

Aus der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde  
Charité Centrum 3  
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

E-Learning versus Vorlesung  
Eine summative Evaluation von Dentocase  
ein Lehrmanagementsystem für Zahnmediziner

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Andrea Beuche

aus Altdöbern

- Gutachter/in:
1. Priv.- Doz. Dr. med. dent I. Peroz
  2. Prof. Dr. med. dent. K. Böning
  3. Priv.-Doz. Dr. med. dent. A. Wolowski

**Datum der Promotion: 04.02.2011**

## **Widmung**

**Ich widme diese Promotion meinen Kindern Kristof, Alexandra und  
Konstantin, meinem Ehemann Jens sowie meinen Eltern.**

1	Einleitung.....	6
1.1	Neue Medien in der Bildung.....	6
1.2	Eine Begriffsabgrenzung zum Elektronischen Lernen.....	7
1.3	Ziele des E-Learning.....	8
1.4	Zur Geschichte elektronischen Lernens.....	9
1.5	Didaktischer Hintergrund.....	9
1.6	E-Learning in der human- und zahnmedizinischen Ausbildung.....	11
1.7	Akzeptanz von Computer und Internet im Alltag Studierender.....	13
1.8	Dentocase - Ein Lehrmanagementsystem für Zahnmediziner.....	15
1.9	Evaluation von E-Learning Angeboten.....	18
1.10	Zielsetzung und Fragestellung.....	20
2	Material und Methoden.....	22
2.1	Studiendesign.....	22
2.2	Probanden.....	22
2.3	Lehrveranstaltungen.....	23
2.4	Hardwareausstattung des Computerkabinetts (CIPOM).....	23
2.5	Auswahl der Thematik.....	24
2.6	Aufarbeitung der Thematik.....	26
2.7	Testmodul.....	33
2.8	Objektive Evaluation der Lehrveranstaltungen.....	34
2.9	Subjektive Evaluation der Lehrveranstaltungen.....	40
2.10	Statistik.....	43
3	Ergebnisse.....	44
3.1	E-Learning versus Vorlesung.....	44
3.1.1	Gesamtklausurergebnisse.....	44
3.1.2	Semestervergleich.....	46
3.1.3	Lernmedien.....	49
3.2	E-Learninggruppe.....	50
3.2.1	Gesamtklausurergebnisse.....	50
3.2.2	Semestervergleich.....	51
3.2.3	Lernmedien.....	52
3.2.4	Geschlechtervergleich.....	54
3.2.5	Zeitbedarf am PC.....	55

3.2.6	Evaluation der Lehrveranstaltung .....	56
3.3	Vorlesungsgruppe .....	58
3.3.1	Gesamtklausurergebnisse .....	58
3.3.2	Semestervergleich .....	59
3.3.3	Lernmedien .....	61
3.3.4	Geschlechtervergleich .....	62
3.3.5	Evaluation der Lehrveranstaltung .....	63
4	Diskussion .....	65
4.1	Methodenkritik .....	65
4.2	Zusammenfassung der Hauptergebnisse .....	66
4.3	Lernvoraussetzungen .....	66
4.4	Ergebnisse beider Gruppen .....	68
4.5	Ergebnisse der E-Learning Gruppe .....	72
4.5.1	Vergleich zwischen Nutzern und Nichtnutzern elektronischer Medien .....	72
4.5.2	Vergleich zwischen den Geschlechtern .....	72
4.5.3	Klausurergebnisse bei unterschiedlichem Zeitbedarf .....	73
4.5.4	Evaluation der Lehrveranstaltung .....	74
4.6	Ergebnisse der Vorlesungsgruppe .....	75
4.6.1	Klausurergebnisse .....	75
4.6.2	Evaluation der Lehrveranstaltung .....	76
5	Zusammenfassung .....	77
6	Literaturverzeichnis .....	79
	Danksagung .....	83
	Lebenslauf .....	84
	Erklärung .....	85

# 1 Einleitung

## 1.1 Neue Medien in der Bildung

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert seit dem Jahr 2000 mit dem Programm "Neue Medien in der Bildung" (NMB) an den Hochschulen moderne Formen des Lehrens und Lernens. Gemäß BMBF soll damit das Potenzial für E-Learning in Deutschland besser erschlossen und die Voraussetzung für den internationalen Wettbewerb um Lerntechniken verbessert werden. Die Implementierung der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien in den Lehr- und Lernprozess wird als unerlässliche Voraussetzung für die Hochschulentwicklung, für inhaltliche und strukturelle Reformen der Hochschulausbildung gewertet <sup>1</sup>.

Ein gefördertes Projekt ist Meducase der Charité Berlin. Das Konzept präsentiert klinische Fälle und soll bei den Studierenden eine starke eigene Motivation wecken, Lerninhalte aus den unterschiedlichen Bereichen der Medizin sowie den Grundlagenfächern zu erarbeiten. Patientensimulationen werden dabei mit medizinischem Wissen kombiniert, um so eine höhere Effizienz des Lernens zu ermöglichen. Das didaktische Konzept stützt sich dabei auf aktuelle Erkenntnisse des konstruktivistischen Lernens. Das inhaltliche Spektrum richtet sich von A wie Allgemeinmedizin bis Z wie Zahnmedizin.

Die Entwicklung von Dentocase, dem Zahnmedizin-Tool zu Meducase orientierte sich an den Erfordernissen und Wünschen der Zahnmedizinstudenten. Eine hierzu durchgeführte Studie diente der formativen Evaluation, inwiefern die technischen Voraussetzungen von Seiten der Nutzer erfüllt sind, um ein solches Programm nutzen zu können und welche Anforderungen dieses Lehrmanagementsystem erfüllen sollte. <sup>2</sup>

Dentocase ist das Einzige unter den insgesamt 18 im Rahmen der NMB-Ausschreibung geförderten Projekte, das Technologien und Inhalte speziell für die Ausbildung von Studierenden der Zahnmedizin entwickelt hat. <sup>3</sup>

## 1.2 Eine Begriffsabgrenzung zum Elektronischen Lernen

Der Begriff des E-Learning - dem elektronischen Lernen - wurde ursprünglich als Sammelbegriff für alle Formen des elektronischen Lernens verwendet. Das beinhaltet Lernen per Video- und Tonkassette und Lernen mittels interaktivem Fernsehen in den Anfängen des elektronischen Lernzeitalters. Mittlerweile haben sich die CD-ROM und die DVD als Datenträger multimedialer Anwendungen etabliert. Auf der anderen Seite bietet das Internet eine universelle Plattform für die weltweite, nichtmaterielle Verteilung von medialer Information.<sup>4</sup> Zunehmend wird der Begriff somit ausschließlich für computer- und webbasiertes Lernen gebraucht, wodurch unter E-Learning die Verwirklichung von Lernprozessen mit Hilfe des Computers einerseits und des Internets bzw. Intranets andererseits verstanden wird<sup>5</sup>.

Die Mannigfaltigkeit der verwendeten Bezeichnungen zum elektronischen Lernen und ihrer synonymen Anwendung in der Literatur sind sehr zahlreich, oft verwirrend und nicht eindeutig definiert.

Tabelle 1.1 gibt einen Überblick der gängigen Begriffe nach Eingabe in eine Suchmaschine und der Reihenfolge ihrer Häufigkeit.(<http://www.google.com>, durchgeführt am 15.05.2008.)

Kategorie	Sprache	Begriff	Treffer
Computer	Englisch	E-Learning	45 100 000
		Computer Based Training	21 700 000
		Computer Based Education	13 600 000
		Computer Based Learning	10 900 000
		Computer Supported Learning	1 620 000
		Computer Assisted Learning	749 000
		Computer Assisted Instruction	575 000
		Computer Assisted Training	341 000
		Computer Managed Instruction	324 000
	Deutsch	Computerunterstütztes Lernen	60 700
		Computergestütztes Lernen	29 600
Internet	Englisch	Web Based Training	17 700 000
		Web Based Learning	17 400 000
		Web Based Teaching	6 780 000
		Web Based Instruction	853 000

**Tabelle 1.1** : Häufigkeit synonym verwendeter Begriffe für computerunterstütztes Lernen  
Zusammenfassend soll in dieser Studie der Begriff des E-Learning für alle Formen des computerunterstützten Lernens verwendet werden.

E-Learning wird demzufolge vornehmlich in zwei Bereiche aufgeteilt, dem Computer-Based-Training (CBT) und dem Web-Based-Training (WBT). CBTs werden häufig in Form von CD-ROMs dargeboten, die sowohl eine dynamische Anpassung der Lerninhalte als auch eine Kommunikation unter den Nutzern unmöglich machen. WBTs hingegen zeichnen sich durch zentral auf einem Server abgelegte Lerninhalte aus, die bei Veränderungen angepasst werden können und von dort durch die angeschlossenen Nutzer abrufbar sind.<sup>5</sup>

### **1.3 Ziele des E-Learning**

Dem elektronischen Lernen wird eine Reihe von Vorteilen anerkannt.

Der Einsatz von Multimedia ermöglicht die Ansprache mehrerer Wahrnehmungskanäle (Lesen, Audio, Video, Animation etc.). Daraus ergibt sich die Hoffnung möglichst verschiedenen Lernstiltypen Rechnung zu tragen.

E-Learning vermag das Lernen flexibel, also ort- und zeitunabhängig zu gestalten.<sup>6</sup> Eigenverantwortliches Lernen wird gefördert und die Kontrolle über den Lernprozess mehr und mehr in die Hände der Lernenden gelegt.<sup>7, 8</sup> E-Learning erleichtert die Darbietung neu zu erlernender Inhalte im authentischen Kontext, das so genannte fallbasierte oder problemorientierte Lernen.<sup>9</sup> Mit hypertextbasierten Programmen können die traditionellen linearen Denk- Lernprozesse, die in der Schule gefördert werden, aufgebrochen und flexiblere Konzepte verwirklicht werden. E-Learning Inhalte auf Netzwerkbasis können jederzeit modifiziert und aktualisiert werden. Schließlich verbindet sich mit dem E-Learning die große Hoffnung, vor dem Hintergrund von Budgetkürzungen, Lehrpersonal einsparen zu können.<sup>10, 11</sup>

## **1.4 Zur Geschichte elektronischen Lernens**

Seit jeher ist es ein alter Menschheitstraum mit Hilfe von Maschinen schnell und v.a. einfach lernen zu können. Bereits in der Antike existierten die verschiedensten Lehrhilfsmittel bspw. in Form von Zählrahmen. Ein jüngeres Beispiel ist die von Sidney Pressey 1928 patentierte Multiple-Choice-Lehrmaschine zur Durchführung von Intelligenztests. Der Psychologe B.F. Skinner, Begründer des programmierten Unterrichts, konnte in Tierversuchen zeigen, dass Verhalten durch seine unmittelbar folgenden Konsequenzen gesteuert wird. Er entwickelte eine Lehrmaschine, die das individuelle Tempo und das unmittelbare Feedback fördern sollte. Der erlebte Erfolg bei einer positiven Rückmeldung führt zu einer inneren Verstärkung, so dass Informationen leichter erinnert werden können. Sie stellt das Prinzip der behavioristischen Lerntheorie dar. Auch heute noch beeinflussen die Regeln des programmierten Unterrichts das Instruktionsdesign vieler Lernsysteme.

Die 80er Jahre brachten zahlreiche Entwicklungen in der Hard- und Software hervor, und verhalfen der Computerbranche damit zum Durchbruch. Das neue Medium Computer bot bessere Möglichkeiten für die programmierte Instruktion als mechanische Automaten. Mit Hilfe multimedialer Darstellungsmöglichkeiten ließen sich auch komplexe Fragestellungen mit sofortigem Feedback realisieren. Mitte der 90er Jahre eröffnete die rasche Verbreitung der Internettechnologie dem computerunterstützten Lernen eine neue Perspektive und weckte viele Hoffnungen. Lernen war von nun an zu jeder Zeit und an jedem Ort möglich. Es förderte die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Lernenden sowie die zentrale Pflege von Lerninhalten durch Lernmanagementsysteme.

## **1.5 Didaktischer Hintergrund**

In der Erforschung des Lernprozesses werden in der Regel drei allgemeine Theorien zur Erklärung erfolgreichen Lernens unterschieden, die auch in computergestützten Lernprogrammen Anwendung finden. Diese drei Theorien werden im Folgenden kurz erläutert.

**Behavioristische** Instruktionsdesign-Ansätze gründen auf dem Prinzip der Lernförderung durch Belohnung, d.h. Lernen wird dann erfolgreich sein, wenn bei der Durchführung der Lernaktivität Erfolg erlebt wird. Durch den Erfolg wird das Gelernte verstärkt und kann somit leichter erinnert und reproduziert werden<sup>12</sup>

Nach dem Prinzip des Lernens durch Verstärkung wird der Unterrichtsstoff beginnend mit einfacheren Themen in einer Abfolge von Fragen und Antworten präsentiert, der Schwierigkeitsgrad wird dabei stetig gesteigert. Ein sofortiges Feedback (d.h. möglichst positiv) ist hierbei besonders wichtig. Der Hauptkritikpunkt an dieser Theorie bezieht sich darauf, dass der Behaviorismus auf das Behalten, Einüben und Reproduzieren von einfachen kognitiven und psychomotorischen Fähigkeiten beschränkt bleibt - einer Mechanisierung des Menschen. Geistige Prozesse wie Denken, Fühlen und Verstehen spielen keine Rolle, so dass auch kein tieferes Verständnis der Inhalte sowie weder das Verstehen von Zusammenhängen noch das Transferieren von Wissen erklärt werden kann.

Im Gegensatz zum Behaviorismus beschäftigen sich **Kognitive Theorien** hauptsächlich mit der Erklärung höherer mentaler Prozesse wie Wahrnehmung, Informationsverarbeitung, Entscheidungsfindung und Wissen<sup>13</sup>

Der Wissenserwerb ist das Ergebnis der Integration kognitiv verarbeiteter Informationen in bestehende Wissensstrukturen.<sup>12</sup>

Im Vordergrund steht die Förderung des Lernens z.B. durch die Angabe präziser Lernziele und die Bereitstellung von Hilfen etc., weiterhin das Verstehen vorgegebener Sachverhalte und der Wissenserwerb.

An der kognitiven Lerntheorie wird kritisiert, dass sie mit der Vorgabe vorstrukturierter Informationen und der strengen Zielorientierung zu stark an der traditionellen schulischen Lernsituation orientiert sei. Die Selbststeuerung des Lernens steht dabei nicht im Vordergrund.

Der **Konstruktivismus** gründet auf der Annahme, dass Lernen dann erfolgreich ist, wenn die Lernenden neues Wissen selbständig konstruieren. Wissen wird daher nicht einfach rezipiert, sondern vom Lernenden während des Aktes des Erkennens konstruiert; die Lernenden bauen Wissensstrukturen auf, vernetzen sie untereinander und wenden sie in unterschiedlichen Kontexten an. Für einen erfolgreichen Erwerb von

Wissen innerhalb der Medizin, welches in praktischen Situationen tatsächlich auch angewendet werden kann, ist es demnach erforderlich, dass das Lernen in praxisnahen, authentischen Situationen mit problemorientierten, komplexen Aufgabenstellungen erfolgt. In Ansätzen zur Unterstützung selbständiger, aktiver und konstruierter Lernprozesse werden vielfältige Informationsquellen vor einem authentischen, praxisnahen Hintergrund (z.B. Patientenfälle) bereitgestellt. Das Lernen erfolgt vorwiegend selbst gesteuert und möglichst im sozialen Kontext von Lerngruppen (d.h. situiert).<sup>12</sup>

Keine dieser Theorien hat bisher jedoch die Schlacht um die Lerntheorien ausschließlich für sich verbuchen können, nachdem erkannt wurde, dass es nicht nur eine Art von Lernen und daher wahrscheinlich auch nicht nur eine Art von Erklärung geben kann.<sup>13</sup>

Auch Jonassen<sup>14</sup> gibt zu bedenken, dass diese Lerntheorien zwar exemplarisch und mustergültig sind, allerdings bleibt die Frage offen, ob sie mit der üblichen Lehrpraxis überhaupt im Einklang stehen.

## ***1.6 E-Learning in der human- und zahnmedizinischen Ausbildung***

Erste Schritte zur computerunterstützten Lehre in der Medizin sind bereits in den 60er Jahren zu finden. Schon damals wurde die Ansicht vertreten, dass der Computer als Lehrmaschine von pädagogischem Wert sein könnte und auch der Wissenschaft als hilfreiches Instrument zu dienen vermag.<sup>15</sup>

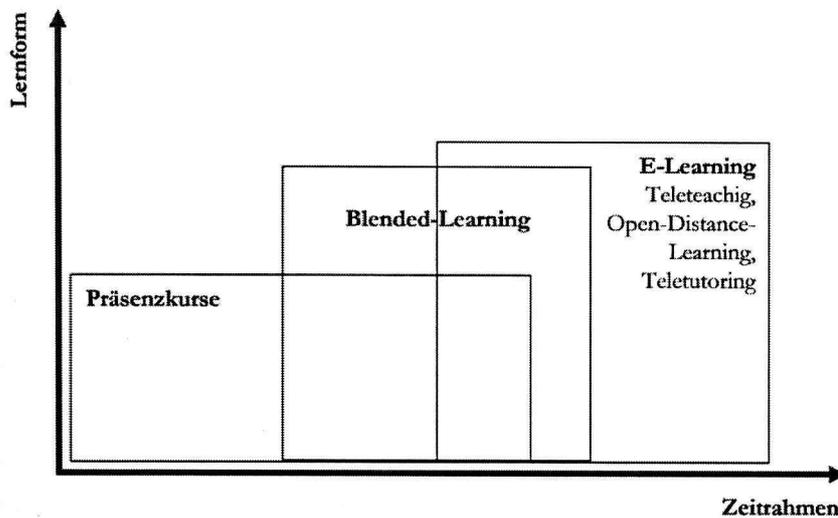
In der zahnärztliche Ausbildung sind die sogenannten stand-alone CBT- Programme schon seit den frühen 80ern in Anwendung und evaluiert worden.<sup>16</sup> Eine deutliche Überlegenheit zu traditionellen Lehrmethoden wie Vorlesungen und Curricula konnte in Studien nicht nachgewiesen werden. Ein Review von Rosenberg et al.<sup>17</sup> belegt jedoch die Gleichwertigkeit dieser Lehrform im Vergleich zu traditionellen Unterrichtsmethoden.

Die Entwicklung von E-Learning Programmen in der Medizin an deutschen Hochschulen ist wesentlich durch Reformansätze in der medizinischen Lehre beeinflusst<sup>6</sup>, da in der derzeitigen Ausbildung Studierender die Wissensvermittlung fast ausschließlich in

einem instruktionalen Stil, meist frontal stattfindet.<sup>3</sup> Diese Ansätze beinhalten die Intensivierung des praktischen und problemorientierten Unterrichts, die Erhöhung der Medienkompetenz und die frühzeitige Einführung in die Forschung. Selbstgesteuertes Lernen wird als Schlüsselfaktor für lebenslanges Lernen und eine erfolgreiche, berufliche Qualifikation gesehen.<sup>3, 18</sup>

In dieses Konzept gehört ebenfalls die Anwendung von multimedialen Lehr- und Lerninhalten, die die Ausbildung zur Fähigkeit des selbstgesteuerten Lernens unterstützen können. Das Angebot von CBT/WBT Systemen in der Medizin umfasst dabei Präsentationssysteme, virtuelle Labors mit Computersimulationen, fallbasierte Systeme für problemorientiertes Lernen und intelligente, tutorielle Systeme.<sup>6</sup>

Eine Möglichkeit klassische Unterrichtsveranstaltungen in Form von Präsenzkursen mit modernen Formen des E-Learning sinnvoll zu verknüpfen, so dass die Lernenden von den spezifischen Vorteilen beider Lernvarianten profitieren können, bietet das sogenannte Blended Learning. Der Blended Learning Ansatz integriert somit die Flexibilität von elektronischen Lehr- und Lernformen mit den sozialen Aspekten der Face- to- Face Kommunikation, Abbildung 1.1.



**Abbildung 1.1:** Evaluation von E-Learning nach Wimmer<sup>5</sup>

Das Blended Learning ist eine sehr viel versprechende neue Lernform für die ärztliche Fortbildung, die es zu fördern gilt<sup>21</sup>. Es existieren einige Studien, die zeigen, dass E-Learning besonders im Blended Learning Ansatz gut funktionieren kann<sup>19, 20</sup>.

## **1.7 Akzeptanz von Computer und Internet im Alltag Studierender**

Zu Beginn des neuen Jahrtausends wurden zahlreiche Umfragen zum Stand der Integration von Computer und Internet in den Alltag von Studierenden in Deutschland durchgeführt. Diese Umfragen können immer nur als eine Momentaufnahme dienen, die zeigen sollen, wie vertraut Studenten im Umgang mit dem PC sind, ob sie bereits einen eigenen PC besitzen bzw. die Möglichkeit zur regelmäßigen Nutzung haben. Eine weitere Frage bezieht sich auf den durchschnittlichen Zeitaufwand im Umgang mit dem PC. Ein wichtiger Aspekt ist die Einstellung der Studierenden zu den neuen Medien. Eine repräsentative Umfrage unter deutschen Studenten aller Fachrichtungen wurde von Middendorff im Sommersemester 2000 im Rahmen der 16. Sozialerhebung des Deutschen Studentenwerkes durchgeführt <sup>1</sup>.

Nach dieser Studie hatten bereits im Jahr 2000 97 Prozent der Studenten die Möglichkeit einen Computer zu nutzen, 85 Prozent besitzen bereits einen eigenen und drei Viertel arbeiten im PC-Pool ihrer Hochschule. 87 Prozent der Studierenden nutzen das Internet, genau so viele verfügen auch bereits über eine eigene E-mail Adresse, jedoch haben nur 55 Prozent einen eigenen Internet Anschluss in ihrem Wohnbereich. Die private Ausstattung mit einem PC und Internet Anschluss ist unter den männlichen Kommilitonen durchschnittlich besser als unter den weiblichen Kommilitonen. Im Durchschnitt sind die Studierenden 14 Stunden in der Woche mit dem Computer und dem Internet beschäftigt, wobei etwa ein Drittel dieser Zeit Online-Tätigkeiten gewidmet ist. Für rein studienbezogenes Arbeiten wenden die Studenten jedoch nur circa acht Stunden in der Woche auf. Zwischen der Zahl absolvierter Hochschulsesemester und der Stundenanzahl, die für studienbezogenes Arbeiten am PC bzw. unter Verwendung des Internets aufgebracht werden, ist eine direkte Proportionalität erkennbar, d.h. je mehr Semester ein Student bereits belegt hat, umso mehr Zeit widmet er dem Lernen via PC und Internet. Auch die Geschlechtsunterschiede, zugunsten der männlichen Studenten nivellieren sich auf diesem Sektor im Laufe des Studiums, bestanden doch in der Studieneingangsphase noch deutliche Unterschiede. Zur Frage hinsichtlich der Aufgeschlossenheit Studierender gegenüber computergestützten Lernprogrammen formulieren ein Drittel eine stark zustimmende Haltung, die Mehrheit (56 Prozent) ist insgesamt eher neutral eingestellt, während anteilig nur circa jeder achte Studierende stärkere Vorbehalte gegenüber neuen Lernmedien und –methoden hat. Angebote wie Skripte, Literaturhinweise, Aufgaben, Lösungen u.ä., die im Netz zur Verfügung gestellt

werden, werden lediglich von einem Viertel der Befragten genutzt, lehrveranstaltungsbegleitende Angebote zur Kommunikation zwischen den Studierenden nur von 8 Prozent. Die Zahl derer, die interaktive Lehrangebote wie z.B. Online-Kurse oder Computer Based Trainings nutzten, ist mit 3 bzw. 4 Prozent verschwindend gering. In dieser Umfrage kam eine entscheidende Tatsache zum tragen. Das Urteil der Studierenden über die Sinnhaftigkeit solcher Angebote fiel dann signifikant positiver aus, wenn bereits eigene Nutzungserfahrungen mit virtueller Lehre gemacht wurden, als wenn Studierende lediglich von diesen Angeboten wissen, sie aber nicht nutzen.

Eine weitere repräsentative Umfrage unter 282 Medizinstudenten des ersten vorklinischen und klinischen Semesters wurde im Reformstudiengang Medizin der Charité Berlin im Wintersemester 2000/01 durchgeführt<sup>22</sup>. Bei der Frage hinsichtlich der technischen Ausstattung der Studierenden sind bereits gute Voraussetzungen für das künftige Lernen mit dem PC vorhanden. Zwei Drittel (62,7 Prozent) der Studienanfänger verfügen über einen eigenen Computer, beim klinischen Semester liegt der Wert um 12 Prozent höher. Bei der Frage nach den bisher gemachten Erfahrungen mit den neuen Bildungsmedien gaben 43,8 Prozent der Studienanfänger an, bereits mit CD-ROMs gelernt zu haben. Das Lernen mit dem Internet ist allerdings mehr als der Hälfte der Erstimmatrikulierten noch völlig unbekannt. Über erste Nutzungserfahrungen verfügen nur 9,5 Prozent. Fast allen Studierenden im ersten klinischen Semester sind Lernprogramme auf CD-ROM ein Begriff. Die Hälfte nutzt sie selten, 23,9 Prozent häufig und 15,9 Prozent regelmäßig. Insgesamt haben also 89,4 Prozent der Studierenden bereits mit Lernprogrammen gearbeitet. Kaum Unterschiede im Vergleich mit den Studienanfängern gibt es bei der Nutzung von Lernangeboten im Internet. Der Mehrzahl, d.h. etwa 89 Prozent ist diese Lernform auch im fortgeschrittenen Studium unbekannt. Bei den Studienanfängern verbinden sich mit den neuen Lernmedien hohe Erwartungen. Sie sind der Überzeugung, dass sich mit ihnen die Qualität der medizinischen Ausbildung deutlich verbessern kann.

Eine ähnliche ebenfalls repräsentative Studie, bei der Zahnmedizinstudenten befragt wurden, haben Peroz et al.<sup>2</sup> im Sommersemester 2002 durchgeführt. 130 Zahnmedizinstudenten, davon 60 aus dem dritten klinischen und 70 Studenten aus dem fünften klinischen Semester der ehemaligen Zahnklinik Nord der Berliner Charité wurden hierbei befragt. Neben Fragen zur Möglichkeit der Nutzung eines eigenen bzw. fremden PC, was nahezu gegen 100% ausfiel, wurde ein besonderer Augenmerk auf

die von den Studenten favorisierten Lernmittel und -medien gelegt, mit welchen Zahnmedizinstudenten nach eigener Einschätzung am effektivsten lernen können. Am häufigsten wurden sowohl vom dritten als auch vom fünften klinischen Semester konventionelle Medien wie die eigenen Notizen, Bücher und Skripte gewählt. Das Wissen um die Möglichkeit mittels des Internets zu lernen war auch unter Zahnmedizinstudenten, unabhängig vom Semester, nicht weit verbreitet. Andere elektronische Medien wie die CD-ROM waren weit mehr vertreten. Auf dem letzten Platz lag das Lernen bzw. die Informationssuche mittels Medline, sowohl im dritten als auch im fünften klinischen Semester. Die Studie diene ebenfalls zu Eruiierung wie ein künftiges Lehrmanagementprogramm technisch und inhaltlich strukturiert sein sollte, um bei den Studenten Akzeptanz zu finden. Diese Studie diene somit der formativen Evaluation eines damals in Entwicklung befindlichen Lehrmanagementsystems für Zahnmediziner, was im Folgenden näher beleuchtet werden soll.

### ***1.8 Dentocase - Ein Lehrmanagementsystem für Zahnmediziner***

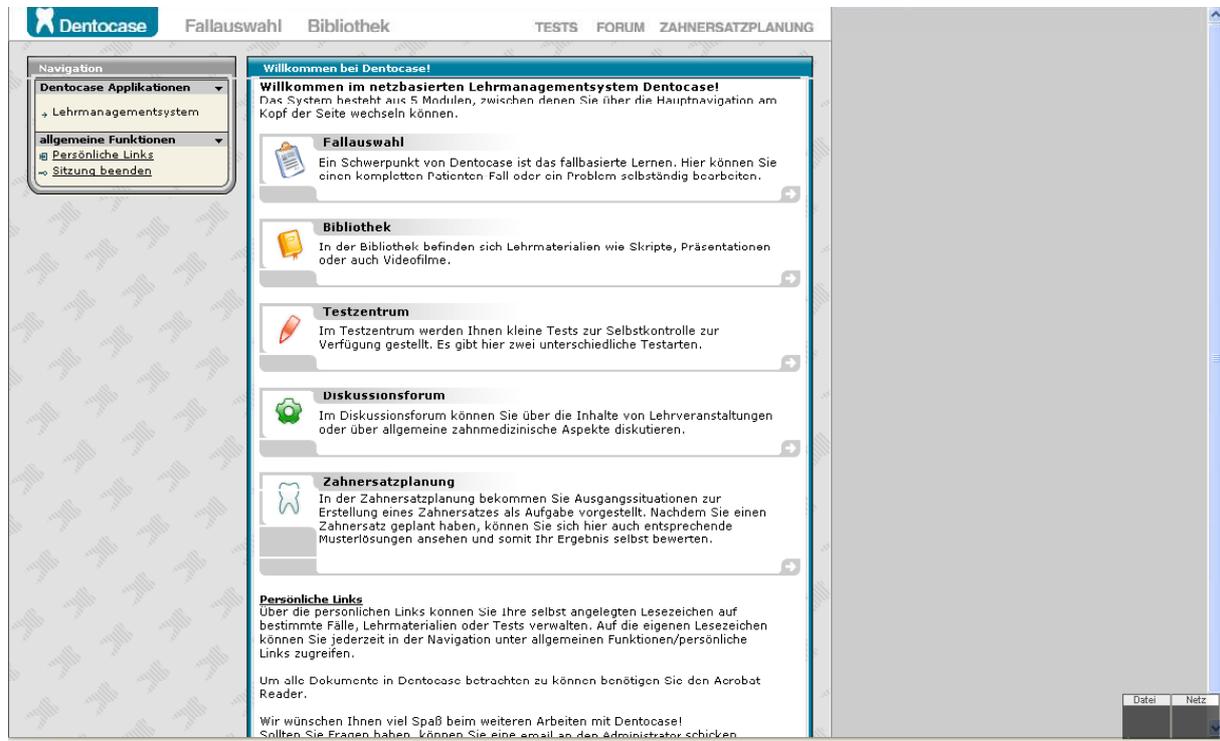
Anhand einer Darstellung von Peroz et al.<sup>23</sup> wird das Lehrprogramm Dentocase erläutert.

Dentocase bietet computerunterstütztes Lernen in der Zahnmedizin. Dentocase arbeitet mit Open Source- und Open Content- ähnlicher Lizenz. Es ist das Ziel mittels Open Source durch eine Gemeinschaft von Entwicklern, die stetige Aktualisierung, Pflege und Erweiterung der Software über den Zeitraum der Förderung durch öffentliche Mittel hinaus, zu ermöglichen. Mit der Open Content- ähnlichen Lizenz wird auch anderen Hochschulen die Möglichkeit geboten, Dentocase ohne entstehende Kosten zu nutzen bzw. eine Zusammenarbeit innerhalb der Hochschulen zu fördern. Die Lizenz erlaubt die freie Distribution und Nutzung der Medien zu nicht kommerziellen Zwecken und verbietet eine Bearbeitung zum Schutz der Autoren, da eine Bearbeitung auch eine Verfälschung des Inhaltes darstellen kann, für die der Autor mit seinem Namen verantwortlich wäre.<sup>3</sup>

Dentocase besteht aus einem Autorensystem, durch das Autoren Fälle online eingeben und didaktisch für Studierende der Zahnmedizin aufbereiten können, einem Administrationswerkzeug und dem eigentlichen Lehrmanagementsystem, das über ein persönliches Login zu erreichen ist. Dentocase ist in fünf Module gegliedert. Den

Fallpräsentationen, der Bibliothek, dem Testzentrum, dem Diskussionsforum und dem Zahnersatzplanungstool.

Einen Blick auf die Benutzeroberfläche zeigt Abb.1.2.



**Abbildung 1.2:** Überblick Lehrmanagementsystem

Die Fallpräsentationen sind nach Fachgebieten geordnet. Die Dokumentation ist analog zur Arbeitsweise eines Arztes bzw. Zahnarztes gegliedert. Wird der Prüfungsmodus eingeschaltet, muss die Reihenfolge der Bearbeitung beginnend mit der Anamnese über die primäre Diagnostik, Verdachtsdiagnosen, Differentialdiagnosen bis zur Therapie eingehalten werden. Jeder folgende Schritt wird nur freigegeben, nachdem der vorhergehende vollständig bearbeitet wurde, d.h. alle vom Autor als relevant bezeichneten Informationen oder Angaben geleistet worden sind. Wird der Prüfungsmodus ausgeschaltet, kann beliebig in der Fallpräsentation navigiert werden. Der Student kann zudem vier didaktische Ebenen wählen. Bei der freien Bearbeitung, findet die Interaktion über ein Dialogfeld statt, um bspw. Fragen zur Anamnese einzugeben oder Diagnosen und Therapievorschlüsse zu nennen. Eine geleitete Form bietet Auswahlmöglichkeiten an, die zur Bearbeitung ausgewählt werden können. Als weitere Ebene steht ein Oberarzt zur Seite, um Hinweise zu geben. Eine exemplarische Lösung wird ebenfalls vorgegeben. Der Epilog gibt anschließend Aufschluss über die

tatsächlich durchgeführte Therapie. Eine Link Sammlung zeigt Inhalte an, die für diesen Fall relevant sind, wie Wissensinhalte aus der Bibliothek, Literaturquellen, vorhandene Tests im Testmodul und die Möglichkeit des Zahnersatzplanungstools.

Vor dem Hintergrund der schnellen Erneuerung von wissenschaftlichen Erkenntnissen erschien es sinnvoll eine online Bibliothek einzurichten, deren Inhalte bei Bedarf aktualisiert werden können, und damit ein entscheidender Vorteil gegenüber traditionellen Wissensquellen wie z.B. Lehrbüchern besteht. In der online Bibliothek sind Lehdokumente in modularer Form abgelegt. Die Verknüpfung zwischen Fallpräsentationen und der Bibliothek ermöglicht es dem Studenten notwendiges Fachwissen zur Problemlösung nachzuschlagen. Das Wissen wird somit problemorientiert abgelegt.

Dentocase bietet die Möglichkeit, das erlernte Wissen zu testen. Im Testmodul gibt es zwei Arten von Fragetypen. Die Multiple Choice Fragen und Fragen zur Wissensüberprüfung, sogenannte Lernzielkontrollen, die eine Behauptung vorgeben, die entweder mit „wahr“, „falsch“ oder „weiß ich nicht“ beantwortet werden kann. Das Testergebnis wird dann sofort nach Beendigung des Testes angezeigt, um mögliche Wissensdefizite aufzuzeigen. Eine richtige Antwort wird mit einem Punkt bewertet, eine falsche Antwort mit einem Minuspunkt und die ehrliche Antwort „weiß ich nicht“ wird mit 0 Punkten bewertet.

Das Zahnersatzplanungstool nutzt eine Software zur Darstellung von Zahnersatz, die eigentlich zur Beratung von Patienten entwickelt wurde. Die selbst erstellte Planung kann mit einer vorhandenen Lösungsmenge an Musterlösungen sowie den dazugehörigen tabellarisch aufgeführten Vor- und Nachteilen verglichen werden.

Das Diskussionsforum bietet den Vorteil der zeit- und vor allem ort unabhängigen Kommunikation zwischen Lernenden und Lehrenden, da sozialer Austausch als ein Kernfaktor erfolgreichen Lernens angesehen wird.

Weitere Hilfsmodule wie eine Lesezeichenverwaltung, um eine einmal begonnene und unterbrochene Arbeit im System nahtlos und ohne Zeitverlust wieder aufzunehmen, sowie eine Suchmaschine sind ebenfalls vorhanden.

Derzeit wird Dentocase im Rahmen einer synoptischen Veranstaltung verwendet. Studenten der klinischen Semester setzen sich in Form von problemorientiertem Kleingruppenunterricht mit Patientenfällen auseinander. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse werden nach Qualitätssicherung durch den Lehrenden in der Bibliothek

des Systems abgelegt. Somit können die Studierenden indirekt als Autoren tätig werden und zur inhaltlichen Komplettierung von Dentocase beitragen.

## **1.9 Evaluation von E-Learning Angeboten**

Evaluation im Bildungswesen dient der Innovation und steten Verbesserung von Bildungsangeboten und hat sich als solche in den letzten Jahren zu einem eigenständigen Forschungszweig entwickelt. Auch im Hochschulalltag wird sie mittlerweile routinemäßig eingesetzt.

Bei der Entwicklung und der Implementierung von elektronischen Lernprogrammen ist Qualitätsevaluation zu einer wesentlichen Anforderung geworden. Nach Tergan<sup>12</sup> wird der Begriff folgendermaßen definiert:

„Evaluation ist die systematische und zielgerichtete Sammlung, Analyse und Bewertung von Daten zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle. Sie gilt der Beurteilung von Planung, Entwicklung, Gestaltung und Einsatz von Bildungsangeboten bzw. einzelner Maßnahmen dieser Angebote (Methoden, Medien, Programme, Programmteile) unter den Aspekten von Qualität, Funktionalität, Wirkungen, Effizienz und Nutzen.“

Bei der Entwicklung und Implementierung elektronischer Medien werden prinzipiell zwei Arten der Evaluation unterschieden. Die formative und die summative Evaluation.

Die formative, auch Prozess begleitende Evaluation dient der Optimierung des Produktes während der Entwicklungsphase, sie soll Fehlentwicklungen vermeiden und dient der Anpassung der Bedürfnisse an die Zielgruppe. Wie bereits weiter oben beschrieben, wurde während der Entwicklungsphase von Dentocase eine formative Evaluation durchgeführt<sup>2</sup>.

Bei der summativen, Produkt bewertenden Evaluation findet eine abschließende Qualitätsbewertung anhand verschiedenster Kriterien statt.

Hierzu gehören speziell im Bereich der Zahnmedizin der Umfang des erworbenen Wissens bzw. das Ausmaß inwieweit die zuvor definierten Lernziele erreicht wurden (kognitive Fähigkeiten), und der Erwerb motorischer Fähigkeiten/Fertigkeiten. Die Akzeptanz des Lernsystems bei den Nutzern ist ein subjektives Kriterium, welches es zu evaluieren gilt, denn nicht selten sind es diese Parameter, die über Erfolg oder

Misserfolg des Lernmediums entscheiden. Diese objektiven sowie subjektiven Kriterien lassen sich mit Hilfe verschiedenster Evaluationsmethoden messen.

So sind Multiple Choice Tests eine praktikable Methode, um das tatsächlich erreichte Wissen zu quantifizieren, jedoch weniger geeignet um subjektive Parameter, wie z.B. die Zufriedenheit der Lernenden mit dem neuen Medium zu evaluieren. Hierzu eignen sich besonders gut so genannte visuelle Analogskalen, die mit Hilfe einer Graduierung, beispielsweise von 0-10 eine qualitative Einschätzung ermöglichen.

Ein Modell zur Evaluation, welches die unterschiedlichen Ziele im Evaluationsprozess auf der passenden Ebene anordnet, geht auf Kirkpatrick 1998 zurück.<sup>5</sup>

Ebene 4: Results --- Welchen Nutzen hat die Gesellschaft davon?
Ebene 3: Behavior --- Wie wird das Gelernte konkret am Arbeitsplatz umgesetzt?
Ebene 2: Learning --- Was haben die Teilnehmer gelernt?
Ebene 1: Reaction --- Wie zufrieden waren die Teilnehmer?

**Tabelle 1.3** : Vier Ebenen Modell nach Kirkpatrick

In der ersten Ebene wird die Zufriedenheit der Lernenden nach der Maßnahme gemessen, um herauszufinden ob die Erwartungen erfüllt werden konnten und ob sie eher zustimmend oder ablehnend auf die Bildungsmaßnahme reagieren.

In der zweiten Ebene wird direkt im Anschluss an das Lehrprogramm ein Test durchgeführt, um einen möglichen Wissenszuwachs, eine Erweiterung von Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie Veränderungen in der Einstellung der Teilnehmer zu ermitteln. Ein Prä-Test vor der Bildungsmaßnahme dient dabei zur Festlegung des schon vorhandenen Wissens. Ein Post-Test im direkten Anschluss an die Lehrveranstaltung kann schließlich den im Vergleich zum Prä-Test erreichten Kenntniserwerb ermitteln.

Die dritte Ebene befasst sich damit, inwiefern die Bildungsmaßnahme zu einem veränderten, verbesserten Verhalten am Arbeitsplatz beigetragen hat. Diese Verhaltensänderungen sind zumeist die wichtigsten Outputs von Lernprozessen, jedoch oft schwer zu erreichen.<sup>5</sup> Die Evaluation auf der dritten Ebene kann bspw. durch Selbstreflexion der Kursteilnehmer und durch Beobachtung von Lehrenden hinsichtlich eines verbesserten Verhaltens erreicht werden.

Auf der vierten Ebene erfolgt im originären Modell von Kirkpatrick schlussendlich die Messung des Geschäftserfolgs. Für die medizinische Lehre lässt sich daraus der allgemeine gesundheitliche Nutzen für die Gesellschaft ableiten.

Während die Erfolgsmessung auf der ersten, zweiten und dritten Ebene des Modells noch relativ einfach zu realisieren ist, ist die Messung des gesundheitlichen Nutzen für die Gesellschaft mit Sicherheit schwer zu realisieren und vor allem erst nach einer gewissen Zeitspanne feststellbar.

Dieses komplexe Modell ist zwar in der medizinischen Literatur zu finden <sup>24, 25</sup>, es fehlen jedoch konkrete Anwendungsbeispiele.

### **1.10 Zielsetzung und Fragestellung**

Das Ziel dieser Arbeit ist die objektive sowie subjektive Evaluation einer E-Learning Lerneinheit zum Thema der Instrumentellen Funktionsanalyse mit dem Lehrmanagementprogramm Dentocase, welches im Rahmen des Projektes „Neue Medien in der Bildung“ durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert und 2001 ins Leben gerufen wurde. Anhand von Prä- und Posttests wird der relative Wissenszuwachs nach einer Lerneinheit mit Dentocase sowie nach einer Vorlesung mit dem gleichen Lerninhalt gemessen und miteinander verglichen. Eine weitere Frage ergibt sich aus dem relativen Wissensverlust nach einem Zeitraum von sechs Wochen in beiden Gruppen. Ein subjektiver Fragebogen soll Aufschluss über die bevorzugten Lernmedien und das Vorhandensein eines eigenen PCs geben. Weiterhin dient ein sechs Aussagen umfassender Evaluationsbogen zur jeweiligen Lehrveranstaltung der Einschätzung über Akzeptanz und allgemeine Zufriedenheit der Studenten mit der Lehrmethode.

Folgende Hypothesen gilt es dabei zu bestätigen:

1. Die Lerneffektivität beider Lehrveranstaltungen ist gleich und bringt objektiv die gleichen Ergebnisse.

2. E-Learning bedarf eines höheren Zeitaufwandes beim Lernen im Vergleich zu einer 60 minütigen Vorlesung.
  
3. Der regelmäßige häusliche Umgang mit elektronischem Lernmaterial hat einen positiven Einfluss auf das Lernergebnis beim E-Learning.
  
4. Studierende sind dieser neuen Art der Wissensvermittlung grundsätzlich positiv gegenüber eingestellt und wünschen sich mehr solcher Anwendungen in ihrer studentischen Ausbildung.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Studiendesign

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine prospektive, randomisierte, kontrollierte Studie. Das Studiendesign, die Erstellung der Lerneinheit sowie der Wissenstest als auch die subjektiven Evaluationsbögen entstanden im Wintersemester 2005/06 am Zentrum für Zahnmedizin Campus Charité Virchow Klinikum in der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik und Alterszahnmedizin.

### 2.2 Probanden

Zahnmedizinstudenten des ersten und dritten vorklinischen Semesters der Berliner Zahnklinik Süd wurden zur freiwilligen Teilnahme an einer Studie zur Evaluierung von Dentocase, einem netzwerkbasieren Lehrmanagementprogramm befragt. Die gemeldeten Namen wurden anschließend durch das Statistikprogramm SPSS entweder der E-Learning- oder der Vorlesungsgruppe randomisiert zugeordnet.

Insgesamt nahmen an der E-Learning Veranstaltung 48 Studenten und an der Vorlesung 37 Studenten teil, da nicht alle gemeldeten Studenten zur Vorlesung erschienen. Tabelle 2.1 zeigt die Geschlechterverteilung in beiden Gruppen.

<b>Geschlecht</b>	<b>E-Learning</b>	<b>Vorlesung</b>
Weiblich	32	24
Männlich	16	13

**Tabelle 2.1** : Geschlechterverteilung

## 2.3 Lehrveranstaltungen

Die Veranstaltungen fanden jeweils an einem Samstag statt. Die Vorlesung, mit einem Zeitansatz von 60 Minuten, wurde vormittags im Hörsaal des Erdgeschosses im Zentrum für Zahnmedizin in der Föhlerstraße gehalten. Zur gleichen Zeit fand der erste Durchgang der E-Learning Veranstaltung im CIPOM des Lehrgebäudes auf dem Campus des Virchow Klinikums statt. Die Dauer der E-Learning Veranstaltung war mit einem Maximum von drei Stunden so gehalten, dass jeder Student das Thema in seinem individuellen Lerntempo bearbeiten konnte. Eine Zeitbeschränkung gab es nicht. Die jeweils zweite E-Learning Sitzung fand nachmittags statt. Nach Durchführung des E-Learning Angebots hatten die Studierenden bis zum Ende der Evaluation (Post II Test) keine Möglichkeit mehr, die Lehrereinheit in Dentocase einzusehen. Eine Übersicht über den Zeitpunkt der Veranstaltungen und die Teilnehmerzahl ist den Tabellen 2.2 und 2.3 zu entnehmen.

	<b>1. Semester</b>	<b>3.Semester</b>	
Datum der Lehrveranstaltung	16.12.2006	26.08.2006	
Teilnehmer (9.00-12.00 Uhr)	n = 15	n = 11	
Teilnehmer (13.00-16.00 Uhr)	n = 14	n = 8	
Gesamt	n = 29	n = 19	n = 48

**Tabelle 2.2** : Übersicht Gruppe E-Learning

	<b>1. Semester</b>	<b>3.Semester</b>	
Datum der Lehrveranstaltung	16.12.2006	26.08.2006	
Teilnehmer (9.00-10.00 Uhr)	n = 26	n = 11	n = 37

**Tabelle 2.3** : Übersicht Vorlesungsgruppe

## 2.4 Hardwareausstattung des Computerkabinetts (CIPOM)

Das CIPOM am Campus Virchow Klinikum in Wedding enthält 25 PCs, wobei zum Zeitpunkt der Studie lediglich 20 PCs betriebsbereit waren. Die Computer sind mit folgender Hardware ausgestattet:

CPU: Pentium 3GHz, RAM: 512 MB DDR, Festplatte: lokale 60 GB und 80 GB Netzlaufwerkspeicher mit redundanter Sicherung, Laufwerke: CD/DVD Combo Laufwerke mit integriertem CD Brenner, Grafikkarten: GeForce 6200 Nvidia<sup>®</sup>

Während der gesamten E-Learning Sitzungen war ein Tutor des CIPOM anwesend, falls sich technische Schwierigkeiten mit den PCs einstellen sollten. Dies war jedoch nicht der Fall.

## **2.5 Auswahl der Thematik**

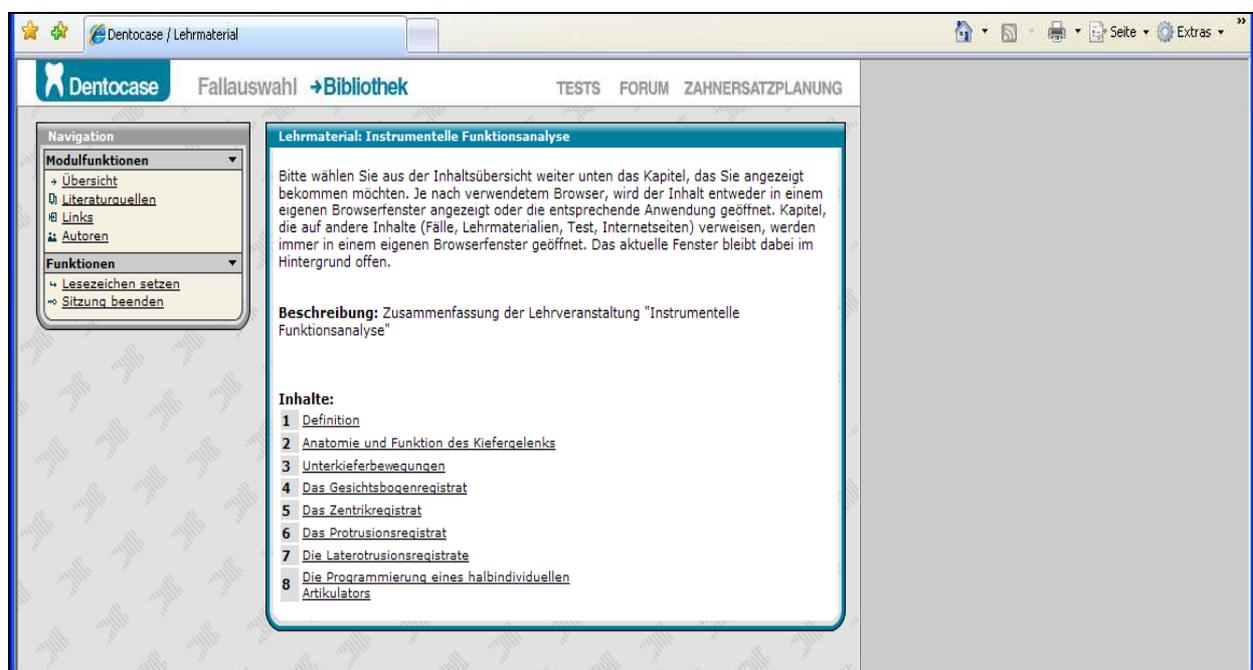
Das Thema der Instrumentellen Funktionsanalyse zur Bewertung des Funktionszustandes des stomatognathen Systems und zur Artikulatorprogrammierung wurde gewählt, weil es einen zentralen Ausbildungsschwerpunkt in der vorklinischen sowie klinischen studentischen Ausbildung darstellt und als Basiswissen für alle zahntechnischen und klinisch-prothetischen Kurse notwendig ist.

Gemäß DGZMK wird die Instrumentelle Funktionsanalyse im stomatognathen System zur Verifizierung der artikulären und dentalen Führungsdeterminanten eingesetzt. Sie trägt gemeinsam mit klinischen und bildgebenden Verfahren zu einer validen Diagnostik kraniomandibulärer Funktionsstörungen bei und erlaubt je nach verwendetem Verfahren eine analoge oder digitale Darstellung und Bewegung der artikulären und dentalen Führung der Unterkieferbewegungen. Eine klinische Funktionsanalyse mit entsprechender Dokumentation mit Initialdiagnose geht der Instrumentellen Funktionsanalyse immer voraus. Eine schädel- und kiefergelenkbezogene Modellmontage erfolgt durch die Anwendung eines Gesichtsbogens und der Registrierung der Beziehung von Unter- zu Oberkiefer. Die Programmierung eines justierbaren Artikulators erfolgt anhand der individuellen Bewegungsparameter des Patienten, die entweder mit Hilfe mechanischer oder elektronischer Verfahren aufgezeichnet werden.

In den praktischen Studentenkursen wird vermittelt, welche Registrate am Patienten zur Registrierung der individuellen Parameter notwendig sind, wie die Registrierung praktisch abläuft und wie das patientengetreue Einartikulieren der Modelle und die Programmierung des Artikulators im Labor erfolgen.

Das Instrumentarium wurde von der Fa. Amann Girrbach, Pforzheim zur Verfügung gestellt. Die Registrierung an einem Probanden erfolgte in der prothetischen Abteilung mit professioneller Unterstützung und die anschließende Übertragung der Ober- und Unterkiefermodelle sowie die Programmierung des Artikulators wurden unter Mithilfe eines Zahntechnikermeisters im zahntechnischen Labor des Zentrums für Zahnmedizin durchgeführt. Alle Arbeitsschritte wurden photographisch dokumentiert.

Das Bildmaterial und die verwendeten Grafiken wurden anschließend mit Text versehen und nach Qualitätssicherung durch einen Oberarzt für den Leser in sinnvolle Lernabschnitte unterteilt, wobei wichtige Fakten zusätzlich durch Farbe hervorgehoben wurden. Es entstanden acht Kapitel, die Übersicht in Dentocase zeigt Abbildung 2.1.



**Abbildung 2.1 :** Kapitelübersicht in Dentocase

Die Vorlesung wurde mittels des Programms Microsoft PowerPoint erstellt. Um die beiden Lehrveranstaltung inhaltsgleich zu gestalten, wurde das gleiche Bildmaterial verwendet, welches auch für Dentocase genutzt wurde und die gleiche Abfolge der einzelnen Themen eingehalten. Beide Lehrveranstaltungen wurden durch denselben Oberarzt der prothetischen Abteilung nach inhaltlicher und instruktionaler Qualitätskontrolle abgesegnet. Während der Vorlesung konnten jederzeit Fragen gestellt werden, während in der E-Learning Sitzung jeder Student für sich selber arbeitete, ein Austausch der Studenten war nicht gestattet. Dieses wurde vor dem Hintergrund festgelegt, dass E-Learning Programme überwiegend zum Selbststudium

von zu Hause aus genutzt werden. Die Studenten hatten jedoch die Möglichkeit sich jederzeit Notizen zu machen. Lediglich bei technischen Schwierigkeiten mit dem Programm selbst, konnte durch den Tutor Hilfestellung gegeben werden.

## 2.6 Aufarbeitung der Thematik

Das erste Kapitel beschäftigt sich mit der Definition und der Frage, wann eine Instrumentelle Funktionsanalyse notwendig wird. Abbildung 2.2 zeigt den blau markierten Link zur Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) zur Instrumentellen Funktionsanalyse. Beim Anklicken öffnet sich die entsprechende Seite der DGZMK.

Das Kapitel beschäftigt sich im Weiteren mit der Erläuterung gängiger Nomenklatur wie statische und dynamische Okklusion, stomatognathes System, neuromuskuläres Reflexsystem, halbindividueller Artikulator und den verschiedenen Registraten.

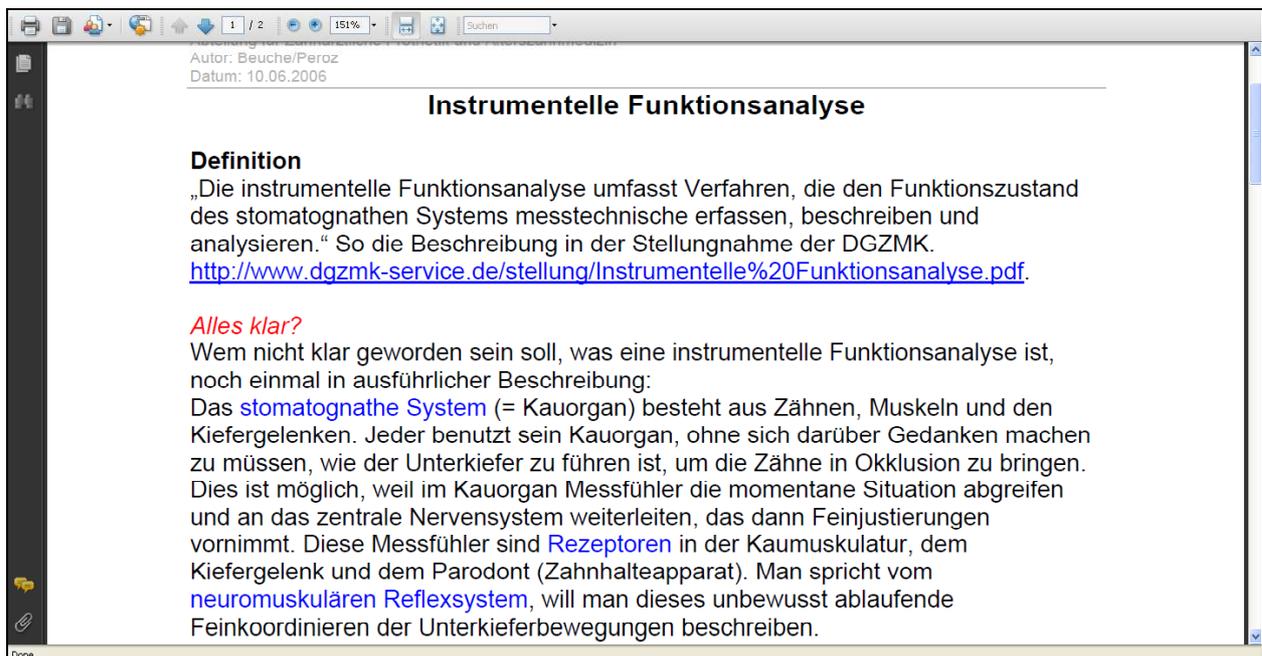
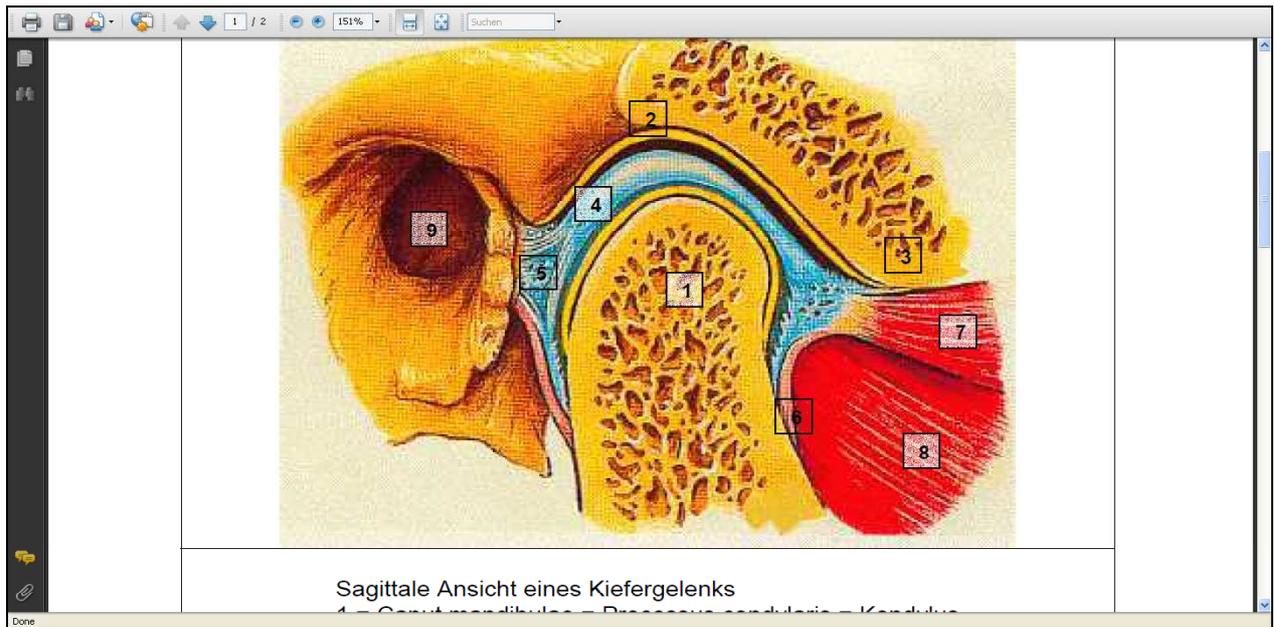


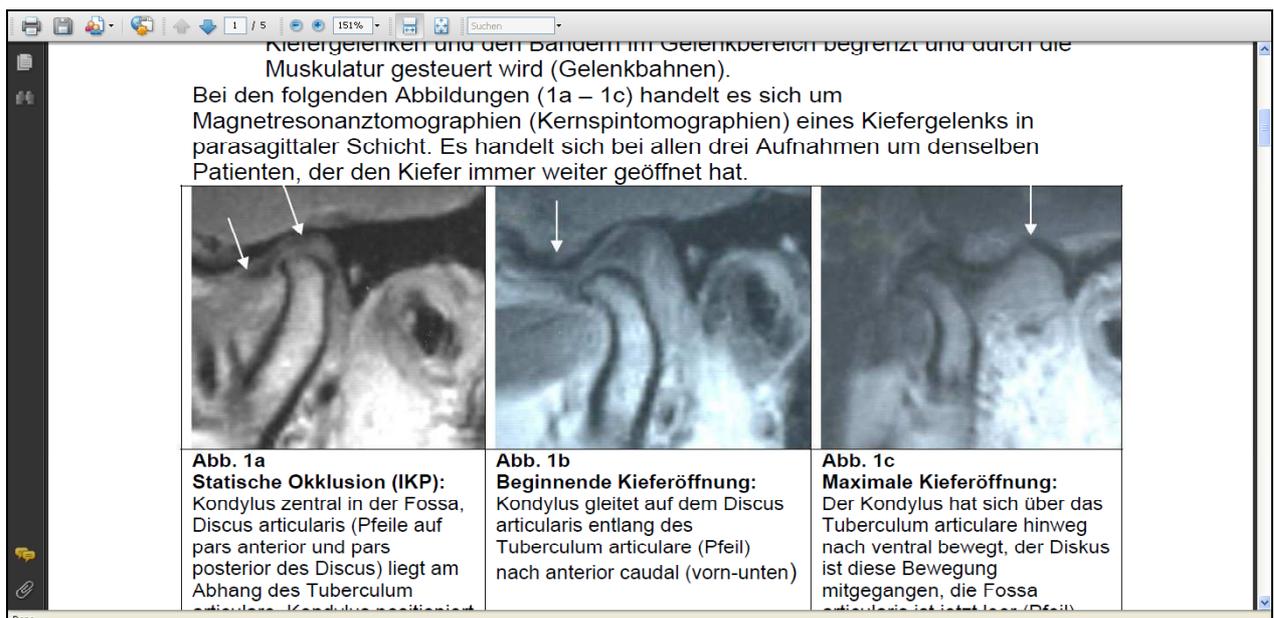
Abbildung 2.2 : Link zur Stellungnahme der DGZMK

Das zweite Kapitel beschäftigt sich mit der Anatomie und der Funktion des Kiefergelenks. Die Strukturen des Kiefergelenkes und ihr Zusammenspiel während der Bewegung des Unterkiefers werden anhand einer Farbzeichnung dargestellt. Ein Ausschnitt dieses Kapitels ist in Abbildung 2.3 gezeigt.



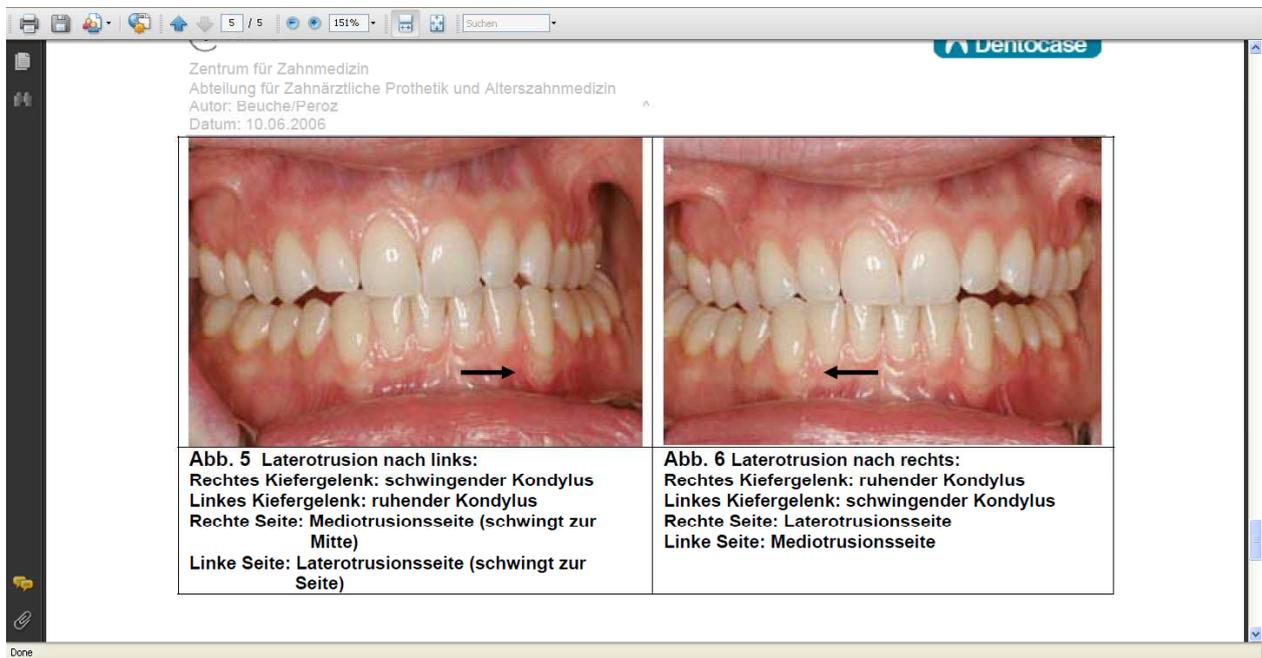
**Abbildung 2.3 :** Anatomie und Funktion des Kiefergelenkes

Das dritte Kapitel befasst sich mit den Bewegungen des Unterkiefers. Die drei Führungsgrößen Okklusion, Kiefergelenk und Muskulatur und die Darstellung der Kondylenposition in Stadien unterschiedlicher Öffnungsweite des Unterkiefers werden in ihrem Zusammenspiel näher betrachtet. Zur Veranschaulichung werden MRT Schnittbilder einmal in statischer Okklusion, weiterhin bei beginnender Kieferöffnung und während maximaler Öffnung gezeigt.



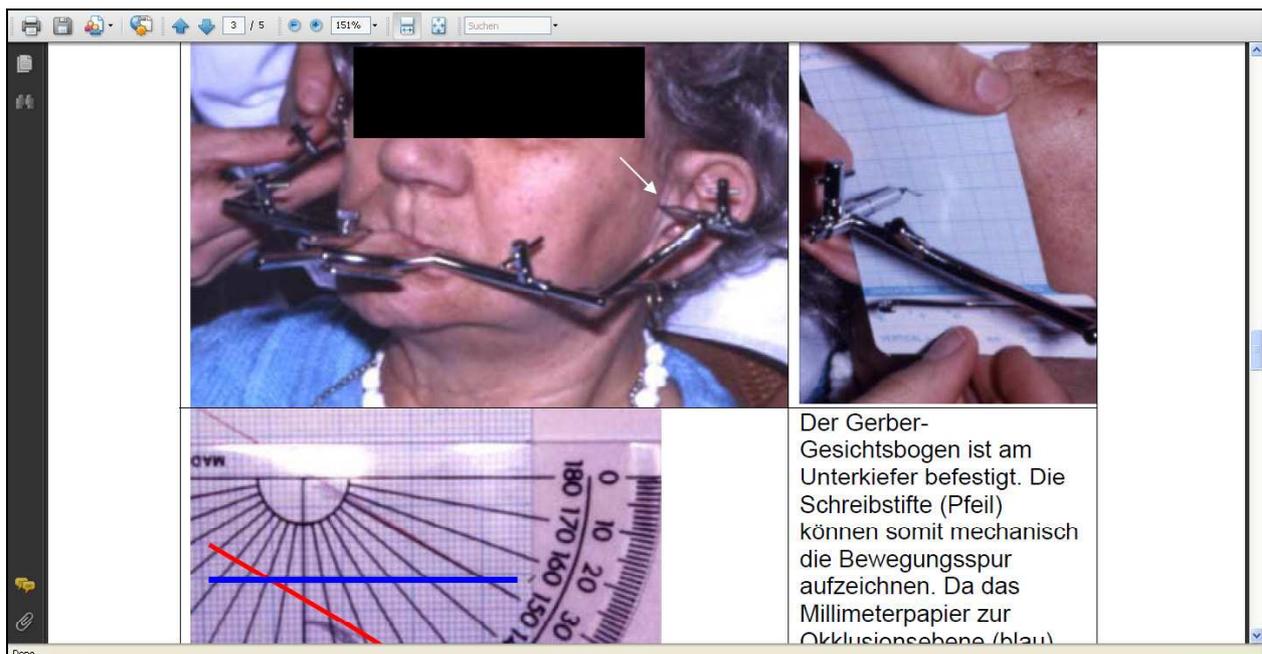
**Abbildung 2.4 :** MRT Schnittbilder verschiedener Öffnungsstadien des Unterkiefers

Die Bewegungen Laterotrusion nach rechts und links, Protrusion und Mediotrusion werden anhand von Patientenbildern demonstriert.



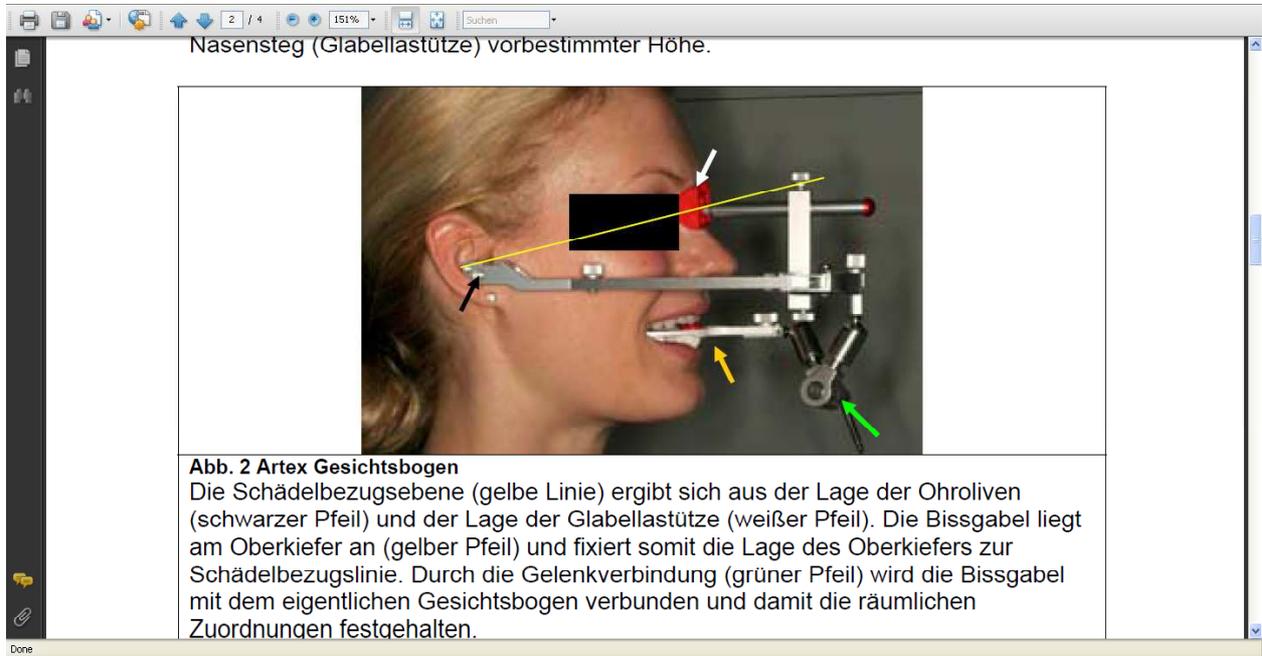
**Abbildung 2.5 :** Bewegungen des Unterkiefers nach rechts bzw. links

Schließlich wird die Aufzeichnung der sagittalen Gelenkbahn bei einer zahnlosen Patientin mit Hilfe des Gerber-Gesichtsbogens gezeigt.



**Abbildung 2.6 :** Gerber Gesichtsbogen

Das vierte Kapitel verdeutlicht Klinik und Labor des Gesichtsbogenregistrates. Das Bildmaterial und der Text verdeutlichen dabei das Adaptieren der Bissgabel, das Anlegen des Gesichtsbogens am Patienten sowie die Übertragung des Oberkiefermodells in den Artikulator.



**Abbildung 2.7 : Adaptierter Gesichtsbogen**



**Abbildung 2.8 : Übertragenes Oberkiefermodell**

Das fünfte Kapitel beinhaltet das klinische Vorgehen bei der Registrierung der zentrischen Kondylenposition am Patienten mit Hilfe des Zentrikregistrates.



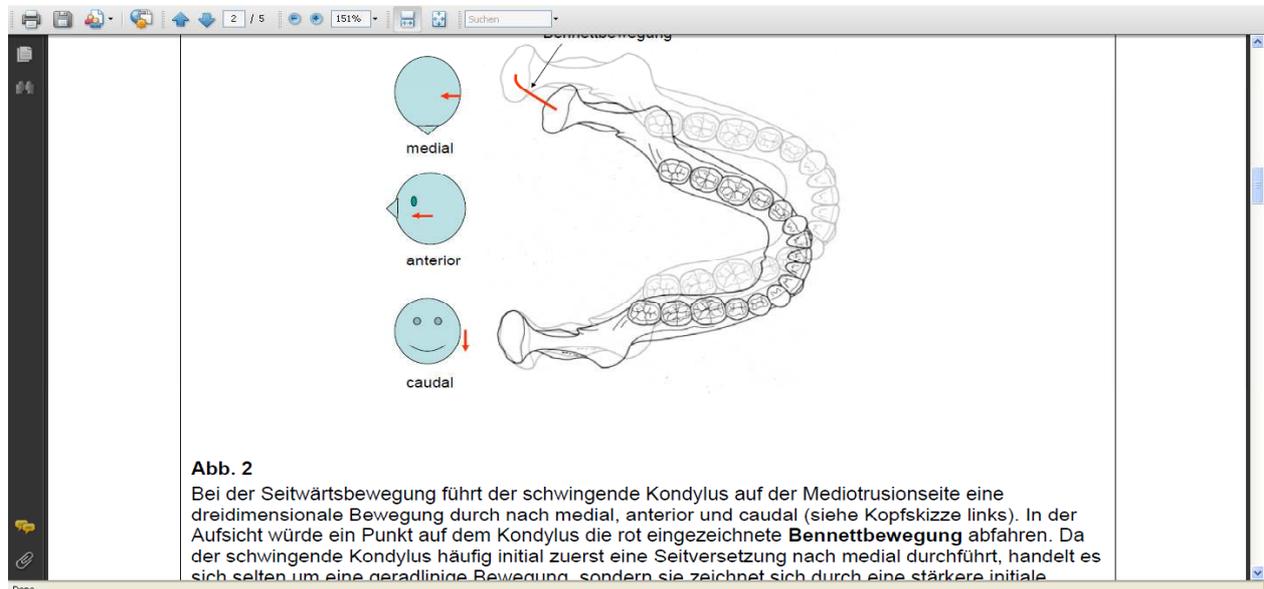
**Abbildung 2.9 :** Zentrikregistrat am Patienten

Das sechste Kapitel zeigt die Registrierung der sagittalen Kondylenbahnneigung mit Hilfe des Protrusionsregistrates am Patienten.



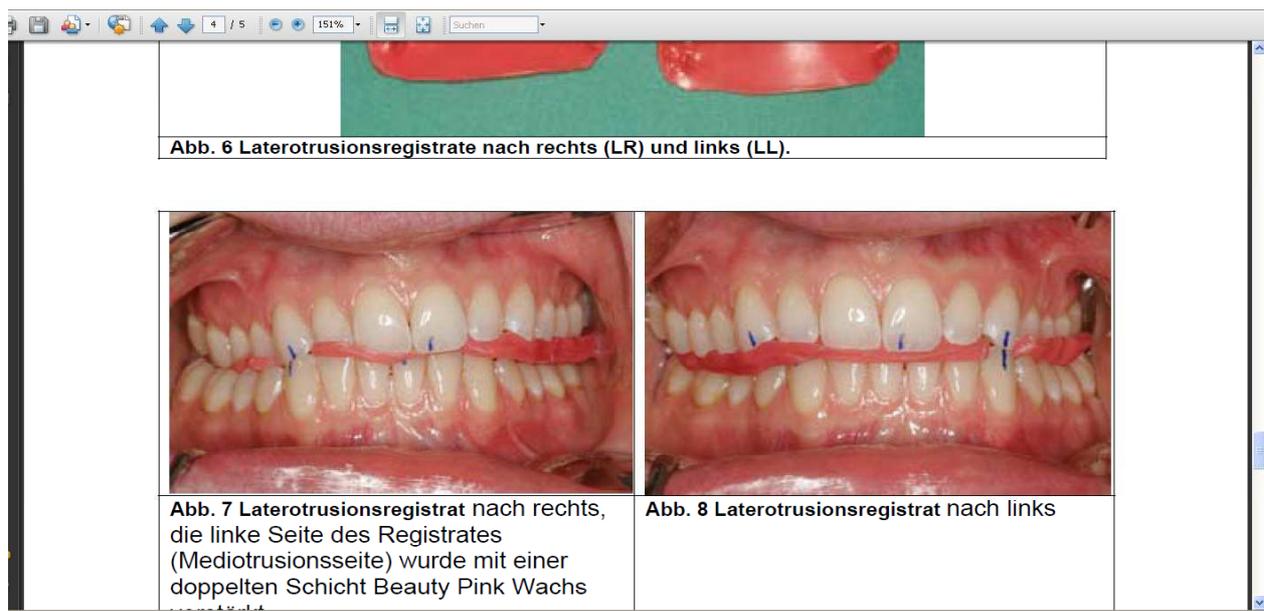
**Abbildung 2.10 :** Protrusionsregistrat

Kapitel sieben erklärt zunächst was unter der Bennettbewegung zu verstehen ist und demonstriert anhand von Grafiken, zwischen welchen Ebenen sich der Bennettwinkel am Schädel aufspannt.



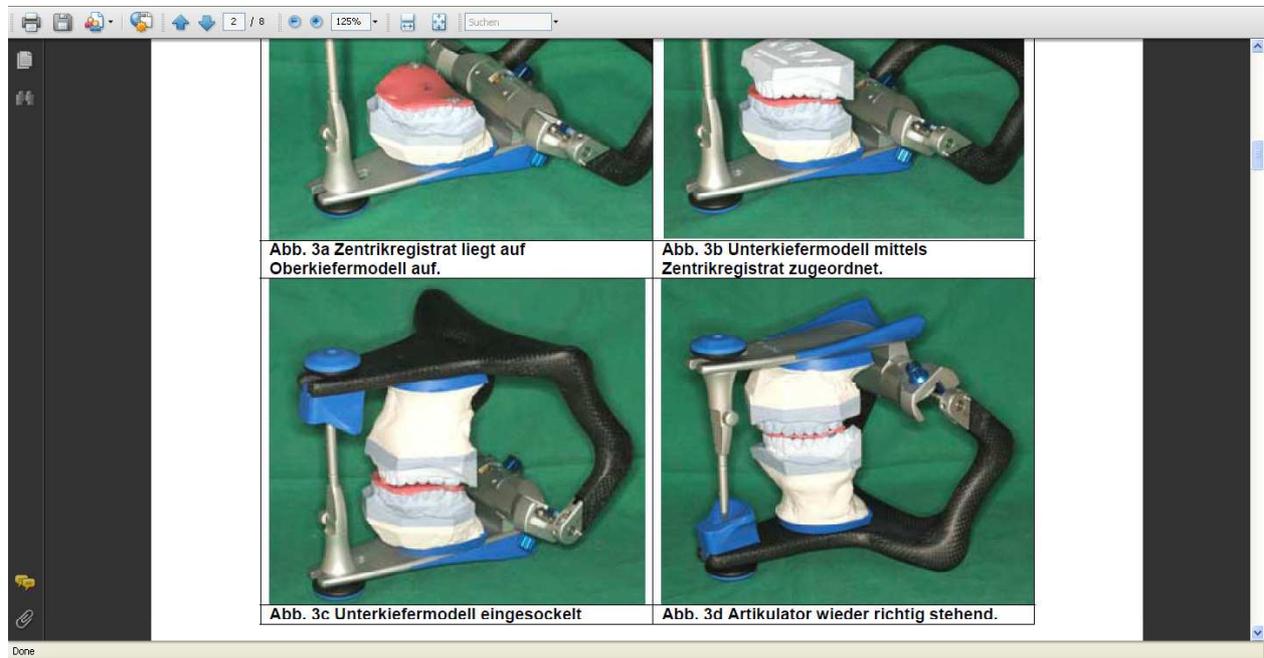
**Abbildung 2.11** : Grafische Darstellung der Bennettbewegung

Weiterhin wird das klinische Vorgehen bei der Registrierung der exzentrischen Unterkieferbewegungen nach rechts und links zur Programmierung des Bennettwinkels im Artikulator anhand von Patientenbildern gezeigt.



**Abbildung 2.12** : Laterotrusionsregisträte

Das ausführliche Kapitel acht beschäftigt sich schließlich mit dem Einartikulieren des Unterkiefermodells mit dem Zentrikregistrat und der Programmierung des Artikulators mit Hilfe der exzentrischen Positionsregistrare (Protrusionsregistrat, Laterotrusionsregistrat nach rechts und links).



**Abbildung 2.13** : Vorgehen beim zentrischen Einartikulieren des Unterkiefermodells



**Abbildung 2.14** : Vorgehen beim Einstellen des Bennettwinkels

Eine Zusammenfassung am Ende gibt nochmals einen allgemeinen Überblick über das notwendige Instrumentarium.

## 2.7 Testmodul

Zur Wissensüberprüfung der gelernten Sachverhalte enthält Dentocase ein Testmodul, wie die untere Abbildung zeigt. In der linken Menüleiste kann das entsprechende Fachgebiet ausgewählt werden. Wird das Fachgebiet Prothetik geöffnet, erscheint ein Fenster mit einer Auswahl verschiedener Thematiken. In diesem Fall der Instrumentellen Funktionsanalyse.

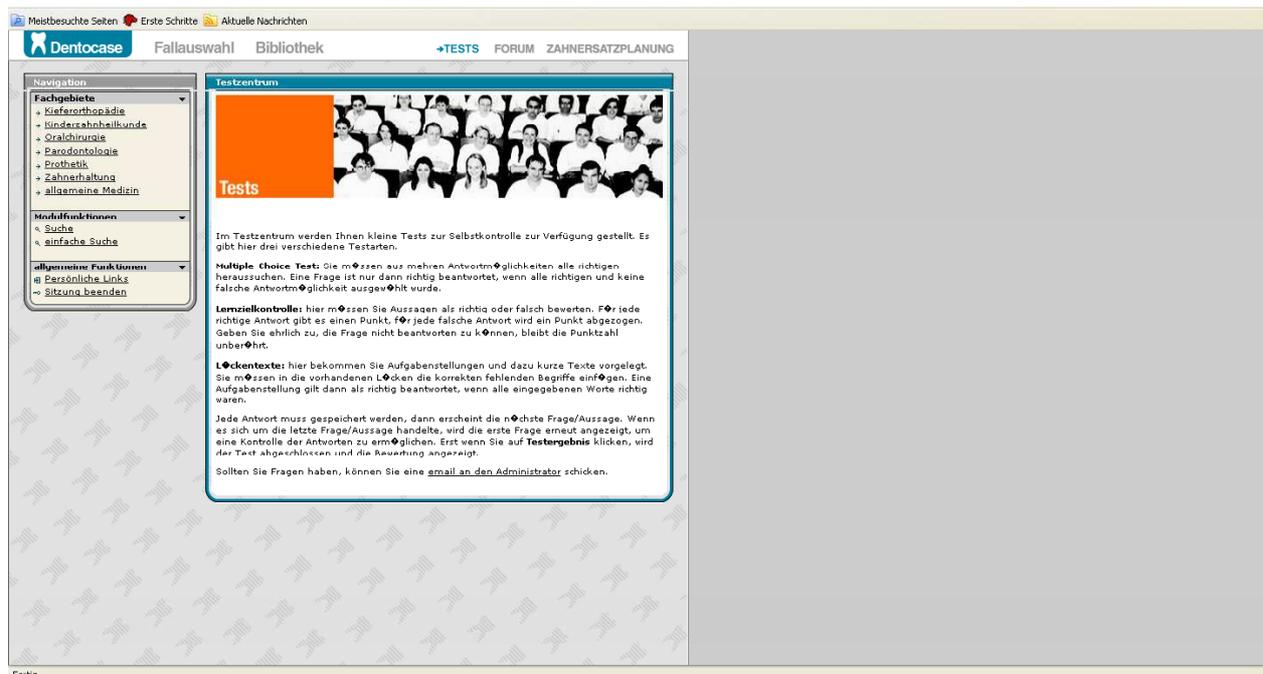


Abbildung 2.15 : Testmodul in Dentocase

Der Test zur Instrumentellen Funktionsanalyse enthält zehn Multiple Choice Fragen, die jeweils eine Behauptung vorgeben, die mit „wahr“, „falsch“ oder „weiß ich nicht“ beantwortet werden kann. Jede richtige Antwort geht mit einem Punkt in die Auswertung ein, falsche Antworten werden mit einem Minuspunkt bewertet und die Antwort „weiß ich nicht“ wird mit null Punkten bewertet. Nach Beendigung des Testes wird das Ergebnis

angezeigt (Abbildung 2.3), der Student kann sofort sehen, wo seine Wissensdefizite liegen und ggf. den entsprechenden Lehrstoff wiederholen.

Den Studenten der E-Learninggruppe war es freigestellt, diesen Test zur Instrumentellen Funktionsanalyse zu nutzen.

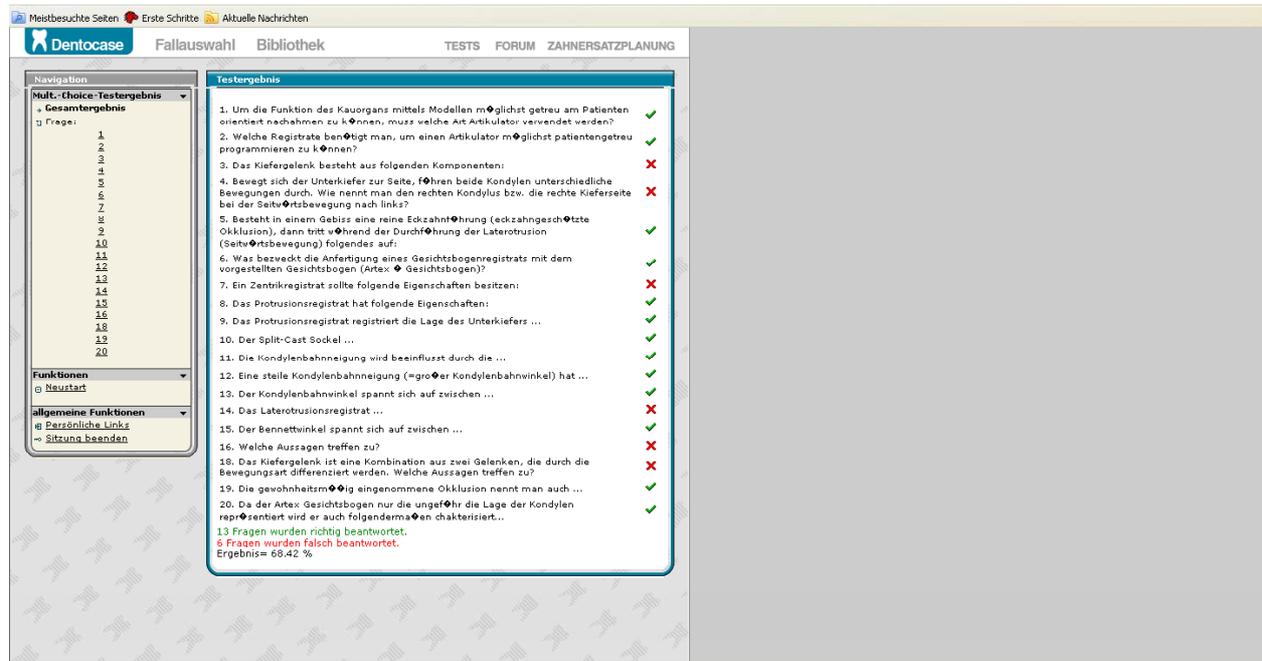


Abbildung 2.16 : Multiple-Choice Testergebnis zur Instrumentellen Funktionsanalyse

## 2.8 Objektive Evaluation der Lehrveranstaltungen

Zur objektiven Evaluation beider Lehrveranstaltungen wurden mit Hilfe eines Decknamens, den die Studenten frei wählen konnten, anonymisierte Klausuren geschrieben. Anschließend wurden die Teilnehmer gebeten, sich diesen Decknamen einzuprägen, um ein späteres Zuordnen der Klausuren zu ermöglichen.

Zur Feststellung, welches Wissen zum Thema der Instrumentellen Funktionsanalyse bereits vor Beginn der Veranstaltungen vorhanden war, wurde unmittelbar vor der Veranstaltung ein 20 Fragen umfassender Vortest geschrieben (Prä), für dessen Beantwortung die Studenten 30 min Zeit hatten. Dies entspricht einem Zeitlimit von 1,5 min pro Frage. Er enthielt 17 Multiple Choice Fragen mit jeweils einer Antwortmöglichkeit und drei Fragen in Form eines Lückentextes, bei denen ein Wort

eingesetzt werden sollte. Pro richtig beantwortete Frage wurde ein Punkt vergeben. Somit konnten maximal 20 Punkte erreicht werden.

Unmittelbar im Anschluss der Lerneinheiten (Post I) sowie weitere sechs Wochen danach wurde der gleiche Test wiederholt (Post II), wobei die Studenten kein Feedback über das Ergebnis bekamen, um den möglichen Fehler auszuschließen, das sich die Studenten die richtigen Antworten vom zweiten bis zur Durchführung des dritten Tests merkten.

Der Wissenstest umfasst folgende Fragen.

Name:.....Vorname:.....

männlich

weiblich

1. Um die Funktion des Kauorgans mittels Modellen möglichst getreu am Patienten orientiert nachahmen zu können, muss welche Art Artikulator verwendet werden?

ein Mittelwertartikulator

ein Fixator

ein halbindividueller Artikulator

ein Scharnierartikulator

2. Welche Registrat benötigt man, um einen Artikulator möglichst patientengetreu programmieren zu können?

A Zentrikregistrat

B Gesichtsbogenregistrat

C Laterotrusionsregistrat

D Protrusionsregistrat

E okklusionsbezogenes Registrat

F Registrat der maximalen Kieferöffnung

Alle Antworten sind richtig

Antwort A, B, C, D und F sind richtig

Antwort A, B, C, D sind richtig

Antwort A, C und D sind richtig

3. Das Kiefergelenk ist eine Kombination zweier Gelenke, die durch die Bewegungsart differenziert werden:

einem unteren diskomandibularen.....-gelenk  
und einem oberen diskotemporalen .....-gelenk.

4. Das Kiefergelenk besteht aus folgenden Komponenten:

- A Kondylus
- B Fossa articularis
- C Mandibula
- D Discus articularis
- E Gelenkkapsel
- F Musculus Masseter
- G Hyoid
- H Os temporale

- Antwort A, B, C, D sind richtig.
- Antwort A, B, d, E sind richtig.
- alle Antworten sind richtig.
- Antwort A, B, C, D, E, G, H sind richtig.

5. Bewegt sich der Unterkiefer zur Seite, führen beiden Kondylen unterschiedliche Bewegungen durch.  
Wie nennt man den rechten Kondylus bzw. die rechte Kieferseite bei der Seitwärtsbewegung nach links?

- A ruhender Kondylus
- B schwingender Kondylus
- C Balanceseite
- D Arbeitsseite
- E Laterotrusionsseite
- F Mediotrusionsseite

- alle Antworten sind richtig
- Antwort A, D, E sind richtig
- Antwort B, C, F sind richtig
- Antwort B und C sind richtig

6. Besteht in einem Gebiss eine reine Eckzahnführung (eckzahngeschützte Okklusion), dann trifft während der Durchführung der Laterotrusion (Seitwärtsbewegung) folgendes zu:

- A Auf der Laterotrusionsseite besteht nur Kontakt zwischen den Eckzähnen des Ober- und Unterkiefers.
- B Die Seitenzähne auf der Mediotrusionsseite diskudieren (haben keinen Kontakt).
- C Die Seitenzähne auf der Laterotrusionsseite diskudieren (haben keinen Kontakt).
- D Auf der Mediotrusionsseite besteht Kontakt im Molarenbereich.

- Antwort A, C, D sind richtig.
- Antwort B, C, D sind richtig.
- Antwort A, B, C sind richtig.

7. Was bezweckt die Anfertigung eines Gesichtsbogenregistrats mit dem vorgestellten Gesichtsbogen (Artex – Gesichtsbogen)?

- Die schädelbezügliche Übertragung des Unterkiefers in den Artikulator.
- Die gelenkbezügliche bzw. schädelbezügliche Übertragung des Oberkiefers in den Artikulator.
- Die Festlegung der genauen anatomischen Scharnierachse.
- Die Festlegung der Kondylenbahnneigung.
- Die Festlegung des Bennettwinkels.

8. Die gewohnheitsmäßig eingenommene Okklusion nennt man auch ..... Okklusion.

9. Der Artex Gesichtsbogen ist ein ..... Gesichtsbogen, da er nur ungefähr die Lage der Kondylen repräsentiert.

10. Ein Zentrikregistrat sollte folgende Eigenschaften besitzen:

- A Es sollte durchgebissen sein.
- B Es sollte die Lage des Unterkiefers zum Oberkiefer gelenkbezüglich registrieren.
- C Es sollte die Lage des Unterkiefers in zentrischer Kondylenposition wiedergeben
- D Es sollte die Lage des Unterkiefers okklusionsbezogen registrieren.
- E Es sollte die Lage des Unterkiefers in Protrusion (Vorschubbewegung) wiedergeben.

- Antwort A, D und E sind richtig.
- Antwort B, C sind richtig.
- Antwort E ist richtig.
- Antwort A, D sind richtig.

11. Das Protrusionsregistrat

- A dient der Programmierung der kondylären Führung im Artikulator.
- B dient der Registrierung der horizontalen Kondylenbahnneigung.
- C dient der Registrierung der sagittalen Kondylenbahnneigung.
- D entsteht durch Einbisse der Unterkieferzahnreihe bei deutlich protrudierter Stellung in Wachs.

- Antwort A, B, D sind richtig.
- Antwort A, C, D sind richtig.
- alles ist richtig.

12. Das Protrusionsregistrat registriert die Lage des Unterkiefers

- bei entspannter Haltung, geführt durch den Behandler, bei zentrischer Kondylenposition
- bei vorgeschobener Lage des Unterkiefers, meist Kopfbissposition (Schneidezähne auf Schneidezähne)
- bei seitwärts verschobener Lage, meist Eckzahnspitze auf Eckzahnspitze

13. Der Split-Cast Sockel

A wird auch Kontrollsockel genannt.

B dient der Überprüfung der Montagegenauigkeit des Unterkiefermodells.

C dient der Überprüfung verschiedener Zentrikregistrare.

D besteht aus Primärsockel und Sekundärsockel.

- Antwort A, C sind richtig.
- Antwort A, C, D sind richtig.
- Antwort B, C sind richtig.
- alle Antworten sind richtig.

14. Die Kondylenbahnneigung wird beeinflusst durch die

A Steilheit des Tuberculum articulare

B durch die Eckzahnführung

C durch die Frontzahnführung

D durch die Okklusion im Seitenzahnbereich

- Antwort D ist richtig
- Antwort B ist richtig
- Antwort A, B sind richtig
- Antwort A, C sind richtig

15. Eine steile Kondylenbahnneigung (=großer Kondylenbahnwinkel) hat

- flache Höcker im Seitenzahnbereich zur Folge
- steile Höcker im Seitenzahnbereich zur Folge
- keinen Einfluss auf die okklusale Gestaltung der Seitenzähne
- eine Eckzahnführung zur Folge

16. Der Kondylenbahnwinkel spannt sich auf zwischen

- der Camper`schen Ebene oder der Frankfurter Horizontalen und der Verbindungslinie zwischen Anfangspunkt (= Zentrik) und Endpunkt auf der Vorschubbahn des Kondylus (Protrusionsregistrat) auf.
- einer Parallelen der Mediansagittalebene und der Vorschubbahn des Kondylus
- der Bipupillarebene und der Vorschubbahn des Kondylus
- der Gesichtsmitte und der Vorschubbahn des Kondylus

17. Das Laterotrusionsregistrat

A dient zur Einstellung der kondylären Führung im Artikulator.

B dient zur Einstellung des Bennettwinkels auf der Laterotrusionsseite.

C dient zur Einstellung des Bennettwinkels auf der Mediotrusionsseite.

D dient zur Einstellung der Gelenkbahnneigung.

E dient zur Einstellung des Interkondylarabstands.

- Antwort D, E sind richtig.
- Antwort A, C sind richtig.
- Antwort D ist richtig.
- Antwort E ist richtig.

18. Das Laterotrusionsregistrat

- entsteht durch Einbisse des Unterkiefers in eine Wachsplatte bei Seitwärtsstellung des Unterkiefers (Eckzahnspitze auf Eckzahnspitze).
- entsteht durch Einbisse des Unterkiefers in eine Wachsplatte bei Vorschubstellung des Unterkiefers (Schneidezähne auf Schneidezähne).
- entsteht durch Einbisse des Unterkiefers bei leichter Führung des Patienten in die zentrische Kondylenposition.

19. Der Bennettwinkel spannt sich auf zwischen

- der Frankfurter Horizontalen und der Verbindungslinie von Anfangspunkt (= Zentrik) und Endpunkt der Kondylusbewegung auf der Arbeitsseite (= Laterotrusionsregistrat).
- einer Parallelen der Mediansagittalebene und der Verbindungslinie von Anfangspunkt (Zentrik) und Endpunkt der Kondylusbewegung auf der Mediotrusionsseite (Laterotrusionsregistrat).
- der Camper`schen Ebene und der Verbindungslinie von Anfangspunkt (= Zentrik) und Endpunkt der Kondylusbewegung auf der Mediotrusionsseite (Laterotrusionsregistrat).

der Frankfurter Horizontalen und der Verbindungslinie von Anfangspunkt (= Zentrik) und Endpunkt der Vorschubbahn (Protrusionsregistrat).

20. Welche Aussagen treffen zu?

A Das Protrusionsregistrat bedeckt die Inzisalkanten der Frontzähne nicht.

B Das Laterotrusionsregistrat bedeckt immer alle Zähne.

C Das Laterotrusionsregistrat bedeckt die Eckzähne auf der Laterotrusionsseite nicht.

D Das Zentrikregistrat ist nie durchgebissen.

Antwort A, D sind richtig.

Antwort A, C, D sind richtig.

Antwort B ist richtig.

Antwort D ist richtig.

## **2.9 Subjektive Evaluation der Lehrveranstaltungen**

Ein subjektiver Fragebogen wurde nach Beendigung des zweiten Tests von den Studenten ausgefüllt. Er bestand aus zwei Teilen. Der erste Teil war in der E-Learninggruppe und in der Vorlesungsgruppe identisch. Er beinhaltete allgemeine Fragen zum Vorhandensein eines eigenen PCs und die Häufigkeit der Nutzung. Eine weitere Frage sollte die meist genutzten Lernmedien evaluieren, Mehrfachnennungen waren möglich.

Im zweiten Teil wurden die Lehrveranstaltungen selbst evaluiert. Zur Evaluierung wurden in jeder Gruppe sieben Aussagen getroffen, die von den Studenten mit Hilfe einer visuellen Analogskala von 0 -10, wobei 0 = „stimme gar nicht zu“ und 10 = „stimme absolut zu“ bedeuten, eingestuft werden sollten.

Die subjektiven Evaluationsbögen der E-Learning- und der Vorlesungsgruppe sind im Folgenden abgebildet.





## 2.10 Statistik

Die Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biometrie am Campus Charité Mitte.

Für die deskriptive Statistik wurden Mittelwert- und Medianberechnungen durchgeführt, sowie die Ermittlung von Standardabweichungen vorgenommen.

Die Berechnungen und Darstellungen erfolgten durch die Softwareprogramme Microsoft Excel<sup>®</sup> und SPSS 16.0.<sup>®</sup>

Die analytische Statistik wurde mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Test und des Wilcoxon-Testes durchgeführt.

Der Mann-Whitney-U-Test ist der am häufigsten verwendete Test bei zwei unabhängigen Stichproben. Er ist äquivalent zum Wilcoxon-Rangsummentest und dem Kruskal-Wallis-Test für zwei Gruppen. Mit dem Mann-Whitney-U-Test wird überprüft, ob zwei beprobte Grundgesamtheiten die gleiche Lage besitzen. Die Beobachtungen aus beiden Gruppen werden kombiniert und in eine gemeinsame Reihenfolge gebracht, wobei im Falle von Rangbindungen der durchschnittliche Rang vergeben wird. Die Anzahl der Bindungen sollte im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Beobachtungen klein sein. Wenn die Grundgesamtheiten in der Lage identisch sind, sollten die Ränge zufällig zwischen den beiden Stichproben gemischt werden. Im Test wird berechnet, wie oft ein Wert aus Gruppe 1 einem Wert aus Gruppe 2 und wie oft ein Wert aus Gruppe 2 einem Wert aus Gruppe 1 vorangeht. Die Mann-Whitney-U-Statistik ist die kleinere dieser beiden Zahlen. Die ebenfalls angezeigte Wilcoxon-Rangsummen-W-Statistik ist die kleinere der beiden Rangsummen. Wenn beide Stichproben die gleiche Anzahl von Beobachtungen aufweisen, ist W die Rangsumme der zuerst benannten Gruppe im Dialogfeld "Zwei unabhängige Stichproben: Gruppen definieren".

Falls die Daten stetig sind, wird der Vorzeichentest oder der Wilcoxon-Test angewendet. Der Vorzeichentest berechnet für alle Fälle die Differenzen zwischen den beiden Variablen und klassifiziert sie als positiv, negativ oder verbunden. Falls die beiden Variablen ähnlich verteilt sind, unterscheidet sich die Zahl der positiven und negativen Differenzen nicht signifikant. Der Wilcoxon-Test berücksichtigt sowohl Informationen über Vorzeichen der Differenzen als auch die Größe der Differenzen zwischen den Paaren. Da der Wilcoxon-Test mehr Informationen über die Daten aufnimmt, kann er mehr leisten als der Vorzeichentest.

### 3 Ergebnisse

Es werden zunächst die Ergebnisse der beiden Gruppen E-Learning und Vorlesung im direkten Vergleich dargestellt. Danach folgt die Auswertung der E-Learning Gruppe im Einzelnen und abschließend werden die Resultate der Vorlesungsgruppe präsentiert. Zur Vereinfachung wurden die Zeitpunkte der Wissensüberprüfung als Prä für die Klausur direkt vor der Vorlesung und vor dem Beginn der E-Learning Unterrichtseinheit, Post I für die erste Kontrollklausur nach den jeweiligen Veranstaltungen und Post II für die Kontrolle 6 Wochen nach den Lernabschnitten definiert.

#### 3.1 E-Learning versus Vorlesung

##### 3.1.1 Gesamtklausurergebnisse

Nach Einteilung der Klausurergebnisse in sehr gut (17-20Pkt.), gut (13-16Pkt.), befriedigend (9-12Pkt.) und schlecht (< 9Pkt.) zeigt Diagramm 3.1 den direkten Vergleich zwischen E-Learning- und Vorlesungsgruppe.

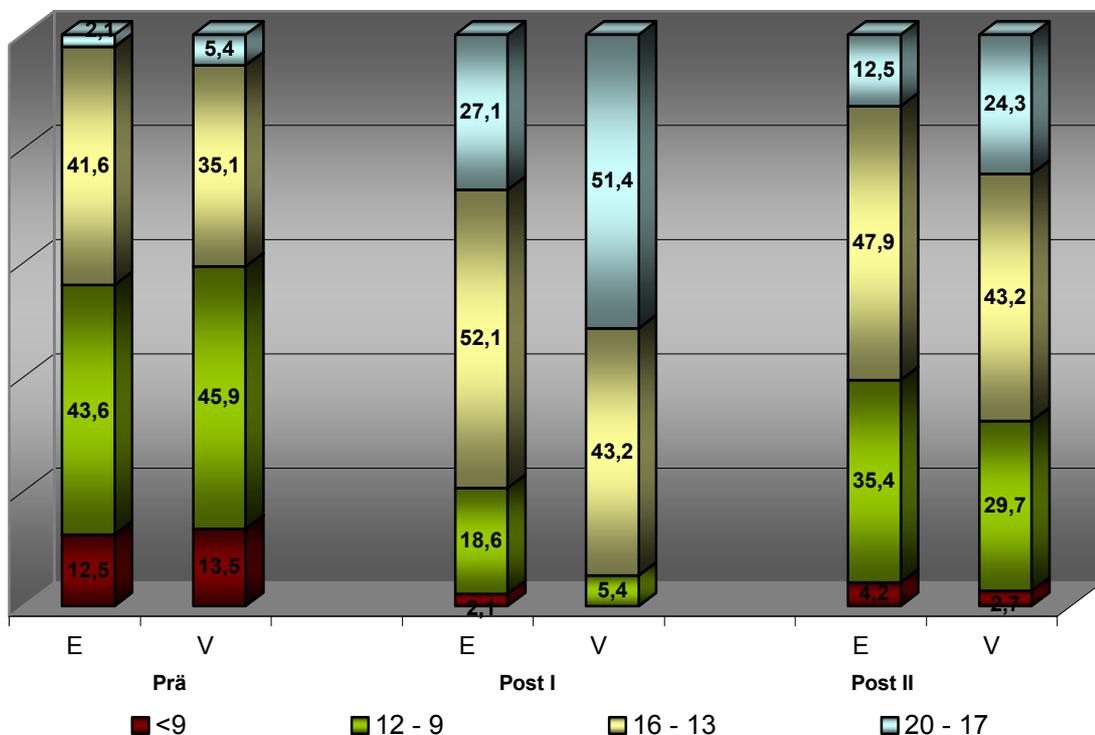


Diagramm 3.1 : Punkteverteilung beider Gruppen

Den direkten Vergleich der Ergebnisse beider Gruppen und deren Signifikanz wird in Tabelle 3.1 dargestellt.

		<b>E-Learning</b> (n=48)	<b>Vorlesung</b> (n=37)	<b>Signifikanz</b> Mann-Whitney-U
<b>Prä</b>	<b>MW</b>	11,6	11,8	0,989
	<b>Median</b>	11,5	12	
	<b>StAbw</b>	3	3	
<b>Post I</b>	<b>MW</b>	15	16,4	0,016
	<b>Median</b>	15	17	
	<b>StAbw</b>	2,7	2,2	
<b>Post II</b>	<b>MW</b>	13,3	14,2	0,151
	<b>Median</b>	13	14	
	<b>StAbw</b>	2,9	2,8	

Die E-Learning Gruppe erreichte im Vortest 11,6 Punkte, dies sind lediglich 58 % der maximal erreichbaren Punktezahl und lag somit 0,2 Punkte unterhalb des Mittelwertes der Vorlesungsgruppe.

**Tabelle 3.1** : Klausurergebnisse beider Gruppen

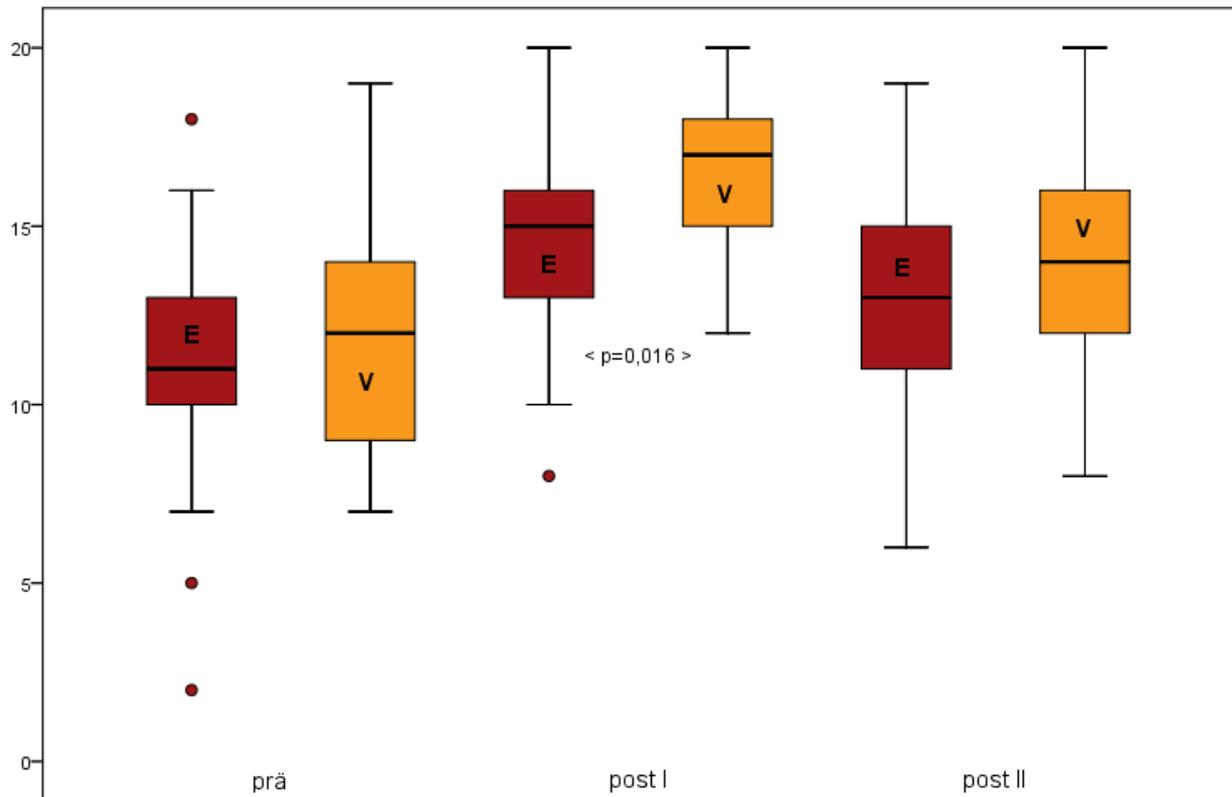
Biomathematisch sind beide Ausgangsergebnisse mit einem p-Wert von 0,989 nahezu kongruent.

Bei Betrachtung des Wissenszuwachses der jeweiligen Gruppen findet sich im Median in der Vorlesungsgruppe ein höherer Punktezuwachs von Prä zu Post I als in der E-Learning Gruppe. (5 zu 3,5 Punkten) Mit 15 Punkten im Durchschnitt bestehen in dieser Gruppe 97,8 % der Teilnehmer die Klausur, bei 18,6 % befriedigenden Ergebnissen. In der Vorlesungsgruppe bestehen alle Teilnehmer die Prüfung und nur 5,4 % finden sich in der befriedigenden Punktezone wieder.

Der dritte Test nach einer Zeitspanne von sechs Wochen zeigt in der E-Learning Gruppe eine Punkteabnahme um durchschnittlich 1,7 Punkte gegenüber dem zweiten Test. Es präsentiert sich eine Verschiebung von den sehr guten Ergebnissen zu den befriedigenden. Die Ergebnisse im guten Bereich sind nahezu identisch zu Post I.

Mit 4,2 % liegt die Durchfallrate nur um 2 % höher als in Post I, in der Vorlesungsgruppe bestehen 2,7 % die abschließende Klausur nicht. Imposanter ist der Verlust der sehr guten und dessen Verschiebung zu den befriedigenden Ergebnissen in dieser Gruppe.

Graphisch zeigt sich in Diagramm 3.2 folgendes Bild.

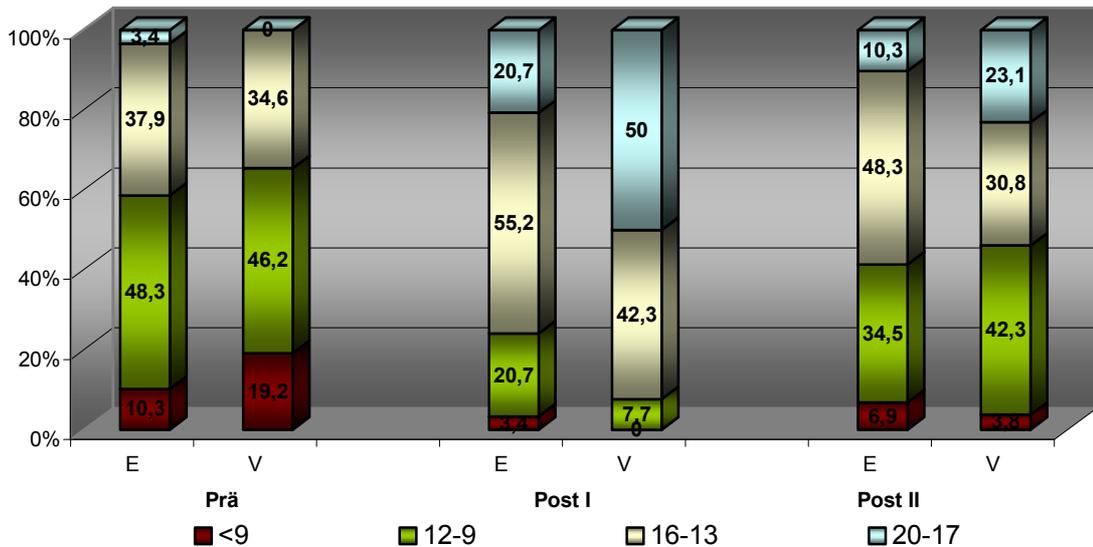


**Diagramm 3.2 :** Klausurergebnisse beider Gruppen

Bei genauerer Betrachtung der Punktedifferenzen zwischen Prä und Post I ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen ( $p = 0,016$ ). Die Vorlesungsgruppe profitiert somit deutlich mehr im Durchschnitt pro Teilnehmer zwischen dem Prä und dem Post I Test. Bei Untersuchung der Differenz zwischen Prä und Post II schneidet die Vorlesungsgruppe auch besser pro Teilnehmer ab, diese durchschnittliche Verbesserung ist aber nicht signifikant ( $p = 0,246$ ).

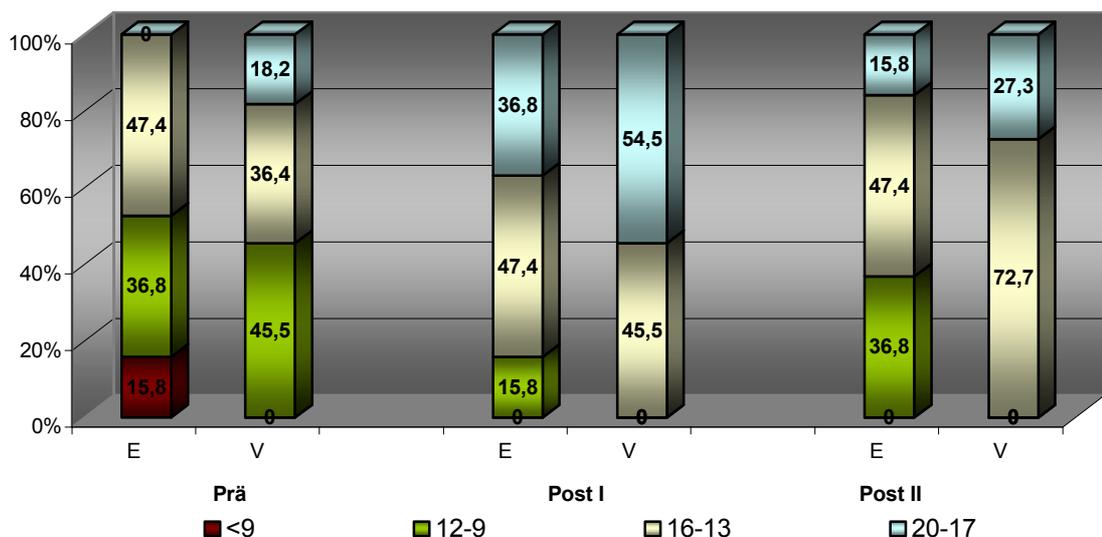
### 3.1.2 Semestervergleich

Zum Zeitpunkt der Studie befanden sich in der E-Learning Gruppe 29 Teilnehmer im ersten Semester des Zahnmedizinstudiums und 19 Teilnehmer im dritten Semester. In der Vorlesungsgruppe 26 Teilnehmer im ersten und 11 Teilnehmer im dritten Semester. Den direkten Vergleich zwischen den Erstsemestern zeigt Diagramm 3.3 und zwischen den Drittsemestern Diagramm 3.4.



**Diagramm 3.3 :** Vergleich der Erstsemester

Bei Betrachtung der durchschnittlichen erreichten Punktzahl des Prä-Testes weisen die Gruppen der Erstsemester keinen signifikanten Unterschied auf ( $p = 0,435$ ). Auch die Aufteilung in die Ergebnisgruppierungen in Diagramm 3.3 ist nahezu identisch. In Post I hingegen kommt ein deutlicher Zuwachs der sehr guten Ergebnisse der Vorlesungsgruppe zum Vorschein, zusätzlich gibt es hier kein einziges schlechtes Ergebnis. Diese Unterschiede sind aber nicht signifikant ( $p = 0,93$ ). Der Post II Test zeigt nur noch geringe Differenzen zwischen den Erstsemestern, die Vorlesungsgruppe erreicht hier ebenfalls nicht signifikante aber mehr sehr gute Ergebnisse ( $p = 0,387$ ).



**Diagramm 3.4 :** Vergleich der Drittsemester

In der Darstellung der Drittsemester kommt das deutlich bessere Abschneiden beider Gruppen im Vergleich zu den Erstsemestern zum Vorschein. Dieses wird in den Kapiteln 3.2.2 und 3.3.2 ausführlicher besprochen.

Trotzdem in der Vorlesungsgruppe bereits beim Prä-Test kein Teilnehmer ein schlechtes und 18,2% ein sehr gutes Ergebnis erzielten, findet sich kein signifikanter Unterschied zur E-Learninggruppe ( $p = 0,179$ ). In Post I sind sogar nur gute und sehr gute Ergebnisse in der Vorlesungsgruppe vorhanden. Die E-Learninggruppe erreichte hier 84,2% in diesen Ergebnisrängen ( $p = 0,62$ ). Bei Durchführung des Post II Testes verschiebt sich in der Vorlesungsgruppe lediglich die Verteilung mehr zu den guten Ergebnissen, in der E-Learninggruppe werden mehr befriedigende Ergebnisse erzielt. Diese Unterschiede sind ebenfalls nicht signifikant ( $p = 0,95$ ).

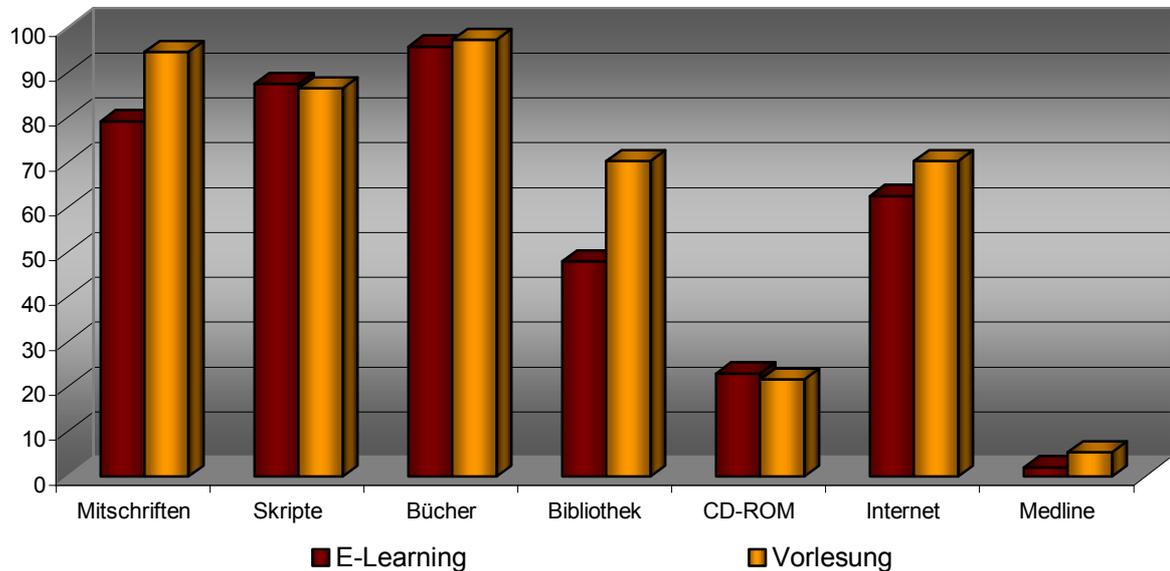
Tabelle 3.2 zeigt, dass die Drittsemester in der E-Learninggruppe im Mittel einen adäquaten Punktezuwachs zwischen Prä und Post I bei dem geringsten Punkteverlust zwischen Post I und Post II haben. Die Erstsemester in der Vorlesungsgruppe haben im Durchschnitt den höchsten Lerngewinn zwischen Prä und Post I aber auch den höchsten Punkteverlust in der Post II Überprüfung.

	<b>E-Learning</b>		<b>Vorlesung</b>	
	<b>Prä- Post I</b>	<b>Post I - Post II</b>	<b>Prä- Post I</b>	<b>Post I - Post II</b>
<b>1. Semester</b>	<b>3,3</b>	<b>- 2</b>	<b>5,1</b>	<b>- 2,5</b>
<b>3. Semester</b>	<b>3,6</b>	<b>- 1,2</b>	<b>3,4</b>	<b>- 1,5</b>

**Tabelle 3.2** : Durchschnittlicher Punktezuwachs

### 3.1.3 Lernmedien

Die Einteilung bevorzugter Lernmedien beider Lerngruppen zeigt Diagramm 3.5.



**Diagramm 3.5 :** Bevorzugte Lernmedien in Prozent

Das Diagramm lässt erkennen, dass sowohl bei den Studenten der E-Learning als auch der Vorlesungsgruppe Bücher, Mitschriften und Skripte zu den am meisten genutzten Lernmedien gehören, während das Lernen in der Bibliothek oder mittels dem Internet nicht ganz so stark im Vordergrund stehen. Die Möglichkeit des Lernens mit CD-ROM und die Literaturrecherche via Medline spielen lediglich eine untergeordnete Rolle. Leichte Gruppenunterschiede sind bei den Mitschriften, der Bibliothek, dem Internet und Medline zugunsten der Vorlesungsgruppe erkennbar, die bei deren Nutzung stets etwas vorne liegt. Die unterschiedliche Nutzung der verschiedenen Lernmedien hat keinen signifikanten Einfluss auf die Klausurergebnisse.

## 3.2 E-Learninggruppe

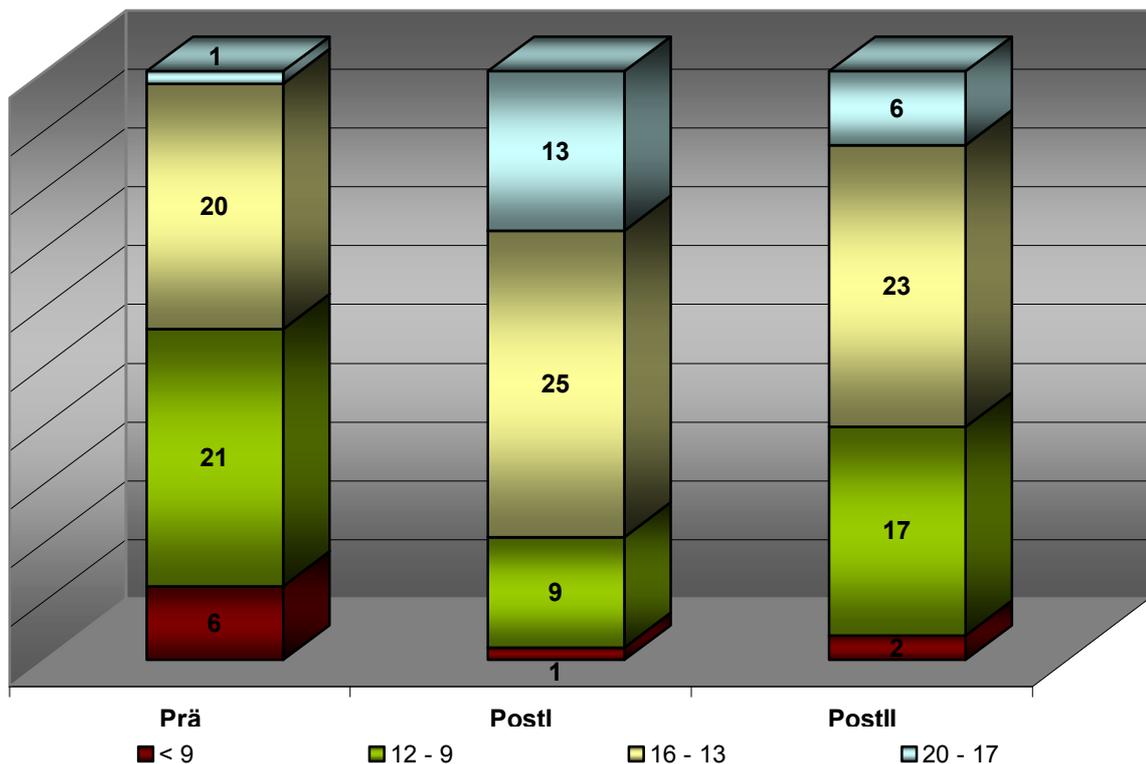
### 3.2.1 Gesamtklausurergebnisse

Die E-Learninggruppe erreichte im Prä-Test durchschnittlich 11,6 ( $\pm 3$ ) Punkte. Im Post I konnten im Mittel 15 ( $\pm 2,7$  Punkte und in Post II ein Resultat von 13,3 ( $\pm 2,9$ ) Punkten erzielt werden. Die Aufteilung in die Ergebniskategorien zeigt Tabelle 3.3.

Punkte								
Prä	%	Post I	%	Øt PC	Post II	%	Øt PC	
1	2,1	13	27,1	67,2	6	12,5	77,2	20 - 17
20	41,6	25	52,1	70,7	23	47,9	66,7	16 - 13
21	43,8	9	18,8	60,8	17	35,4	64,9	12 - 9
6	12,5	1	2,1	75	2	4,2	82	< 9
11,6		15			13,3			MW
11,5		15			13			Median

**Tabelle 3.3 :** Prozentuale Verteilung der erreichten Punkte E-Learning mit Zeitbedarf am PC im Mittel

Im Prä-Test überwiegt die Zahl der befriedigenden und guten Ergebnisse. Von insgesamt 48 Teilnehmern erreichten 20 ein gutes und 21 Studierende ein befriedigendes Ergebnis. Sechs Studienteilnehmer erreichten ein schlechtes Ergebnis mit weniger als neun Punkten, welches als durchgefallen gelten kann. Im Post I- Test überwiegen die guten und sehr guten Ergebnisse. Die Zahl der Personen, die sehr gute Ergebnisse erreichten, stieg auf 13 und die der guten Ergebnisse auf 25 Personen an. Befriedigende Ergebnisse waren noch bei neun Studierenden zu verzeichnen. Ein Student erreichte ein schlechtes Ergebnis. Im Post II- Test überwiegen mit 23 Studenten die guten und mit 17 Studenten die befriedigenden Ergebnisse. Die Zahl der sehr guten Ergebnisse sank auf 6 Personen und 2 Studierende erreichten ein schlechtes Ergebnis. Eine genauere Betrachtung des Zeitbedarfes am PC wird in Kapitel 3.2.4 besprochen. Diagramm 3.6 zeigt die Unterteilung der Testergebnisse des Prä-, Post I und Post II Tests der E-Learninggruppe in den Ergebniskategorien graphisch.



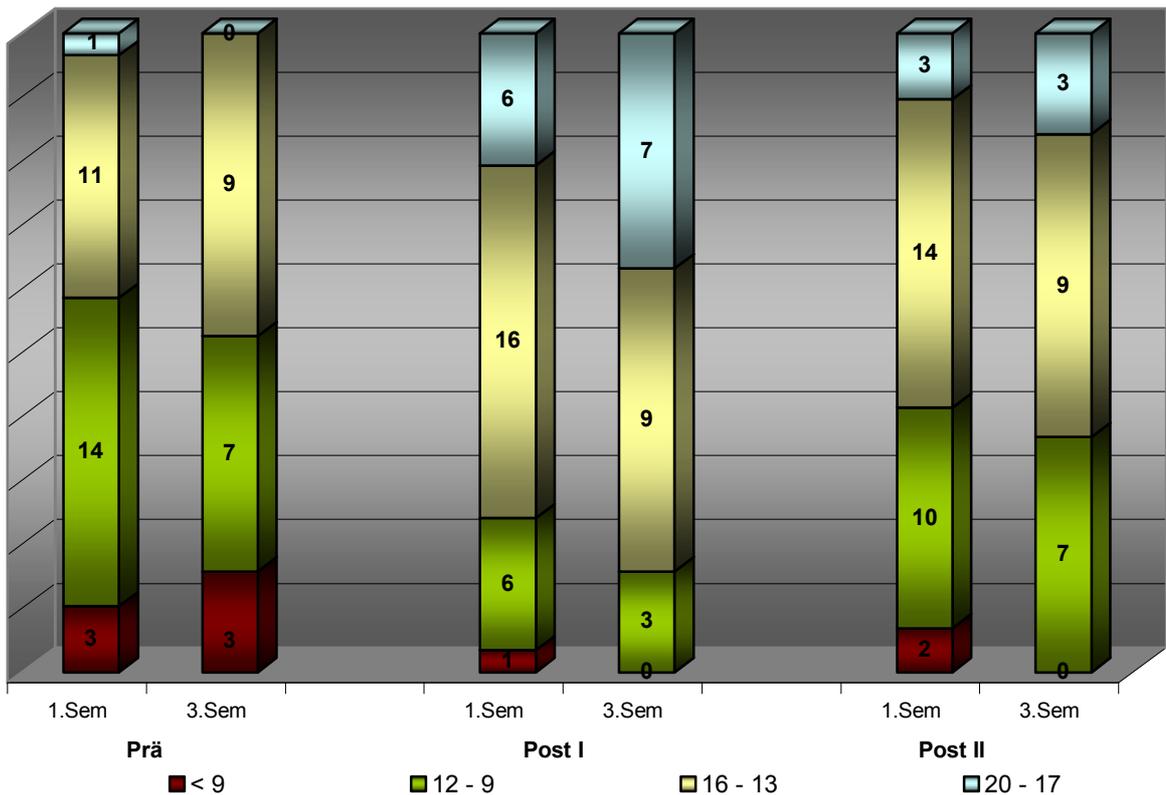
**Diagramm 3.6 :** Klausurergebnisse der E-Learninggruppe

Die Ergebnisunterschiede zwischen Prä zu Post I und zu Post II, sowie zwischen Post I und Post II sind signifikant ( $p < 0,05$ ).

Es ergibt sich folgende Punkterangliste Post I > Post II > Prä.

### 3.2.2 Semestervergleich

Zum Zeitpunkt der Studie befanden sich 29 Teilnehmer im ersten Semester und 19 Teilnehmer im dritten Semester. Beim Betrachten des Balkendiagramms fällt das stets bessere Abschneiden des dritten Semesters im Vergleich zum ersten Semester auf. Lediglich im Prä-Test ist ein höherer Anteil schlechter Ergebnisse (< 9 Punkte) zu verzeichnen. Kein Student konnte ein sehr gutes Ergebnis erzielen. Anders verhält es sich im Post I- und Post II- Test. Hier erzielte kein Student ein schlechtes Ergebnis. Auch ist der Anteil sehr guter und guter Ergebnisse deutlich höher und der Anteil befriedigender und schlechter Ergebnisse deutlich niedriger im Vergleich zum ersten Semester. Graphisch wird das in Diagramm 3.7 dargestellt.



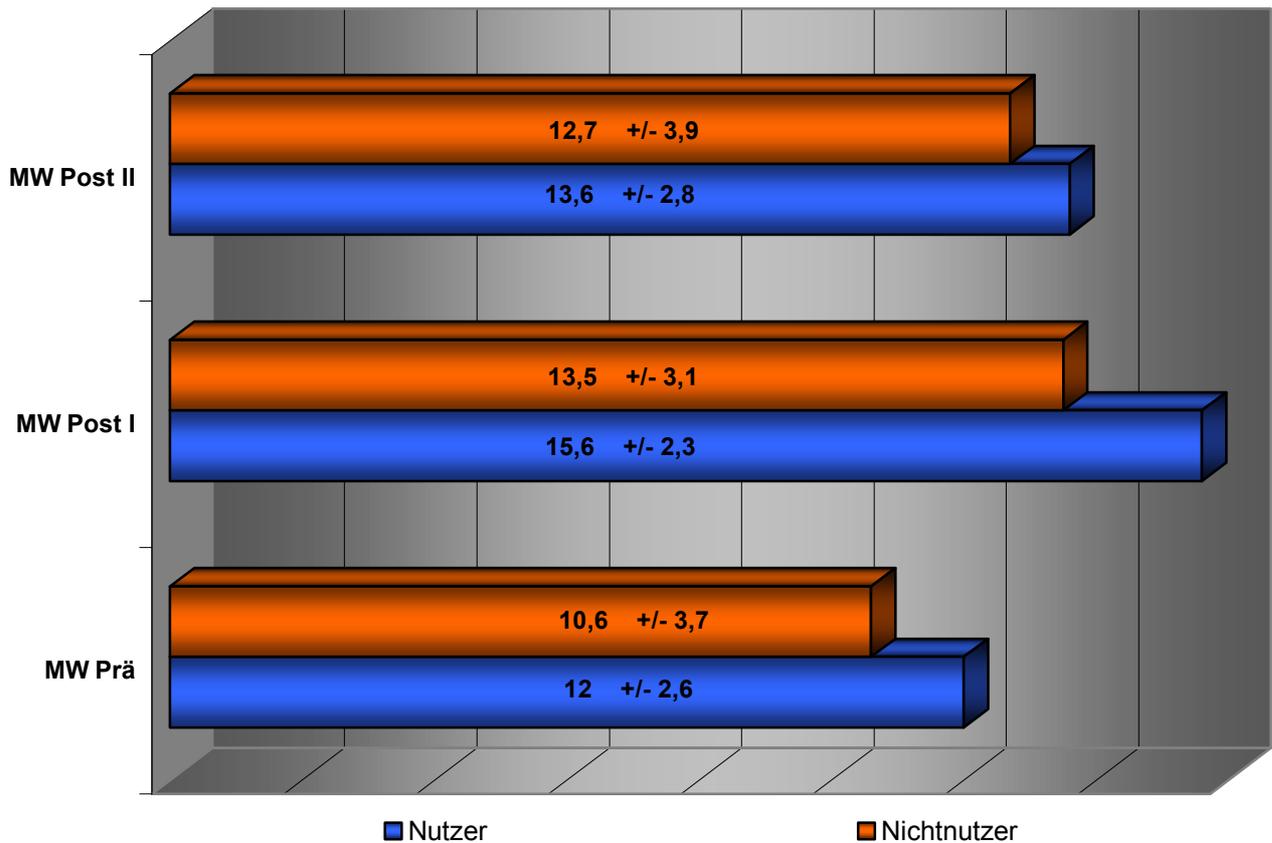
**Diagramm 3.7 :** Semestervergleich E-Learning

Die Prä Ergebnisse sind zwischen Erst- und Drittsemester nahezu identisch ( $p = 0,941$ ). Bei den Post I und Post II Überprüfungen finden sich trotz des im Diagramm 3.7 sichtbaren besseren Abschneidens der Drittsemester keine signifikanten Unterschiede ( $p = 0,625$  für Post I und  $p = 0,221$  für Post II).

### 3.2.3 Lernmedien

In der Selbstevaluierung der Studenten wurden die bevorzugten Lernmedien erfasst, es erfolgte die Einteilung nach elektronischen Lernmedien (Internet, Medline, CD-ROM) und nach herkömmlichen Lernmedien (Bibliothek, Mitschriften, Skripten, Bücher). Danach nutzten insgesamt 25 Probanden ein oder mehr elektronische Medien und 15 nur herkömmliche Lernmedien. Lediglich ein Teilnehmer war mit der Nutzung von Medline vertraut.

Diagramm 3.8 zeigt den Vergleich des Mittelwertes der Klausurergebnisse zwischen den Nutzern und den Nichtnutzern elektronischer Lernmedien.



**Diagramm 3.8** : Klausurergebnisvergleich der elektronischen Mediennutzung

Auffällig ist das bereits bessere Abschneiden der Mediennutzer im Prä-Test ( $p = 0,292$ ). Im Post I Test konnten sich die Mediennutzer um durchschnittlich 3,6 Punkte auf insgesamt 15,6 Punkte verbessern, während die Nichtnutzer sich nur um 2,9 Punkte auf 13,5 Punkte verbesserten. Dies ist ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,03$ ).

Der höhere Wissenszuwachs der Mediennutzer ist wiederum mit einem prozentual höheren Wissensverlust von durchschnittlich zwei Punkten in dem Post II Test verbunden, die Nichtnutzer verlieren hier im Schnitt nur 0,8 Punkte. Dieser Unterschied ist dagegen nicht signifikant ( $p = 0,363$ ).

Die regelmäßige Nutzung von elektronischen Lernmedien erleichtert also die direkte Wissensaufnahme im E-Learning.

Eine Aufschlüsselung in die Einzelkategorien der Mediennutzung und deren Vergleich ist aufgrund der dadurch entstehenden Fallzahlerniedrigung statistisch nicht mehr aussagekräftig.

### 3.2.4 Geschlechtervergleich

Die E-Learninggruppe besteht aus 32 weiblichen und 16 männlichen Teilnehmern. In Tabelle 3.4 werden die Ergebnisse der männlichen Probanden dargestellt und in Tabelle 3.5 die der weiblichen.

<b>Punkte männlich</b>						
<b>Prä</b>	<b>%</b>	<b>Post I</b>	<b>%</b>	<b>Post II</b>	<b>%</b>	
1	6,3	4	25	3	18,8	20 - 17
5	31,3	8	50	5	31,3	16 - 13
8	50	4	25	7	43,8	12 - 9
2	12,5	0	0	1	6,3	< 9
<b>11,5</b>		<b>14,9</b>		<b>13,4</b>		<b>MW</b>
<b>11,5</b>		<b>14,5</b>		<b>12,5</b>		<b>Median</b>

**Tabelle 3.4 :** Prozentuale Verteilung der männlichen E-Learningergebnisse

Zu Erkennen ist der deutliche Punktgewinn von Prä zu Post I, dennoch liegen beide Medianwerte Post I und Post II mit 0,5 Punkten unter denen der gesamten E-Learninggruppe.

<b>Punkte weiblich</b>						
<b>Prä</b>	<b>%</b>	<b>Post I</b>	<b>%</b>	<b>Post II</b>	<b>%</b>	
0	0	9	28,1	3	9,4	20 - 17
15	46,9	17	53,1	18	56,3	16 - 13
13	40,6	5	15,6	10	31,3	12 - 9
4	12,5	1	3,1	1	3,1	< 9
<b>11,6</b>		<b>15</b>		<b>13,2</b>		<b>MW</b>
<b>11,5</b>		<b>15,5</b>		<b>13</b>		<b>Median</b>

**Tabelle 3.5 :** Prozentuale Verteilung der weiblichen E-Learningergebnisse

Die weiblichen Teilnehmer verbessern den Gesamtdurchschnitt sowohl in Post I als auch in Post II. Die Prä- Werte sind annähernd gleich ( $p = 0,895$ ), in Post I gibt es

keinen signifikanten Unterschied ( $p = 0,675$ ) und die Post II Werte sind statistisch gesehen identisch ( $p = 0,956$ ). Bei Betrachtung der prozentualen Verteilung fällt in Post II der höhere Anteil an den sehr guten Ergebnissen der männlichen Teilnehmer gegenüber den weiblichen auf (18,8 zu 9,4), obwohl in Post I die weiblichen Probanden in diesem Ergebnisrang stärker vertreten waren (28,1% zu 25%). Das deutlich bessere, jedoch nicht signifikant bessere Abschneiden der weiblichen Probanden liegt an dem soliden und stetigen Anteil der guten Ergebnisse von über 50% (Punkte 13 bis 16).

### 3.2.5 Zeitbedarf am PC

Die Gesamtnutzungszeit am PC der Probanden für das E-Learning lag von 39 bis 117 Minuten. Im Durchschnitt benötigten die Teilnehmer 68 Minuten, der Median lag bei 64,5 Minuten. Zur Auswertung wurden die Teilnehmer, die bis zu 64 Minuten benötigten und die Teilnehmer, die mehr als 65 Minuten benötigten in Gruppen zusammengefasst. Diagramm 3.9 stellt die Ergebnisse dieser Gruppen grafisch dar.

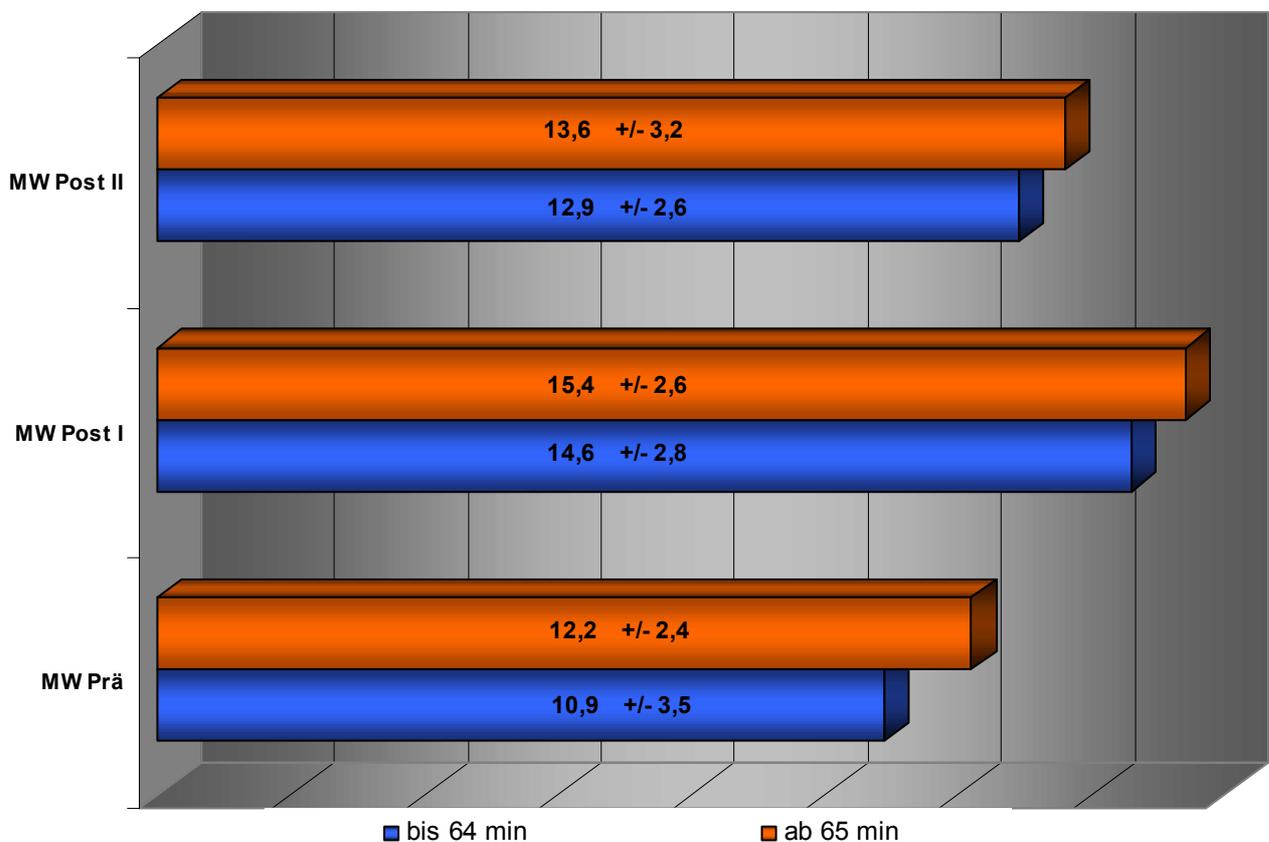


Diagramm 3.9 : Zeitbedarf am PC

Bereits in der Prä Kontrolle schneiden die Probanden, die dann später mehr Zeit am PC benötigen, besser ab als die mit kürzerer E-Learningzeit. In Post I und Post II ist dieser Fakt ebenso vorhanden aber weniger stark ausgeprägt.

In diesen beiden Kontrollen ist mit  $p = 0,248$  für Post I und  $p = 0,257$  für Post II lediglich eine nicht signifikante Tendenz erkennbar.

Selbst der deutlichere Unterschied in der Prä Klausur von im Mittelwert 1,3 und im Median zwei Punkten ist nicht signifikant ( $p = 0,167$ ).

### **3.2.6 Evaluation der Lehrveranstaltung**

Die E-Learninggruppe wurde nach der Veranstaltung und direkt vor der Post I Kontrolle zu verschiedenen Aspekten befragt. Die Evaluierung erfolgte mittels VAS von 0 = „ich stimme überhaupt nicht zu“ bis 10 = „ich stimme voll zu“.

Den meisten Zuspruch erhielt die Aussage 7.: E-Learning Angebote sollten nur ergänzend zu Vorlesungen oder Praktika angeboten werden (MW 8,1; Median 9). Ebenfalls große Zustimmung erhielten die Aussagen 1., 2., 3. und 5.

1.: Der Lehrstoff hätte in einer Vorlesung besser dargestellt werden können (MW 7,9; Median 8).

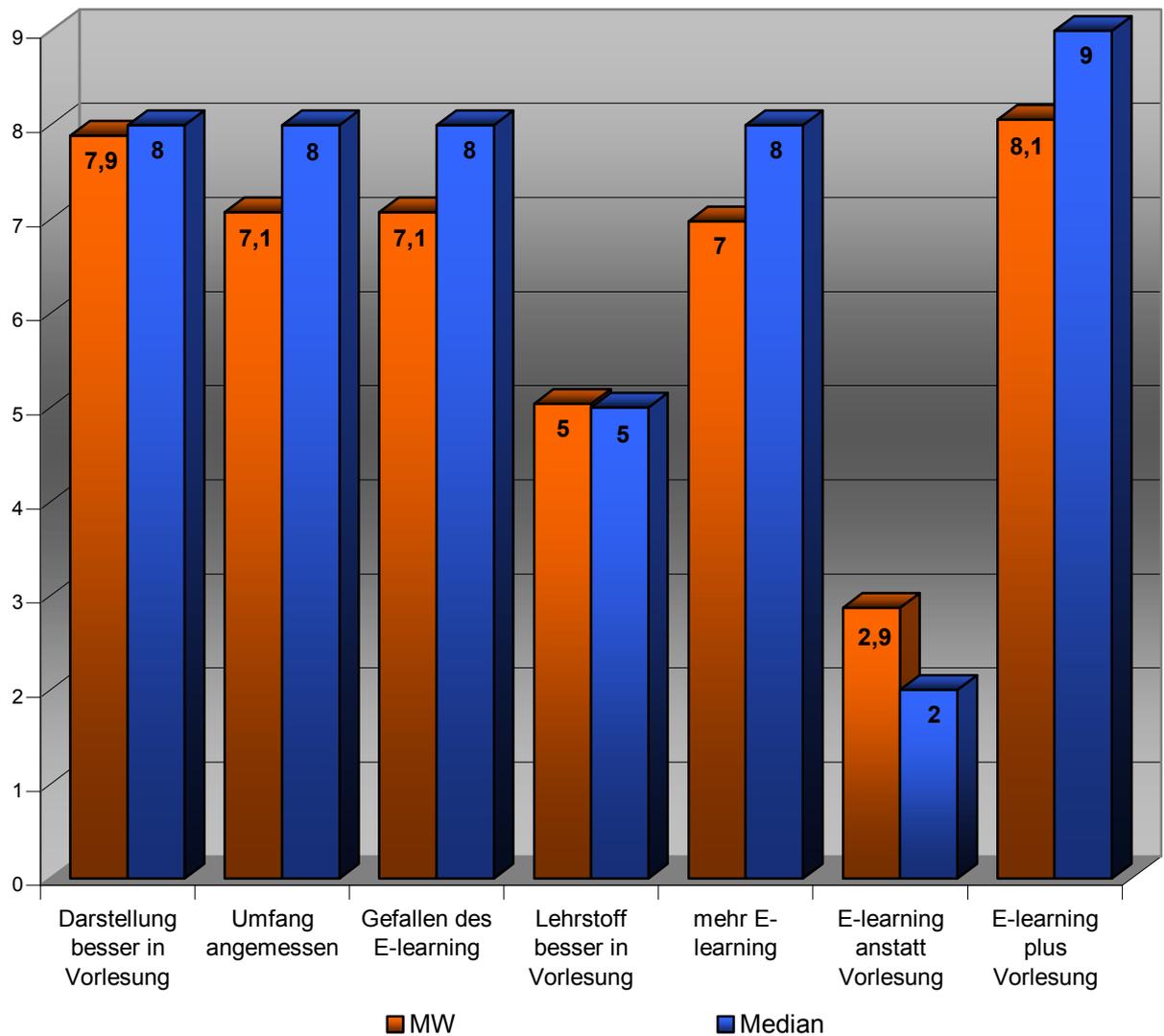
2.: Der Umfang des vermittelten Stoffes war für diese Lehrveranstaltung genau angemessen (MW 7,1; Median 8).

3.: Insgesamt hat mir die E-Learning Veranstaltung gut gefallen (MW 7,1; Median 8). 5.: Ich könnte mir vorstellen in Zukunft mehr E-Learning Angebote zu nutzen (MW 7; Median 8).

Mit einem Mittelwert von 5 (Median 5) waren sich die Teilnehmer bei der These 4.: Der Lehrstoff hätte in einer Vorlesung besser dargestellt werden können, uneinig.

Klar gegen die Aussage 6.: Derartige E-Learning Angebote könnten Vorlesungen komplett ersetzen, entschieden sich die Probanden mit einem Mittelwert von 2,9 (Median 2).

Diagramm 3.10 fasst die Meinung der Teilnehmer zu den Aussagen des E-Learning zusammen.



**Diagram 3.10** : VAS der E-Learninggruppe

Die Fragestellung, ob die Nutzungsfrequenz des eigenen Computers der Probanden eine Auswirkung auf das Klausurergebnis zeigt, wurde mit Hilfe der Korrelationsanalyse untersucht. Sie zeigten jedoch keine signifikanten Unterschiede. Durch die geringe Fallzahl von einem Probanden, der den Computer nur einmal im Monat nutzte und zwei Probanden, die ihren PC nur einmal in der Woche nutzten, sind diese Vergleiche statistisch nicht valide genug.

### 3.3 Vorlesungsgruppe

#### 3.3.1 Gesamtklausurergebnisse

In der Vorlesungsgruppe erreichten die Probanden im Prä-Test durchschnittlich 11,8 ( $\pm 3,0$ ) Punkte. Im Post I Test konnten im Mittel 16,4 ( $\pm 2,2$ ) Punkte und in Post II Test durchschnittlich 14,2 ( $\pm 2,7$ ) Punkte erzielt werden. Die prozentuale Aufteilung in die Ergebniskategorien zeigt Tabelle 3.6.

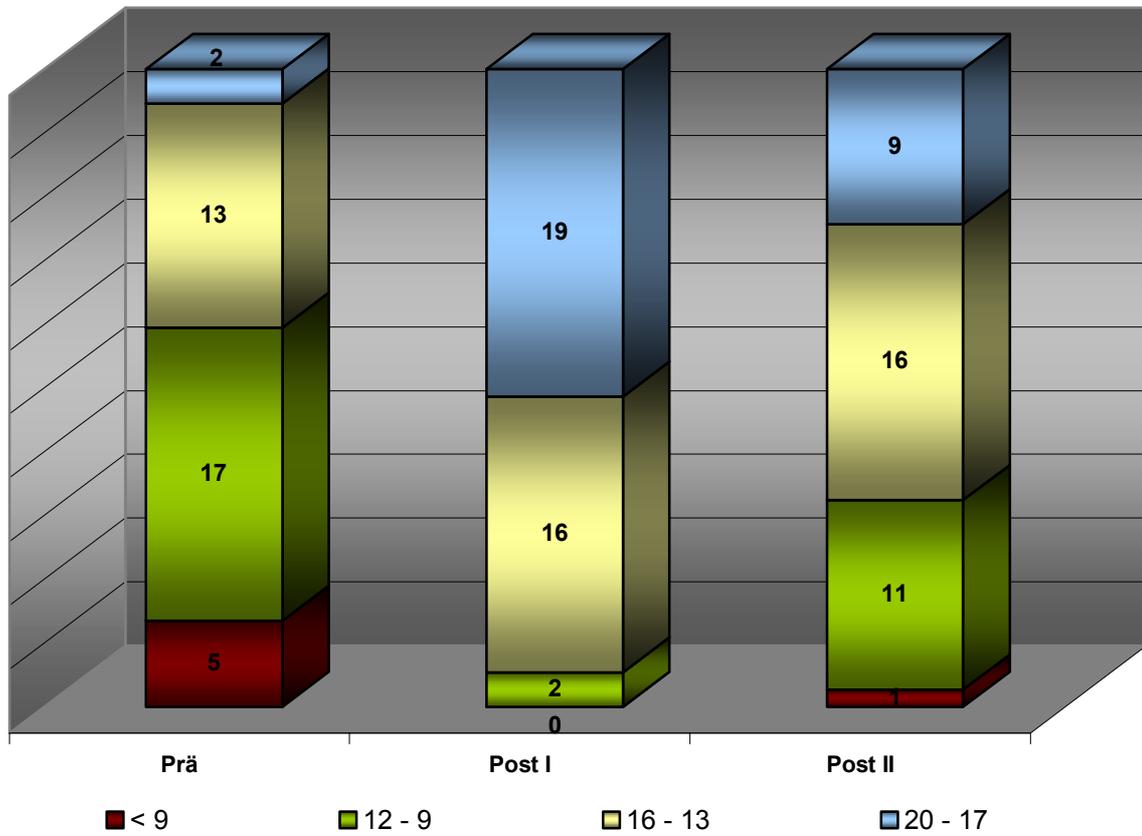
Punkte						
Prä	%	Post I	%	Post II	%	
2	5,4	19	51,4	9	24,3	20 - 17
13	35,1	16	43,2	16	43,2	16 - 13
17	45,9	2	5,4	11	29,7	12 - 9
5	13,5	0	0	1	2,7	< 9
11,8		16,4		14,2		MW
12		17		14		Median

**Tabelle 3.6** : Prozentuale Verteilung der erreichten Punkte Vorlesung

Im Prä-Test überwiegt die Zahl der befriedigenden (45,9%) und guten (35,1%) Ergebnisse. Von insgesamt 37 Teilnehmern der Vorlesungsgruppe erreichten 13 ein gutes und 17 Studierende ein befriedigendes Ergebnis. Fünf Studienteilnehmer erreichten ein schlechtes Ergebnis mit weniger als neun Punkten. Zwei Studenten erreichten bereits im ersten Test ein sehr gutes Ergebnis.

Im Post I Test überwiegen die sehr guten und guten Ergebnisse. Die Zahl der Personen, die sehr gute Ergebnisse erreichten, stieg auf 19 (51,4%) und die der guten Ergebnisse auf 16 (43,2%) Personen an. Befriedigende Ergebnisse waren noch bei zwei Studierenden zu verzeichnen. Keiner der Teilnehmer erreichte ein schlechtes Ergebnis. Im Post II Test überwiegen mit 16 (43,2%) Studenten die guten und mit 11 (29,7%) Studenten die befriedigenden Ergebnisse. Die Zahl der sehr guten Ergebnisse sank auf neun (24,3%) Personen und nur ein Student erreichte ein schlechtes Ergebnis.

In Diagramm 3.11 wird dies bildlich verdeutlicht.



**Diagramm 3.11** : Klausurergebnisse der Vorlesungsgruppe

Die Ergebnisunterschiede zwischen Prä zu Post I und zu Post II, sowie zwischen Post I zu Post II sind signifikant ( $p < 0,05$ ).

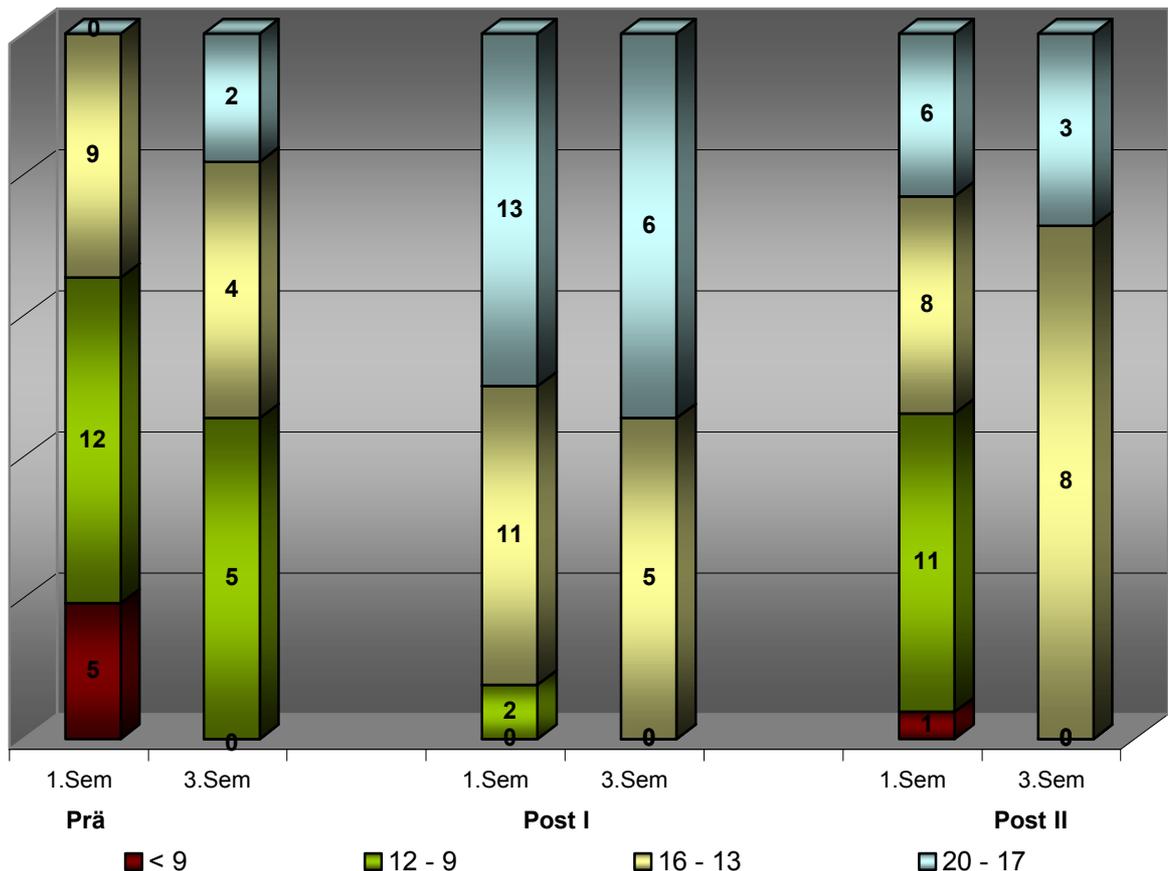
Es ergibt sich folgende Punkterangliste Post I > Post II > Prä.

### 3.3.2 Semestervergleich

Zum Zeitpunkt der Studie befanden sich 26 Teilnehmer im ersten Semester und elf Teilnehmer im dritten Semester.

Diagramm 3.12 zeigt die Unterteilung der Testergebnisse des Prä-Tests, Post I Tests und Post II Tests der Vorlesungsgruppe. Es ist klar ersichtlich, dass das dritte Semester gegenüber dem ersten Semester in allen drei Tests ohne Ausnahme stets besser abschneidet.

Kein Student des dritten Semesters erzielt ein schlechtes Ergebnis, weder im Prä- noch im Post I oder Post II Test, während im ersten Semester immerhin fünf von 26 Studierenden im Prä- und ein Student im Post II Test ein schlechtes Ergebnis erreichten. Die Drittsemester erzielen in Post I und in Post II sogar nur gute und sehr gute Ergebnisse.



**Diagramm 3.12** : Semestervergleich Vorlesung

Bereits die Prä Ergebnisse sind mit einem  $p = 0,052$  stark verschieden, aber nicht signifikant gegensätzlich. In Post I liegt ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den Erst- und Drittsemestern vor ( $p = 0,47$ ). Auch der deutliche Unterschied in Diagramm 3.12 in Post II ist statistisch nicht signifikant ( $p = 0,051$ ). Es bleibt die Tatsache, dass die routinierteren Studenten auch aus der Vorlesung mehr prüfungsrelevantes Wissen aufnehmen und behalten können, was die nichtvorhandenen befriedigenden und schlechten Ergebnisse sowohl in Post I als auch in Post II dieser Gruppe erklärt.

### 3.3.3 Lernmedien

Wie bereits erwähnt, zählt die Nutzung von Internet, CD-ROM und die Recherche in Literaturdatenbanken wie Medline zu den elektronischen Medien. Von den insgesamt 37 Studenten der Vorlesungsgruppe nutzen 24 ein elektronisches Medium, drei Studenten zwei und zwei Studenten drei elektronische Medien zum Selbststudium. Das heißt lediglich zwei Studenten arbeiten mit der Literaturdatenbank Medline. Acht Studenten der Vorlesungsgruppe nutzen bisher keine elektronischen Medien in ihrem Studium. Das Diagramm 3.13 zeigt den Vergleich der Klausurergebnisse zwischen den Studenten, die mindestens ein und maximal drei der angegebenen elektronischen Medien nutzen und den Studenten, die keine elektronischen Medien zum Studieren nutzen.

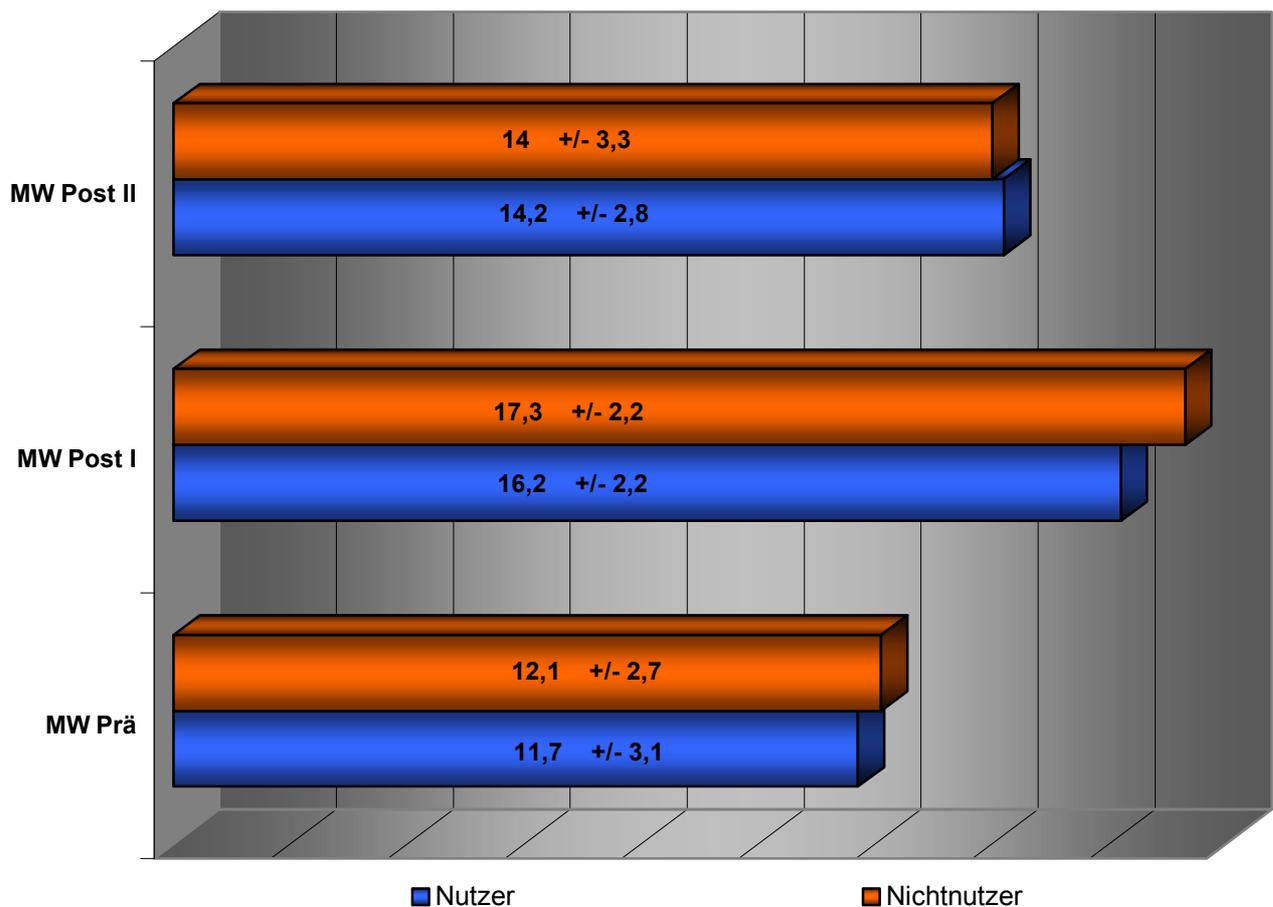


Diagramm 3.13 : Klausurergebnisvergleich der elektronischen Mediennutzung

Im Prä-Test erreichen die Nichtnutzer elektronischer Lernmedien ein mit 12,1 Punkten diskret besseres Ergebnis als die Nutzer herkömmlicher Lernmedien. Im Post I Test konnten sich die Nichtnutzer um durchschnittlich 5,2 Punkte auf insgesamt 17,3 Punkte verbessern, während die Mediennutzer sich nur um 4,5 Punkte auf insgesamt nur 16,2 Punkte verbessern konnten. Allerdings ist der höhere Wissenszuwachs der Nichtnutzer wiederum mit einem größeren Wissensverlust von durchschnittlich 3,3 Punkten nach dem Post II Test verbunden, während die Mediennutzer im Mittel nur 2,0 Punkte verloren.

Diese Ergebnisse sind jedoch für alle drei Überprüfungen nicht signifikant.

### 3.3.4 Geschlechtervergleich

In der Vorlesungsgruppe befanden sich während der Studie 24 weibliche und 13 männliche Probanden. Die Ergebnisse werden in Tabelle 3.7 für die männlichen und in Tabelle 3.8 für die weiblichen Teilnehmer dargestellt.

Punkte männlich						
Prä	%	Post I	%	Post II	%	
2	15,4	6	46,2	1	7,7	20 - 17
2	15,4	6	46,2	6	46,2	16 - 13
7	53,8	1	7,7	6	46,2	12 - 9
2	15,4	0	0	0	0	< 9
12		16,4		14,2		MW
11,5		17		13,5		Median

**Tabelle 3.7** : Prozentuale Verteilung der männlichen Vorlesungsergebnisse

Die männlichen Probanden haben in der Vorlesungsgruppe zwischen Prä und Post I einen besseren Wissenszuwachs. Sie steigerten sich von 30,8% auf 92,3% gute und sehr gute Ergebnisse. In Post II hingegen verschiebt sich die Verteilung deutlich zu den befriedigenden Ergebnissen, dennoch sind keine Versager weder in Post I noch in Post II vorhanden. Die weiblichen Teilnehmer sind im direkten Vergleich in Post I effektiver, weiterhin verschiebt sich hier die Verteilung nicht so stark zu den

befriedigenden Ergebnissen. Der Versager in Post II und das jeweils knappe Erreichen der Punktegrenzen erklärt den nur gering erhöhten Median und Mittelwert.

<b>Punkte weiblich</b>						
<b>Prä</b>	<b>%</b>	<b>PostI</b>	<b>%</b>	<b>PostII</b>	<b>%</b>	
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>54,2</b>	<b>8</b>	<b>33,3</b>	<b>20 - 17</b>
<b>11</b>	<b>45,8</b>	<b>10</b>	<b>41,7</b>	<b>10</b>	<b>41,7</b>	<b>16 - 13</b>
<b>10</b>	<b>41,7</b>	<b>1</b>	<b>4,2</b>	<b>5</b>	<b>20,8</b>	<b>12 - 9</b>
<b>3</b>	<b>12,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4,2</b>	<b>&lt; 9</b>
<b>11,8</b>		<b>16,6</b>		<b>14,4</b>		<b>MW</b>
<b>12</b>		<b>17</b>		<b>14</b>		<b>Median</b>

**Tabelle 3.8** : Prozentuale Verteilung der weiblichen Vorlesungsergebnisse

Statistisch liegt mit einem  $p = 0,873$  für die Prä Ergebnisse kein signifikanter Unterschied vor.

In Post I ( $p = 0,574$ ) und in Post II ( $p = 0,343$ ) gibt es ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen den Ergebnissen der männlichen und der weiblichen Teilnehmer.

### 3.3.5 Evaluation der Lehrveranstaltung

Genauso wie die E-Learninggruppe wurde auch die Vorlesungsgruppe direkt nach der Veranstaltung zu verschiedenen Gesichtspunkten mittels VAS evaluiert. Die höchste Zustimmung erhielt die Aussage 3: „Der Inhalt der Vorlesung war gut strukturiert und verständlich dargestellt“ (MW 9; Median 9). Weiterhin mit einem Median von neun erreichten die Ausführungen 2., 4., 5. und 7.

2. Der Umfang des vermittelten Stoffes war für eine doppelstündige Vorlesung angemessen (MW 8,6).

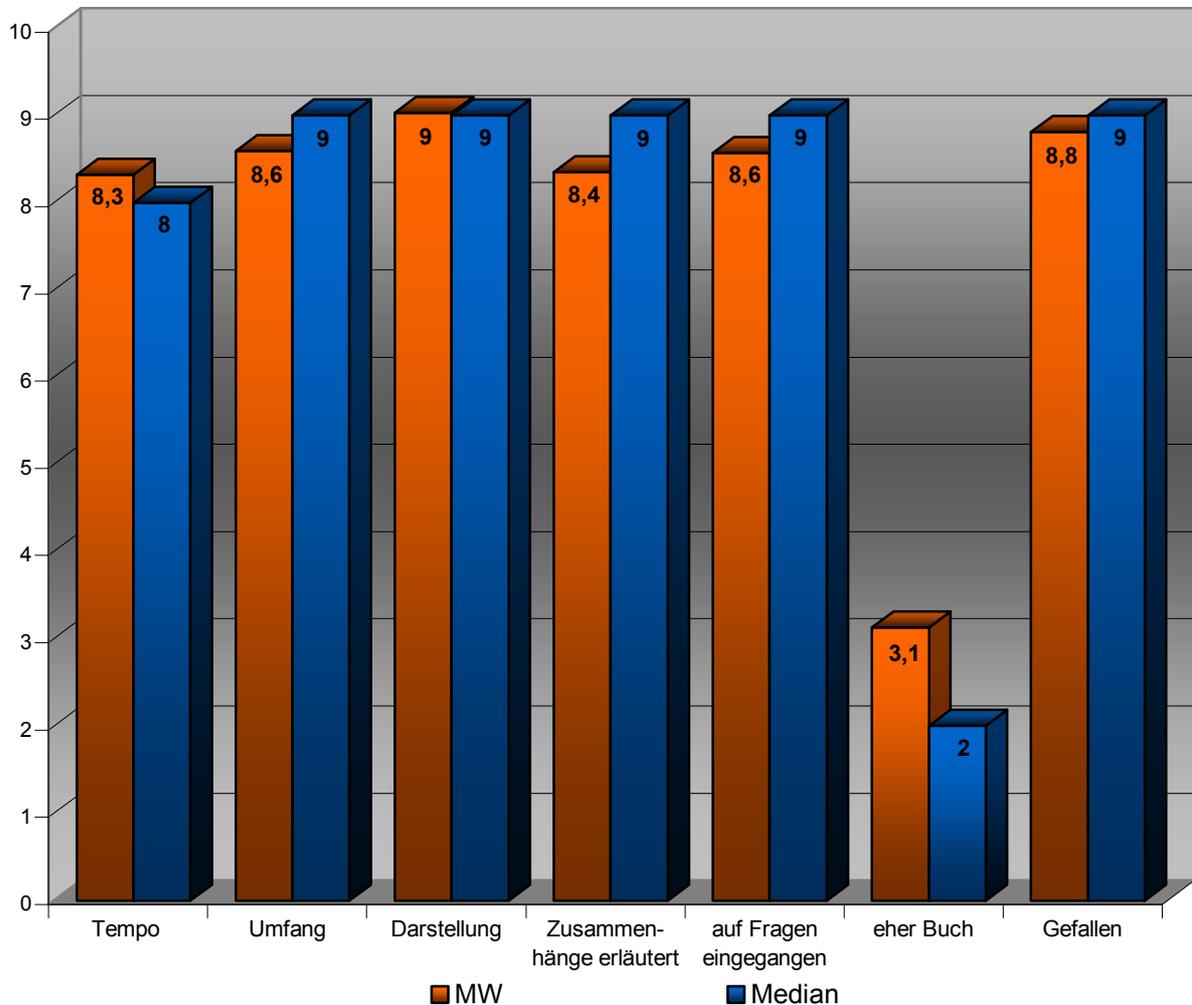
4. Auf schwierige Zusammenhänge wurde besonders ausführlich eingegangen (MW 8,4).

5. Auf gestellte Fragen wurde ausführlich eingegangen (MW 8,6).

7. Insgesamt hat mir die Vorlesung gut gefallen (MW 8,8).

Das Tempo der Vorlesung war für die Studenten angemessen und Sie konnten gut folgen, Aussage 1. (MW 8,3; Median 8). Zur These 6. „Ich hätte den Stoff der Vorlesung

lieber selbständig z.B. in einem Buch erarbeitet“, stimmten die Probanden mit einem MW von 3,1 und einem Median von zwei eher nicht zu. Graphisch wird dies in Diagramm 3.14 dargestellt.



**Diagramm 3.14** : VAS der Vorlesungsgruppe

Routinemäßig wurde in der Vorlesungsgruppe ebenfalls nach Vorhandensein und Nutzung eines Computers gefragt, eine Auswertung hat biomathematisch keine Aussagekraft und war nicht von Interesse.

## **4 Diskussion**

### **4.1 Methodenkritik**

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine randomisierte, kontrollierte Studie. Dieses Studiendesign ist in der Vielzahl der Studien, die zum Thema E-Learning bereits existieren, selten zu finden, was die Vergleichbarkeit erschwerte. Die Randomisierung wurde mit Hilfe von SPSS 16.0.© durchgeführt.

Zur objektiven Einschätzung des Wissenszuwachses wurde ein in der medizinischen Ausbildung gängiges Instrument gewählt, der Multiple Choice (MC) Test. Er bietet die Möglichkeit eine Vielzahl an Fragen innerhalb kurzer Zeit zu stellen und eine enorme Menge an Wissen abzuprüfen. Die Studenten müssen lediglich ein Kreuz an die richtige Stelle setzen, damit wird die Notwendigkeit des Schreibens außen vor gelassen. Das Konstruieren und das Schreiben einer Antwort sind Fähigkeiten, über die nicht jeder gleichermaßen verfügt. Zudem wird dadurch viel Zeit in Anspruch genommen. Dies fällt beim MC Testverfahren gänzlich weg. Ein negativer Aspekt dieses Prüfverfahrens besteht darin, dass der Prüfling nicht in die Lage versetzt wird, eigene Ideen zu entwickeln, Wissen zu präsentieren und zu argumentieren, wie dies in mündlichen Prüfungssituationen der Fall ist. Jedoch ist hierbei die objektive Vergleichbarkeit im Gegensatz zum Multiple Choice Test oftmals nicht gegeben. Das nicht Wissen der richtigen Antwort im MC Test führt häufig zum Raten, besonders in den Tests, bei denen die falsche Antwort nicht zum Punktabzug führt. Weiterhin ist es für das Lehrpersonal schwierig, MC Tests zu konstruieren, bei denen höhere kognitive Fähigkeiten getestet werden sollen. Die angegebenen Antwortalternativen führen dann oftmals zur Verwirrung des Prüflings. Es ist somit nicht auszuschließen, dass einige MC Fragen in der vorliegenden Arbeit falsch verstanden wurden und damit das Klausurergebnis leicht verfälscht haben.

In der vorliegenden Studie handelt es sich lediglich um die Bewertung eines Wissenszuwachses, um theoretisches Wissen über die Einstellmöglichkeiten eines Artikulators. Aus den positiven Testergebnissen kann jedoch nicht automatisch geschlossen werden, dass die Studenten nun auch tatsächlich in der Lage wären, einen Artikulator zu programmieren.

Zur subjektiven Evaluierung beider Lehrveranstaltungen wurde eine Visuelle Analog Skala verwendet. Eine mögliche Schwäche dieses Instrumentes besteht darin, dass sich die Evaluierenden oftmals nicht klar zu einer definitiven Meinung bekennen, sondern sich in ihrer Bewertung im Mittelfeld einfinden mit einer geringen Tendenz nach oben oder unten, so dass ein tatsächlicher Meinungstrend oftmals schwer festzustellen ist. Dieser Vorbehalt konnte jedoch in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden.

Alle drei Tests (Prä, Post I und Post II) beinhalteten den gleichen Fragenkatalog, was die Studenten jedoch vorab nicht wussten, um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Die Studenten erhielten zudem keine Aussage über die Richtigkeit ihrer Klausurergebnisse, um den Fehler auszuschließen, dass sich die Studenten die richtigen Antworten von einem zu anderen Test merken konnten. Allerdings kann auch nicht komplett ausgeschlossen werden, dass ein gewisser Wiedererkennungswert vorhanden war, der das Ergebnis möglicherweise leicht verfälscht hat.

## ***4.2 Zusammenfassung der Hauptergebnisse***

Die Hypothese, dass die Lerneffektivität beider Lehrveranstaltungen gleich ist und objektiv die gleichen Ergebnisse bringt, konnte in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden. Die Vorlesungsgruppe zeigte im Post I Test signifikant bessere Ergebnisse.

Die Hypothese, dass E-Learning eines höheren Zeitaufwandes beim Lernen bedarf, ließ sich, nach dem Mittelwert beurteilt, nicht bestätigen, jedoch zeigte sich innerhalb der Probanden Gruppe eine große Streuung der Benutzungszeit für das E-Learning.

Darüber hinaus ließen sich folgende Hypothesen bestätigen: Der regelmäßige häusliche Umgang mit elektronischem Lernmaterial hat einen positiven Einfluss auf das Lernergebnis beim E-Learning. Studierende sind dieser neuen Art der Wissensvermittlung grundsätzlich positiv gegenüber eingestellt und wünschen sich mehr solcher Anwendungen in ihrer studentischen Ausbildung

## ***4.3 Lernvoraussetzungen***

100%, also alle 85 Studenten der Studie geben an, einen eigenen PC zu besitzen. Da die weiblichen Probanden deutlich in der Überzahl waren, kann davon ausgegangen

werden, dass sich offenbar die geschlechtsspezifischen Unterschiede in diesem Bereich, die noch vor einigen Jahren deutlich zu sehen waren, zumindest in unserer Studie, komplett aufgehoben haben. Es existieren zahlreiche Studien, die über dieses Gender Phänomen berichten <sup>26-29</sup>. So gaben in diesen Studien signifikant häufiger männliche Studenten an, einen eigenen PC zu besitzen, sowie über mehr Computererfahrung zu verfügen. Sie sind auch gegenüber computer- und internetbasierten Lernformen aufgeschlossener als ihre weiblichen Kommilitonen. Dieses ließ sich in der vorliegenden Studie für den Besitz eines eigenen PCs nicht feststellen.

Beim Vergleich der bevorzugten Lernmedien im 1. und 3. Semester zeigt sich, dass konventionelle Lernmedien wie Mitschriften, Skripten und Bücher im allgemeinen am häufigsten genutzt werden, während das Lernen in der Bibliothek oder mittels Internet sowie CD-ROM nicht stark im Vordergrund stehen. Diese Verteilung stützt auch die Studie von Peroz <sup>2</sup>, welche zahnmedizinische Klinikstudenten nach ihren bevorzugten Lernmedien befragt hat. Offenbar scheint sich diese Verteilung der favorisierten Lernmedien konstant durch das gesamte Studium zu ziehen, unabhängig davon in welchem Studienabschnitt sich Zahnmedizinstudenten gerade befinden.

Die Literaturrecherche via Medline spielt in der Betrachtung lediglich eine untergeordnete Rolle. Mit der Frage „Medline for medical students?“ hat sich auch Reiter <sup>30</sup> in seinem Artikel beschäftigt. Er kommt dabei zu dem Schluss, dass Medline - also die gezielte Suche nach Informationen zur Entscheidungsfindung („decision making“), respektive Problemlösung mittels Recherche in wissenschaftlichen Artikeln einer Literaturdatenbank, keinen wesentlichen Beitrag zur Klärung klinischer Fragestellungen in der studentischen Ausbildung beiträgt. Womöglich werden also die Studenten in ihrem Studium nicht frühzeitig genug an dieses Medium herangeführt bzw. sind mit der Navigation in einer Literaturdatenbank schlichtweg überfordert.

Beim Vergleich beider Semester sind leichte Trends erkennbar. So sind das Lernen anhand von eigenen Mitschriften bei den Erstsemesterstudenten und das Lernen durch Skripte stärker bei den Drittsemesterstudenten vertreten. Besonders auffällig ist, dass Drittsemesterstudenten wesentlich häufiger mittels CD-ROM lernen als Erstsemesterstudenten. Das Internet wird wiederum etwas stärker von den Erstsemesterstudenten genutzt. Das Internet ist also bei den Studienanfängern ein

gern genutztes Mittel auf der Suche nach Wissen. Ob sie dabei auch effektiv sind, d.h. in der Lage sind, die richtigen Informationen gezielt für sich auszuwählen, bleibt offen. Link und Marz<sup>28</sup> geben in ihrem Artikel an, dass viele Studenten zu Beginn ihres Studiums von einem Basiskurs im Umgang mit dem PC und dem Finden von spezifischen internetbasierten Lernprogrammen ihrer Universität profitieren könnten, da nicht jeder Student über ausreichende Computerkenntnisse verfügt und sie ebenso häufig nicht in der Lage sind, die richtigen Lernprogramme für sich auszuwählen.

#### **4.4 Ergebnisse beider Gruppen**

Im direkten Vergleich der Gesamtklausurergebnisse beider Gruppen, zeigt sich ein signifikant besseres Abschneiden der Vorlesungsgruppe. Damit stehen die Ergebnisse dieser Studie in einem deutlichen Gegensatz zur vorhandenen Literatur, die das E-Learning in den überwiegenden Fällen als gleichwertige<sup>8, 11, 24, 31-33</sup> und in einigen Fällen sogar als den traditionellen Lehrmethoden überlegene Lernform darstellen<sup>10, 34-38</sup>. Lediglich eine Studie<sup>39</sup> zeigte das E-Learning als unterlegen an. Diese Art der Medienvergleichsstudien ist jedoch insofern problematisch, da sich die Ergebnisse nicht direkt auf das vorliegende Studiendesign übertragen lassen. Unter dem Begriff elektronisches Lernen, CAL, CBT oder eben E-Learning wird eine verwirrende Vielzahl computerbasierter Lernprogramme verstanden, die enorme Unterschiede aufweisen. Solomon<sup>33</sup> beispielsweise vergleicht in seiner Studie eine Echtzeit Vorlesung mit der elektronisch aufgezeichneten Variante dieser Vorlesung und kommt hierbei zu dem Schluss, dass beide Gruppen identische Resultate erzielten. Ein anderes Ergebnis wäre auch verwunderlich gewesen, ist doch die Art und Weise der Wissensvermittlung im Prinzip identisch. Andere Studien vergleichen nicht nur die theoretischen Lernergebnisse miteinander sondern auch noch zusätzlich oder nur alleinig die praktisch erlernten Fähigkeiten. So vergleicht Rogers et al.<sup>40</sup> CAL mit einer Form der Wissensvermittlung, die aus einer Vorlesung und einem Seminar besteht, bei dem die Studenten die Möglichkeit erhalten Fragen zu stellen, einem so genannten „feedback seminar“. Der Inhalt beider Lehrformate ist das Erlernen eines chirurgischen Knotens, also einer handwerklichen Fertigkeit. Beide Formate brachten den gleichen Lernerfolg. Ein anderes Kriterium, das Studien unterscheidet, ist die Kohorten- bzw. Probandengruppe, einmal sind es Vorklinikstudenten bzw. klinische Semester oder

auch Postgraduierte. Plaesschaert et al.<sup>37</sup> vergleicht zwei Lernformate miteinander, bei denen Studenten im klinischen Abschnitt entweder mit Hilfe eines multimedialen Lernprogramms oder mit Hilfe eines Skriptes zwei Patientenfälle aus dem Bereich der Endodontie bearbeiten sollten. Es wurde die Problemlösekompetenz klinischer Semester untersucht. Nach drei Wochen, wurde der Post Test geschrieben. Auch in dieser Studie konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Bei der Literaturrecherche fiel zudem auf, dass es sich in den wenigsten Fällen um randomisierte, kontrollierte Studien handelt, die den Vergleich mit der vorliegenden Studie erleichtern würden. Eine Studie, die der vorliegenden am ähnlichsten ist, ist diejenige von McDonough et al.<sup>24</sup>. Hierbei schrieben insgesamt 37 Medizinstudenten zunächst einen Prä-Test, hörten alle anschließend eine 20 minütige Vorlesung zu einem medizinischem Thema und wurden dann auf zwei Gruppen randomisiert zugeordnet. 19 Studenten beschäftigten sich 90 Minuten lang mit einem computerbasierten Lernprogramm, die anderen 19 Studenten nahmen an einem Seminar teil. Während der Lehrveranstaltungen sollten die Studenten selbständig einen Fall bearbeiten bzw. Fragen zu einem Patientenfall schriftlich beantworten. Auch ein Post-Test, der als Multiple Choice Test angelegt war und ein subjektiver Fragebogen wurden von den Studenten ausgefüllt. Auch in dieser Studie war keine Gruppe der anderen signifikant überlegen, wenn gleich die Seminargruppe minimal besser abschnitt.

Cook<sup>41</sup> kritisiert in seinem Artikel das klassische Design der Medienvergleichsstudien. Er ist der Meinung, dass sie bisher nur wenig dazu beitragen konnten, die Wissenschaft über den Nutzen dieser enormen Ressource zu informieren. Im Gegenteil, es existiert eine Vielzahl verwirrender und gegensätzlicher Evidenz zur Lerneffektivität von computerbasierten Lernprogrammen. Statt zu fragen, „ob“ E-Learning in der Hochschullehre überhaupt eingesetzt werden sollte, gilt es die Frage zu stellen „wann“ und „wie“ es am besten eingesetzt werden kann, damit die Studierenden bestmöglich profitieren können.

Auch Mayer<sup>42</sup> und Schleyer<sup>43</sup> sind davon überzeugt, dass die Frage, ob ein Medium dem anderen überlegen ist, nicht die richtige Herangehensweise ist. Denn der Student kann sowohl mit Computer basiertem Lernen, als auch z.B. mit einem Buch unproduktiv sein.

Auch Clark<sup>44</sup> war schon 1994 mit seinem provokanten Titel „Media will never influence learning“ der Ansicht, dass Lernen weniger durch das Lehrmedium selber beeinflusst wird. „Medien sind lediglich Vehikel, die das Wissen transportieren, sie beeinflussen die

Studenten auch nicht mehr als der Lebensmitteltransporter es vermag, die Ernährungsgewohnheiten zu ändern". Clark ist der Meinung, dass jegliche Art von Medium, sofern sie dieselbe Strategie verfolgen, ähnliche Ergebnisse bei den Studenten hervorrufen.

In der vorliegenden Studie wird deutlich, dass beim Vergleich des Punktezuwachses vom Prä- zum Post I Test zwischen dem ersten und dritten Semester in beiden Gruppen eine Rangfolge ersichtlich wird. Die Erstsemester der Vorlesungsgruppe erreichten den höchsten Zugewinn an Wissen und stehen somit auf Platz 1. Die Erstsemester der E-Learninggruppe dagegen konnten am wenigsten von der Lehrveranstaltung profitieren und erreichen den 4. Platz. Das zweitbeste Ergebnis erreichten die Drittsemester der E-Learninggruppe. An dritter Stelle stehen die Drittsemester der Vorlesungsgruppe. Offensichtlich ist es so, dass die Studienanfänger deutlich mehr von einer Vorlesung und die höheren vorklinischen Semester dafür mehr vom E-Learning profitieren konnten. Anscheinend kann das Wissen eines so komplexen Themas wie der Registrierung des Unterkieferbewegungsausmaßes am Patienten und der Programmierung eines Artikulators besser, weil verständlicher, in einer Vorlesung dargestellt werden. Nur hier erhalten die Studenten die Möglichkeit Rückfragen zu stellen. Gemäß Conn<sup>45</sup> ist Feedback der wichtigste Faktor im Lernprozess überhaupt. Lernen ist somit am effektivsten, wenn die Schüler stets konstantes Feedback vom Lehrer bekommen. Die Kommunikation mit dem Lehrkörper, die Möglichkeit Fragen zu stellen und der Austausch unter den Studenten ist ein entscheidender Aspekt für erfolgreiches Lernen.

Weiterhin gibt Conn<sup>45</sup> in seinem Artikel Hinweise, welche Eigenschaften ein guter Lehrer haben sollte. Demzufolge sollte der Dozent aufgrund seines umfangreichen Wissens stets in der Lage sein, Verknüpfungen zu anderen Disziplinen herzustellen und klinische Fallbeispiele einzubauen. Er weiß um die kognitiven Veränderungen, die während des Lernprozesses im Lernenden stattfinden. Er stellt Fragen, ohne dabei Angst einzuflößen, aktiviert vorhandenes Wissen und animiert die Zuhörer zum aktiven Mitmachen. Auch Wofford<sup>46</sup> ist der Meinung, dass die Vorlesung mehr als nur eine einfache Präsentation von Informationen ist. Sie erlaubt die Vermittlung von Fakten, die als Sammelsurium von Informationen verschiedenster Quellen nirgendwo in gedruckter Form stehen. Gemäß Wofford<sup>46</sup> ist ein guter Dozent in der Lage mit Einsatz seines persönlichen Enthusiasmus seine Zuhörerschaft zum entsprechenden Thema zu

motivieren. Er ist in der Lage, den Wissensstand seiner Studenten einzuschätzen und entsprechend die Menge an Informationen darzulegen, bei dem jeder einen Nutzen davonträgt. Ist der Lehrer also in der Lage mit Flexibilität, Kreativität und Enthusiasmus zu lehren, werden ihm die Schüler höchste Anerkennung und Akzeptanz entgegenbringen. Diese Art des Frontalunterrichtes, so negativ auch dieser Begriff behaftet ist, ist das Lehrformat, welches Erstsemesterstudenten aus Schulzeiten gewohnt sind. So wie es eben gute und schlechte Lehrer gibt, so sind auch Vorlesungen eben gut oder schlecht gestaltet. Es sollte also nicht pauschal gesagt werden, dass Frontalunterricht schlecht und im Zuge der Hochschulreformen überholt sei. Vielmehr sollte die Frage gestellt werden, ob Studienanfänger überhaupt in der Lage sind, andere Lehrformate als die Vorlesung zu akzeptieren und in ihr Lernrepertoire aufzunehmen. Liaw<sup>47</sup> gibt zu bedenken, dass die Lernenden zumeist noch nicht genügend vorbereitet sind, verschiedene Medien für ihr Lernen und den PC als notwendiges Werkzeug zu akzeptieren.

In der Rangfolge der besten Klausurergebnisse liegen die Drittsemester der E-Learninggruppe auf dem zweiten Platz. Ein möglicher Grund für dieses gute Ergebnis könnte die Tatsache sein, dass sie in ihrer praktischen propädeutischen Ausbildung schon Erfahrungen zu diesem Thema sammeln konnten und ihnen somit die verwendeten Begrifflichkeiten nicht allzu fremd waren. Ein anderer Grund könnte sein, dass die Studierenden des dritten Semesters mit dem Erarbeiten eines komplexen Fachtextes via PC schon deutlich mehr Erfahrung hatten und das Lesen von einem Bildschirm ihnen somit weniger Schwierigkeiten bereitete als den Studienanfängern. Das Lesen eines Textes benötigt Konzentrationsfähigkeit und Selbstdisziplin. Der sogenannte „amount of invested mental effort“ ist beim Text lesen sehr hoch<sup>48</sup>. Schlechte Leser können sich dabei leicht überfordert fühlen, was sich wiederum negativ auf die Lernmotivation auswirkt.

## **4.5 Ergebnisse der E-Learning Gruppe**

### **4.5.1 Vergleich zwischen Nutzern und Nichtnutzern elektronischer Medien**

Ein weiteres Ziel dieser Studie bestand darin, einen möglichen Unterschied der Klausurergebnisse innerhalb der E-Learning Gruppe aufzudecken, zwischen den Studenten, die elektronische Medien in ihrem Studium nutzen und den Studenten, denen elektronische Medien gar nicht vertraut sind, diese also gar nicht nutzen. Die Nutzung von Internet, CD-ROM und auch Medline zählen zu den elektronischen Medien. Es zeigte sich, dass die Mediennutzer signifikant besser im Post I Test abschnitten als die Nichtnutzer. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die regelmäßige Nutzung elektronischer Medien die direkte Wissensaufnahme im E-Learning erleichtern kann. Es ließ sich keine Studie finden, die diese These stützen bzw. widerlegen kann. Es erscheint jedoch sehr plausibel, dass der regelmäßige Umgang mit elektronischen Lernmedien dazu beiträgt mit den spezifischen Problemen, die mit dieser Form des Lernens behaftet sind, umgehen zu lernen. Das Problem der schnellen Ermüdung der Augen beim Bildschirmlernen ist dabei ein wichtiger Punkt. Ein weitaus wichtigerer Punkt und Nachteil gerade für Studienanfänger ist das Nichtvorhandensein einer Hardcopy beim E-Learning, so dass wichtige Fakten auch nicht unterstrichen bzw. eigene Notizen hinzugefügt werden könnten. Somit sind Studierende mit dem Lernen in einem Buch/Skript evtl. besser beraten, weil sie hier ihr Gelerntes zu einem späteren Zeitpunkt auch noch einmal wiederholen können <sup>49</sup>. Wollen also Studierende ihr erlerntes Wissen beim E-Learning später noch einmal rekapitulieren, so sind sie auch hier darauf angewiesen, sich eigene Notizen zu machen, was wiederum sehr viel Zeit in Anspruch nimmt.

### **4.5.2 Vergleich zwischen den Geschlechtern**

Der Vergleich der Klausurergebnisse innerhalb der E-Learning Gruppe zwischen den männlichen und weiblichen Studenten zeigt ein besseres Abschneiden nach dem Post I-Test zugunsten der Studentinnen. Die Prä- und Post II Tests sind statistisch gesehen identisch. Im Post I Test schneiden sie besser jedoch nicht signifikant besser ab. Die weiblichen Studenten sind mit 32 Personen doppelt so stark vertreten als die

männlichen Studenten mit 16 Teilnehmern. Dieser Kräfteunterschied vermag das Verhältnis also etwas zu verzerren. Ansonsten kann davon ausgegangen werden, dass die weiblichen Studenten, trotz des in der Literatur viel diskutierte und eingangs schon erwähnten Geschlechtsunterschiedes ebenso wie ihre männlichen Kommilitonen in der Lage sind, mittels E-Learning effektiv zu lernen.

#### **4.5.3 Klausurergebnisse bei unterschiedlichem Zeitbedarf**

Der Zeitbedarf der Studierenden während der E-Learning Veranstaltung war mit durchschnittlich 68 Minuten nur geringfügig höher im Vergleich zur Vorlesung, die mit 60 Minuten Dauer veranschlagt war. Jedoch war die Streuung (39 Minuten bis 117 Minuten) sehr groß. Einige Studien berichten darüber, dass E-Learning sehr zeitaufwändig sei, und der Faktor Zeit eine Größe ist, über den Studierende in der Regel nicht verfügen. Über den erhöhten Zeitbedarf beim E-Learning berichtet zum Beispiel die Studie von Vichitvejpaisal<sup>39</sup>. In einer Studie von Richardson<sup>50</sup> gaben die Studenten im subjektiven Teil an, dass sie die E-Learning Veranstaltung im Gegensatz zur Vorlesung als nicht zeit-effizient beurteilten. Auch die Studie von Lipman et al.<sup>51</sup> zeigte objektiv, dass die E-Learning Gruppe einen um 57 Prozent erhöhten Zeitaufwand hatten als die Buchgruppe. Die große Streuung des Zeiteinsatzes in der vorliegenden Studie lässt demnach erkennen, dass die Studenten jeder für sich einen völlig unterschiedlichen Bedarf an Lernzeit hat und man mit E-Learning diesem Bedarf gut Rechnung tragen kann. Auch Delafuente et al.<sup>8</sup> zeigt, dass Studenten es besonders schätzen, flexibel im eigenen Tempo zu lernen und das Gelesene ständig wiederholen zu können.

Vergleicht man die Klausurergebnisse der Studenten, die sich längere Zeit mit dem E-Learning Programm auseinandersetzen (>64,5 min) mit denen, die nur kurze Zeit zum Lernen aufgewendet haben (<64,5 min), so erreichten die Studenten ein besseres wenn auch nicht signifikant besseres Ergebnis, die längere Zeit mit dem E-Learning Programm gearbeitet haben. Dabei stellt sich jedoch die Frage, ob diese Studenten nur mehr Zeit zum Lernen benötigten, weil ihnen z.B. das Lesen und Lernen von einem Bildschirm nicht vertraut ist oder ob sie sich einfach intensiver mit dem Programm beschäftigt haben, um maximal Wissen aus der Veranstaltung mit nach Hause zu nehmen. Dies sind zwei völlig unterschiedliche Gründe für den erhöhten Zeitbedarf. Da die Studenten mit dem erhöhten Zeitbedarf und den besseren Post I Ergebnissen

ebenfalls auch im Prä-Test besser abschnitten, kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei diesen Studenten möglicherweise grundsätzlich um die besseren, fleißigeren Lerner handelt. Letztendlich kann aus der vorliegenden Studie geschlussfolgert werden, dass die intensivere Beschäftigung, d.h. länger als 64,5 Minuten, mit dem E-Learning Programm zum Thema der Instrumentellen Funktionsdiagnostik zu tendenziell besseren Lernergebnissen führt.

#### **4.5.4 Evaluation der Lehrveranstaltung**

Mit Hilfe von Visuellen Analog Skalen wurden die Studierenden unmittelbar nach der E-Learning Veranstaltung und nach dem Post I Test nach ihrer Meinung, d.h. subjektiven Betrachtung befragt. Sieben Aussagen wurden dabei evaluiert. Den meisten Zuspruch erhielt die Aussage sieben. Im Mittel von 8,1 sind sich die Studenten darin einig, dass E-Learning Angebote nur ergänzend zu Vorlesungen und Praktika angeboten werden sollten. Eine deutsche Studie von Kallinowski et al.<sup>52</sup> aus dem Jahr 1997 untersuchte die Lernergebnisse zum chirurgischen Thema der distalen Radiusfraktur einmal nach einer 90 minütigen Vorlesung und nach einem 90 Minuten andauernden E-Learning Modul. Danach wurden die Studierenden ebenfalls nach ihrer Meinung befragt. 100 Prozent waren von der Sinnhaftigkeit solcher E-Learning Angebote überzeugt, 90 Prozent gaben an, dass sie für das Selbststudium und zur Prüfungsvorbereitung sinnvoll eingesetzt werden könnten und 40 Prozent waren ebenfalls der Meinung, dass E-Learning ergänzend zu Vorlesungen angeboten werden sollten.

Eine klare Absage erhielt die Aussage sechs: „Derartige E-Learning Angebote könnten Vorlesungen komplett ersetzen.“ Dafür entschieden sich die Studenten mit einem Mittelwert von 2,9. Diesen Punkt erwähnt auch McDonough<sup>24</sup> in seiner Studie, in dem er die Aussage macht, dass E-Learning die Lehre lediglich vervollständigen sollte. Traditionelle Lehrformate sollten damit keineswegs ersetzt werden. Auch Gega<sup>31</sup> stützt diesen Fakt. Nach seiner Meinung lässt sich die Lehre im klassischen Sinne nicht ersetzen, jedoch erweitern. Eine weitere wichtige Untersuchung zu diesem Thema ist die Studie von Steele et al.<sup>49</sup>. Er wollte einen möglichen Zusammenhang finden zwischen der von den Studenten bevorzugten Lernmethodik und ihrer möglicherweise damit verbundenen Einstellung zu Computern und E-Learning Anwendungen. Die befragten Studenten hatten allesamt bereits gute Erfahrungen mit computerbasierter Lehre gemacht, trotzdem wollen sie nicht auf traditionellen vorlesungsbasierten

Unterricht verzichten müssen. Sie haben generell eine gute Einstellung zum PC als Lernmedium im Allgemeinen, jedoch eine negative zur Rolle des Computers in der Lehre. Demnach befürchten sie, dass Computer in Zukunft Lehrer komplett ersetzen könnten.

Aus diesem Grund sollten E-Learning Angebote sinnvollerweise die Präsenzlehre unterstützen bzw. nach Bachmann<sup>35</sup> direkt in diese eingebunden sein im Sinne eines Blended Learning Ansatzes, damit Studierende von den Vorteilen beider Lehrformate profitieren können.

Grundsätzlich haben bis auf die Aussage sechs alle anderen Aussagen eine eindeutige Tendenz aufzeigen können. Somit lässt sich zusammenfassen, dass die Probanden mit dem Programm sehr zufrieden waren, mehr E-Learning Angebote in Zukunft nutzen würden und E-Learning ergänzend zu Vorlesungen und Praktika angeboten werden sollten.

## ***4.6 Ergebnisse der Vorlesungsgruppe***

### **4.6.1 Klausurergebnisse**

Wie beim Vergleich der Klausurergebnisse zwischen der E-Learning Gruppe und der Vorlesungsgruppe schon erwähnt wurde, gibt es beim Post I Test nach der Vorlesungsveranstaltung keinen Studenten, der weniger als neun Punkte erreichte und somit durchgefallen wäre. Im Allgemeinen erreichten die Studenten allesamt ein sehr gutes und gutes Ergebnis. Auch die Quote der sehr guten und guten Ergebnisse nach dem Post II Test war noch erstaunlich hoch.

Beim Vergleich der Semester untereinander schnitt das dritte Semester in allen drei Tests stets besser wenngleich nicht signifikant besser ab. Ein nicht verwunderlicher Fakt, da davon ausgegangen werden kann, dass sie bereits mit Vorwissen in die erste Klausur hineingegangen sind und ihnen diese Thematik durch propädeutisches Wissen bereits vertraut war. Man kann davon ausgehen, auch wenn dieser Punkt durch keine Studie getragen wird, dass der vorbereitete und somit besser informierte Student auch deutlich mehr von einer Lernveranstaltung profitiert als der nicht vorbereitete. Dies erklärt den höheren Wissenszuwachs des dritten Semesters trotz bereits besseren Prä

Test Ergebnissen. Auch im Post II Test schneidet das dritte Semester besser ab. Das Gelernte scheint sich bei ihnen fester verankert zu haben als bei den Erstsemestern. Auch innerhalb der Vorlesungsgruppe wurde nach den Studenten unterschieden, die elektronische Medien in ihrem Studium nutzen und denen, die diese nicht nutzen. Die Nichtnutzer elektronischer Medien scheinen tatsächlich mehr von der Vorlesung zu profitieren als die Nutzer elektronischer Medien. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant. Bei der E-Learning Gruppe verhält es sich genau umgekehrt. Die Nutzer elektronischer Medien profitieren signifikant mehr von der E-Learning Veranstaltung als die Nichtnutzer. Es wird notwendig sein, diesen Sachverhalt in zukünftigen Studien noch genauer zu beleuchten. Beim Vergleich der Geschlechter untereinander kam es zu keinen diskussionswerten Unterschieden.

#### **4.6.2 Evaluation der Lehrveranstaltung**

Wie bei der E-Learning Veranstaltung wurde auch die Vorlesung evaluiert, obwohl dies nicht im eigentlichen Fokus dieser Studie lag. Alle Aussagen hinsichtlich der Strukturiertheit, des Umfangs und des Unterrichtstempos wurden überdurchschnittlich gut bewertet und reichen nahe an den Maximalwert heran. Das gleiche Ergebnis erhielten auch die Aussagen, dass schwierige Zusammenhänge gut erläutert worden sind und auf Fragen eingegangen wurde. Die Vorlesung hat den Studenten insgesamt mit einem Durchschnittswert von 8,8 überdurchschnittlich gut gefallen. Lediglich die Aussage 6, nämlich statt den Unterrichtsstoff in einer Vorlesung zu präsentieren, die Thematik auch in einem Buch zu erarbeiten, wurde mit einem Wert von 3,1 überdurchschnittlich schlecht bewertet.

Die Fragen und die Beurteilungen der Vorlesungsgruppe lassen sich zwar nicht mit denen der E-Learning Gruppe vergleichen, trotzdem zeigt sich, dass die Vorlesung als eine bestimmte Form der Wissensvermittlung gerade bei den vorklinischen Studenten nicht wegzudenken ist. Wie bereits schon einmal erwähnt, ist diese Art des Frontalunterrichtes das Lehrformat, welches Vorkliniker noch aus Schulzeiten kennen und ihnen somit vertraut ist. Im Laufe ihres Studiums sollten sie dann lernen, auch andere Medien wie z.B. E-Learning zu nutzen.

## 5 Zusammenfassung

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert seit dem Jahr 2000 mit dem Programm "Neue Medien in der Bildung" an den Hochschulen moderne Formen des Lehrens und Lernens. Die Nutzung dieser so genannten E-Learning Programme ist auch in der medizinischen und zahnmedizinischen Ausbildung in den letzten Jahren signifikant gestiegen. Computer werden vermehrt dazu genutzt, traditionelle Lehrveranstaltungen wie Vorlesungen oder Curricula zu unterstützen bzw. sogar zu einem gewissen Teil zu ersetzen.

Seit 2001 existiert an der Berliner Charité ein interdisziplinäres, vom BMBF gestütztes Projekt, welches den problemorientierten Unterricht an medizinischen Fakultäten, das heißt die Lehre im authentischen Kontext, schon in den frühen vorklinischen Semestern mittels E-Learning fördern und unterstützen soll. Ein Teil dieses Projektes umfasst die Zahnheilkunde. „Dentocase“, der zahnmedizinische Teil zu „Meducase“ bietet dem Studierenden die Möglichkeit, zahnärztliche Patientenfälle in der Weise virtuell zu behandeln, wie es auch im klinischen Alltag stattfindet. Die Studenten haben weiterhin die Möglichkeit, ihre Kenntnisse in der Virtuellen Bibliothek zu vertiefen und das vorhandene Wissen in Form von Multiple Choice Fragen zu testen.

Es wurde eine E-Learning Lerneinheit, sowie eine Vorlesung zum Thema der Instrumentellen Funktionsanalyse entwickelt, ein Grundlagenthema in den vorklinischen propädeutischen Kursen. Diese Thematik beinhaltet sowohl zahntechnisches Wissen über die Einstellmöglichkeiten an einem Artikulator sowie Wissen um anatomische Zusammenhänge im stomatognathen System, als auch Wissen über zahnärztliche Tätigkeiten im Sinne vom Erstellen zentrischer sowie exzentrischer Positionsregistrare am Patienten. Die Komplexität dieses Themas sowie die fehlende behandlerische Erfahrung der vorklinischen Semester machen es zu einem Kernpunkt in der studentischen Ausbildung mit authentischem Hintergrund, bei dem der Patient zum ersten Mal im Mittelpunkt des Interesses steht.

Diese prospektiv angelegte Studie hat es sich zum Ziel gesetzt, das Lehrmanagementsystem Dentocase einer objektiven sowie subjektiven Evaluation zu unterziehen. Dabei wurden 85 zahnmedizinische Vorklinikstudenten entweder der E-Learning oder der Vorlesungsgruppe randomisiert zugeordnet und der relative Wissenszuwachs in beiden Gruppen anhand eines Prä-Testes vor der Lehrveranstaltung und eines Post I Testes nach der jeweiligen Unterrichtseinheit

miteinander verglichen. Der relative Wissensverlust in beiden Gruppen wurde mit Hilfe eines Post II Testes nach einem Zeitraum von sechs Wochen eruiert und miteinander verglichen. Dabei galt es die Hypothese zu bestätigen, dass die Lerneffektivität beider Lehrveranstaltungen identisch ist und objektiv die gleichen Ergebnisse hervorbringt. Schließlich sollte ein möglicher Zusammenhang zwischen besseren bzw. schlechteren Testergebnissen in Abhängigkeit zur aufgewendeten Lernzeit mit dem E-Learning Programm dargestellt werden. Weiterhin ergab sich die Frage, ob die Nutzung elektronischer Medien im Studium einen positiven Einfluss auf das Ergebnis im Post I Test der E-Learning Gruppe hat. Schließlich gab ein subjektiver Evaluationsbogen Auskunft über die allgemeine Akzeptanz und Zufriedenheit mit dem E-Learning Programm.

Die Hypothese über die Gleichwertigkeit beider Veranstaltungen im Hinblick auf das Lernergebnis ließ sich mit der vorliegenden Studie nicht bestätigen, so schnitt die Vorlesungsgruppe im Post I Test signifikant besser ab. Nach dem Post II Test nivellierte sich dieses jedoch wieder, so dass beide Gruppen nach einem Zeitraum von sechs Wochen ähnliche Ergebnisse hervorbrachten. Es zeigte sich auch, dass diejenigen Studenten, die sich intensiver mit dem Programm auseinandersetzen, auch die besseren, wenn auch nicht signifikant besseren Testergebnisse erreichten. Gleiches gilt für das Nutzen elektronischer Medien. Die Studenten, die bereits Erfahrung im Umgang mit elektronischen Medien wie der CD-ROM, dem Internet oder Medline hatten, erreichten bessere Testergebnisse. Dieses zeigte sich als signifikanter Unterschied.

Die Auswertung der subjektiven Evaluationsbögen veranschaulicht einen deutlichen Trend. Studenten wünschen sich zwar mehr E-Learning Anwendungen in ihrem Studium, so dass von einer allgemeinen Akzeptanz dieser Lehrform ausgegangen werden kann, wollen jedoch nicht auf vorlesungsorientierten Unterricht verzichten. Es kann also nicht pauschal davon ausgegangen werden, dass Frontalunterricht im Sinne der klassischen Vorlesung schlecht und im Zuge der Hochschulreformen überholt sei.

Mit der vorliegenden Studie kann nun folgende Aussage getroffen werden. E-Learning Anwendungen können zum jetzigen Zeitpunkt zwar als eine wertvolle Unterstützung im Studium angesehen werden, sie sollten jedoch traditionelle Lehrformen wie die Vorlesung noch keineswegs ersetzen.

## 6 Literaturverzeichnis

1. Middendorff E. Computernutzung und Neue Medien im Studium  
Ergebnisse der 16. Sozialerhebung des Deutschen Studentenwerkes (DSW)  
durchgeführt von HIS Hochschul-Informationen-System. Bonn: Bundesministerium  
für Bildung und Forschung, 2002.
2. Peroz I, Bösel C, Lange K-P. Representative survey of dental students about the  
present state of education, PC equipment and configuration requirements for a  
net-based dental education system. *Med Teach* 2003; 25:385-390.
3. Höhne S, Schumann RR. Computer-assisted Learning in Human and Dental  
Medicine. *Int J Comput Dent* 2004; 7:159-167.
4. Kerres M. Technische Aspekte multi- und telemedialer Lernangebote. In: Issing  
LJ, Klimsa P. Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Vol. 3.  
Weinheim: Verlagsgruppe Beltz, Psychologie Verlags Union, 2002:19-28.
5. Wimmer K. Die Bewertung von E-Learning. Die Ermittlung des Return on  
Education. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller, 2007:25-29.
6. Leven F, Bauch M, Haag M. E-Learning in der Medizinerbildung in  
Deutschland: Status und Perspektiven: *GMS Med Inform Biom Epidemiol*,  
2006;2(3):Doc 28(20061123).
7. Irvine NR, Moore RN. Computer-assisted instruction in mixed dentition analysis. *J  
Dent Educ* 1986; 50:312-5.
8. Delafuente JC, Araujo OE, Legg SM. Traditional Lecture Format Compared to  
Computer- Assisted Instruction in Pharmacy Calculations. *Am J Pharm Educ*  
1998; 62:62-66.
9. Abbey LM. Interactive multimedia patient simulations in dental and continuing  
dental education. *Dent Clin North Am* 2002; 46:575-87.
10. Puskas JC, Fung K, Anderson JD, et al. Comparison of self-instruction methods  
for teaching diagnostic testing. *J Dent Educ* 1991; 55:316-21.
11. Jasinovic TR, Landers M, Nelson S, Urbankova A. An evaluation of two dental  
simulation systems: virtual reality versus contemporary non-computer-assisted. *J  
Dent Educ* 2004; 68:1151-62.
12. Tergan S-O. Was macht Lernen erfolgreich? Die Sicht der Wissenschaft. In:  
Tergan S-O, Schenkel P. Was macht E-Learning erfolgreich? Grundlagen und  
Instrumente der Qualitätsbeurteilung. Vol. 1. Heidelberg: Springer, 2004:15-28.
13. Lefrancois GR. Psychologie des Lernens. Vol. 4. Heidelberg: Springer Medizin  
Verlag, 2006.

14. Jonassen DH. Thinking Technology. The Trouble with Learning Environments. *Educational Technology* 1993; 33:35-37.
15. Entwisle G, Entwisle D. The Use Of a Digital Computer as a Teaching Machine. *J Med Educ* 1963; 38:803-812.
16. Congress Working Group 3. Adapting dental education to changes in Information Technology. Dublin: ADEE, 2007.
17. Rosenberg H, Grad HA, Matear DW. The effectiveness of computer-aided, self-instructional programs in dental education: a systematic review of the literature. *J Dent Educ* 2003; 67:524-32.
18. Field MJ, Sefton AJ. Computer-based management of content in planning a problem-based medical curriculum. *Med Educ* 1998; 32:163-71.
19. Dantas AM, Kemm RE. A blended approach to active learning in a physiology laboratory-based subject facilitated by an e-learning component. *Adv Physiol Educ* 2008; 32:65-75.
20. Gotthardt M. How to Successfully Implement E-Learning for both Students and Teachers. *Acad Radiol* 2006; 13:379-390.
21. Borg E, Waschkau AW, Engelbrecht J, Brösicke K. Kriterien für gutes E-Learning. *Dtsch Arztebl* 2010; 10:365-366.
22. Arnold U, Langkafel P. Medizinstudium digital? *Dtsch Arztebl* 2001; 98:A1436.
23. Peroz I, Seidel O, Böning K, Bösel C, Schütte U. Dentocase- Open-source Education Management System in Dentistry. *Int J Comput Dent* 2004; 7:169-177.
24. McDonough M, Marks IM. Teaching medical students exposure therapy for phobia/panic - randomized, controlled comparison of face-to-face tutorial in small groups vs. solo computer instruction. *Med Educ* 2002; 36:412-7.
25. Hutchinson L. Evaluating and researching the effectiveness of educational interventions. *Br Med J* 1999; 318:1267-9.
26. Dorup J. Experience and attitudes towards information technology among first-year medical students in Denmark: longitudinal questionnaire survey. *J Med Internet Res* 2004; 6:e10.
27. Eysenbach G. Computereinsatz und Computerkenntnisse unter Medizinstudenten. *GMS Med Inform Biom Epidemiol* 1995; 26:56-66.
28. Link ML, Marz R. Computer literacy and attitudes towards e-learning among first year medical students. *BMC Med Educ* 2006; 6:34.
29. Macleod H, Haywood D, Haywood J, Anderson C. Gender & ICT- a 10- year study of new undergraduates. *TeachTrends* 2002; 46:11-15.
30. Reiter HI, Neville AJ, Norman G. Medline for Medical Students? Searching for the Right Answer. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 2000; 5:221-232.

31. Gega L, Norman IJ, Marks IM. Computer-aided vs. tutor-delivered teaching of exposure therapy for phobia/panic: randomized controlled trial with pre-registration nursing students. *Int J Nurs Stud* 2007; 44:397-405.
32. Bissell V, McKerlie RA, Kinane DF, McHugh S. Teaching periodontal pocket charting to dental students: a comparison of computer assisted learning and traditional tutorials. *Br Dent J* 2003; 195:333-6.
33. Solomon DJ, Ferenchick GS, Laird-Fick HS, Kavanaugh K. A randomized trial comparing digital and live lecture formats. *BMC Med Educ* 2004; 4:27.
34. Smith SF, Roberts NJ, Partridge MR. Comparison of a web-based package with tutor-based methods of teaching respiratory medicine: subjective and objective evaluations. *BMC Med Educ*, 2007;7:41.
35. Bachman MW, Lua MJ, Clay DJ, Rudney JD. Comparing Traditional Lecture vs. Computer-Based Instruction for Oral Anatomy. *J Dent Educ* 1998; 62:587-91.
36. Williams C, Aubin S, Harkin P, Cottrell D. A randomized, controlled, single-blind trial of teaching provided by a computer-based multimedia package versus lecture. *Med Educ* 2001; 35:847-54.
37. Plaesschaert AJM, Cailleteau JG, Verdonschot EH. The effect of a multimedia interactive tutorial on learning endodontic problem-solving. *Eur J Dent Educ* 1997; 1:66-69.
38. Seabra D, Srougi M, Baptista R, Nesrallah LJ, Ortiz V, Sigulem D. Computer aided learning versus standard lecture for undergraduate education in urology. *J Urol* 2004; 171:1220-2.
39. Vichitvejpaisal P, Sitthikongsak S, Preechakoon B, et al. Does computer-assisted instruction really help to improve the learning process? *Med Educ* 2001; 35:983-9.
40. Rogers DA, Regehr G, Yeh KA, Howdieshell TR. Computer-assisted learning versus a lecture and feedback seminar for teaching a basic surgical technical skill. *Am J Surg* 1998; 175:508-10.
41. Cook DA. Where are we with Web-based learning in medical education? *Med Teach* 2006; 28:594-8.
42. Mayer RE. Multimedia Learning: Are We Asking the Right Question? *Educ Psychol* 1997; 31:1-19.
43. Schleyer TK, Johnson LA. Evaluation of educational software. *J Dent Educ* 2003; 67:1221-8.
44. Clark RE. Media Will Never Influence Learning. *Education Tech Research Dev* 1994; 42:21-29.
45. Conn JJ. What can clinical teachers learn from Harry Potter and the Philosopher's Stone? *Med Educ* 2002; 36:1176-81.

46. Wofford MM, Spickard AW, 3rd, Wofford JL. The computer-based lecture. *J Gen Intern Med* 2001; 16:464-7.
47. Liaw ST, Marty JJ. Learning to consult with computers. *Med Educ* 2001; 35:645-51.
48. Salomon G. Television is " Easy" and Print is " Tough": The differential investment of mental effort in learning as a function of perceptions and attributions. *J Educ Psychol* 1984; 76:647-658.
49. Steele DJ, Johnson Palensky JE, Lynch TG, Lacy NL, Duffy SW. Learning preferences, computer attitudes, and student evaluation of computerised instruction. *Med Educ* 2002; 36:225-32.
50. Richardson D. Student perceptions and learning outcomes of computer-assisted versus traditional instruction in physiology. *Am J Physiol* 1997; 273:S55-8.
51. Lipman AJ, Sade RM, Glotzbach AL, Lancaster CJ, Marshall MF. The incremental value of internet-based instruction as an adjunct to classroom instruction: a prospective randomized study. *Acad Med* 2001; 76:1060-4.
52. Kallinowski F, Mehrabi A, Glückstein C, et al. Computer-based training: a new method of surgical education. *Chirurg* 1997; 68:433-8.

## **Danksagung**

Ich danke Frau PD Dr. Ingrid Peroz für die freundliche Überlassung des Themas, ihren stetigen kompetenten Rat sowie die überaus schnelle Korrekturdurchsicht dieser Arbeit. Weiterhin danke ich dem Fotografen sowie dem Zahntechnikermeister der ehemaligen Zahnklinik Nord für die Unterstützung im Erstellen des Unterrichtsmaterials .

Ich danke den Mitarbeitern des Institutes für Biometrie für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse.

Der größte Dank gilt meiner Familie, die mir stets die Kraft gab weiterzumachen, um dieses Projekt Dissertation zu vollenden.

## **Lebenslauf**

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

## Erklärung

„Ich, Andrea Beuche erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: E-Learning versus Vorlesung, eine summative Evaluation von Dentocase, ein Lehrmanagementsystem für Zahnmediziner, selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Datum

Unterschrift