kontrolle des Gelernten ersetzen.					
11	Ich kann mit dem Programm schneller und effizienter mein Wissen kontrollieren.					
12	Einen Lernerfolg durch dieses Programm habe ich wahrgenommen.					
13	Ich hätte gerne weitere Fallbeispiele.					
14	Bei 10 Fallbeispielen wäre ich bereit ein Betrag von 20€ dafür auszugeben.					

15	Was sollte an dieses Programm geändert werden?

16	Was gefällt Ihnen an dieses Programm besonders gut?

17	Haben Sie weitere Anmerkungen, Kritik oder Vorschläge zum Programm?

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Das Programm „Orthotrainer“

#### Die Präsentation

Die Oberfläche des Programms ist vollständig grafisch orientiert. Das Lernprogramm ist, sofern dies möglich war, dem klassischen Diagnosebogen nachempfunden.

#### Seitenaufbau

Der Orthotrainer besteht aus 22 Seiten, wobei die erste Seite zur Anmeldung des Benutzers und die letzte Seite zur Auswertung der Angaben dient.



Abb. 7: Startseite des Programms zur Anmeldung des Benutzers

Die so genannte Bühne bzw. Seitenlayout untergliedert sich in folgende Felder:

**Bildfeld:** Das Bildfeld ist zur besseren Kontrastierung auf einen grauen Hintergrund aufgebaut. Auf diesem Feld kann der Anwender interaktiv eingreifen und die im Statusfeld angegebenen Anweisungen befolgen.

**Textfeld:** Rechts auf der Bildschirmseite erscheinen die Auswertungsergebnisse. In manchen Fällen kann der Anwender in diesem Feld Kommentare auswählen bzw. eingeben.

**Statusfeld:** In diesem unteren Bereich des Seitenlayout erscheinen Anweisungen und Hilfestellungen.

**Navigationsfeld:** Dies ist auf dem Bildschirm unten auf der rechten Seite dargestellt. Es ermöglicht das Vor- und Zurückblättern.

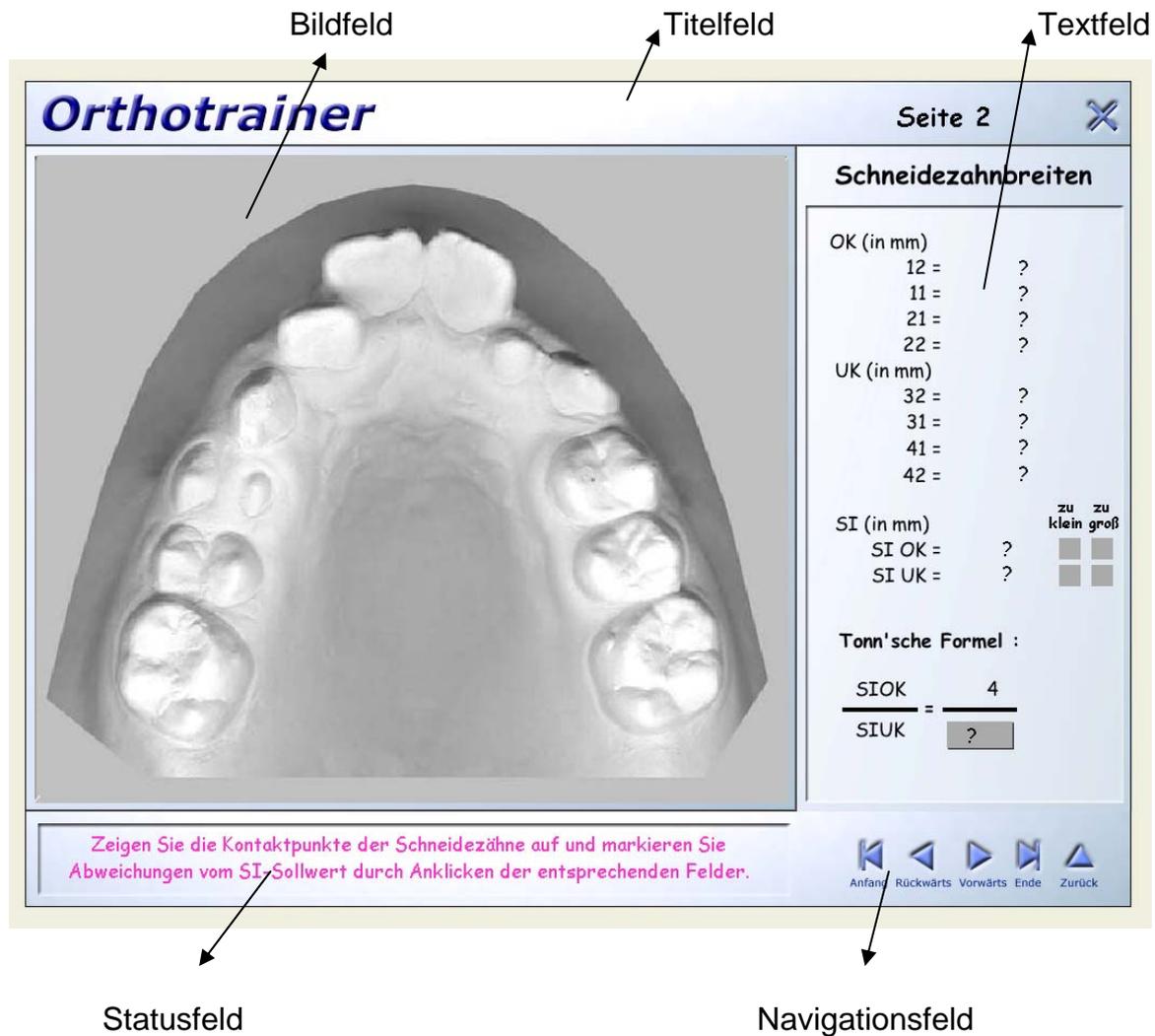
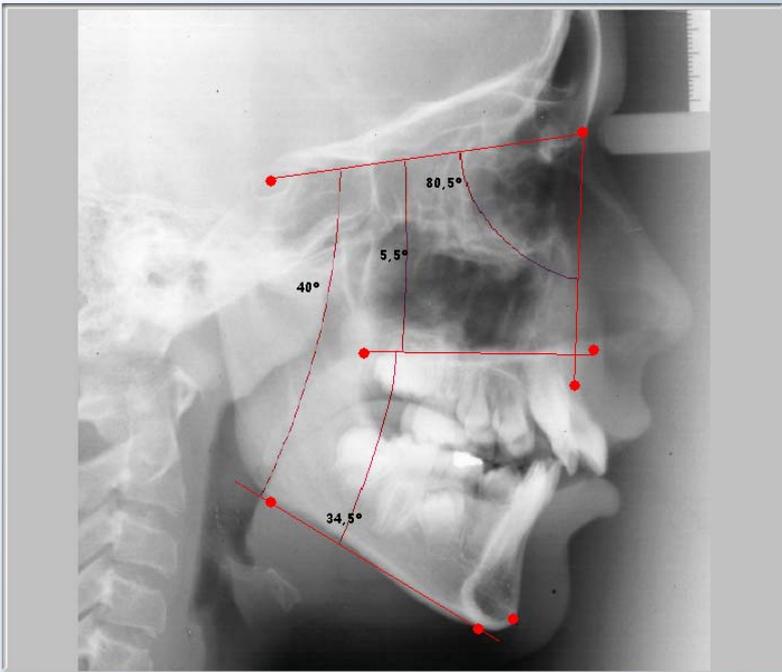


Abb. 8: Gliederung der Bühne in unterschiedliche Felder

## Bedienung des Programms

Dieses Programm verfügt über zwei aktive Fenster sowie ein Navigationsfeld, mit dem man durch die Seiten Blättern kann und falls notwendig auch zur Anfangsseite oder Auswertungsseite springen kann.

**Orthotrainer**
Seite 19 ✕



### Kephalemtrie

Sagittale Strukturen		
SNA	Maßwert	Maxilläre Orthognathie
82,0° ± 3°	<b>80,5°</b>	
SNB	Maßwert	
80,0° ± 3°		
ANB	Maßwert	
2° ± 2°		
WITS	Maßwert	
1 ± 2 mm		
Vertikale Strukturen		
NL-NSL	Maßwert	Neutrale Neigung des OK
8,5° ± 3°	<b>5,5°</b>	
ML-NSL	Maßwert	Anteriore Neigung des UK Neutrale Neigung des UK Posteriore Neigung des UK
32° ± 6°	<b>40°</b>	
ML-NL	Maßwert	Neutrale Divergenz
23,5° ± 3°	<b>34,5°</b>	
ArGoMe	Maßwert	
126° ± 10°		
Schneidezahnachsenstellung		
IOK-NL	Maßwert	
112,5° ± 3°		
IUK-ML	Maßwert	
90° ± 3°		
IOK-IUK	Maßwert	
131° ± 6°		

Geben Sie die Diagnose zur **ML-NSL**, indem Sie rechts auf die Diagnosefelder klicken.

⏪
⏩
⏴
⏵
⏶
⏷

Anfang Rückwärts Vorwärts Ende Zurück

Abb. 9: Diagnosebestimmung am Beispiel der Kephalemtrie

Nach Bearbeitung der 20 virtuellen Seiten besteht auf der Abschlusseite die Möglichkeit die angegebenen Diagnosen auszuwerten. Falsche Diagnosen werden rot markiert, so dass der Anwender diese leicht als Fehler erkennen und seine Diagnose korrigieren kann. Dabei wird die gesamte Fehlerzahl im Statusfeld angegeben und nach jeder Auswertung erneut berechnet.

**Orthotrainer** Seite 19

**Kephalometrie**

Sagittale Strukturen		
Struktur	Meßwert	Diagnose
SNA	82,0° ± 3°	Maxilläre Orthognathie
SNB	80,0° ± 3°	Mandibuläre Retrognathie
ANB	2° ± 2°	Distobasale Diskrepanz
WITS	1 ± 2 mm	Neutrale Kieferrelation
ML-NSL	8,5° ± 3°	Neutrale Neigung des OK
ML-NSL	32° ± 6°	Anteriore Neigung des UK
ML-NL	23,5° ± 3°	Hyperdivergenz
ArGoMe	126° ± 10°	Kleiner Kieferwinkel
Schneidezahnachsenstellung		
IOK-NL	112,5° ± 3°	Neutral
IUK-ML	90° ± 3°	Neutral
IOK-IUK	131° ± 6°	Großer Interinzialwinkel

Bestimmen Sie die für die FRS-Diagnose notwendigen Punkte und geben Sie anschließend die Diagnose für den jeweiligen Winkel.

⏪ ⏩ ⏴ ⏵ ⏮ ⏭  
 Anfang Rückwärts Vorwärts Ende Zurück

Abb. 10: Fehlerdarstellung beim Orthotrainer

## 5.2 Ergebnis der Evaluation

### Frage 1

Elf von 21 Studenten gaben an, mit dem PC gut bzw. sehr gut umgehen zu können. Zehn Studenten meinten, dass sie befriedigende bzw. ausreichende Kenntnisse im Umgang mit PC besitzen. Kein Student bewertete seine PC Kenntnisse mit mangelhaft.

### Frage 2

Zwölf Studenten bewerteten die Bedienbarkeit des Programms mit gut bzw. sehr gut. Ein Student gab an mit der Bedienung des Programms Schwierigkeiten gehabt zu haben und bewertete diese als ausreichend.

**Frage 3**

Zur Darstellung des Stoffes waren elf Studenten der Meinung, dass dies sehr gut gelungen sei und bewerteten sie mit sehr gut bzw. gut.

Jedoch fünf Studenten meinten, dass die Darstellung nicht gut gelungen sei und bewerteten sie mit ausreichend.

**Frage 4**

Ein Student bewertete dieses Programm als nicht notwendig.

Elf Studenten bewerteten dies als gut bzw. sehr gut.

**Frage 5**

Vier Studenten fanden an diesem Programm keinen Gefallen.

Zwölf Studenten fanden dieses Programm ansprechend.

**Frage 6**

19 Studenten fanden, dass es an den Erklärungen und Beschreibungen mangelte.

Ein Student meinte, dass weitere Beschreibungen nicht notwendig seien.

**Frage 7**

Vier Studenten meinten, dieses Programm ermögliche nur ausreichend bzw. nicht genügend eine Überprüfung des bereits gelernten Stoffes.

Zehn Studenten stimmten der Aussage zu, dass das Programm sie bei der Überprüfung des bereits Gelernten unterstütze.

**Frage 8**

Fünf Studenten würden dieses Programm nicht beim Lernen benutzen.

13 Studenten würden dieses Programm gerne bzw. sehr gerne verwenden.

**Frage 9**

Drei Personen erfuhren durch das Programm keinen Motivationsschub, sich intensiver mit der Materie auseinanderzusetzen. Sieben Studenten bejahten dies.

**Frage 10**

Neun Personen waren der Meinung, dieses Programm könne die klassischen Diagnosebögen zur Kontrolle des Gelernten ersetzen. Sechs Studenten waren der Meinung dies sei nicht möglich.

**Frage 11**

Neun Studenten stimmten zu, mit dem Programm schneller und effizienter Ihr Wissen kontrollieren zu können. Fünf Studenten verneinten dies.

**Frage 12**

Drei Studenten haben ein Lernerfolg durch diese Programm wahrgenommen. Sieben Studenten widersprachen dem.

**Frage 13**

Drei Studenten mochten eher kein weiteres Fallbeispiel. 16 Studenten mochten im Gegensatz sehr gerne weitere Fallbeispiele.

**Frage 14**

Fünf Studenten wären für zehn weitere Fallbeispiele bereit, 20 Euro zu zahlen. Dahingegen wären elf Studenten nicht bereit für diese Software 20 Euro auszugeben.

**Zur Befragung, was man an dieses Programm ändern sollte, wurden folgende Angaben gemacht:**

Hauptsächlich verlangten die Studenten folgende Verbesserungen des Programms:  
Mehr Erläuterung und Erklärungen nach Ende des Tests,  
theoretische Hilfestellung zum Zweck des Lernprozesses,  
Drehbarkeit der Modelle (Dreidimensionale Darstellung) und  
die Möglichkeit, die Punkte selbst zu definieren.

**Zu der Frage, was den Studenten an dieses Programm besonders gefallen hat, wurde folgendes angegeben:**

Ständige Wiederholbarkeit,  
einfache Handhabung,  
schnelle Bewertung,  
Darstellung und Übersicht,  
gute Übungsmöglichkeit.

**Anmerkung und Kritik zu dem Programm:**

Das Finden der Punkte war störend, vorteilhafter wäre, wenn der Benutzer selbst die Punkte platzieren könnte.

## 6 Diskussion

Aufgrund der Weiterentwicklung in der universitären Lehre war es in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf erwünscht, mit überschaubarem Aufwand ein Lernprogramm zu entwickeln und zu überprüfen, welches eine zusätzliche Möglichkeit für eine zeitgemäße Wissensvermittlung ermöglicht.

Hierbei wurde als Ziel definiert:

Die Akzeptanz des computerunterstützten Unterrichtes bei Lernenden zu erhöhen, sowie die Kosten so niedrig wie möglich zu halten. Dies konnte durch die ausgewählte Hardware und die selbst entwickelte Software realisiert werden.

Die Probleme traditioneller Lernmethoden und die Entwicklung des computerunterstützten Unterrichtes unter Berücksichtigung lerntheoretischer Ansätze haben gezeigt, dass ein Bedarf an CUU als additive Lernmethode vorhanden ist.

Qualitätsmessung, -prüfung und -weiterentwicklung von Lehr- und Lernmitteln sind in der Medizin und Zahnmedizin besonders wichtig, denn sie können einen Einfluss auf das zukünftige ärztliche Handeln ausüben. Aufgrund der Publikationsflut [21] ist der Markt für Lernmedien sehr unübersichtlich geworden, dabei dient die Evaluation zur Selektion verschiedener Programme sowie zur Verbesserung und Verbreiterung medizinischer CUU-Systeme. Problematisch ist dabei, dass nicht nur ein einzelnes Medium, sondern ein ganzes System mit technischen, didaktischen, medizinischen und methodischen Aspekten bewertet wird [25]. Hinzu kommt, dass es sehr mühsam und schwierig ist, sich einen Überblick über ein CUU-Programm zu verschaffen [15], da dazu eine längere Sitzung am Computer absolviert werden müsste. Zudem ist die Bedienung eines Computers im Vergleich zur Handhabung eines Buches viel komplexer und verschiedene Produkte weisen auch eine Vielzahl von Funktionsunterschieden auf, die auf den ersten Blick nicht zu erkennen sind.

In den folgenden Abschnitten erfolgt eine Einordnung des Orthotrainers in das bestehende Gefüge von Lernmitteln in der zahnmedizinischen Ausbildung. Darüber hinaus werden Perspektiven für die Weiterentwicklung dieses Lernsystem entworfen.

Der Orthotrainer ist nicht als Ersatz der bisherigen Ausbildungsmethoden gedacht, sondern als Ergänzung zum klassischen Methodenspektrum (Vorlesung, Kurs, Buch). Das Computersystem orientiert sich an den bereits in den Vorlesungen und bei den Prüfungen angewendete Diagnosebögen.

Mit Orthotrainer wurde ein Computerprogramm geschaffen, das in erster Linie vom Studierenden als Kontrolle der kieferorthopädischen Diagnosebögen angewendet werden sollte.

Ein spielerischer Wissenserwerb spricht für den Einsatz von Orthotrainer in der zahnmedizinischen Ausbildung. Bei der Entwicklung und beim Einsatz von CUU-Programmen ist es immer wichtig, dass die neuen Methoden eine Verbesserung und eine Steigerung der Lerneffektivität bewirken [74].

Bei der Erstellung des Programms Orthotrainer wurde auf klare Linien, angenehmes Farbdesign, Einheitlichkeit und Übersichtlichkeit geachtet.

Als Leitprinzip für den Orthotrainer wurde definiert: Der medizinische Informationsgehalt des Programms steht über den informatischen Möglichkeiten und Notwendigkeiten. Der Computer soll unter Berücksichtigung computertechnischer Vorteile so wenig wie möglich das Lernverhalten negativ beeinflussen. Dieses Vorhaben konnte weitgehend umgesetzt werden. Sämtliche Bildschirmseiten wurden standardisiert, so dass der Benutzer nicht durch ein ständig wechselndes Design abgelenkt wird. Aufgrund einer optimierten Programmierung und Herstellung des Programms mithilfe des Autorensystems „Director“ konnten die Systemvoraussetzungen niedrig gehalten werden. Auch die Anwendbarkeit des Programms über Internet ist gegeben.

Im Rahmen der Diskussion um die Verbesserung von medizinischen Ausbildungsordnungen favorisieren viele Studierende der Medizin das problemorientierte Lernen (POL) [54, 108]. Multimediatechnologien können eine gute Grundlage für das problemorientierte Lernen bilden [26].

Sie gehen über die methodischen Möglichkeiten der Vorlesung hinaus. Moderne Darstellungstechniken wie die Kombination von Medien, überlagernde Erklärungen und Animationen können Zusammenhänge besser verdeutlicht werden. Der wesentliche Unterschied der CUU zur Vorlesung besteht jedoch darin, dass die Lernprozesse bezogen auf Beginn und Abbruch des Lerninformations und Lernprozesses von den Studierenden und nicht mehr vom Hochschullehrer gesteuert

werden, sowie die bestehende Möglichkeit zur permanenten Wiederholung des Lernstoffs.

Die in der Literatur beschriebenen Vorteile des Computer-Unterstützten-Unterrichtes in der medizinischen Ausbildung liegen im interaktiven und problemorientierten Lernmodus [4, 8, 9, 14, 30, 31, 36, 37, 38, 67, 76, 80, 86, 100, 111], in der individuellen Beeinflussbarkeit des Lernprozesses [8, 9, 12, 31, 34, 61, 73, 86, 106, 110, 115, 129], in der direkten Leistungsübersicht [4, 34, 37, 102] und in der beliebigen Wiederholbarkeit [1, 9, 13, 34, 37, 55, 59, 61, 82, 86].

Ein überzeugender Vorteil Erfahrungen zu sammeln bietet die Simulation realer Fälle [1, 9, 40, 48, 55, 61, 67, 76, 100]. Durch die Anwendung von Graphiken ermöglicht der CUU das visuelle Gedächtnis und das räumliche Vorstellungsvermögen zu trainieren [49, 55, 67, 68, 69, 80, 87, 110, 111, 112, 117]. In der Literatur bestehen bezüglich der Effektivität von CUU im Vergleich zu traditionellen Lernmethoden unterschiedliche Angaben. Meistens sind die Leistungen der Studierenden bei der Überprüfung der am Computer erlernten Inhalte gleich gut oder besser.

Der hier angewendete Evaluationsbogen wurde nicht konzipiert, um unterschiedliche Lernformen zu testen und zu vergleichen, sondern um die Akzeptanz der Studierenden gegenüber CUU zu hinterfragen.

Den Beitrag, den Studierende der Zahnmedizin bei der Entwicklung eines Lernprogramms leisten können, darf man nicht unterschätzen, denn sie können als Zielgruppe wichtige Impulse für eine zeitgemäße und angepasste Programm-erstellung geben.

Die Ergebnisse der Evaluation des Lernprogramms Orthotrainer werden im Folgenden im Hinblick auf die Ziele der vorliegenden Arbeit diskutiert. Hierzu gehören die Konsequenzen der Untersuchung für den Einsatz von computer-gestützten Lernprogrammen im Zahnmedizinstudium.

Die Studierenden sollten per Fragebogen die eigenen Computerkenntnisse und zu den Darstellung des Programms Stellung nehmen.

Bei der Befragung der Studenten, die mit dem hier vorgestellten Programm gelernt haben, wurde festgestellt, dass die Akzeptanz des neuen Lernmediums hoch war.

Auch die allgemeinen Vorteile des Computer-Unterstützten-Unterrichtes, wie schnelle und kompakte Verfügbarkeit des Lernmaterials sowie die Möglichkeit zur permanenten Selbstüberprüfung, konnten durch die Befragung bestätigt werden.

Die Studierenden kamen ohne tutorielle Anleitung mit dem Lernprogramm zurecht. Der Bildschirmaufbau wurde als übersichtlich empfunden, die Navigationsmöglichkeiten waren leicht verständlich. Hervorgehoben wurden die einfache Bedienbarkeit, die motivierende graphische Gestaltung und eine gute Strukturierung des Programms. Die Auswertung des Fragebogens ergab, dass die Bedienbarkeit und die Schnelligkeit des Programms mit einem arithmetischen Mittelwert von 1,5 bewertet wurden.

Insgesamt erscheint die Benutzeroberfläche in hohem Maße für das selbständige Erarbeiten von Lerninhalten geeignet, so dass der „Orthotrainer“ auch zu Hause bearbeitet werden kann. Nur ein Studierender war mit der Bedienung des Programms unzufrieden und ein Studierender fand das Programm als nicht notwendig.

Die Frage nach einem angemessenen Preis für das Programm Orthotrainer diene dem Zweck herauszufinden, wie stark die Akzeptanz der Studierenden zu neuen Medien gegenüber klassischen Lernmedien ist. Hierzu äußerten 23% der Studierenden, dass sie evtl. Geld für diese Lernsoftware ausgeben würden. Trotz dieser klaren Verneinung verlangten dennoch 76% der befragten Studierenden weitere Fallbeispiele.

Nach ihrer eigenen Einschätzung glaubten die Studierenden, dass sie mit dem Orthotrainer schneller ihr Wissen kontrollieren könnten.

61% der Studierenden würden gerne zur Prüfungsvorbereitung auf das Lernprogramm zurückgreifen.

Die Evaluationsergebnisse sprechen im Einklang mit der Literatur dafür, dass Computerlernprogramme eine hohe Akzeptanz bei den Studierenden aufweisen.

1991 stellte *Stein et al.* [105] ein Programm vor, welches zur Archivierung von Röntgenbildern diene und im Rahmen des Studentenunterrichtes als Lernprogramm angewendet wurde. Die Hardwarekosten betragen seinerzeit ca. 6000 \$.

*Goldberg et al.* [30] entwickelten ein Programm Namens „MITS“. Es handelte sich hierbei um ein Programm zur Erlernung der Bildinterpretation von Kontrastmitteldarstellungen des Magen-Darm-Traktes. Die Programmierung erfolgte in der Programmiersprache C. Als Hardware diene ein IBM PS/2. Die Kosten für die Erstellung des Programms betragen ca. 7500 \$.

*Narayan* [78] stellte das Lernprogramm „Head“ vor, welches digitalisierte animierte 3D Modelle des menschlichen Kopfes integrierte. Das Programm wurde an der

University of California in Los Angeles (UCLA) im Rahmen des Neuroscience-Unterrichtes angewandt und lief auf einer UNIX Workstation.

„Ventrol“ ist ein Programm zur Erlernung der kontrollierten Beatmung. Das Programm wurde an der New Jersey Medical School im Rahmen einer Seminarstunde eingesetzt [6]. Es besteht aus drei Abschnitten: Tutorial, Simulation und Testung. Im Tutorialteil wird die Beatmung im Allgemeinen und ihre beeinflussenden Faktoren erläutert.

Im Simulationsteil kann der Anwender über verschiedenen einstellbare Variablen Veränderungen an der kontrollierten Beatmung vornehmen. Der letzte Teil erlaubt abschließend die Überprüfung der gelernten Inhalte.

Das erste Experten-System „MYCIN“, welches an der Stanford Universität in Kalifornien entwickelt wurde, war vorgesehen als Hilfsmittel bei der Erlernung der Diagnostik und Therapie der Meningitis und der Sepsis. Das Programm war allerdings schnell überholt, da es langsam arbeitete und seine Bedienung schwierig war [62].

1982 wurde die erste Version von „INTERNIST“ von *Miller* herausgegeben, welches differentialdiagnostische Überlegungen anhand von Symptomen erarbeitete. Dieses Experten-System erfüllte mehrere Funktionen, da es einmal als Entscheidungshilfe für die medizinische Diagnostik, zweitens als Lernprogramm und drittens als schneller Zugang zu Informationen in Form von Meta-Wissen (Zusammenfassung wichtigster Artikel) diente.

Alle genannten Programme wiesen Nachteile in Form eines hohen Programmieraufwandes, hoher Anschaffungskosten, mangelnder Performance oder unkomfortabler Benutzerführung auf.

Die von *Mitchells* [77] ausgewerteten Ergebnisse bezüglich eines Computerlernprogramms auf dem Fachgebiet der Rheumatologie zeigten, dass das Lernprogramm genauso effektiv wie traditionelle Methoden war. In der subjektiven Beurteilung wurde das Programm als die einzige effektive Methode beurteilt, sogar effektiver als die Patientenuntersuchung.

Keine Unterschiede in der Lerneffektivität dahingegen zeigte eine Studie an der Xavier-Universität in Cincinnati, wobei eine Gruppe nach traditionellen Methoden unterrichtet wurde, die andere mit CUU [94].

Wu [127] berichtet über ein Pathologie-Lernprogramm für IBM-kompatible PC's mit Falldarstellungen. Dieses beinhaltete Anamnese, Labor, EKG, Röntgen und CT-Ergebnisse. Die Studierenden wurden in zwei Gruppen randomisiert: Gruppe 1, die sich den Lernstoff mittels Lesen von Literatur aneignete, und Gruppe 2, welche sich des Lernprogramms bediente. Statistisch war kein signifikanter Unterschied zwischen den zwei Gruppen nachweisbar. Bei der subjektiven Befragung, welche der beiden Methoden bevorzugt wurde, entschieden sich 86 % für CUU.

Harasym [36] berichtet über das Programm MAPS von der University of Calgary, welches Fallsimulationen darstellt. Seine Untersuchung zeigte, dass das Lernprogramm Büchern überlegen war. Studierende forderten die häufigere Anwendung von Computerlernprogrammen im Rahmen der medizinischen Ausbildung.

„Macheart“ ist ein Lernprogramm zum Studium der Herzanatomie, welches für Macintosh Computer erstellt wurde. Die Erprobung mit Studierenden zeigte, dass diejenigen, die allein eine Textunterweisung im Rahmen des Programms erfuhren, das Interesse am Lernprogramm schnell verloren. Die Integration von Graphiken und digitalisierten Bildern erhöhte deutlich die Leistungsbereitschaft und verbesserte die Testergebnisse [104].

Auch Lonwe [69] berichtet über ein Computerlernprogramm zum Erlernen von ophthalmologischen Notfällen, welches in Schweden eingeführt und getestet wurde. Graphiken dienten zur Illustration. In einem anschließenden Test wurden insgesamt 35 Studierende überprüft, wobei die Computergruppe deutlich besser abschnitt.

Hingegen berichten Renkl, Gruber und Mandl [90; S. 133] über Schwierigkeiten im Umgang mit einem problemorientierten Lernprogramm zum Thema Bluterkrankungen: Die Studierenden schenken dem Programm zu wenig Aufmerksamkeit, konnten die Symptome und möglichen Diagnosen nur unzureichend miteinander verknüpfen. Daher gelang es vielen Studierenden überhaupt nicht, kausale Erklärungen herzustellen.

Ein weiterer Versuch wurde von der Arbeitsgruppe 'InStructure Tool' [22] aufgestellt. Mithilfe von Mappingverfahren sollten die Strukturierungsfähigkeit der Studierenden gestärkt und das problemorientierte Lernen gefördert werden. Das definierte Ziel lautete hierbei: eine gelungene Wissensanwendung in komplexen Situationen, welches nur teilweise erreicht wurde.

Der Erfolg bei den Diagnosen war zum Großteil abhängig vom bestehenden Vorwissen, so dass der Einsatz von computerbasierten Mappingverfahren auch im Bereich des computerunterstützten Lernens in der Medizin nicht bedenkenlos empfohlen werden kann.

*Schulmeister* [97; S. 410] ist der Ansicht, dass wenn überhaupt positive Effekte der CUU zugesprochen werden, dies die Folge des Designs und der Handhabung des Programms sind. Auch der Anspruch auf leichteres oder schnelleres Lernen mit multimedialen Anwendungen ist kritisch zu beurteilen. Da die Informationen umso besser behalten werden, je mehr der kognitive Apparat damit arbeitet, mit je mehr Strukturen die Informationen in Kontakt kommen und je mehr Operationen mit ihnen ausgeführt werden [120; S. 513]. Multimediales Lernen wird umso erfolgreicher sein, je intensiver sich ein Lerner mit dem Medium auseinandersetzt, die dort gegebenen Informationen wahrnimmt und durchdenkt.

Die bisher publizierten Ergebnisse zeigten zwar tendenziell eine Überlegenheit des Computer-Unterstützten-Unterrichtes, jedoch konnten bislang keine signifikanten Gruppenunterschiede zwischen traditionellen Methoden (d.h. Vorlesungen, Lehrbuchstudium) und CUU nachgewiesen werden.

Die Evaluationsergebnisse computergestützter Fallsimulationen werden unterschiedlich positiv gewertet.

Grundsätzlich ist jede visuelle Information ein wichtiger Bestandteil eines Lernkonzeptes, da so erworbenes Wissen besonders resistent gegen das Vergessen ist [109].

Der „Orthotrainer“ ist in Bezug auf verschiedene Lernmethoden und den zeitgemäßen Einsatz einer Videoanwendung und sogar in manchen Punkten wie bereits erwähnt dem Buch als Ergänzung zu den Unterrichts- und Praktikumsveranstaltungen überlegen.

Jedoch ist ein CUU-Programm sicherlich nicht so flexibel verwendbar wie ein Buch, da man von technischen Voraussetzungen abhängig ist. Allerdings ist es ein Medium, mit dem man unabhängig von Vorlesungs- und Kurszeiten auch zu Hause [93] interaktiv arbeiten kann.

### **Weiterentwicklungsmöglichkeiten des Orthotrainers**

Der Orthotrainer ist im Gegensatz zu Archivierungssoftware kein offenes [52], sondern ein geschlossenes System, das nur vom Programmator verändert werden kann.

Die Verwaltung aller Orthotrainer-Daten in einer Datenbank oder datenbankähnlichen Struktur [52], ist Voraussetzung für eine Verbesserung der Wartbarkeit des Programms. Zudem muss eine von der Programmierung unabhängige Eingabe-Schnittstelle zum Beschreiben, Ordnen und Wiederfinden der Daten geschaffen werden.

Bei der Integration von Tondokumenten in das Programm Orthotrainer ist sicherlich eine positive Auswirkung beim Lernen zu erwarten, da so zusätzliche Sinneskanäle angesprochen werden [79, 118]. Die Einbindung von gesprochener Sprache sollte problemlos möglich sein.

19 von 21 Studierenden bemängelten das Fehlen von Erläuterungen und wünschten Beschreibungen und Erklärungen der Diagnosen. Das Lernprogramm könnte mit einem Hilfsassistenten ausgestattet werden, so dass die Fehldiagnosen erläutert werden.

Die dreidimensionale Darstellung der Modelle wäre aus didaktischen Gründen besonders sinnvoll und wurde ebenfalls von den Studierenden gefordert.

„Die Frage der Adaptiertheit, Adaptivität bzw. Adaptierbarkeit, die als Begriffe die Summe aller Aspekte einer Strategie zur Optimierung der Lehr- und Lerneffektivität bilden“ [64], wird sich bei dem Programm „Orthotrainer“ erst genauer beantworten lassen, wenn es über längere Zeit vergleichend evaluiert worden ist. Die Evaluationsstudie, die bereits mit dem Orthotrainer durchgeführt wurde, stellt im Prozess der Adaptation lediglich einen Anfang dar, der aber im Interesse einer Verbesserung der Bildungsqualität unbedingt weitergeführt werden muss.

Die schriftliche Befragung kann wesentliche Aspekte wie Lernerfolg nur bedingt messen. So kann gegenüber den subjektiven Einschätzungen der Studierenden zu recht kritisch eingewandt werden, dass die angegebenen Einschätzungen nicht zwangsläufig dem objektiv messbaren Vorgehen der Studierenden entsprechen müssen.

Meinungsbefragungen zu multimedialen Anwendungen hängen nach *Schulmeister* [97; S. 400] von den Umgebungsfaktoren und den Erfahrungen der Studierenden ab. Wenn Lernprogramme und technische Infrastruktur gegeben sind, schließt sich die Frage an, ob die Angebote bei den Studierenden zur Anwendung kommen. Nach *Viebahn* [116; S. 74] sind die Materialien, die zum Lernen verwendet werden, abhängig von Ausbildungserfolg, den individuellen Voraussetzungen der Studierenden sowie herrschenden Ausbildungsbedingungen.

Zu den Ausbildungsbedingungen kann festgehalten werden, dass der Computer im Zahnmedizinstudium nicht zwingend notwendig für die Ausbildung ist [122; S. 38].

Die Integration der Medien in ein Gesamtkonzept (z.B. einen Kurs) ist unabdingbare Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz computergestützter Medien [95, 66].

Zusammengefasst können folgende Voraussetzungen zur Implementation medizinischer Lernprogramme genannt werden:

Qualitativ hochwertige Lernprogramme müssen erstellt (ggf. gekauft) werden, wobei in der Regel ein erhebliches Engagement von Seiten der Klinik- bzw. Abteilungsleitung notwendig sind.

Die Entwicklung von Software, die auf die Bedürfnisse der fachspezifischen Ausbildung zur Integration der EDV in universitäre Ausbildung ausgerichtet ist, verdankt ihre Akzeptanz einzelner besonders engagierter Hochschullehrer [122, 65].

Eine medienspezifische Motivation aufgrund einer Begeisterung für Computertechnologien ist als Modeerscheinung zu betrachten, was zu einer Vernachlässigung von motivationsfördernden Elementen führen könnte [103]. Bei der Erzeugung von diesen Elementen darf die Vermittlung von Lerninhalten nicht in Vergessenheit geraten.

Multimediale Lernprogramme müssen in den curricularen Rahmen eingebunden werden, nach Möglichkeit sollen die zu lernenden Inhalte prüfungsrelevant sein.

Im Falle des „Orthotrainers“ befinden sich die Studierenden in der Situation, dass sie bereits eine hohe intrinsische Motivation vorweisen, da der zu vermittelnde Lernstoff prüfungsrelevant ist [52, 79].

Systematische Lernprogramme versuchen, klinisch-theoretische Lernveranstaltungen zu ergänzen oder zu ersetzen und so eine Verbesserung der Lehre zu erreichen [124; S. 4]. Multimediale Lernprogramme sollen bei den Studierenden ein flexibleres Studierverhalten ermöglichen. Dies kann erreicht werden durch räumlich und zeitlich entkoppelte Verfügbarkeit der universitären Lernangebote. Den Lehrenden

dahingegen ermöglicht es, sich auf neue bzw. andere Lehraufgaben zu konzentrieren, was eine Verbesserung des klinisch-praktischen Unterrichts und der tutorialen Betreuung zufolge haben kann.

Abschließend sei noch erwähnt, dass die Konstruktion multimedialer Lernanwendungen, einen intensiven Lernprozess auch bei den Programmautoren bewirkt. Durch die Auseinandersetzung mit Multimedia werden medizinische Hochschullehrer intensiv dazu angeregt, ihre didaktischen Vorstellungen und methodischen Vorgehensweisen zu hinterfragen. Systematische Lernprogramme gehen über traditionelle Lernformen hinaus, indem sie die Lernsteuerung und die Auswahl der Inhalte den Studierenden überlassen. Fallsimulationen orientieren sich am Konzept des problemorientierten Lernens und versuchen, die intrinsische Motivation und die Wissenstransferleistungen der Studierenden zu stärken. In jedem Fall trägt Lernprogrammentwicklung zur intensiven Beschäftigung von medizinischen Hochschullehrern mit didaktischen und methodischen Problemen bei.

Gleichzeitig muss aber vor einem zu umfangreichen Einsatz multimedialer Elemente gewarnt werden. Die Gefahr, dass durch den Einsatz von Lernsoftware es zur Distanzierung zwischen Studierenden und Lehrkörper kommen kann, darf nicht übersehen werden.

Die Bewertung und Benützung eines Programms darf nicht überwiegend durch Oberflächengestaltung des Programms bestimmt werden. Stattdessen sollte in erster Linie die Lerneffektivität im Vordergrund stehen.

## 7. Zusammenfassung

Im Bereich der universitären Lehre werden immer wieder neue didaktische Konzepte gefordert. Mit dem Computer-Unterstützten-Unterricht (CUU) verspricht man sich in vielen Fachbereichen wie auch im Rahmen der medizinischen bzw. zahnmedizinischen Ausbildung eine qualitative Verbesserung der Lernmöglichkeiten. Zusätzlich ist für die Weiterentwicklung des Bildungsstandards sowie zur Verbesserung verschiedener Programme die Überprüfung der Qualität durch Evaluationen notwendig. Problematisch ist dabei, dass bei Evaluationen des CUU nicht nur ein einzelnes Medium, sondern ein ganzes System mit technischen, didaktischen, medizinischen und methodischen Aspekten bewertet wird.

Die vorliegende Arbeit verfolgte zwei wesentliche Ziele:

Die Studierenden sollten eine Alternative als Ergänzung zu konventionellen Lernmethoden (Bücher und Vorlesung) zur Verfügung gestellt bekommen. Dabei sollte das multimediale Lernprogramm „Orthotrainer“ entwickelt werden, mit dessen Hilfe Teilgebiete der kieferorthopädischen Diagnostik erlernt, wiederholt und geprüft werden können. Der medizinische Informationsgehalt des Programms sollte über den informatischen Möglichkeiten stehen, so dass die Studierenden sich einzig auf die Erarbeitung der Inhalte konzentrieren konnten.

Des Weiteren sollte mit Hilfe eines Evaluationsbogens im Rahmen einer Studie mit 21 Studierenden des dritten klinischen Semesters die Einstellung der Studierenden der Zahnmedizin gegenüber dem „Orthotrainer“ analysiert werden.

Die Akzeptanzkontrolle nach Bearbeitung des Programms ergab, dass der allgemeine Vorteil des CUU, wie schnelle und kompakte Verfügbarkeit des Lernmaterials sowie die Möglichkeit zur permanenten Selbstüberprüfung durch die Befragung bestätigt wurde. Hervorgehoben wurden die einfache Bedienbarkeit, die motivierende graphische Gestaltung und die gute Strukturierung des Programms.

Kognitive und motivationale Lernermerkmale sind maßgebliche Voraussetzungen für jeden Lernprozess. Der Anreiz zum Lernen am Computer wird von subjektiven Erfahrungen (Handlungs-Ergebnis-Erwartungen) und der Valenz des Mediums als Lernmittel beeinflusst.

Insbesondere dem Interaktivitätsgrad multimedialer Anwendungen wird dabei eine

hohe Bedeutung für intrinsisch motiviertes Lernen zugesprochen.

Jedoch darf die Benutzung eines Programms nicht überwiegend durch die Oberflächengestaltung des Programms oder aufgrund einer Begeisterung für Computertechnologien als Modeerscheinung bestimmt werden, sondern es sollte in erster Linie die Lerneffektivität im Vordergrund stehen.

Gleichzeitig muss aber von einem zu umfangreichen Einsatz multimedialer Elemente gewarnt werden. Die Gefahr, dass es durch den Einsatz von Lernsoftware zur Distanzierung zwischen Studierenden und Lehrkörper kommen kann, darf nicht übersehen werden.

Als Weiterentwicklung der Software wurde gewünscht, dass die Modelle dreidimensional dargestellt werden, sowie die Bereitstellung eines Tutorials, welches zur Erläuterung der Diagnosen vom Studierenden in Anspruch genommen werden kann.

## 8 Literaturverzeichnis

- 1 Baker J E, Clarke J A, Coroneo K: Simulating Laboratory Procedures. *Med Teach* (1986), 8: 35-40
- 2 Ballance CT, Ballance VV: Psychology of Computer use: Computer related stress and in-class computer usage. *Psychol Rep* (1992), 71: 172-174
- 3 Baumgartner P, Quast KJ: Handelndes Lernen: Evaluation eines medizinischen Trainingssystems für die Echokardiographie. In: Beck U, Sommer W: *Learntec' 97. Tagungsband. Schriftenreihe der Karlsruhe Kongreß- und Ausstellungs GmbH, Karlsruhe* (1997)
- 4 Boh LE, Pitterle ME, Wiederholt JB: Development and application of a computer simulation program to enhance the clinical problem-solving skills of students. *Am J Pharm Educ* (1987), 51: 253-261
- 5 Börner W, Schnellhardt G: *Multimedia Grundlagen, Standards, Beispielanwendungen. te-wi-Verlag, München* (1992)
- 6 Boyle J: Ventilatory control (Ventrol) simulation for education. *Am J Physiol* (1991), 261: 25-29
- 7 Carroll JB: The Carroll model: A 25 year retrospective and prospective view. *Educ Res* (1989), 18: 26-31
- 8 Chao J: Continuing medical education software: a comparative review. *J Fam Pract* (1992), 34: 598-604
- 9 Chin HL, Cooper GF: Case-based tutoring from a medical knowledge base. *Comput Methods and Programs Biomed* (1989), 30: 185-198
- 10 Clayden DS, Wilson B: Computer-assisted Learning in Medical Education. *Med Educ* (1988), 22: 455-67
- 11 Coleman KA, Ehrlich LR: Emerging technologies: Learning from history In: Cohen G: *Symposium on Computer Application in medical care. Washington DC: IEEE, Computer Sciences Press* (1984), 975-979
- 12 Constantin B, Vanneuville G, Vasquez R, Riesco S, Juanes-Mendes J: Infographisme et enseignement médical. Enseignement assisté par ordinateur. Application à l'enseignement de l'os sphénoïde en anatomie. *Bulletin de l'association de Anatomistes* (1989), 73: 15-17
- 13 Correll RN, Barbara J: Computer-assisted instructions: Is it right for you? *J Contin Educ Health Prof* (1988), 8: 97-105

- 14 Culbert AJ Jr, Cantelmo NL, Stafford ME, Allan DM: Interactive videodisc as an instructional tool in medical education. *Methods Inf Med* (1989), 28: 357-359
- 15 Dale E: *Audiovisual Methods in Teaching*. 3rd ed. New York: Holt, Rinehart & Winston (1970)
- 16 Duncan DF: Computers in education are entering the fourth revolution - yet health education is just entering the third. *Health Educ Wash* (1983), 14: 72-75
- 17 Eitel F, Kuprion J, Prenzel M, Bräth A, Schweiberer L, Mandl H: Interaktives, rechnergestütztes Lernprogramm „Bauchschmerz“: Entwicklung - Implementierung - Evaluation. In: Glowalla U, Schoop E: *Hypertext und Multimedia: Neue Wege in der computerunterstützten Aus- und Weiterbildung*. Springer, Berlin – Heidelberg (1992), 216-29
- 18 Euler D: Didaktik einer sozio-informationstechnischen Bildung. In: Twardy M, Botermann & Botermann, Köln (1994)
- 19 Eysenbach G: *Computer-Manual für Mediziner und Biowissenschaftler*. Urban & Schwarzenberg, München (1994), 105-146, 250-79
- 20 Ferstl OK, Schmitz K: Zur Nutzung von Hypertextkonzepten in Lernumgebungen. In: Conradi H, Kreuz R, Spitzer K: *CBT in der Medizin - Methoden, Techniken, Anwendungen*, 1. Aufl. Verlag der Augustinus Buchhandlung, Aachen (1997), 21-30
- 21 Fickert T: *Multimediales Lernen: Grundlagen, Konzepte, Technologien*. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden (1992)
- 22 Fischer F, Gräsel C, Kittel A, Mandl H: Entwicklung und Untersuchung eines computerbasierten Mappingverfahrens zur Strukturierung komplexer Information. *Psychologie in Erziehung und Unterricht* (1996), 43: 266-280
- 23 Fischer M: Ein Konzept für die computergestützte Lehre in der Medizin. In: Glowalla U, Schoop E: *Hypertext und Multimedia: Neue Wege in der computerunterstützten Aus- und Weiterbildung*, Springer, Berlin – Heidelberg (1992), 145-48
- 24 Freibichler H, Hauch C, Schenkel P: *Computergestützte Aus- und Weiterbildung in der Warenwirtschaft*. Bildung und Wissen, Verlag und Software, Nürnberg (1991)
- 25 Fricke R: Evaluation von Multimedia. In: Issing LJ, Klimsa P: *Information und Lernen mit Multimedia*. Beltz Psychologie Verlags Union, Weinheim (1997)
- 26 Friedl R, Wieshammer S, Kehrer J, Ammon C, Hübner D, Lehmann J, Heimpel H: Ein fallbasiertes, interaktives und multimediales Computerlernprogramm zum Thema Herzinfarkt, Angina pectoris und Mitralstenose. *Med Klin* (1996), 91: 564-569

- 27 Frischauf B: Computer in der medizinischen Ausbildung: Erstellung eines Lernsystems für die histologische Pathologie. Medizinische Fakultät Dissertation, Freiburg (1997)
- 28 Gerpott Th: Multimedia - Versuch einer Gegenstandsbestimmung. Karrierefürer special (Multimedia & Kommunikation). Schirmer Verlag, Köln (1995)
- 29 Göbel E, Remstedt S: Leitfaden zur Studienreform in Human- und Zahnmedizin mit einem Überblick über Studienreformprojekte und Studienreformvorschläge, zweite völlig überarbeitete und erweiterte Aufl. Mabuse-Verlag, Frankfurt am Main (1995)
- 30 Goldberg HI, Fell S, Myers HJ, Taylor RC: A computer-assisted, interactive radiology learning program. Invest Radiol (1990), 25: 947-951
- 31 Gonce-Winder C, Kidd RO, Lenz ER: Optimizing computer-based System use in health professions education programs Comput Nurs (1993), 11: 197-202
- 32 Graesel C: Problemorientiertes Lernen. Strategieranwendung und Gestaltungsmöglichkeiten. Hogrefe, Göttingen (1997)
- 33 Haack J: Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia. In: Issing LJ, Klimsa P: Information und Lernen mit Multimedia. Beltz Psychologie Verlags Union, Weinheim (1997)
- 34 Hampele C, Hines E: A low-cost computer-assisted teaching package for kidney dialysis: a preliminary report. J Med Eng Technol (1990), 14: 158-161
- 35 Hanns-Seidel-Stiftung eV: Vernetzte Gesellschaft: Politische Studien (1997) 48: 31-94
- 36 Harasym PH, McCreary A: A microcomputer-aided patient simulation. Med Teach (1987), 9: 43-51
- 37 Harkin PJ, Dixon MF, Reid WA, Bird CC: Computer assisted learning systems in pathology teaching. Med Teach (1986), 8: 27-34
- 38 Harless WG, Duncan RC, Zier MA, Ayers W, Berman J, Pohl H: A field test of the TIME patient simulation model. Acad Med (1990), 65: 327-333
- 39 Hartge TH: Zukunftsträume. Arbeitsfeld Multimedia: Prognosen und Jobperspektiven. c't (1995), 5: 110-113
- 40 Hartmannsgruber M, Good M, Carovano R, Lampotang S, Gravenstein JS: Anesthesia simulators and training devices. Anaesthesist (1993), 42: 462-469
- 41 Hasebrook J: Multimedia-Psychologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg (1995)

- 42 Hayes N: Kognitive Prozesse - eine Einführung. In: Gerstenmayer: Einführung in die Kognitionspsychologie. Ernst Reinhardt Verlag, München (1995)
- 43 Helmert U: Multimedia - Vision und Wirklichkeit. In: Dette K, Haupt D, Polze C: Multimedia und Computeranwendungen in der Lehre. Springer, Berlin, (1992)
- 44 Hofer M, Pekrun R, Zielinski W: Die Psychologie des Lerners. In: Weidenmann B, Krapp A, Hofer M, Huber G, Mandl H: Pädagogische Psychologie. Psychologie Verlags Union (Beltz), Weinheim (1993)
- 45 Hofer M: Die pädagogische Situation. In: Weidenmann B, Krapp A, Hofer M, Huber G, Mandl H: Pädagogische Psychologie. Psychologie Verlags Union (Beltz), Weinheim (1993)
- 46 Issing LJ, Klimsa P: Multimedia - eine Chance für Information und Lernen. Information und Lernen mit Multimedia. Beltz Psychologie Verlags Union, Weinheim (1997)
- 47 Issing LJ: Von der Mediendidaktik zur Multimedia-Didaktik. Unterrichtswissenschaft (1994), 22: 267-284
- 48 Jacobson JW: Review of Psychology on a Disk from CMS academic software: interactive activities for psychology. Res Dev Disabil (1992), 13: 87-93
- 49 Jelovsek FR, Catanzarite VA, Price RD, Stull RE: Application of teaching and learning principles to computer-aided instruction. MD Comput (1989), 6: 267-273
- 50 Neuser J, Urban R :Evaluation der universitären Lehre in der Medizin. Shaker Verlag, Aachen (2003)
- 51 Kahneman D: Attention and Effort. Prentice-Hall, Englewood Cliffs (1973)
- 52 Kalkbrenner G: Computergestütztes Lernen und Teledienste. Deutscher Universitäts-Verlag Wiesbaden (1996)
- 53 Kintsch W: Gedächtnis und Kognition. Springer Berlin (1982)
- 54 Klar R: Verfügbare Software für die Ärzte-Ausbildung. In: Baur MP, Michaelis J: Computer in der Ärzteausbildung. R. Oldenburg Verlag München (1990), 51-69
- 55 Klar R, Bayer U: Computer-assisted teaching and learning in medicine. Int J Biomed Comput (1990), 26: 7-27
- 56 Klimsa P: Neue Medien und Weiterbildung: Anwendung und Nutzung in Lernprozessen der Weiterbildung. Deutscher Studien-Verlag Weinheim (1993)
- 57 Klimsa P: Information und Lernen mit Multimedia. Beltz Psychologie Verlags

- Union Weinheim (1997)
- 58 Kopstein FF, Seidel RJ: Computer- Administered Instruction versus Traditionally Administered Instruction. *Econ Audiov Commun* (1968), 2: 147-75
- 59 Kramer TA, Polan HJ: Uses and Advantages of Interactive Video in Medical Training. *J Med Educ* (1988), 63: 643-644
- 60 Kretch D, Crutchfield RS, Livon N, Wilson jr WA, Parducci A: Grundlagen der Psychologie. Bechtermünz Verlag (1997)
- 61 Lassan R: Use of Computer-assisted instruction in the health sciences. *Nurs Forum* (1989), 24: 13-17
- 62 Ledochowski M, Leidmaier K, Schönegger J, Kaser P: Expertensysteme und andere Modelle der künstlichen Intelligenz in der Medizin. *Software Kurier* (1990), 3: 70-73
- 63 Lefrancois G: Psychologie des Lernens. Springer Berlin (1986)
- 64 Leutner D: Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In: Issing L, Klimsa P: Information und Lernen mit Multimedia. Psychologie-Verlags-Union Weinheim (1995), 139-43
- 65 Leven J, Schulz S, Alle W, Klar R: Rechnergestützte Lehr- und Lernsysteme in den Klinika: Stand und zukünftige Entwicklungen. In: Buchholz W, Haux R: Informationsverarbeitung in den Universitätsklinika Baden-Württembergs (1995), 187-93
- 66 Leven J, Alle W, Haag M, Vielhauer A: Labor „Computerunterstützte Ausbildung in der Medizin“ am Klinikum der Universität Heidelberg. In: Koebeke J, Neugebauer E, Lefering R: Die Qualität der Lehre in der Medizin. Urban und Schwarzenberg München (1996)
- 67 Levy AH: Factors affecting computer-mediated instruction in medical education. *Methods Inf Med* (1989), 28: 215-222
- 68 Lloyd D: Computers in the classroom: Western is programming for the future. *CMAJ* (1989), 140: 63-64
- 69 Lonwe B, Heijl A: Computer-assisted instruction in emergency ophthalmological care. *Acta Ophthalmol Copenh* (1993), 71: 289-295
- 70 Mandl H, Friedrich H, Hron A: Psychologie des Wissenserwerbs. In: Weidenmann B: Pädagogische Psychologie. Psychologie Verlags Union (Beltz), Weinheim (1993)
- 71 Mandl H, Gräsel C: Multimediales und problemorientiertes Lernen Thyroidea - ein Lernprogramm für das Medizinstudium. In: Hamm I, Müller-Böling D: Hochschulentwicklung durch neue Medien. Bertelsmann Stiftung Gütersloh (1997)

- 72 Mandl H, Huber G: Theoretische Grundpositionen zum Verhältnis von Kognition und Emotion: Emotion und Kognition. Urban & Schwarzenberg München (1983)
- 73 Mankovich NJ, Verma RC, Yue A, Veyne D, Ratib O, Bennett LR: NMINT-introductory courseware for nuclear medicine: database design. Proc Annu Symp Comput Appl Med Care, (1991) 757-761
- 74 März R, Botz A: Wann ist ein Computerprogramm besser als ein Lehrbuch? In: Koebke J, Neugebauer E, Lefering R: Die Qualität der Lehre in der Medizin. Urban & Schwarzenberg München -Wien - Baltimore (1996), 258-63
- 75 Mayer RE, Anderson RB: Animations need narrations: An experimental test of a dualcoding hypothesis. J Educ Psychol (1991), 83: 484-490
- 76 Michael JA, Rovick AA: Problem-solving in the Pre-clinical Curriculum: the use of computer simulations. Med Teach (1986), 8: 19-25
- 77 Mitchell JA, Bridges AJ, Reid JC, Cutts J, Hazelwood S, Sharp G: Preliminary evaluation of learning via the AI/LEARN/RHEUMATHOLOGY interactive videodisc system. Proc Annu Symp Comput App Med Care (1992), 169-173
- 78 Narayan S, Sensharma D, Santori EM, Lee A, Sabherwal A, Toga A: Animated visualization of a high resolution color three dimensional digital computer model of the whole human head. Int J Biomed Comput (1993), 32: 7-17
- 79 Niculescu H: Entwicklung und Effektivität von CBT im Rahmen der betrieblichen Weiterbildung. Lang Frankfurt am Main (1995)
- 80 Nixon MS, Fishman EK, Magid D, Hennessey JG, Ney DR: The use of graphic design in an interactive computer teaching program. J Med Syst (1991), 15: 155-170
- 81 Oerter R, Schuster-Oeltzschner M: Gedächtnis und Wissen. In: Oerter R, Montada L: Entwicklungspsychologie. Psychologie Verlags Union, München (1987)
- 82 Parker RC, Miller RA: Creation of realistic appearing simulated patient cases using the INTERNIST-1/QMR knowledge base and interrelationship properties of manifestations. Methods Inf Med (1989), 28: 346-351
- 83 Pekrun R: Emotion, Motivation und Persönlichkeit. Psychologie Verlags-Union München und Weinheim (1988)
- 84 Polit-O'Hara D: Nursing Research: Principles and Methods. In: J. B. Lippincott, 4th ed. Philadelphia - New York - London (1991), 282-93
- 85 Postman N: Wir amüsieren uns zu Tode. Fischer Frankfurt (1985)
- 86 Prentice JW, Kenny NC: Microcomputers in Medical Education. Med Teach

- (1986), 8: 9-17
- 87 Rajendran K, Tan CK, Voon FC: Computer graphics in the teaching and learning of anatomy. *J Audiov Media Med* (1990),13: 49-52
- 88 Reddy P: Aufmerksamkeit und das Lernen von Fertigkeiten. In: Banyard P, Cassells A, Green P, Hartland J, Hayes N, Reddy P: Einführung in die Kognitionspsychologie. Ernst Reinhardt Verlag München (1995)
- 89 Reeb HJ, Sander W: Multimedia-Informationsgesellschaft. *Wochenschau* 1996
- 90 Renkl A, Gruber H, Mandl H: Kooperatives problemorientiertes Lernen in der Hochschule. In: Lompscher J, Mandl H: Lehr- und Lernprobleme im Studium. Verlag Hans Huber Göttingen (1996)
- 91 Renschler H: Die Unterstützung der Mediziner Ausbildung durch EDV. In: Baur MP, Michaelis J: Computer in der Ärzteausbildung. Oldenbourg Verlag München (1990), 1-50
- 92 Renschler H: Die geschichtliche Entwicklung der klinischen Ausbildung mit der Fallmethode. Die Praxisphase im Medizinstudium. Springer Verlag Berlin (1987)
- 93 Riehm U, Wingert B: Multimedia: Mythen, Chance und Herausforderungen. Bollmann Verlag Mannheim (1995)
- 94 Schmidt SM, Arndt MJ, Gaston S, Miller BJ: The effectiveness of computer-managed instruction versus traditional classroom lecture on achievement outcomes. *Comput Nurs* (1991), 9: 159-163
- 95 Schoenheinz RJ, Eitel F, Holzbach R, Prenzel M, Schweiberer L: Beliebter als Seminar und Vorlesung. Problemorientierte Video-Fallsimulation in der chirurgischen Studentenausbildung. *Deutsches Arzteblatt* (1991), 88
- 96 Schulmeister R: Die Philosophie des „Blätterns“. In: Dette K: Computer, Software und Vernetzungen für die Lehre: Das Computer-Investitionsprogramm (CIP) in der Nutzenanwendung. Springer Berlin - Heidelberg (1992), 218-29
- 97 Schulmeister R: Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie - Didaktik – Design. Addison-Wesley Bonn (1998)
- 98 Schuster M: Psychologie des Lernens. In: Angermeier W, Bednorz P, Schuster M: Lernpsychologie. UTB Ernst Reinhardt (1991)
- 99 Schuster M: Textlernen. In: Angermeier W, Bednorz P, Schuster M: Lernpsychologie. UTB Ernst Reinhardt (1991)
- 100 Schwid HA, O'Donnell D: Educational computer Simulation of malignant hyperthermia. *J Clin Monit* (1992), 8: 201-208

- 101 Schwier RA, Misanchuk ER: Interactive Multimedia Instruction. Educational Technology Publications Englewood Cliffs, New Jersey (1993)
- 102 Selbmann HK, Rapp R: Entwicklung und Validierung von Lernsoftware zur Arztausbildung. In: Bichler KH, Mattauch W: Innovationen und Trends des Medizinstudiums im klinischen Teil. Pmi Frankfurt (1994)
- 103 Spannhoff H: Computer in der medizinischen Aus- und Weiterbildung: Entwicklung eines Lernsystems für die mikroskopische Histopathologie. Medizinische Dissertation Universität Freiburg (1997)
- 104 Spencer KA: Hypercard:teaching technology for successful learning. J Audiov Media Med (1990), 13: 25-30
- 105 Stein LD, Snyder MJ, Greenes RA: Realistic viewing and manipulation of radiographic images on a personal computer - a user interface for educational applications. J Digit Imaging (1991), 4: 169-176
- 106 Stephens PJ, Doherty JA: The use of Apple Macintosh Computers and Hypercard in teaching physiology laboratories. Am J Physiol (1992), 263: 23-28
- 107 Steppi H: CBT- Computer Based Training: Planung, Design und Entwicklung interaktiver Lernprogramme. Klett Stuttgart (1989)
- 108 Stössel U, von Troschke J: Didaktische Gesichtspunkte des Unterrichts in den psychosozialen Fächern - der Ansatz des problem-based learning. In: Koebke J, Neugebauer E, Lefering R: Die Qualität der Lehre in der Medizin. Urban & Schwarzenberg München - Wien - Baltimore (1996), 145-150
- 109 Strittmatter P: Wissenserwerb mit Bildern bei Film und Fernsehen. In: Weidenmann B: Wissenserwerb mit Bildern: Instruktionale Bilder in Printmedien, Film / Video und Computerprogrammen. Huber Bern (1994), 177-94
- 110 Tan CK, Voon FCT, Rajendran K: Computer-enhanced learning in neuroanatomy. Med Educ (1989), 23: 371-375
- 111 Tanner TB, Gitlow S: A computer simulation of cardiac emergencies. Proc Annu Symp Comput Appl Med Care (1991) 894-896
- 112 Teyler TJ, Voneida TJ: Use of Computer-assisted courseware in teaching neuroscience: the Graphic brain. Am J Physiol (1992), 263: 37-44
- 113 Thomé D: Kriterien zur Bewertung von Lernsoftware. Hüthig, Heidelberg (1989)
- 114 Tully CJ: Lernen in der Informationsgesellschaft: Informelle Bildung durch Computer und Medien. Westdeutscher Verlag Opladen (1994)

- 115 Vickers JD: Catching information technology by the tail for problem-based learning. *J Dent Educ* (1990), 54: 557-559
- 116 Viebahn P: Psychologie des studentischen Lernens. Ein Entwurf der Hochschulpsychologie. Deutscher Studienverlag Weinheim (1990)
- 117 Volp CR, Wynn JH, Milward PJ: Computer-aided technical instruction (C.A.T.I). *Dent Tech* (1992), 45: 12-13
- 118 Weidenmann B: Multicodierung und Multimodalität im Lernprozeß. In: Issing J, Klimsa P: Information und Lernen mit Multimedia. Beltz, Weinheim (1997)
- 119 Weidenmann B: Instruktionsmedien. In: Weinert F: Psychologie des Lernens und der Instruktion. Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich D, Serie I: Pädagogische Psychologie, Band 2. Hogrefe, Göttingen (1996)
- 120 Weidenmann B: Psychologie des Lernens mit Medien. In: Weidenmann B, Krapp A, Hofer M, Huber G, Mandl H: Pädagogische Psychologie. Psychologie Verlags Union (Beltz), Weinheim 1993
- 121 Weinert F: Lerntheorien und Instruktionsmodelle: Psychologie des Lernens und der Instruktion. Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich D, Serie I: Pädagogische Psychologie, Band 2. Hogrefe, Göttingen 1996
- 122 Wiemer W: Multimedia - Die zukünftigen neuen Informationssysteme in Lehre und Studium. In: Dette K, Haupt D, Polze C: Multimedia und Computeranwendungen in der Lehre. Springer Berlin (1992)
- 123 Wissenschaftsrat. Leitlinien zur Reform des Medizinstudiums Köln (1992)
- 124 Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur Hochschulentwicklung durch Multimedia in Studium und Lehre. Eigenverlag, 1998
- 125 Wottawa H, Thierau H: Lehrbuch Evaluation. Verlag Hans Huber Bern (1990)
- 126 Wottawa H: Evaluation. In: Weidenmann B, Krapp A, Hofer M, Huber G, Mandl H: Pädagogische Psychologie. Psychologie Verlags Union (Beltz), Weinheim 1993
- 127 Wu AHB, Larocco M, Fath SJ, Simon FA: Evaluation of Computer case simulations for teaching clinical pathology to second year medical students. *Ann Clin Lab Sci* (1990), 20: 154-160
- 128 Wulf C: Wörterbuch der Erziehung. Piper Verlag München 1984
- 129 Xakellis GC, Gjerde C: Evaluation by second-year medical students of their computer-aided instruction. *Acad Med* (1990), 1: 23-26

## 9. Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Univ.- Prof. Dr. Drescher, Direktor der Poliklinik für Kieferorthopädie an der Westdeutschen Kieferklinik, für die Überlassung der Themenstellung, die stets hilfreiche und intensive Betreuung, bedanken. Die Besprechungen mit ihm waren stets konstruktiv und fördernd. Er war mir zu jeder Zeit ein engagierter und geduldiger Doktorvater, dem ich für seine motivierende und professionelle Anleitung, als auch für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und des Orthotrainer-Programms, sowie für wertvolle Verbesserungsvorschläge, zutiefst dankbar bin.

Für das Korreferat danke ich Herrn Univ.-Prof. Dr. U. Stüttgen.

Ich danke Herrn Walter Heimrath vom Audiovisuellen Zentrum der HHU Düsseldorf für die gute Zusammenarbeit und fachliche Unterstützung bei der Herstellung des Orthotrainers.

Bedanken möchte ich mich auch beim Herrn Dr. B. Wilmes für Beratungen und Anregungen, für spontane Hilfestellung und für die Unterstützung bei der Evaluation.

Des Weiteren möchte ich den übrigen Mitarbeitern der Poliklinik für Kieferorthopädie für die gute Zusammenarbeit und das angenehme Arbeitsklima danken.

Jeder hat auf seine Weise meine Arbeit unterstützt.

Dank schulde ich ferner Frau P. Doganay für ihre Unterstützung, die mir beim Gelingen der Arbeit hilfreich zur Seite stand.

## Lebenslauf

### Persönliche Angaben

Name : Parshasb Nassiri  
 Anschrift : Birkenstr.87  
 40233 Düsseldorf  
 Geburtsdatum : 08.03.1974  
 Geburtsort : Teheran

### Bildungsweg

1979 - 1984	Besuch der 1.te - 5.te Klasse (Grundschule Teheran)
1984 - 1987	Besuch der 6.te - 8.te Klasse (Mittelstufe Teheran)
1987 - 1988	Besuch der 9.te Klasse (Oberstufe Iran)
1988 - 1989	Besuch der 7.te Klasse (Heide Schleswig Holstein)
1989 - 1990	Besuch der 8.te Klasse (Neumünster Schleswig Holstein)
1990 - 1991	Besuch der 9.te Klasse (Wülfen NRW)
1991 - 1995	Besuch der 10.te - 13.te Klasse (städt.Heinrich-Heine-Gesamtschule Düsseldorf)
06.1995	Erlangen der Allgemeine Hochschulreife
<hr/>	
09.1995	Beginn des Studiums der Zahnmedizin an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
10.1996	
10.1997	Ablegung der naturwissenschaftlichen Vorprüfung
10.1999	Abschluss des vorklinischen Studienabschnittes mit Absolvierung des Physikums
10.1999 – 02.2003	Beginn des klinischen Studienabschnittes
02.2003 – 10.2003	Staatsexamen
02.2004 – dato	Assistenz Zahnarzt in einer allgemein zahnärztlichen Praxis in Dinslaken

## Entwicklung und Evaluation eines multimedialen Lernprogramms in der Kieferorthopädie

Im Bereich der universitären Lehre werden immer wieder neue didaktische Konzepte gefordert. Mit dem Computer-Unterstützten-Unterricht (CUU) verspricht man sich in vielen Fachbereichen wie auch im Rahmen der medizinischen bzw. zahnmedizinischen Ausbildung eine qualitative Verbesserung der Lernmöglichkeiten. Zusätzlich ist für die Weiterentwicklung des Bildungsstandards sowie zur Verbesserung verschiedener Programme die Überprüfung der Qualität durch Evaluationen notwendig. Problematisch ist dabei, dass bei Evaluationen des CUU nicht nur ein einzelnes Medium, sondern ein ganzes System mit technischen, didaktischen, medizinischen und methodischen Aspekten bewertet wird.

Die vorliegende Arbeit verfolgte zwei wesentliche Ziele:

Die Studierenden sollten eine Alternative als Ergänzung zu konventionellen Lernmethoden (Bücher und Vorlesung) zur Verfügung gestellt bekommen. Dabei sollte das multimediale Lernprogramm „Orthotrainer“ entwickelt werden, mit dessen Hilfe Teilgebiete der kieferorthopädischen Diagnostik erlernt, wiederholt und geprüft werden können. Der medizinische Informationsgehalt des Programms sollte über den informatischen Möglichkeiten stehen, so dass die Studierenden sich einzig auf die Erarbeitung der Inhalte konzentrieren konnten.

Des Weiteren sollte mit Hilfe eines Evaluationsbogens im Rahmen einer Studie mit 21 Studierenden des dritten klinischen Semesters die Einstellung der Studierenden der Zahnmedizin gegenüber dem „Orthotrainer“ analysiert werden.

Die Akzeptanzkontrolle nach Bearbeitung des Programms ergab, dass der allgemeine Vorteil des CUU, wie schnelle und kompakte Verfügbarkeit des Lernmaterials sowie die Möglichkeit zur permanenten Selbstüberprüfung durch die Befragung bestätigt wurde. Hervorgehoben wurden die einfache Bedienbarkeit, die motivierende graphische Gestaltung und die gute Strukturierung des Programms.

Kognitive und motivationale Lernermerkmale sind maßgebliche Voraussetzungen für jeden Lernprozess. Der Anreiz zum Lernen am Computer wird von subjektiven Erfahrungen (Handlungs-Ergebnis-Erwartungen) und der Valenz des Mediums als Lernmittel beeinflusst.

Insbesondere dem Interaktivitätsgrad multimedialer Anwendungen wird dabei eine hohe Bedeutung für intrinsisch motiviertes Lernen zugesprochen.

Jedoch darf die Benutzung eines Programms nicht überwiegend durch die Oberflächengestaltung des Programms oder aufgrund einer Begeisterung für Computertechnologien als Modeerscheinung bestimmt werden, sondern es sollte in erster Linie die Lerneffektivität im Vordergrund stehen.

Gleichzeitig muss aber von einem zu umfangreichen Einsatz multimedialer Elemente gewarnt werden. Die Gefahr, dass es durch den Einsatz von Lernsoftware zur Distanzierung zwischen Studierenden und Lehrkörper kommen kann, darf nicht übersehen werden.

Als Weiterentwicklung der Software wurde gewünscht, dass die Modelle dreidimensional dargestellt werden, sowie die Bereitstellung eines Tutorials, welches zu Erläuterung der Diagnosen vom Studierenden in Anspruch genommen werden kann.

Univ.-Prof. Dr. P. Zschner  
Direktor der Poliklinik für Kieferorthopädie  
des Universitätsklinikums Düsseldorf  
Gebäude 18.21  
Hausanschrift: Moorenstraße 5 · D-40225 Düsseldorf  
Postfach 10 10 07 · D-40001 Düsseldorf  
*Nassiri*