

Aus der Universitätspoliklinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie der
Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
(Direktor: Prof. Dr. Hans-Günter Schaller)

**Der SIMODONT Dental Trainer als sicheres Bewertungssystem und Lehrmodul in der zahn-
medizinischen Ausbildung**

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Zahnmedizin (Dr. med. dent.)

Vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Josefine Holter

geboren am 20.09.1990 in Ludwigslust

Betreuer: Prof. Dr. Katrin Bekes, MME

Gutachter: 1. Prof. Dr. Katrin Bekes, MME (Wien)

2. PD K. Bitter (Berlin)

3. Prof. Ch. Hirsch (Leipzig)

20.11.2018

01. 07.2019

Referat

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es den SIMODONT Dental Trainer, ein Simulator zur Schulung von zahnmedizinischen Handlungsabläufen, als Lehrmodul und Bewertungssystem für die zahnmedizinische Ausbildung zu prüfen. Im Mittelpunkt der Studie stand die Evaluierung des Gerätes durch drei Probandengruppen, sowie die Auswertung von praktischen Übungen an dem Simulator. Im Weiteren sollten Einflüsse von Computer- und Videospiele auf praktische Fertigkeiten am Simulator herausgestellt werden.

In die Studie wurden 92 Probanden eingeschlossen. Es nahmen Zahnmedizinische Studierende des ersten und fünften Studienjahres der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, sowie approbierte Zahnärzte teil. Die Probanden durchliefen jeweils fünf praktische Aufgaben am Simulator. Ziel war es, die Aufgaben unter bestimmten Kriterien zu absolvieren. Der anschließende Fragebogen beinhaltete Fragen zur Person und Einstellungen zu Computer- und Videospiele, sowie Fragen zu den bearbeiteten praktischen Aufgaben und über den SIMODONT Dental Trainer. Die Auswertung der beschreibenden und schließenden Statistik erfolgte mit SPSS Version 24.

Der Simulator wurde sowohl von den Studierenden als auch von den Zahnärzten akzeptiert und als zusätzliches Lehr- bzw. Lernmodul in der Ausbildung geschätzt. Die Teilnehmer sahen den Nutzen im Simulator „überwiegend“ in der Möglichkeit des Trainings manueller zahnärztlicher Fähigkeiten (Mw = 3,96, SD = 1,02), sowie der Möglichkeit des individuellen Lernens (Mw = 3,92, SD = 1,06). Die Probandengruppen sahen den Einsatz des Simulators hauptsächlich in der vorklinischen Lehre, 68,8 % (n = 53) der Teilnehmer im Kurs der technischen Propädeutik. Das Bewertungssystem des SIMODONTEN wurde als „überwiegend“ bis „voll“ aussagekräftig und objektiv bewertet, die Menüführung als „überwiegend“ verständlich (Mw = 4,11, SD = 0,82), selbsterklärend (Mw = 3,71, SD = 1,01) und einfach zu bedienen (Mw = 3,85, SD = 0,84). Die Ergebnisse zeigten weiterhin, dass der Simulator in der Lage ist zwischen Anfängern und erfahrenen Nutzern zu unterscheiden. Bestehende Erfahrungen mit Computer- und Videospiele nehmen keinen signifikanten Einfluss auf das Abschneiden bei den praktischen Versuchen.

Der SIMODONT Dental Trainer ist ein geeignetes Lehrmodul für die zahnmedizinische Ausbildung. Anhand des Simulators lassen sich verschiedene Erfahrungslevel unterscheiden. Seine Einbindung in die Lehre sollte der Simulator vorwiegend im vorklinischen Bereich finden.

Holter, Josefine: Der SIMODONT Dental Trainer als sicheres Bewertungssystem und Lehrmodul in der zahnmedizinischen Ausbildung., Halle (Saale), Univ., Med. Fak., Diss., 80 Seiten, 2018

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	IV
1 Einleitung.....	1
1.1.1 Kompetenzen eines Zahnarztes	1
1.1.2 Lernen und Lehren in der Zahnmedizin	3
1.1.3 Bewertungssystem.....	6
1.1.4 Simulation und Simulatoren in der Zahnmedizin	9
1.1.5 SIMODONT Dental Trainer.....	14
1.1.6 Computer- und Videospiele in der Zahnmedizin	19
2 Zielstellung	22
3 Material und Methoden	23
3.1.1 Probanden.....	23
3.1.2 Aufbau des Fragebogens.....	24
3.1.3 Auswahl der Versuche	25
3.1.4 Durchführung.....	26
3.1.5 Statistische Auswertung	27
4 Ergebnisse	28
4.1.1 Auswertung des Fragebogens.....	28
4.1.2 Probanden.....	28
4.1.3 Erfahrungen im Bereich Computer- und Videospiele.....	29
4.1.4 Praktische Versuche.....	31

4.1.5	SIMODONT Dental Trainer	33
4.1.6	Auswertung der praktischen Versuche	35
4.1.7	Manual Dexterity: 001001: Level 1 (Ovale Figur)	35
4.1.8	Manual Dexterity: 001041: Level 2 (Kreisumrandung)	37
4.1.9	Manual Dexterity: 001013: Level 3 (Kreis)	37
4.1.10	Manual Dexterity: 001034: Level 4 (Kreuz, mit Spiegel)	38
4.1.11	Manual Dexterity: 001055: Level 5 (Quadrat, mit Spiegel)	39
4.1.12	Zusammenhängende Betrachtung der praktischen Versuche	40
4.1.13	Schließende Statistik	44
5	Diskussion	50
6	Zusammenfassung	57
	Literaturverzeichnis	59
	Thesen	64
	Anlagen	65
	Fragebogen	65
	Auswertung des Fragebogens	68
	Auswertung der praktischen Versuche	75
	Manual Dexterity: 001001: Level 1 (ovale Figur)	75
	Manual Dexterity: 001041: Level 2 (Kreisumrandung)	75
	Manual Dexterity: 001013: Level 3 (Kreis)	76
	Manual Dexterity: 001034: Level 4 (Kreuz, mit Spiegel)	76

Manual Dexterity: 001055: Level 5 (Quadrat, mit Spiegel).....	77
Auswertung der schließenden Statistik.....	78
Nullhypothese 1	78
Nullhypothese 2	78
Nullhypothese 3	79
Korrelation 1.....	80
Selbstständigkeitserklärung	X
Curriculum Vitae	XI
Danksagung.....	XII

Abkürzungsverzeichnis

ANOVA	analysis of variance
Md	Median
Mw	Mittelwert
NKLZ	Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog
OSCE	objective structured clinical examination
PBL	problem based learning
POL	Problemorientiertes Lernen
SD	Standardabweichung
TPK	Kursus der technischen Propädeutik
ZÄ	Zahnärzte

1 Einleitung

Das zahnmedizinische Studium verfolgt das Ziel, Studierende zu einem kompetenten Zahnarzt auszubilden (Medizinischer Fakultätentag der Bundesrepublik e.V., 2015). Hierfür sind neben umfassenden theoretischen Kenntnissen auch feinmotorische praktische Fertigkeiten zu erlernen, welche traditionell überwiegend mit Hilfe von Phantomköpfen geschult werden. Mit dem Einzug neuer Technologien entwickeln sich auch zunehmend Simulationsgeräte zur Unterstützung konventioneller Lehrmethoden (Perry et al., 2015). Eines dieser Geräte ist der SIMODONT Dental Trainer, mit welchem Studierende in einer virtuellen Umgebung anhand von visuellen, auditiven und haptischen Sinneswahrnehmungen zahnmedizinische Verfahren trainieren können (Koopman et al., 2010). Im Folgenden soll der Einsatz des SIMODONT Dental Trainers in der zahnärztlichen Ausbildung anhand dreier Probandengruppen untersucht werden. Zusätzlich sollen mögliche Einflüsse von Computer- und Videospiele herausgestellt werden.

Hierfür werden im Literaturteil zunächst die Kompetenzen eines Zahnarztes und der Aufbau des zahnmedizinischen Studiums mit dessen Bewertungssystem dargestellt. Im Anschluss wird ein Überblick über Simulationen und Simulatoren in der Zahnheilkunde gegeben, bevor zum Schluss auf die Bedeutung von Computer- und Videospiele beim Erlernen (zahn-)medizinischer Fähigkeiten eingegangen wird.

1.1.1 Kompetenzen eines Zahnarztes

Im Rahmen des folgenden Kapitels soll ein Überblick über die Kompetenzen eines Zahnarztes geschaffen werden. Im Anschluss an die Definition des Begriffs Kompetenz wird diese in Zusammenhang mit dem Beruf des Zahnarztes gebracht. Epstein und Hundert definieren Kompetenz hierfür als „ [...] the habitual and judicious use of communication, knowledge, technical skills, clinical reasoning, emotions, values, and reflection in daily practice for the benefit of the individual and the community being served.“ (Epstein und Hundert, 2002). Heider skizziert bereits 1863 die geistigen und physischen Anlagen eines Zahnarztes. Zu den geistigen Kompetenzen zählt er Mut, Selbstvertrauen, eine gute Beobachtungsgabe und eine große Menschenkenntnis. Die physischen Anlagen werden für ihn durch ein geschultes und gutes Auge, einen feinen und ausgiebigen Tastsinn, sowie eine gewisse angeborene manuelle Geschicklichkeit repräsentiert (Heider, 2013). Der Nationale Kompetenzbasierte Lernzielkatalog für Zahnmedizin (NKLZ) charakterisiert ebenfalls die Kompetenzen eines Zahnarztes. Demnach gehört ein umfassendes Wis-

sen über anatomische, physiologische, pathologische, sowie psychosoziale Belange des menschlichen Individuums ebenso dazu, wie eine wissenschaftliche Arbeitsweise bei der Verwendung von Daten und Fakten. Des Weiteren soll ein Zahnarzt Fähigkeiten und Geschicklichkeit bei der Anwendung von diagnostischen und therapeutischen Verfahren aufweisen und die Kunst der Kommunikation, Zwischenmenschlichkeit und Teamfähigkeit beherrschen. Im Umgang mit Patienten und der allgemeinen Gesellschaft werden Professionalität, die Umsetzung ethischer Werte, Respekt, Unabhängigkeit und Unbestechlichkeit erwartet. Der NKLZ gliedert Kompetenzen aufeinander aufbauend in drei Stufen:

1. „Faktenwissen“: Das Erkennen und Wiedergeben von Fakten und Gegebenheiten.
2. „Handlungs- und Begründungswissen“: Das Beurteilen und Eingliedern von Realitäten und Aspekten in den klinisch-wissenschaftlichen Zusammenhang.
3. „Handlungskompetenz“:
 - a Eigenständiges Durchführen unter Aufsicht.
 - b Eigenständiges und situationsgerechtes Durchführen der Handlung unter der Beachtung etwaiger Folgen (Medizinischer Fakultätentag der Bundesrepublik e.V., 2015).

Die Stufen korrelieren somit zum einen mit den Erkenntnissen der kognitiven Psychologie von Anderson und zum anderen mit der Lernzielpyramide nach Miller. Anderson beschreibt drei Phasen beim Erwerben von Fertigkeiten. Zunächst werden in der kognitiven Phase deklarative Enkodierungen geschaffen, was bedeutet, dass die Lernenden sich spezielle Fakten für die entsprechende Fertigkeit einprägen und diese dann interpretieren. In der assoziativen Phase werden dann Fehler aus anfänglichen Problemverständnissen korrigiert und stärkere Verbindungen für die Durchführung von Tätigkeiten geschaffen. Die dritte Phase beinhaltet dann das zunehmend autonome, genauere und schnellere Durchführen einer Prozedur. Nach Anderson entsteht so durch ein langes und wiederholtes Training ein gewisses Maß an Fertigkeiten und Sachkenntnissen (Anderson, 2001). Im Weiteren entsprechen die Stufen des NKLZ im Wesentlichen der Lernzielpyramide nach Miller. Die unterste Stufe bildet hier das Basiswissen („knows“), gefolgt vom Handlungswissen („knows how“) und der Arbeitsleistung in kontrollierbaren und simulierten Situationen („shows how“). Die Pyramidenspitze bildet ein kompetentes Handeln in realen Situationen („does“) (Miller, 1990). Die erworbenen theoretischen und praktischen Kompetenzen der ersten zwei bzw. drei Stufen arbeiten auf eine erfolgreiche Ausübung zahnärztlicher Tätigkeiten hin. Sie sind das Ziel der zahnmedizinischen Ausbildung und sollen zugleich eine

optimale Vorbereitung auf das spätere Berufsbild schaffen. Dies umschreibt prinzipiell die Prävention, Diagnostik, Behandlung und Nachsorge von Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten (Medizinischer Fakultätentag der Bundesrepublik e.V., 2015). Der Aufbau des Studiums und neue Ausbildungsmethoden sind im Folgenden näher erläutert.

1.1.2 Lernen und Lehren in der Zahnmedizin

Der Ablauf des zahnmedizinischen Studiums ist in Deutschland seit dem Jahr 1952 durch die Approbationsordnung für Zahnärzte bundesweit gesetzlich geregelt und mit anderen internationalen vergleichbar (Heidemann und Harzer, 2011). Der Gesetzgeber sieht eine Teilung des Studiums in einen vorklinischen und klinischen Abschnitt von je fünf Semestern vor. Im ersten Studienteil befassen sich Studierende ausgiebig mit dem Erlernen der Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik, sowie Anatomie, Physiologie und physiologische Chemie. Begleitend zu den Vorlesungen absolvieren sie eine Reihe verschiedener Praktika. In Hinblick auf die rein zahnmedizinischen Fächer durchlaufen die Studierenden einen Kursus der technischen Propädeutik (TPK), sowie zwei Phantomkurse der Zahnersatzkunde (Phantom I und II) und werden zudem mit den Werkstoffen und weiteren theoretischen Grundlagen der Zahnmedizin vertraut gemacht (Approbationsordnung für Zahnärzte, 1952). Traditionell findet die praktische Ausbildung an Phantomeinheiten statt. Diese bestehen aus einem an einer Stahlstange befestigten Plastikkopf, in den eine Gingivamaske, sowie Ober- und Unterkiefermodelle mit Plastikzähnen befestigt werden können. Ein Fußpedal startet das Handstück. Die Installation von Wasser und einer Absauganlage ist ebenfalls möglich. Ziele der praktischen Kurse sind die Ausbildung manueller Fertigkeiten, die Verbesserung der Hand-Augen-Koordination und des Formgefühls, das beidhändige Arbeiten, das Erlernen und Erkennen anatomischer und physiologischer Gegebenheiten und die Umsetzung von zahntechnischen und klinischen Behandlungsabläufen (Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, 2013). Nach bestandener naturwissenschaftlicher und zahnärztlicher Vorprüfung nehmen die Studierenden an Vorlesungen in medizinisch relevanten Fächern, wie beispielsweise der allgemeinen Pathologie, Chirurgie, Pharmakologie und Inneren Medizin, als auch in zahnmedizinisch relevanten Gebieten, wie etwa der Endodontologie, Parodontologie oder Kinderzahnheilkunde teil. Es finden ein patho-histologischer Kursus und Praktika in klinisch-chemischen, sowie -physikalischen Untersuchungsmethoden statt. Als Auskultant besuchen die Studierenden die Polikliniken der Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten, die Hautklinik sowie die chirurgische Klinik. In praktischer Hinsicht absolvieren die Lernenden ein Semester den Phantomkurs der Zahnerhaltungskunde (Phantom III) und der kieferorthopädischen

Technik und durchlaufen je zwei Semester lang Kurse und die Polikliniken der Zahnerhaltungskunde und Zahnersatzkunde. Den Abschluss des klinischen Studiums bildet die zahnärztliche Prüfung (Approbationsordnung für Zahnärzte, 1952).

Der vorklinische Abschnitt schult somit theoretische und praktische Fertigkeiten als Basis für das klinische Studium um zukünftige zahnärztliche Tätigkeiten ausüben zu können und einen sicheren Umgang mit Patienten zu gewähren. Der klinische Studienabschnitt festigt dann diese Fähigkeiten und schafft eine umfassende wissenschaftliche Grundlage über die Krankheitslehre des Menschen (Medizinischer Fakultätentag der Bundesrepublik e.V., 2015). Dabei bieten die gesetzlichen Rahmenbedingungen einige Freiräume in der Umsetzung von Lehrveranstaltungen bezüglich charakteristischer Lehr- und Lernformate (Hugger et al., 2011). In den vergangenen Jahren entwickelte sich das Lehrprinzip von der „Massenuniversität“, geprägt durch Frontalunterricht, hohe Technik-Orientierung und Unterricht mit ungünstigem Betreuer- Studierenden Verhältnis, hin zu innovativen Lehr- und Lernmethoden (Hugger et al., 2011). Neben Konzepten des frühen Patientenkontaktes, der integrierten klinischen Behandlungskurse oder auch der Einbindung von internationalen Austauschprogrammen in das zahnmedizinische Studium benennen Hugger et al. Typen modernisierter didaktischer Methoden und Module in Deutschland: die objektivierte strukturierte klinische Prüfung (objective structured clinical examination, OSCE), das problemorientierte Lernen (problem-based learning, POL), die Etablierung eines Lernzielkatalogs und Electronic-learning (E-Learning) oder Blended-Learning und andere (Hugger et al., 2011). Im Folgenden werden einige genannte kurz vorgestellt.

Bei der OSCE durchlaufen die Studierenden in einer speziellen Übungsumgebung mehrere Krankenstationen. Harden et al. stellten 1975 erstmals einen Ablaufplan für eine OSCE vor. Studierende wendeten hier in einer ersten Station Verfahren, wie eine Anamnese erstellen, körperliche Untersuchungen oder die Interpretation patientenbezogener Laborergebnisse an und wurden dann in einem nächsten Abschnitt mit Fragen über den vorherigen Teilbereich konfrontiert. Ein oder mehrere Prüfer beobachteten die Studierenden und bewerteten dann anhand von Checklisten sowohl praktische als auch theoretische Leistungen (Harden et al., 1975). Seitdem werden OSCEs in unterschiedlichen Varianten in der universitären Lehre evaluiert und eingebunden. So untersuchten Ratzmann et al. beispielsweise die Chancen der Einführung einer zusätzlichen OSCE für den Kurs „Früher Patientenkontakt“. Sie stellten bei der Interventionsgruppe signifikant bessere Ergebnisse in den getesteten Items wie Anamnese und klinische Untersuchung fest. Zu dem erreichte die Interventionsgruppe eine höhere Gesamtpunktzahl als die Kontrollgruppe. Schlussfolgernd sehen Ratzmann et al. die OSCE als ein geeignetes Messinstrument

für ärztliche Fähigkeiten an (Ratzmann et al., 2012). Gleichwohl zeigten Turner et al. in einer Übersichtsarbeit auf, dass die Reliabilität und Validität der OSCEs durch die Testinhalte, die Testdesigns und die Umsetzungsformen geprägt sind. Ihre Analysen deuteten keine Überlegenheit der OSCEs gegenüber traditionellen Lehrmethoden an (Turner and Dankoski, 2008).

Eine weitere didaktische Methode ist das POL. Donner und Bickley beschreiben POL als eine Lehrform, in die Informationen im gleichen Zusammenhang untergebracht werden, in dem sie gebraucht werden. Grundlagenwissen wird in kleinen Gruppen mit enger Lehrer- Schülerbeziehung anhand von Fallanalysen vermittelt. Dabei wird der gesamte Prozess durch die Studierenden gesteuert, sie definieren Probleme aus denen dann Lernthemen abgeleitet werden und anschließend gemeinschaftlich und kommunikativ gelöst werden. Lehrende fungieren hierbei als Hilfsmittel oder Vermittler (Donner and Bickley, 1993). Die Lernmotivation entwickelt sich während des gesamten Prozesses durch die Neugier, die Probleme zu beheben. Studierende sollen so zu einem selbstbestimmteren Lernen angeleitet werden, wobei ihre Kommunikations- und Teamfähigkeit verbessert wird, was sie auf ein lebenslanges Lernen vorbereitet (Bassir et al., 2014). Ratzmann et al. untersuchten die studentische Rückkopplung des POL im Curriculum Kieferorthopädie und stellten diese Lehrmethode mit dem methodischen Lernen durch Kurzreferate gegenüber. Sie fanden keine Gruppenunterschiede hinsichtlich der studentischen Einschätzungen und Prüfungsleistungen, konnten jedoch zeigen, dass die Lernmotivation mit steigender Akzeptanz zum POL korreliert. Somit sehen Ratzmann et al. diese Lehrmethode grundsätzlich als integrierbar in die Ausbildung (Ratzmann et al., 2013).

Eine andere moderne Lehrmethode ist das E-Learning, welches als Überbegriff für alle Arten der medien- und softwaregestützten Wissensaneignung gilt. Dabei beinhaltet das E-Learning sowohl das „elektronisch unterstützte“ Lernen, beispielsweise durch CD-ROMs oder Videokassetten, als auch das „webbasierte“ Lernen per Internet. Wissenszuwachs entsteht sowohl dadurch, dass Medien Informationen verteilen („E-Learning by distributing“) und ein Feedback geben („E-Learning by interacting“), als auch dadurch, dass sie den Austausch bzw. die Zusammenarbeit mit anderen Teilnehmern gestatten („E-Learning by collaborating“) (Reinmann-Rothmeier, 2013). Rost und Koolman testeten den Einsatz eines E-Learning Module für die Gewinnung theoretischen und praktischen Wissens innerhalb des biochemischen Praktikums für Mediziner und Zahnmediziner. Ihre Ergebnisse zeigten, dass die Versuchsgruppe in beiden Bereichen signifikant bessere Ergebnisse als die Kontrollgruppe aufwies. Chancen sehen sie demnach in einer effizienteren Praktikumsvorbereitung, dem Steigern von Leistungen und dem Einsparen von Lernzeit,

als auch von verwendeten Materialien. Dies führe zu einer Personalentlastung und Verbesserung der Ausbildungsqualität. Es gelte jedoch zu beachten, dass der Nutzen eines E-Learning Programms auch von seiner Akzeptanz abhängt, welche durch Kriterien aus Didaktik und Design bestimmt werden (Rost und Koolman, 2009).

Blended-Learning gilt als eine weitere Lehrmöglichkeit. Es umfasst die Kombination von konventioneller Präsenzlehre mit modernen Informationstechnologien (E-Learning). Dabei addieren sich die Vorteile beider Methoden: Studierende können sich unabhängig von Zeit und Raum Wissen aneignen und Erfahrungen dann mit realen Personen austauschen (Graham, 2006; Reissmann et al., 2015). Reissmann et al. evaluierten 2015 ein Blended-Learning Modell in einem vorklinischen Kurs. Im Mittelpunkt der Untersuchungen standen die Komponenten: grundlegende Prinzipien, Zusatzinformationen und Lernzielkontrollen. Ihre Ergebnisse zeigten Blended-Learning als ein vielversprechendes Zusatzmaterial, das unter den Studierenden geschätzt wird und einen positiven Effekt auf deren Lernmotivation erzielt (Reissmann et al, 2015).

Zusammenfassend kann ein Lehr- oder Lernmodul somit als ein eigenständiges und selbsterklärendes Lehrpaket, welches alle Grundlagen zum selbstständigen und individuellen Erlernen von Wissen und Fähigkeiten enthält, angesehen werden (Petrina, 2007). Nach Sejpal beinhalten Module des Weiteren klar definierte Lernziele, berücksichtigen dabei durch aktive, organisierte Lernmöglichkeiten und einer Vielzahl an unterschiedlichen Medien individuelle Lernunterschiede und evaluieren sofort Antworten und den Arbeitsprozess. Eine Vielzahl von unterschiedlichen Modulen kann von Gruppen oder einem einzelnen Studierenden bearbeitet werden und führt so zu einem effizienteren und eigenverantwortlicherem Lernen. Weiterhin sieht er unter anderem das Arbeiten in einer vertrauten Umgebung als vorteilhaft (Sejpal, 2013).

1.1.3 Bewertungssystem

Um Fähigkeiten und Fertigkeiten zukünftiger Ärzte bzw. Zahnärzte während der Ausbildung bzw. bei Fortbildungen einschätzen zu können, entwickelten sich verschiedene Formen der Bewertung. Dabei kann Bewertung im Allgemeinen als "The Measurement of a learner's potential for attainment, or of their actual attainment." (Wallace, 2015) definiert werden. Es lässt sich die formative von der summativen Beurteilung unterscheiden. Erstere, auch als kursbegleitende Beurteilung bekannt, erhebt den Lernfortschritt fortdauernd. Fehler dienen hierbei als Hilfestellung und Stärken als Motivation beim Lernprozess. Die Lehrenden sind bei dieser Form der Be-

wertung auf ein Feedback der Lernenden angewiesen. Die summative Bewertung stellt erworbene Kompetenzen anhand bestimmter Kriterien am Kursende fest (Goethe-Institut, o. J.). Die Leistungsbewertung beider Arten verfolgen dabei drei Ziele: zunächst soll sie die Möglichkeiten aller Lernenden bzw. Praktizierenden verbessern, indem sie motivierend und richtungsweisend für zukünftiges Lernen ist. Des Weiteren dienen sie dazu, die Öffentlichkeit vor inkompetenten Ärzten bzw. Zahnärzten zu schützen und bietet schließlich eine Grundlage für ausgewählte Bewerber in Fortbildungen (Epstein, 2007).

Im Laufe der Zeit entwickelten sich verschiedene Möglichkeiten um die Kompetenzen der Studierenden zu bewerten. So können die Leistungsüberprüfungen der Kompetenzen „knows“ und „knows how“, also den kognitiven Grundlagen im „Fach- und Handlungswissen“ mittels Multiple Choice Tests, Modified Essay Questions oder mittels mündlichen Prüfungen aufgearbeitet werden. Die höheren Verhaltenskompetenzen „shows how“ und „does“ können beispielsweise durch simulierte Patienten, Videoaufnahmen, OSCEs oder auch Simulatoren überprüft werden (Miller, 1990; Wass et al, 2001).

Um die Effizienz eines Bewertungssystems selbst einschätzen zu können bestimmt van der Vleuten fünf Kriterien: die Reliabilität gibt an, inwieweit eine Messung akkurat und reproduzierbar, also zuverlässig ist. Die Aussagekraft bestimmt, ob wirklich das gemessen wird, was gemessen werden soll. Zudem soll das Bewertungssystem allgemein von Lehrenden und Lernenden akzeptiert werden und einen Mehrgewinn für das zukünftige Lernen und Praktizieren darstellen. Schließlich soll die ökonomische Seite nicht außer Acht gelassen werden. Ein Bewertungssystem soll nach van der Vleuten für den Nutzer erschwinglich sein (van der Vleuten, 1996). Epstein fasst die Charakteristika der vier verschiedenen Bewertungsmethoden wie folgt zusammen: schriftliche Übungen, Bewertung durch Kliniker, klinische Simulationen und mehrquellige Bewertung. Ferner zeigt er deren Stärken und Schwächen auf. So testen beispielsweise schriftliche Übungen im Multiple Choice Format das Basiswissen der Studierenden in relativ kurzer Zeit. Höhere geistige Fähigkeiten wie etwa die Verbindung des Basiswissens zum klinischen Wissen und dem Lösen von Problemen werden effizienter durch offene Antwortformate oder strukturierte Aufsätze abgefragt. Die Leistungsbewertung durch Kliniker überprüft sowohl kommunikative als auch klinische Fähigkeiten und findet ihre Stärke in der Möglichkeit des direkten Feedbacks. Hier kann nach Epstein eine subjektive Leistungsbewertung nicht ausgeschlossen werden. Klinische Simulationen, als standardisierte bzw. inkognito Patienten oder klinische Situationen, stellen eine realistische und zuverlässige formative und summative Bewertung dar. Sie testen klinische Fähigkeiten, zwischenmenschliches Verhalten oder auch Notfallsituationen (Epstein, 2007).

In der zahnmedizinischen Ausbildung kommt der Bewertung praktischer Arbeiten und manueller Fähigkeiten, welche im Rahmen des TPK Kurses und der Phantomkurse I-III bzw. in den klinischen Kursen angefertigt und ausgeübt werden, eine besondere Bedeutung zu.

Im Wesentlichen lassen sich hier die Beurteilungen mittels „Checkliste“, „definierter Bewertungskriterien“ und „glance and grade“ feststellen (Vann et al., 1983; Schiffler, 2007; Kellersmann, 2008; Baumann, 2015). Eine Checkliste enthält eine Reihung von Kriterien (Punkten), welche einen Gegenstand zusammenhängend darstellen. Im Unterschied zu definierten Bewertungskriterien werden hier jedoch keine genaueren (Unter-) Kriterien zur Beurteilung der einzelnen Punkte auf der Checkliste vorgegeben. Das glance and grade, auch globales System genannt, beinhaltet die Beurteilung nach eigenem Ermessen auf Grund von persönlichen Schwerpunkten und individuellen Erkenntniswerten des Prüfers (Kellersmann, 2008). Kellersmann zeigte, dass durch den Einsatz eines strukturierten Bewertungsbogens mit definierten Kriterien sowohl die Reproduzierbarkeit als auch die Objektivität der Benotung zahntechnischer Arbeiten innerhalb der vorklinischen Kurse gesteigert werden kann. Hierfür ließ er 20 praktische Arbeiten, welche während des Phantomkurses von Studierenden angefertigt wurden jeweils doppelt von zwei Ausbildern und zwei Studierenden per Augenschein und mittels erstellter Bewertungskriterien beurteilen (Kellersmann, 2008).

Baumann befasste sich ebenfalls mit der Reproduzierbarkeit der Bewertung studentischer Anfertigungen und zog dabei einen Vergleich zwischen der Beurteilung der Arbeiten mittels glance and grade und erstellter Bewertungskriterien. Seine Untersuchungen ergaben, dass die Reproduzierbarkeit und Sicherheit mittels festgelegter Beurteilungsmerkmalen gesteigert werden kann. Die Evaluation der definierten Bewertungskriterien wies zusätzlich darauf hin, dass sowohl Studierende als auch Ausbilder die eingeführten Beurteilungsmerkmale als gewinnbringend bezüglich Transparenz, Forensik, Verständnis für das Lehren und Erlernen praktischer Fertigkeiten und das Erleichtern von Feedback empfanden (Baumann, 2015).

Computergestützte Simulationsprogramme enthalten ein eigenes und standardisiertes Bewertungssystem um die theoretischen und praktischen Leistungen von Studierenden zu evaluieren. Dabei speichern einige Systeme den Arbeitsprozess als Videosequenz in Echtzeit und gestatten so ein detailliertes Feedback, sowie eine Auswertung der praktischen Aufgaben (Perry et al., 2015).

1.1.4 Simulation und Simulatoren in der Zahnmedizin

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit Simulationen und Simulatoren in der Zahnmedizin. Dabei soll zunächst eine Definition der Begrifflichkeiten gegeben werden, bevor genauer auf die Vielfalt der Simulatoren und deren Einsatzmöglichkeiten und Nutzen eingegangen wird.

Shannon versteht Simulation als: "the process of designing a model of a real system and conducting experiments with this model for the purpose of understanding the behavior of the system and/or evaluating various strategies for the operation of the system" (Shannon, 1998). Simulationen münden in virtuelle Realitäten, welche als „computergenerierte, dreidimensionale Welt, die versucht, der Realität möglichst nahe zu kommen“ (Lackes und Siepermann, 2016) oder "... electronic simulations of environments experienced via head mounted eye goggles and wired clothing enabling the end user to interact in realistic three-dimensional situations." (Steuer, 1992) definiert werden. Die mathematischen Modelle und Computerprogramme schaffen also virtuelle Welten und Realitäten, in denen sich der Nutzer wie im wirklichen Leben fühlt. Simulatoren sind folglich die Geräte, welche die Simulationen veranschaulichen.

Simulatoren finden seit einiger Zeit Anwendung im medizinischen Bereich, zum Beispiel als Trainingsgeräte für kardiovaskuläre und allgemeine Notfälle oder um laparoskopische Techniken zu erlernen (Buchanan, 2001). Um auch den wachsenden Anforderungen an einen kompetenten Zahnarzt gerecht zu werden, welcher nicht nur medizinisch umfassend gebildet ist, sondern auch hohe feinkoordinative Fertigkeiten gepaart mit Visualisierungs- und Vorstellungsvermögen mit sich bringt, werden computergesteuerte Dentalsimulatoren in die Lehre einbezogen (Welk et al., 2004). Diese sind in der zahnmedizinischen Aus- und Weiterbildung vorwiegend in speziellen Laboratorien implementiert. Die Ausführung der komplexen Technologien gestaltet sich dabei sehr unterschiedlich. Die meisten Simulatoren bestehen aus vorgetäuschten Patienten, Puppen oder Köpfen, computergestützten audiovisuellen Systemen und haptischen Eingabegeräten. Sie sprechen somit mehrere Sinne, wie den Hör-, Seh- und Tastsinn, gleichzeitig an (Buchanan, 2001). Unter einer haptischen Wahrnehmung wird dabei „das aktive Erfassen der Größe, Kontur, Textur, Temperatur und Masse eines Objekts mit Hilfe der Oberflächen- und Tiefensensibilität“ (Guitierrez et al., o.J.) verstanden. Diese unterstützt die taktile Rückkopplung des Arbeitsprozesses. Weitere Elemente der Simulatoren sind speziell auf die einzelnen Fachbereiche der Zahnheilkunde ausgerichtet. So bestehen Simulationssoftwares für die Planung von Mund-Kiefer-Gesichtschirurgischen Eingriffen, die Implantatversorgung (VirTeaSy Dental), sowie die Diagnose und Behandlung von Parodontalerkrankungen (PeroSim). In anderen Lernsoftwares werden die Studierenden im Extrahieren von Zähnen (Forsslund System) geschult oder erlernen

Anästhesieverfahren (Dental Injection Simulator). Wiederum andere Geräte scannen Dentalmodelle und zeigen diese in dreidimensionalen Bildern (PREPassistant). Durch Simulatoren wie den VRDTS, VOXEL-MAN Dental oder DentSim erlernen Studierende beispielsweise die Kariesentfernung und die Kavitätenpräparation, sowie das Füllen von Kavitäten. Das Beschleifen der Zähne für Kronen und Brücken wird unter anderem durch Geräte wie den SIMODONT Dental Trainer und das VirDentT system vermittelt. In Japan wurde ein Patient in Form eines Roboters entwickelt, welcher das äußerliche Erscheinende eines Menschen aufweist, sich in gewissem Maße eigenständig bewegen und kommunizieren kann, sowie Speichel absondert (Duta et al., 2011; Perry et al., 2015; Wang et al., 2015).

Folgende Tabelle 1 zeigt einige ausgewählte Dentalsimulatoren mit deren Entwicklern und Entwicklungsstadien. Die Tätigkeit und die Sinneswahrnehmung, welche mittels des jeweiligen Simulators geschult werden, sind ebenfalls einzusehen. Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Tabelle 1: Auswahl Dentalsimulatoren, nach Wang et al. (Wang et al., 2015)

	Typ	Entwickler	Tätigkeit	Sinneswahrnehmung
VRDTS (1999, USA)	Prototyp	Novint Technologies Inc. & The Harvard School of Dental Medicine	Bohren, Kariesentfernung, Kavitätenpräparation, Füllungen	haptisch, visuell, auditiv
IDSS (2001, USA)	Prototyp	University of Iowa	Diagnose von kariösen Läsionen	haptisch, visuell
VDP (2006, Griechenland)	Prototyp	Aristotle University	Bohren	haptisch, visuell
VOXEL-MAN Dental (2007, Deutschland)	kommerzielles Produkt	University Medical Center Hamburg-Eppendorf	Kavitätenpräparation, Kariesentfernung	haptisch, visuell, auditiv
Forsslund (2008, Schweden)	kommerzielles Produkt	Forsslund Systems AB	Bohren, Zahnentfernung	haptisch, visuell
SIMODONT Dental Trainer (2009, Niederlande)	kommerzielles Produkt	MOOG & ACTA	Bohren, Kariesentfernung, Füllungen, Präparation von Kronen und Brücken	haptisch, visuell, auditiv
PerioSim (2009, USA)	Prototyp	UIC	Taschensondierung, Zahnsteindiagnose- und entfernung, Scaling und Kürettage	haptisch, visuell, auditiv
HapTEL (2010, Großbritannien)	Prototyp	KCL & University of Reading	Bohren, Kariesentfernung, Kavitätenpräparation	haptisch, visuell, auditiv
VirDenT system (2011, Rumänien)	Prototyp	Ovidius University	Präparation von Kronen und Brücken	haptisch, visuell
iDental (2011, China)	Prototyp	Beihang University	Bohren, Kariesentfernung, Taschensondierung, Zahnsteindiagnose- und entfernung	haptisch, visuell, auditiv
VirTeaSy Dental (2011, Frankreich)	kommerzielles Produkt	DIDHAPTIC	Bohren, Kariesentfernung, Implantate	haptisch, visuell
DentSim (2001, Israel)	kommerzielles Produkt	DenX Advanced Dental Systems	Bohren, Kariesentfernung, Kavitätenpräparation	haptisch, visuell, auditiv

Die Vielzahl der Simulatoren bedingt dementsprechend unterschiedliche Bekanntheitsgrade dieser. Welk et al. untersuchten die Akzeptanz und Vertrautheit gegenüber computer-assistierten Simulationssystemen, sowie deren Einsatz in Deutschland. Im Mittelpunkt ihrer Forschungen stand ein Fragebogen, welcher an die konservierenden und prothetischen Abteilungen der 32 Zahnmedizin Universitäten des Landes versandt wurde. Die Erhebungen gaben zum einen Auskunft über persönliche (zum Beispiel akademischer Rang, Englischkenntnisse) und berufliche (Kursverhältnis Studierende und Lehrende) Belange und zum anderen über den empfundenen Nutzen, der Akzeptanz im Allgemeinen und der englischen Sprache von computer-assistierten Simulationen und Lehrprogrammen. Die Auswertung von 112 Antwortbögen zeigte, dass deutliche Diskrepanzen zwischen dem Bekanntheitsgrad und dem Einbinden der Geräte bestehen. So war beispielsweise das Gerät EDUnet (KaVo, Germany) zu 46,3 % bekannt, wurde aber nur zu 0,9 % eingesetzt. Der PREPassistant (KaVo, Germany) war bei 50,0 % der Befragten bekannt, wurde aber ebenfalls nur zu 0,9 % eingesetzt. Ähnliches traf auf den DentSim (DentX, Israel; bekannt: 52,8 %; genutzt: 1,9 %) und den VRDTS-CP (Novint, USA; bekannt: 16,5 %; genutzt: 0,0 %) zu. Computertechnologien wurden bezüglich der Aneignung von Wissen, qualitativen Belangen und Prozessen in Präparationsübungen und komplexen Behandlungsabläufen als „teilweise“ bis „sehr“ nützlich angesehen (Welk et al., 2006).

Untersuchungen mit Blick auf die Vor- und Nachteile, Einsatzmöglichkeiten und Chancen der Dentalsimulatoren gewinnen in der Forschung zunehmend an Bedeutung. Im Folgenden sollen einige Studien und deren Erkenntnisse kurz vorgestellt werden.

Welk et al. stellen die Chancen der Simulatoren anhand des DentSim der Firma DenX dar. So würde in der auf mehrere Sinne gerichteten Lernumgebung fachliches Wissen abverlangt, Planungen und Behandlungsabläufe geschult, sowie das Vorstellungsvermögen optimiert. Dies führe zur Aneignung von umfassenden theoretischen Kenntnissen und kognitiv-motorischen Fähigkeiten. Anhand von virtuellen komplexen Patientenfällen würde ein problemorientiertes Bearbeiten von klinischen Aufgaben geschult. Die dreidimensionale Darstellung der Präparationen lehre den Nutzer das räumliche Arbeiten. Zugleich würden integrierte Funktionen wie ein Hilfsassistent, eine objektive Fehleranalyse und das Aufzeichnen der Präparationsübung das selbstständige Arbeiten der Studierenden fördern. Sie könnten Misserfolge selbst analysieren und ihren Lernprozess somit effektiver gestalten (Welk et al., 2004).

Auch Autoren wie Perry et al. analysierten den Nutzen von Simulationen in der zahnmedizinischen Ausbildung und geben einen Überblick. Die Möglichkeit Übungen zu wiederholen führe dazu, dass die Studierenden ein bestimmtes Fertigungslevel festigen und individuell Aufgaben

wiederholen können, je nach universitären Gegebenheiten sogar außerhalb der Kurszeiten. Die Videosequenzen ermöglichen zudem eine genauere Fehleranalyse. Durch integrierte Bewertungssoftwaresysteme entstehe ein konstantes und von den Kursassistenten freies Feedback über die erbrachten Leistungen. Alle Studierende würden identisches klinisches Anschauungsmaterial unabhängig vom betreuenden Kursassistenten erhalten. Außerdem wären Kosteneinsparungen, etwa durch das Abschaffen der Plastikzähne, wie sie in konventionellen Phantomeinheiten gebräuchlich sind, möglich. Die Installation von Wasserleitungen würde ebenso entbehrlich wie Absauganlagen, was zugleich Wasserkosten und die Gefahr von Krankheiten, etwa durch Legionellen, reduziert. Gleichwohl formulieren sie einige Nachteile von Simulationen. So würden einige Dentalsimulatoren etwa durch das Fehlen eines Fußpedals oder die Verwendung von Joysticks statt echten Handstücken realitätsfern wirken. Darüber hinaus führe die begrenzte Anzahl an Fällen oder Aufgaben zu einem beschränkten Fähigkeitserwerb (Perry et al., 2015).

Die Frage nach dem Erwerben von psychomotorischen Fähigkeiten durch Simulatoren steht auch im Blickfeld weiterer Wissenschaftler. Dementsprechend beschäftigten sich beispielsweise Quinn et al. mit Unterschieden bezüglich des Fähigkeitserwerbs unerfahrener Zahnmedizinistudierender durch konventionelle Phantomköpfe im Vergleich zu Simulatoren. Ihre Ergebnisse zeigten, dass Studierende, welche nur durch den Dentalsimulator unterrichtet wurden, in einigen Präparationsübungen schlechter abschnitten. Zu dem bemängelten Studierende dieser Gruppe den fehlenden Kontakt zu den Kursassistenten, technische Schwierigkeiten sowie das übermäßige kritische Feedback des Simulators. Sie kamen zu dem Schluss, dass Simulatoren als einzige Lehrmethode (ohne konventionelle Phantomköpfe) für den Erwerb von psychomotorischer Fähigkeiten ungeeignet sind (Quinn et al., 2003).

Im Gegensatz dazu gewannen Buchanan et al. durch unterschiedliche nicht repräsentative Studien abweichende Erkenntnisse. Sie verglichen Experimentengruppen, welche an einem Dentalsimulator (DentSim) Präparationen trainierten, mit Kontrollgruppen, welche mit herkömmlichen Geräten arbeiteten. Ihre Studienergebnisse zeigten unter anderem, dass die Experimentengruppen im Gegensatz zu den Kontrollgruppen mehr Zähne pro Zeit präparierten, dafür aber öfter die Hilfe durch den Simulator in Anspruch nahmen. Bei der Bewertung der Präparationen durch einen unabhängigen Assistenten schnitten die Gruppen in etwa gleich ab. Ein zusammenfassender Vergleich zwischen den Geräten führte sie ferner zu den Erkenntnissen, dass Studierende den Dentalsimulator positiv für die vorklinische Lehre erachten, durch ihn schneller lernen können und sicherer im Umgang mit dem Handstück werden, dennoch nicht auf Assistenten verzichten wollen (Buchanan, 2004).

Neben Buchanan et al. versuchten auch Wierinck et al. herauszufinden, ob ein Dentalsimulator eingesetzt werden kann um praktische Leistungen einzuschätzen. Die Studie umfasste drei Probandengruppen mit unterschiedlichen klinischen Erfahrungen. Alle Probanden durchliefen einen Eingangstest, drei Trainingssitzungen, sowie zwei Haupttests. Ihre Ergebnisse zeigten, dass die Gruppen mit mehr Erfahrung besser abschnitten, als Gruppen ohne praktische Kenntnisse im Umgang mit zahnmedizinischen Handlungsabläufen. Sie kamen zu dem Schluss, dass der getestete Dentalsimulator eine valide und zuverlässige Methode zum Erfassen und Bewerten von Leistungen ist (Wiernick et al., 2007).

Im Einklang mit dieser Studie stehen auch die Erkenntnisse von Ben-Gal et al., welche einen Dentalsimulator anhand von manuellen Geschicklichkeitsübungen auf Reliabilität und Validität überprüften. Hierfür rekrutierten sie drei Probandengruppen: Studierende der Zahnmedizin, Zahnärzte und Mitarbeiter der Fakultät, die weder Studierende noch Zahnärzte waren. Die Teilnehmer bewerkstelligten virtuelle Bohrübungen in geometrischen Figuren, gleichzeitig wurden die Parameter Zeit, Genauigkeit, Anzahl der Versuche und Gesamtscore dokumentiert. Ihre Arbeit ging von der Hypothese aus, dass die Gruppen in den Tests unterschiedlich abschneiden und der Simulator somit ein zuverlässiges und sicheres Gerät zum Bewerten von manuellen Fähigkeiten ist. Ihre Ergebnisse zeigten in allen getesteten Parametern signifikante Unterschiede zwischen Studierenden und Mitarbeiter der Fakultät, sowie Zahnärzten und Mitarbeiter der Fakultät. Studierende und Zahnärzte wiesen bessere Resultate auf. Signifikante Leistungsunterschiede zwischen diesen beiden Gruppen zeigten sich nicht. Trotz einiger notwendiger Korrekturen für zukünftige Studien, wie beispielsweise kürzere vorgegebene Zeiten oder schwierigere Bohrübungen, beurteilen sie den Simulator als zuverlässiges Gerät zum Bewerten von manuellen Fähigkeiten (Ben-Gal et al., 2012).

In einer weiteren Studie evaluierten Welk et al. den Effekt von vier Optimierungsmaßnahmen beim Einsatz von 40 DentSim Geräten an der zahnmedizinischen Fakultät des Health Science Centers der Universität von Tennessee. So verlängerten sie die Einführungszeit in das Gerät, richteten fakultative Trainingszeiten an den Geräten ein, stellten den Studierenden Kopfhörer für die Dentalsimulatoren zur Verfügung und verbesserten die Handhabung und Wartung der Geräte durch Fokussierung auf weniger Arbeitsabläufe am Gerät. Zusätzlich wurden die Kompetenzen der Studierenden in Themen wie Computertechnologie, Anwendungsweise des DentSim, Aneignung von theoretischen Kenntnissen und motorischen Fähigkeiten durch einen Fragebogen, sowie theoretische und praktische Tests dargestellt. Ihre Ergebnisse zeigten, dass die Optimierungsmaßnahmen positive Auswirkungen auf die Akzeptanz und die Integrierung der Geräte

nahmen. Insgesamt sehen sie computer-assistierte Lernen und Simulationen als Möglichkeit die zahnmedizinische Lehre zu verbessern. Gleichwohl verweisen sie auf bestehende Herausforderungen im Umgang mit Dentsimulatoren. So müssten die Studierenden beispielsweise den Wandel der Lehre vom Frontalunterricht hin zu selbstbestimmten- und motivierten Lernen mittels Simulatoren annehmen (Welk et al., 2008).

Zusammenfassend bietet der Markt eine große Vielfalt an unterschiedlichen Dentsimulatoren in mannigfachen Ausführungen und Funktionen. Die Forschung zeigt großes Interesse daran die Geräte in Untersuchungen einzubinden und deren Wert für die Lehre zu bestimmen. Gleichwohl werden vorhandene Schwachstellen aufgezeigt und Limitationen im Umgang mit den Simulatoren gegeben. Der nächste Abschnitt befasst sich mit dem in dieser Studie zu Grunde liegendem Simulator, dem SIMODONT Dental Trainer. Dabei wird zunächst der Aufbau und die Funktionsweise des Simulators thematisiert und anschließend die aktuelle Studienlage bestimmt.

1.1.5 SIMODONT Dental Trainer

Seit der Firmengründung im Jahr 1951 konstruiert und entwickelt die Firma MOOG Produkte für verschiedene Absatzgebiete, wie etwa Flugzeug- und Raketensysteme, Produkte für die Energieerzeugung durch Windkraft und den Motorsport, sowie medizinische Technologien. Mit der Erfindung des Virtual- Reality- Augenoperationssimulators, welcher eine realistische Umgebung zum Erlernen von Fähigkeiten und Bewältigen von Komplikationssituationen in der Augen Chirurgie schafft, ging auch die Entwicklung des SIMODONT Dental Trainers einher. Dieser Simulator versteht sich als hochspezialisiertes, auf mehrere Sinne gerichtetes Übungsgerät für zahnmedizinische Behandlungsabläufe und wurde in Kooperation mit dem Akademischen Zentrum für Zahnheilkunde in Amsterdam entwickelt (Moog, o.J.).

Im Folgenden werden die Komponenten und die Funktionsweise des Simulators dargestellt. Der SIMODONT Dental Trainer besteht aus einem großem Bildschirm, auf welchem Arbeitsanweisungen, theoretische Grundlagen und Übungsabläufe sichtbar sind. Hier wählt der Anwender zum Beispiel zwischen verschiedenen manuellen Fertigungsübungen oder Patientenfällen und entscheidet sich für unterschiedliche Behandlungsinstrumente. Der Bildschirm liefert während des gesamten Arbeitsprozesses ein kontinuierliches Feedback. Es werden beispielsweise die Präparationszeit oder der Fortschritt einer Übung in Prozent angezeigt. Auf einem kleinen Bildschirm erscheinen mittels Tragen einer stereoskopischen Brille Behandlungssituationen und Instrumente als dreidimensionale Projektionen. Unter diesem befinden sich zwei verschiedene

Handstücke, dessen virtuelle Spitzen im kleinen Bildschirm simuliert werden. Zusätzlich erlaubt der integrierte Kraftsensor in den Handstücken eine realistische Wiedergabe beim Bohren und Ertasten von Objekten. Ein Fußpedal steuert die Geschwindigkeit der Handstücke, zusätzlich werden Bohrgeräusche simuliert (Koopman et al., 2010; Al-Saud et al., 2016). Abbildung 1 stellt den SIMODONT Dental Trainer dar.



Abbildung 1: SIMODONT Dental Trainer, eigenes Foto, 2016

Der folgende Abschnitt befasst sich mit der aktuellen Studienlage des SIMODONT Dental Trainers. Im Zuge der Realisierung einer virtuell klinischen Einrichtung untersuchten Koopman et al. Chancen des SIMODONT Dental Trainer. Einer der Vorteile des Simulators sehen sie in dem weitreichenden Angebot an Trainingsmöglichkeiten für Studierende der Zahnmedizin. Die Darstellung praktischer Aufgaben mit klinischem Kontext anhand eines virtuellen Patienten schult ihrer Meinung nach die Studierenden in klinischen Gedankengängen, Entscheidungsfindungen und kritischem Denken. Hinzu kommt, dass das ständige Feedback den Nutzer zu einer selbstkritischen Sichtweise befähigt und ihn von Lehrkörpern unabhängig macht. Videosequenzen vom Arbeitsprozess identifizieren zusätzlich Fehler und unterstützen somit den gesamten Lernprozess (Koopman et al., 2010).

Im Weiteren untersuchte Vervoorn anhand von Bohrübungen und einem Fragebogen, inwiefern Lehrende und Lernende den SIMODONT Dental Trainer als realitätsnah empfinden. Besonderes Augenmerk legten sie auf das Empfinden der taktilen Rückkopplung, Geräusche, dem visuellen Empfinden und der inhaltlichen Aussagekraft des Simulators. Ihre Studie verdeutlichte eine allgemeine Zufriedenheit mit dem Gerät. Sie stellten eine hohe Zufriedenheit mit den dargestellten Bildern und Geräuschen fest. Unterschiedliche Wahrnehmungen fielen in Bezug auf die Taktilität des Gerätes auf. Lehrer empfanden das Gerät als weniger realitätsnah in Bezug auf die

Haptik. Alle Teilnehmer sahen den Simulator als realistisch genug an, um ihn in der vorklinischen und klinischen Ausbildung einzusetzen (Vervoorn and Wesselink, 2013).

Brandt et al. erprobten die Anwendung, Benutzerfreundlichkeit und die Akzeptanz des Gerätes in der zahnmedizinischen Ausbildung. Hierfür akquirierten sie Studierende des vierten Studienjahres und Mitarbeiter des Departments der Zahn- Mund- und Kieferheilkunde der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Die Auswertung dreier praktischer Übungen, sowie eines Fragebogens zeigte ebenfalls, dass Studierende im Gegensatz zu erfahrenen Zahnmedizinern die Haptik des Gerätes als besser bewerteten. Die realistische Darstellung grafischer Elemente empfanden alle Teilnehmer als „nahezu real“. Alle Probanden sahen in dem Simulator ein benutzer- und anwenderfreundliches, sowie zweckdienliches Gerät für das Aneignen manueller Fähigkeiten, dem individuellen Lernen und dem Selbststudium. Gleichwohl sollten weitere Studien zur Bewertung der Validität und über den Bewertungsschlüssel des Gerätes folgen (Brandt et al., 2015).

Ebenso wie Brandt et al. beschäftigten sich auch Bakr et al. mit der Akzeptanz des Simulators. Hierfür führten sie drei unabhängige Studien an der School of Dentistry and Oral Health an der Griffith Universität durch. Die erste Studie untersuchte die Entwicklung von psychomotorischen Fähigkeiten beim Einsetzen von haptischen Rückkopplungselementen anhand des SIMODONTs. Hierfür teilten sie 40 Studierende des zweiten Studienjahres in zwei Gruppen. Eine Gruppe arbeitete dazu mit dem SIMODONT, die andere Gruppe arbeitete zunächst ohne haptische Elemente, anschließend wurde getauscht. Die Probanden beantworteten Fragebögen vor, während und nach dem Experiment. Ihre Ergebnisse zeigten, dass der SIMODONT im Allgemeinen von den Studierenden akzeptiert wird und somit in Kombination mit anderen Lehrmethoden in der Ausbildung eingesetzt werden kann. Ein klarer Zusammenhang zwischen dem frühen Einsetzen von haptischen Geräten und der Entwicklung von manuellen Fähigkeiten konnte jedoch nicht gezeigt werden (Bakr et al., 2014). Ziel der anderen beiden Studien war es anhand verschiedener Probandengruppen die Wirklichkeitstreue des Simulators zu untersuchen. In der zweiten Studie evaluierten Mitarbeiter der School of Dentistry and Oral Health an der Griffith Universität den Dentalsimulator. Sie beantworteten zwei Fragebögen und absolvierten praktische Aufgaben. Die Resultate zeigten, dass die Mehrheit der Teilnehmer zum einen technische Belange, wie etwa die Größe und das Gewicht des virtuellen Handstücks beanstandeten, jedoch das Lehrangebot und die Bewertungsmethoden des Gerätes als positiv erachteten. Sie akzeptierten den Simulator als neues Lernmodul, würden die vorklinische Lehre jedoch nicht vollständig durch ihn ersetzen (Bakr et al., 2013). Der anderen Studie zugehörig waren 24 Studierende des vierten und

fünften Studienjahres. Der Ablauf der Studie gestaltete sich in gleicher Art und Weise. Der erste Fragebogen lieferte keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Probandengruppen. Die Studierenden des vierten Jahres waren lediglich euphorischer den Simulator testen zu können. Der zweite Fragebogen, welcher nach dem Testen des Simulators beantwortet wurde, ergab, dass Studierende des fünften Jahres sich mit dem Simulator signifikant wohler fühlten und sich bezüglich ihrer Fähigkeiten nach dem Testen zuversichtlicher zeigten. Zusätzlich sahen sie in dem Simulator mehr Potenzial ihre visuellen und motorischen Fähigkeiten verbessern zu können. Alle Studierenden stimmten zu den SIMODONT Dental Trainer in Ergänzung mit konventionellen Lehrmethoden einzusetzen (Bakr et al., 2015).

Im Vergleich dazu untersuchten Bakker et al. eine Kontroll- und zwei Testgruppen. Die Testgruppen übten entweder an traditionellen Phantomköpfen oder am SIMODONT Dental Trainer. Ihre Ergebnisse zeigten zum einen, dass Übung zum Verbessern von Fähigkeiten führt und zum anderen, dass virtuell erlernte Fähigkeiten in die Realität übertragen werden können. Somit sei der SIMODONT ein geeignetes Übungsgerät für die Entwicklung von manuellem Geschick in der zahnmedizinischen Ausbildung (Bakker et al., 2010).

Der gleichen Ansicht sind auch Mirghani et al. Sie untersuchten die Konstruktvalidität des Simulators anhand von Zahnmedizinstudierenden verschiedener Studienjahre, die somit über unterschiedliche praktische Vorkenntnisse verfügten. Keiner der Probanden war mit dem Simulator vertraut. Die Probanden präparierten sechs praktische Aufgaben und sollten 60,0 % der roten Zone ausbohren, die Anzahl der Versuche war ebenso unbeschränkt wie die zur Verfügung stehende Zeit. Der beste Versuch wurde gewertet. Mittels der geprüften Parameter: Ziel (Aufgabenerledigung in Prozent), Fehlerscore (Abweichung in die Seiten und den Boden, bzw. in den Container), sowie der benötigten Zeit fanden sie heraus, dass Erfahrungen im praktischen Arbeiten einen statistisch signifikanten Einfluss auf das Abschneiden bei den Übungen am Gerät nehmen. Erfahrene Probanden schnitten besser ab als Neulinge. Allerdings fanden sie keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studierenden der höheren Semestern. Sie kamen zu dem Schluss, dass der SIMODONT Dental Trainer potentiell geeignet ist, zahnmedizinische praktische Leistungen zu messen und Studierende bei der Lehre zu unterstützen (Mirghani et al., 2016).

Auch Al-Saud et al. verwendeten den SIMODONT Dental Trainer als Forschungsobjekt. Sie testeten anhand des Simulators inwieweit unterschiedliche Formen von Feedback Auswirkungen auf das Erlernen von manuellen Fähigkeiten haben. Drei Probandengruppen, welche entweder nur Feedback vom Simulator, vom Assistenten oder eine Mischung beider erhielten, durchliefen hierfür praktische Aufgaben. Ihre Ergebnisse zeigten ein signifikant besseres Abschneiden der

dritten Gruppe. Die Möglichkeit ,während des Lernprozesses Feedback vom Simulator und einem Assistenten zu erhalten, führe somit zum relativ schnelleren Erlernen und Festigen von Fähigkeiten (Al- Saud et al., 2016).

Im Studiendesign von Coro Montanet et al. evaluierten 22 Hochschullehrer der vorklinischen sowie klinischen Bereiche der Universidad Europea Madrid den SIMODONT Dental Trainer. In einem Fragebogen beurteilten sie die haptischen Simulationen und verglichen den Simulator mit anderen Simulationssystemen. Am besten wurde die realistische Darstellung der Karies und die einfache Bewertung, sowie die Entwicklung von Kompetenzen durch den Simulator beurteilt. Ihre Ergebnisse machten erkenntlich, dass die Bildungsmöglichkeiten durch den Simulator dessen technische Eigenschaften übersteigen. Zudem fanden sie eine Beziehung zwischen dem Alter der Probanden und der bewerteten Benutzerfreundlichkeit. Je älter die Probanden waren, desto schlechter empfanden sie die Benutzerfreundlichkeit, woraus sie schlussfolgerten, dass es notwendig ist, das Lehrpersonal im Umgang mit neuen Technologien und in der didaktischen Herangehensweise an ihre Verwendung zu schulen (Coro Montanet et al., 2017).

Im Weiteren zeigten De Boer et al. anhand von Untersuchungen am SIMODONT Dental Trainer, dass Studierende bevorzugt in einer dreidimensionalen Lernumgebung arbeiten und dabei bessere Ergebnisse erzielen, als in einer zweidimensionalen Umgebung. Hierfür führten sie mit 124 Erstsemestlern der Zahnmedizin praktische Übungen am SIMODONT Dental Trainer in einer zweidimensionalen oder dreidimensionalen Version durch (de Boer et al., 2016).

Abschließend zogen Cox et al. einen Vergleich zwischen dem hapTEL Simulator und dem SIMODONT Dental Trainer um Besonderheiten der jeweiligen haptischen Designs und Einsatzmöglichkeiten in der Lehre herauszufinden. Im Gegensatz zum SIMODONT Dental Trainer fehlten dem hapTEL Simulator demnach eingearbeitete Lernziele oder -pläne. Das SIMODONT System bietet den Schülern ein Lernprogramm aus Patientensicht und bindet dessen Krankengeschichte in klinische Entscheidungen ein. Der kleine Bildschirm des Gerätes erschwert jedoch das gleichzeitige Nutzen durch mehrerer Personen. Beide Systeme verbessern das Erlernen klinischer Fähigkeiten und ermöglichen eine bessere Selbstreflektion der Studierenden (Cox et al., 2015).

Die Vielzahl an Forschungsarbeiten über Simulatoren und speziell über den SIMODONT Dental Trainer verdeutlichen das Interesse der Universitäten an innovativen Lehrmethoden. Dabei tauchen in diesem Zusammenhang auch zunehmend Untersuchungen über den möglichen Einfluss,

den Computer- und Videospiele auf die Zugewinnung von Fähigkeiten im Allgemeinen und speziell im medizinischen und zahnmedizinischen Bereich ausüben, auf. Gegenstand des nächsten Kapitels sind Computer- und Videospiele in der Zahnmedizin.

1.1.6 Computer- und Videospiele in der Zahnmedizin

Wurden Computer- und Videospiele einst als reines Unterhaltungsinstrument angesehen, so nimmt deren Bedeutung und Einbindung in die Lehre zunehmend eine Rolle ein. Im Gegensatz zu traditionellen Lehrformen schaffen sie es scheinbar, die Lernenden mehr zu motivieren. Diese gewonnene Motivation führt dann nicht nur zu einem konzentrierteren und fleißigeren Arbeiten, sondern auch zu mehr Interesse an neuen Inhalten und dem Verständnis für komplizierte Zusammenhänge (Schwan, 2006). Computer- und Videospiele sind dabei synonym zu verwenden und meinen jegliche Art von bildlicher oder textlicher computer-basierter Unterhaltungssoftware. Diese können durch alle Formen elektronischer Plattformen, etwa PCs, Konsolen, tragbare Geräte oder Smartphones, genutzt werden und beziehen einen oder mehrere Spieler in einer physischen oder vernetzten Umgebung ein (Frasca, 2001).

Mit der zunehmenden Popularität von Computer- und Videospiele in allen Gesellschaftsschichten geht die Wissenschaft zunehmend der Frage nach, welche Kompetenzbereiche durch Computer- und Videospiele gefördert werden und wie diese in die Lehre oder Arbeitswelt integriert werden können (Rosser et al., 2007). Im Wesentlichen lassen sich nach Gebel fünf kompetenzfördernde Potentiale herausstellen, welche im Weiteren kurz dargestellt werden (Gebel, 2006).

Computer- und Videospiele können kognitive Kompetenzen fördern. Hierzu zählen Fähigkeiten, wie Probleme durch komplexe Denkvorgänge zu lösen, sich in virtuellen Räumen zu orientieren oder auch das Entwickeln von Kreativität und Fantasie. Gefördert werden diese Eigenschaften zum Beispiel in Action-, Adventure, Rollen-, und Strategiespielen. Actionspiele, beispielsweise Jump' n' Run und Ego-Shooter, verlangen dabei ein hohes Maß an Reaktionsgeschwindigkeit und Geschicklichkeit, sowie Koordination und räumliche Vorstellungskraft. Adventure, Rollen-, und Strategiespielen zielen im Gegensatz dazu eher auf den Intellekt des Nutzers und zwingen ihn vielschichtige Denk- und Problemlösungsprozesse zu entwickeln (Gebel et al., 2004; Kraam-Aulenbach, 2005; Schwan, 2006; Ganguin, 2010; Sterbenz, 2011). Die Fachhochschule Köln führte von Januar 1998 bis Oktober 1999 ein Forschungsprojekt mit 117 Computerspielern durch und untersuchte dabei Problemlöseprozesse der Teilnehmer beim Computerspielen. Ihre Ergebnisse zeigten, dass Computerspiele sowohl kognitive Kompetenzen und sensomotorische

Fähigkeiten, als auch das analytisch-operative, taktische und strategische Denken fördern (Kraam-Aulenbach, 2005).

Computer- und Videospiele sollen zusätzlich soziale Kompetenzen fördern. Die Nutzer werden dazu angeregt, sich mit eigenen und gesellschaftlichen Normen und Werten auseinanderzusetzen. Durch das Zusammenspielen mit anderen Nutzern werden unter anderem Kompetenzen wie Teamfähigkeit, die Übernahme von Verantwortung, Flexibilität sowie Konfliktfähigkeit und Durchsetzungsvermögen gestärkt. Diese Eigenschaften sind zum Beispiel in Sport- und Strategiespielen erforderlich (Gebel et al., 2004; Kram-Aulenbach, 2005; Schwan, 2006; Ganguin, 2010; Sterbenz, 2011).

Neben der Ausbildung von kognitiven und sozialen Eigenschaften gelten Computer- und Videospiele zudem als förderlich für Medienkompetenzen, also dem Umgang mit komplizierten Menü- und Navigationsstrukturen, sowie persönlichkeitsbezogenen Kompetenzen. Hierbei werden Spieler zur Auseinandersetzung mit der eigenen Identität angehalten. Selbstkritik und Stresstoleranz, welche in emotionaler Selbstkontrolle münden, werden in Rollen- oder auch Sportspielen abverlangt (Gebel et al., 2004; Ganguin, 2010).

Als letzten Kompetenzbereich von Computer- und Videospiele kann nach Gebel der Effekt auf die Sensomotorik angesehen werden (Gebel, 2006). Sensomotorik beinhaltet die Wahrnehmung von optischen, akustischen und taktilen Reizen, sowie Körperbewegungen, die auf Grund motorischer Fähigkeiten ausgeübt werden. Hierzu zählen somit die Hand- bzw. Körperbewegungs- und Augenkoordination, die Reaktionsgeschwindigkeit und ferner Ausdauer und Geschicklichkeit (Gebel et al., 2004; Ganguin, 2010).

Auf Grund der zunehmenden Popularität von Computer- und Videospiele rücken auch Forschungen um deren Kompetenzgewinn in das Blickfeld der Wissenschaft. So untersuchten beispielsweise Griffith et al. den Einfluss von Computer- und Videospiele auf die Hand-Augenkoordination. Ihre Forschungen ergaben bessere Testergebnisse bei Probanden mit Computer- und Videospieleerfahrung. Ein Zusammenhang mit der Häufigkeit der Benutzung und Länge der Erfahrung wurde nicht festgestellt (Griffith et al., 1983). Zusätzlich zum positiven Effekt auf die Hand-Augenkoordination fand O' Banion verbesserte Reaktionszeiten bei Kindern, die an einem siebenwöchigen Trainingsprogramm mit Videospiele teilnahmen. Teilnehmer der Kontrollgruppe zeigten im Gegenzug dazu keine Verbesserung der Fähigkeiten (O'Banion, 2012). Neben O'Banion belegte Yuji schnellere Reaktionszeiten bei geübten Computerspielern. Er sieht die

Möglichkeit durch Computerspiele Informationen besser wahrnehmen und verarbeiten zu können, sowie manuelle Fähigkeiten zu erlangen (Yuji, 1996).

Auch in den zahn- und medizinischen Bereichen werden die positiven Effekte von Computer- und Videospielen in Bezug auf den Kompetenzerwerb untersucht.

So zeigten Rosser et al. einen potentiellen Zusammenhang zwischen der Geschicklichkeit von Chirurgen an einer Spielkonsole und dem Fortbildungsmodul „Rosser Top Gun Laparoscopic Skills and Suturing Program“, einem Gerät für laparoskopische Abläufe und Nahtübungen. Demnach begingen geübte Videospiele weniger Fehler, arbeiteten schneller und erreichten eine höhere Punktzahl in den laparoskopischen Übungen (Rosser et al., 2007).

Daneben erschlossen Badurdeen et al. ebenfalls eine positive Korrelation zwischen Fähigkeiten an einer Spielkonsole und einem laparoskopischen Trainingsgerät. Hierfür durchliefen 20 Probanden je drei Spiele mit ähnlichen Anforderungen auf einer Nintendo Wii und anschließend an einem „Webcam-based laparoscopic box trainer“. Probanden mit hohen Punktzahlen an der Spielkonsole schnitten auch mit höheren Punktzahlen an dem laparoskopischen Trainer ab, jedoch unabhängig von früheren Erfahrungen mit Computer- oder Videospielen (Badurdeen et al., 2010).

Im Gegenzug zu Rosser et al. und Badurdeen et al. fanden Khatri et al. keinen Zusammenhang zwischen früheren Erfahrungen mit Videospielen und dem Abschneiden bei Übungen an einem Simulator. Zwei Probandengruppen, eine mit und eine ohne Videospiele Erfahrung, durchliefen verschiedene praktische Tests an einem haptischen virtual-reality Trainingssimulator. Ihre Ergebnisse lieferten keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Erwerbes von Fähigkeiten zwischen beiden Gruppen (Khatri et al., 2014).

In Hinblick auf die zahnmedizinische Ausbildung untersuchten Amer et al. Unterschiede beim Erwerb von theoretischem Wissen und praktischen Fähigkeiten verschiedener Lehrmethoden. Ihre Studie bestand aus zwei Gruppen: eine Experimentalgruppe eignete sich Wissen bezüglich Dentin bonding anhand eines interaktiven Lehrspiels an, die Kontrollgruppe wurde konventionell per Video Clip geschult. Beide Gruppen durchliefen vorher und nachher Tests und führten eine praktische Übung durch, die Experimentalgruppe beantwortete zusätzlich einen Fragebogen um das Computerspiel zu evaluieren. Ihre Ergebnisse zeigten, dass die Aneignung von Wissen per interaktiven Videospielen mit der per konventionellen passiven Lehrmethoden gleichzusetzen ist. Zudem bevorzugten die Probanden ihrer Studie ersteres (Amer et al., 2011).

2 Zielstellung

Das zahnmedizinische Studium ist in Deutschland seit dem Jahr 1952 gesetzlich durch die Approbationsordnung geregelt. Dabei sind den Universitäten einige Spielräume in der Einführung neuer Lehrmethoden gestattet, zu welchen auch Simulatoren wie der SIMODONT Dental Trainer zählen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollte das Gerät als Lehrmodul und Bewertungssystem evaluiert werden. Die Studie untersuchte hierfür auf der einen Seite die Einstellungen der Probanden zu dem Gerät anhand eines Fragebogens. Auf der anderen Seite wurde mittels praktischer Versuche getestet, ob bestehende praktische zahnmedizinische Fertigkeiten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit am SIMODONT Dental Trainer nehmen. Um den möglichen Einfluss, den Computer- und Videospiele auf das Erlernen praktischer Fähigkeiten nehmen, zu bestimmen, wurde weiterhin untersucht, inwieweit Erfahrungen mit diesen die Leistungen an dem Gerät begünstigten.

Es wurden folgende Forschungshypothesen aufgestellt:

Nullhypothese 1: Die praktische Erfahrung der Probanden hat keinen Einfluss auf das Abschneiden in den praktischen Aufgaben.

Nullhypothese 2: Erfahrungen mit Computer- und Videospiele haben keinen Einfluss auf das Abschneiden in den praktischen Aufgaben.

Nullhypothese 3: Es bestehen keine Gruppenunterschiede beim Bewerten des SIMODONT Dental Trainers als Lehrmodul.

Mögliche Zusammenhänge zwischen dem bewerteten Nutzen von Computer- und Videospiele und dem des Simulators sollen ebenfalls aufgedeckt werden.

3 Material und Methoden

Das folgende Kapitel beschreibt die Materialien und Methoden der vorliegenden Forschungsarbeit. Dabei werden zunächst die Probanden und der Fragebogen beschrieben. Anschließend werden die praktischen Versuche und die Durchführung der Studie am SIMODONT Dental Trainer erläutert. Im Vorfeld wurde die Studie vom Ethikvotum am 02.02.2015 zugelassen.

3.1.1 Probanden

Alle Probanden nahmen freiwillig und in anonymisierter Form an der Studie teil. Die Auswahl der Probanden erfolgte nicht zufallsgesteuert. Probanden wurden gezielt mit- und ohne klinische Erfahrung ausgewählt. Für die Teilnahme an der Studie erhielten zum einen Studierende der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und zum anderen approbierte Zahnärzte eine Einladung. Die Rekrutierung der Teilnehmer geschah mündlich oder per E-Mail. Die 92 Testpersonen unterschieden sich in drei verschiedene Gruppen zu je 30 bzw. 31 Probanden.

Der ersten Gruppe zugehörig waren Studierende im ersten beziehungsweise dritten Fachsemester der Zahnmedizin an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Alle Probanden dieser Gruppe absolvierten weder vorklinische noch klinische Kurse. Es nahmen hier insgesamt 31 Probanden teil.

Die zweite Probandengruppe bestand aus 30 Studierenden des fünften Studienjahres an der Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität. Alle absolvierten bisher die vorklinischen Kurse TPK, Phantom I, Phantom II und Phantom III, sowie die klinischen Kurse der Zahnerhaltungskunde I und II, als auch Prothetik I.

Die dritte Gruppe wurde durch approbierte, praktizierende Zahnärzte repräsentiert. Größtenteils waren die Probanden dieser Gruppe Mitarbeiter der Universitätspoliklinik für Zahnersatzkunde und Universitätspoliklinik für Zahnerhaltungskunde der Medizinischen Fakultät, sowie ehemalige Zahnmedizinische Studierende der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Des Weiteren wurden freie Zahnärzte aus Halle (Saale) durch ein schriftliches Anschreiben mit der Bitte um die Teilnahme an der Studie rekrutiert. Für diese Gruppe konnten 31 Probanden gewonnen werden.

3.1.2 Aufbau des Fragebogens

Der genutzte Fragebogen stellte eine Weiterentwicklung des Fragebogens aus der Studie von Brandt et al. dar (Brandt et al., 2015). Der Fragebogen bestand aus fünf Seiten und gliederte sich in vier Abschnitte. Es wurde sowohl auf geschlossene als auch auf offene Fragen zurückgegriffen. Geschlossene Fragen fanden entweder als dichotome Antwortformate oder als fünfstufige Ratingskalen mit verbaler und numerischer Bezeichnung Anwendung. Diese Skalen wurden symmetrisch, bipolar und mit einer neutralen Mittelkategorie angelegt. Die Bildung von Antwortskalen repräsentierte die Quantifizierung der empirischen Ansichten der Probanden. Die offenen Fragen ermöglichten es den Teilnehmern, Selbstformuliertes zum Ausdruck zu bringen. Alle Angaben wurden schriftlich und in anonymisierter Form gegeben. Um Probanden, Fragebögen und entsprechende Versuche korrekt zuordnen zu können, wurden diese nummeriert. Der komplette Fragebogen ist in den Anlagen auf den Seiten 74-78 einzusehen. Im Folgenden wird auf die einzelnen Abschnitte des Fragebogens eingegangen.

Der erste Teil (A. Fragen zur Person) berücksichtigte allgemeine soziale Gesichtspunkte wie das Geschlecht, das Alter und die Englischkenntnisse der Probanden. Des Weiteren wurde der Standpunkt des Ausbildungsgrades durch verschiedene Fragen erfasst. Dies diente zusätzlich der Einordnung in die jeweilige Probandengruppe: Studierende der Vorklinik, Studierende der Klinik und approbierte Zahnärzte. Ob der Proband in der Vergangenheit schon einmal mit dem SIMODONT Dental Trainer gearbeitet hatte, wurde durch eine Entscheidungsfrage erfasst.

Der zweite Abschnitt (B. Computer- und Videospiele) befasste sich mit Angaben über den persönlichen Umgang mit Computer- und Videospiele, sowie der Einstellung zu diesen. Der Typus (z.B. Computer, tragbares Gerät oder Konsole) des Gerätes, das Genre der Spiele, sowie der Titel des Lieblingsspiels, wurden erfragt. In der abschließenden Tabelle gaben die Probanden anhand einer fünfgliedrigen Likert-Skala an, inwieweit sie Computer- und Videospiele den Nutzen bezüglich des Trainings manueller Fähigkeiten, dem Erlernen räumlichen Denkens, dem Verbessern der Hand- und Augenkoordination, der Reaktionszeit, der Fähigkeit Probleme zu lösen, sowie dem Verbessern des Planungsvermögens zuschrieben.

Im dritten Abschnitt des Fragebogens (C. Praktische Aufgaben) wurden die Probanden den praktischen Übungen entsprechend nach dem Ausreichen der Präparationszeit, der Verständlichkeit der Menüführung, sowie der Aussagekraft und Objektivität des Bewertungssystems des Simulators befragt. Die Nutzung des Handspiegels wurde ebenfalls evaluiert. Die Beantwortung erfolgte basierend auf einer Rating-Skala. Sonstige Anregungen konnten notiert werden.

Der nächste Abschnitt (D. SIMODONT Dental Trainer) gliederte sich in vier Unterpunkte und befasste sich mit der Benutzerfreundlichkeit, dem Nutzen des Simulators, der Einsetzbarkeit des Gerätes in den Kursen der Ausbildung und einer abschließenden Beurteilung des Simulators. In Bezug auf Ersteres wurden Probleme, etwa mit der Software, Hardware oder Ladezeit, während des Arbeitens erfragt. Die Menüführung sollte durch Fragen nach der Verständlichkeit, dem Selbsterklären dieser, der Einfachheit der Bedienung und der Beurteilung der englischen Sprache des Menüs evaluiert werden. In Bezug auf den Nutzen des SIMODONT Dental Trainers im zahnmedizinischen Studium schätzten die Probanden ein, inwiefern das Training manueller zahnärztlicher Fähigkeiten, eine objektive Leistungsüberprüfung, die Motivationssteigerung der Studierenden, die Möglichkeit des individuellen Lernens, die Deligierbarkeit von Teilbereichen der Ausbildung ins Selbststudium, eine Personalreduzierung und die Attraktivitätssteigerung des Studienortes für den Simulator zutreffend sind. Zur Beantwortung dieser Fragen stand ebenfalls eine fünfgliedrige Likert-Skala zur Verfügung. Des Weiteren sollten die Probanden angeben, in welchem oder welchen vorklinischen und klinischen Kursen sie den Simulator einsetzen würden. Damit auch die Studierenden des ersten und dritten Fachsemesters diese Frage beantworten konnten, lag anbei eine Themenübersicht über die Inhalte der verschiedenen Kurse aus. Der vierte Unterpunkt des letzten Abschnittes stellte eine abschließende Bewertung des Simulators dar. Probanden gaben an, inwiefern sie es zutreffend fanden, dass die Anschaffungskosten des Trainingsgerätes zu hoch seien, die Ausbildung billiger werden würde, ob sie das Gerät für die vorklinischen und klinischen Kurse als hilfreich empfinden, ob sie das Gerät gern selbst schon in der Ausbildung verwendet hätten und dieses weiterempfehlen würden. Abschließend konnten alle Probanden weitere Anregungen in einem freien Text äußern.

3.1.3 Auswahl der Versuche

Für die praktische Durchführung der Studie wurden im Vorfeld fünf Übungen im Menü „Virtual Clinic“ am SIMODONT Dental Trainer ausgewählt. Die Aufgaben beschränkten sich auf die geometrischen Figuren (Manual Dexterity), in denen das Ziel darin bestand, manuelle Fähigkeiten unter der Benutzung eines Airotors zu trainieren. Folgende Übungen wurden ausgewählt: Manual Dexterity: 001001: Level 1 (Ovale Figur), 001041: Level 2 (Kreisumrandung), 001013: Level 3 (Kreis), 001034: Level 4 (Kreuz, mit Spiegel) und 001055: Level 5 (Quadrat, mit Spiegel). Abbildung 2 zeigt die praktischen Aufgaben. Die Aufgabe stellte sich folgendermaßen dar: die „Zielscheibe“ („target“, rote Region) sollte mit möglichst wenig Berührung im grünen Bereich („lee-

way bottom“, Boden und „leeway sides“, Seiten) ausgebohrt werden. In der ersten Aufgabe waren 80,0 %, in den anderen 90,0 % des roten Bereiches zu präparieren. Das Maximum für die Berührung im grünen Bereich wurde bei jeder Übung mit 20,0 % sowohl im Boden, als auch an den Seiten festgelegt. Der beige Bereich („container bottom“, Container Boden und „container sides“, Container Seiten) durfte durch den Bohrer nicht erfasst werden, das Maximum lag somit bei 0,0 %. Weiteres Kriterium zum erfolgreichen Abschließen einer Aufgabe stellte ein Zeitlimit von 4 Minuten je Übung dar. Wurde eines der Kriterien überschritten, musste die Aufgabe wiederholt werden. Zwei Wiederholungen je Aufgabe waren zulässig. Wurde eine Übung erfolgreich erledigt, wurden die Zeit, die Abweichung im grünen Bereich, sowie die Anzahl der Versuche notiert. Die Ursache für ein Misslingen der Aufgabe wurde ebenfalls vermerkt. Nachfolgende Tabelle 2 fasst die Kriterien zum erfolgreichen Abschließen einer praktischen Übung zusammen.

Tabelle 2: Kriterien zum Bestehen der praktischen Aufgaben

Manual Dexterity	Zeit	Target (Ziel)	Leeway bottom (Abdrift Boden)	Leeway sides (Abdrift Seiten)	Abdrift Container
001001, Level 1 (Ovale Figur)	240 s	80,0 %	<20,0 %	<20,0 %	0,0 %
001041, Level 2 (Kreisumrandung)	240 s	90,0 %	<20,0 %	<20,0 %	0,0 %
001013, Level 3 (Kreis)	240 s	90,0 %	<20,0 %	<20,0 %	0,0 %
001034, Level 4 (Kreuz, mit Spiegel)	240 s	90,0 %	<20,0 %	<20,0 %	0,0 %
001055, Level 5 (Quadrat, mit Siegel)	240 s	90,0 %	<20,0 %	<20,0 %	0,0 %

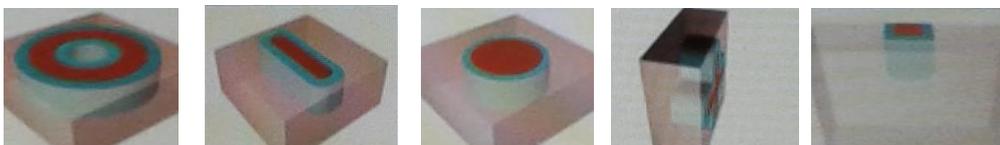


Abbildung 2: Darstellung der praktischen Aufgaben

3.1.4 Durchführung

Die Durchführung der Versuche geschah im Zeitraum von Februar 2015 bis April 2016. Im Jahr 2015 evaluierten 22 Probanden des fünften Studienjahres der Zahnmedizin an der Martin-Luther-Universität das Gerät, die übrigen 70 Teilnehmer zwischen Januar 2016 und April 2016. Alle Probanden wurden zunächst mündlich und in gleicher Weise in das Gerät eingewiesen. Hierzu gehörte das Einstellen einer optimalen ergonomischen Sitzposition. Die Probanden sollten ihre Füße bequem auf den Boden stellen, die Ober- zu den Unterschenkeln sollten etwa in einem Winkel von 105° positioniert sein. Die Lendenwirbelsäule lag an der Stuhllehne an und das untere Ende des 3D-Displays endete etwa auf Höhe des Brustbeins. Allen Probanden wurde als Nächstes die Handhabung des Gerätes erklärt, die verschiedenen Übungsmodule (Geometrische

Figuren, Patientenfälle Zahnerhaltung und Patientenfälle Prothetik) vorgestellt und jeder Teilnehmer wurde kurz durch einen Patientenfall geleitet um ein Gefühl für das Menü, die Handhabung und Haptik des Gerätes zu bekommen und um die Sicherung des Instruktionsverständnisses zu wahren. Anschließend wurden das Ziel, die Aufgabenstellung und die Kriterien der Versuche erläutert. Sobald der Proband den Fußanlasser betätigte und somit die Aufgabe startete, wurde die Zeit mittels Stoppuhr gemessen. Die Durchführung der Versuche erfolgte konzentriert seitens der Teilnehmer. Nach Beendigung der fünf Übungen wurden die Probanden dazu aufgefordert den Fragebogen schriftlich zu beantworten.

3.1.5 Statistische Auswertung

Zur Auswertung der Versuche und Fragebögen wurden die Daten zunächst in Excel-Tabellen transferiert und anschließend mit dem Statistikprogramm SPSS Version 24 ausgewertet. Die erhobenen Daten wurden mit statistischen Verfahren beschrieben. Dargestellt wurden relative und absolute Häufigkeiten, Mittelwerte, Mediane und Standardabweichungen. Die schließende Statistik bediente sich folgender Auswertverfahren. Die Daten wurden optisch bzw. mittels Kolmogorow-Smirnow und Kruskal-Wallis Test auf Normalverteilung überprüft. Die einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) testete, ob sich die Mittelwerte mehrerer unabhängiger Gruppen unterscheiden. Die anschließende Post-Hoc Analyse mit dem homogenen Subtest Gabriel diente dazu, genau herauszufinden wo der Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen lag. Mit Hilfe der ANOVA wurde die Nullhypothese 1 bearbeitet. Der t-Test wurde verwendet, um zu untersuchen, ob sich die Mittelwerte zweier unabhängiger Gruppen unterscheiden, der Levene-Test diente dazu, die Daten auf Varianzhomogenität zu überprüfen. Der t-Test fand in Nullhypothese 2 Anwendung. Unterschiede in der zentralen Tendenz von mehreren unabhängigen Stichproben, die nicht normalverteilt sind, wurden mittels Kruskal-Wallis herausgestellt. Mittels Dunn-Bonferroni Test konnte heraus gefunden werden, welche Gruppen sich signifikant unterscheiden. Dieses Verfahren kam in Nullhypothese 3 zum Einsatz. Schließlich wurde der Zusammenhang zweier ordinalskaliertes, nicht parametrischer Variablen mittels Rangkorrelation nach Spearman untersucht. Diagramme und Tabellen wurden mit SPSS entworfen.

4 Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse teilt sich in folgende Abschnitte. Zunächst wird der Fragebogen mit seinen einzelnen Komplexen ausgewertet. Im Anschluss folgt die Betrachtung der praktischen Versuche und letztlich die Ergebnisse der schließenden Statistik.

4.1.1 Auswertung des Fragebogens

Die Auswertung des Fragebogens gliedert sich nach dessen Komponenten. Zunächst wird das Probandengut und deren Erfahrungen mit Computer- und Videospiele betrachtet. Anschließend erfolgt die Darstellung der Positionierungen der Probanden bezüglich der praktischen Aufgaben, sowie gegenüber dem Simulator.

4.1.2 Probanden

Für die Studie konnten insgesamt 92 Probanden, 63,0 % (n = 58) weibliche und 37,0 % (n = 34) männliche, rekrutiert werden. Das durchschnittliche Alter lag bei 26,1 Jahre ($\pm 7,4$). Auf die einzelnen Gruppen aufgeteilt nahmen in der ersten Gruppe (Studierende der Vorklinik) 71,0 % (n = 22) weibliche und 29,0 % (n = 9) männliche Studierende teil. Für diese Gruppe ergab sich eine Altersspanne von 18 bis 31 Jahren. Im Mittel lag das Alter bei 21,1 Jahren ($\pm 3,2$). Die zweite Gruppe (Studierende der Klinik) bestanden zu 66,7 % (n = 20) aus weiblichen und zu 33,3 % (n = 10) aus männlichen Teilnehmern. Diese waren im Mittel 25,3 Jahre ($\pm 2,8$) alt. Das Altersmaximum lag bei 33 Jahren, das Minimum bei 22 Jahren. Für die dritte Gruppe konnten 51,6 % (n = 16) weibliche und 48,4 % (n = 15) männliche approbierte Zahnärzte gewonnen werden, deren Alter im Mittel 32,0 Jahre ($\pm 9,2$) war. Der jüngste Proband dieser Gruppe war 24 Jahre alt, der älteste 55. Die Zahnärzte praktizierten durchschnittlich seit 5,9 Jahren ($\pm 8,0$). Von den 92 Probanden gaben 6,5 % (n = 6) an eine zusätzliche Ausbildung als Zahntechniker und 3,3 % (n = 3) als zahnmedizinische Fachangestellte absolviert zu haben.

Die Auswertung der Englischkenntnisse der Teilnehmer ergab folgendes. Der Mittelwert für die Kategorien verstehendes Lesen bzw. Hören betrug 4,04 ($\pm 0,68$) bzw. 3,84 ($\pm 0,75$), für die Komponente Vortrag halten 3,12 ($\pm 0,95$). 53 Probanden gaben an im verstehendem Lesen und 51 im Hören gute Englischkenntnisse aufzuweisen. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 3 und in Tabelle 11.

Das Ergebnis nach der Frage, ob die Probanden in der Vergangenheit schon einmal mit dem SIMODONT Dental Trainer gearbeitet hätten, beantworteten 31,5 % (n = 29) mit ja. 68,5 % (n = 63) der Teilnehmer gaben an, noch nicht mit dem Simulator gearbeitet zu haben. Wobei kein Studierender der ersten Gruppe mit dem Simulator vertraut war. Aus der Gruppe der Studierenden in den klinischen Semestern waren 66,7 % (n = 20) und von den approbierten Zahnärzten 29,0 % (n = 9) mit dem Gerät vertraut.

Tabelle 3: Auswertung Fragebogen Komplex A. a) -c), f) -i) Relative und absolute Häufigkeiten

A. Fragen zur Person	Studierende Vorklinik (n = 31)	Studierende Klinik (n = 30)	Approbierte ZÄ (n = 31)	Gesamt (n = 92)																
a) Geschlecht in %, (n)																				
männlich	29,0 (9)	33,3 (10)	48,4 (15)	37,0 (34)																
weiblich	71,0 (22)	66,7(20)	51,6 (16)	63,0 (58)																
b) Alter	21,1 J (+/- 3,2)	25,3 J (+/- 2,8)	32,0 J (+/- 9,2)	26,1 J (+/- 7,4)																
c) Fachsemester	1,2 FS (+/- 0,6)	10 FS																		
f) Zusätzliche Ausbildungen in %, (n)																				
ZFA	6,4 (2)	0	3,2 (1)	3,3 (3)																
Zahntechniker/in	6,4 (2)	10,0 (3)	3,2 (1)	6,5 (6)																
g) praktizierender ZA seit			5,9 J (+/- 8,0)																	
h) Erfahrungen am SIMODONT Dental Trainer in %, (n)																				
ja	0,0 (0)	66,7 (20)	29,0 (9)	31,5 (29)																
nein	100,0 (31)	33,3 (10)	71,0 (22)	68,5 (63)																
i) Englischkenntnisse in %, (n)																				
	keine	geringe	mittlere	gute	sehr gute	keine	geringe	mittlere	gute	sehr gute	keine	geringe	mittlere	gute	sehr gute	keine	geringe	mittlere	gute	sehr gute
verstehendes Lesen	0,0 (0)	0,0 (0)	16,1 (5)	54,8 (17)	29,0 (9)	0,0 (0)	0,0 (0)	26,7 (8)	56,7 (17)	16,0 (5)	0,0 (0)	3,2 (1)	9,7 (3)	61,3 (19)	25,8 (8)	0,0 (0)	1,1 (1)	17,4 (16)	57,6 (53)	23,9 (22)
Hören	0,0 (0)	3,2 (1)	22,6 (7)	45,2 (14)	29,0 (9)	0,0 (0)	3,3 (1)	26,7 (8)	56,7 (17)	13,3 (4)	0,0 (0)	6,5 (2)	22,6 (7)	64,5 (20)	6,5 (2)	0,0 (0)	4,3 (4)	23,9 (22)	55,4 (51)	16,3 (15)
Vortrag halten	0,0 (0)	6,5 (2)	48,4 (15)	35,5 (11)	9,7 (3)	3,3 (1)	23,3 (7)	36,7 (11)	33,3 (10)	3,3 (1)	12,9 (4)	22,6 (7)	41,9 (13)	19,4 (6)	3,2 (1)	2,4 (5)	17,4 (16)	42,4 (39)	29,3 (27)	5,4 (5)

4.1.3 Erfahrungen im Bereich Computer- und Videospiele

Die erste Frage dieses Komplexes untersuchte, ob die Teilnehmer regelmäßig Computer- oder Videospiele spielten. 17,4 % (n = 16) der Teilnehmer beantworteten diese Frage mit „ja“. Schlüsselst man die 16 Probanden hinsichtlich der einzelnen Gruppen auf, zeigt sich, dass 29,0 % (n = 9) der approbierten Zahnärzte, 16,7 % (n = 5) der Studierenden in der Klinik und 6,5 % (n = 2) der Studierenden aus der Vorklinik regelmäßig Computer- oder Videospiele spielen. In der Vergangenheit nutzten 50,0 % (n = 46) der Probanden regelmäßig Computer- oder Videospiele, die meisten stammten aus der zweiten Gruppe (56,7 %, n = 17).

Probanden, die diese beiden Fragen mit „nein“ beantworteten (n = 46), wurden in der folgenden Ergebnisdarstellung für den Fragebogenteil B. Computer- und Videospiele nicht berücksichtigt. 19 Probanden konsumierten seit mehr als 10 Jahren Computer- und Videospiele, 29 Probanden seit maximal 10 Jahren. Unterschiede fanden sich zwischen den einzelnen Gruppen, so lag der Median für die studentischen Gruppen bei 2,0 (Studierende Vorklinik) bzw. bei 3,0 (Studierende Klinik). Studierende spielten somit im Median seit 1-5 Jahren bzw. 5- 10 Jahren Computerspiele. Approbierte Zahnärzte beantworteten die Frage im Median mit „mehr als 10 Jahren“ (Md = 4). Betrachtet man die absolute Häufigkeit, so lässt sich feststellen, dass 21 Probanden ein- bis zweimal wöchentlich und vier Probanden nahezu täglich Computer- und Videospiele verwendeten. Der Median zwischen diesen drei Gruppen stieg ebenfalls von 1,0 (Studierende Vorklinik) über 2,0 (Studierende Klinik) auf 3,0 (approbierte Zahnärzte). Approbierte Zahnärzte spielten somit im Median drei- bis viermal wöchentlich, klinische Studierende zwei- bis dreimal wöchentlich und Studierende der Vorklinik ein- bis zweimal in der Woche Computer- und Videospiele. Bei der Auswertung der Zeitspanne und Häufigkeit gilt zu beachten, dass einige Probanden mehrere Antwortmöglichkeiten ankreuzten.

Die nächste Frage beschäftigte sich mit dem benutzten Typ von Computer- und Videospiele, wobei mehrere Felder angekreuzt werden konnten. Von den 46 Probanden, die in die Auswertung einbezogen wurden, gaben 83,3 % (n = 40) an Computer bzw. Computer mit Tastatur (54,2 %, n = 26) zu spielen. Spielekonsolen wie Playstation, Nintendo und Xbox nutzten 50,0 % (n = 22) der Studienteilnehmer. In Bezug auf das Genre der Spiele, hier standen die Typen: Adventure, Ego-Shooter, Strategiespiele, Rollenspiele, Jump 'n' Run und Sportspiele zur Auswahl, waren Strategiespiele mit 48,3 % (n = 21) und Sportspiele, sowie Jump'n'Run Spiele mit 33,3 % (n = 16) die Beliebtesten. Die Auswertung der Lieblingsspiele der Teilnehmer ließ keinen Trend verzeichnen. Lediglich Versionen des Spiels „Fifa“ und „Super Mario“ wurden vier Mal genannt. Die abschließende Tabelle des zweiten Fragekomplex beantworteten alle teilnehmenden Probanden. Die Mediane liegen in den Bereichen „etwas zutreffend“ bis „voll zutreffend“. Betreffs der ersten Kategorien „Training manueller Fähigkeiten“ und „Erlernen räumlichen Denkens“ gaben 42,4 % (n = 39) bzw. 39,1 % (n = 36) ihre teilweise Zustimmung. Als überwiegend zutreffend sahen die Probanden, dass Computer- und Videospiele die „Hand- und Augenkoordination“ (44,6 %, n = 41), sowie die „Reaktionszeit“ (45,7 %, n = 42) verbessern. 60,9 % (n = 56) stimmten nicht, bzw. nur etwas zu, dass Computer- und Videospiele die „Fähigkeit verbessern, Probleme zu lösen“. Hinsichtlich der letzten Kategorie „Verbessern des Planungsvermögens“ stimmten 31,5 % (n = 29) mit „teilweise zutreffend“ ab. Die Mediane des Fragenkomplexes „Worin sehen Sie den Nutzen von Computer- und Videospiele?“ sind

gruppiert im folgenden Boxplotdiagramm in Abbildung 3 in den Anlagen abgebildet. Alle weiteren Ergebnisse dieses Fragenkomplexes sind in den Anlagen in Tabelle 12, Tabelle 13 und Tabelle 14 einzusehen.

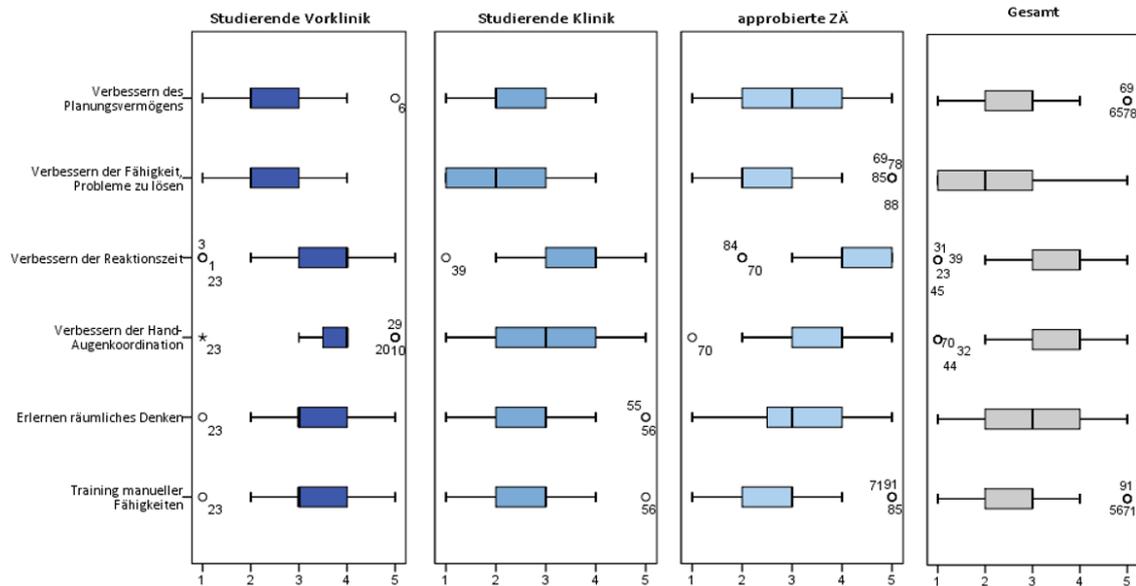


Abbildung 3: Boxplot. Auswertung Fragebogen Komplex B. h) Nutzen von Computer- und Videospielen

4.1.4 Praktische Versuche

Der dritte Teil des Fragebogens filterte die Einschätzungen der Probanden gegenüber den einzelnen praktischen Aufgaben bezüglich der Präparationszeit, der Menüführung und des Bewertungssystems heraus. Die nachfolgenden Ergebnisse dieses Komplexes sind in den Anlagen in Tabelle 15 und Tabelle 16 zu finden. Die Präparationszeit wurde für die Aufgaben: Manual Dexterity: 001001 Level 1 (Ovale Figur) und 001055: Level 5 (Quadrat, mit Spiegel) im Median mit 5,0 („voll zutreffend“) bewertet, wobei Studierende der Vorklinik mit 48,4 % (n = 15) die Präparationszeit von 4 Minuten der ersten Aufgabe als „überwiegend“ ausreichend empfanden. Die Menüführung der einzelnen praktischen Übungen wurde von allen Probandengruppen im Median mit „überwiegend“ verständlich (Md = 4) bewertet.

Daraufhin wurde das Bewertungssystem des Gerätes hinsichtlich seiner Aussagekraft und Objektivität beurteilt. Die Mediane für jede Aufgabe lagen bei „überwiegend zutreffend“ und „voll zutreffend“. Bezüglich der Objektivität des Bewertungssystems stimmten lediglich die Studierenden der klinischen Semester bei die Übungsaufgaben 2-4 (Manual Dexterity: 001013: Level 3 (Kreis), 001034: Level 4 (Kreuz, mit Spiegel) und 001055: Level 5 (Quadrat, mit Spiegel) im

Median mit „überwiegend zutreffend“ ab. Die anderen Gruppen sahen die Bewertung als „überwiegend“ aussagekräftig. Nachfolgende Abbildung 4 und Abbildung 5 stellen genannte Ergebnisse bezüglich des Bewertungssystems im Boxplotdiagramm dar.

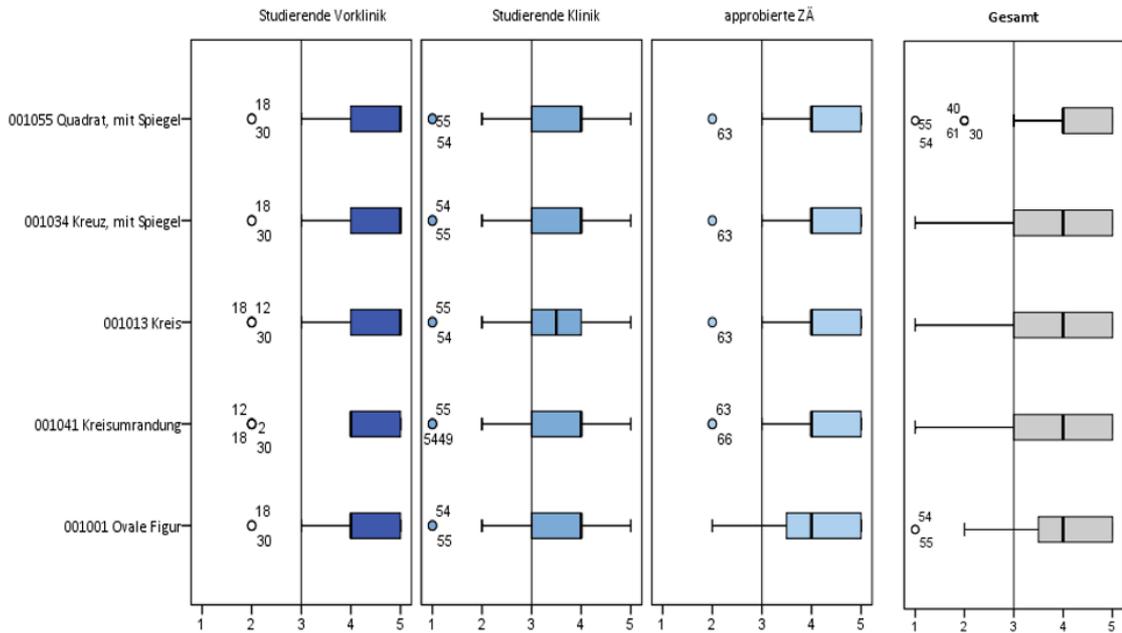


Abbildung 4: Boxplot. Auswertung Fragebogen Komplex C. Praktische Aufgaben. Bewertungssystem aussagekräftig.

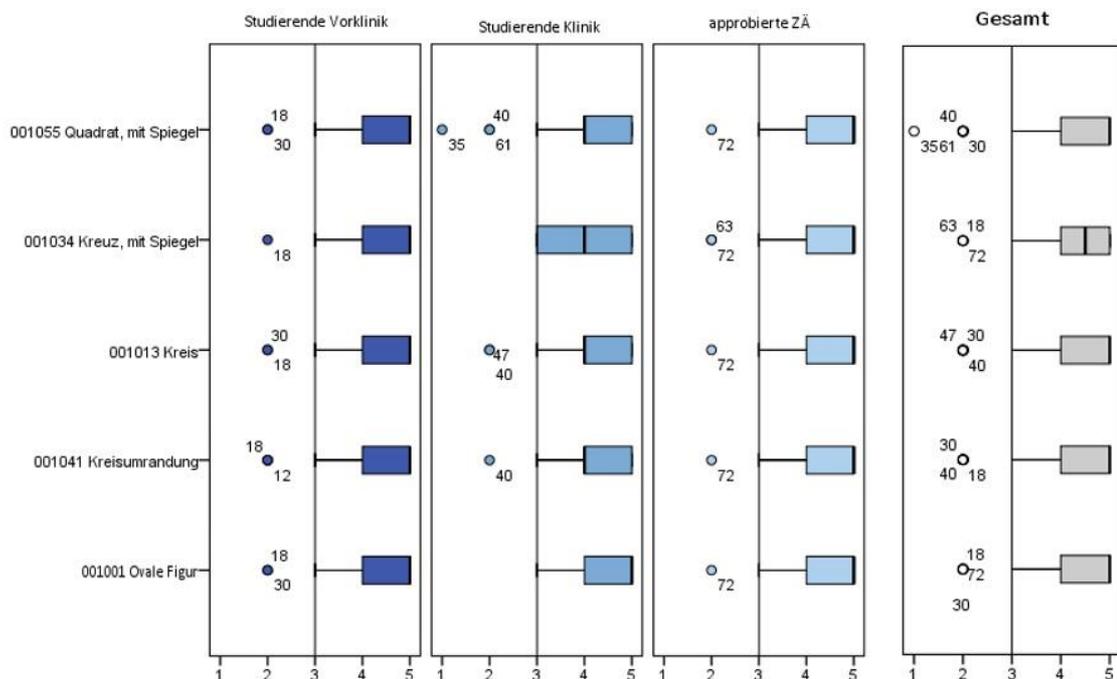


Abbildung 5: Boxplot. Auswertung Fragebogen Komplex C. Praktische Aufgaben. Bewertungssystem objektiv.

Anschließend evaluierten die Teilnehmer den Handspiegel. Hier bewerteten approbierte Zahnärzte und vorklinische Studierende den Spiegel mit 38,7 % (n = 12) bzw. 32,3 % (n = 10) als „überwiegend“ realistisch. Studierende der Klinik empfanden den Spiegel im Median als „etwas“

realitätsnah. Einige Probanden äußerten Missstände mit der Software, wie beispielsweise „Spiegel und das Winkelstück durchdringen sich“, „Spiegel überkreuzt Winkelstück, Wasserstrahl tritt durch Werkstück durch“ und „Spiegel bleibt in Realität nicht trocken“. Bezüglich der Hardware wurden Aussagen wie „Spiegelgriff zu kurz“ und „Spiegel, Schleifer kommen bei Aufgabe vier nicht aneinander vorbei, stoßen an“ getroffen. Andere bemängelten, dass der Spiegel „sehr empfindlich“ oder „zu sensibel bei Bewegungen“ sei.

4.1.5 SIMODONT Dental Trainer

Im ersten Abschnitt dieses Fragebogenkomplex evaluierten die Teilnehmer die Benutzerfreundlichkeit des Simulators. Zunächst wurden etwaige Probleme mit der Software, Hardware oder Ladezeit benannt. Die Mediane hierfür lagen bei 1,0, im Allgemeinen fielen keine Probleme auf. Eine Abweichung fand sich in der zweiten Gruppe. Hier traten bei 13,3 % (n = 4) der Probanden „überwiegend“ und bei 26,7 % (n = 8) „voll“ Probleme mit der Software auf. In Hinblick auf die Menüführung des Gerätes erachteten alle Probanden das Gerät im Median als „überwiegend“ benutzerfreundlich. Kriterien waren hier inwieweit das Gerät selbstverständlich, selbsterklärend und einfach zu bedienen war. Zusätzlich stellte sich heraus, dass die Teilnehmer „überwiegend“ (48,9 %, n = 45, Md = 4) der Ansicht waren, dass die Englischkenntnisse der Studierenden für das Gerät ausreichen und dass Studierende sich von Beginn des Studiums mit englischen Fachtermini auseinandersetzen sollten (33,7 %, n = 31, Md = 4). Die Ergebnisse dieser beiden Bereiche sind in Tabelle 17 und Tabelle 18 in den Anlagen aufgeführt.

Im nächsten Fragebogenabschnitt evaluierten die Teilnehmer den Nutzen des Simulators (Ergebnisse in Tabelle 17 bzw. Tabelle 18). Die geringste Zustimmung fand sich bei der Personalreduzierung (Gesamt Md = 3 („teilweise zustimmend“)). Betrachtet man jedoch die einzelnen Gruppen, so stimmten 53,3 % (n = 16) der Studierenden in der Klinik mit „nicht zutreffend“ und 51,6 % (n = 16) der approbierten Zahnärzte mit „nicht zutreffend“ und „etwas zutreffend“. Weitere Unterschiede fanden sich in der Aussage objektive praktische Leistungsüberprüfung. 33,3 % (n = 10) der zweiten Gruppe empfanden diese Aussage als „nicht zutreffend“, während die meisten Probanden der anderen Gruppen die Aussage mit „voll zutreffend“ (Studierende Vorklinik: 45,2 % (n = 14), approbierte Zahnärzte: 29,0 % (n = 9)) bzw. „überwiegend zutreffend“ (approbierte Zahnärzte: 29,0 % (n = 9)) bewerteten. Insgesamt sah die zweite Probandengruppe den Nutzen der Anwendung als am Geringsten an. Die nachfolgende Abbildung 6 zeigt schematisch die Mediane der einzelnen Items im Boxplotdiagramm auf.

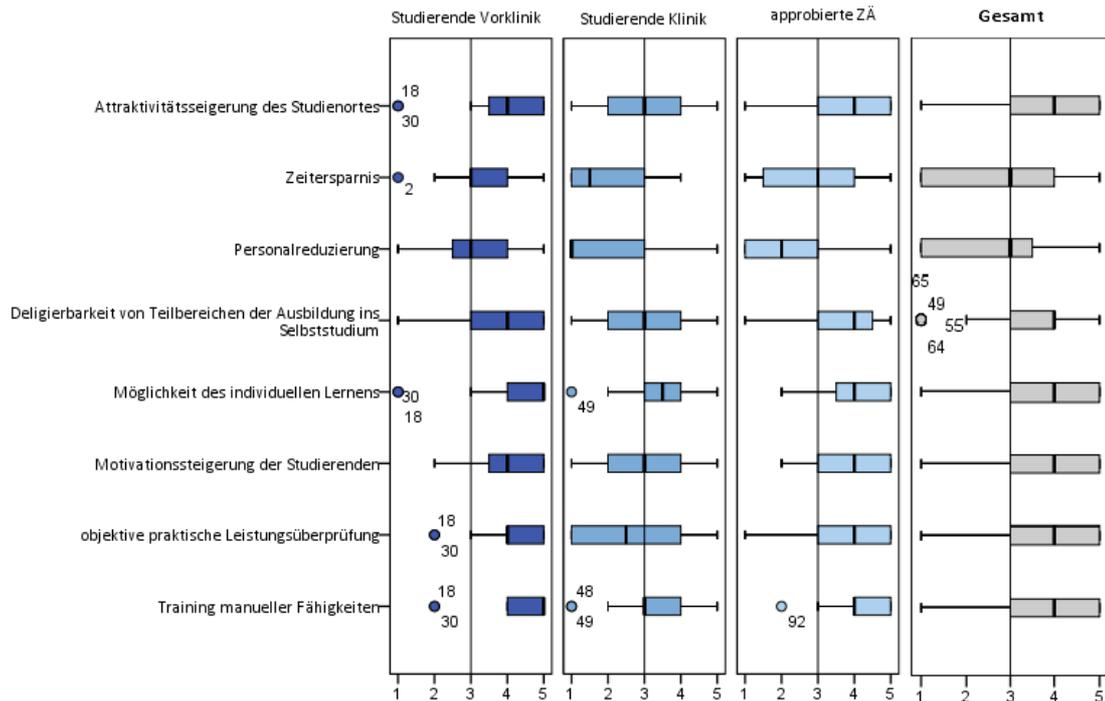


Abbildung 6: Boxplot. Auswertung Fragebogen Komplex D. SIMODONT Dental Trainer. b) Nutzen des Simulators

Weiterhin wurde nach der möglichen Implementierung des Gerätes geforscht. 15 (48,4 %) Studierende der Vorklinik beantworteten diese Frage nicht. Die Probanden stimmten im Gesamten mehrheitlich dafür, den Simulator in die vorklinischen Kurse TPK und Phantom I-III einsetzen zu wollen. Die höchste Zustimmung fand sich für den Phantom I Kurs mit 74,0 % (n = 57). Für eine Implementierung in den klinischen Kurs der Zahnerhaltung stimmten im Gesamten nur 7 (9,7 %) Probanden. Das Einsetzen des Simulators in den klinischen Kurs der Prothetik lehnten mehrheitlich 93,5 % (n = 72) der teilnehmenden Probanden ab. Tabelle 19 zeigt die Ergebnisse.

Der letzte Fragenkomplex beurteilte das Gerät abschließend. Im Allgemeinen stimmten die Probanden mit 38,0 % (n = 35) „teilweise“ und mit 27,2 % (n = 25) „überwiegend“ zu, dass die Anschaffungskosten für das Gerät zu hoch seien. Auf die Frage, ob der Simulator auf lange Sicht eine billigere Ausbildung schaffen könne, entschieden sich die Teilnehmer im Median für „etwas zutreffend“ (Gruppe zwei und drei) bzw. für „teilweise zutreffend“ (Gruppe eins). Alle weiteren Fragen beantwortete Gruppe drei im Median mit 4 bzw. 3. Sie hätten überwiegend gerne schon selbst im Studium mit dem Simulator gearbeitet, konnten das Gerät überwiegend für die praktische Ausbildung in der Zahnmedizin empfehlen und fanden den Simulator ebenfalls hilfreich für die Vorklinik und Klinik (hier Median 3). Lediglich ein Proband konnte den Simulator nicht für die praktische Ausbildung in der Zahnmedizin empfehlen. Im Gegensatz dazu stimmten bei dieser Frage 47,6 % (n = 10) der vorklinischen Studierenden und 32,3 % (n = 10) der approbierten Zahnärzte mit „voll zutreffend“. Tabelle 20 und Tabelle 21 zeigen die Ergebnisse dieses Komplexes.

Der letzte Abschnitt des Fragebogens konnte von den Teilnehmern genutzt werden um Anregungen zu geben. Als positiv wurde notiert, dass der SIMODONT Dental Trainer umweltfreundlicher als die konventionellen Phantomköpfe sei, eine Materialkostensparnis für die Studierenden mit sich bringe und eine gute Ergänzung zu den Phantomkursen biete. Einem Probanden gefiel die Möglichkeit englische Fachtermini durch den SIMODONTEN erlernen zu können. Andere empfanden die Bewertung der Kavitätenpräparation als gut. Zudem wurde die Möglichkeit bzw. das Erlernen des indirekten Arbeitens als positiv notiert. Der Cursor und die Ablagefläche für die Hände sollten verbessert werden. Diese sei „für Hände und Stabilisation zu klein“ und man „verstelle gegebenenfalls die Objekte“, sodass man „mehr Platz unter dem Bildschirm“ benötige. Eine Verbesserung der Haptik und eine Änderung der Drehzahlen, sowie größere Diamanten beim Präparieren seien wünschenswert. Einige Brillenträger fühlten sich benachteiligt, weil eine zusätzliche Brille beim Arbeiten störe und ein Proband hatte aufgrund einer Rot-Grün-Sehschwäche Schwierigkeiten die Aufgaben zu bearbeiten.

4.1.6 Auswertung der praktischen Versuche

Im Folgenden werden die Ergebnisse der praktischen Aufgaben ausgewertet. Die praktischen Übungen werden zunächst einzeln ausgewertet und anschließend zusammenhängend betrachtet.

4.1.7 Manual Dexterity: 001001: Level 1 (Ovale Figur)

Die Ergebnisse für Manual Dexterity: 001001: Level 1 (Ovale Figur) sind in Tabelle 4 und Tabelle 22 einzusehen. Betrachtet man die Studierenden der Vorklinik, lässt sich feststellen, dass 35,5 % (n = 11) die Übung nicht erfolgreich lösten. Häufigster Grund für den Misserfolg war die Abweichung in den beigefarbenen Bereich, in den Container. Lediglich zwei Mal wurde die vorgegebene Zeit von 240,00 Sekunden überschritten, ein weiteres Mal war die Abweichung in den seitlichen Bereich größer als die vorgegebenen maximalen 20,0 %. Der Mittelwert der benötigten Zeit betrug 172,70 Sekunden (n = 20, SD = 48,63), für die Abweichungen in den grünen Bereich 8,7 % (Leeway Bottom, n = 20, SD = 3,1) bzw. 4,6 % (Leeway sides, n = 20, SD = 3,0).

In der zweiten Probandengruppe schlossen 29 der 30, davon 83,3 % (n = 25) beim ersten Versuch, der Studierenden die Übung erfolgreich ab. Die Studierenden benötigten im Mittel 112,14

Sekunden (SD = 36,53), wobei die schnellste Präparation mit 50,00 Sekunden abgeschlossen wurde und wichen im Durchschnitt 5,3 % (SD = 4,1) vom Leeway Bottom und 3,4 % (SD = 1,9) vom Leeway Sides ab. Insgesamt wurde sechs Mal der Container berührt und jeweils einmal die Zeit und die Abweichung im Leeway Bottom/Sides überschritten.

74,2 % (n = 23) der approbierten Zahnärzte absolvierten die erste Übung beim ersten Versuch erfolgreich, weitere sechs (19,4 %) Probanden jeweils beim zweiten und dritten Versuch. Zwei (6,5 %) Probanden fehlten bei der Aufgabe. Ursächlich war insgesamt 14 Mal die Abweichung in den Container und einmal eine Zeitüberschreitung. Das arithmetische Mittel der Zeit ergab 132,14 Sekunden (SD = 47,97) und die der Abweichungen im Boden 6,7 % (SD = 3,8) und in die Seiten 2,8 % (SD = 1,6).

Zusammenfassend absolvierten diese Übung 61 Probanden beim ersten Versuch erfolgreich, 14 Probanden bestanden die Aufgabe nicht. In der Gruppe der vorklinischen Studierenden schlossen weniger Probanden (n = 20) die praktische Aufgabe ab, als in den übrigen Gruppen (Studierende Klinik n = 29, approbierte Zahnärzte n = 29). Sie benötigten dabei durchschnittlich mehr Zeit (172,70 Sekunden, SD = 48,63) und wiesen höhere Fehlerquoten beim Überschreiten in die Seiten und Böden (4,6 %, SD = 3,0 bzw. 8,7 %, SD = 3,1) als Probanden der übrigen Gruppen auf. Der häufigste Grund für ein Misslingen war in allen Gruppen die Abweichung in den Container.

Tabelle 4: Auswertung Manual Dexterity: 001001: Level 1 (ovale Figur)

Manual Dexterity: 001001: Level 1 (ovale Figur)								
	Studierende Vorklinik (n = 31)		Studierende Klinik (n = 30)		Approbierte ZÄ (n = 31)		Gesamt (n = 92)	
	n	in %	n	in %	n	in %	n	in %
bestanden bei:								
nicht bestanden	11	35,5	1	3,3	2	6,5	14	15,2
Versuch 1	13	41,9	25	83,3	23	74,2	61	66,3
Versuch 2	4	12,9	3	10,0	3	9,7	10	10,8
Versuch 3	3	9,7	1	3,3	3	9,7	7	7,6
Misserfolgsgrund Versuch 1								
Zeit > 240 s	1	5,6	1	20,0	0	0,0	2	6,4
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	0	0,0	1	20,0	0	0,0	1	3,2
Container Bottom/Sides > 0,0 %	17	94,4	3	60,0	8	100,0	28	90,3
Misserfolgsgrund Versuch 2								
Zeit > 240 s	1	7,1	0	0,0	0	0,0	1	4,8
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	1	7,1	0	0,0	0	0,0	1	4,8
Container Bottom/Sides > 0,0 %	12	85,7	2	100,0	5	100,0	19	90,5
Misserfolgsgrund Versuch 3								
Zeit > 240 s	0	0,0	0	0,0	1	50,0	1	7,1
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Container Bottom/Sides > 0,0 %	11	100,0	1	100,0	1	50,0	13	92,9

4.1.8 Manual Dexterity: 001041: Level 2 (Kreisumrandung)

Diese Aufgabe wurde von zwei Studierenden der Vorklinik beim ersten Versuch abgeschlossen, dem Rest missglückte diese Aufgabe. Am häufigsten führte ein Abweichen in den Container zu einem Misslingen (Versuch 1: 89,7 %, n = 26, Versuch 2: 79,3 %, n = 23, Versuch 3: 93,1 %, n = 27). Die beiden Studierenden benötigten 200,00 Sekunden bzw. 235,00 Sekunden und wichen im Durchschnitt 13,4 % (SD = 1,4) in den Boden und 9,9 % (SD = 2,1) in die Seite ab.

Je drei Studierende der Klinik (10,0 %) schlossen die Aufgabe beim ersten bzw. zweiten Versuch erfolgreich ab, weitere sechs (20,0 %) beim dritten Versuch. 18 Mal wurde die Präparationszeit überschritten und 47 Mal wurde der Container berührt und die Aufgabe missglückte. Die Studierenden benötigten im Durchschnitt 179,42 Sekunden (SD = 59,17). Die mittlere Abweichung in den Boden belief sich auf 7,8 % (SD = 3,5), in die Seiten auf 9,2 % (SD = 3,4).

Die Ergebnisse der approbierten Zahnärzte stellten sich wie folgt dar. 19,4 % (n = 6) der Teilnehmer beendeten die Aufgabe erfolgreich. Die Gründe für das Misslingen deckten sich mit denen der anderen Gruppen. Die Berührung des Containers (insgesamt 68 Mal) führte am häufigsten zum Misslingen. Die vorgegebene Zeit wurde 9 Mal (34,5 %) überschritten und die durchschnittliche Abweichung in den Boden belief sich auf 12,3 % (SD = 5,4), in die Seiten auf 9,4 % (SD = 1,0). Die approbierten Zahnärzte präparierten im Durchschnitt in 228,00 Sekunden (SD = 11,00).

Zusammenfassend durchliefen diese Aufgabe 21,7 % (n = 20) der 92 Studienteilnehmer erfolgreich. Während in der ersten Probandengruppe nur 6,5 % (n = 2) der Teilnehmer die praktische Übung erfolgreich abschließen konnten, betrug dieser Prozentsatz in der zweiten Gruppen 40,0 % (n = 12) und in Gruppe drei 19,4 % (n = 6). Bezüglich der beanspruchten Zeit ergaben sich auch hier für die zweite Gruppe die geringsten Mittelwerte. Häufigster Grund für den Misserfolg war in allen Gruppen eine Abweichung in den beigefarbenen Bereich, den „Container“. Die beschriebenen Ergebnisse finden sich in Tabelle 23 und nachfolgender Tabelle 24 in den Anlagen.

4.1.9 Manual Dexterity: 001013: Level 3 (Kreis)

Die dritte praktische Übung konnte lediglich ein Studierender der Vorklinik erfolgreich beenden. Dieser benötigte 230,00 Sekunden und wich 5,1 % in den Boden und 5,6 % in die Seite ab. Allen anderen gelang diese Aufgabe, meist auf Grund eines Containeranstoßes (n = 76) nicht. Im Gegensatz dazu erfüllten 13 Studierende der Klinik (43,3 %) die Aufgabe unter den vorgegebenen

Kriterien. Häufigster Grund für das Missglücken war die Abweichung in den Container (n = 55), während Überschreitungen der Zeit neun Mal und in den Boden bzw. in die Seite nur vier Mal ursächlich für die Fehlversuche waren. Die 13 Studierenden präparierten im arithmetischen Mittel 202,12 Sekunden (SD = 23,90) und wichen 10,9 % (SD = 6,1) und 8,1 % (SD = 4,9) in den Boden und die Seiten ab.

Die Gruppe der approbierten Zahnärzte absolvierte diese praktische Übung zu 64,5 % (n = 20) erfolgreich. Die durchschnittliche Zeit betrug 205,45 Sekunden (SD = 22,19). Die Seiten wurden durchschnittlich zu 8,1 % (SD = 3,6) berührt. Die Abweichung in den Container war bei allen Fehlversuchen häufigster Grund für ein Scheitern der Aufgabe.

Zusammenfassend haben 36,96 % (n = 34) der Teilnehmer die Übung erfolgreich abschließen können. Der größte Anteil (n = 20) war der Gruppe der approbierten Zahnärzte zugehörig. Die schnellste Präparationszeit (159,00 Sekunden) und geringste Abweichung in die Ränder (Leeway Bottom = 1,0 %, Leeway Sides = 1,0 %) wurde von einem Studierenden der Klinik erzielt. Lediglich ein Student der Vorklinik konnte die Aufgabe erfolgreich beenden. Alle Ergebnisse dieses praktischen Versuches sind in den Anlagen in Tabelle 25 und Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Auswertung Manual Dexterity: 001013: Level 3 (Kreis), bestandene Aufgaben

Manual Dexterity: 001013: Level 3 (Kreis)								
	Studierende Vorklinik (n = 2)		Studierende Klinik (n = 12)		Approbierte ZÄ (n = 6)		Gesamt (n = 20)	
	Mw	SD	Mw	SD	Mw	SD	Mw	SD
Zeit in s	230,00	-	202,15	23,90	205,45	22,19	204,91	22,65
Leeway Bottom in %	5,1	-	10,9	6,1	10,2	4,50	10,3	5,1
Leeway Sides in %	5,6	-	8,1	4,90	8,1	3,60	8,0	4,1

4.1.10 Manual Dexterity: 001034: Level 4 (Kreuz, mit Spiegel)

Die vierte praktische Aufgabe wurde von keinem Studierenden der Vorklinik erfolgreich abgeschlossen. Zum Misserfolg führten Abweichungen in den Container und Überschreiten der Zeit. Eine Abweichung $\geq 20,0$ % in die Seiten und Böden wurde nicht dokumentiert.

Bei 12 (40,0 %) Studierenden der Klinik konnte die Aufgabe als bestanden gewertet werden. Sie präparierten durchschnittlich 202,25 Sekunden (SD = 46,61). Der Mittelwert für die Abweichung in die Seite betrug 16,0 % (SD = 25,1), für den Boden 5,9 % (SD = 2,7). Hier war neben der Abweichung in den Container (insgesamt 45 Mal) eine Zeitüberschreitung (insgesamt 22 Mal) häufigster Grund für ein Misslingen bzw. Scheitern der Aufgabe.

Insgesamt erfüllten 19 (61,3 %) der 31 approbierten Zahnärzte die Aufgabe erfolgreich. Dies gelang 9 Probanden (29,0 %) beim ersten Versuch. Das arithmetische Mittel für die Zeit ergab 218,74 Sekunden (SD = 20,23). Die Abweichungen in den Boden und die Seiten betragen im Mittel 5,0 % (SD = 3,3) und 8,3 % (SD = 3,0). Alles in allem führte von 50 Fehlversuchen ein Abweichen in den Container 30 Mal zu einem nicht bestehen des Versuches bzw. der Übung. Auch hier konnte keine Abweichung in die Böden und Seiten von $\geq 20,0$ % dokumentiert werden.

Betrachtet man die Ergebnisse der vierten Aufgabe für alle Gruppen, lässt sich feststellen, dass die approbierten Zahnärzte besser als die Studierenden der beiden anderen Gruppen abschnitten. Während es 19 Teilnehmern dieser Gruppe gelang die Aufgabe, zusätzlich mit einer geringeren mittleren Abweichung in den Boden (5,0 %, SD = 3,3) und in den Seiten (8,3 %, SD = 3,0), zu bestehen, konnten nur 12 Studierende der Klinik die Aufgabe erfolgreich beenden. Keiner der vorklinischen Studierenden absolvierte die Übung unter den geforderten Bedingungen. Die zweite Probandengruppe nahm im Mittel die geringste Zeit in Anspruch. Häufigste Ursache für ein Misslingen der Aufgabe war in allen drei Gruppen ein Abweichen in den beigefarbenen Bereich, den „Container“. In den Anlagen können die dargestellten Ergebnisse der vierten praktischen Aufgabe in Tabelle 26 und Tabelle 27 eingesehen werden.

4.1.11 Manual Dexterity: 001055: Level 5 (Quadrat, mit Spiegel)

Die letzte Aufgabe konnten 67,7 % (n = 21), die meisten davon beim ersten Versuch (29,0 %, n = 9), der vorklinischen Studierenden unter den vorgegebenen Kriterien abschließen. Das arithmetische Mittel der Zeit betrug 114,10 Sekunden (SD = 59,30). Der Boden und die Seiten wurden durchschnittlich zu 6,9 % (SD = 6,2) und 13,6 % (SD = 3,3) berührt. Eine Zeitüberschreitung war nur einmal ursächlich für die Wiederholung des Versuches.

16 (53,3 %) der 30 Studierenden der zweiten Gruppe schlossen die letzte praktische Aufgabe erfolgreich ab. 42 Mal musste auf Grund einer zu hohen Abweichung in den Boden bzw. die Seiten die Aufgabe wiederholt werden. Die gemittelte Präparationszeit betrug 59,63 Sekunden (SD = 41,00), bei einer durchschnittlichen Abweichung von 4,3 % (SD = 5,7) in den Boden , sowie 12,2 % (SD = 5,7) in den Seiten.

Die Ergebnisse der approbierten Zahnärzte stellen sich wie folgt dar. 90,3 % (n = 28) Teilnehmer konnten die Aufgabe erfolgreich lösen. Die durchschnittliche Zeit betrug 63,68 Sekunden (SD = 28,80). Den Boden und die Seiten präparierten die Probanden im Mittel zu 6,7 % (SD = 6,3) und

11,9 % (SD = 6,0) an. Als häufigste Ursache für ein Misslingen des Versuches bzw. der Übung wurde die Abweichung in den Container errechnet.

Zusammenfassend konnten die meisten Teilnehmer der dritten Gruppe (90,3 %, n = 28) die Aufgabe erfolgreich abschließen, gefolgt von der ersten Gruppe (67,7 %, n = 21). Die zweite Gruppe schloss die Aufgabe zu 53,3 % (bei n = 16) ab. Sie präparierten im Mittel jedoch am schnellsten (59,60 Sekunden, SD = 41,00) und hatten die geringste Abweichung in den Boden (4,3 %, SD = 5,7). Die häufigsten Gründe für das Missglücken der Aufgabe waren sowohl die Überschreitung der maximalen Abweichung in den Boden bzw. Seiten, als auch die des Containers. Tabelle 28 und Tabelle 29 in den Anlagen zeigen die beschriebenen Ergebnisse.

4.1.12 Zusammenhängende Betrachtung der praktischen Versuche

Betrachtet man die Versuche und Probandengruppen zusammenhängend, lässt sich folgendes feststellen. Im Durchschnitt schlossen 65,8 % der approbierten Zahnärzte die Aufgaben erfolgreich ab, im Gegensatz dazu nur durchschnittlich 54,7 % der Studierenden der Klinik bzw. 28,4 % der Studierenden der Vorklinik. Die Studierenden der Vorklinik schnitten in allen fünf Übungen schwächer ab. So gelang es in den Aufgaben 2-4 kaum einem Studierenden (6,5 %; 3,2 %; 0,0 %) die erforderlichen Kriterien zu erfüllen. Studierende der Klinik und approbierte Zahnärzte schnitten vergleichsweise ähnlicher ab. Die erste praktische Aufgabe konnten 96,7 % der Studierenden der Klinik und 93,5 % der approbierten Zahnärzte beenden. Die zweite praktische Übung absolvierten mehr als doppelt so viele klinische Studierende (40,0 %) wie approbierte Zahnärzte (19,4 %) erfolgreich. Die praktischen Aufgaben 3-5 beendeten mehr approbierte Zahnärzte erfolgreich. Die fünfte Aufgabe wurde von 90,3 % der approbierten Zahnärzte und von 53,3 % der Studierenden aus der Klinik erfolgreich beendet. Folgende Abbildung 7 zeigt die Aufgaben entsprechend der bestandenen Probanden je Gruppen, sowie den Gesamtdurchschnitt der Gruppen.

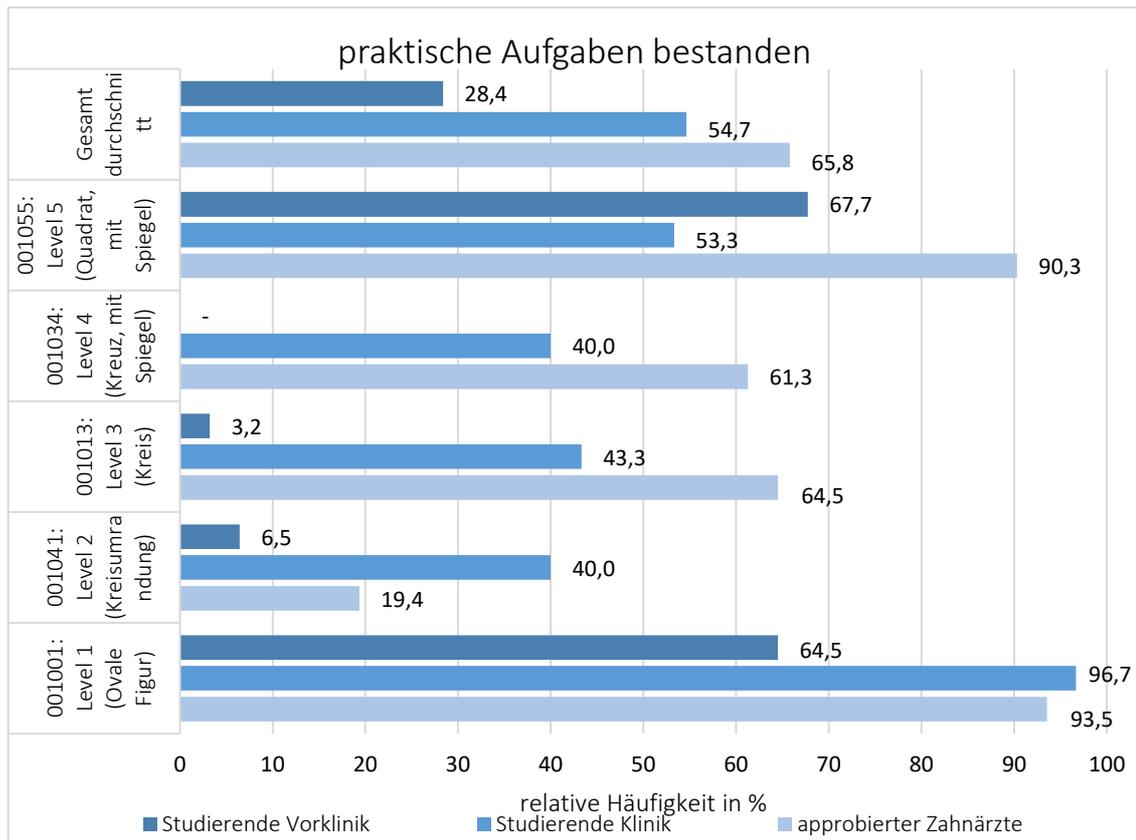


Abbildung 7: relative Häufigkeit der praktischen Aufgaben bestanden, nach Probandengruppen

Schlüsselt man die Aufgaben nach den mittleren Versuchen auf, erkennt man, dass durchschnittlich 35,5 % der approbierten Zahnärzte die Übungen beim ersten Versuch bestanden, 30,3 % von ihnen benötigten einen zweiten und dritten Versuch. Im Gegensatz dazu konnten nur bei rund einem Viertel der Studierenden aus der Klinik (25,3 %) und 15,5 % der vorklinischen Studierenden die Aufgabe nach dem ersten Versuch als erfolgreich abgeschlossen gewertet werden. Abbildung 8 verdeutlicht die relativen Häufigkeiten der Versuche, sortiert nach Gruppen.

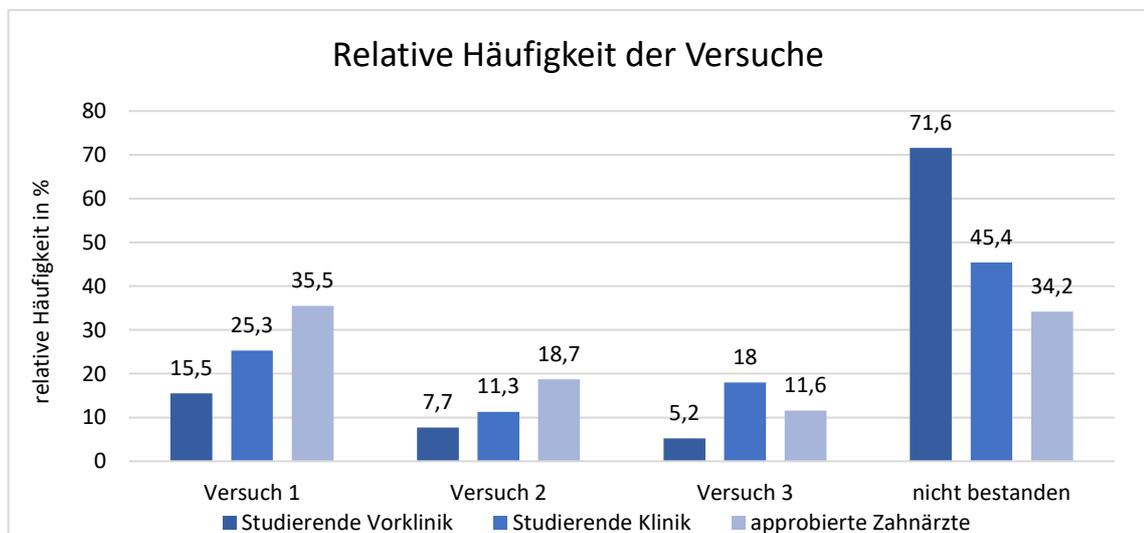


Abbildung 8: relative Häufigkeit der Versuche aller praktischen Aufgaben, nach Probandengruppen

Die Auswertung der Zeit weist auf Grund der sehr unterschiedlichen Anzahl an bestandenen und somit verwertbaren Versuchen einige Verzerrungen auf. Im Durchschnitt nahmen die Studierenden mehr Zeit in Anspruch. Eine Ausnahme stellte die zweite praktische Übung dar, hier benötigten die approbierten Zahnärzte mehr Zeit. Hier benötigten approbierte Zahnärzte durchschnittlich 227,50 Sekunden. Es gilt jedoch zu beachten, dass diese Übung nur 2 Studierende der Vorklinik bestanden, im Gegensatz dazu aber sechs approbierte Zahnärzte. Aufgabe drei konnte ebenso nur ein Studierender der Vorklinik erfolgreich abschließen. Am schnellsten präparierten durchschnittlich die Studierenden der Klinik. Die letzte praktische Übung wurde von allen Teilnehmern am schnellsten absolviert. Studierende der Klinik benötigten hier durchschnittlich 59,63 Sekunden, approbierte Zahnärzte schlossen die Aufgabe nach durchschnittlich 63,68 Sekunden erfolgreich ab. Abbildung 9 stellt genannte Ergebnisse dar.

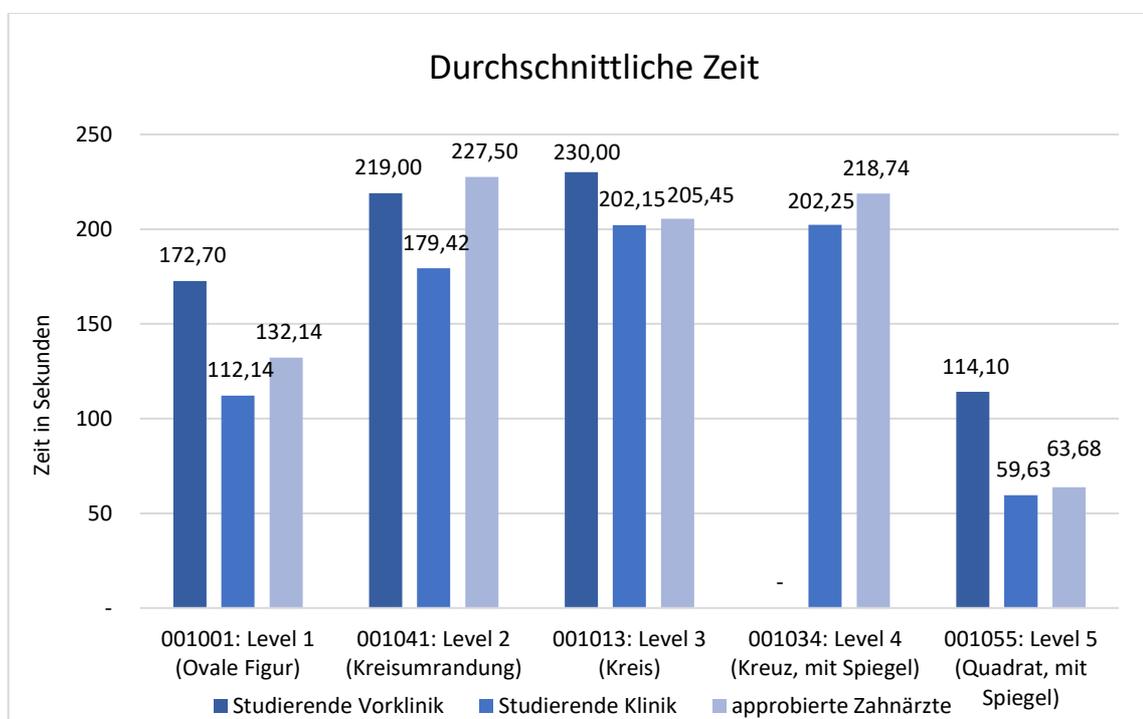
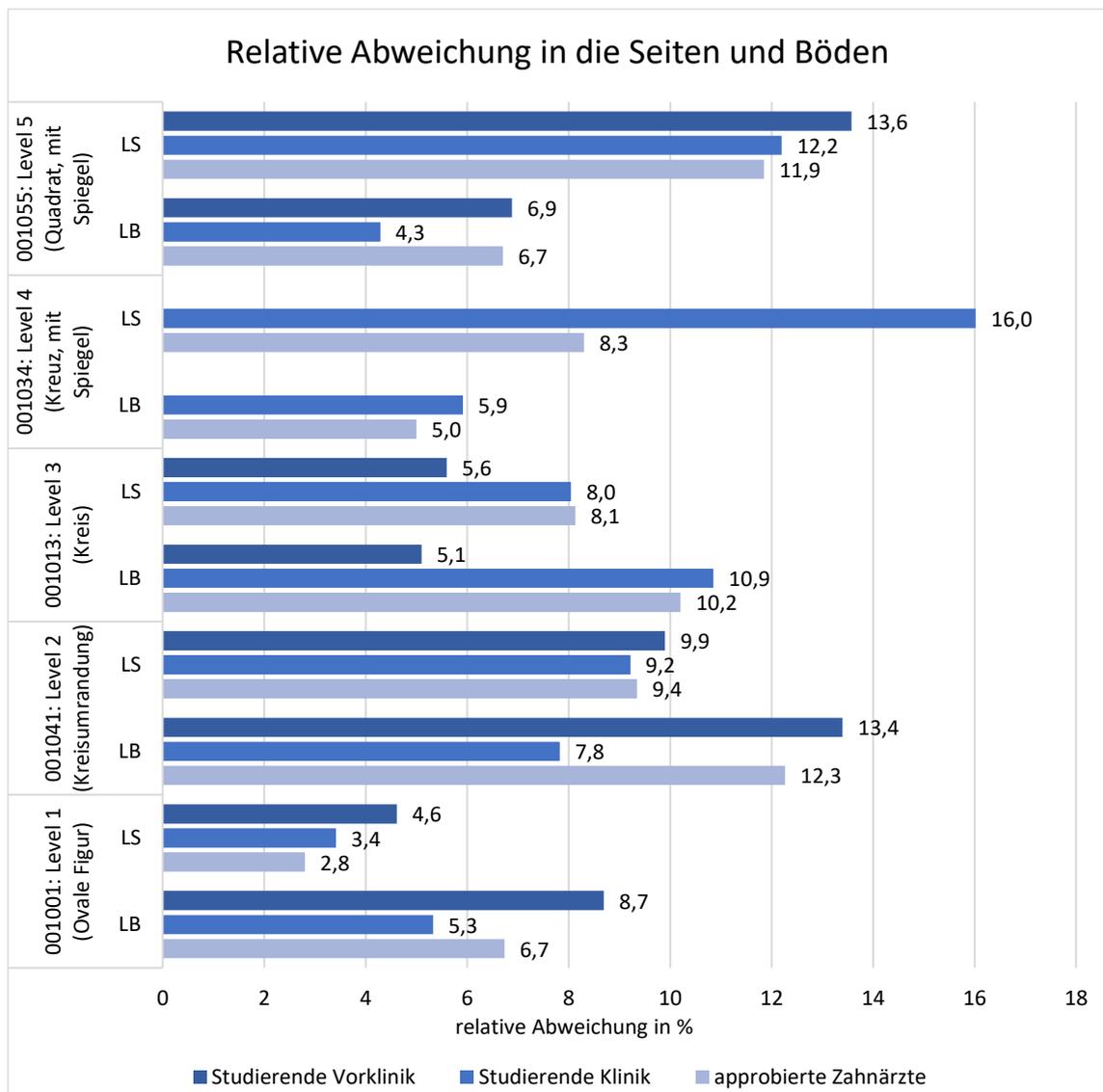


Abbildung 9: durchschnittliche Zeit je praktische Aufgabe, nach Probandengruppen

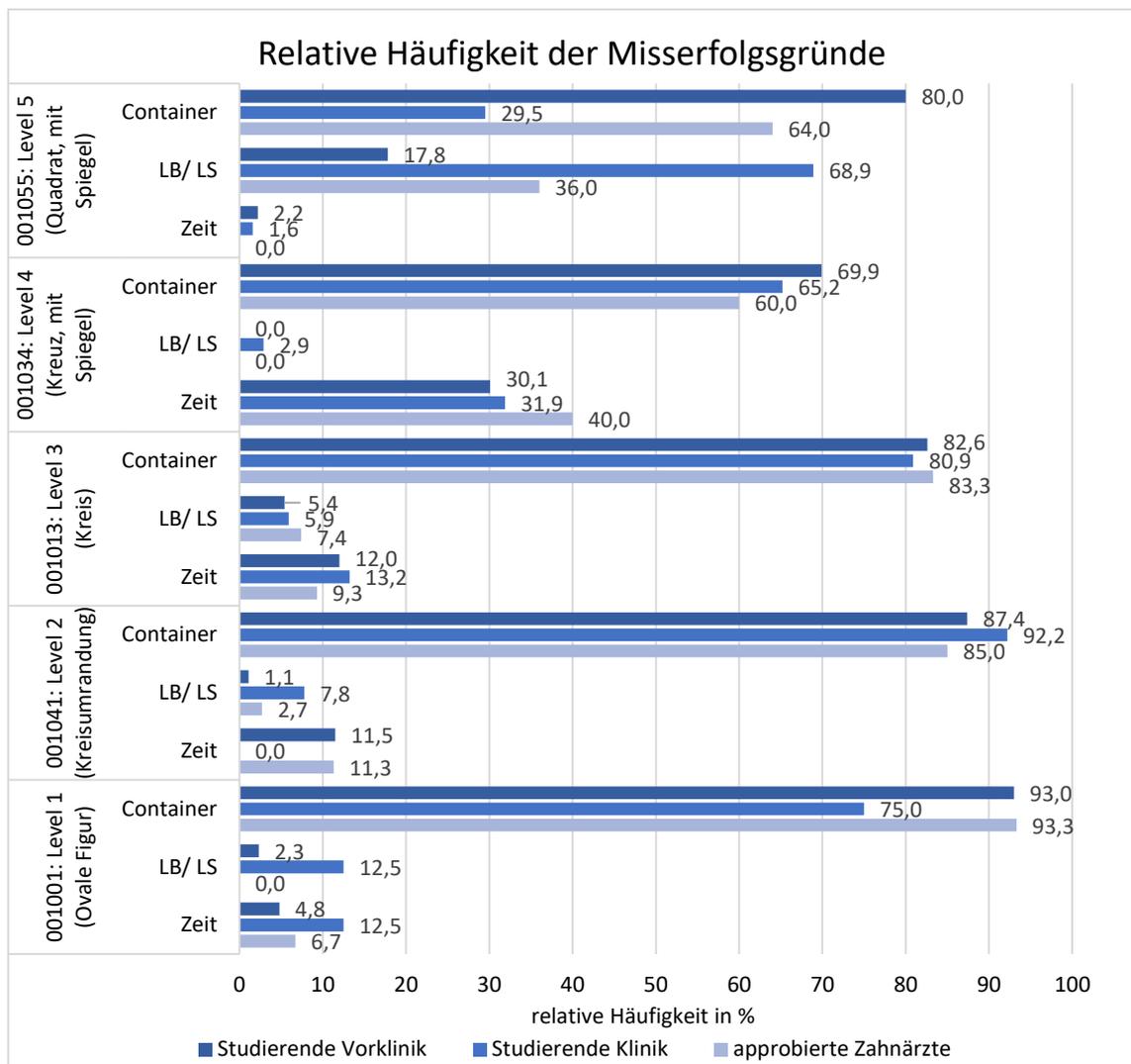
Die Betrachtung der durchschnittlichen Abweichung in die Seiten und Böden wird ebenfalls auf Grund der geringen Anzahl der gültigen Ergebnisse aus der ersten Gruppe verzerrt. Aufgabe 4 wurde von keinem der Studierenden der Vorklinik erfolgreich abgeschlossen. Dennoch lässt sich erkennen, dass sie Studierenden der Vorklinik im Mittel eine größere Abweichung in beide Bereiche hatten. In der fünften Aufgabe wichen sie beispielsweise zu 13,6 % in die Seiten und zu 6,9 % in den Boden ab, während die Studierenden der Klinik nur zu 12,2, % (Seiten) und 4,3 % (Boden) und die approbierten Zahnärzte nur zu 11,9 % (Seiten) und 6,7 % (Boden) abwichen. Deutlich mehr wichen die Studierenden der Klinik in der Aufgabe 4 (16,0 %) in die Seiten ab. Abbildung 10 zeigt die durchschnittlichen Abweichungen der jeweiligen Gruppen.



*LB: Leeway Bottom LS: Leeway Sides

Abbildung 10: durchschnittliche Abweichung in die Seiten und Böden in Prozent, nach Probandengruppe

Die folgende Abbildung 11 gibt einen Überblick über die Gründe, die zum Nicht Bestehen bzw. zur Wiederholung der einzelnen praktischen Übungen führten. In allen Aufgaben führte ein Überschreiten der vorgegebenen 0,0 % Grenze in den Container am häufigsten zum Misslingen der Übung. In Aufgabe 5 wichen die Probanden gegenüber den anderen Übungen häufiger in die Seiten bzw. Boden ab. Bei Studierenden der Klinik führte dies in 68,9 % zu einem Misslingen der Aufgabe. In Aufgabe 4 fiel auf, dass die Zeit im Gegensatz zu den anderen Aufgaben vermehrt ursächlich für ein Misslingen war. Die Zeit wurde bei 30,1 % bzw. 31,9 % der Studierenden der Vorklinik bzw. Klinik und bei 40,0 % der approbierten Zahnärzte überschritten.



*LB: Leeway Bottom LS: Leeway Sides

Abbildung 11: relative Häufigkeit der Misserfolgsgründe je praktische Aufgabe, nach Probandengruppe

4.1.13 Schließende Statistik

Um einordnen zu können, wie die Probanden in den praktischen Versuchen abschnitten, wurde folgende Nullhypothese und zugehörige Alternativhypothese aufgestellt.

Nullhypothese 1: Die praktischen Erfahrungen der Probanden haben keinen Einfluss auf das Abschneiden in den praktischen Versuchen.

Alternativhypothese 1: Die praktischen Erfahrungen der Probanden haben Einfluss auf das Abschneiden in den praktischen Aufgaben.

Zunächst wurde ein Summenscore (metrisch, ordinalskalierte Variable) erstellt, dessen Kodierung in Tabelle 6 abgebildet ist. Der Summenscore ergab sich dann aus der Addition der jeweils

einzelnen Punkte der Versuche. Folglich wies ein geringer Punktescore auf ein besseres Ergebnis als ein hoher Punktescore hin.

Tabelle 6: Nullhypothese 1, Bildung Summenscore für die praktischen Aufgaben

Manual Dexterity					
bestanden bei	001001: Level 1 (ovale Figur)	001041: Level 2 (Kreisumrandung)	001013: Level 3 (Kreis)	001034: Level 4 (Kreuz, mit Spiegel)	001055: Level 5 (Quadrat, mit Spiegel)
Versuch 1	1 Punkt	1 Punkt	1 Punkt	1 Punkt	1 Punkt
Versuch 2	2 Punkte	2 Punkte	2 Punkte	2 Punkte	2 Punkte
Versuch 3	3 Punkte	3 Punkte	3 Punkte	3 Punkte	3 Punkte
nicht bestanden	4 Punkte	4 Punkte	4 Punkte	4 Punkte	4 Punkte

Dieser Punktescore wurde anschließend mittels einfaktorieller Varianzanalyse (ANOVA) in Zusammenhang mit den einzelnen Gruppen gebracht. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 5\%$ festgelegt. Um die ANOVA als statistisches Modell verwenden zu können, müssen folgende drei Bedingungen erfüllt sein. Zunächst müssen die Stichproben unabhängig voneinander erhoben worden sein. Da es sich bei der Studie um verschiedene Probanden und Probandengruppen handelte, ist diese Bedingung zumindest annähernd gegeben. Ebenso sollen sich die Stichproben einer Normalverteilung annähern. Dies wurde optisch mittels Normalverteilungsdiagramm überprüft. Da der Normalverteilungsplot eine Gerade zeigte, wurde die Annäherung an eine Normalverteilung angenommen. Tabelle 7 zeigt die zugehörige explorative Datenanalyse.

Tabelle 7: Nullhypothese 1, deskriptive Statistik

Bereich		Statistik	
Summenscore für alle Prüfungen	Studierende Vorklinik	Mittelwert	16,65
		Median	17
		Standardabweichung	2,40
		Minimum	12
		Maximum	20
	Studierende Klinik	Mittelwert	14,17
		Median	14
		Standardabweichung	2,50
		Minimum	8
		Maximum	19
	Approbierter Zahnarzt	Mittelwert	12,23
		Median	12
		Standardabweichung	3,27
		Minimum	7
		Maximum	20
	Gesamt	Mittelwert	14,35
		Median	14
		Standardabweichung	3,28
		Minimum	7
		Maximum	20

Die dritte Voraussetzung der ANOVA ist die Varianzhomogenität, welche mittels Levene-Test überprüft wurde. Der Levene-Test erwies sich als nicht signifikant ($F(2;89) = 1,85, p = 0,163$), so dass eine Varianzhomogenität angenommen wurde. Tabelle 30 (Seite 78) zeigt die Ergebnisse

des Levene-Tests. Die Ergebnisse der anschließenden ANOVA (Tabelle 31, Seite 78) lieferten folgendes. Die Wahrscheinlichkeit, dass der F-Wert von $F(2; 89) = 20,06$ oder größer auftritt, wenn die Nullhypothese tatsächlich zutreffen würde, ist $p < 0,001$. Dieser Wert ist kleiner als ein Signifikanzniveau von $\alpha < 0,05$. Die Varianzanalyse lieferte also ein signifikantes Ergebnis, es konnte davon ausgegangen werden, dass ein großer Anteil der Werteverianz im Summenscore durch das Modell, also die Gruppenzugehörigkeit, zu erklären war. Die Nullhypothese wurde abgelehnt. Es bestand ein Unterschied zwischen den einzelnen Faktorstufen (also Studierende Vorklinik, Studierende Klinik und approbierte Zahnärzte). Der anschließende Paarvergleich zwischen den einzelnen Gruppen diente dazu, herauszufinden, wo genau der Unterschied zwischen den Gruppen lag. Auf Grund der gleichen Varianzen und der nur leicht unterschiedlichen Fallzahl wurde eine Post-Hoc-Analyse mit dem homogenen Subtest Gabriel durchgeführt. Dieser zeigte einen signifikanten Unterschied ($p = 0,002$) im Punktescore zwischen den Studierenden der Vorklinik und den Studierenden der Klinik (2,48; 95% - CI[0,76; 4,19]), sowie einen signifikanten Unterschied ($p < 0,001$) zwischen den Studierenden der Vorklinik und den approbierten Zahnärzten (4,42; 95% - CI[2,72; 6,12]), als auch zwischen den Studierenden der Klinik und approbierten Zahnärzten ($p = 0,021$; 1,94; 95% - CI[0,23; 3,66]). Es bestand somit auf dem Signifikanzniveau von 0,05 ein signifikanter Unterschied zwischen allen drei Gruppen. Die Post-Hoc-Analyse, sowie die Ergebnisse des homogenen Subtest Gabriel finden sich in den Anlagen in Tabelle 32 und Tabelle 33. Somit wurde die Nullhypothese verworfen. Es ist davon auszugehen, dass Probanden umso besser abschneiden, desto mehr praktische Erfahrung sie aufbringen.

Weiterhin sollte untersucht werden, inwiefern Erfahrungen mit Computer- und Videospiele das Abschneiden in den praktischen Aufgaben begünstigen. Hierfür wurden folgende Hypothesen aufgestellt.

Nullhypothese 2: Erfahrungen mit Computer- und Videospiele haben keinen Einfluss auf das Abschneiden in den praktischen Aufgaben.

Alternativhypothese 2: Erfahrung mit Computer- und Videospiele beeinflussen das Abschneiden in den praktischen Aufgaben.

Ob Probanden Erfahrungen mit Computerspielen hatten, wurde anhand der Fragen „Spielen Sie regelmäßig Computer- oder Videospiele“ und „Haben Sie in Ihrer Jugend (oder Vergangenheit) regelmäßig Computer- oder Videospiele gespielt“ aus dem Fragebogen ausgewertet und eine neue nominale Variable erstellt. Probanden, die eine bzw. beide Fragen mit „ja“ beantworteten,

wurden der Gruppe „Erfahrung mit Computer- und Videospielen“ zugeordnet, alle übrigen der Gruppe „keine Erfahrung mit Computer- und Videospielen“. Nachfolgende Tabelle 8 zeigt dies.

Tabelle 8: Nullhypothese 2, Kreuztabelle Erfahrung mit Computer- und Videospielen

Kreuztabelle Erfahrungen mit Computer- und Videospielen				
Anzahl		regelmäßig in Vergangenheit		Gesamtsumme
		ja	nein	
regelmäßig in Gegenwart	ja	14	2	16
	nein	32	44	76
Gesamtsumme		46	46	92

Zur Überprüfung der Hypothese wurde auf den t-Test zurückgegriffen, welcher die Mittelwerte zweier unabhängiger Stichproben vergleicht. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 5\%$ festgelegt. Voraussetzungen des t-Testes sind, neben der Erhebung unabhängiger Stichproben, eine Varianzhomogenität und eine Normalverteilung der Daten. Die Bedingung der Annäherung an die Normalverteilung wurde mittels deskriptiver Statistik (Tabelle 9) und Normalverteilungsdiagrammen getestet und angenommen. Die Varianzhomogenität wurde mittels Levene-Test ($F = 0,10$, $p = 0,749$, $n = 92$) bestätigt. Die Auswertung der Teststatistik ergab $t = -0,55$ und einen zugehörigen Signifikanzwert von $p = 0,583$. Damit ist der Unterschied nicht signifikant ($t(90) = -0,55$, $p = 0,583$). Die Ergebnisse des Levene- und t-Test sind in den Anlagen in Tabelle 34 aufgeführt. Erfahrene Probanden mit Computer- und Videospielen schneiden besser ab ($Mw = 14,17$, $SD = 3,13$, $n = 48$) als unerfahrene Computer- und Videospieleler ($Mw = 14,55$, $SD = 3,46$, $n = 44$). Der Unterschied ist dennoch nicht signifikant und die Nullhypothese konnte somit nicht verworfen werden. Die Erfahrungen mit Computer- und Videospielen haben demnach keinen Einfluss auf das Abschneiden in den praktischen Aufgaben.

Tabelle 9: Nullhypothese 2, deskriptive Statistik

Deskriptive Statistik					
Erfahrung mit Computer- und Videospielen		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Summenscore für alle Prüfungen	Erfahrungen	48	14,17	3,13	0,45
	keine Erfahrungen	44	14,55	3,46	0,52

Im Folgenden sollte herausgefunden werden, ob sich der Simulator als geeignetes Lehrmodul für die zahnärztliche Ausbildung darstellt. Hierfür wurden nachstehende Null- und Alternativhypothesen aufgestellt.

Nullhypothese 3: Es bestehen keine Gruppenunterschiede beim Bewerten des SIMODONT Dental Trainers als Lehrmodul.

Alternativhypothese 3: Es bestehen Gruppenunterschiede beim Bewerten des SIMODONT Dental Trainers als Lehrmodul.

Um die Hypothesen bearbeiten zu können war es zunächst notwendig die Begrifflichkeit „Lehrmodul“ zu operationalisieren. Tabelle 35 auf Seite 79 zeigt die Items des Fragebogens, welche für die neue Variable „Lehrmodul“ verwendet wurden. Die Variable bildete sich aus den Mittelwerten der einzelnen Items. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 5\%$ festgelegt. Die Auswertung der deskriptiven Statistik (Tabelle 10) ließ erkennen, dass die Probanden die Eigenschaften des Simulators als positiv empfanden. Für die Variable Lehrmodul ergaben sich unterschiedliche Mittelwerte. Für die Gruppe der Studierenden der Vorklinik ergab sich im Mittel ein Wert von 4,05 (SD = 0,69), für die Gruppe der klinischen Studierenden von 3,28 (SD = 0,67) und für die approbierten Zahnärzte von 3,96 (SD = 0,57). Im Weiteren wurde die Variable mittels Shapiro-Wilk auf Annäherung an eine Normalverteilung überprüft. Die Variable Lehrmodul war gemäß Shapiro-Wilk $p = 0,006$. Eine Annäherung an die Normalverteilung ist somit nicht anzunehmen.

Tabelle 10: Nullhypothese 3, deskriptive Statistik

Deskriptive Statistik				
Bereich			Statistik	Standardfehler
Lehrmodul	Studierende Vorklinik	Mittelwert	4,05	0,12
		Median	4,13	
		Standardabweichung	0,69	
		Minimum	1,75	
		Maximum	5,00	
	Studierende Klinik	Mittelwert	3,28	0,12
		Median	3,38	
		Standardabweichung	0,67	
		Minimum	2,00	
		Maximum	4,50	
	Approbierte ZÄ	Mittelwert	3,96	0,10
		Median	4,13	
		Standardabweichung	0,57	
		Minimum	2,63	
		Maximum	5,00	

Tabelle 36 zeigt die Ergebnisse des Tests. Um nun herauszufinden, ob sich die zentralen Tendenzen der Gruppen unterscheiden, wurde auf den Kruskal-Wallis Test zurückgegriffen. Die Tabelle 37 (Seite 79) beinhaltet die Gruppengrößen und den mittleren Rang der Gruppen. Ein Vergleich der mittleren Ränge der Gruppen zeigt, dass die Gruppen eine unterschiedliche zentrale Tendenz aufzuweisen scheinen. Dies wird durch die Teststatistik in (Tabelle 38 Seite 79) bestätigt. Die asymptotische Signifikanz liegt bei $< 0,001$. Folglich kann davon ausgegangen werden, dass es Unterschiede bezüglich der zentralen Tendenz der Gruppen gibt (Chi-Quadrat (2) = 21,59, p

< 0,001). Um herauszufinden, welche der Gruppen sich signifikant unterscheiden, wurde auf einen Post-Hoc Test (Dunn-Bonferroni-Test) zurückgegriffen. Die Ergebnisse des Post-Hoc Tests sind in Tabelle 39 auf Seite 79 dargestellt. Es zeigte sich, dass sich die Gruppen „Studierende Klinik“ und „approbierte Zahnärzte“ ($z = -3,57, p < 0,001$) und „Studierende Klinik“ und „Studierende Vorklinik“ ($z = 4,38, p < 0,001$) signifikant unterscheiden. Somit wurde die Nullhypothese verworfen. Die Gruppen bewerten den Simulator bezüglich seiner Eigenschaft als Lehrmodul signifikant unterschiedlich.

Abschließend sollte untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen dem bewerteten Nutzen von Computer- und Videospiele sowie dem bewerteten Nutzen des Simulators besteht. Zunächst wurde ein Summenscore für den Nutzen des Simulators gebildet. Dieser bestand aus Aussagen des Fragebogens im Teil D „Worin sehen Sie den Nutzen in der Anwendung des SIMODONT Dental Trainers im Zahnmedizinstudium?“ und ist in den Anlagen in Tabelle 40 einzusehen. Die Beantwortung der jeweiligen Frage wurde mit einem bis zu fünf Punkten von „nicht zutreffend“ bis „voll zutreffend“ kodiert und ein weiterer Summenscore (ordinalskalierte Variable) gebildet. Dementsprechend bedeutete ein hoher Summenscore eine hohe Zustimmung mit dem Nutzen des Simulators. Eine Annäherung an die Normalverteilung der Daten des Summenscores für den Nutzen des Simulators wurde anhand eines Normalverteilungsdiagrammes abgelehnt. Für den Fragebogenkomplex „Worin sehen Sie den Nutzen von Computer- oder Videospiele?“ wurde eine Summenscore nach dem gleichen Prinzip zusammengefasst, dessen Aufschlüsselung in den Anlagen in Tabelle 41 einzusehen ist. Der Test auf Annäherung an eine Normalverteilung wurde optisch durch ein Normalverteilungsdiagramm abgelehnt. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 5 \%$ festgelegt. Nachfolgend wurde eine Rangkorrelation nach Spearman (Tabelle 42, Seite 80) durchgeführt, welche den Zusammenhang zweier ordinalskalierter Variablen untersucht. Der Korrelationskoeffizient nach Spearman zeigte, dass die Korrelation zwischen bewertetem Nutzen des SIMODONTs und bewertetem Nutzen von Computer- und Videospiele bei $r_s = 0,31$ lag. Der p-Wert war 0,002. Somit war das Ergebnis statistisch signifikant ($p < 0,05$). Auf Grund des positiven Vorzeichens des Korrelationskoeffizienten konnte von einer gleichsinnigen Beziehung der Variablen ausgegangen werden. Eine hohe Bewertung des Nutzen des SIMODONTs korreliert mit einer hohen Bewertung des Nutzens von Computer- und Videospiele ($r_s = 0,31, p = 0,002, n = 92$). Der Korrelationskoeffizient r von Spearman ist ein Maß für die Effektstärke, welcher hilft, die Bedeutsamkeit des Ergebnisses einzuschätzen. Nach der Einteilung von Cohen entspricht der Korrelationskoeffizient $r_s = 0,31$ somit einem mittlerem Effekt.

5 Diskussion

Um die zahnmedizinische Ausbildung stetig verbessern zu können, sollte auch der Einsatz von neuen Technologien in der Lehre in Betracht gezogen werden. Um Geräte, wie etwa den SIMODONT Dental Trainer in die Lehre zu integrieren, müssen eine Reihe von Vorüberlegungen getroffen werden. Das Gerät muss von der Fakultät, den Lehrkräften und Studierenden akzeptiert werden und ausreichend getestet worden sein um den maximalen Nutzen für die Lehre zu erreichen. Hierfür untersuchte die vorliegende Studie, ob der SIMODONT Dental Trainers als Teil eines Lehr- und Bewertungssystems in der zahnmedizinischen Ausbildung geeignet ist. An der Untersuchung nahmen drei Probandengruppen mit unterschiedlichen praktischen zahnmedizinischen Erfahrungen teil. Jeder Proband bearbeitete fünf praktische Aufgaben am Simulator und beantwortete im Anschluss einen Fragebogen.

Erstes Ziel der Untersuchungen war es, herauszufinden, ob Probanden mit mehr Erfahrung im Umgang mit zahnmedizinischen Arbeitsweisen besser in den praktischen Aufgaben abschneiden, als Probanden mit weniger Erfahrung. Die Untersuchungen konnten beweisen, dass der Grad an Erfahrung im Umgang mit zahnmedizinischen Handlungsabläufen einen Einfluss auf das Abschneiden bei den praktischen Aufgaben hat. Probanden mit mehr Erfahrung benötigten weniger Versuche zum Bestehen einer Aufgabe, es erwiesen sich signifikante Unterschiede zwischen allen drei Gruppen. Dementsprechend kann der Simulator deutlich zwischen Probanden unterscheiden, welche keine Erfahrung im Umgang mit zahnmedizinischen Geräten aufweisen und solchen, welche bereits Erfahrung mitbringen bzw. praktizierende Zahnärzte sind. Ebenso wurde beobachtet, dass Studierende der Klinik und approbierte Zahnärzte die Aufgaben in einer kürzeren Zeit und mit weniger Abweichungen in den Boden bzw. die Seiten als Studierende der Vorklinik bewältigten. Dies konnte allerdings nicht weiter belegt werden, da kaum Studierende der Vorklinik die Aufgaben zwei bis vier unter den geforderten Kriterien abschlossen.

Ähnliches stellte sich in den Untersuchungen von Ben-Gal et al. dar. Sie zeigten zwar keinen signifikanten Unterschied zwischen allen drei Gruppen, konnten jedoch zumindest belegen, dass die Zahnärzte und Studierenden signifikant akkurater am IDEA Dental Simulator präparierten, weniger Zeit benötigten, weniger Versuche in Anspruch nahmen und einen höheren Gesamtpunktwert erreichten als unerfahrene Mitarbeiter der Fakultät. Allerdings räumten sie in ihrer Studie ein, dass die ausgewählten Versuche zu einfach wären und folglich die Anzahl der Wiederholungen somit sehr gering war. Außerdem stand den Probanden zu viel Zeit zur Verfügung, weshalb kein „Arbeiten unter Zeitdruck“ entstand. Ebenso präparierten alle Teilnehmer mit einer Genauigkeit von über 95 %, woraus sie schlossen, dass ihre Messungen nicht genau genug

für Fehler waren (Ben-Gal et al., 2012). In der vorliegenden Studie stellte die vorgegebene Zeit von 240,00 Sekunden zwar einen erheblichen Zeitdruck dar, dennoch war der Hauptgrund für ein Misslingen der Aufgabe bzw. des Versuchs ein Abweichen in den Container und somit ein Mangel an genauem Präparieren.

Zusätzlich sind die Ergebnisse mit den Untersuchungen von Mirghani et al. vereinbar. Sie verglichen die praktischen Leistungen von Studierenden der Zahnmedizin unterschiedlicher Semester. Sie fanden heraus, dass der SIMODONT Leistungen von Anfängern und Studierenden der höheren Semester zu unterscheiden vermag, aber innerhalb der erfahrenen Studierenden keine signifikanten Unterschiede zeigt (Mirghani et al., 2016). Obwohl der Versuchsaufbau von Mirghani et al. sehr ähnlich zu dem in der vorliegenden Studie war, gab es dennoch verschiedene Bewertungsscores. Mirghani et al. setzten den Bewertungsschlüssel aus dem Ziel, Fehlerscore und Zeit zusammen. Die vorliegende Studie verglich lediglich ob ein Versuch unter den vorgegebenen Kriterien bestanden wurde bzw. bei welchem Versuch. Dennoch zeigte die vorliegende Studie im Gegensatz zu Mirghani et al. signifikante Unterschiede zwischen allen Gruppen. Somit ist der SIMODONT Dental Trainer auch geeignet zwischen verschiedenen Expertenleveln zu unterscheiden. Folgende Studien sollten dennoch mehr Kriterien in ihre Untersuchungen einbeziehen um beispielsweise belegen zu können, dass der Grad an Erfahrung auch Einfluss auf die verwendete Zeit oder die Abweichungen in die Seiten (Fehlerquote) hat.

Im Weiteren sind die Ergebnisse mit denen von Wiernick et al. vergleichbar, welche anhand von zwei Experten- und einer Novizengruppe Unterschiede beim Präparieren mit Hilfe eines Simulators (DentSim) untersuchten. Die Präparationsscore der Gruppen unterschieden sich signifikant, wodurch sich ihre Hypothese, dass ein Simulator den Grad eines Expertenlevels erfassen kann, bestätigte. Anders als in der vorliegenden Studie bestanden die Gruppen jeweils nur aus sechs Probanden. Zudem integrierten sie Vor- und Nachtests, sowie einen Übungsteil in den Versuchsaufbau. Um eine höhere Transparenz zur vorliegenden Studie zu erzielen, sollten zukünftige Untersuchungen am SIMODONT Dental Trainer ebenfalls einen Trainingsteil sowie theoretische Testate beinhalten (Wierinck et al., 2007).

Daneben ähneln die Erkenntnisse den Studien von Bakker et al., welche zeigten, dass vermehrtes praktisches Üben zum Verbessern von Fähigkeiten führt und virtuell erlernte Fähigkeiten in die Realität übertragen werden können (Bakker et al., 2010). Im Unterschied zu deren Studienmodell, in dem Gruppen entweder an konventionellen Phantomköpfen übten oder mittels SIMODONT Dental Trainer, bestand das Modell bei der vorliegenden Studie aus drei Probandengruppen mit unterschiedlichen Erfahrungsniveaus, welche ausschließlich anhand der Ergebnisse

am Simulator verglichen wurden. Um den Transfer von virtuell erlernten Fähigkeiten in die Realität zu bestätigen, sollten Studien folgen, welche gezielt konventionelle mit virtuellen Fähigkeiten am SIMODONT vergleichen. Dennoch fügt sich der SIMODONT Dental Trainer in bestehende Forschungserkenntnisse ein und ist als sicheres Instrument zum Bewerten von Leistungen anzusehen. Mit Hilfe des Simulators können verschiedene praktische Fähigkeitslevel beurteilt werden.

Die Studie thematisierte zudem den Nutzen von Computer- und Videospiele und somit deren kompetenzfördernde Wirkung. Die Auswertung des Fragebogens ergab, dass Probanden diesbezüglich geteilter Meinung sind: Probanden stimmten überwiegend positiv zu, dass durch Computer- und Videospiele die Hand- und Augenkoordination, sowie die Reaktionszeit verbessert werden können. Die Möglichkeit manueller Fähigkeiten durch Computer- und Videospiele zu trainieren stimmten sie beispielsweise nur teilweise zu. Diese stützt die Ergebnisse von Griffith et al., welche bei ihren Untersuchungen einen positiven Einfluss von Computer- und Videospiele auf die Hand- und Augenkoordination fanden (Griffith et al., 1983). Ferner belegte auch O'Banion in seiner Arbeit sowohl bessere Hand- und Augenkoordinationen, als auch verbesserte Reaktionszeiten bei Kinder mit Computer- und Videospieleerfahrungen (O'Banion, 2012) und zeigt somit Parallelen zu den Forschungen von Yuji. Auch sie konnten verbesserte Reaktionszeiten bei passionierten Computerspielern zeigen (Yuji, 1996). Es gilt jedoch zu beachten, dass die vorliegende Studie nur die Meinung der Probanden zum Nutzen von Computer- und Videospiele aufzeigt. Weitere Studien sollten folgen um tatsächlich belegen zu können, dass Computer- und Videospiele wirklich zur Förderung der Hand- und Augenkoordination und zu verbesserten Reaktionszeiten führen oder andere kompetenzfördernde Potentiale aufweisen.

Darüber hinaus sollte die Studie Erkenntnisse über das Zusammenspiel von Erfahrungen mit Computer- und Videospiele und manuellen Fähigkeiten bringen. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigten, dass Erfahrungen mit Computer- und Videospiele keinen Einfluss auf das Abschneiden in den praktischen Übungen nahmen.

Dementsprechend vergleichbar sind die Untersuchungen von Khatri et al., ihre Forschungen konnten ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen Erfahrungen mit Videospiele und erhöhter Kompetenz an einem virtuellen Simulator zeigen (Khatri et al., 2014).

Ferner sind die Resultate der vorliegenden Arbeit gegensätzlich zu denen von Rosser et al., welche einen Zusammenhang zwischen der Geschicklichkeit an einer Spielkonsole und einem laparoskopischen Trainingsgerät bei Chirurgen fanden. Probanden, die mehr als drei Stunden

wöchentlich spielten, benötigten weniger Zeit und arbeiteten akkurater (Rosser et al., 2007). Anders als in der vorliegenden Studie verglichen sie jedoch direkt Gesamtpunktzahlen, Zeiten und Fehlerquoten bei der Spielekonsole und dem laparoskopischen Trainingssimulator zwischen den Probanden mit und ohne Erfahrung mit Computer- und Videospiele. Um weitere Erkenntnisse über den Zusammenhang von Computer- und Videospiele und dem Abschneiden bei Dentalsimulatoren zu gewinnen, sollten zukünftige Forschungen gezielter Probanden mit Computer- und Videospieleerfahrungen einbinden und einen direkten Vergleich zwischen Fähigkeiten an einer Spielekonsole und dem SIMODONT Dental Trainer erheben.

Als weiterer Aspekt der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob die teilnehmenden Probanden einen Zusammenhang zwischen dem bewerteten Nutzen des SIMODONT Dental Trainers und dem Nutzen von Computer- und Videospiele sehen. Die Ergebnisse der schließenden Statistik deuteten auf einen mäßig positiven Zusammenhang zwischen beidem hin.

In ähnlicher Art und Weise untersuchten auch Amer et al. den Erwerb von theoretischen Kenntnissen und praktischen Fertigkeiten unterschiedlicher Lehrmethoden und fanden heraus, dass in ihrer Studie der Wissenserwerb per interaktivem Videospiele und konventioneller passiver Lehrmethode gleichzusetzen ist. Die Probanden bevorzugten jedoch ersteres (Amer et al., 2011). Die vorliegende Studie zeigt bisher nur eine Tendenz für einen positiven Zusammenhang zwischen dem bewerteten Nutzen des SIMODONT Dental Trainers und Video- und Computerspielen und diente als eine erste Orientierung. Folgende Studien sollten den Nutzen von Computer- und Videospiele direkt mit dem Nutzen des Simulators vergleichen um exakte Schlussfolgerungen zu ziehen, welche genauen Eigenschaften der jeweiligen Geräte als positiv erachtet werden, wie Wissen bzw. praktische Fertigkeiten durch Computer- und Videospiele und Dentalsimulatoren angeeignet wird und wie genau man dies dann in die zahnmedizinische Lehre einbinden kann.

Neben Erkenntnissen über den Nutzen für praktische Fähigkeiten rückte das Bewertungssystem des SIMODONT Dental Trainers in den Fokus der Untersuchungen. Die Bestätigung, dass Probanden mit mehr Erfahrung in der vorliegenden Studie weniger Versuche zum Bestehen einer Aufgabe benötigten, liefert erste Hinweise darauf, dass sich der Simulator als effizientes Bewertungssystem darstellt. Überdies evaluierten die Probanden die Aussagekraft und die Objektivität des Bewertungssystems. Die Teilnehmer kamen zu dem Schluss, dass das Bewertungssystem des Dentalsimulators „überwiegend“ bis „voll“ aussagekräftig und objektiv ist. Die Resonanz war somit durchweg positiv. Während der Trainingssitzungen bietet der Simulator ständiges Feedback über die erbrachten Leistungen. So kann der Anwender zum Beispiel im theoretischen Teil erkennen, ob seine Antwort richtig oder falsch ist oder sein ausgewähltes Instrument für die

jeweilige praktische Übung von Nutzen ist. Während des praktischen Teils zeigt der große Bildschirm unter anderem die Genauigkeit der Präparation an. Ebenso bietet das System die Möglichkeit die Trainingssitzungen der Studierenden zu speichern und den Lernfortschritt somit aufzulisten. Gleichfalls entscheidend für die Effizienz eines Bewertungssystems ist dessen ökonomische Seite sowie dessen Akzeptanz. Die Probanden standen zwar den Anschaffungskosten sowie der Möglichkeit einer langfristigen billigeren Ausbildung durch den Simulator neutral gegenüber, beurteilten den Simulator aber als überwiegend positiv für eine Attraktivitätssteigerung des Studienortes und konnten das Gerät für die zahnmedizinische Ausbildung empfehlen. In Anlehnung an van der Vleuten stellt sich der SIMODONT somit als effizientes Bewertungssystem dar (van der Vleuten, 1996) und gleicht zudem den Schlussfolgerungen von Wiernick et. al und Ben-Gal et. al, welche die untersuchten Simulatoren ebenfalls als effizientes Bewertungssystem beurteilten (Wiernick et. al, 2007 und Ben-Gal et al., 2012). Inwiefern der Simulator auch theoretische Fachkenntnisse bewerten kann sollte dennoch in weiteren Studien erforscht werden. Zudem sollten Forschungen folgen, welche gezielt den Einsatz des Dentalsimulators als Bewertungssystem in praktischen bzw. theoretischen Prüfungen untersuchen und beispielsweise einen Vergleich zwischen konventioneller Bewertung und ausschließlicher Leistungsbewertung mittels Simulator ziehen.

Darüber hinaus wurde die Benutzerfreundlichkeit des Simulators evaluiert. Während der Nutzung des Gerätes gab es kaum bis gar keine Probleme mit Software, Hardware oder Ladezeit. Lediglich in der Gruppe der Studierenden der Klinik kam es zu Störungen. Der größte Teil der Studierenden der zweiten Gruppe absolvierte die Studie im Frühjahr 2015. Eine Wartung des Gerätes scheint die Schwächen der Software behoben zu haben. Die Menüführung und die englische Sprache des Gerätes wurden ebenfalls als überwiegend positiv betrachtet und auch in Hinblick auf den Nutzen im Zahnmedizinstudium erwies sich das Gerät als anwenderfreundlich. Die Probanden standen dem Nutzen des Simulators überwiegend positiv gegenüber. Sie schätzten es, dass manuelle praktische Fähigkeiten individuell trainiert werden können und die Leistung objektiv beurteilt wird. Der Simulator wirkt motivierend und steigert die Attraktivität des Studienortes, zusätzlich können durch ihn Teilbereiche der Ausbildung in das Selbststudium delegiert werden. Ein Zeitersparnis durch den SIMODONT standen die Probanden neutral gegenüber. Eine Personalreduzierung wurde mehrheitlich durch die Studierenden der Klinik und den approbierten Zahnärzten abgelehnt, Studierende der Vorklinik waren geteilter Meinung. Den Einsatzbereich sah die Mehrzahl der Probanden in den vorklinischen Kursen, sowie als Prüfungsvorbereitung für den Phantomkurs. Die Resultate stimmen demgemäß mit den Untersuchungen

von Brandt et al. überein, welche den Simulator ebenfalls durch verschiedene Probandengruppen evaluieren ließen und ihn als benutzer- und anwenderfreundlich bewerteten. Während ihrer Testphase traten auch keine nennenswerten technischen Probleme auf. Sie erkennen ein Potential des Simulators und empfehlen den Simulator als zusätzliches Element in der zahnärztlichen Lehre (Brandt et al., 2015). Da der vorliegende Fragebogen in Anlehnung an die Studie von Brandt et al. erarbeitet wurde, können die Ergebnisse somit als sehr transparent erachtet werden.

Im Gegensatz dazu berichteten Bakr et al. in einer Studie, in welcher Mitarbeiter der School of Dentistry and Oral Health am Griffith Institute for Higher Education den SIMODONT Dental Trainer testeten, dass über 80 % der Teilnehmer technische Belange kritisierten (Bakr et al., 2013). Gleiches trug sich in einer anderen Studie von Bakr et al. zu. Hier evaluierten Studierende des Griffith Institute for Higher Education den Simulator (Bakr et al., 2015). Um diese Ergebnisse mit der vorliegenden Studie transparenter werden zu lassen, sollten nochmals Studien mit identischen Fragebögen an unterschiedlichen Probanden durchgeführt werden. Zudem geben Bakr et al. keine Auskunft über die Softwareversion in ihrer Studie und die Mängel könnten demnach schon durch Updates behoben sein. Anders als die technischen Belange wurden das Bewertungssystem und das Lehrangebot dagegen von circa 70,0 % der Mitarbeiter der School of Dentistry and Oral Health als positiv erachtet und einem Einsatz im vorklinischen Lehrbereich standen sie aufgeschlossen gegenüber, wobei ihrer Einschätzung nach herkömmliche Lehrmethoden und Mitarbeiter nicht komplett durch das Gerät ersetzt werden können (Bakr et al., 2013). Der gleichen Meinung sind auch die Studierenden. Sie sehen den Simulator als Unterstützung im Lernprozess an und schätzen die objektive Leistungsbewertung. Sie empfehlen ihn für die Vorklinik, jedoch nicht als vollständigen Ersatz der konventionellen Phantomköpfe und des Lehrpersonals (Bakr et al., 2015). Somit stehen diese Ergebnisse von Bakr et al. ebenfalls im Einklang mit den Erkenntnissen aus der vorliegenden Studie.

Überdies sollte in der vorliegenden Studie untersucht werden, ob der SIMODONT Dental Trainer ein geeignetes Lehrmodul für die zahnärztliche Ausbildung ist. Der Auffassung des Autors nach entspricht der SIMODONT Dental Trainer den Kriterien eines Lehrmoduls nach Petrina und Sejpal und liefert ferner einen Beitrag zur Ausbildung der Kompetenzen eines Zahnarztes (Petrina, 2007; Sejpal, 2013; Medizinischer Fakultätentag der Bundesrepublik, 2015). Das selbsterklärende Menü des Simulators leitet den Studierenden durch das Lernprogramm. Im theoretischen Bereich werden das „Fakten-“ und „Handlungs- und Begründungswissen“ vertieft. Durch Hinweise für Nachschlagewerke können Studierende ihr Wissen individuell vertiefen bzw.

aufarbeiten. Das konstante Feedback während der theoretischen Aufgaben als auch während des praktischen Arbeitens sorgt für einen effizienteren Lernprozess. Studierende können Rückschlüsse auf die jeweilige Leistung ziehen und eigenverantwortlicher lernen. Im praktischen Teil trainieren die Studierenden den Umgang mit zahnmedizinischen Geräten und Handlungsabläufen und schulen somit ihre „Handlungskompetenz“. Die positive Bewertung des SIMODONTs bestätigte die Auffassung des Simulators als geeignetes Lehrmodul. Studierende der Vorklinik und approbierte Zahnärzte standen dem Simulator als Lehrmodul „überwiegend“ positiv gegenüber, die Studierenden der Klinik jedoch nur „teilweise“. Die schließende Statistik zeigte, dass ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen besteht. Mögliche Gründe, weshalb die Gruppe der Studierenden aus der Klinik den Simulator als schwächer bewertete, könnten zum einen darin liegen, dass in dieser Gruppe vermehrt Probleme mit der Software auftraten. Zum anderen könnten die Studierenden dieser Gruppe zurückhaltender auf den Simulator reagieren, weil sie den SIMODONT Dental Trainer in Relation zu anderen Lehrmethoden, wie etwa den konventionellen Phantomköpfen oder anderen Simulatoren betrachten. Auf welchen genauen Gründen diese signifikanten Gruppenunterschiede basieren sollte in weiteren Studien erforscht werden. Ebenso wie in der vorliegenden Studie, entdeckten auch Bakr et al. in ihren Untersuchungen vereinzelte Gruppenunterschiede beim Bewerten des Simulators. Anders als in der vorliegenden Studie bewerteten die Studierenden des höheren Semesters den Simulator jedoch in einigen Punkten besser, als die Studierenden des niedrigeren Semesters. Sie erklärten die Gruppenunterschiede damit, dass die Studierenden des vierten Jahres im Vorfeld gespannter auf den Simulator waren und dadurch höhere Erwartungen an diesen hegten (Bakr et al., 2015).

6 Zusammenfassung

Die Einbindung von innovativen Lehrmethoden, insbesondere durch Simulatoren, in die universitäre Lehre rückt zunehmend in den Blickpunkt von Forschungen. Dabei gibt es bestimmte Kriterien, die ein Lehrmodul erfüllen muss, um einen Zugewinn an Kompetenzen eines Zahnarztes zu erbringen.

Ziel der vorliegenden Studie war es, den SIMODONT Dental Trainer als Lehrmodul in der zahnmedizinischen Ausbildung zu evaluieren. Ein Fragebogen diente dazu die Einstellungen der Probanden gegenüber dem Simulator und gegenüber Computer- und Videospiele zu analysieren. Es wurde getestet, ob der Simulator zwischen Probanden mit unterschiedlichen Erfahrungen im Umgang mit zahnmedizinischen Handlungsabläufen unterscheiden kann. Weiterhin wurde untersucht, ob Erfahrungen mit Computer- und Videospiele Einfluss auf die praktischen Fertigkeiten am Simulator nehmen.

Die Studienergebnisse zeigen, dass der SIMODONT Dental Trainer ein sicheres und geeignetes Instrument zum Ausbilden bzw. Festigen von zahnärztlichen Kompetenzen in der zahnmedizinischen Lehre ist. Dies ist zum einen durch die Auswertungen der praktischen Versuche mit den unterschiedlichen Probandengruppen begründet, als auch durch die hohe Akzeptanz durch die Studierenden und approbierten Zahnärzte im Fragebogen. Studierende festigen theoretische Grundlagen und trainieren manuelle praktische Fertigkeiten und erhalten durch den Simulator konstantes und schnelles Feedback, wodurch Arbeitsabläufe optimiert werden können. Durch den Simulator können einzelne Bereiche des Studiums ins Selbststudium verlagert werden, was sich zusätzlich positiv auf das individuelle Lernen der Studierenden und deren Motivation ausüben kann. Die hohe Benutzerfreundlichkeit des Gerätes erlaubt es sich schnell in die Bedienung des Gerätes einzufinden. Das Bewertungssystem des Simulators stellt sich als zuverlässig und objektiv dar, wodurch der SIMODONT Dental Trainer geeignet ist, um in der Lehre eingesetzt zu werden. Trotz seiner hohen Anschaffungskosten hat der SIMODONT Dental Trainer das Potential die Lehre auf lange Sicht günstiger für Universität als auch Studierende zu gestalten. Wenngleich der Simulator mit vielen positiven Eigenschaften aufwartet und seine Empfehlung für die vorklinische Lehre findet, vermag er die konventionelle Lehre mit Phantomköpfen und geschulten Kursbetreuern (noch) nicht zu ersetzen.

Die weiteren Ergebnisse der Studie liefern keinen Anhalt dafür, dass Erfahrungen mit Computer- und Videospiele die praktischen Leistungen am Simulator begünstigen. Probanden schreiben Computer- und Videospiele jedoch einen positiven Effekt auf die Hand- und

Augenkoordination, sowie die Reaktionszeit zu. Ebenso wurde ein leicht positiver Zusammenhang zwischen dem Nutzen von Computer- und Videospiele und dem Nutzen des Simulators entdeckt.

Zukünftige Forschungen sollten gezielter den konventionellen Unterricht mit Phantomköpfen und theoretischen Testaten mit dem SIMODONT Dental Trainer vergleichen um Vorteile des Simulators genauer herauszustellen. Zudem sind weitere Studien bezüglich vorhandener Vorkenntnisse mit Computer- und Videospiele und dem folgenden praktischen Abschneiden bei dem Simulator notwendig um weitere Schlüsse ziehen zu können, wie umfassend derartige Geräte praktische Fertigkeiten fördern.

Literaturverzeichnis

Al-Saud LM, Mushtaq F, Allsop MJ, Culmer PC, Mirghani I, Yates E, Keeling A, Mon-Williams MA, Manogue M (2016) Feedback and motor skill acquisition using a haptic dental simulator. *Eur J Dent Educ* doi:10.1111/eje.12214.

Amer RS, Denehy GE, Cobb DS, Dawson DV, Cunningham-Ford MA, Bergeron C (2011) Development and Evaluation of an Interactive Dental Video Game to Teach Dentin Bonding. *J Dent Educ* 75(6):823-831.

Anderson JR: Kognitive Psychologie. 3. Aufl. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 2001, S.281-314.

Approbationsordnung für Zahnärzte (1952) § 3 des Gesetzes über die Ausübung der Zahnheilkunde in der im Bundesgesetzblatt Teil III, unter: <https://lvwa.sachsen-anhalt.de/das-lvwa/landespruefungsamt-fuer-gesundheitsberufe/staatspruefungen-gesundheitsberufe/zahnmedizin/> (abgerufen am 14.08.2017).

Badurdeen S, Abdul-Samad O, Story G, Wilson C, Down S, Harris A (2010) Nintendo Wii video-gaming ability predicts laparoscopic skill. *Surg Endosc* 24(8):1824-1828.

Bakker D, Lagerweij M, Wesselink P, Vervoorn M (2010) Transfer of manual dexterity skills acquired on the simodont, a dental haptic trainer with the virtual environment, to reality, a pilot study. *Bio-Algorithms and Med-Systems* 6(11):21-24.

Bakr MM, Massey WL, Alexander H (2013) Evaluation of Simodont® Haptic 3D virtual reality dental training simulator. *Int J Dent Clinics* 5(4):1-6.

Bakr MM, Massey WL, Alexander H (2014) Students' evaluation of a 3DVR haptic device (Simodont®). Does early exposure to haptic feedback during preclinical dental education enhance the development of psychomotor skills? *Int J Dent Clinic* 6(2):1-7.

Bakr MM, Massey WL, Alexander H (2015) Can Virtual Simulators Replace Traditional Preclinical Teaching Methods: A Students' Perspective? *Int J Dent Oral Health* 2(1):1-6.

Bassir SH, Sadr-Eshkevari P, Amirikhorheh S, Karimbux NY (2014) Problem-Based Learning in Dental Education: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Dental Education* 78(1):98-109.

Baumann MP (2015) Evaluation von Bewertungskriterien für praktische Studentarbeiten im Vergleich zur Bewertung per Augenschein [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität zu München.

Ben-Gal G, Weiss EI, Gafni N, Ziv A (2013) Testing manual dexterity using a virtual reality simulator: reliability and validity. *Eur J Dent Educ* 17(3):138-42.

de Boer IR, Wesselink PR, Vervoorn JM (2016) Student performance and appreciation using 3D vs. 2D vision in a virtual learning environment. *Eur J Dent Educ* 20(3):142-7.

Brandt KV, Schaller H-G, Bekes K (2015) Möglichkeiten und Chancen der Implementierung des SIMODONT Dental Trainers in der zahnmedizinischen Ausbildung. Gemeinsame Jahrestagung der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung (GMA) und des Arbeitskreises zur Weiterentwicklung der Lehre in der Zahnmedizin (AKWLZ). Leipzig, 2015. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2015. DocV533.

- Buchanan JA (2001) Use of Simulation Technology in Dental Education. *Journal of Dental Education* 65(11):1225-1231.
- Buchanan JA (2004) Experience with Virtual Reality-Based Technology in Teaching Restorative Dental Procedures. *Journal of Dental Education* 68(12):1258-65.
- Coro Montanet G, Gómez Sánchez M, Suárez García A (2017) Haptic simulators with virtual reality environments in dental education: A preliminary teaching diagnosis. *@tic. Revista d'innovació educativa*. Número 18. Primavera (Enero-Junio 2017), pp. 14-21.
- Cox MJ, Quinn B FA, Shahriari-Rad A, Vervoorn MJ, Wesselink PR, de Boer IR (2015) A Collaborative Review of the Field of Simulation-Enhanced Dental Education, unter: https://www.researchgate.net/publication/283307681_A_Collaborative_Review_of_the_Field_of_Simulation-Enhanced_Dental_Education (abgerufen am 16.08.2016).
- Donner RS, Bickley H (1993) Problem-based learning in American medical education: an overview. *Bull Med Libr Assoc* 81(3):294-298.
- Duta M, Amariei CI, Bogdan CM, Popovici DM, Ionescu N, Nuca CI (2011) An Overview of Virtual and Augmented Reality in Dental Education. *OHDM* 10(1):42-49.
- Epstein RM, Hundert EM (2002) Defining and Assessing Professional Competence. *JAMA* 287(2):226-235.
- Epstein RM (2007) Assessment in Medical Education. *New England Journal of Medicine* 365(4):387-396.
- Frasca G (2001) Videogames of the Oppressed: Videogames as a Means for critical Thinking and Debate [Thesis]. Georgia: Georgia Institute of Technology.
- Ganguin S: *Computerspiele und lebenslanges Lernen*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2010, S.250-261.
- Gebel C, Gurt M, Wagner U (2004) Kompetenzförderliche Potenziale populärer Computerspiele. *JFF – Institut für Medienpädagogik in Forschung und Praxis*.
- Gebel C (2006) Kompetenzförderliche Potenziale unterhaltender Computerspiele. *Unterrichtswissenschaft Zeitschrift für Lernforschung* 34(4):290-309.
- Goethe-Institut (o.J.) Gemeinsamer europäischer Referenzrahmen für Sprachen: Lernen, Lehren, beurteilen: Formative Beurteilung/ summative Beurteilung, unter: <https://www.goethe.de/Z/50/commeuro/90305.htm> (abgerufen am 20.07.2017).
- Graham CR (2006) Blended Learning Systems. In: Bonk CJ, Graham CR (ed): *The Handbook of Blended Learning. Global Perspectives, Local Designs*. Pfeiffer, San Francisco, 2006, pp.3-6.
- Griffith JL, Voloschin P, Gibb GD, Bailey JR (1983) Differences in eye-hand motor coordination of video-game users and non-users. *Percept Mot Skills* 57(1):155-8.
- Gutierrez E, Steudte S, Echt M, Lehmann S (o.J.) Feedback Devices, unter: <http://www.th-wildau.de/sbruntha/Material/VR/Websites-T11/FeedbackDevices/ForceFeedback.html> (abgerufen am 10.08.2016).
- Harden RMcG, Stevenson M, Wilson Downie W, Wilson GM (1975) Assessment of Clinical Competence using Objective Structured Examination. *British Medical Journal* 1:447-451.

Heidemann D, Harzer W (2001) Zahnärztliche Aus- und Weiterbildung im europäischen Kontext. Bundesgesundheitsblatt 54:1052-1060.

Heider M (2013) Eigenschaften eines Zahnarztes nach Moriz Heider. Stomatologie 1(110):25-27.

Hugger A, Hugger S, Kordaß B (2011) Die zahnärztliche Ausbildung. Bundesgesundheitsblatt 54:1046-1051.

Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt (2013) Zahnmedizinische Kurse der Vorklinik, unter: http://www.med.uni-frankfurt.de/stud_zm/vorklinik/fach/zahnmedizinische-kurse/index.html (abgerufen am 13.07.2017).

Khatri C, Sugand K, Anjum S, Vivekanantham S, Akhtar K, Gupte C (2014) Does Video Gaming Affect Orthopaedic Skills Acquisition? A Prospective Cohort-Study. PLoS One 9(10):1-8.

Kellersmann CT (2008) Zur Reliabilität der Beurteilung vorklinischer Phantomarbeiten bei Einsatz eines strukturierten Bewertungsbogens [Dissertation]. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität Münster.

Koopman P, Buis J, Wesselink P, Vervoorn M (2010) Simodont, A Haptic Dental Training Simulator Combined With Courseware. Bio-Algorithms and Med-Systems Journal edited by Medical College - Jagiellonian University 6(11):117-122.

Kraam-Aulenbach N (2005) Spielend schlauer. Computerspiele fordern und fördern die Fähigkeit Probleme zu lösen, unter: <http://www.bpb.de/gesellschaft/medien/computerspiele/63725/probleme-loesen?p=all> (abgerufen am 15.08.2016).

Lackes R, Siepermann, M (2016) Springer Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Virtual Reality, unter: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/75128/virtual-reality-v8.html> (abgerufen am 16.09.2016).

MFT Medizinischer Fakultätentag der Bundesrepublik Deutschland e. V. (2015) Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Zahnmedizin 2015, unter: <http://www.mft-online.de/lehre/nationaler-kompetenzbasierter-lernzielkatalog-zahnmedizin> (abgerufen am 14.08.2017).

Miller GE (1990) The Assessment of Clinical Skills/Competence/Performance. Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges 65(9):63-67.

Mirghani I, Mushtaq F, Allsop MJ, Al-Saud LM, Tickhill N, Potter C, Keeling A, Mon-Williams MA, Manogue M (2016) Capturing differences in dental training using a virtual reality simulator. Eur J Dent Educ 19: doi: 10.1111/eje.12245.

Moog GmbH (o.J.) News and Events, unter: <http://www.moog.de/ueber-moog/pressemitteilungen/helpmesee-erfolgreicher-test-augenoperations-simulator/> (abgerufen am 12.08.2016).

O'Banion N A (2012) The effects of controlled video game playing experience on the eye-hand coordination and reaction time of second grade children [Thesis]. Emporia: Emporia State University.

Perry S, Bridges SM, Burrow MF (2015) A Review of the Use of Simulation in Dental Education. Journal of the Society For Simulation in Healthcare 10(1):31-37.

Petrina S (2007) Advanced Teaching Methods for the Technology Classroom. Information Science Publishing, Hershey, London, Melbourne, Singapore, 2007, pp.270-271.

- Quinn F, Keogh P, McDonald A, Hussey D (2003) A study comparing the effectiveness of conventional training and virtual reality simulation in the skills acquisition of junior dental students. *Eur J Dent Educ* 7(4):164-9.
- Ratzmann A, Wiesmann U, Kordaß B (2012) Integration einer OSCE in das zahnmedizinische Physikum. *GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung* 29(1):1-14.
- Ratzmann A, Wiesmann U, Kordaß B, Gedrange T (2013) Studentische Rezeption zum problemorientierten Lernen im Vergleich mit konventionellen Lernmethoden im zahnmedizinischen kieferorthopädischen Curriculum – Eine Pilotstudie. *GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung* 30(3):1-17.
- Reinmann-Rothmeier G (2013) Didaktische Innovation durch Blended Learning. Leitlinien anhand eines Beispiels aus der Hochschule. Verlag Hans Huber, Bern, 2013, S.27-33.
- Reissmann DR, Sierwald I, Berger F, Heydecke G (2015) A model of blended learning in a preclinical course in prosthetic dentistry. *J Dent Educ.* 79(2):157-65.
- Rosser JC Jr, Lynch PJ, Cuddihy L, Gentile DA, Klonsky J, Merrell R (2007) The impact of video games on training surgeons in the 21st century. *Arch Surg* 142(2):181-6.
- Rost B, Koolman J (2009) Evaluation von multimedialen e-Lernkursen zur Vorbereitung auf ein biochemisches Praktikum. *GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung* 26(1):1-9.
- Schiffler CP (2007) Zur inter- und intraindividuellen Reliabilität der Beurteilung vorklinischer Zahnersatzarbeiten mittels Checkliste [Dissertation]. Münster: Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.
- Schwan S (2006) Game based learning- Computerspiele in der Hochschule, unter: https://www.e-teaching.org/didaktik/konzeption/methoden/lernspiele/game_based_learning/gamebasedlearning.pdf (abgerufen am 09.09.2016).
- Sejpal K (2013) Modular Method of teaching. *International Journal of Research in Education* 2(2):169-171.
- Shannon RE (1998) Introduction to the Art and Science of Simulation. *Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference*, 7-14.
- Sterbenz B (2011) Zur Theorie der Computerspiel-Genres: Versuch einer Klassifikation [Diplomarbeit]. Wien: Universität Wien. Philologisch-Kulturwissenschaftliche Fakultät.
- Steuer J (1992) Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication* 42(4):73-93.
- Turner JL, Dankoski ME (2008) Objective Structured Clinical Exams: A Critical Review. *Family Medicine* 40(8):574-578.
- Van der Vleuten C (1996) The Assessment of Professional Competence: Developments, Research and Practical Implications. *Advances in Health Science Education* 1(1):41-67.
- Vann WF, Machen JB, Hounshell PB (1983) Effects of criteria and checklists on reliability in pre-clinical evaluation. *J Dent Educ* 47(10):671-675.

- Vervoorn JM, Wesselink PR (2013) The perception of the level of realism of a dental training simulator (Simodont), unter: https://www.researchgate.net/publication/266598017_The_perception_of_the_level_of_realism_of_a_dental_training_simulator_Simodont (abgerufen am 28.07.2016).
- Wallace S (2015) Dictionary of Education. Oxford University Press, Oxford, 2015, pp.17-18.
- Wang D, Li Y, Zhang Y, Hou J (2015) Survey on multisensory feedback virtual reality dental training system. *Eur J Den Educ* 20(4):248-260.
- Wass V, van der Vleuten C, Shatzer J, Jones R (2001) Assessment of clinical competence. *The Lancet* 357:945-949.
- Welk A, Splieth C, Rosin M, Kordaß B, Meyer G (2004) DentSim-ein zukünftiges Lehrangebot für Zahnmediziner. *International Journal of Computerized Dentistry* 7(2) 123-130.
- Welk A, Splieth Ch, Seyer D, Rosin M, Siemer M, Meyer G (2006) German dental faculty attitudes towards computer-assisted simulation systems correlated with personal and professional profiles. *Eur J Dent Educ* 10(2):87-95.
- Welk A, Maggio M P, Simon JF, Scarbecz M, Harrison J A, Wicks RA, Gilpatrick RO (2008) Computer-assistiertes Lern- und Simulationslabor mit 40 DentSim Einheiten. *Int J Comp Dent* 11(1):17-40.
- Wierinck ER, Puttemans V, Swinnen SP, van Steenberghe D (2007) Expert Performance on a Virtual Reality Simulation System. *J Dent Educ* 71(6):759-66.
- Yuji H (1996) Computer Games and Information-Processing Skills. *Percept Mot Skills* 83(2):643-7.

Thesen

1. Der SIMODONT Dental Trainer ist ein geeignetes Lehrmodul für die zahnmedizinische Ausbildung.
2. Die Gruppen bewerten den SIMODONT Dental Trainer bezüglich seiner Eigenschaft als Lehrmodul signifikant unterschiedlich (Chi-Quadrat (2) = 21,59, $p < 0,001$).
3. Der SIMODONT Dental Trainer ist ein geeignetes Bewertungssystem für die zahnmedizinische Ausbildung.
4. Der SIMODONT Dental Trainer ist ein benutzerfreundlicher Simulator.
5. Der SIMODONT Dental Trainer sollte vorwiegend in der vorklinischen zahnmedizinischen Ausbildung eingesetzt werden.
6. Der SIMODONT Dental Trainer trainiert manuelle zahnärztliche Fähigkeiten.
7. Der SIMODONT Dental Trainer kann zwischen verschiedenen Erfahrungsleveln im Umgang mit zahnmedizinischen Handlungsabläufen unterscheiden.
8. Computer- und Videospiele fördern die Hand- und Augenkoordination und Reaktionszeit.
9. Erfahrungen mit Computer- und Videospiele haben keinen Einfluss auf die praktischen Fertigkeiten am SIMODONT Dental Trainer .
10. Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem bewerteten Nutzen des SIMODONT Dental Trainers und dem bewerteten Nutzen von Computer- und Videospiele ($r_s = 0,31$, $p = 0,002$, $n = 92$).

Anlagen

Fragebogen

A. Persönliche Fragen	
a) Ihr Geschlecht?	<input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich
b) Ihr Alter?	_____ Jahre
c) Ihre Fachsemester?	_____ FS
d) Ihre bereits absolvierten vorklinischen Kurse?	<input type="checkbox"/> TPK <input type="checkbox"/> Phantom I <input type="checkbox"/> Phantom II <input type="checkbox"/> Phantom III
e) Ihre bereits absolvierten klinischen Kurse?	<input type="checkbox"/> Zahnerhaltungskunde I <input type="checkbox"/> Zahnerhaltungskunde II <input type="checkbox"/> Prothetik I <input type="checkbox"/> Prothetik II
f) Zusätzliche Ausbildungen?	<input type="checkbox"/> Zahnmedizinische/r Fachangestellte/r <input type="checkbox"/> Zahntechniker/in
g) Praktizierende/r Zahnärztin/arzt seit:	_____
h) Haben Sie in der Vergangenheit schon mit dem SIMODONT Dental Trainer gearbeitet?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

i) Ihre Englischkenntnisse:

	keine 1	geringe 2	mittlere 3	gute 4	sehr gute 5
Hören					
Verstehendes Lesen					
Vortrag halten					

B. Computer- und Videospiele	
a) Spielen Sie regelmäßig Computer- oder Videospiele?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
b) Haben Sie in Ihrer Jugend (oder Vergangenheit) regelmäßig Computer- oder Videospiele gespielt?	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
c) Welchen Typ von Computer- oder Videospiele benutzen Sie?	<input type="checkbox"/> Computer <input type="checkbox"/> mit Steuerung über Tastatur <input type="checkbox"/> Konsolen (Playstation, Nintendo, Xbox) <input type="checkbox"/> mit Steuerung über Joystick o.ä. <input type="checkbox"/> tragbares Gerät (Playstation Portable (PSP), GameBoy, Handy)
d) Welches Genre von Spielen bevorzugen Sie/ haben Sie bevorzugt?	<input type="checkbox"/> Adventure <input type="checkbox"/> Ego- Shooter <input type="checkbox"/> Strategiespiele <input type="checkbox"/> Sportspiele <input type="checkbox"/> Rollenspiele <input type="checkbox"/> Jump 'n' Run
e) Der Titel Ihres Lieblingsspiels?	_____
f) Die Zeitspanne, seit der Sie Computer- oder Videospiele spielen?	<input type="checkbox"/> 1-5 Jahre <input type="checkbox"/> 5-10 Jahre <input type="checkbox"/> >10 Jahre <input type="checkbox"/> < 1 Jahr
g) Wie häufig spielen / haben Sie Computer- oder Videospiele gespielt?	<input type="checkbox"/> 1-2 x wöchentlich <input type="checkbox"/> 2-3 x wöchentlich <input type="checkbox"/> 3-4 x wöchentlich <input type="checkbox"/> 4-5 x wöchentlich <input type="checkbox"/> nahezu täglich

h) Worin sehen Sie den Nutzen von Computer- oder Videospiele?

	nicht zu 1	etwas zu 2	teilweise zu 3	überwiegend zu 4	voll zu 5
Training manueller Fähigkeiten					
Erlernen räumlichen Denkens					
Verbessern von Hand- Augenkoordination					
Verbessern der Reaktionszeit					
Verbessern der Fähigkeit, Probleme zu lösen					
Verbessern des Planungsvermögens					

C. Praktische Aufgaben					
trifft...	nicht zu 1	etwas zu 2	teilweise zu 3	überwiegend zu 4	voll zu 5
Manual Dexterity: Ovale Figur (Level 1)					
a) Die Präparationszeit von 4 Minuten war ausreichend.					
b) Die Menüführung der Übung ist verständlich.					
c) Das Bewertungssystem des Simulators ist aussagekräftig.					
d) Das Bewertungssystem ist objektiv.					
e) Sonstiges (bitte nennen):					
Manual Dexterity: Kreisumrandung (Level 2)					
a) Die Präparationszeit von 4 Minuten war ausreichend.					
b) Die Menüführung der Übung ist verständlich.					
c) Das Bewertungssystem des Simulators ist aussagekräftig.					
d) Das Bewertungssystem ist objektiv.					
e) Sonstiges (bitte nennen):					
Manual Dexterity: Kreis (Level 3)					
a) Die Präparationszeit von 4 Minuten war ausreichend.					
b) Die Menüführung der Übung ist verständlich.					
c) Das Bewertungssystem des Simulators ist aussagekräftig.					
d) Das Bewertungssystem ist objektiv.					
e) Sonstiges (bitte nennen):					
Manual Dexterity: Kreuz, mit Spiegel (Level 4)					
a) Die Präparationszeit von 4 Minuten war ausreichend.					
b) Die Menüführung der Übung ist verständlich.					
c) Das Bewertungssystem des Simulators ist aussagekräftig.					
d) Das Bewertungssystem ist objektiv.					
e) Die Nutzung des Spiegels erleichterte die Kavitätenpräparation.					
f) Die Nutzung des Spiegels war realitätsnah.					
g) Sonstiges (bitte nennen):					
Manual Dexterity: Quadrat, mit Spiegel (Level 5)					
a) Die Präparationszeit von 4 Minuten war ausreichend.					
b) Die Menüführung der Übung ist verständlich.					
c) Das Bewertungssystem des Simulators ist aussagekräftig.					
d) Das Bewertungssystem ist objektiv.					
e) Sonstiges (bitte nennen):					

D SIMODONT Dental Trainer					
Wie beurteilen Sie die Benutzerfreundlichkeit des Simulators?					
trifft...	nicht zu 1	etwas zu 2	teilweise zu 3	überwiegend zu 4	voll zu 5
Während des Arbeitens mit dem SIMODONT Dental Trainers gab es Probleme mit...					
a) der Software					
b) der Hardware					
c) der Ladezeit					
d) Sonstiges (bitte nennen):					
Die Menüführung des SIMODONT Dental Trainers ist...					
a) verständlich					
b) selbsterklärend					
c) einfach zu bedienen					
Wie beurteilen Sie die englischsprachige Menüführung?					
a) Die Studierenden werden ausreichend Englischkenntnisse haben.					
b) Die Studierenden sollten sich von Anfang an mit englischen Fachtermini auseinandersetzen.					
c) Sonstiges (bitte nennen):					

Auswertung des Fragebogens

Tabelle 11: Auswertung Fragebogen Komplex A. i) Md, Mw, SD

A. Fragen zur Person												
	Studierende Vorklinik (n = 31)			Studierende Klinik (n = 30)			Approbierte ZÄ (n = 31)			Gesamt (n = 92)		
	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD
i) Ihre Englischkenntnisse												
Verstehendes Lesen	4,00	4,13	0,67	4,00	3,90	0,66	4,00	4,10	0,70	4,00	4,04	0,68
Hören	4,00	4,00	3,48	4,00	3,80	0,71	4,00	3,71	0,69	4,00	3,84	0,75
Vortrag halten	3,00	3,48	0,77	3,00	3,10	0,92	3,00	2,77	1,02	3,00	3,12	0,95

Tabelle 12: Auswertung Fragebogen Komplex B. a)- g) relative und absolute Häufigkeiten, Md, Mw, SD

B. Computer- und Videospiele								
	Studierende Vorklinik (n = 31)		Studierende Klinik (n = 30)		Approbierte ZÄ (n = 31)		Gesamt (n = 92)	
	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
a) Spielen Sie regelmäßig Computer- und Videospiele? in %, (n)								
ja	6,5 (2)		16,7 (5)		29,0 (9)		17,4 (16)	
nein	93,5 (29)		83,3 (25)		71,0 (22)		82,6 (76)	
b) Haben Sie in Ihrer Jugend (oder Vergangenheit) regelmäßig Computer- und Videospiele gespielt? in %, (n)								
ja	41,9 (13)		56,7 (17)		51,6 (16)		50,0 (46)	
nein	58,1 (18)		43,3 (13)		48,4 (15)		50,0 (46)	
Mehrfachantworten möglich								
c) Welchen Typ von Computer- oder Videospiele bevorzugen Sie/ haben Sie bevorzugt? in %, (n)								
	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Computer	76,9 (10)	23,1 (3)	84,2 (16)	15,8 (3)	87,5 (14)	12,5 (2)	83,3 (40)	16,7 (8)
Tastatur	53,8 (7)	46,2 (6)	47,4 (9)	52,6 (10)	62,5 (10)	37,5 (6)	54,2 (26)	45,8 (22)
Joystick o.ä.	0,0 (0)	100,0 (13)	5,3 (1)	94,7 (18)	18,8 (1)	81,3 (18)	8,3 (4)	91,7 (44)
Konsolen	53,8 (7)	46,2 (6)	42,1 (8)	57,9 (11)	56,3 (9)	43,8 (7)	50,0 (24)	50,0 (24)
tragbares Gerät	46,2 (6)	53,8 (7)	21,1 (4)	78,9 (15)	31,3 (5)	78,9 (11)	31,3 (15)	68,8 (33)
d) Welches Genre von Spielen bevorzugen Sie/ haben Sie bevorzugt? in %, (n)								
Adventure	30,8 (4)	69,2 (9)	26,3 (5)	73,7 (14)	31,3 (5)	68,8 (11)	29,2 (14)	70,2 (34)
Ego-Shooter	15,4 (2)	84,6 (11)	31,6 (6)	68,4 (13)	31,3 (5)	68,8 (11)	27,1 (13)	72,9 (35)
Strategie	23,1 (3)	76,9 (10)	31,6 (6)	68,4 (13)	75,0 (12)	25,0 (4)	48,3 (21)	56,3 (27)
Rollenspiele	15,4 (2)	84,6 (11)	26,3 (5)	73,7 (14)	37,5 (6)	62,5 (10)	27,1 (13)	72,9 (35)
Jump 'n' Run	38,5 (5)	61,5 (8)	36,8 (7)	63,2 (12)	25,0 (4)	75,0 (12)	33,3 (16)	66,7 (32)
Sportspiele	30,8 (4)	69,2 (9)	36,8 (7)	63,2 (12)	31,3 (5)	68,8 (11)	33,3 (16)	66,7 (32)
f) Die Zeitspanne, seit der Sie Computer- und Videospiele spielen? in %, (n)								
< 1 Jahr	7,7 (1)		15,8 (3)		0,0 (0)		8,3 (4)	
1-5 Jahre	61,5 (8)		21,1 (4)		6,3 (1)		27,1 (13)	
5-10 Jahre	15,4 (2)		31,6 (6)		25,0 (4)		25,0 (12)	
> 10 Jahre	15,4 (2)		31,6 (6)		68,8 (11)		39,6 (19)	
Md	2,00		3,00		4,00		3,00	
Mw	2,38		2,79		3,63		2,96	
SD	0,87		1,08		0,62		1,01	
g) Wie häufig spielen/ haben Sie Computer- und Videospiele gespielt? in %, (n)								
1-2 x wöchentlich	61,5 (8)		42,1 (8)		31,3 (5)		43,8 (21)	
2-3 x wöchentlich	23,1 (3)		10,5 (2)		12,5 (2)		14,6 (7)	
3-4 x wöchentlich	7,7 (1)		36,8 (7)		12,5 (2)		20,8 (10)	
4-5 x wöchentlich	7,7 (1)		10,5 (2)		18,8 (3)		12,5 (6)	
nahezu täglich	0,0 (0)		0,0 (0)		25,0 (4)		8,3 (4)	
Md	1,00		2,00		3,00		1,00	
Mw	1,62		2,16		2,94		2,29	
SD	0,69		1,12		1,65		1,36	

Tabelle 13: Auswertung Fragebogen Komplex B. h) relative und absolute Häufigkeiten

B. Computer- und Videospiele																			
Studierende Vorklinik (n = 31)					Studierende Klinik (n = 30)					Approbierte ZÄ (n = 31)					Gesamt (n = 92)				
h) Worin sehen Sie den Nutzen von Computer- und Videospiele? in %, (n)																			
Trifft...																			
nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegend zu	voll zu	nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegend zu	voll zu	nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegend zu	voll zu	nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegend zu	voll zu
Training manueller Fähigkeiten																			
3,2 (1)	16,1 (5)	51,6 (16)	25,8 (8)	3,2 (1)	13,3 (4)	26,7 (8)	40,0 (12)	16,7 (5)	3,3 (1)	1,9 (4)	29,0 (9)	35,5 (11)	12,9 (4)	9,7 (3)	9,8 (9)	23,9 (22)	42,4 (39)	18,5 (17)	5,4 (5)
Erlernen räumlichen Denkens																			
3,2 (1)	12,9 (4)	38,7 (12)	41,9 (13)	3,2 (1)	10,0 (3)	26,7 (8)	43,3 (13)	13,3 (4)	6,7 (2)	6,5 (2)	19,4 (6)	35,5 (11)	22,6 (7)	16,1 (5)	6,5 (6)	19,6 (18)	39,1 (36)	26,1 (24)	8,7 (8)
Verbessern Hand- Augenkoordination																			
3,2 (1)	0,0 (0)	22,6 (7)	58,1 (18)	16,1 (5)	10,0 (3)	16,7 (5)	26,7 (8)	30,0 (9)	16,7 (5)	3,2 (1)	9,7 (3)	22,6 (7)	45,2 (14)	19,4 (6)	5,4 (5)	8,7 (8)	23,9 (22)	44,6 (41)	17,4 (16)
Verbessern Reaktionszeit																			
9,7 (3)	6,5 (2)	16,1 (5)	48,4 (15)	19,4 (6)	3,3 (1)	6,7 (2)	30,0 (9)	40,0 (12)	20,0 (6)	0,0 (0)	9,7 (3)	9,7 (3)	48,4 (15)	32,3 (10)	4,3 (4)	7,6 (7)	18,6 (17)	45,7 (42)	23,9 (22)
Verbessern Fähigkeit, Probleme zu lösen																			
22,6 (7)	45,2 (14)	19,4 (6)	12,9 (4)	0,0 (0)	36,7 (11)	23,3 (7)	33,3 (10)	6,7 (2)	0,0 (0)	22,6 (7)	32,3 (10)	25,8 (8)	6,5 (2)	12,9 (4)	27,2 (25)	33,7 (31)	26,1 (24)	8,7 (8)	4,3 (4)
Verbessern Planungsvermögen																			
19,4 (6)	32,3 (10)	25,8 (8)	19,4 (6)	3,2 (1)	20,0 (6)	40,0 (12)	33,3 (10)	6,7 (2)	0,0 (0)	12,9 (4)	19,4 (6)	35,5 (11)	19,4 (6)	12,9 (4)	17,4 (16)	30,4 (28)	31,5 (29)	15,2 (14)	5,4 (5)

Tabelle 14: Auswertung Fragebogen Komplex B. h) Md, Mw, SD

B. Computer- und Videospiele												
	Studierende Vorklinik (n = 31)			Studierende Klinik (n = 30)			Approbierte ZÄ (n = 31)			Gesamt (n = 92)		
	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD
h) Worin sehen Sie den Nutzen von Computer- und Videospiele?												
Training manueller Fähigkeiten	3,00	3,10	0,83	3,00	2,70	1,02	3,00	2,77	1,15	3,00	2,86	1,01
Erlernen räumlichen Denkens	3,00	3,29	0,86	3,00	2,80	1,03	3,00	3,23	1,15	3,00	3,11	1,03
Verbessern Hand- Augenkoordination	4,00	3,84	0,82	3,00	3,27	1,23	4,00	3,68	1,01	4,00	3,60	1,05
Verbessern Reaktionszeit	4,00	3,61	1,17	4,00	3,67	0,99	4,00	4,03	0,91	4,00	3,77	1,04
Verbessern Fähigkeit, Probleme zu lösen	2,00	2,23	0,96	2,00	2,10	1,00	2,00	2,55	1,29	2,00	2,29	1,10
Verbessern Planungsvermögen	2,00	2,55	1,12	2,00	2,27	0,87	3,00	3,00	1,21	3,00	2,61	1,11

Tabelle 15: Auswertung Fragebogen Komplex C. Relative und absolute Häufigkeiten

C. Praktische Aufgaben																			
Studierende Vorklinik (n = 31)					Studierende Klinik (n = 30)					Approbierte ZÄ (n = 31)					Gesamt (n = 92)				
nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegen zu	voll zu	nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegen zu	voll zu	nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegen zu	voll zu	nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegen zu	voll zu
Manual Dexterity: 001001 Level 1 (Ovale Figur) in %, (n)																			
a) Präparationszeit von 4 min ausreichend																			
0,0 (0)	6,5 (2)	9,7 (3)	48,4 (15)	35,5 (11)	0,0 (0)	3,3 (1)	3,3 (1)	26,7 (8)	66,7 (20)	0,0 (0)	0,0 (0)	12,9 (4)	22,6 (7)	64,5 (20)	0,0 (0)	3,3 (3)	8,7 (8)	32,6 (30)	55,4 (51)
b) Menüführung verständlich																			
3,2 (1)	12,9 (4)	3,2 (1)	48,4 (15)	32,3 (10)	3,3 (1)	3,3 (1)	13,3 (4)	50,0 (15)	30,0 (9)	0,0 (0)	0,0 (0)	16,1 (5)	38,7 (12)	45,2 (14)	2,2 (2)	5,4 (5)	10,9 (10)	45,7 (41)	35,9 (33)
c) Bewertungssystem aussagekräftig																			
0,0 (0)	6,5 (2)	3,2 (1)	45,2 (14)	45,2 (14)	6,7 (2)	10,0 (3)	23,3 (7)	46,7 (14)	13,3 (4)	0,0 (0)	3,2 (1)	22,6 (7)	45,2 (14)	29,0 (9)	2,2 (2)	6,5 (6)	16,3 (15)	45,7 (42)	29,3 (27)
d) Bewertungssystem objektiv																			
0,0 (0)	6,5 (2)	9,7 (3)	25,8 (8)	58,1 (18)	0,0 (0)	0,0 (0)	20,0 (6)	26,7 (8)	53,3 (16)	0,0 (0)	3,2 (1)	3,2 (1)	41,9 (13)	51,6 (16)	0,0 (0)	3,3 (3)	10,9 (10)	31,5 (29)	54,3 (50)
Manual Dexterity: 001041, Level 2 (Kreisumrandung) in %, (n)																			
a) Präparationszeit von 4 min ausreichend																			
0,0 (0)	16,1 (5)	16,1 (5)	41,9 (13)	25,8 (8)	13,3 (4)	3,3 (1)	30,0 (9)	16,7 (5)	36,7 (11)	16,1 (5)	6,5 (2)	25,8 (8)	16,0 (5)	35,5 (11)	9,8 (9)	8,7 (8)	23,9 (22)	25,0 (23)	32,6 (30)
b) Menüführung verständlich																			
3,2 (1)	6,5 (2)	3,2 (1)	51,6 (16)	35,5 (11)	0,0 (0)	3,3 (1)	16,7 (5)	46,7 (14)	33,3 (10)	0,0 (0)	0,0 (0)	9,7 (3)	45,2 (14)	45,2 (14)	1,1 (1)	3,3 (3)	9,8 (9)	47,8 (44)	38,0 (35)
c) Bewertungssystem aussagekräftig																			
0,0 (0)	12,9 (4)	0,0 (0)	41,9 (13)	45,2 (14)	10,0 (3)	6,7 (2)	26,7 (8)	46,7 (14)	10,0 (3)	0,0 (0)	6,5 (2)	16,1 (5)	45,2 (14)	32,3 (10)	3,3 (3)	8,7 (8)	14,1 (13)	44,6 (41)	29,3 (27)
d) Bewertungssystem objektiv																			
0,0 (0)	9,7 (3)	9,7 (3)	29,0 (9)	51,6 (16)	0,0 (0)	3,3 (1)	20,0 (6)	30,0 (9)	46,7 (14)	0,0 (0)	3,2 (1)	9,7 (3)	32,3 (10)	54,8 (17)	0,0 (0)	5,4 (5)	13,0 (12)	30,4 (28)	51,1 (47)
Manual Dexterity: 001013, Level 3 (Kreis) in %, (n)																			
a) Präparationszeit von 4 min ausreichend																			
3,2 (1)	6,5 (2)	29,0 (9)	38,7 (12)	22,6 (7)	0,0 (0)	10,0 (3)	13,3 (4)	40,0 (12)	36,7 (11)	6,5 (2)	3,2 (1)	12,9 (4)	35,5 (11)	41,9 (13)	3,3 (3)	6,5 (6)	18,5 (17)	38,0 (35)	33,7 (31)
b) Menüführung verständlich																			
0,0 (0)	12,9 (4)	3,2 (1)	41,9 (13)	41,9 (13)	0,0 (0)	3,3 (1)	16,7 (5)	46,7 (14)	33,3 (10)	0,0 (0)	0,0 (0)	9,7 (3)	38,7 (12)	51,6 (16)	0,0 (0)	5,4 (5)	9,8 (9)	42,4 (39)	42,4 (39)
c) Bewertungssystem aussagekräftig																			
0,0 (0)	9,7 (3)	3,2 (1)	35,5 (11)	51,6 (16)	6,7 (2)	13,3 (4)	30,0 (9)	40,0 (12)	10,0 (3)	0,0 (0)	3,2 (1)	19,4 (6)	41,9 (13)	35,5 (11)	2,2 (2)	8,7 (8)	17,4 (16)	39,1 (36)	32,6 (30)
d) Bewertungssystem objektiv																			
0,0 (0)	6,5 (2)	6,5 (2)	32,3 (10)	54,7 (17)	0,0 (0)	6,7 (2)	16,7 (5)	30,0 (9)	46,7 (14)	0,0 (0)	3,2 (1)	9,7 (3)	25,8 (8)	61,3 (19)	0,0 (0)	5,4 (5)	10,9 (10)	29,3 (27)	54,3 (50)
Manual Dexterity: 001034, Level 4 (Kreuz, mit Spiegel) in %, (n)																			
a) Präparationszeit von 4 min ausreichend																			
3,2 (1)	19,4 (6)	41,9 (13)	22,6 (7)	12,9 (4)	13,3 (4)	16,7 (5)	23,3 (7)	23,3 (7)	23,3 (7)	6,5 (2)	6,5 (2)	25,8 (8)	19,4 (6)	41,9 (13)	7,6 (7)	14,1 (13)	30,4 (28)	21,7 (20)	26,1 (24)
b) Menüführung verständlich																			
0,0 (0)	9,7 (3)	9,7 (3)	51,6 (16)	29,0 (9)	0,0 (0)	6,7 (2)	13,3 (4)	50,0 (15)	30,0 (9)	0,0 (0)	0,0 (0)	9,7 (3)	38,7 (12)	51,6 (16)	0,0 (0)	5,4 (5)	10,9 (10)	46,7 (43)	37,0 (34)
c) Bewertungssystem aussagekräftig																			
0,0 (0)	6,5 (2)	6,5 (2)	35,5 (11)	51,6 (16)	6,7 (2)	6,7 (2)	33,3 (10)	43,3 (13)	10,0 (3)	0,0 (0)	3,2 (1)	16,1 (5)	48,4 (15)	32,3 (10)	2,2 (2)	5,4 (5)	18,5 (17)	42,4 (39)	31,5 (29)

d) Bewertungssystem objektiv																			
0,0	3,2	16,1	22,6	58,1	0,0	0,0	26,7	33,3	40,0	0,0	6,5	9,7	32,3	51,6	0,0	3,3	17,4	29,3	50,0
(0)	(1)	(5)	(7)	(18)	(0)	(0)	(8)	(10)	(12)	(0)	(2)	(3)	(10)	(16)	(0)	(3)	(16)	(27)	(46)
e) Spiegelnutzung erleichtert Kavitätenpräparation																			
0,0	3,2	29,0	41,9	25,8	20,0	30,0	20,0	6,7	23,3	3,2	3,2	9,7	32,3	51,6	7,6	12,0	19,6	27,2	33,7
(0)	(1)	(9)	(13)	(8)	(6)	(9)	(6)	(2)	(7)	(1)	(1)	(3)	(10)	(16)	(7)	(11)	(18)	(25)	(31)
f) Spiegelnutzung realistisch																			
0,0	22,6	25,8	32,3	19,4	36,7	20,0	26,7	13,3	3,3	6,5	9,7	32,3	38,7	12,9	14,1	17,4	28,3	28,0	12,0
(0)	(7)	(8)	(10)	(6)	(11)	(6)	(8)	(4)	(1)	(2)	(3)	(10)	(12)	(4)	(13)	(16)	(26)	(26)	(11)
Manual Dexterity:001055 Level 5, (Quadrat, mit Siegel) in %, (n)																			
a) Präparationszeit 4 min ausreichend																			
0,0	3,2	12,9	19,4	64,5	0,0	3,3	6,7	16,7	73,3	0,0	0,0	6,5	12,9	80,6	0,0	2,2	8,7	16,3	72,8
(0)	(1)	(4)	(6)	(20)	(0)	(1)	(2)	(5)	(22)	(0)	(0)	(2)	(4)	(25)	(0)	(2)	(8)	(15)	(67)
b) Menüführung verständlich																			
0,0	9,7	3,2	51,6	35,5	0,0	3,3	16,7	46,7	33,3	0,0	0,0	9,7	38,7	51,6	0,0	4,3	9,8	45,7	40,2
(0)	(3)	(1)	(16)	(11)	(0)	(1)	(5)	(14)	(10)	(0)	(0)	(3)	(12)	(16)	(0)	(4)	(9)	(42)	(37)
c) Bewertungssystem aussagekräftig																			
0,0	6,5	9,7	25,8	58,1	6,7	6,7	26,7	46,7	13,3	0,0	3,2	12,9	48,4	35,5	2,2	5,4	16,3	40,2	35,9
(0)	(2)	(3)	(8)	(18)	(2)	(2)	(8)	(14)	(4)	(0)	(1)	(4)	(15)	(11)	(2)	(5)	(15)	(37)	(33)
d) Bewertungssystem objektiv																			
0,0	6,5	16,1	16,1	61,3	3,3	6,7	13,3	33,3	43,3	0,0	3,2	6,5	38,7	51,6	1,1	5,4	12,0	29,3	52,2
(0)	(2)	(5)	(5)	(19)	(1)	(2)	(4)	(10)	(13)	(0)	(1)	(2)	(12)	(16)	(1)	(5)	(11)	(27)	(48)

Tabelle 16: Auswertung Fragebogen Komplex C. Md, Mw, SD

C. Praktische Aufgaben	Studierende Vorklinik (n = 31)			Studierende Klinik (n = 30)			Approbierte ZÄ (n = 31)			Gesamt (n = 92)		
	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD
Manual Dexterity: 001001 Level 1 (Ovale Figur)												
a) Präparationszeit von 4 min ausreichend	4,00	4,13	0,85	5,00	4,57	0,73	5,00	4,52	0,72	5,00	4,40	0,79
b) Menüführung verständlich	4,00	3,94	1,09	4,00	4,00	0,95	5,00	4,29	0,74	4,00	4,08	0,94
c) Bewertungssystem aussagekräftig	4,00	4,29	0,82	4,00	3,50	1,08	4,00	4,00	0,82	4,00	3,93	0,96
d) Bewertungssystem objektiv	5,00	4,35	0,92	5,00	4,33	0,80	5,00	4,42	0,72	5,00	4,37	0,81
Manual Dexterity: 001041, Level 2 (Kreisumrandung)												
a) Präparationszeit von 4 min ausreichend	4,00	3,77	1,02	4,00	3,60	1,38	4,00	3,48	1,46	4,00	3,62	1,29
b) Menüführung verständlich	4,00	4,10	0,98	4,00	4,10	0,80	4,00	4,35	0,66	4,00	4,18	0,82
c) Bewertungssystem aussagekräftig	5,00	4,19	0,98	4,00	3,40	1,10	4,00	4,03	0,88	4,00	3,88	1,04
d) Bewertungssystem objektiv	5,00	4,23	0,99	4,00	4,20	0,89	5,00	4,39	0,83	5,00	4,27	0,89
Manual Dexterity: 001013, Level 3 (Kreis)												
a) Präparationszeit von 4 min ausreichend	4,00	3,71	1,01	4,00	4,03	0,96	4,00	4,03	1,14	4,00	3,92	1,04
b) Menüführung verständlich	4,00	4,13	0,99	4,00	4,10	0,80	5,00	4,42	0,67	4,00	4,22	0,84
c) Bewertungssystem aussagekräftig	5,00	4,29	0,94	3,50	3,33	1,06	4,00	4,10	0,83	4,00	3,91	1,02
d) Bewertungssystem objektiv	5,00	4,35	0,88	4,00	4,17	0,95	5,00	4,45	0,81	5,00	4,33	0,88
Manual Dexterity: 001034, Level 4 (Kreuz, mit Spiegel)												
a) Präparationszeit von 4 min ausreichend	3,00	3,23	1,02	3,00	3,27	1,36	4,00	3,84	1,24	3,00	3,45	1,24
b) Menüführung verständlich	4,00	4,00	0,89	4,00	4,03	0,85	5,00	4,42	0,67	4,00	4,15	0,83
c) Bewertungssystem aussagekräftig	5,00	4,32	0,87	4,00	3,43	1,01	4,00	4,10	0,79	4,00	3,96	0,96
d) Bewertungssystem objektiv	5,00	4,35	0,88	4,00	4,13	0,82	5,00	4,29	0,90	4,50	4,26	0,86
e) Spiegelnutzung erleichtert Präparation	4,00	3,90	0,83	2,50	2,83	1,46	5,00	4,26	1,00	4,00	3,67	1,27
f) Spiegelnutzung realistisch	4,00	3,48	1,06	2,00	2,27	1,20	4,00	3,42	1,06	3,00	3,07	1,23
Manual Dexterity: 001055 Level 5, (Quadrat, mit Siegel)												
a) Präparationszeit von 4 min ausreichend	5,00	4,45	0,85	5,00	4,60	0,77	5,00	4,74	0,58	5,00	4,60	0,74
b) Menüführung verständlich	4,00	4,13	0,89	4,00	4,10	0,80	5,00	4,42	0,67	4,00	4,22	0,80
c) Bewertungssystem aussagekräftig	5,00	4,35	0,92	4,00	3,53	1,04	4,00	4,16	0,78	4,00	4,02	0,97
d) Bewertungssystem objektiv	5,00	4,32	0,98	5,00	4,07	1,08	5,00	4,39	0,76	5,00	4,26	0,75

Tabelle 17: Auswertung Fragebogen Komplex D. a) und b) relative und absolute Häufigkeiten

D. SIMODONT Dental Trainer																			
Studierende Vorklinik (n = 31)					Studierende Klinik (n = 30)					Approbierte ZÄ (n = 31)					Gesamt (n = 92)				
nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegend zu	voll zu	nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegend zu	voll zu	nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegend zu	voll zu	nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegend zu	voll zu
Wie beurteilen Sie die Benutzerfreundlichkeit des Simulators? in %, (n)																			
Während des Arbeitens mit dem SIMODONT Dental Trainer gab es Probleme mit...																			
a) der Software																			
61,3 (19)	9,7 (3)	16,1 (5)	3,2 (1)	9,7 (3)	46,7 (14)	6,7 (2)	6,7 (2)	13,3 (4)	26,7 (8)	67,7 (21)	9,7 (3)	12,9 (4)	3,2 (1)	6,5 (2)	58,7 (54)	8,7 (8)	12,0 (11)	6,5 (6)	14,1 (13)
b) der Hardware																			
80,6 (25)	3,2 (1)	9,7 (3)	0,0 (0)	6,5 (2)	63,3 (19)	16,7 (5)	0,0 (0)	13,3 (4)	6,7 (2)	67,7 (21)	12,9 (4)	19,4 (6)	0,0 (0)	0,0 (0)	70,7 (65)	10,9 (10)	9,8 (9)	4,3 (4)	4,3 (4)
c) der Ladezeit																			
71,0 (22)	16,1 (5)	3,2 (1)	3,2 (1)	6,5 (2)	56,7 (17)	23,3 (7)	16,7 (5)	3,3 (1)	0,0 (0)	77,4 (24)	61,3 (4)	3,2 (1)	3,2 (1)	3,2 (1)	68,5 (63)	17,4 (16)	7,6 (7)	3,3 (3)	3,3 (3)
Die Menüführung des SIMODONT Dental Trainer ist...																			
a) verständlich																			
3,2 (1)	0,0 (0)	12,9 (4)	51,6 (16)	32,3 (10)	0,0 (0)	0,0 (0)	20,0 (6)	53,3 (16)	26,7 (8)	3,2 (1)	0,0 (0)	12,9 (4)	45,2 (14)	38,7 (12)	2,2 (2)	0,0 (0)	15,2 (14)	50,0 (46)	32,6 (30)
b) selbsterklärend																			
0,0 (0)	6,5 (2)	48,4 (15)	25,8 (8)	19,4 (6)	6,7 (2)	0,0 (0)	46,7 (14)	30,0 (9)	16,7 (5)	6,5 (2)	0,0 (0)	16,1 (5)	38,7 (12)	38,7 (12)	4,3 (4)	2,2 (2)	37,0 (34)	31,5 (29)	25,0 (23)
c) einfach zu bedienen																			
3,2 (0)	0,0 (1)	25,8 (8)	48,4 (15)	22,6 (7)	0,0 (0)	6,7 (2)	43,3 (13)	36,7 (11)	13,3 (4)	3,2 (1)	0,0 (0)	12,9 (4)	54,8 (17)	29,0 (9)	1,1 (1)	3,3 (3)	27,2 (25)	46,7 (43)	21,7 (20)
Wie beurteilen Sie, dass die Menüführung englischsprachig ist?																			
a) Englischkenntnisse der Studierenden werden hierzu ausreichend sein.																			
3,2 (1)	6,5 (2)	29,0 (9)	54,8 (17)	6,5 (2)	0,0 (1)	3,3 (0)	30,0 (9)	43,3 (13)	23,3 (7)	3,2 (1)	0,0 (0)	19,4 (6)	48,4 (15)	29,0 (9)	2,2 (2)	3,3 (3)	26,1 (24)	48,9 (45)	19,6 (18)
b) Die Studierenden sollten sich von Anfang an mit englischen Fachtermini auseinandersetzen.																			
3,2 (1)	6,5 (2)	32,3 (10)	32,3 (10)	25,8 (8)	10,0 (3)	3,3 (1)	26,7 (8)	30,0 (9)	3,0 (0)	0,0 (0)	9,7 (3)	16,1 (5)	38,7 (12)	35,5 (11)	4,3 (4)	6,5 (6)	25,0 (23)	33,7 (31)	30,4 (28)
Worin sehen Sie den Nutzen der Anwendung des SIMODONT Dental Trainers im Zahnmedizinstudium? in %, (n)																			
a) Training manueller zahnärztlicher Fähigkeiten																			
0,0 (0)	6,5 (2)	35,5 (11)	0,0 (0)	58,1 (18)	6,7 (2)	13,3 (4)	40,0 (12)	33,3 (10)	6,7 (2)	0,0 (0)	3,2 (1)	12,9 (4)	45,2 (14)	38,7 (12)	2,2 (2)	7,6 (7)	17,4 (16)	38,0 (35)	34,8 (32)
b) Objektive praktische Leistungsüberprüfung																			
0,0 (0)	3,5 (2)	16,1 (5)	32,3 (10)	45,2 (14)	33,3 (10)	16,7 (5)	20,0 (6)	23,3 (7)	6,7 (2)	6,5 (2)	9,7 (3)	25,8 (8)	29,0 (9)	29,0 (9)	13,0 (12)	10,9 (10)	20,7 (19)	28,3 (26)	27,2 (25)
c) Motivationssteigerung der Studierenden																			
0,0 (0)	3,5 (2)	19,4 (6)	35,5 (11)	38,7 (12)	3,3 (1)	26,7 (8)	23,3 (7)	40,0 (12)	6,7 (2)	0,0 (0)	12,9 (4)	19,4 (6)	29,0 (9)	38,7 (12)	1,1 (1)	15,2 (14)	20,7 (19)	34,8 (32)	28,3 (26)
d) Möglichkeit des individuellen Lernens																			
6,5 (2)	0,0 (0)	9,7 (3)	25,8 (8)	58,1 (18)	3,3 (1)	16,7 (5)	30,0 (9)	40,0 (12)	10,0 (3)	0,0 (0)	3,2 (1)	22,6 (7)	35,5 (11)	38,7 (12)	3,3 (3)	6,5 (6)	20,7 (19)	33,7 (31)	35,9 (33)
e) Deligierbarkeit von Teilbereichen der Ausbildung ins Selbststudium																			
3,2 (1)	9,7 (3)	16,1 (5)	41,9 (13)	29,0 (9)	23,3 (7)	13,3 (4)	26,7 (8)	30,0 (9)	6,7 (2)	6,5 (2)	9,7 (3)	29,0 (9)	29,0 (9)	25,8 (8)	10,9 (10)	10,9 (10)	23,9 (22)	33,7 (31)	20,7 (19)
f) Personalreduzierung																			
12,9 (4)	12,9 (4)	41,9 (13)	22,6 (7)	9,7 (3)	53,3 (16)	16,7 (5)	10,0 (3)	16,7 (5)	3,3 (1)	35,5 (11)	16,1 (5)	25,8 (8)	16,1 (5)	6,5 (2)	33,7 (31)	15,2 (14)	26,1 (24)	18,5 (17)	6,5 (6)
g) Zeitersparnis																			
3,2 (1)	9,7 (3)	54,8 (17)	22,6 (7)	9,7 (3)	50,0 (15)	13,3 (4)	23,3 (7)	13,3 (4)	0,0 (0)	25,8 (8)	9,7 (3)	25,8 (8)	25,8 (8)	12,9 (4)	26,1 (24)	10,9 (10)	34,8 (32)	20,7 (19)	7,6 (7)
h) Attraktivitätssteigerung des Studienortes																			
6,5 (2)	0,0 (0)	19,4 (6)	35,5 (11)	38,7 (12)	3,3 (1)	40,0 (12)	23,3 (7)	30,0 (9)	3,3 (1)	6,5 (2)	6,5 (2)	25,8 (8)	25,8 (8)	35,5 (11)	5,4 (5)	15,2 (14)	22,8 (21)	30,4 (28)	26,1 (24)

Tabelle 18: Auswertung Fragebogen Komplex D. a) und b) Md, Mw, SD

D. SIMODONT Dental Trainer	Studierende Vorklinik (n = 31)			Studierende Klinik (n = 30)			Approbierte ZÄ (n = 31)			Gesamt (n = 92)		
	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD
Wie beurteilen Sie die Benutzerfreundlichkeit des Simulators?												
Während des Arbeitens mit dem SIMODONT Dental Trainer gab es Probleme mit...												
a) der Software	1,00	1,90	1,35	2,00	2,67	1,77	1,00	1,71	1,22	1,00	2,09	1,50
b) der Hardware	1,00	1,48	1,12	1,00	1,83	1,34	1,00	1,52	0,81	1,00	1,61	1,11
c) der Ladezeit	1,00	1,58	1,15	1,00	1,67	0,88	1,00	1,42	0,96	1,00	1,55	1,00
Die Menüführung des SIMODONT Dental Trainer ist...												
a) verständlich	4,00	4,10	0,87	4,00	4,07	0,69	4,00	4,16	0,90	4,00	4,11	0,82
b) selbsterklärend	3,00	3,58	0,89	3,00	3,50	1,01	4,00	4,03	1,08	4,00	3,71	1,01
c) einfach zu bedienen	4,00	3,90	0,79	3,50	3,57	0,82	4,00	4,06	0,85	4,00	3,85	0,84
Wie beurteilen Sie, dass die Menüführung englischsprachig ist?												
a) Englischkenntnisse der Studierenden werden hierzu ausreichend sein.	4,00	3,55	0,85	4,00	3,87	0,82	4,00	4,00	0,89	4,00	4,38	0,87
b) Die Studierenden sollten sich von Anfang an mit englischen Fachtermini auseinandersetzen.	3,00	3,71	1,04	4,00	3,67	1,24	4,00	4,00	0,97	4,00	3,79	1,09
Worin sehen Sie den Nutzen in der Anwendung des SIMODONT Dental Trainers im Zahnmedizinstudium?												
a) Training manueller zahnärztlicher Fähigkeiten	5,00	4,45	0,81	3,00	3,20	1,00	4,00	4,19	0,79	4,00	3,96	1,02
b) Objektive praktische Leistungsüberprüfung	4,00	4,16	0,93	2,50	2,53	1,36	4,00	3,65	1,20	4,00	3,46	1,35
c) Motivationssteigerung der Studierenden	4,00	4,06	0,929	3,00	3,20	1,031	4,00	3,94	1,063	4,00	3,74	1,07
d) Möglichkeit des individuellen Lernens	5,00	4,29	1,10	3,50	3,37	1,00	4,00	4,10	0,88	4,00	3,92	1,06
e) Deligierbarkeit von Teilbereichen der Ausbildung ins Selbststudium	4,00	3,84	1,07	3,00	2,83	1,29	4,00	3,58	1,12	4,00	3,42	1,24
f) Personalreduzierung	3,00	3,03	1,14	1,00	2,00	1,29	2,00	2,42	1,31	3,00	2,49	1,31
g) Zeitersparnis	3,00	3,26	0,89	1,50	2,00	1,15	3,00	2,90	1,40	3,00	2,73	1,27
h) Attraktivitätssteigerung des Studienortes	4,00	4,00	1,10	3,00	2,90	1,00	4,00	3,77	1,20	4,00	3,57	1,19

Tabelle 19: Auswertung Fragebogen Komplex D. c) relative und absolute Häufigkeiten

D. SIMODONT Dental Trainer								
	Studierende Vorklinik (n = 16)		Studierende Klinik (n = 30)		Approbierte ZÄ (n = 31)		Gesamt (n = 77)	
	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
In welchem Kurs würden Sie den SIMODONT Dental Trainer einsetzen? in %, (n)								
Kurs	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
TPK	81,3 (13)	18,8 (3)	56,7 (17)	43,3 (13)	74,2 (23)	25,8 (8)	68,8 (53)	31,2 (24)
Phantom I	62,5 (10)	37,5 (6)	70,0 (21)	30,0 (9)	83,9 (26)	16,1 (5)	74,0 (57)	26,0 (20)
Phantom II	50,0 (8)	50,0 (8)	50,0 (15)	50,0 (15)	71,0 (22)	29,0 (9)	58,4 (45)	41,6 (32)
Phantom III	31,3 (5)	68,8 (11)	40,0 (12)	60,0 (18)	61,3 (19)	38,7 (12)	46,8 (36)	53,2 (41)
Klin. Kurs Zahnerhaltung	6,3 (1)	93,8 (15)	13,3 (4)	86,7 (26)	6,5 (2)	93,5 (29)	9,7 (7)	90,9 (70)
Klin. Kurs Prothetik	6,3 (1)	93,8 (15)	6,7 (2)	93,3 (29)	6,5 (2)	93,5 (29)	6,5 (5)	93,5 (72)

Tabelle 20: Auswertung Fragebogen Komplex D. d) relative und absolute Häufigkeiten

D. SIMODONT Dental Trainer																			
Studierende Vorklinik (n = 31)					Studierende Klinik (n = 30)					Approbierte ZÄ (n = 31)					Gesamt (n = 92)				
nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegend zu	voll zu	nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegend zu	voll zu	nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegend zu	voll zu	nicht zu	etwas zu	teilweise zu	überwiegend zu	voll zu
Bitte beurteilen Sie den SIMODONT Dental Trainer abschließend: in %, (n)																			
a) Anschaffungskosten zu hoch																			
12,9 (4)	25,8 (8)	38,7 (12)	22,6 (7)	0,0 (0)	0,0 (0)	10,0 (3)	46,7 (14)	30,0 (9)	13,3 (4)	3,2 (1)	29,0 (9)	29,0 (9)	29,0 (9)	9,7 (3)	5,4 (5)	21,7 (20)	38,0 (35)	27,2 (25)	7,6 (7)
b) billigere Ausbildung (auf lange Sicht)																			
3,2 (1)	22,6 (7)	41,9 (13)	32,3 (10)	0,0 (0)	30,0 (9)	26,7 (8)	30,0 (9)	10,0 (3)	0,0 (1)	22,6 (7)	32,3 (10)	29,0 (9)	9,7 (3)	6,5 (2)	18,5 (17)	27,2 (25)	33,7 (31)	17,4 (16)	3,3 (3)
c) Attraktivitätssteigerung des Studienortes																			
3,2 (1)	0,0 (0)	22,6 (7)	45,2 (14)	29,0 (9)	0,0 (0)	23,3 (7)	43,3 (13)	26,7 (8)	6,7 (2)	6,5 (2)	6,5 (2)	25,8 (8)	38,7 (12)	22,6 (7)	3,3 (3)	9,8 (9)	30,4 (28)	37,0 (34)	19,6 (18)
d) Gerne hätte ich mit dem SIMODONT selbst schon im Zahnmedizinstudium gearbeitet.																			
gültig n = 15					gültig n = 30					gültig n = 31					gültig n = 76				
0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	40,0 (6)	60,0 (9)	16,7 (5)	33,3 (10)	26,7 (8)	20,0 (6)	3,3 (1)	0,0 (0)	9,7 (3)	32,3 (10)	29,0 (9)	29,0 (9)	6,6 (5)	17,1 (13)	23,7 (18)	27,6 (21)	25,0 (19)
e) Ich kann den SIMODONT den Studierenden für die praktische zahnärztliche Ausbildung empfehlen.																			
gültig n = 21					gültig n = 30					gültig n = 31					gültig n = 82				
0,0 (0)	0,0 (0)	14,3 (3)	38,1 (8)	47,6 (10)	3,3 (1)	43,3 (13)	33,3 (10)	20,0 (6)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	29,0 (9)	38,7 (12)	32,3 (10)	1,2 (1)	15,9 (13)	26,8 (22)	31,7 (26)	24,4 (20)
f) Das Arbeiten mit dem SIMODONT ist hilfreich für die praktische Prüfungsvorbereitung im Phantomkurs.																			
gültig n = 14					gültig n = 30					gültig n = 31					gültig n = 79				
0,0 (0)	0,0 (0)	16,7 (3)	50,0 (9)	33,3 (6)	10,0 (3)	36,7 (11)	26,7 (8)	20,0 (6)	6,7 (2)	0,0 (0)	3,2 (1)	19,4 (6)	45,2 (14)	32,3 (10)	3,8 (3)	15,2 (12)	21,5 (17)	36,7 (29)	22,8 (18)
g) Das Arbeiten mit dem SIMODONT ist hilfreich für die praktische Prüfungsvorbereitung im klinischen Kurs.																			
gültig n = 16					gültig n = 30					gültig n = 31					gültig n = 77				
0,0 (0)	12,5 (2)	25,0 (4)	25,0 (4)	37,5 (6)	23,3 (7)	43,3 (13)	23,3 (7)	10,0 (3)	0,0 (0)	9,7 (3)	19,4 (6)	45,2 (14)	16,1 (5)	9,7 (3)	13,0 (10)	27,3 (21)	32,5 (25)	15,6 (12)	11,7 (9)

Tabelle 21: Auswertung Fragebogen Komplex D. d) Md, Mw, SD

D. SIMODONT Dental Trainer	Studierende Vorklinik (n = 31)			Studierende Klinik (n = 30)			Approbierte ZÄ (n = 31)			Gesamt (n = 92)		
	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD	Md	Mw	SD
Bitte beurteilen Sie den SIMODONT Dental Trainer abschließend:												
a) Anschaffungskosten zu hoch												
	3	2,71	0,97	3	3,47	0,86	3	3,13	1,06	3	3,1	1,01
b) billigere Ausbildung (auf lange Sicht)												
	3	3,03	0,84	2	2,3	1,12	2	2,45	1,15	3	2,6	1,08
c) Attraktivitätssteigerung des Studienortes												
	4	3,97	0,91	3	3,17	0,85	4	3,65	1,11	4	3,6	1,02
d) Gerne hätte ich mit dem SIMODONT selbst schon im Zahnmedizinstudium gearbeitet												
	gültig n = 15			gültig n = 30			gültig n = 31			gültig n = 76		
	5	4,6	0,51	2,5	2,6	1,1	4	3,77	0,99	4	3,47	1,23
e) Ich kann den SIMODONT den Studierenden für die praktische zahnärztliche Ausbildung empfehlen.												
	gültig n = 21			gültig n = 30			gültig n = 31			gültig n = 82		
	4	4,33	0,73	3	2,7	0,84	4	4,03	0,8	4	3,62	1,06
f) Das Arbeiten mit dem SIMODONT ist hilfreich für die praktische Prüfungsvorbereitung im Phantomkurs.												
	gültig n = 18			gültig n = 30			gültig n = 31			gültig n = 79		
	4	4,17	0,71	3	2,77	1,1	4	4,06	0,81	4	3,59	1,12
g) Das Arbeiten mit dem SIMODONT ist hilfreich für die praktische Prüfungsvorbereitung im klinischen Kurs.												
	gültig n = 16			gültig n = 30			gültig n = 31			gültig n = 77		
	4	3,88	1,09	2	2,2	0,93	3	2,97	1,08	3	2,86	1,19

Auswertung der praktischen Versuche

Manual Dexterity: 001001: Level 1 (ovale Figur)

Tabelle 22: Auswertung Manual Dexterity: 001001: Level 1 (ovale Figur), bestandene Aufgaben

Manual Dexterity: 001001: Level 1 (ovale Figur)								
	Studierende Vorklinik (n = 20)		Studierende Klinik (n = 29)		Approbierte ZÄ (n = 17)		Gesamt (n = 66)	
	Mw	SD	Mw	SD	Mw	SD	Mw	SD
Zeit in s	172,70	48,63	112,14	36,53	132,14	47,97	135,10	49,40
Leeway Bottom in %	8,7	3,1	5,3	4,1	6,7	3,8	6,7	3,9
Leeway Sides in %	4,6	3,0	3,4	1,9	2,8	1,6	3,5	2,2

Manual Dexterity: 001041: Level 2 (Kreisumrandung)

Tabelle 23: Auswertung Manual Dexterity: 001041: Level 2 (Kreisumrandung)

Manual Dexterity: 001041: Level 2 (Kreisumrandung)								
	Studierende Vorklinik (n = 31)		Studierende Klinik (n = 30)		Approbierte ZÄ (n = 31)		Gesamt (n = 92)	
	n	in %	n	in %	n	in %	n	in %
bestanden bei:								
nicht bestanden	29	93,5	18	60,0	25	80,6	72	78,3
Versuch 1	2	6,5	3	10,0	3	9,7	8	8,7
Versuch 2	0	0,0	3	10,0	2	6,5	5	5,4
Versuch 3	0	0,0	6	20,0	1	3,2	7	7,6
Misserfolgsgrund Versuch 1								
Zeit > 240 s	3	10,3	8	29,6	2	7,1	13	15,5
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	0	0,0	2	7,4	2	7,1	4	4,7
Container Bottom/Sides > 0,0 %	26	89,7	17	63,0	24	85,7	67	79,8
Misserfolgsgrund Versuch 2								
Zeit > 240 s	5	17,2	4	16,7	2	7,4	11	13,8
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	1	3,4	2	8,3	0	0,0	3	3,8
Container Bottom/Sides > 0,0 %	23	79,3	18	75,0	25	92,6	66	82,5
Misserfolgsgrund Versuch 3								
Zeit > 240 s	2	6,9	6	33,3	5	20,0	13	18,0
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	0	0,0	0	0,0	1	4,0	1	1,4
Container Bottom/Sides > 0,0 %	27	93,1	12	66,7	19	76,0	58	80,6

Tabelle 24: Auswertung Manual Dexterity: 001041: Level 2 (Kreisumrandung), bestandene Aufgaben

Manual Dexterity: 001041: Level 2 (Kreisumrandung)								
	Studierende Vorklinik (n = 2)		Studierende Klinik (n = 12)		Approbierte ZÄ (n = 6)		Gesamt (n = 20)	
	Mw	SD	Mw	SD	Mw	SD	Mw	SD
Zeit in s	219,00	26,87	179,42	59,17	227,50	11,00	197,80	51,33
Leeway Bottom in %	13,4	1,4	7,8	3,5	12,3	5,4	9,7	4,6
Leeway Sides in %	9,9	2,1	9,2	3,40	9,4	1,0	9,3	2,7

Manual Dexterity: 001013: Level 3 (Kreis)

Tabelle 25: Auswertung Manual Dexterity: 001013: Level 3 (Kreis)

Manual Dexterity: 001013: Level 3 (Kreis)								
	Studierende Vorklinik (n = 31)		Studierende Klinik (n = 30)		Approbierte ZÄ (n = 31)		Gesamt (n = 92)	
	n	in %	n	in %	n	in %	n	in %
bestanden bei:								
nicht bestanden	30	96,8	17	56,7	11	35,5	58	63,0
Versuch 1	0	0,0	4	13,3	6	19,4	10	10,9
Versuch 2	0	0,0	1	3,3	7	22,6	8	8,7
Versuch 3	1	3,2	8	26,7	7	22,6	16	17,4
Misserfolgsgrund Versuch 1								
Zeit > 240 s	4	12,9	2	7,7	1	4,0	7	8,5
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	0	0,0	1	3,8	1	4,0	2	2,4
Container Bottom/Sides > 0,0 %	27	87,1	23	88,5	23	92,0	73	89,0
Misserfolgsgrund Versuch 2								
Zeit > 240 s	5	16,1	2	8,0	2	11,1	9	12,2
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	4	12,9	1	4,0	2	11,1	7	9,5
Container Bottom/Sides > 0,0 %	22	71,0	22	88,0	14	77,8	58	78,4
Misserfolgsgrund Versuch 3								
Zeit > 240 s	2	6,7	5	29,4	2	18,2	9	15,5
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	1	3,3	2	11,8	1	9,1	4	6,9
Container Bottom/Sides > 0,0 %	27	90,0	10	58,8	8	72,7	45	77,6

Manual Dexterity: 001034: Level 4 (Kreuz, mit Spiegel)

Tabelle 26: Auswertung Manual Dexterity: 001034: Level 4 (Kreuz, mit Spiegel)

Manual Dexterity: 001034: Level 4 (Kreuz, mit Spiegel)								
	Studierende Vorklinik (n = 31)		Studierende Klinik (n = 30)		Approbierte ZÄ (n = 31)		Gesamt (n = 92)	
	n	in %	n	in %	n	in %	n	in %
bestanden bei:								
nicht bestanden	31	100,0	18	60,0	12	38,7	61	66,3
Versuch 1	0	0,0	2	6,7	9	29,0	11	11,9
Versuch 2	0	0,0	5	16,7	6	19,4	11	12,0
Versuch 3	0	0,0	5	16,7	4	12,9	9	9,8
Misserfolgsgrund Versuch 1								
Zeit > 240 s	9	29,0	12	42,9	10	45,5	31	38,3
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	0	0,0	1	3,6	0	0,00	1	1,2
Container Bottom/Sides > 0,0 %	22	71,0	15	53,6	12	54,5	49	60,5
Misserfolgsgrund Versuch 2								
Zeit > 240 s	10	32,3	7	30,4	5	31,3	22	31,4
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	0	0,0	1	4,3	0	0,0	1	1,4
Container Bottom/Sides > 0,0 %	21	67,7	15	65,2	11	68,8	47	67,1
Misserfolgsgrund Versuch 3								
Zeit > 240 s	9	29,0	3	16,7	5	41,7	17	27,9
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Container Bottom/Sides > 0,0 %	22	71,0	15	83,3	7	58,3	44	72,1

Tabelle 27: Auswertung Manual Dexterity: 001034: Level 4 (Kreuz, mit Spiegel), bestandene Aufgaben

Manual Dexterity: 001034: Level 4 (Kreuz, mit Spiegel)								
	Studierende Vorklinik (n = 2)		Studierende Klinik (n = 12)		Approbierte ZÄ (n = 6)		Gesamt (n = 20)	
	Mw	SD	Mw	SD	Mw	SD	Mw	SD
Zeit in s	-	-	202,25	46,61	218,74	20,23	212,35	33,23
Leeway Bottom in %	-	-	5,9	2,70	5,0	3,3	5,4	3,1
Leeway Sides in %	-	-	16,0	25,10	8,3	3,0	11,4	16,3

Manual Dexterity: 001055: Level 5 (Quadrat, mit Spiegel)

Tabelle 28: Auswertung Manual Dexterity: 001055: Level 5 (Quadrat, mit Spiegel)

Manual Dexterity: 001055: Level 5 (Quadrat, mit Siegel)								
	Studierende Vorklinik (n = 31)		Studierende Klinik (n = 30)		Approbierte ZÄ (n = 31)		Gesamt (n = 92)	
	n	in %	N	in %	n	in %	n	in %
bestanden bei:								
nicht bestanden	10	32,3	14	46,7	3	9,7	27	29,3
Versuch 1	9	29,0	4	13,3	14	45,2	27	29,3
Versuch 2	8	25,8	5	16,7	11	35,5	24	26,1
Versuch 3	4	12,9	7	23,3	3	9,7	14	15,2
Misserfolgsgrund Versuch 1								
Zeit >240 s	0	0,0	1	3,8	0	0,0	1	1,6
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	4	19,0	18	69,2	7	43,8	29	46,0
Container Bottom/Sides > 0,0 %	17	81,0	7	26,9	9	56,3	33	52,4
Misserfolgsgrund Versuch 2								
Zeit > 240 s	1	7,1	0	0,0	0	0,0	1	2,4
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	3	21,4	17	81,0	2	33,3	22	53,7
Container Bottom/Sides > 0,0 %	10	71,4	4	19,0	4	66,7	18	43,9
Misserfolgsgrund Versuch 3								
Zeit > 240 s	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Leeway Bottom/Sides > 20,0 %	1	10,0	7	50,0	0	0,0	8	29,6
Container Bottom/Sides > 0,0 %	9	90,0	7	50,0	3	100,0	19	70,4

Tabelle 29: Auswertung Manual Dexterity: 001055: Level 5 (Quadrat, mit Siegel), bestandene Aufgaben

Manual Dexterity: 001055: Level 5 (Quadrat, mit Siegel)								
	Studierende Vorklinik (n = 20)		Studierende Klinik (n = 29)		Approbierte ZÄ (n = 17)		Gesamt (n = 66)	
	Mw	SD	Mw	SD	Mw	SD	Mw	SD
Zeit in s	114,10	59,30	59,63	41,00	63,68	28,80	79,00	50,00
Leeway Bottom in %	6,9	6,2	4,3	5,7	6,7	6,3	6,2	6,1
Leeway Sides in %	13,6	3,3	12,2	5,7	11,9	6,0	12,5	5,2

Auswertung der schließenden Statistik

Nullhypothese 1

Tabelle 30: Nullhypothese 1, Varianzhomogenitätstest, Levene-Test

Varianzhomogenitätstest			
Summenscore für alle Prüfungen			
Levene-Statistik	df1	df2	Sig.
1,85	2	89	0,163

Tabelle 31: Nullhypothese 1, ANOVA

ANOVA					
Summenscore für alle Prüfungen					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Zwischen Gruppen	304,19	2	152,09	20,06	< 0,001
Innerhalb der Gruppen	674,68	89	7,58		
Gesamtsumme	978,87	91			

Tabelle 32: Nullhypothese 1, Post-Hoc-Test

Mehrfachvergleiche						
Abhängige Variable: Summenscore für alle Prüfungen						
Gabriel						
(I) Bereich		Mittelwert-differenz (I-J)	Standard-fehler	Sig.	95 % Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Studierende Vorklinik	Studierende Klinik	2,48	0,71	0,002	0,76	4,19
	approbierte ZÄ	4,42	0,70	< 0,001	2,72	6,12
Studierende Klinik	Studierende Vorklinik	-2,48	0,71	0,002	-4,19	-0,76
	approbierte ZÄ	1,94	0,71	0,021	0,23	3,66
approbierte ZÄ	Studierende Vorklinik	-4,42	0,70	< 0,001	-6,12	-2,72
	Studierende Klinik	-1,94	0,71	0,021	-3,66	-0,23

Tabelle 33: Nullhypothese 1, Homogener Subtest Gabriel

Summenscore für alle Prüfungen				
Gabriel				
Bereich	H	Subset für Alpha = 0.05		
		1	2	3
approbierte ZÄ	31	12,23		
Studierende Klinik	30		14,17	
Studierende Vorklinik	31			16,65
Sig.		1,000	1,000	1,000

Nullhypothese 2

Tabelle 34: Nullhypothese 2, Varianzhomogenitätstest

Test bei unabhängigen Stichproben									
Summenscore für alle Prüfungen	Levene-Test der Varianzhomogenität		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-seitig)	Mittelwertdifferenz	Standardfehlerdifferenz	95 % Konfidenzintervall der Differenz	
								Unterer	Oberer
Varianzhomogenität angenommen	0,10	0,749	-0,55	90	0,583	-0,38	0,69	-1,74	0,99

Nullhypothese 3

Tabelle 35: Nullhypothese 3, Bildung Lehrmodul

Lehrmodul	Menüführung ist verständlich
	Menüführung ist selbsterklärend
	Menüführung ist einfach zu bedienen
	Training manueller zahnärztlicher Fähigkeiten
	objektive praktische Leistungsüberprüfung
	Motivationssteigerung der Studierenden
	Möglichkeit des individuellen Lernens
	Deligierbarkeit von Teilbereichen der Ausbildung ins Selbststudium

Tabelle 36: Nullhypothese 3, Test auf Normalverteilung Lehrmodul

Test auf Normalverteilung			
	Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Sig.
Lehrmodul	0,96	92	0,006

Tabelle 37: Nullhypothese 3, Kruskal-Wallis, Ränge

Ränge			
Bereich		H	Mittlerer Rang
Lehrmodul	Studierende Vorklinik	31	58,11
	Studierende Klinik	30	28,23
	approbierte ZÄ	31	52,56
	Gesamtsumme	92	

Tabelle 38: Nullhypothese 3, Kruskal-Wallis, Teststatistik

Teststatistik	
	Lehrmodul
Chi-Quadrat	21,59
df	2
Asymp. Sig.	< 0,001

Tabelle 39: Nullhypothese 3, Post-Hoc Test (Dunn-Bonferroni-Test)

Stichprobe 1 - Stichprobe 2	Teststatistik	Std. Fehler	Standard Teststatistik	Sig.	Angep. Sig.
Studierende Klinik- approbierte Zahnärzte	-24,33	6,82	-3,57	< 0,001	0,001
Studierende Klinik - Studierende Vorklinik	29,88	6,82	4,38	< 0,001	< 0,001
approbierte Zahnärzte - Studierende Vorklinik	5,55	6,77	0,82	0,412	1,000

Korrelation 1

Tabelle 40: Korrelation 1, Bildung Summenscore für Nutzen SIMODONT Dental Trainer

Nutzen in der Anwendung	nicht zutreffend	etwas zutreffend	teilweise zutreffend	überwiegend zutreffend	voll zutreffend
Training manueller Fähigkeiten	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
objektive praktische Leistungsüberprüfung	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
Motivationssteigerung der Studierenden	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
Möglichkeit des individuellen Lernens	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
Delegierbarkeit von Teilbereichen der Ausbildung ins Selbststudium	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
Personalreduzierung	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
Zeitersparnis	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
Attraktivitätssteigerung des Studienortes	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
Gesamt	Addition der entsprechenden Punkte				

Tabelle 41: Korrelation 1, Bildung Summenscore Nutzen Computer- und Videospiele

Nutzen von Computer- und Videospiele	nicht zutreffend	etwas zutreffend	teilweise zutreffend	überwiegend zutreffend	voll zutreffend
Training manueller Fähigkeiten	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
Erlernen räumlichen Denkens	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
Verbessern von Hand- und Augenkoordination	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
Verbessern der Reaktionszeit	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
Verbessern der Fähigkeit, Probleme zu lösen	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
Verbessern des Planungsvermögens	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte	4 Punkte	5 Punkte
Gesamt	Addition der entsprechenden Punkte				

Tabelle 42: Korrelation 1, Spearman-Korrelation

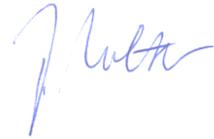
Korrelationen				
			Summenscore Nutzen SIMODONT	Summenscore Nutzen Computer- u Videospiele
Spearman-Rho	Summenscore Nutzen SIMODONT	Korrelationskoeffizient	1,00	0,31
		Sig. (2-seitig)		0,002
		N	92	92
	Summenscore Nutzen Computer- u Videospiele	Korrelationskoeffizient	0,31	1,00
		Sig. (2-seitig)	0,002	
		N	92	92

Selbstständigkeitserklärung

(1) Ich erkläre, dass ich mich an keiner anderen Hochschule einem Promotionsversuch unterzogen bzw. eine Promotion begonnen habe.

Hamburg, den 28.10.2018

Unterschrift:

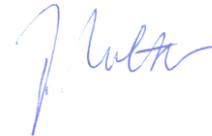


(2) Erklärung zum Wahrheitsgehalt der Angaben

Ich erkläre, die Angaben wahrheitsgemäß gemacht und die wissenschaftliche Arbeit an keiner anderen wissenschaftlichen Einrichtung zu Erlangung eines akademischen Grades eingereicht zu haben.

Hamburg, den 28.10.2018

Unterschrift:

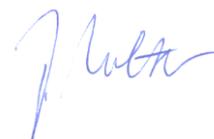


(3) Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe. Alle Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis wurden eingehalten; es wurden keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht.

Hamburg, den 28.10.2018

Unterschrift:



Curriculum Vitae

Name: Holter
Vorname: Josefine
Geburtsdatum: 20.09.1990
Geburtsort: Ludwigslust
Familienstand: ledig
Staatsangehörigkeit: deutsch

Schulbildung

1997 - 2001 Grundschole Techentin
2001 - 2009 Goethe-Gymnasium Ludwigslust, Abschluss: Abitur

Hochschulbildung

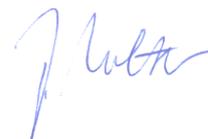
10/2009 – 12/2015 Studium der Zahnmedizin an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale)
12/2015 Zahnärztliche Approbation

Berufstätigkeit

12/2016 – 01/2018 Tätigkeit als Assistenz Zahnärztin in Gemeinschaftspraxis Dr. Korden, Hamburg
02/2018 – heute Tätigkeit als Assistenz Zahnärztin am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Zahnärztliche Prothetik, Hamburg

Hamburg, den 28.10.2018

Unterschrift:



Danksagung

Eine wissenschaftliche Arbeit wie diese benötigt die Unterstützung vieler um zum Abschluss zu kommen. Mein Dank gilt daher allen Wegbegleitern.

Mein besonderer Dank gebührt Prof. Dr. K. Bekes für die Bereitschaft meine Dissertation zu betreuen und zu unterstützen. An dieser Stelle möchte ich mich für die gute Zusammenarbeit und die freundliche Hilfe bedanken.

Recht herzlich möchte ich mich bei allen Probanden und Betreuern dieser Studie für die aufgebraachte Zeit und Teilnahme bedanken, ohne deren Mitwirken diese Arbeit nicht entstanden wäre.

Des Weiteren bedanke ich mich bei Mathias. Er musste während des Studiums und der Erstellung dieser Arbeit viel erdulden. Vielen Dank für das erbrachte Verständnis und das unermüdliche Einfühlungsvermögen.

Von ganzem Herzen möchte ich an dieser Stelle auch meinen Eltern, Andrea und Andreas Holter, sowie meinem Bruder Martin für ihre liebevolle Unterstützung, Motivierung und Geduld auf allen Wegen danken.