

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie  
Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Direktorin: Prof. Dr. Andrea Wichelhaus

**Vergleich der Blended Learning Methode mit der klassischen  
Lehrmethode in der Kephalemetrie**

Dissertation  
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnmedizin  
an der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von  
Timea Homan  
aus Pécs/Ungarn

2019

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatterin: APL Prof. Dr. med. dent. Ekaterini Paschos

Mitberichterstatterin: Prof. Dr. Mechthild Stöckelhuber

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung: 09.05.2019

# Inhalt

1 Einleitung.....	5
2 Literaturübersicht .....	7
2.1 Geschichte der Kephalometrie .....	7
2.2 Fernröntgenseitenaufnahme (FRS).....	7
2.2.1 Erstellung von Fernröntgenseitenaufnahmen .....	7
2.2.2 Auswertung von Fernröntgenseitenaufnahmen .....	8
3 Theoretische Ansätze zu menschlichem Lernen .....	9
3.1 Lerntheorien .....	9
3.1.1 Behavioristische Lerntheorie.....	9
3.1.2 Kognitivistische Lerntheorie .....	9
3.1.3 Konstruktivistische Lerntheorie .....	10
3.2 Praktische Umsetzung lerntheoretischer Grundlagen im Hinblick auf digitale Medien .....	10
3.2.1 Drill&Practice Programme als Beispiel für behavioristische mediengestützte Lehrangebote .....	10
3.2.2 Lernprogramme als Beispiel für die kognitivistische Lerntheorie .....	11
3.2.3 Fallorientierte Lernumgebungen auf Grundlage konstruktivistischer Lerntheorien .....	11
4 Rolle der Motivation beim Lernen .....	13
4.1 Definition von Motivation.....	13
4.2 Intrinsische und extrinsische Motivation.....	13
4.3 Theorie der Selbstbestimmung nach Deci und Ryan.....	14
5 Lehre.....	15
5.1 Traditionelle Lehre an der Universität .....	15
5.2 E-learning an der Universität.....	15
5.3 Blended Learning an der Universität.....	17
6 Material und Methoden .....	19
6.1 Studienteilnehmer und Randomisierung .....	19
6.2 Kephalometrische Punkte und Winkel .....	19
6.2.1 Punkte.....	20
6.2.2 Winkel .....	20
6.3 Fernröntgenseitenbilder (FRS) .....	20

6.4 Die computergestützte kephalometrische Auswertung .....	21
6.5 Die kephalometrische Auswertung auf dem Papier .....	24
6.6 Studienablauf.....	24
6.6.1 Ablauf in der computergestützten Auswertungsgruppe .....	24
6.6.2 Ablauf in der papierbasierten Auswertungsgruppe .....	25
6.7. Auswertung der von den Studenten bearbeiteten Fernröntgenseitenbildern .....	28
6.7.1 Computergruppe.....	28
6.7.2 Papiergruppe.....	28
6.7.3 Fragebögen .....	29
7 Ergebnisse .....	34
7.1 Ergebnisse in Bezug auf die jeweiligen Zeitpunkte FRS1 t1, t2, t3 und FRS2 t1, t2.....	34
7.2 Vergleiche der reinstruierten mit der nicht reinstruierten Gruppe.....	36
7.3 Vergleich der Papiergruppe mit der Computergruppe .....	40
7.4 Auswirkung auf die jeweiligen Gruppen bei Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes	44
7.5 Auswirkungen auf die jeweiligen Gruppen beim Medienwechsel .....	47
7.6 Verlässlichkeit der von der Untersucherin nachmarkierten Punkte .....	50
7.7 Auswertung der Fragebögen.....	51
8 Diskussion .....	62
8.1 Vor-und Nachteile der Auswertungsformen .....	62
8.2 Diskussion der Ergebnisse.....	65
9 Schlussfolgerung .....	70
10 Zusammenfassung .....	72
11 Anhang .....	74
Tabellenverzeichnis.....	74
Abbildungsverzeichnis .....	75
Literaturverzeichnis.....	75
12 Danksagung.....	79
13 Eidesstattliche Erklärung.....	80

# 1 Einleitung

*„Lernen ist das Persönlichste auf der Welt, so eigen wie dein Gesicht. Aber wenn der Lehrer lehrt, wird der Schüler passiv. Man muss einmal erkennen, dass Lernen kein Kopiervorgang ist. Lernen ist deine allerindividuellste Handlung.“*

So beschreibt Heinz von Foerster, österreichischer Biophysiker und langjähriger Direktor des Biological Computer Laboratory in Illinois das Lernen [1].

Die traditionelle Präsenzlehre, welche sich aus Vorlesungen, Seminaren und Praktika zusammensetzt, stellt an den meisten Hochschulen bis heute den Hauptteil der Lehre dar. Die Tradition des klassischen Frontalvortrags der Dozenten, wird zumeist von einer hohen Anzahl Studierender passiv aufgenommen und überdauert bereits fast tausend Jahre.

Seit dem ersten Einsatz von computergestützten Lernangeboten im betrieblichen und universitären Kontext in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts nahm der Einsatz von multimedialen Angeboten stetig zu.

Anfang des 20. Jahrhunderts wurde von Seiten des Bundes und der Länder durch eine ganze Reihe von Initiativen und Förderprogrammen das Ziel verfolgt, die durch die neuen Medien geschaffenen Möglichkeiten von mediengestützten Lernszenarien in der Hochschullehre auszubauen und zu implementieren. Die Einsatz- und Erfolgskonzepte des E-Learnings, welche aus der betrieblichen Aus- und Weiterbildung kommen, auf die Lehre an der Hochschule zu übertragen, schlossen das Potential der Didaktik durch Dozenten aus. Blended Learning Konzepte, welche sich die Verzahnung von mediengestützten Entwicklungen und die klassische Präsenzlehre zu Nutze machen, sollen die Qualität der Hochschullehre für die Lehrenden aber auch der Lernenden optimal nutzen und steigern.

In Ergänzung zur klassischen Lehre durch Vorlesungen hat sich die Virtuelle Hochschule Bayerns (VHB) der Aufgabe angenommen bedarfsgerechte Online-Lehrangebote an bayerischen Hochschulen anzubieten, so auch als Ergänzung zu traditionellen Lehrmethoden in der zahnmedizinischen Ausbildung von Studenten.

Seit Jahren hat sich insbesondere die Auswertung von Fernröntgenseitenbildern in der kieferorthopädischen Praxis mit Computerprogrammen bewährt. Mit Hilfe der Software werden Punkte auf einem digitalen oder digitalisierten Röntgenbild markiert und der

Computer berechnet automatisch Winkel und Strecken. Im Rahmen der kieferorthopädischen Lehre werden die Auswertungen aus didaktischen Gründen oft manuell durchgeführt.

Für die vorliegende Untersuchung wurde ein speziell für die Studenten entwickeltes computergestütztes kephalometrisches Programm verwendet, das im Gegensatz zu gängigen kieferorthopädischen Softwareprogrammen Winkel und Strecken nicht automatisch auswertet, sondern mit Hilfe von virtuellen Tools durch die Studenten selbst berechnet werden muss. Die eigenständige Auswertung soll das Verständnis aus welchen Punkten sich Winkel und Strecken zusammensetzen fördern und eine intensivere Auseinandersetzung mit den Lerninhalten bewirken.

Die Implementierung von virtuellen Phasen des Lernens in klassische Lehrangebote wie Vorlesungen wird heute als Blended Learning bezeichnet. Diese Lernumgebung soll die Vorteile beider Lehr- und Lernformen optimal miteinander verbinden und eine bessere Akzeptanz und Motivation der Studenten bewirken.

In der vorliegenden Untersuchung hatten die teilnehmenden Studenten des 7. Semesters der LMU München die Möglichkeit nach einer Präsenzveranstaltung im Sinne einer Vorlesung für die kieferorthopädische Diagnostik relevante kephalometrische Auswertungen eines Fernröntgenseitenbildes am Computer oder auf Papier vorzunehmen. Anschließend wurden die an der Studie teilnehmenden Studenten in Untergruppen eingeteilt, welche eine Wiederholungsvorlesung (Reinstruiert) oder keine Wiederholung erhielten. Zuletzt stand den Teilnehmern ein zweites Fernröntgenseitenbild zur Verfügung, welches sie an beiden Medien (Computer und Papier) auswerten konnten.

Im Rahmen dieser Dissertation galt es zu klären, ob ein Unterschied zwischen der Computer- und Papiergruppe hinsichtlich der Messgenauigkeit der Studenten und der Musterlösung besteht. Des Weiteren wurde untersucht, inwiefern sich eine Wiederholung der Präsenzveranstaltung auf die Messergebnisse ausgewirkt hat. Die zudem erhobenen Fragebögen brachten Aufschluss über die subjektive Einschätzung der Zufriedenheit und Akzeptanz der Studenten in Bezug auf die computergestützte kephalometrische Auswertung im Vergleich zur Auswertung auf Papier.

## **2 Literaturübersicht**

### **2.1 Geschichte der Kephalometrie**

Zur Diagnostik, Therapieplanung, Verlaufs- und Erfolgskontrolle ist die kephalometrische Analyse des Fernröntgenseitenbildes fester Bestandteil von kieferorthopädischen Behandlungen. Durch die Entdeckung der Röntgenstrahlung durch C. Röntgen im Jahre 1896, erkannte man schnell das enorme diagnostische Potential für die Nutzung für zahnärztliche und kieferorthopädische Zwecke. Bis dahin waren die einzig praktisch verwertbaren Verfahren zur kephalometrischen Orientierung Gipsmodelle, sowie die Anfertigung von Gesichtsmasken [2]. Die Einführung des Fernseitenröntgenbildes für kieferorthopädische Auswertungen geht auf das Jahr 1931 zurück, wo der Deutsche Herbert Hofrath und der Amerikaner Holly Broadbent zeitgleich unabhängig voneinander die ersten Röntgenaufnahmen von Schädeln mit Kieferfehlbildungen zeigten [3, 4]. Durch die metrische Auswertung von Fernröntgenseitenbildern ließen sich eine Reihe von Schlussfolgerungen ziehen, insbesondere im Hinblick auf die Lage und Größe der Kiefer in Bezug auf den Schädel, des Ober- und Unterkiefers zueinander, die skelettalen Klassen, Zahnstellungen und das Weichteilprofil. Aus den Ergebnissen entstanden mehr als 200 weichteilige und knöcherne Referenzpunkte mit Hilfe derer Analysen des Schädels auch heute noch umgesetzt werden können [2].

### **2.2 Fernröntgenseitenaufnahme (FRS)**

#### **2.2.1 Erstellung von Fernröntgenseitenaufnahmen**

Das Fernröntgenseitenbild stellt eine laterolaterale Schädelaufnahme dar, in möglichst großem Fokus-Objekt-Abstand, wo der Schädel immer in gleicher Position zur Röntgenröhre und Film- bzw. Sensorebene platziert wird. Dies ermöglicht eine Reproduzierbarkeit, um Therapie und Wachstumsveränderungen messen und miteinander vergleichen zu können. Früher wurden mit analogem Röntgen und Röntgenfilmen (>1.5m Abstand) gearbeitet, heute findet in zunehmendem Maß die Verwendung des digitalen Röntgens Anwendung, mit dem Vorteil, dass durch zunehmend empfindlichere Sensoren die Strahlenbelastung für den Patienten minimiert werden kann.

### **2.2.2 Auswertung von Fernröntgenseitenaufnahmen**

Zur Durchführung einer kephalometrischen Analyse empfiehlt Broadbent die analogen Röntgenbilder mit einem Bleistift händisch auf Acetatfolie durchzuzeichnen, um die notwendigen Punkte, Strecken und Winkel unter Zuhilfenahme eines Geometriedreiecks zu ermitteln [5]. Im Zuge der Digitalisierung ließ die computergestützte FRS-Auswertung nicht lange auf sich warten, dazu wurden analoge Röntgenbilder gescannt, um sie im Computer zu erfassen. Heute ist durch die digitalen Röntgenverfahren dieser Zwischenschritt nicht mehr notwendig, da die gewonnenen Daten direkt im Computer gespeichert werden, was nicht nur zu weniger Arbeitsaufwand führt, sondern auch die Möglichkeit von Übertragungsfehlern reduziert [6]. Kieferorthopädische Praxen und Zahnärzte, die sich an den Universitäten in der Weiterbildung zum Facharzt/-ärztin für Kieferorthopädie befinden, nutzen Software, die die Koordinaten der Referenzpunkte digitalisiert. Damit übernimmt der Computer die Berechnung der kephalometrischen Messgrößen und eine graphische Aufbereitung der Daten. Der Behandler markiert die Punkte und die Berechnung der Strecken und Winkel werden automatisch ausgeführt.

Bislang bleibt das Fernröntgenseitenbild der Goldstandard für die kieferorthopädische Befundung, der Vollständigkeit halber sollte die Nutzung der dreidimensionalen Bildgebung in der Auswertung von anatomischen Bezugspunkten am Schädel erwähnt werden. Dies spielt vor allem dann eine Rolle bei der kieferorthopädischen Behandlungsplanung, wenn eine operative Therapie von Notwendigkeit wird.

Bis zur Implementierung der computergestützten Auswertung mit Hilfe des Lernprogramms, wurde in der Lehre an der LMU München das Fernröntgenseitenbild ausschließlich konventioneller und später mittels digitaler Röntgentechnik erstellt und den Studenten in Form eines ausgedruckten Röntgenbildes auf Papier für die kephalometrische Auswertung zur Verfügung gestellt. Die Analyse eines Fernröntgenseitenbildes ist Bestandteil der kieferorthopädischen Behandlungskurse I und II.



### **3 Theoretische Ansätze zu menschlichem Lernen**

Es herrschen eine Reihe von Lerntheorien und –modellen vor mit denen menschliches Lernen beschrieben wird. Die drei lerntheoretischen Ansätze des Behaviorismus, Kognitivismus und Konstruktivismus beeinflussten mediengestützte Lehr- und Lernkonzepte maßgeblich.

#### **3.1 Lerntheorien**

##### **3.1.1 Behavioristische Lerntheorie**

Der Behaviorismus (engl.: Verhalten) sieht den Menschen als Produkt seiner Umwelt. Innerpsychische Vorgänge werden dem Menschen abgesprochen. Die bekanntesten Vertreter dieser Bewegung waren John B. Watson und B. F. Skinner. Die radikale Ansicht, dass das Verhalten des Menschen allein auf gelernten Reaktionen von Umweltreizen ist, beeinflusste sowohl schulische aber auch die universitären Lehr- und Lernmethoden. Durch häufige Wiederholung und die Verbindung mit Verstärkung und Bestrafung bei gewünschtem oder unerwünschtem Verhalten wird „gelernt“. Dadurch wird angenommen, dass alleine durch den Lehrenden das Lernen und Verhalten steuerbar wird [7].

Die hauptsächlich aus Tierexperimenten gewonnene Lerntheorie beherrschte bis in die 60er Jahre des letzten Jahrtausends die Lern- und Verhaltensforschung.

Der Paradigmenwechsel erfolgte im Laufe der 50er Jahre, wo höhere, von außen nicht beobachtbare geistige Vorgänge wie Problemlösung, Wahrnehmung und Denken in lernpsychologische Theorien einbezogen wurden. Dennoch beeinflusst der Behaviorismus bis heute mediendidaktische Lehransichten [8].

##### **3.1.2 Kognitivistische Lerntheorie**

Das dem Begriff zugrundeliegende lateinische Wort ‘cognoscere’ bedeutet erfahren, erkennen oder kennenlernen. Im Gegensatz zum Behaviorismus bekommen innerpsychische Vorgänge wie Denken, also die Fähigkeit bestimmte Gesetzmäßigkeiten zu verbinden, und die Rolle des Gedächtnisses, das Zurückgreifen auf bereits vorhandenes Wissen, immer mehr Bedeutung. Die starre Ansicht der Behavioristen, dass schon alleine Umweltreize das Erleben und Verhalten beeinflussen, wird aufgegeben. Der Mensch lernt indem er Informationen

wahrnimmt, gedanklich verarbeitet und bewertet. Neue Wissensinhalte werden in ein bereits vorhandenes Gefüge eingebettet, was auch als Schema bezeichnet wird [9]. Lernen durch Einsicht, Verstehen und Nachvollziehen charakterisieren kognitivistische Informationsverarbeitung. Die Vernachlässigung von sozialen, motivationalen und emotionalen Prozessen sind einige der Kritikpunkte dieser Lerntheorie. Des Weiteren wird die Bedeutung des Lernens für den Menschen im sozialen Kontext nicht mit einbezogen [10].

### **3.1.3 Konstruktivistische Lerntheorie**

In den 1990er Jahren erfährt die Lehr- und Lernforschung eine neue Leitvorstellung bezüglich der Wissensaufnahme und deren Verarbeitung. Anders als im Kognitivismus, war man der Annahme, dass neu erworbenes Wissen vom Individuum neu konstruiert wird. Informationen werden auf Grundlage individueller Erfahrungen und vorhandenem Wissen aktiv eingeordnet. Unter dem Aspekt der konstruktivistischen Lerntheorie sollten Lernangebote offen gestaltet werden, da Lernen als individueller Prozess verstanden wird. Dem Lehrenden wird die Rolle des Coaches zugewiesen. Betonung findet auch das Lernen in Kooperation mit Anderen, die in unmittelbarem Kontakt zu Lehrenden stehen [11]. Obwohl konstruktivistische Ansätze keine exakte Konzepte für die mediendidaktischen Diskussionen geliefert haben, so brechen sie mit der prinzipiellen Steuerbarkeit des Lernens von außen und stellen den Lernenden in den Mittelpunkt der Lerntheorien [12].

## **3.2 Praktische Umsetzung lerntheoretischer Grundlagen im Hinblick auf digitale Medien**

### **3.2.1 Drill&Practice Programme als Beispiel für behavioristische mediengestützte Lehrangebote**

Das Konzept der programmierten Unterweisung wurde 1956 von Skinner entwickelt. Dieses Lernprogramm basiert auf behavioristischen Grundideen und ist gekennzeichnet durch kurzschrittige Lernphasen mit sofortiger Rückmeldung zum Lernfortschritt. Dem Lernenden wird somit ermöglicht im eigenen Tempo zu lernen, während dem Lehrenden die Aufgabe der Einteilung und Unterteilung des Lehrstoffes zugeteilt wird [13]. Für einfache Fertigkeiten und Inhalte wie zum Beispiel Vokalbeltrainer oder zum Erwerb grundlegender Rechenfähigkeiten eignen sich Drill und Practice Programme sehr gut, stoßen jedoch bei komplexeren Themen an ihre Grenzen. Die Nachteile des Lehrmodells liegen auf der Hand, der Lehrer gibt beim Wissenserwerb vor ohne aktive Beteiligung des Lernenden. Die Eigentätigkeit des Lernenden, Freiräume für Selbststeuerung und die Einbettung in ein soziales Umfeld anderer

Kommilitonen kommen zu kurz. Deshalb sind die Anwendungsmöglichkeiten für behavioristisch fundierte Lehrsysteme in der Hochschullehre gering [14].

### **3.2.2 Lernprogramme als Beispiel für die kognitivistische Lerntheorie**

Der Kognitivismus stellt die Notwendigkeit selbstgesteuerten Lernens in den Mittelpunkt. Da jeder Lernende das Wissen auf individuelle Art und Weise aufnimmt, besteht die Forderung nach adaptiveren Lernsystemen wie es bis dato genutzten Drill und Practice Programmen möglich war. An die unterschiedlichen Lernbedürfnisse werden Intelligente Tutorielle Systeme teilweise gerecht. Hier können Lerninhalte an den jeweiligen Ausbildungs- und Wissenstand der Lernenden angepasst werden. Der Nachteil von Tutoriellen Systemen war jedoch, dass nur linear gelernt werden konnte. Diesem Problem konnte Abhilfe geschafft werden durch Lernen mit Multimedia und Hypertexten. Durch die Nutzung des Internets wurde die Quervernetzung von Informationen möglich. Der Lernende kann eigenständig entscheiden, ob er zur Erschließung des Lernstoffes Verlinkungen mit anderen Informationsquellen nutzt oder im vorgegebenen Lernprogramm bleibt. Die Einbindung von Multimedia wie Bildern, Videos und Audios in die Hypertextdokumente wird individuellen Bedürfnissen des Lernenden und Lerntypen gerecht [15].

### **3.2.3 Fallorientierte Lernumgebungen auf Grundlage konstruktivistischer Lerntheorien**

Der Lehrer rückt aus der Rolle des Instructors zugunsten eines aktiven Lernenden der selbst Wissen durch Informationsaufnahme konstruiert. Lernen entsteht nach dieser Theorie, wenn Menschen ihr Wissen in Beziehung zu bereits erlebten Erfahrungen setzen. So lässt sich auch schlussfolgern, dass jeder Mensch aufgenommenes Wissen und damit die Realität unterschiedlich interpretiert. Die Problemerkennung soll durch den Lernenden selbst passieren, der Lehrer nimmt die Position des Beraters ein und hilft dabei Probleme selbst zu erkennen [16]. Solche Lernumgebungen die das Lernen als konstruktiven, aktiven, selbstgesteuerten, sozialen und problemorientierten Prozess sehen, konnten in Lernsimulationen und Planspielen umgesetzt werden. Der Transfer von theoretisch erworbenem Wissen soll in die Praxis umgesetzt werden. Problem based training oder fallorientiertes Lernen findet besonders in der medizinischen Hochschullehre rege Anwendung, wo authentische Patientenfälle alleine oder in Gruppen gelöst werden. Besonders die Reflexion eigener Herangehensweisen an Fälle bildet eine wichtige Lernressource für Problemlösungsstrategien. Der organisatorische Aufwand solcher Lernprogramme ist nicht zu unterschätzen. Am Beispiel vom multimedial und interaktiv gestalteten Lernsystem ProMediWeb wird deutlich wie viele Ressourcen aktiviert werden

müssen um solchen Programmen technisch und organisatorisch gerecht zu werden. Ein Team aus Ärzten, Informatikern und Psychologen an der Ludwig-Maximilians-Universität München (Gruppe Instruct, Klinikdirektor: Prof. Dr. med. Dr. med. h.c. Peter C. Scriba) und der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Gruppe inForm, Klinikdirektor: Prof. Dr. med. Werner Scherbaum) [17]. Internetseiten müssen dem Anspruch genügen ständig aktuell zu sein, diesem können Dozenten alleine nicht gerecht werden.

## **4 Rolle der Motivation beim Lernen**

In den gegenwärtigen Überlegungen zu neuen Lehr- und Lernarrangements bestehen weithin Einigkeit, dass es nicht nur auf die Neugestaltung mediengestützter Inhalte ankommt, sondern auch übergeordnete Ziele wie Selbstbestimmung und Eigenverantwortung zur Steigerung der Lernmotivation beiträgt.

### **4.1 Definition von Motivation**

Nach Reinberg meint Motivation die aktivierende Ausrichtung des momentanen Lebensvollzuges auf einen positiv bewerteten Zielzustand [18]. Motivation bezeichnet nicht beobachtbare Vorgänge, welche die Bereitschaft eines Individuums beschreiben Energie aufzuwenden, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Motivation kann nicht direkt gemessen werden, was zur Folge hat, dass nur die Auswirkungen von motiviertem Verhalten beobachtet werden können [19]. Wie stark die Motivation einer Person ist, hängt von den situativen Anreizen und den persönlichen Erwartungen eines Individuums ab [20].

Seit den 1970er Jahren rückte die Bedeutung von Akzeptanz und Lernmotivation in den Mittelpunkt der Forschung, diesbezüglich gibt es eine Vielzahl von Theorien und Forschungsarbeiten, die sich mit dem Zusammenhang von Akzeptanz und Motivation in Bezug auf den Lernerfolg befassen. Motivation stellt den wichtigsten Faktor für erfolgreiches Lernen dar. In der Vielzahl von Motivationstheorien sind zwei wesentlich für den Wissenserwerb hervorzuheben [21].

### **4.2 Intrinsische und extrinsische Motivation**

Die intrinsische Motivation veranlasst Menschen Tätigkeiten auszuüben z.B. zu Lernen, weil sie aus Interesse und Neugier handeln. Verhalten wird aufrechterhalten, auch wenn keine Belohnung in Aussicht gestellt wird oder Bestrafung droht. Eine solche Motivation, die nicht auf äußere Faktoren wie z.B. zusätzliche Anreize oder Belohnungen angewiesen ist, bezeichnet man als intrinsische Motivation [22]. Kindliche Neugier und interessen geleitetes Lernen gelten als typische Beispiele für intrinsische Motivation. Verhaltensweisen werden aus einem inneren Antrieb heraus gezeigt. Demgegenüber steht die extrinsische Motivation, wo

Anreize außerhalb der Tätigkeit liegen. Handlungen sind Mittel zum Zweck. Extrinsische Motive wären Vergütungen in materiellen Gegenwerten z.B. Bestehen einer Prüfung, soziale Anerkennung, sowie Befriedigung von Sicherheits- und Geltungsbedürfnissen [23]. Langfristig motivierend wirken intrinsische Faktoren, weil der Anreiz um etwas zu tun in der Person selbst liegt. Intrinsische und extrinsische Motivation können allerdings auch synergetisch wirken zum Beispiel, wenn ein Student aus Interesse am Fach Kieferorthopädie lernt und dennoch das Bestehen des Kurses und damit den Erwerb eines Scheins vor Augen hat. Mit dieser dualen und doch recht einfachen Ansichtweise lassen sich komplexe Lernprozesse nur unzureichend beschreiben. Deshalb möchte ich ergänzend die Theorie der Selbstbestimmung erwähnen.

#### **4.3 Theorie der Selbstbestimmung nach Deci und Ryan**

Nach der Selbstbestimmungstheorie der Motivation von Deci & Ryan ist die Menge an persönlich erlebter Selbstbestimmung der grundlegende Motivationsfaktor. Menschen sind dann motiviert, wenn ihr Verhalten auf ein bestimmtes Ziel gerichtet ist und sie selbst darüber entscheiden können was und wie sie etwas tun [24]. Den drei psychischen Grundbedürfnissen nach Kompetenz, Selbstbestimmung und sozialer Eingebundenheit wird deshalb so ein hoher Stellenwert eingeräumt, weil mit Befriedigung dieser drei genannten Grundbedürfnisse die intrinsische Motivation der Studierenden steigt. Als Schlussfolgerung müssen Lernarrangements so gestaltet sein, dass für Lernende ein hohes Maß an Selbstkompetenz, Autonomie und die Einbindung in ein soziales Gefüge möglich ist. Eine Metaanalyse empirischer Befunde zum Zusammenhang von intrinsischer Motivation und Lernen anhand von vier Gruppen – Noten, Leistungstests, spezifische Lernkriterien und Verwendung von Lernstrategien – zeigt eine positive Korrelation. Insbesondere die tiefere Aufnahme von Wissen wird begünstigt, ebenso schneiden Noten und Tests bei Lernenden angetrieben von intrinsischer Motivation besser ab [25]. Daraus lässt sich die Frage ableiten, inwiefern Lehrangebote an Universitäten diesen Forderungen gerecht werden können, um optimale Bedingungen für Lehrende und Lernende für die Vermittlung Wissen zu schaffen.

## **5 Lehre**

### **5.1 Traditionelle Lehre an der Universität**

Heute werden zumeist Wissensinhalte über Vorlesungen dargeboten. Die Ursprünge der Vorlesung stammen aus einer Zeit im Mittelalter, wo Bücher noch nicht gedruckt waren und ein Dozent den Studenten eigene oder fremde Werke vorlasen. Die Lehrform entspricht am ehesten dem Frontalunterricht – eine auf Comenius zurückzuführende Methode im 17. Jahrhundert, wo einer „alle alles umfassend“ unterrichten sollte [26]. Nach wie vor ist dies immer noch die am häufigsten verwendete Lehrmethode der Studenten der Zahnmedizin, ergänzt durch Seminare, Tutorien und praktischen Übungen. Die Effektivität der Vorlesung liegt darin, dass zeitgleich vielen Studenten in kurzer Zeit Wissensinhalte vermittelt werden können. Die passive Wissensaufnahme in der Vorlesung kann jedoch den Bedürfnissen der Studenten nach eigenverantwortlichem und problemorientiertem Lernen, sowie interaktivem und kooperativem Arbeiten nicht gerecht werden [27]. Ebenso setzt die Präsenzlehre voraus, dass sich Lehrende und Lernende am gleichen Ort zum selben Zeitpunkt befinden. Im Zuge der Entwicklung von Computern für die breite Bevölkerungsmasse und die dann am Ende des 20. Jahrhundert hinzukommende Nutzung des Internets, wurde der Einsatz von Medien in der Hochschullehre geebnet.

### **5.2 E-learning an der Universität**

Sucht man nach einer Definition des E-Learnings, so wird man mit einer Vielzahl von Begriffserklärungen konfrontiert. Zumeist wird es als Sammelbegriff für alle Arten des Lernens verstanden, bei denen digitale Medien in Form von Lehr- und Lernmaterialien dem Lernenden zur Verfügung gestellt werden unabhängig von Zeit und Ort [28].

An das E-learning hatte man Anfang 2000 große Erwartungen. So propagierte die Financial Times 2001 Umsätze in Millionenhöhe. Nicht nur der finanzielle Aspekt stand im Mittelpunkt, sondern auch das individuell, zeitlich ungebundene Lernen, die Erschließung neuer Studierendengruppen, eine Steigerung der internationalen Konkurrenzfähigkeit von deutschen Hochschulen, sowie die qualitative Verbesserung der Hochschullehre. Die Idee des computergestützten Lernens und Lehrens wurde in den 1970er Jahren durch die Einführung der Mikrocomputer geboren. Es wurden in vielen Studienbereichen Übungsprogramme

entwickelt und erprobt, so auch im Bereich der Medizin. Schon damals stand die Frage im Raum, ob das computergestützte Lernen einen Vorteil gegenüber klassischen Lehrmethoden brachte. So untersuchte eine Studiengruppe Owen et al. die Effektivität der beiden Methoden unter Berücksichtigung der Zufriedenheit von Studenten [4]. Eine Überlegenheit konnte damals nicht nachgewiesen werden. In Anbetracht der stark eingeschränkten technischen Möglichkeiten nicht verwunderlich, da zu diesem Zeitpunkt die Programme nur auf lokalen Rechnern genutzt werden konnten. Erst 2000 als die Vernetzung der Computer untereinander durch die Einführung des Internets und die Einbeziehung multimedialer PC-Technologien möglich wurde, kam es zu einer vermehrten Nutzung von E-learning Angeboten, aber auch mit der Erwartung einer höheren Akzeptanz und Effektivität. Zahlreiche Studien zufolge konnte jedoch der Einsatz von digitalen Medien alleine den Lernerfolg nicht steigern. Unter geeigneten Rahmenbedingungen kann der Einsatz multimedialer Technologien für ein längeres Behalten von Gelerntem im Vergleich zu reinem Präsenzunterricht führen [2, 29, 30].

Vielfach wurden für die Realisierung von solchen E-learning Angeboten an den Hochschulen Content-Management-Systeme genutzt. Dazu wird zumeist eine Software zur Verfügung gestellt, die die Erstellung, Bearbeitung und Organisation von Inhalten ermöglicht. Hier können Lerninhalte in Form von Texten, Bildern, Videos, Podcasts, Tests hochgeladen und von den Studenten genutzt werden. Die Veränderung der Lerninhalte ist ausschließlich durch Administratoren möglich, die Studenten selbst haben keine Gestaltungsmöglichkeiten. An der LMU München stehen den Studenten der Zahnmedizin das Moodle aber auch die Lernplattform der virtuellen Hochschule Bayerns (VHB) zur Verfügung, dieses sind beides Content-Management-Systeme.

Hauptgegenstand vieler Studien in Bezug auf das Lernen mit Content-Management-Systemen, die unter anderem für E-learning genutzt werden, ist die Akzeptanz von computergestütztem Lernen. Man findet Literatur, die eine hohe Akzeptanz von multimedialen Lehrangeboten bestätigen [31], aber auch eine Studie von Frey bei denen 70% der Befragten ein Lernen ohne Computer bevorzugen[32].

Eine gemeinschaftliche Studie der Universität München, Witten und Würzburg konnte zeigen, dass die Akzeptanz bei der Bearbeitung von virtuellen Patientenfällen dann besonders hoch war, wenn ein enger Bezug zu den Präsenzveranstaltungen bestand [33]. Die freiwillige Bearbeitung von virtuellen Patienten schnitt in der gleichen Studie am schlechtesten ab. Die Fallbearbeitung wurde nicht kontrolliert und war kein Kriterium für das Bestehen des Kurses.



Die für das E-learning erforderliche hohe Selbstdisziplin, der Mangel an feed back seitens der Lehrenden und der persönliche Austausch zwischen den Studierenden stellen vielfach erwähnte Nachteile dar.

Nach dem anfänglich überschwenglichen Erwartungen um die neue Technologie, kristallisierten sich dennoch Probleme heraus. Der Umgang mit E-learning-Angeboten erfordert eine höhere Einstiegshürde von Seiten der Lehrenden und Studierenden sich mit dem neuen System auseinanderzusetzen. Der Anfangs höhere Supportbedarf steht der Erwartung einer höheren Zufriedenheit durch selbstorganisiertem Lernen gegenüber [34]. Akzeptanz und Motivation der Lernenden waren nicht alleine durch das Angebot von zeit- und ortsunabhängigen Möglichkeiten zu erhöhen, ebenso erwies sich die Idee kostenintensives Personal durch Computer zu ersetzen als falsch. Die Entwicklung und Beschaffung, sowie die Einführung und Aufrechterhaltung von digitalen Lehrmethoden und Medien ist mit höherem finanziellen und personellem Aufwand verbunden als erwartet [35].

### **5.3 Blended Learning an der Universität**

Der Erfolg des E-learning, das seinen Ursprung in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung hat, ließ in der Hochschullehre auf sich warten. Man wollte die Erfolgskonzepte des E-learning in Betrieben direkt auf die der Hochschullehre übertragen und stellte fest, dass sich die Bedürfnisse von Lernenden in einem Unternehmen sehr von den Anforderungen von Studierenden an Hochschulen unterscheiden. Hier wären zu nennen, dass in der Regel ein Studium mehrjährig ist, während eine Fortbildung in der Regel einige Tage höchstens Wochen umfasst. Des Weiteren wird häufig ein Studium an der Universität Vollzeit betrieben, während eine Fortbildung in Unternehmen berufsbegleitend erfolgt. Die Teilnehmer von Fortbildungen haben bereits Berufserfahrung gesammelt und somit gestaltet sich das Lehrangebot erfahrungsorientiert. Studierende mit Anfang 20 können zumeist nicht an praktische berufliche Erfahrungen anknüpfen. Dies erfordert andere didaktische Konzepte [36].

Hat man in den 90er Jahren elektronisches Lernen mit dem Einsatz von CD-ROMs und Diskette assoziiert, so ist im Zeitalter des Internets die computergestützte Lehre überwiegend durch virtuelle Lern- und Lehrplattformen zu verstehen. Es kristallisierte sich heraus, dass technische Hilfsangebote eine Ergänzung zur klassischen Lehre an Hochschulen darstellten, aber keinesfalls den Dozenten ersetzen konnten. E-learning stellte sich besonders dann als

effektiv heraus, wenn man mediale und virtuelle Lehrkonzepte in traditionelle Lehrformen eingebettet hat, welches als Blended Learning bezeichnet wird [37].

Blended Learning (engl.: to blend= vermischen) ist ein Lernmodell, welches computergestütztes Lernen sowie digitale Möglichkeiten mit ‚klassischen‘ Lehrmethoden sinnvoll miteinander kombiniert. Die geschickte Vermischung beider Konzepte soll Vorteile verstärken und die Nachteile vermindern [38].

Blended learning soll die Lern- und Lehreffizienz steigern und mehr auf die Lernbedürfnisse der Lernenden eingehen [39]. Die Vernetzung moderner Medien unter Berücksichtigung aktueller pädagogischer Erkenntnisse spielen eine ebenso große Rolle, wie nüchterne Kosten-Nutzen-Überlegungen. [40].

Eine durch Bains durchgeführter Vergleich von Präsenzunterricht, E-learning und Blended Learning konnte aufzeigen, dass die Studenten unter den drei Lerngruppen bevorzugt kieferorthopädische Lehrinhalte über die Kombination von E-learning und Präsenzunterricht aufnehmen, jedoch in dieser Studie kein höherer Lerneffekt bei der Beantwortung von Multiple Choice Fragen erzielt werden konnte [41].

Seit 2002 verfolgt die medizinische Hochschule Hannover in der Klinik für Kieferorthopädie eine Strategie konsequenter Integration moderner Medien in der Präsenzlehre. Über das Lern Management System ILIAS konnten die Studenten eLectures also Vorlesungs- und Vortragsaufzeichnungen herunterladen. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass das hohe Nutzungsinteresse die Ausweitung solcher Angebote sinnvoll macht [42]. Die gleiche Studiengruppe um Asselmeyer und Schweska-Polly untersuchte den Nutzen eines Lehrmoduls zum Thema „Okklusion und Kieferorthopädie“. Dabei wurden den Studenten Veranschaulichungen im Sinne von Lehrvideos und ein Glossar in Form von computer- und webbasierten Lehrmodulen angeboten.

65 % der Befragten äußerten, dass Multimedia ausgebaut werden solle, das Verhältnis von Präsenz und Studium gut abgestimmt sei und sie das Lehrmodul weiter empfehlen könnten [43].

Eine an der Universität Homburg/Saar durchgeführte Studie bestätigte die in anderen Studienbereichen ermittelte höhere Akzeptanz von Blended Learning Methoden speziell wenn die zur Ermittlung von kephalometrischen Bezugspunkten notwendigen Programme auf die Studenten zugeschnitten sind [44].

## **6 Material und Methoden**

### **6.1 Studienteilnehmer und Randomisierung**

Insgesamt nahmen 44 Studenten (16 Männer und 28 Frauen) der Zahnmedizin, des 2. klinischen Semesters der Ludwig-Maximilians-Universität München, an der vorliegenden Untersuchung teil. Die Studierenden hatten zu diesem Zeitpunkt noch keine theoretischen und praktischen Wissensinhalte zur kephalometrischen Auswertung von Fernröntgenseitenbildern in den vorangegangenen Semestern erworben.

Vor Beginn der Untersuchungen wurden die Studenten zufällig in 2 Hauptgruppen eingeteilt.

1. Computergruppe

2. Papiergruppe

Nach zweifacher Auswertung erfolgte eine weitere Unterteilung in Abhängigkeit davon, ob eine Reinstruktion stattfand oder nicht:

1.1. reinstruierte Computergruppe

1.2. nicht reinstruierte Computergruppe

2.1. reinstruierte Papiergruppe

2.2. nicht reinstruierte Papiergruppe

Eine Unbedenklichkeitserklärung der Ethikkommission unter der Nummer UE Nr. 077-14 lag vor.

### **6.2 Kephalemtrische Punkte und Winkel**

Zu Beginn der Studie, wurde allen Gruppen im Rahmen einer kurzen Vorlesung die Punkte, Winkel der kephalometrischen Auswertung erklärt. Folgende Referenzpunkte und Winkel wurden erhoben:

### 6.2.1 Punkte

- S: Mittelpunkt der Sella turcica
- N: Vorderes Ende der Sutura nasofrontalis
- A: A-Punkt ist der tiefste Punkt der anterioren Kontur des Oberkieferalveolarfortsatzes in der Median-Sagittal-Ebene
- B: B-Punkt ist der tiefste Punkt der anterioren Kontur des Unterkieferalveolarfortsatzes in der Median-Sagittal-Ebene
- Spa: Spina nasalis anterior stellt den anteriorsten Punkt der knöchernen Spina nasalis in der Median-Sagittal-Ebene dar
- Spp: Spina nasalis posterior ist der Schnittpunkt der Fossa pterygopalatina mit dem Nasenboden – posteriore Begrenzung der Maxilla
- Tgo: Gonion Tangentenpunkt - Schnittpunkt der Tangente von Gnathion zum kaudalsten Rand des liegenden Unterkieferastes
- Me: Kaudalster Punkt der Symphyse
- Ba: Posteriorster und kaudalster Punkt des Clivus

### 6.2.2 Winkel

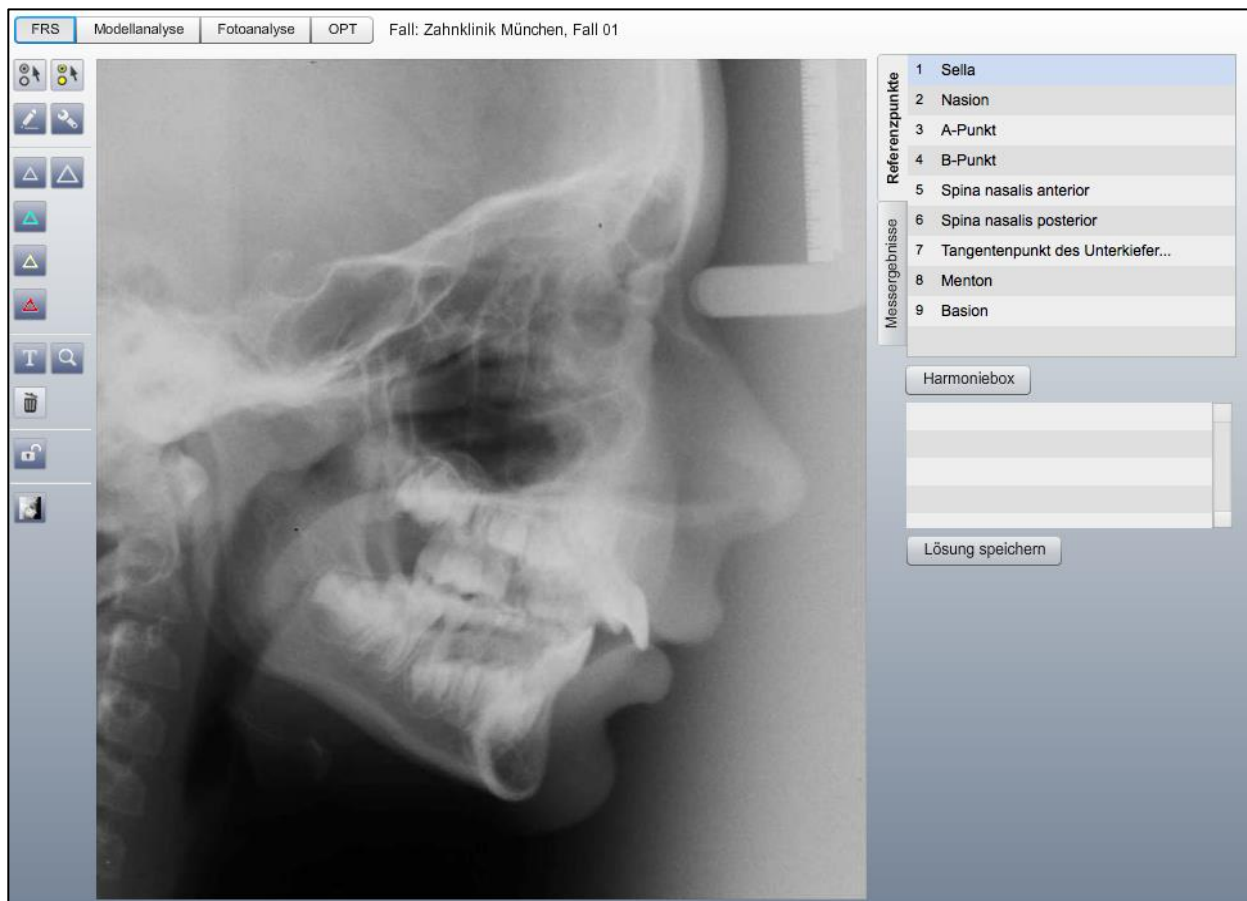
- ∠SNA: Ausdruck der sagittalen Lagebeziehung der Maxilla zur vorderen Schädelbasis
- ∠SNB: Bestimmung der sagittalen Lage des Unterkiefers
- ∠ML-NL: Ausdruck der Neigung der Mandibula zur Maxilla; Divergenz der Basen
- ∠NSBa: Ausdruck der Neigung des Clivus zur anterioren Schädelbasis

### 6.3 Fernröntgenseitenbilder (FRS)

Aus dem Archiv der Poliklinik für Kieferorthopädie wurden zwei Fernröntgenseitenbilder in das, für die Lehre entwickelte computergestützte kieferorthopädische Auswertungsprogramm, das über die virtuelle Hochschule Bayerns, bereitgestellt wurde, eingepflegt, welche im

Rahmen der Studie ausgewertet werden sollten. Weder die Studenten der Computergruppe noch die der Papiergruppe hatten Zugang vor der Durchführung der Tests, sodass sowohl die Fernröntgenseitenbilder als auch der Umgang mit dem Programm unbekannt waren.

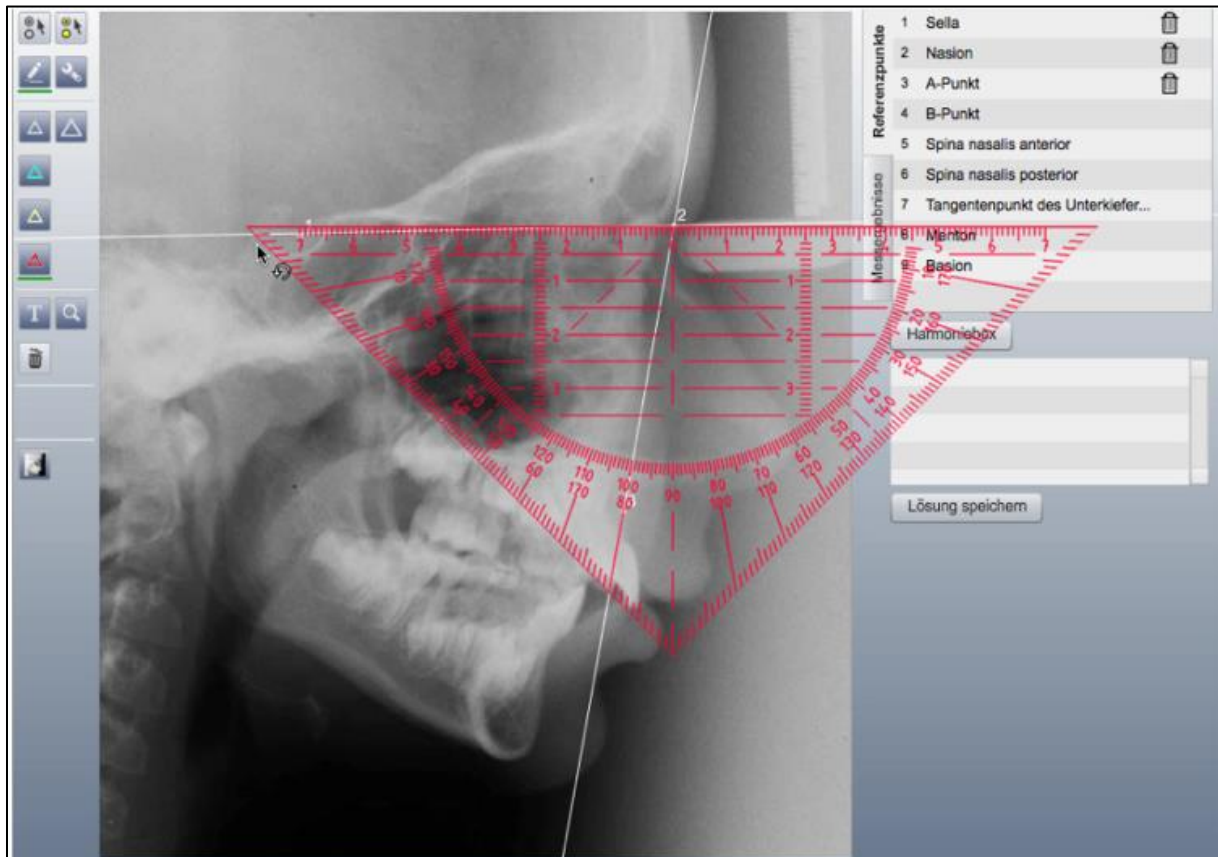
## 6.4 Die computergestützte kephalometrische Auswertung



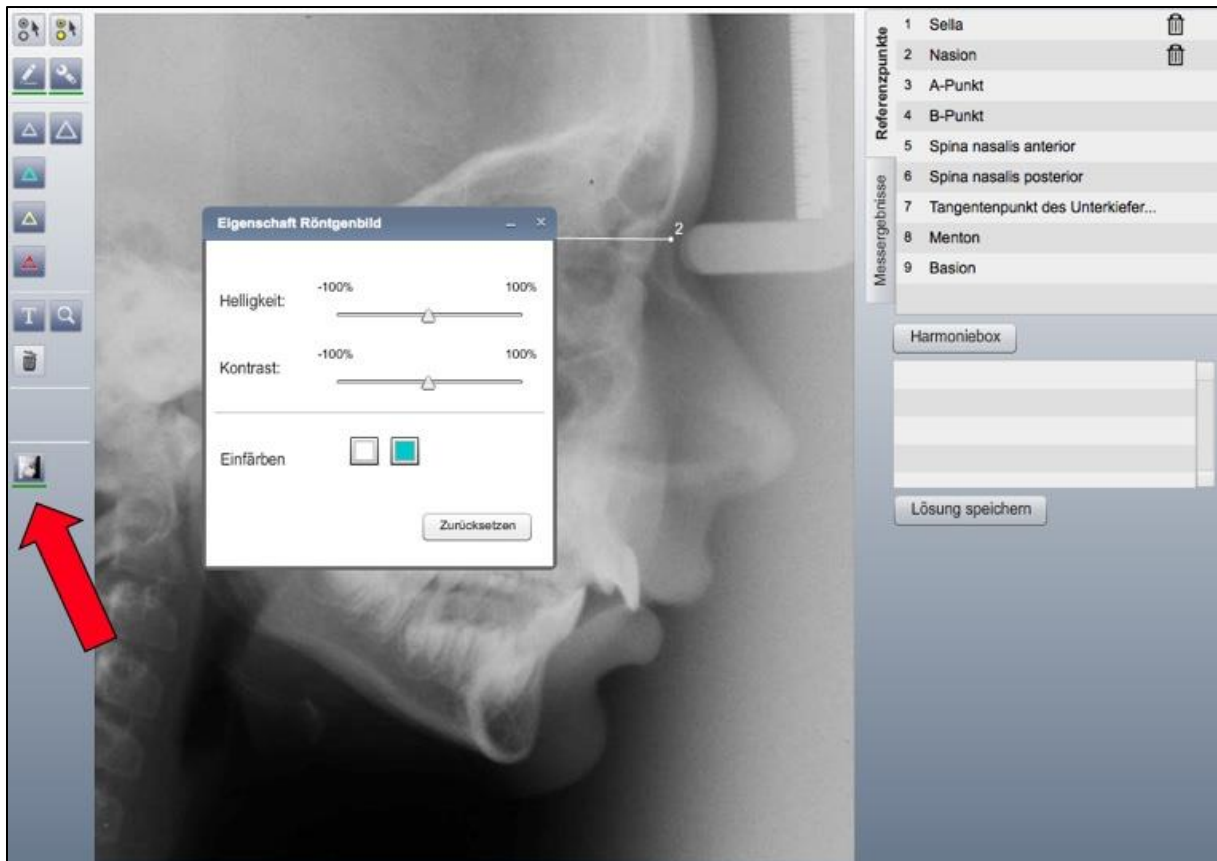
**Abbildung 1: FRS1 in der computergestützten Auswertung am PC**

Mittels des Programms zur Durchführung der kephalometrischen Auswertung war es möglich mit Hilfe einer Maus oder einem Touchpad Punkte zu setzen, Linien zu zeichnen und sie, falls falsch gesetzt, zu löschen (Abbildung 1). Ebenso war ein virtuelles Dreieck in drei verschiedenen Farben und zwei Größen verfügbar (Abbildung 2). Dieses wurde bei Anklicken des vorher gesetzten Punktes automatisch, zur Erleichterung der Positionierung des Geometriedreiecks und damit des Ablesens des Winkels platziert. Das Zeichnen einer Linie wurde zudem durch das Programm vorgenommen, in dem man mit dem Cursor die für die Linie relevanten Punkte auswählte. Ein virtueller Taschenrechner zur Berechnung der Winkel stand ebenfalls zur Verfügung. Helligkeit, Kontrast und Einfärbemodus konnten zur besseren

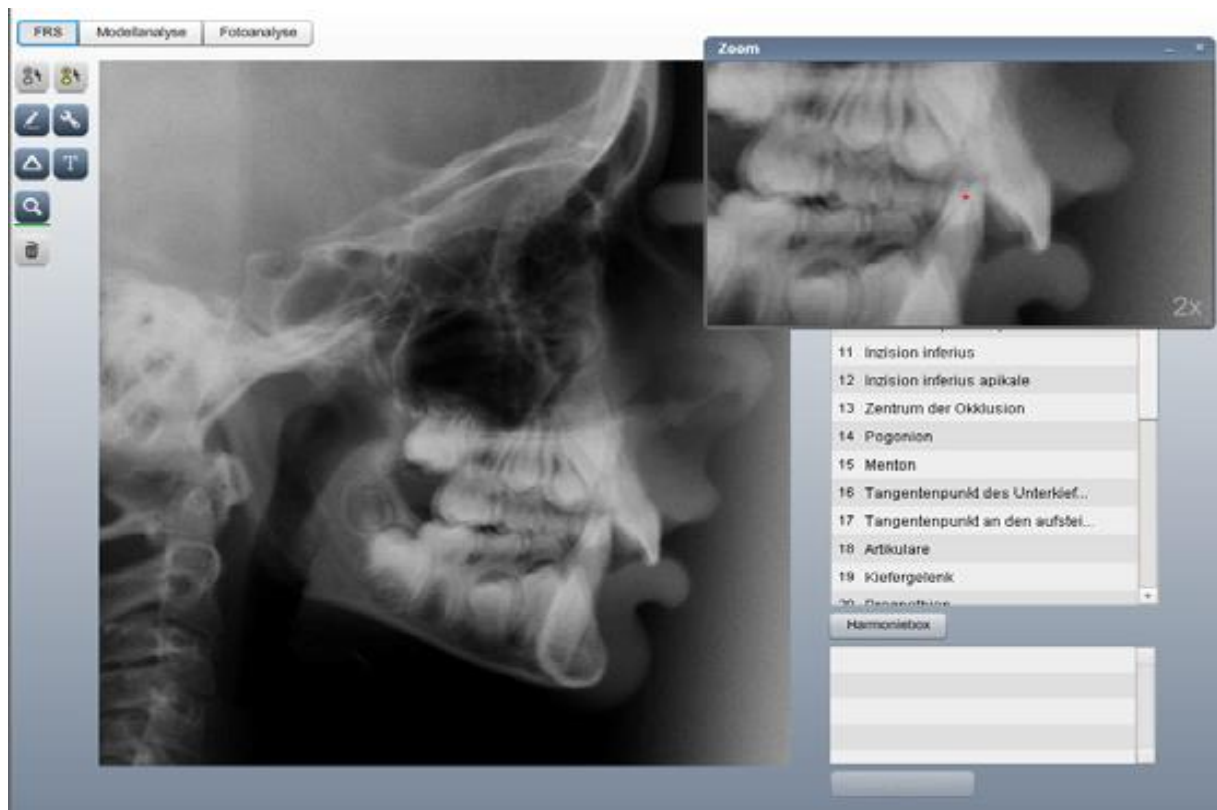
Bewertung verändert werden (Abbildung 3). Zur besseren Erkennung von skelettalen Strukturen und des Weichgewebes stand darüber hinaus eine Lupenfunktion (Vergrößerungsfunktion) zur Verfügung.



**Abbildung 2: Rotes Geometriedreieck in der Anwendung, links im Bild alle drei Farben und die zwei verschiedenen Größen zu sehen**



**Abbildung 3: Möglichkeit der Kontrast- und Helligkeitsveränderung, sowie Einfärbemodus**



**Abbildung 4: Möglichkeit der Lupenfunktion**

## **6.5 Die kephalometrische Auswertung auf dem Papier**

Für die Auswertung der Papiergruppe wurde das Fernröntgenseitenbild mit dem gleichen Farblaserdrucker HP Laser Jet 500 M551 (Druckauflösung 1200x1200dpi) in der gleichen Größe (12,5x17cm) wie die kephalometrische Auswertung am PC auf ein DIN A4 Papier (80g/cm<sup>2</sup>) ausgedruckt. Zu Beginn der Auswertung des FRS wurden allen Studenten der exakt gleiche Graphitbleistift (Faber Castell Härtegrad 2B) und das gleiche Geodreieck (Firma Stylex 16 cm) ausgehändigt. Die kephalometrischen Punkte wurden mit einem Kreuz gekennzeichnet. Die berechneten Winkel wurden in einer auf dem Papier enthaltenen Tabelle von ihnen notiert.

## **6.6 Studienablauf**

Zu Beginn der Studie wurde allen Studienteilnehmer in einer Präsenzveranstaltung im Rahmen einer Vorlesung die Auswertung des Fernröntgenseitenbildes erklärt. Es wurden die zu erhebenden Referenzpunkte und die damit verbundenen anatomischen Strukturen, die Strecken sowie die notwendigen Winkel und ihre Aussage erklärt. Ebenso wurde die computergestützte Auswertung mit dem Gebrauch der virtuellen Tools erläutert.

Direkt im Anschluss erfolgte die Auswertung des gleichen Fernröntgenseitenbildes nämlich getrennt in den entsprechenden Gruppen (Papiergruppe=Gruppe1 / Computergruppe=Gruppe2).

### **6.6.1 Ablauf in der computergestützten Auswertungsgruppe**

Die Computergruppe (Gruppe1), bestehend aus 22 weiblichen und männlichen Studenten/innen, führten die kephalometrische Auswertung unter zu Hilfenahme eines computergestützten Lernprogramms am PC durch, dabei standen den Studenten verschiedene Geometriedreiecke sowohl in Größe als auch Farbe virtuell zur Verfügung. Zur Optimierung des Röntgenbildes konnten die Studenten die Kontrast- und Helligkeitsveränderung, sowie die Einfärbefunktion nutzen, um skelettale Strukturen besser erkennen zu können. Die gewonnenen Messpunkte der Computergruppe wurden automatisch vom PC erfasst. Die automatische Platzierung half beim Ablesen der Winkel. Diese mussten danach in eine Tabelle eingetragen werden. Für die Auswertung nutzten die Studenten die Computer mit Bildschirmen, welche im Behandlungssaal der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie zur Verfügung gestellt wurden.



### 6.6.2 Ablauf in der papierbasierten Auswertungsgruppe

Die Papiergruppe (Gruppe2), bestehend aus 22 Studenten/innen, setzte die Messpunkte auf einem Papierausdruck des FRS mit einem Bleistift und die Berechnung der Winkel erfolgte mit einem Geometriedreieck. Wie bereits oben beschrieben wurden die Ergebnisse hier in einer Tabelle auf dem Papier notiert.

Insgesamt werteten die Computer- und Papiergruppe zwei Fernröntgenseitenbilder aus (FRS 1 und FRS 2). Das erste FRS wurde zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ) ausgewertet. Die ersten zwei Auswertungen ( $t_1$  und  $t_2$ ) beider Gruppen erfolgte unmittelbar nacheinander. 4 Wochen nach der zweifachen Auswertung des ersten Fernröntgenseitenbildes (FRS 1) wurden die Computer- und Papiergruppe jeweils in zwei Untergruppen eingeteilt, sodass 11 Studenten der Computergruppe und 11 Studenten der Papiergruppe an einer Reinstruktion zur eingangs gezeigten Präsenzveranstaltung teilnahmen, während die anderen 11 Studenten/innen der Computergruppe bzw. 11 Studenten/innen der Papiergruppe keine Wiederholungsvorlesung bekamen. Inhalt der Vorlesung für die reinstruierten Gruppen, waren die für die Auswertung notwendigen Referenzpunkte, sowie Winkel und Strecken. Alle Studenten werteten im Anschluss in den nun entstandenen Untergruppen (reinstruiert/nicht reinstruiert), jedoch bei verbleiben des ursprünglichen Auswertungsmediums (PC (Gruppe1A/1B) und Papier (Gruppe2A/2B)) das erste Fernröntgenseitenbild (FRS1) nun ein drittes Mal aus ( $t_3$ =nach 4 Wochen).

Direkt im Anschluss wurde von den Studenten in der gleichen Gruppenaufteilung ein neues Fernröntgenseitenbild (FRS2) ausgewertet.

Die letzte Aufgabe bestand dann noch darin, das neue Fernröntgenseitenbild (FRS2) wiederholt auszuwerten, also ein zweites Mal (FRS2/ $t_2$ ), diesmal jedoch mit dem jeweils vorher nicht benutzten Medium.

Somit wechselten die Studenten/innen das Medium, d.h. die Computergruppe führte die kephalometrische Auswertung des FRS2 zum Zeitpunkt  $t_2$  am Papierausdruck durch und umgekehrt (Abbildung 5).

Evaluiert wurden, die Auswirkung der Reinstruktion im Sinne einer Wiederholungsvorlesung und die Auswirkung beim Wechsel des Mediums. Es wurden zu zwei Zeitpunkten ein Fragebogen von den Studenten/innen ausgefüllt, nämlich der Fragebogen 1 nach Auswertung des FRS1 zum Zeitpunkt  $t_2$  und nach Durchführung der zu Letzt durchgeführten kephalometrischen Auswertung (FRS2/ $t_2$ ) der Fragebogen 2.

Das besondere Interesse galt nicht nur der Tatsache, inwieweit die Studenten eine exakte Bestimmung der kephalometrischen Referenzpunkte und Winkel zu Musterlösung erreichten, sondern wie hoch die Bereitschaft der Studenten war, die neue Auswertungsmethode am Computer zu nutzen. Der Fragebogen sollte die eigene subjektive Einschätzung der Studenten in Bezug auf die Struktur und den Aufbau der Vorlesung, der Durchführung der kephalometrischen Auswertung am jeweiligen Medium Computer oder Papierausdruck und zur Lehrmethode erfassen. Auch sollte geklärt werden, in wie weit eine erneute Reinstruktion bei einem zuvor bekannten Lehrinhalt als hilfreich gewertet wird.

FRAGESTELLUNGEN:

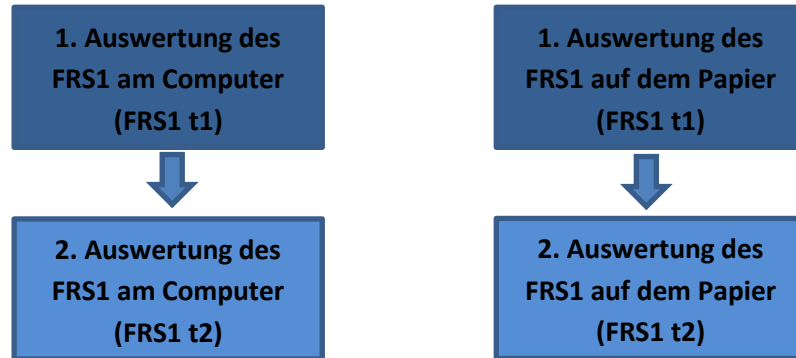
Gruppe 1

Gruppe 2

### 1. Präsenzveranstaltung

Definition/Erklärung der Punkte, Stecken und Winkel zur Auswertung am FRS

1. Wie hoch ist die Messgenauigkeit? Messdifferenzen zur Musterlösung



### 2. Präsenzveranstaltung (nach 4 Wochen)

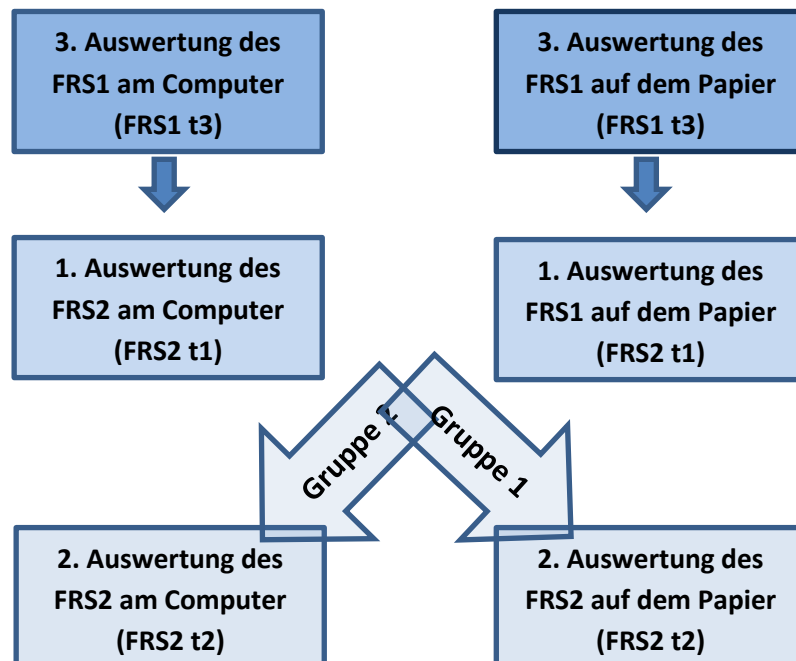
Reinstruktion und Problembesprechung

Unterteilung der Gruppen

Gruppe 1A Reinstruktion  
Gruppe 1B keine Reinstruktion

Gruppe 2A Reinstruktion  
Gruppe 2B keine Reinstruktion

2. Wie groß ist der Nutzen von zusätzl. Präsenzveranstaltungen?



3. Vorteile eines neuen Mediums bei Gruppenwechsel?

Abbildung 5: Studienablauf

## **6.7. Auswertung der von den Studenten bearbeiteten Fernröntgenseitenbildern**

### **6.7.1 Computergruppe**

Die Musterlösung, also die Koordinaten der Punkte und die Berechnung der Winkel, für das Fernröntgenbild 1 und 2 wurde von einer erfahrenen Kieferorthopädin festgelegt. Nachdem die Studenten die Fernröntgenbilder in 9 Punkten und 4 Winkeln ausgewertet und erfolgreich gespeichert hatten, berechnete der Computer, mittels einer gesondert dafür programmierten Software, auf der x-Achse, y –Achse und direkter Strecke die Messunterschiede zur Musterlösung in mm.

Die Computergruppe führte die Tests an den PCs der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie zeitgleich durch. Die Benutzeroberfläche wurde mit der gleichen handelsüblichen Maus (Logitech RX 250) bedient. Nach Bestimmung aller Punkte und Berechnung aller Winkel wurde der Test gespeichert und konnte somit auch nicht verändert werden.

Das Computerprogramm berechnete automatisch die Differenzen zwischen Musterlösung und den von den Studenten gesetzten Punkten und Winkeln. Die Messdifferenzen der Studenten in der x-Achse, y-Achse und in direkter Strecke zur Musterlösung wurden in mm berechnet.

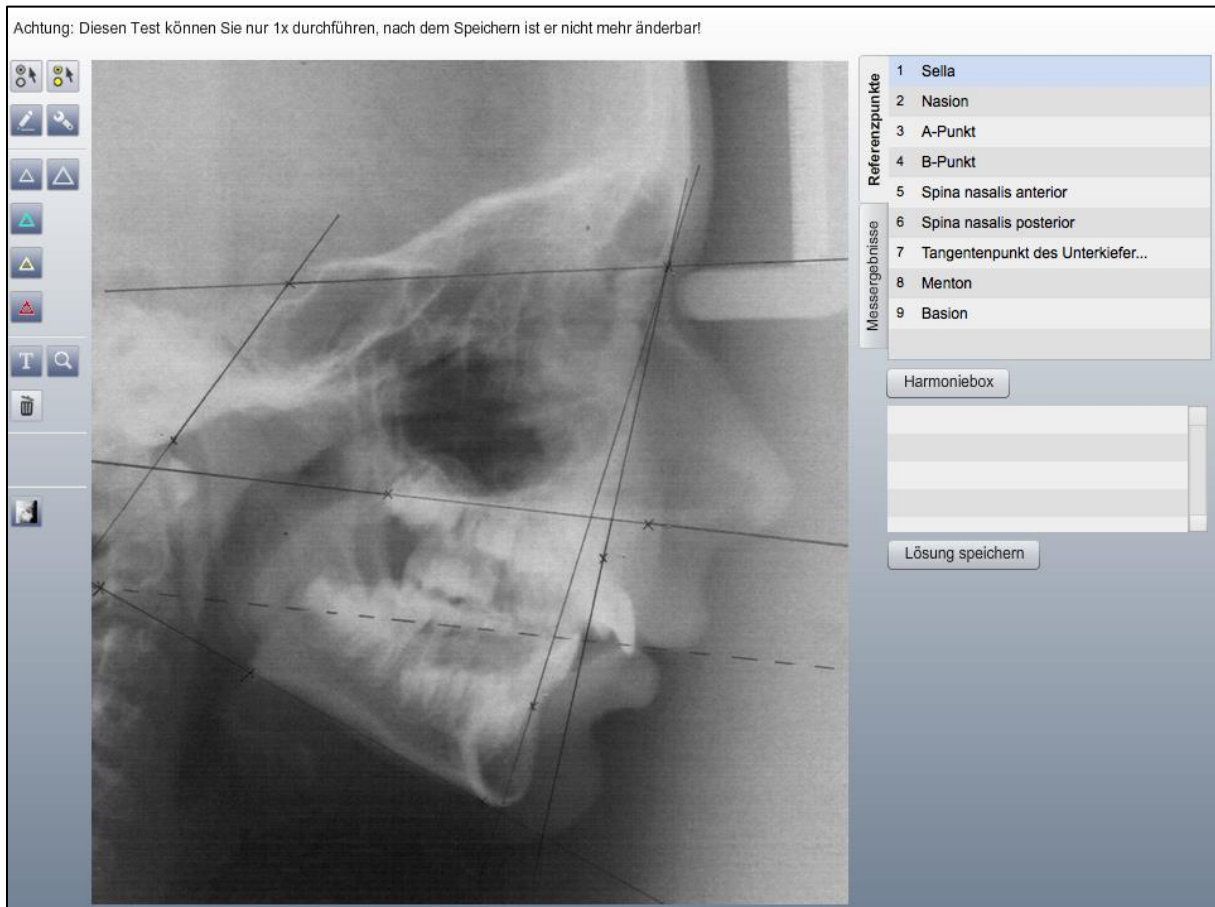
### **6.7.2 Papiergruppe**

Die Evaluation der von der Papiergruppe gesetzten kephalometrischen Punkte, erfolgte durch einscannen (Multifunktionsgerät Brother MFC-L2740 DW) und einpflegen in das computergestützte Auswertungsprogramm mit der die Computergruppe gearbeitet hat. Es wurde im Zuge der Übertragung der auf Papier bearbeiteten FRS darauf geachtet, dass alle Röntgenbilder die gleiche Ausrichtung, Auflösung und Größe der gescannten Bilder hatten. Die von den Studenten auf Papier gesetzten Punkte wurden von mir nachmarkiert (d.h. die mit x gekennzeichneten Punkte wurden alle im computergestützten Lehrprogramm übertragen) und am Computer ausgewertet. Die Koordinaten der nachmarkierten Punkte wurden auf der x-Achse, y-Achse und in direkter Strecke automatisch, analog wie in der Computergruppe, dann vom PC berechnet.

Die Übertragung der Punkte (das Nachmarkieren) der von den Studenten gesetzten kephalometrischen Punkten auf dem Papier, die in Form eines Kreuzes definiert wurden, erfolgte von mir als Untersucherin unter Zuhilfenahme einer Maus, analog zu einer

Auswertung in der Computergruppe für jedes FRS separat. Die Messdifferenzen zwischen Musterlösung und der Auswertung der Studenten bestimmte der Computer auf der x-Achse, y-Achse und direkter Strecke.

Zur Bestimmung der Reproduzierbarkeit, der durch die Untersucherin gesetzten Punkte, wurde das gleiche FRS in einer vorher definierten zeitlichen Pause von jeweils 5 Minuten 20mal nachmarkiert.



**Abbildung 6: ausgewertetes FRS1 der Papiergruppe eingescannt und im Computerprogramm hochgeladen**

### 6.7.3 Fragebögen

Die Fragebogenbefragung dient vorrangig der Einschätzung der Zufriedenheit. Die dem Fragebogen zugrundeliegende Bewertungsskala ist die Likert Skala. Sie besteht aus 5 Items – „stimme zu“, „stimme eher zu“, „weder noch“, „stimme eher nicht zu“, „stimme nicht zu“.

### 6.7.3.1 Fragebogen 1

Der erste Fragebogen wurde unmittelbar nach dem ersten Kontakt mit der Auswertung, also nach der Evaluierung des ersten Fernröntgenseitenbildes (FRS1) zum zweiten Zeitpunkt (t2) ausgefüllt. Er beinhaltet Fragen zur subjektiven Einschätzung der Studenten. Frage 3 war ausschließlich der Computergruppe (Gruppe 1), die am Medium PC auswerteten, vorbehalten.

**Fragebogen**

1. Die Bestimmung der kephalometrischen Punkte am Papierausdruck/am Computer war gut umsetzbar

Stimme zu	Stimme eher zu	Weder noch	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

---

2. Die zweite Auswertung des FRS viel mir leichter

Stimme zu	Stimme eher zu	Weder noch	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

---

3. Die mir zur Verfügung gestellten Werkzeuge (Tools) wie Lupe, Kontrast, farbige Geodreiecke usw. haben mir bei der Auffindung der Punkte und der Messung von Winkeln geholfen

Stimme zu	Stimme eher zu	Weder noch	Stimme eher nicht zu	Stimme nicht zu
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 7: Fragebogen 1

### 6.7.3.2 Fragebogen 2

Der zweite Fragebogen diente als Abschlussfragebogen nach Bearbeitung des zweiten Fernröntgenseitenbildes (FRS2) zum zweiten Zeitpunkt (t2). Er beinhaltete Fragen zu den Themen Struktur und Aufbau, kephalometrische Auswertung und der Lehrmethode.

## Abschlussfragebogen

### Struktur und Aufbau

- 1. Das in der Vorlesung erworbene Wissen konnte ich bei der Analyse gut umsetzen**  
Stimme nicht zu    Stimme eher nicht zu    Weder noch    Stimme eher zu    Stimme zu
- 2. Die für die Durchführung notwendigen Schritte wurden in der Vorlesung ausreichend vermittelt**  
Stimme nicht zu    Stimme eher nicht zu    Weder noch    Stimme eher zu    Stimme zu
- 3. Die Probleme und Fragen wurden in der 2. Präsenzveranstaltung ausreichend nachbereitet (nur wenn teilgenommen)**  
Stimme nicht zu    Stimme eher nicht zu    Weder noch    Stimme eher zu    Stimme zu

Abbildung 8: Abschlussfragebogen Seite 1

## Kephalometrische Analyse

1. Die Auffindung von kephalometrischen Punkten war mittels Online-Plattform einfach

Stimme nicht zu    Stimme eher nicht zu    Weder noch    Stimme eher zu    Stimme zu

2. Die Auffindung von kephalometrischen Punkten war auf dem Papierausdruck einfach

Stimme nicht zu    Stimme eher nicht zu    Weder noch    Stimme eher zu    Stimme zu

3. Die Auffindung von Winkeln ist auf der Online-Plattform einfach

Stimme nicht zu    Stimme eher nicht zu    Weder noch    Stimme eher zu    Stimme zu

4. Die Auffindung von Winkeln ist auf dem Papierausdruck einfach

Stimme nicht zu    Stimme eher nicht zu    Weder noch    Stimme eher zu    Stimme zu

5. Die Verwendung der Lupe bei der Online-Plattform erleichtert das Auffinden der kephalometrischen Punkte

Stimme nicht zu    Stimme eher nicht zu    Weder noch    Stimme eher zu    Stimme zu

6. Das Löschen der Punkte bei der Online-Plattform ist eine nützliche Funktion

Stimme nicht zu    Stimme eher nicht zu    Weder noch    Stimme eher zu    Stimme zu

Abbildung 9: Abschlussfragebogen Seite 2



**7. Die Kontrastveränderung bei der Online-Plattform verbessert das Auffinden der Punkte**

Stimme nicht zu    Stimme eher nicht zu    Weder noch    Stimme eher zu    Stimme zu

**8. Die Möglichkeit kephalometrische Analysen unabhängig von Veranstaltungsort und -zeit üben zu können halte ich für sinnvoll**

Stimme nicht zu    Stimme eher nicht zu    Weder noch    Stimme eher zu    Stimme zu

**Lehrmethode**

**1. Ich wünsche mir, dass die Methode des Blended learning, also die Verknüpfung von E-learning und Präsenzveranstaltungen, verstärkt die klassischen Vorlesungen durch Online-Aktivitäten ergänzt werden**

Stimme nicht zu    Stimme eher nicht zu    Weder noch    Stimme eher zu    Stimme zu

**2. Ich würde die Online-Plattform nutzen, um das in der Präsenzveranstaltung erworbene Wissen zu üben**

Stimme nicht zu    Stimme eher nicht zu    Weder noch    Stimme eher zu    Stimme zu

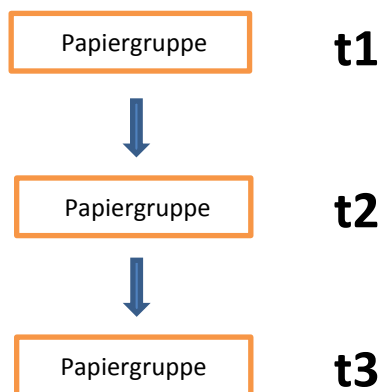
                                                                                      

**Abbildung 10: Abschlussfragebogen Seite 3**

## 7 Ergebnisse

### 7.1 Ergebnisse in Bezug auf die jeweiligen Zeitpunkte FRS1 t1, t2, t3 und FRS2 t1, t2

Unterschied zwischen den Zeitpunkten 1, 2, und 3 in der Papiergruppe



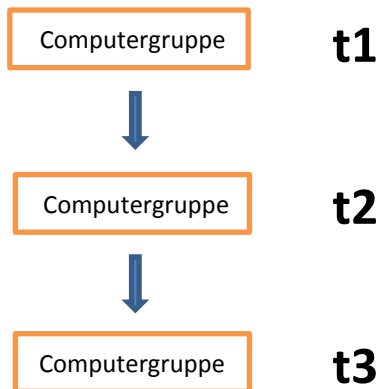
Bei Betrachtung der Messabweichungen zur Musterlösung, zeigte sich innerhalb der Papiergruppe, dass zwischen den drei Messzeitpunkten bei dem Wert Delta y A ein knapp nicht signifikanter Unterschied vorlag. Dies war jedoch eine Ausnahme, denn in den meisten Fällen kam es zu einer Verschlechterung der Messgenauigkeit vom Zeitpunkt t1 zum Zeitpunkt t3 wie exemplarisch in den Tabelle 1 zu sehen ist.

**Tabelle 1: Unterschied zwischen den Zeitpunkten 1, 2, und 3 in der Papiergruppe**

Untersuchung	t1 MW (SD)	Wertung	t2 MW (SD)	Wertung	t3 MW (SD)	Levene	Anova/KW*	Post hoc
Delta y A	2,53 <sup>A</sup> (1,63)	<	2,73 <sup>A</sup> (1,79)	>	1,58 <sup>B</sup> (1,46)	0,44	<b>0,052</b>	Keine sign. Werte
Delta x B	0,59 <sup>A</sup> (0,54)	<	0,93 <sup>AB</sup> (0,74)	<	1,53 <sup>B</sup> (2)	<b>0</b>	0,16	Tukey zw. t1 und t3 p=0,045
Delta y B	0,92 <sup>A</sup> (0,83)	<	1,28 <sup>A</sup> (1)	<	2,2 <sup>A</sup> (3,49)	<b>0,02</b>	0,29	Keine sign. Werte
Delta dir B	1,21 <sup>A</sup> (0,83)	<	1,75 <sup>A</sup> (0,97)	<	2,81 <sup>A</sup> (3,93)	<b>0,004</b>	0,1	Keine sign. Werte

\*KW=Kruskal Wallis

Unterschiede zwischen den Zeitpunkten 1, 2, und 3 in der Computergruppe



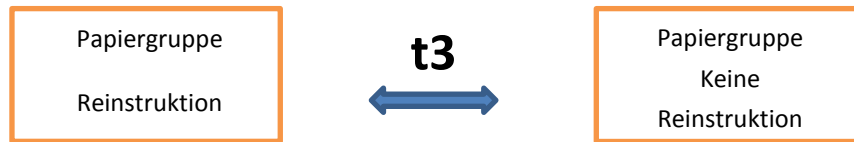
Ähnliche Ergebnisse zeigten sich auch in der Computergruppe mit einer stetig mittelwertigen Verschlechterung der Messgenauigkeit im Vergleich t1 mit t2 und t3. Die einzige signifikante Verschlechterung betraf jedoch das Auffinden des Punktes Ba auf der y-Achse und in der direkten Strecke zwischen dem Zeitpunkt 1 und 3 (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Signifikante Unterschiede in der Computergruppe zwischen den Zeitpunkten t1, t2 und t3**

Untersuchung	t1 MW (SD)	Wertung	t2 MW (SD)	Wertung	t3 MW (SD)	Levene	Kruskal Wallis	Post hoc
Delta y Ba	1,95 <sup>A</sup> (1,68)	<	3,18 <sup>A</sup> (2,63)	<	5,69 <sup>B</sup> (4,85)	<i>0,001</i>	<i>0,011</i>	Tukey zw. t1 und t3 p=0,006
Delta dir Ba	3,44 <sup>A</sup> 2,37	<	4,66 <sup>AB</sup> 3,23	<	6,83 <sup>B</sup> 4,76	<i>0,039</i>	<i>0,026</i>	Games Howell zw. t1 und t3 p=0,015

## 7.2 Vergleiche der reinstruierten mit der nicht reinstruierten Gruppe

### Auswirkung der Reinstruktion in der Papiergruppe zum Zeitpunkt t3

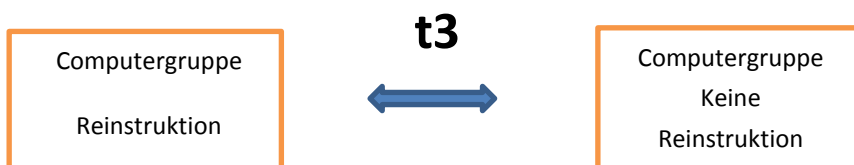


Vergleicht man zum Zeitpunkt t3 die reinstruierte mit der nicht reinstruierten Gruppe, so stellt man fest, dass beim Medium Papier die reinstruierte Gruppe sowohl auf der x-Achse als auch in der direkten Strecke den Punkt Me im Vergleich zur Musterlösung signifikant genauer auffinden konnte.

**Tabelle 3: Auswirkung der Reinstruktion in der Papiergruppe zum Zeitpunkt t3**

Untersuchung	Re MW (SD)	Wertung	nicht Re MW (SD)	MannU Test
Delta x Me	2,49 (1,81)	>	1,03 (1,4)	<i>0,021</i>
Delta dir Me	3,57 (2,28)	>	1,92 (1,39)	<i>0,04</i>

### Auswirkung der Reinstruktion in der Computergruppe zum Zeitpunkt t3

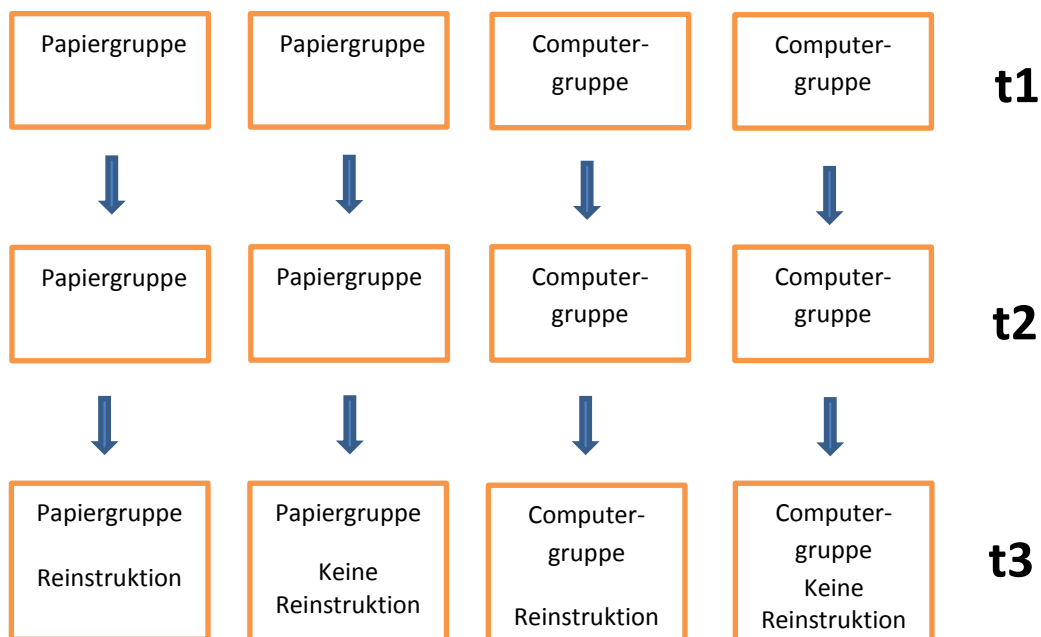


Bei alleiniger Betrachtung der Computergruppe konnte die gleiche Tendenz wie in der Papiergruppe zum Zeitpunkt t3 im Vergleich zwischen den Gruppen reinstruiert und nicht reinstruiert gefunden werden. Auch wenn statistisch gesehen keine signifikanten Unterschiede messbar waren, so war in den meisten Fällen die reinstruierte Gruppe besser wie das Beispiel am Punkt Me auf der x-, y-Achse und direkter Strecke zeigt.

**Tabelle 4: Auswirkung der Reinstruktion in der Computergruppe zum Zeitpunkt t3**

Untersuchung	Re MW (SD)	Wertung	nicht Re MW (SD)	MannU Test
Delta x Me	2,63 (2,08)	>	1,75 (1,8)	0,49
Delta y Me	2,22 (2,17)	>	1,07 (0,81)	0,07
Delta dir Me	3,55 (2,86)	>	2,12 (1,23)	0,25

Unterschiede innerhalb der Gruppen zwischen den Zeitpunkten t1 bis t3 unter Berücksichtigung der Reinstruktion bzw. Weglassen der Reinstruktion



Die Reinstruktion, in Form einer kurzen Vorlesung welche die Punkte und Winkel zur kephalometrischen Analyse beinhaltete, erfolgte vor dem dritten Zeitpunkt. Nichtsdestotrotz blieb die Einteilung der Studenten in die jeweiligen Gruppen von Anfang an gleich.

Reinstruierte Papiergruppe

Entgegen des Umstandes, dass keine signifikanten Messunterschiede zwischen den drei Zeitpunkten t1 bis t3 aufgezeigt werden konnten, zeigte sich der geringste Mittelwert beim Zeitpunkt t1, gefolgt von t3 und t2 im Vergleich zur Musterlösung.

Nicht reinstruierten Papiergruppe

**Tabelle 5: Signifikante Unterschiede in der nicht reinstruierten Papiergruppe zwischen den Zeitpunkten t1, t2 und t3**

Untersuchung	t1 MW (SD)	Wertung	t2 MW (SD)	Wertung	t3 MW (SD)	Levene	Kruskal Wallis	Post hoc
Delta y Me	1,3 <sup>A</sup> (0,96)	<	1,19 <sup>A</sup> (1,02)	<	2,4 <sup>B</sup> (1,66)	0,024	<b>0,028</b>	Tukey zw. t1 und t3 p=0,034

Vergleicht man innerhalb der Papiergruppe die Zeitpunkte t1, t2 und t3 (nicht reinstruierte Gruppe) miteinander, so fällt beim Punkt Delta y Me ein signifikanter Unterschied auf ( $p=0,0028$ ). Bei genauerer Betrachtung der Zeitpunkte t1 und t3 ( $p=0,034$ ) als auch dem t2 und t3 ( $p=0,017$ ) auf.

Reinstruierte Computergruppe

Ungeachtet der Tatsache, dass kein signifikanter Unterschied zwischen den Zeitpunkten der reinstruierten Computergruppe ermittelt werden konnte, waren die geringsten Abweichungen zur Musterlösung beim Zeitpunkt t2 gefolgt vom Zeitpunkt t1 und t3 in der reinstruierten Gruppe am Medium Computer zu finden.

Nicht reinstruierte Computergruppe

Signifikante Unterschiede ergaben sich, in der Computergruppe bei den nicht reinstruierten Studenten innerhalb der Zeitpunkte t1, t2 und t3 bezüglich des Punktes Me auf der y-Achse Anova ( $p=0,028$ ). Die Messstrecke auf der y-Achse des Punktes Ba unterschied sich zwischen dem Zeitpunkt t1 und t3 ( $p= 0,004$ ), aber auch in direkter Strecke zwischen den Zeitpunkten t1 und t3 ( $p= 0,005$ ) und t2 und t3 ( $p= 0,005$ ) signifikant. Der Winkel SNB unterschied sich innerhalb der drei Messzeitpunkte knapp nicht signifikant.

**Tabelle 6: Signifikante Unterschiede in der nicht reinstruierten Computergruppe zwischen den Zeitpunkten t1, t2 und t3**

Untersuchung	t1 MW (SD)	Wertung	t2 MW (SD)	Wertung	t3 MW (SD)	Levene	Anova/ KW*	Post hoc
Delta y Me	1,34 <sup>A</sup>	<	1,35 <sup>A</sup>	<	2,22 <sup>A</sup>	0,19	<b>0,028</b>	Nicht signifikant

	(0,88)		(1,36)		(2,17)			mit Tukey
Delta y Ba	1,95 <sup>A</sup> (1,68)	<	3,18 <sup>A</sup> (2,63)	<	7,67 <sup>AB</sup> (5,68)	0	<i>0,006</i>	Games Howell zw. t1 und t3 p=0,019
Delta dir Ba	3,44 <sup>A</sup> (2,37)	<	4,66 <sup>A</sup> (3,23)	<	8,95 <sup>B</sup> (5,33)	0,09	<i>0,007</i>	Games Howell t1 und t3 p=0,017
SNB	5,05 <sup>A</sup> (12,97)	>	2,66 <sup>A</sup> (2,49)	<	3,98 <sup>A</sup> (4,42)	0,036	<i>0,054</i>	Nicht signifikant mit Tukey

\*KW= Kruskal Wallis

### Auswirkung von Reinstruktion in der Papiergruppe zum Zeitpunkt t1 des FRS2

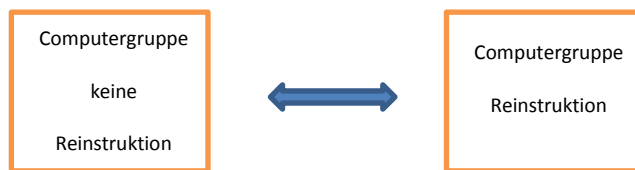


Bei Betrachtung der signifikanten Ergebnisse hat die nicht reinstruierte Gruppe einheitlich schlechter abgeschnitten.

**Tabelle 7: Auswirkung von Reinstruktion in der Papiergruppe zum Zeitpunkt t1 des FRS2**

Untersuchung	Nicht Re MW (SD)	Wertung	Re MW(SD)	MannU Test
Delta x N	5,08 (2,67)	>	2,97 (1,93)	<i>0,01</i>
Delta y N	8 (2,76)	>	5,26 (2,08)	<i>0,03</i>
Delta dir N	9,7 (3,18)	>	6,28 (2,22)	<i>0,003</i>
Delta y Spa	2,85 (2,39)	>	0,89 (1,35)	<i>0,013</i>
SNA	12,32 (5,44)	>	6,95 (2,77)	<i>0,01</i>
SNB	8,27 (3,2)	>	4,45 (2,11)	<i>0,002</i>

## Auswirkung von Reinstruktion in der Computergruppe zum Zeitpunkt t1 des FRS2



Hier ergeben sich nicht so viele eindeutige Unterschiede wie in der Papiergruppe, lediglich der Wert  $\Delta \times N$  ist in der nicht reinstruierten Gruppe signifikant schlechter als in der reinstruierten.

**Tabelle 8: Auswirkung von Reinstruktion in der Computergruppe zum Zeitpunkt t1 des FRS2**

Untersuchung	Nicht Re MW (SD)	Wertung	Re MW(SD)	MannU Test
Delta x N	2,75 (2,05)	<	2,97 (1,93)	0,047

### 7.3 Vergleich der Papiergruppe mit der Computergruppe

Zum Zeitpunkt t1



Zieht man ausschließlich die signifikanten Messergebnisse bei der ersten Analyse (t1) des Fernröntgenseitenbildes in Betracht, so erzielt die Computergruppe bei dem Punkt N auf der y-Achse und in direkter Strecke, sowie beim Punkt A sowohl auf der x- und y-Achse als auch in direkter Strecke die genaueren Messergebnisse im Vergleich zur Musterlösung. Würde man alle Ergebnisse berücksichtigen, auch die die keine signifikanten Unterschiede aufzeigen konnten, so hatte die Papiergruppe bei 2/3 der Messergebnisse eine kleinere Abweichung auf den x-, y-Achsen und in direkter Strecke, sowie einschließlich der gemessenen Winkel.



**Tabelle 9: Vergleich der Papier- mit der Computergruppe zum Zeitpunkt t1**

Untersuchung	Papier MW (SD)	Wertung	Computer MW(SD)	MannU Test
Delta y N	1,77 (0,88)	>	1,25 (0,71)	<i>0,047</i>
Delta dir N	2,24 (0,92)	>	1,71 (0,7)	<i>0,028</i>
Delta x A	2,23 (1,12)	>	1,46 (1,83)	<i>0,018</i>
Delta y A	2,53 (1,63)	>	1,09 (1,36)	<i>0,002</i>
Delta dir A	3,67 (1,3)	>	2,07 (2,05)	<i>0,0001</i>

Zum Zeitpunkt t2

Auch hier zeigten die Teilnehmer der Computergruppe kleinere Messabweichungen im Verhältnis zur Musterlösung, im Vergleich zu den erfolgten Messungen in der Papiergruppe. Signifikant erwies sich der Unterschied des Punktes A auf der y-Achse, aber auch in direkter Strecke. Ebenso zeigten sich signifikante Unterschiede beim Punkt Spa auf der y-Achse.

Insgesamt waren unter den Gruppen die Messgenauigkeiten recht ausgewogen. In der Hälfte der betreffenden Punkte und Winkel waren die Messabweichungen der Papiergruppe besser und in der anderen Hälfte die Computergruppe genauer in der Auffindung der zu ermittelnden kephalometrischen Messpunkte und Winkel.

**Tabelle 10: Vergleich der Papier- mit der Computergruppe zum Zeitpunkt t2**

Untersuchung	Papier MW (SD)	Wertung	Computer MW(SD)	MannU Test
Delta y A	2,73 (1,79)	>	1,34 (1,38)	<i>0,004</i>
Delta dir A	3,72 (1,45)	>	2,64 (2,36)	<i>0,006</i>
Delta y Spa	1,77 (1,76)	>	0,71 (1,22)	<i>0,024</i>

Zum Zeitpunkt t3

Es war lediglich in der reinstruierten Gruppe ein knapp nicht signifikantes Ergebnis bei Delta y B zu finden.

Ergebnisse werden bei t3 immer ähnlicher, deswegen keine signifikanten Unterschiede messbar.

Ob das Medium Papier oder Computer bessere Messergebnisse erzielt ist eher zufällig (Unterschiede liegen oft im Zehntelbereich).

**Tabelle 11: Vergleich der Papier- mit der Computergruppe zum Zeitpunkt t3**

Untersuchung	Papier MW (SD)	Wertung	Computer MW(SD)	MannU Test
Delta y B	2,61 (4,53)	>	0,61 (0,56)	<i>0,054</i>

Vergleich der reinstruierten Papiergruppe mit der reinstruierten Computergruppe bei Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes (FRS2)



Bei allen signifikanten Unterschieden konnte die Computergruppe besser abschneiden, sowohl in den Mittelwerten als auch in den Standardabweichungen.

Hoch signifikante Unterschiede ließen sich bei den Punkten N und A auf der y-Achse und in direkter Strecke sowie bei den Winkeln SNA und SNB ermitteln.

Signifikant unterschiedliche Mittelwerte zeigten sich bei dem Punkt N auf der x-Achse und bei Me in direkter Strecke.

**Tabelle 12: Vergleich der reinstruierten Papiergruppe mit der reinstruierten Computergruppe bei Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes (FRS2)**

Untersuchung	Papier MW (SD)	Wertung	Computer MW(SD)	MannU Test
Delta x N	8 (2,67)	>	0,88 (1,12)	<i>0,01</i>
Delta y N	8 (2,76)	>	4,85 (2,21)	<i>0,006</i>
Delta dir N	9,7 (3,18)	>	5,7 (2,72)	<i>0,003</i>
Delta y A	6,12 (3,76)	>	2,36 (1,93)	<i>0,006</i>
Delta dir A	6,38 (3,76)	>	2,71 (1,77)	<i>0,006</i>
Delta x N	7,68 (1,57)	>	2,84 (1,32)	<i>0,04</i>
SNA	12,32 (5,44)	>	5,95 (2,81)	<i>0,002</i>
SNB	8,27 (3,2)	>	4,45 (2,25)	<i>0,006</i>

Vergleich der nicht reinstruierten Papiergruppe mit der nicht reinstruierten Computergruppe bei Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes (FRS2)



Zieht man die signifikanten Messunterschiede bezüglich der Mittelwerte in den Fokus der Betrachtungen, so zeigten sich hoch signifikante Unterschiede bei der Strecke Delta dir A und dem Punkt Me auf der y-Achse.

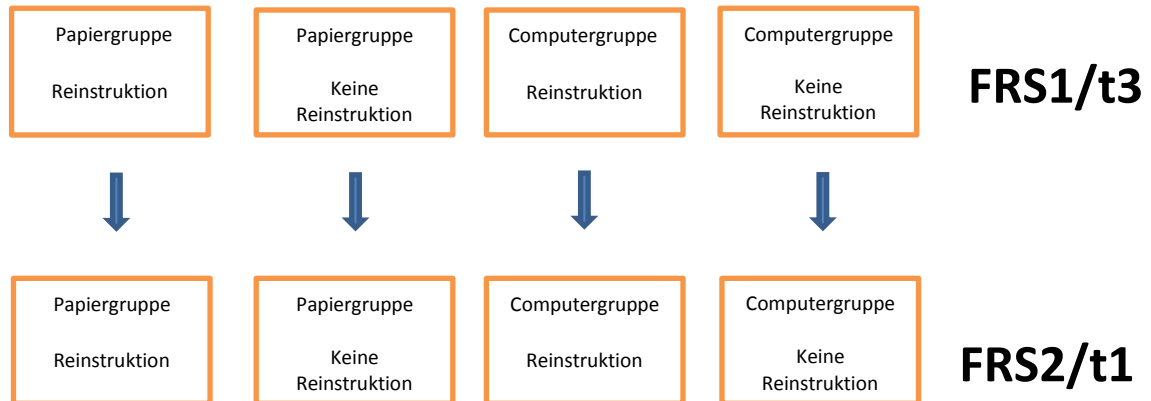
Signifikante Messabweichungen von der Musterlösung ließen sich bei dem Punkt A auf der y-Achse und in der Strecke Delta dir Me ermitteln.

Insgesamt konnten auch hier trotz fehlender Reinstruktion die Studenten der Computergruppe besser abschneiden.

**Tabelle 13: Vergleich der nicht reinstruierten Papiergruppe mit der nicht reinstruierten Computergruppe bei Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes (FRS2)**

Untersuchung	Papier MW (SD)	Wertung	Computer MW(SD)	MannU Test
Delta y A	4,28 (2,57)	>	1,75 (1,74)	<i>0,006</i>
Delta dir A	4,75 (2,59)	>	2,08 (1,68)	<i>0,005</i>
Delta y Me	2,95 (2,41)	>	0,42 (0,69)	<i>0</i>
Delta dir Me	5,33 (6,48)	>	3,35 (1,66)	<i>0,05</i>

## 7.4 Auswirkung auf die jeweiligen Gruppen bei Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes



### Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes in der reinstruierten Papiergruppe

Hier fanden sich mit Abstand am häufigsten signifikanten Unterschiede. Trotz Reinstruktion kam es zu einer Verschlechterung beim Punkt N auf der y-Achse und direkter Strecke, beim Punkt A auf der y-Achse, auf der x-Achse und direkter Strecke im Punkt Spa und beim Punkt Me auf der x- und y-Achse aber auch in direkter Strecke. Infolge des häufig falsch gesetzten Punktes Nasion auf der y-Achse und in direkter Strecke wirkte sich der Messfehler signifikant verschlechternd auf die Winkel SNA und SNB aus.

**Tabelle 14: Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes in der reinstruierten Papiergruppe**

Untersuchung	FRS1/t3 MW (SD)	Wertung	FRS2/t1 MW (SD)	MannU Test
Delta y N	1,4 (1,02)	<	5,26 (2,08)	<i>0,0001</i>
Delta dir N	2,11 (0,81)	<	6,28 (2,22)	<i>0,0001</i>
Delta y A	1,64 (1,58)	<	4,28 (2,57)	<i>0,009</i>
Delta x Spa	1,29 (0,9)	<	6,24 (1,94)	<i>0,0001</i>
Delta dir Spa	2,34 (1,28)	<	6,41 (2,02)	<i>0,0001</i>
Delta x Me	1,03 (1,4)	<	4,3 (3,14)	<i>0,001</i>
Delta y Me	1,32 (0,97)	<	2,85 (0,56)	<i>0,0001</i>
Delta dir Me	1,92 (1,39)	<	5,33 (2,87)	<i>0,001</i>
SNA	2,86 (1,63)	<	6,95 (2,77)	<i>0,001</i>
SNB	0,91 (0,77)	<	4,45 (2,11)	<i>0,001</i>

### Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes in der **nicht** reinstruierten Papiergruppe

Ebenso wie in der reinstruierten Gruppe kommt es wie erwartet ohne Wiederholung zu einer signifikanten Verschlechterung der Messungen. Dies betrifft die Punkte N sowohl auf der x-Achse als auch y-Achse und in direkter Strecke, im Punkt A auf der y-Achse und Spa auf der y-Achse und in direkter Strecke und analog wie bei der reinstruierten Papiergruppe die Winkel SNA und SNB. Der überwiegende Anteil der Mittelwerte verschlechterte sich bei der Auswertung des neuen FRS, eine Ausnahme bildete diesbezüglich der Punkt S auf der y-Achse und der Punkt A auf der x-Achse.

**Tabelle 15: Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes in der nicht reinstruierten Papiergruppe**

Untersuchung	FRS1/t3 MW(SD)	Wertung	FRS2/t1 MW(SD)	MannU Test
Delta y S	1,36 (0,93)	>	0,53 (0,45)	<i>0,015</i>
Delta x N	1,55 (0,67)	<	5,08 (2,67)	<i>0,004</i>
Delta y N	2,25 (2,09)	<	8 (2,76)	<i>0,0001</i>
Delta dir N	2,93 (1,9)	<	9,7 (3,18)	<i>0,0001</i>
Delta x A	2,45 (0,82)	>	1,55 (0,97)	<i>0,027</i>
Delta y A	1,53 (1,41)	<	6,12 (3,76)	<i>0,001</i>
Delta dir A	3,17 (0,88)	<	6,38 (3,76)	<i>0,014</i>
Delta x Spa	2,85 (3,97)	<	6,63 (3,42)	<i>0,02</i>
Delta dir Spa	4,13 (3,95)	<	7,52 (3,52)	<i>0,037</i>
SNA	3,86 (3,41)	<	12,32 (5,44)	<i>0,0001</i>
SNB	2,44 (2,74)	<	8,27 (3,2)	<i>0,0001</i>

### Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes in der reinstruierten Computergruppe

Sehr ähnlich, wie in der Papiergruppe, schnitten die Studenten der Computergruppe ab. Die Punkte N auf der y-Achse und in direkter Strecke, A auf der x-Achse, der Punkt B auf der y-Achse und in direkter Strecke und der Punkte Me auf der x- und y-Achse zeigten signifikante Unterschiede, ebenso wie die Winkel SNA und SNB. Der Punkt S auf der y-Achse und der Punkt A auf der x-Achse bildeten Einzelfälle bei der Auswertung.

**Tabelle 16: Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes in der reinstruierten Computergruppe**

Untersuchung	FRS1/t3 MW (SD)	Wertung	FRS2/t1 MW (SD)	MannU Test
Delta y S	1,55 (0,98)	>	0,95 (0,75)	<i>0,049</i>
Delta y N	1,73 (2,45)	<	5,26 (2,08)	<i>0,039</i>
Delta dir N	2,87 (2,64)	<	6,28 (2,22)	<i>0,003</i>
Delta x A	2,61 (1,48)	>	1,45 (1,55)	<i>0,008</i>
Delta y B	0,61 (0,56)	<	3,01 (2,56)	<i>0,003</i>
Delta dir B	1,01 (0,93)	<	3,13 (2,51)	<i>0,02</i>
Delta x Me	1,75 (1,08)	<	4,3 (3,14)	<i>0,011</i>
Delta y Me	1,07 (0,81)	<	2,85 (0,56)	<i>0,008</i>
SNA	3,77 (4,61)	<	6,95 (2,77)	<i>0,019</i>
SNB	2,8 (4,64)	<	4,45 (2,11)	<i>0,012</i>

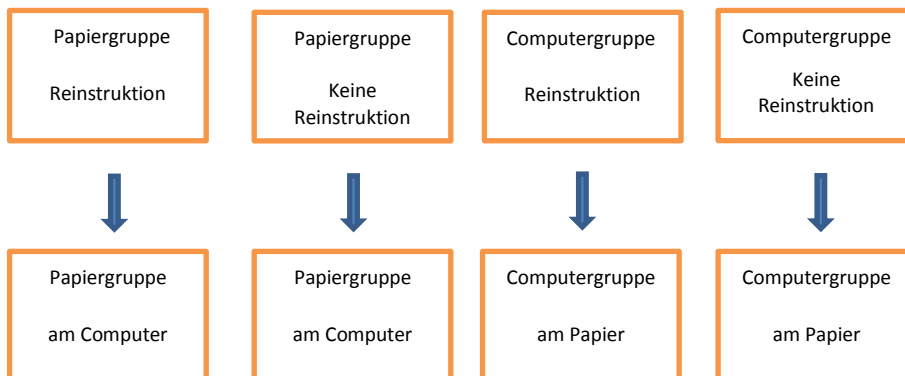
Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes in der **nicht** reinstruierten Computergruppe

Die überwiegende Anzahl der signifikanten Mittelwerte konnte zeigen, dass die Auswertung des neuen FRS zu einer Verschlechterung der Messgenauigkeit führte. Ebenso wie es schon die Auswertungen der vorhergehenden Gruppen veranschaulichten, zeigte auch hier der Punkt S auf der y-Achse, sowie der Punkt Me auf der y-Achse als Ausnahme eine Verbesserung. Alle anderen signifikant ermittelten Punkte und Strecken brachten beim FRS 1 eine höhere Messgenauigkeit gemessen an der Musterlösung hervor, im Vergleich zum neu auszuwertenden FRS 2. Dies zeigte sich deutlich für die Punkte N und B auf den y-Achsen und auf den direkten Strecken und auf der y-Achse sowohl für den Punkt Spp als auch für den Punkt Me.

**Tabelle 17: Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes in der nicht reinstruierten Computergruppe**

Untersuchung	FRS1/t3 MW (SD)	Wertung	FRS2/t1 MW (SD)	MannU Test
Delta y S	2,69 (4,48)	>	0,83 (1,03)	<i>0,046</i>
Delta y N	2,2 (1,34)	<	4,85 (2,21)	<i>0,003</i>
Delta dir N	2,82 (1,44)	<	5,71 (2,72)	<i>0,008</i>
Delta y B	0,76 (0,44)	<	2,75 (2,1)	<i>0,013</i>
Delta dir B	1,11 (0,61)	<	2,93 (2,05)	<i>0,018</i>
Delta y Spp	0,95 (1,19)	<	2,8 (2,75)	<i>0,037</i>
Delta y Me	2,22 (2,17)	>	0,43 (0,42)	<i>0,001</i>

## 7.5 Auswirkungen auf die jeweiligen Gruppen beim Medienwechsel



### Medienwechsel der reinstruierten Papiergruppe zum Computer

Das FRS2 wurde von der reinstruierten Papiergruppe zunächst wie gewohnt auf Papier und gleich im Anschluss am Computer (neues Medium) ausgewertet.

Der Medienwechsel der Papiergruppe führte zu einer Verschlechterung der Messgenauigkeit. Eine Ausnahme bildet der Punkt Me in direkter Strecke, wo eine exaktere Messung nach dem Medienwechsel durch die Studenten erzielt werden konnte. Allen signifikanten Punkten und Strecken ist gemeinsam, dass der Medienwechsel von Papier zu Computer eine Zunahme der Streuung bewirkt hat.

**Tabelle 18: Medienwechsel der reinstruierten Papiergruppe zum Computer**

Untersuchung	t1 MW (SD)	Wertung	t2 MW (SD)	MannU Test
Delta y S	0,95 (0,75)	<	2,55 (2,54)	<i>0,02</i>
Delta dir S	1,29 (0,59)	<	2,89 (2,88)	<i>0,04</i>
Delta x N	2,97 (1,93)	<	5,42 (1,39)	<i>0,005</i>
Delta y N	5,26 (2,08)	<	8,2 (3,48)	<i>0,006</i>
Delta dir N	6,28 (2,22)	<	9,95 (3,39)	<i>0,003</i>
Delta y A	4,28 (2,57)	<	4,83 (3,16)	<i>0,006</i>
Delta dir A	4,75 (2,59)	<	5,04 (3,25)	<i>0,006</i>
Delta dir Me	5,33 (2,87)	>	3,95 (2,93)	<i>0,04</i>
Delta dir S	6,95 (2,77)	<	10,05 (3,7)	<i>0,002</i>
SNB	4,45 (2,11)	<	7,36 (2,62)	<i>0,006</i>

### Medienwechsel der reinstruierten Computergruppe zum Papier

Das FRS2 wurde von der reinstruierten Computergruppe zunächst wie gewohnt am Computer und gleich im Anschluss auf Papier (neues Medium) ausgewertet.

Die Studenten die zunächst die Auswertungen der kephalometrischen Punkte und Winkel am Computer durchgeführt hatten, konnten ihre Auswertung am Medium Papier unter Beweis stellen.

Mehrheitlich konnte aufgezeigt werden, dass der Wechsel zum Papier hinsichtlich der Messgenauigkeit exaktere Ergebnisse zuließ. Dies betraf den Punkt N signifikant auf der x-Achse und hoch signifikant in der y-Achse sowie in direkter Strecke. Eine Ausnahme bildeten die Punkte Me und Spp auf der y-Achse, wo nach dem Wechsel des Mediums eine Verschlechterung der Messgenauigkeit ermittelt wurde. Für die Winkel SNA und SNB konnten signifikante Unterschiede erfasst werden.

**Tabelle 19: Untersuchung Medienwechsel der reinstruierten Computergruppe zum Papier**

Untersuchung	t1 MW (SD)	Wertung	t2 MW (SD)	MannU Test
Delta x N	4,51 (2,34)	>	2,71 (2,18)	<i>0,05</i>
Delta y N	6,05 (2,99)	>	2,6 (1,57)	<i>0,002</i>
Delta dir N	7,76 (3,3)	>	3,88 (2,48)	<i>0,002</i>
Delta y Spp	1,93 (2,08)	<	3,74 (2,34)	<i>0,02</i>
Delta y Me	0,42 (0,69)	<	0,74 (0,74)	<i>0,04</i>
SNA	7,77 (4,08)	>	4,5 (3,77)	<i>0,05</i>
SNB	4,91 (2,51)	>	2,86 (2,15)	<i>0,04</i>

### Medienwechsel der nicht reininstruierten Papiergruppe zum Computer

Das FRS2 wurde von der **nicht** reinstruierten Papiergruppe zunächst wie gewohnt auf Papier und gleich im Anschluss am Computer (neues Medium) ausgewertet.

Die nicht reinstruierte Papiergruppe konnte am neuen Medium Computer überwiegend signifikant genauere Messergebnisse erzielen. Eine Ausnahme bildet hier auf der y-Achse der Punkt S, wo am ursprünglichen Medium Papier der Punkt exakter zur Musterlösung bestimmt werden konnte. Einheitlich zeigten sich die Mittelwerte der Punkte A auf der y-Achse sowie



in direkter Strecke und der Punkt Spa sowohl auf der x- und y-Achse als auch in direkter Strecke beim Medienwechsel vom Papier zum Computer als signifikant kleiner.

**Tabelle 20: Medienwechsel der nicht reinstruierten Papiergruppe zum Computer**

Untersuchung	t1 MW (SD)	Wertung	t2 MW (SD)	MannU Test
Delta y S	0,53 (0,45)	<	1,56 (1,1)	<i>0,003</i>
Delta y A	6,12 (3,76)	>	2,93 (1,83)	<i>0,03</i>
Delta dir A	6,38 (3,76)	>	3,34 (1,61)	<i>0,03</i>
Delta x Spa	6,63 (3,42)	>	3,92 (2,82)	<i>0,03</i>
Delta y Spa	2,85 (2,39)	>	1,19 (0,94)	<i>0,04</i>
Delta dir Spa	7,52 (3,52)	>	4,43 (2,38)	<i>0,02</i>

Medienwechsel der nicht reininstruierten Computergruppe zum Papier

Beim Wechsel der nicht reinstruierten Computergruppe zum Medium Papier konnten keine signifikanten Unterschiede bei den Messungen ermittelt werden, jedoch zeigten mehr als die Hälfte der Studenten mittelwertig bessere Messergebnisse am neuen Medium im Vergleich zu den von ihnen bis dahin verwendeten Medium Computer.

## 7.6 Verlässlichkeit der von der Untersucherin nachmarkierten Punkte

**Tabelle 21: Bestimmung der Reproduzierbarkeit nachmarkierter Punkte**

	N	MW	SD	SDM	Varianz	95% Konfidenzintervall		
						Mittlere Diff.	Untere	Obere
<b>S x</b>	20	36,5	0,1	0,02	0,01	36,5	36,45	36,55
<b>S y</b>	20	38,44	0,13	0,03	0,02	38,44	38,38	38,5
<b>N x</b>	20	104,51	0,14	0,03	0,02	104,51	104,44	104,57
<b>N y</b>	20	37,82	0,21	0,04	0,03	37,73	37,73	37,9
<b>A x</b>	20	94,91	0,14	0,03	0,02	94,84	94,84	94,98
<b>A y</b>	20	90,4	0,21	0,05	0,04	90,3	90,3	90,49
<b>B x</b>	20	84,28	0,06	0,01	0,00	84,25	84,25	84,3
<b>B y</b>	20	116,28	0,22	0,05	0,05	116,18	116,18	116,38
<b>Spa x</b>	20	105,72	0,1	0,02	0,01	105,67	105,67	105,77
<b>Spa y</b>	20	86,97	0,19	0,04	0,04	86,87	86,87	87,06
<b>Spp x</b>	20	54,61	0,04	0,01	0,00	54,59	54,59	54,63
<b>Spp y</b>	20	82,14	0,18	0,04	0,03	82,05	82,05	82,23
<b>Tgo x</b>	20	29,23	0,1	0,02	0,01	29,18	29,18	29,28
<b>Tgo y</b>	20	112,1	0,1	0,02	0,01	112,05	112,05	112,15
<b>Me x</b>	20	76,89	0,13	0,03	0,02	76,82	76,82	76,95
<b>Me y</b>	20	136,82	0,14	0,03	0,02	136,75	136,75	136,89
<b>Ba x</b>	20	12,76	0,11	0,02	0,01	12,7	12,7	12,81
<b>Ba y</b>	20	69,37	0,15	0,03	0,02	69,3	69,3	69,44

Die Verlässlichkeit des Untersuchers bei Übertragung der von der Papiergruppe gesetzten Punkte wurde überprüft, indem ein zufällig ausgesuchtes, mit Bleistift auf Papier ausgewertetes, Fernröntgenseitenbild eingescannt und die 9 Punkte jeweils von der Untersucherin im PC Programm nachmarkiert wurden. Die nachmarkierten Punkte wurden jeweils in Relation zueinander gesetzt. Es konnte aufgezeigt werden, dass bei wiederholter Markierung des eingescannten FRS die größte Standardabweichung von 0,22mm beim Punkt B auf der y-Achse gemessen werden konnte.

## 7.7 Auswertung der Fragebögen

Fragebogen 1 (siehe Punkt 6.7.3)

**Tabelle 22: Verteilung der Studenten (n=44) auf die jeweiligen Antwortmöglichkeiten**

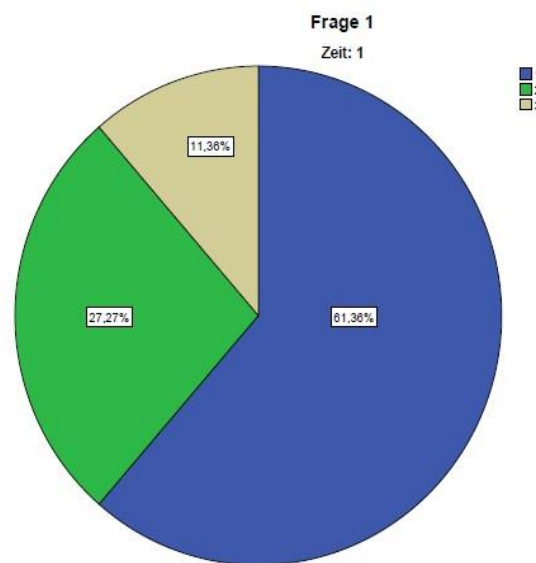
Frage	1	2	3	4	5
1	27 (61,36%)	12 (27,27%)	5 (11,36%)	-	-
2	24 (54,55%)	11 (25%)	8 (18,18%)	1 (2,27%)	-
3	14 (63,64%)	7 (31,82%)	-	1 (4,55%)	-

(1= stimme zu, 2= stimme eher zu, 3= weder noch, 4= stimme eher nicht zu, 5= stimme nicht zu)

Die graphischen Darstellungen der Fragen stellten sich wie folgt dar:

(1= stimme zu, 2= stimme eher zu, 3= weder noch, 4= stimme eher nicht zu, 5= stimme nicht zu)

Frage 1:       Waren die kephalometrischen Punkte am Papierausdruck/Computer gut umsetzbar?



**Abbildung 11: Umsetzbarkeit kephalometrischer Punkte am Papier/PC**

Der guten Umsetzbarkeit der kephalometrischen Auswertung, sowohl auf Papier als auch am Computer, stimmten 61% der Studenten mit „stimme zu“ und 17% mit „stimme eher zu“ zu. Nur 1 Student von 44 antwortete mit „weder noch“.

Frage2:

Die Auswertung zum Zeitpunkt t2 des FRS1 fiel mir leichter?

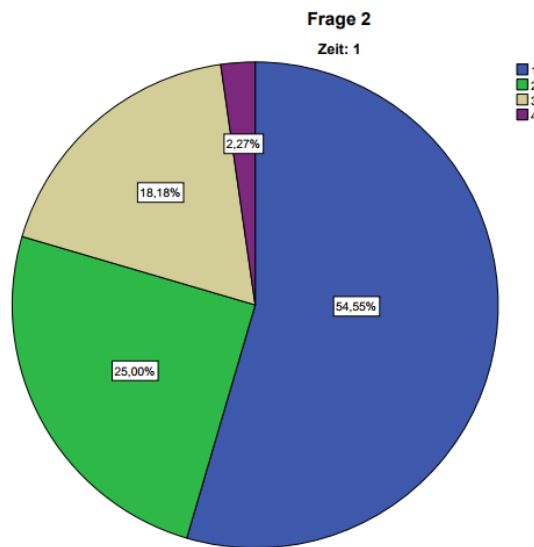


Abbildung 12: Auswertung zum Zeitpunkt t2 des FRS1

Die wiederholte Durchführung der kephalometrischen Auswertung des FRS im direkten Anschluss beantworteten die Studenten überwiegend mit „stimme zu“ und „stimme eher zu“.

Frage 3:

Die mir zur Verfügung gestellten Tools wie Lupe, Kontrast, farbige Geometriedreiecke haben mir bei der Auffindung der Punkte und der Messung von Winkeln geholfen?

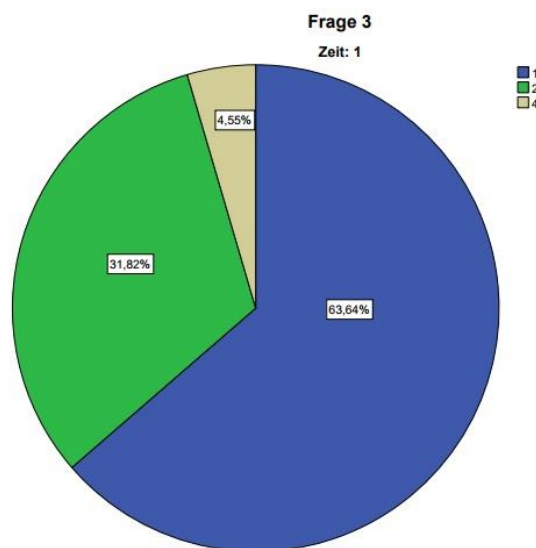


Abbildung 13: Nutzen von Tools bei der Auswertung am PC

Über 90% der Computergruppe stimmten zu bzw. stimmten eher zu, dass die Tools in der computergestützten Auswertung wie Vergrößerung, virtuelles Geodreieck, Kontrastveränderung etc. eine Hilfestellung bei der Auffindung kephalometrischer Punkte und Winkel darstellten.

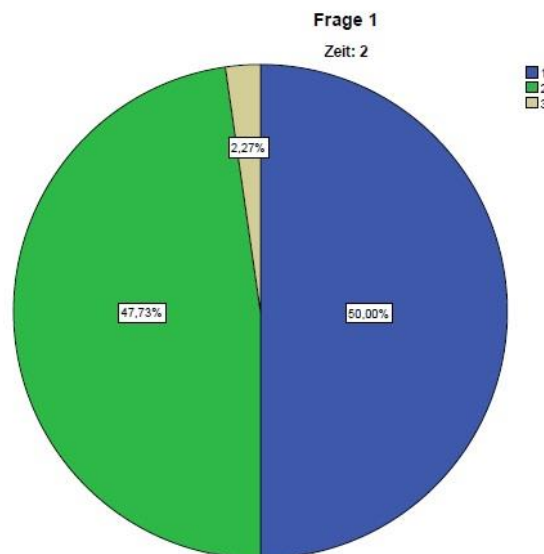
## Fragebogen 2

**Tabelle 23: Verteilung der Studenten (n=44) auf die jeweiligen Antwortmöglichkeiten**

Frage	1	2	3	4	5
1	22 (50%)	21 (47,73%)	1 (2,27%)	-	-
2	21 (52,27%)	23 (47,73%)	-	-	-
3	14 (63,64%)	7 (31,82%)	-	-	1 (4,55%)
4	23 (52,27)	18 (40,91%)	2 (4,55%)	1 (2,27%)	-
5	1 (2,27%)	13 (29,55%)	11 (25%)	16 (36,36%)	3 (6,82%)
6	25 (56,82%)	13 (29,55%)	5 (11,36%)	1 (2,27%)	-
7	13 (29,55%)	19 (43,18%)	5 (11,36%)	6 (13,64%)	1 (2,27%)
8	25 (56,82%)	11 (25%)	8 (18,18%)	-	-
9	33 (75%)	8 (18,18%)	2 (4,55%)	1 (2,27%)	-
10	33 (75%)	9 (20,45%)	2 (4,55%)	-	-
11	35 (79,55%)	6 (13,64%)	2 (4,55%)	1 (2,27)	-
12	14 (31,82%)	23 (52,27%)	7 (15,91%)	-	-
13	30 (68,18%)	13 (29,55%)	1 (2,27%)	-	-

(1= stimme zu, 2= stimme eher zu, 3= weder noch, 4= stimme eher nicht zu, 5= stimme nicht zu)

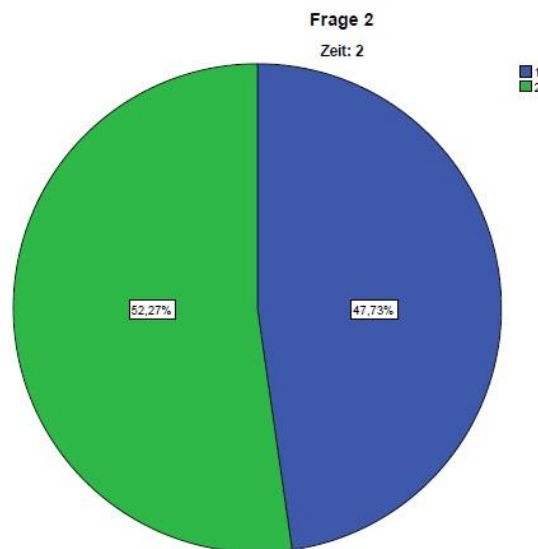
Frage 1: Das in der Vorlesung erworbene Wissen konnte ich bei der Auswertung gut umsetzen



**Abbildung 14: Umsetzung der Vorlesungsinhalte**

Das theoretische Wissen, um eine kephalometrische Auswertung auf Papier und Computer durchzuführen, wurde nach Meinung der Studenten ausreichend vermittelt, über 97% stimmten voll zu oder eher zu.

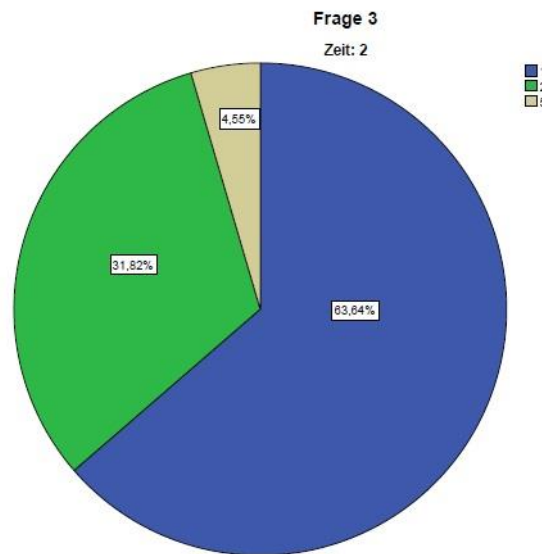
Frage 2: Die für die Durchführung notwendigen Schritte wurden in der Vorlesung ausreichend vermittelt



**Abbildung 15: praktische Umsetzbarkeit von Vorlesungsinhalte**

Die Umsetzbarkeit der praktischen Durchführung, nach Teilnahme an der Eingangsvorlesung, beurteilten knapp 48% der Studenten mit „stimme zu“ und 52% mit „stimme eher zu“.

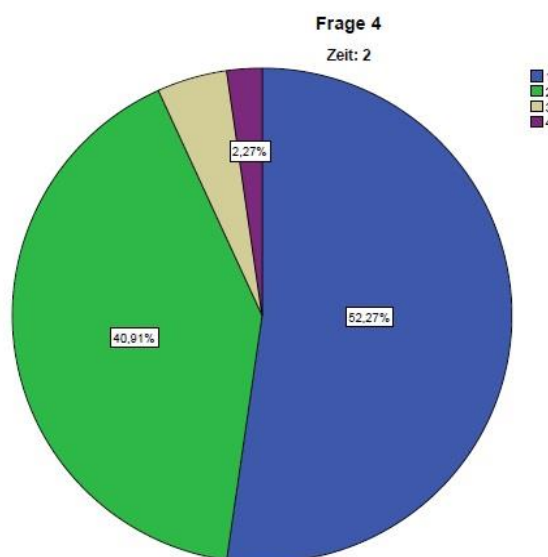
Frage 3: Die Probleme und Fragen wurden in der 2. Präsenzveranstaltung ausreichend nachbereitet (nur wenn teilgenommen)



**Abbildung 16: Wiederholungsvorlesung**

21 von insgesamt 22 Teilnehmer aus der reinstruierten Gruppe, die eine Wiederholungsvorlesung nach dem Zeitpunkt t2 des FRS1 erhielten, haben die Frage, ob sie sich ausreichend vorbereitet fühlten, mit „stimme zu“ oder „stimme eher zu“ beantwortet. Lediglich ein Student/in fühlte sich nicht ausreichend vorbereitet.

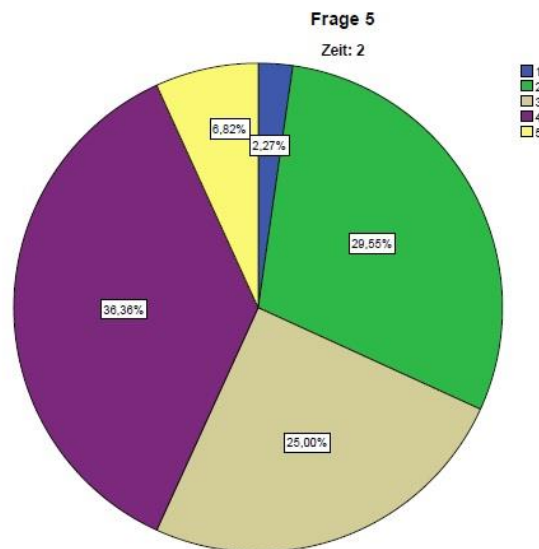
Frage 4: Die Auffindung von kephalometrischen Punkten war mittels Online-Plattform einfach



**Abbildung 17: Auffinden kephalometrischen Punkte mit Hilfe des computergestützten Programms**

Die Auffindung von kephalometrischen Punkten wurde bei 93% der abgegebenen Antworten in der Computergruppe mit „stimme zu oder eher zu“ beantwortet.

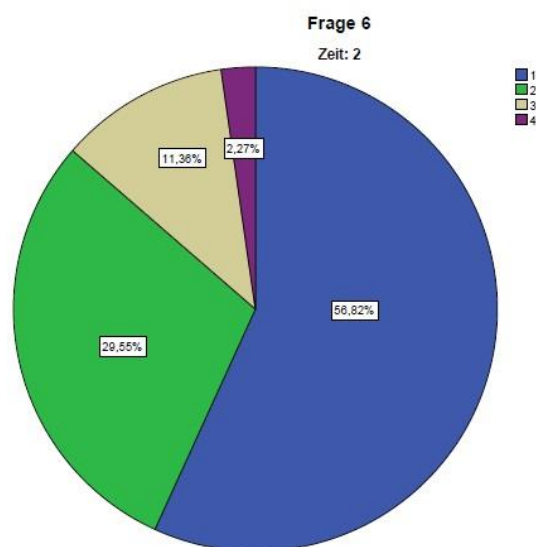
Frage 5: Die Auffindung von kephalometrischen Punkten war auf dem Papierausdruck einfach



**Abbildung 18: Auffinden kephalometrischen Punkte auf Papier**

In der Papiergruppe fielen hinsichtlich der Auffindung von kephalometrischen Punkten die Antworten ambivalenter aus. Nur 1 von 44 Befragten gab als Antwort „stimme zu“, 30% antworteten mit „stimme eher zu“, 25% gaben die Antwortmöglichkeit „weder noch“ und mit „stimme eher nicht zu“ und „stimme nicht zu“ gaben 43% an.

Frage 6: Das Ablesen von Winkeln ist auf der Online-Plattform einfach

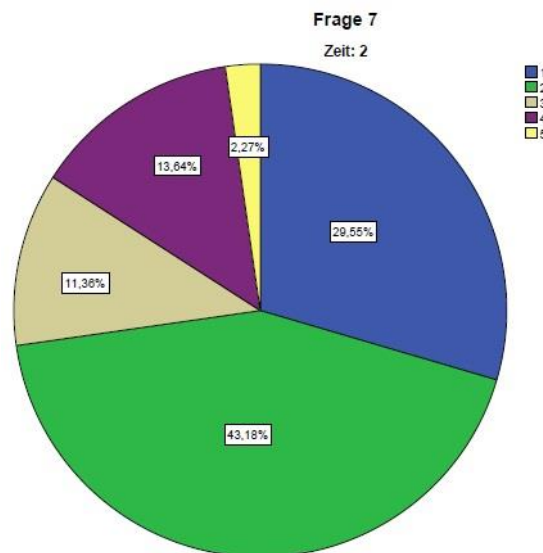


**Abbildung 19: Berechnung von Winkeln mit Hilfe des computergestützten Programms**



Der überwiegende Anteil der Teilnehmer in der Computergruppe von insgesamt 86% „stimmte zu“ oder „stimmte eher zu“, dass die Berechnung und Bestimmung der Winkel mit dem Computer einfach war. Nur 14% gaben die Antwortmöglichkeiten „weder noch“ oder „stimme eher nicht zu“.

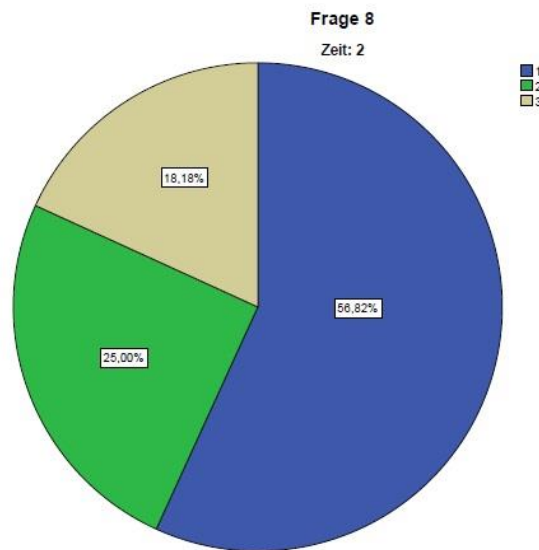
Frage 7: Die Berechnung von Winkeln ist auf dem Papierausdruck einfach



**Abbildung 20: Berechnung von Winkeln auf dem Papierausdruck**

In der Papiergruppe empfanden 73% der Studenten die Bestimmung der Winkel mit „stimme zu“ oder „stimme eher zu“ als einfach. 11% stimmten mit „weder noch“ ab und der Rest von 16% fand die Berechnung von Winkel als auf Papier eher nicht oder nicht einfach.

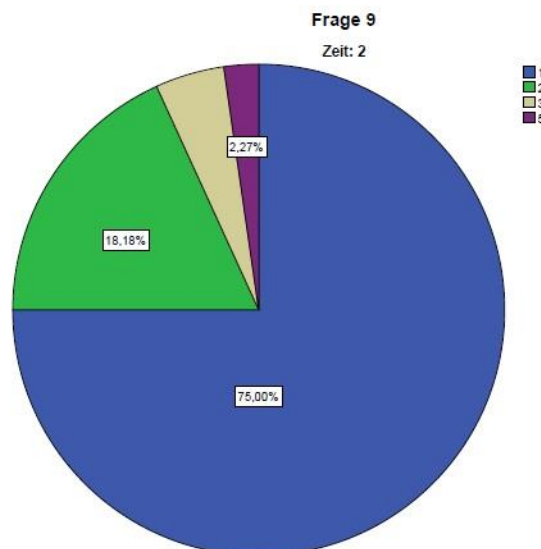
Frage 8: Die Verwendung der Lupe bei der Online-Plattform erleichtert das Auffinden der kephalometrischen Punkte



**Abbildung 21: Verwendung der Lupenfunktion**

Die Verwendung der Lupenfunktion fanden mehr als 80% aller Studenten als nützlich. Nur ein Fünftel beantwortete die Frage mit „weder noch“.

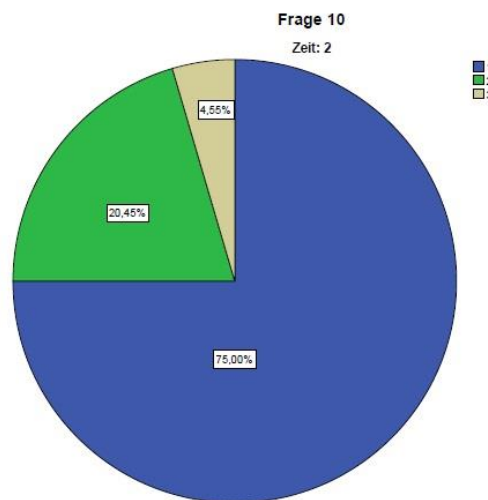
Frage 9: Das Löschen der Punkte bei der Online-Plattform ist eine nützliche Funktion



**Abbildung 22: Nützlichkeit der Löschfunktion von Punkten**

Auch das Löschen der gesetzten Punkte wurde von der überwiegenden Anzahl der Studenten von 93% als sinnvoll erachtet. Nur 3 von 44 Studenten empfanden das Löschen von Punkten als eher nicht oder nicht nützlich.

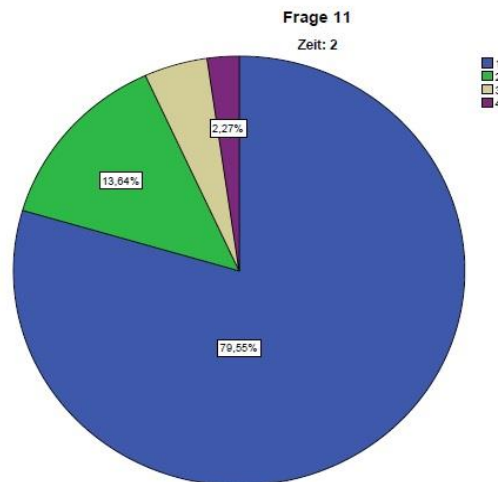
Frage 10: Die Kontrastveränderung bei der Online-Plattform verbessert das Auffinden der Punkte



**Abbildung 23: Nutzen der Kontrastveränderung**

Die Kontrastveränderung des Fernröntgenseitenbildes bewerteten mehr als 95% der Teilnehmer/innen mit „stimme zu“ und „stimme eher zu“. Die restlichen Studenten stimmten bei dieser Frage mit „weder noch“ ab.

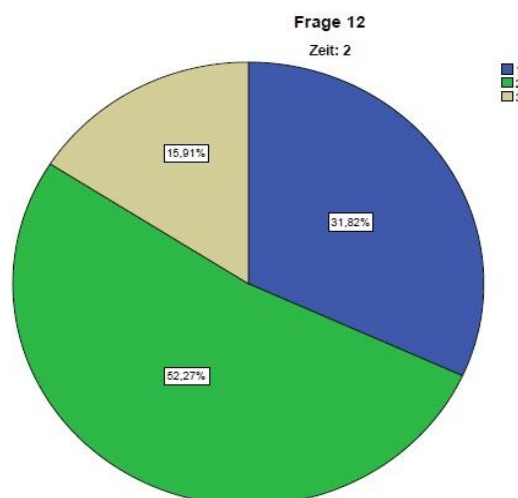
Frage 11: Die Möglichkeit, kephalometrische Auswertungen unabhängig vom Veranstaltungsort und -zeit üben zu können, halte ich für sinnvoll



**Abbildung 24: Bewertung der zeit- und ortsunabhängigen Nutzung des computergestützten Programms**

Die gemeinsame Abstimmung der Computer- und Papiergruppe ergab, dass mehr als 93% der befragten Studenten ein orts- und zeitunabhängiges Lernangebot für sinnvoll halten. Ein geringer Anteil von 3 Studenten aus insgesamt 44 stimmten mit „weder noch“ bzw. „stimme eher nicht zu“ ab.

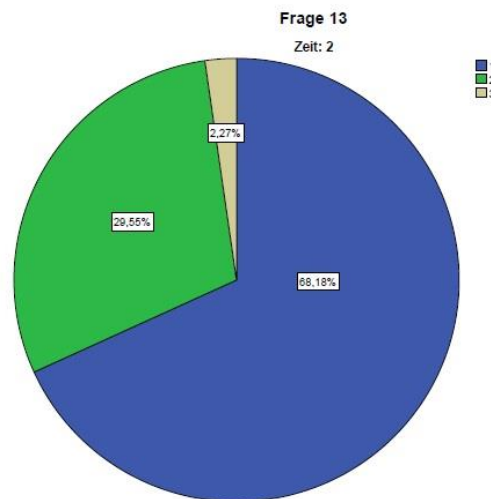
Frage 12: Ich wünsche mir, dass die Methode des Blended learning, also die Verknüpfung von E-learning und Präsenzveranstaltungen, verstärkt die klassischen Vorlesungen durch Online Aktivitäten ergänzt werden



**Abbildung 25: Wunsch nach Ergänzung der klassischen Lehrveranstaltungen durch virtuelle Lehrangebote**

Eine Ergänzung der klassischen Lehrmethoden durch virtuelle Lernangebote wünschten sich zukünftig 84% der Studenten. Knapp 16% der Befragten beantworteten dies mit „weder noch“.

Frage 13: Ich würde die Online-Plattform nutzen, um das in der Präsenzveranstaltung erworbene Wissen zu üben



#### Abbildung 26: Nutzung der Online Plattform

Die Frage nach der Nutzung eines vorhandenen Online-Angebotes beantworteten 43 der Teilnehmer/innen mit „stimme zu“ oder „stimme eher zu“, lediglich eine/r antwortete mit „weder noch“.

## **8 Diskussion**

Die Bedeutung des Vorwissens für das Lernen ist wissenschaftlich gut untersucht und bestätigt [45]. Neben der Intelligenz und der Motivation, sind die Vorkenntnisse der wichtigste Einflussfaktor auf das Verstehen, das In-einen-Zusammenhang-bringen und das Behalten von neuem Wissen.

Um den Einfluss unterschiedlicher Vorkenntnisse auszuschließen, hatte man Studenten als Teilnehmer gewählt, die kein Vorwissen in der Beurteilung und Analyse von Fernröntgenseitenbildern besitzen. Es konnte lediglich das Erkennen skelettaler Strukturen aus dem Kurs der makroskopischen Anatomie vorausgesetzt werden, somit ist anzunehmen, dass alle Teilnehmer der Studie zu Anfang den gleichen Wissenstand in Bezug auf die Durchführung kephalometrischer Analysen hatten.

Die auf Papier gedruckten, digitalen erstellten FRS wurden mit einem Scanner der Marke Brother MFC-L2740DW digitalisiert, um dann wie gewohnt eine Auswertung unter Zuhilfenahme des computergestützten Programms durchzuführen. Es wurde im Zuge der Übertragung der auf Papier bearbeiteten FRS darauf geachtet, dass alle Röntgenbilder die gleiche Ausrichtung, Auflösung und Größe der gescannten Bilder hatten. Eine Studie die sich mit der Verzerrung von eingescannten und digitalisierten Röntgenbildern, fand heraus, dass es die geringgradigen Verzerrungen bei der Übertragung eines analogen Röntgenbildes auf Papiausdruck bzw. die Digitalisierung keine klinisch relevante Unterschiede macht [6]. Um die Größe des Übertragungsfehlers der Untersucherin der im computergestützten Programm gesetzten Punkte zu überprüfen, wurde eine vom Studenten auf Papier bearbeitetes FRS eingescannt und das FRS 20-mal im computergestützten Programm ausgewertet.

### **8.1 Vor-und Nachteile der Auswertungsformen**

#### Auswertung mit dem computergestützten Lernprogramm

Die computergestützte Auswertung des Fernröntgenbildes erfordert eine gewisse Einarbeitungszeit seitens der Studenten, insbesondere was die Setzung der Messpunkte auf dem digitalen Fernröntgenseitenbild sowie die Bedienung des Geometriedreiecks zur Ermittlung der zu berechnenden Winkel betrifft. In der eingangs gehaltenen Vorlesung wurde eine komplette Auswertung mit den Studenten bearbeitet, sodass dort alle erforderlichen Werkzeuge zur Bedienung des computergestützten Lernprogramms gesehen wurden.

Mittlerweile stellt in den Schulen der Kompetenzerwerb im Umgang mit neuen Technologien und digitalen Medien einen festen Bestandteil des Schulunterrichts dar, sodass vorausgesetzt werden kann, dass die Bedienung der Maus und der Tools des computergestützten Programms, keine größere technische Benachteiligung gegenüber der Verwendung von Bleistift und Geometriedreieck in der Papiergruppe darstellen dürfte. Durch die Vermittlung von Informationen via Handy und Computer (soziale Medien und Computerspiele) im privaten Lebensbereich der Jugendlichen und jungen Menschen werden die Fähigkeiten ebenso für die Nutzung digitaler Medien trainiert. Der Studie „Jung und vernetzt – Kinder und Jugendliche in der digitalen Gesellschaft“ zufolge gehen 89 Prozent der 16- bis 18-Jährigen mit dem Handy online. Auf Platz zwei liegen Notebooks mit 69 Prozent, gefolgt von stationären Computern mit 52 Prozent und Tablet Computern mit 26 Prozent [46]. Dies zeigt wieviel Raum die digitale Mediennutzung im Leben von Jugendlichen und jungen Menschen eingenommen hat.

Das computergestützte Programm konnte von den Studenten ohne technische Schwierigkeiten auf der Lernplattform der Virtuellen Hochschule Bayerns genutzt werden. Die Internetseite ist klar und bedienerfreundlich gestaltet, dennoch könnte man zwei Dinge im Lernprogramm verbessern, um Fehler in der kephalometrischen Analyse zu vermeiden.

Bei der Auswertung der Winkel am Computer fällt auf, dass die Studenten das virtuelle Geometriedreieck gelegentlich falsch abgelesen haben. Dies lässt sich in der Papiergruppe nicht beobachten. An der Sichtbarkeit der Gradskalierung mag es weniger liegen, denn den Studenten stehen zwei verschiedene Größen und die Möglichkeit zwischen drei Farben zu wählen zur Verfügung. Vielmehr liegt der Verdacht nahe, dass durch die Anzahl der neuen visuellen Reize die Aufmerksamkeit auf die Reize gerichtet war, die neu sind. Dies betrifft die virtuelle Bewegung und das Drehen des Geometriedreiecks auf dem Bildschirm, das Ablesen der Skalierung ist mit dem realen Dreieck identisch und wird deshalb als bekannt bewertet. Die Aufmerksamkeit bezeichnet die Fähigkeit, Reize aus unserer Umwelt zu filtern und bevorzugt zu betrachten, andere auszublenden oder komplett zu ignorieren. Würden vom Organismus Reize nicht selektiert werden, sondern alle auf das Individuum einströmenden Informationen mit der gleichen Priorität verarbeitet, würde eine Reizüberflutung entstehen [47]. Im Falle der Benutzung des Geometriedreiecks werden selektiv den virtuellen Funktionen eine höhere Priorität eingeräumt, als der Skalierung des Dreiecks. Ein Hinweis in der eingangs gezeigten Vorlesung auf das richtige Ablesen der Skalierung bei der Benutzung des virtuellen Geometriedreiecks würde den Fehler unter Umständen verhindern.

Weiterhin konnte beobachtet werden, obwohl aus der Anatomie der Begriff anterior und posterior vorausgesetzt werden konnte, dass Studenten bei der Analyse die Punkte Spa und Spp verwechselt haben, weswegen es zu großen Streuungen kam. In einer Studie von Conrad und Hull konnte aufgezeigt werden, dass die Fähigkeit Buchstaben, die sich ähnlich angehört haben, wie *P, D, C, T* korrekt wiederzugeben sehr viel geringer ausfiel, wie auditiv unähnlicher Buchstaben wie *K, Z, W, R*. Wickelgren konnte zeigen, dass die akustische Ähnlichkeit sich vor allem auf die Wiedergabe der Abfolge (*order*) der genannten Buchstaben auswirkte [48, 49]. Interessant ist ein 1966 von Baddeley durchgeführtes Experiment, welches die Gedächtnisspanne von Probanden untersuchte, die Listen ähnlicher Laute merken mussten wie (*man, mad, can, cap, map*) versus phonologisch unähnlicher Worte (*day, bar, pen, sup, pit*) beziehungsweise bedeutungsähnliche Worte wie (*big, broad, long, tall, huge*) im Gegensatz Begriffen wie (*old, deep, foul, late, save, strong*) die keine semantischen Ähnlichkeiten aufwiesen. Ergebnis des Experiments war, dass sich akustisch ähnliche Worte sich sehr viel schlechter reproduzieren ließen als semantisch ähnliche Worte. Aus dieser Erkenntnis heraus wäre es sinnvoller gewesen die Punkte Spa und Spp nicht direkt nacheinander bestimmen zu lassen, somit hätte man eine Verwechslung aufgrund des Ähnlichkeitseffektes vermeiden können [50, 51].

#### Auswertung des Fernröntgenseitenbildes auf Papier

Die Auswertung des Fernröntgenseitenbildes auf Papier hat in der kieferorthopädischen Lehre eine lange Tradition. Die Studenten sind aus ihrer Schulzeit, aber auch aus Vorlesungsmitschriften gewohnt Papier und (Blei-)Stift zu nutzen. Als Arbeitsmaterial von Vorlesungen und Seminaren hat sich die Notiz auf Papier beim Zuhörer als einfacher und schneller Informationsträger etabliert [52]. Doch das analoge Medium bringt auch Nachteile mit sich, insbesondere was die Auswertung von Fernröntgenseitenbildern angeht. Die Qualität des Röntgenbildes und damit der Ausdruck auf Papier sind nicht veränderbar. Skelettale Strukturen die schwer zu erkennen sind, lassen sich in ihrer Helligkeit und ihrem Kontrast nicht verändern, was gerade für Anfänger zu häufiger falsch gesetzten kephalometrischen Punkten führen kann. Sollte der/die Student/in erkannt haben, dass er oder sie den Punkt falsch gesetzt hat und mit dem Radiergummi den Punkt oder die Linien entfernen, wird meist die Tinte durch den Radiergummi unwiederbringlich so in ihren Graustufen verändert, dass hinterher wichtige skelettale Bezugspunkte verloren gehen. Eine Auswertung des FRS auf Papier muss einzeln manuell durchgeführt werden, während die Auswertung, also der



Vergleich durch den Studenten gesetzten Punkte und Winkeln mit der Musterlösung, am Computer automatisiert vorgenommen wird. Die Auswertung der Winkel beinhaltet zwei Fehlerquellen. Zum einen das Anlegen des Geometriedreiecks und zum anderen das Ablesen des Winkels. Das Anlegen des Geometriedreiecks exakt auf der Linie, welche durch das Verbinden zweier gesetzter Punkte erfolgt, übernimmt das computergestützte Programm automatisch, während das auf Papier manuell erfolgen muss. Verbindet der Student die Punkte nicht korrekt und legt nicht exakt das Geometriedreieck auf der Linie auf, kommt es zur Berechnung falscher Winkel.

## **8.2 Diskussion der Ergebnisse**

Die Verschlechterung der Messgenauigkeit vom 1. Zeitpunkt bis zum 3. Zeitpunkt ( $t_1$  bis  $t_3$ ), lässt sich auf das Vergessen der erlernten Inhalte zurückführen. Die am Experiment teilnehmenden Studenten hatten keine Vorkenntnisse hinsichtlich der Analyse des Fernröntgenseitenbildes und damit der Bestimmung kephalometrischer Messpunkte. Es kann angenommen werden, dass die Meisten der in der kurz vor der Auswertung dargebotenen Wissensinhalte, ins Kurzzeitgedächtnis eingespeichert wurden. Die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses beträgt wenige Sekunden bis einige Minuten in Abhängigkeit von der Möglichkeit der Wiederholung von Lerninhalten. Durch zwei Theorien lassen sich die Ergebnisse wissenschaftlich erklären. Ein häufig benutzter Ansatz in der Gedächtnisforschung ist das Paradigma der seriellen Wiedergabe.

Bei Selbstversuchen mit Silben fand Ebbinghaus heraus, dass das Gedächtnis neu gelerntes nur eine bestimmte Zeit reproduzieren kann. Die seinen Studien zugrundeliegenden Ergebnisse besagen vereinfacht, dass bereits nach 20 Minuten 40% vergessen wurde. Nach einer Stunde sind mehr als die Hälfte nicht mehr abrufbar und nach einem Tag nur noch ein Drittel des Gelernten präsent. Dauerhaft würden nur noch 15% des erworbenen Wissens gespeichert werden [53].

Nach einer bestimmten Anzahl an neu erlernten Wörtern ist die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses erreicht. Miller untersuchte dieses Phänomen mit Silbeneinheiten (chunks) und kam zu dem Ergebnis, dass sich die Kapazitätsgrenze nach  $7 \pm 2$  Silbenbündeln oder auch Wörtern erreicht ist [54]. Mit 9 zu bestimmenden Punkten ist das Kurzzeitgedächtnis nach dieser Theorie maximal ausgelastet und kann die neu erworbenen Informationen langfristig nur dann behalten, wenn sie wiederholt werden.

Die zweite Auswertung (t2) erfolgte unmittelbar nach der ersten nach 15 Minuten. Bereits hier konnte man an den Mittelwerten sehen, dass die Messabweichungen zunahmen. Hier spielte die Zeit zwischen Wissensaufnahme und -wiedergabe die größte Rolle, aber auch die Überlagerung von Wissensinhalten (Interferenzen). Übersteigt die Anzahl der Informationen eine bestimmte Menge, so wird der Inhalt gelöscht, was wir als Vergessen bezeichnen. Diese, durch Interferenzen verlorengegangenen Informationen, gehen damit auch nicht ins LZG über, sodass auch nach 4-wöchiger Pause ohne Wiederholung der für die kephalometrische Analyse des FRS notwendigen Wissensinhalte nicht mehr präsent waren. So lassen sich die Messungenauigkeiten, die zum Zeitpunkt 3 (t3) im Verhältnis zum Zeitpunkt 1 am größten sind, erklären.

Nach den 4 Wochen Übungspause erhielten die Hälfte der Studenten sowohl in der Papiergruppe als auch die Hälfte der Teilnehmer in der Computergruppe eine Wiederholung der eingangs gezeigten Power Point Vorlesung. Der zu erwartende positive Einfluss auf die Messgenauigkeit konnte in den Ergebnissen nicht bestätigt werden. Die Ergebnisse waren inhomogen bezogen auf den Vergleich zwischen reinstruierten und nicht reinstruierten Gruppen. Um neue Wissensinhalte ins Langzeitgedächtnis einzuspeichern bedarf es mehr als einer 15-minütigen Vorlesung. In den 4 Wochen zwischen erster Vorlesung zum Thema kephalometrische Analyse und der Wiederholungsvorlesung haben die Studenten keinen Präsenzunterricht besucht oder in eigener Initiative Punkte und Winkel wiederholt. Damit kann davon ausgegangen werden, dass Wissensinhalte nahezu komplett wieder aus dem Kurzzeitgedächtnis gelöscht waren. Bessere Ergebnisse nach Reinstruktion wären zu erwarten, wenn bereits vorhandenes Wissen ins Langzeitgedächtnis abgespeichert worden wäre. Das „Memorieren“, also das aktive Abrufen von bereits bestehenden Wissensinhalten, das „Organisieren“ von neuen Informationen in ein bestehendes Netzwerk von aufgenommenen Inhalten und das „Elaborieren“, also das in Beziehung bringen, bewerten und vergleichen mit ähnlichem Wissen ermöglicht eine langfristige Aufnahme ins Langzeitgedächtnis [55].

Betrachtet man die Ergebnisse des Vergleichs der Analyse FRS1 versus FRS2 wird die Tatsache bestätigt, dass Reinstruktion, so wie sie in dieser vorliegenden Studie durchgeführt wurde, keinen Vorteil bringt. Die Messungenauigkeiten nahmen überwiegend bei Auswertung eines neuen FRS (FRS2) zu, unabhängig ob reinstruiert wurde oder nicht.

Der Vergleich zwischen Computer- und Papiergruppe konnte unter Berücksichtigung aller Ergebnisse zeigen, also auch die der nicht signifikanten, dass es so etwas wie eine

Entwicklung in der Computergruppe gab. Zum Zeitpunkt t1 war die Papiergruppe in Bezug auf die Messgenauigkeit der Computergruppe deutlich überlegen. Zum Zeitpunkt t2 waren in etwa 50% der genaueren Messergebnisse in der Papiergruppe und 50% in der Computergruppe. Die Messabweichungen zwischen Computer- und Papiergruppe egalisierten sich zum Zeitpunkt t3 insofern, als dass die Messunterschiede zwischen beiden Gruppen kaum messbar waren. Dieses Ergebnis zeigt auf, dass eine gewisse Einarbeitungszeit von Seiten der Computergruppe notwendig war. Die erwartete höhere Messgenauigkeit der Computergruppe aufgrund der Nutzung von Tools wie Vergrößerungsfunktion des digitalen Röntgenbildes, Kontrastveränderung usw. konnten möglicherweise nicht zum Tragen kommen, da eine gewisse Kompetenz im Umgang mit dem computergestützten Lernprogramm erst erworben werden musste. Zahlreiche Studien bestätigen ein heterogenes Ergebnis beim Vergleich von konventionell ausgewerteten FRS mit computerunterstützten Analyseprogrammen. Manche Studien kommen zu dem Ergebnis, dass die Nutzung von Software zur kephalometrischen Auswertung geringgradig bessere Ergebnisse erzielt als manuell ausgewertete FRS. Andere Studien sehen beide Analyseverfahren im Ergebnis gleichwertig, während manchen Studien zufolge der Handauswertung der Vorzug gegeben wird [56],[57],[58]. Einigkeit herrscht in Bezug auf die Tatsache, dass Messunterschiede zwischen handausgewerteten und computerunterstützten so gering ausfallen, dass die Messabweichungen keine Konsequenzen für klinische Belange haben und damit vernachlässigbar sind.

Eine Metaanalyse, welche 6 Studien miteinander verglich, die sich mit der Auswertung von Fernröntgenseitenbildern beschäftigten, fand heraus, dass besonders Punkte wie A, B, S auf der x-Achse und y-Achse sowohl bei der Wiederholung als auch bei der Reproduzierbarkeit einen hohen statistischen Gesamtfehler aufwiesen. Erklärt wurde dies damit, dass die Messung auf gebogenen Linien besonders schwer sei und damit im Vergleich zu anderen Punkten höhere Abweichungen messbar waren zwischen den einzelnen Studien und Untersuchern. Beachtung bei der Auswertung sollte der Qualität des Röntgenbildes beigemessen werden, aber auch der Erfahrung der auswertenden Person, sowie der Auswertungsmethode [59]. Somit lässt sich allgemein festhalten, dass bei der Analyse von Fernröntgenseitenbildern viele Faktoren ausschlaggebend sind, die sich auf die Messgenauigkeit von Punkten und Winkeln auswirken.

Die messbare Wirkung des Mediums, also Papier oder Computer, der Einfluss von Wiederholung auf das korrekte Ermitteln von Messergebnissen, spielt bei Studenten die im

Hinblick auf die kephalometrische Analyse unerfahren sind, im Vergleich zur Steigerung der Lernmotivation eine untergeordnete Rolle. Keine Lernmethode wird langfristig Nutzung finden, wenn bei fehlender Motivation das Interesse am Lerninhalt fehlt [56]. Die Antworten spiegeln die Tatsache wider, dass die Studenten motiviert sind das computergestützte Analyseprogramm zu nutzen. Die Implementierung des Online-Lernangebots wird von 98% der Studenten gewünscht und die flexible orts- und zeitunabhängige Nutzung bewerten 93% als sinnvoll. Damit kann von einer hohen Akzeptanz seitens der Studenten/innen ausgegangen werden, welches als zentrale Variable über den Lernerfolg entscheidet. Bringt man die Nutzung technischer Möglichkeiten im Sinne einer Lernplattform, einer hohen Akzeptanz der Nutzer und prüfungsrelevante Lerninhalte in ein Gleichgewicht ist die Wahrscheinlichkeit, dass Online Lernangebote langfristig genutzt werden hoch [60]. Im Buch „Wirkungen und Wirksamkeit neuer Medien in der Bildung“ beschreibt Kerres sehr treffend den Nutzen von Lehrprogrammen wie folgt: *„Ein multimediales Lernprogramm, dass in der Praxis nicht genutzt wird, dass von Lernenden nicht akzeptiert wird, das nicht hinreichenden Einsatz findet, kann überragende technische Leistungsmerkmale aufweisen, der didaktische Nutzen bleibt minimal.“* [61].

Bei Studien zum Vergleich verschiedener Medien, wird oft auf den Neuigkeitseffekt hingewiesen. Dieser Effekt beschreibt die temporäre Steigerung der Motivation bei den Mediennutzern. Sobald eine gewisse Gewöhnung, an das zunächst als interessanter empfundene Medium eintritt, lässt die Nutzung nach [61, 62]. Bieten neue Lernumgebungen nicht nur erweiterte technische Möglichkeiten, sondern werden beim Lerner die direkte Auseinandersetzung mit Inhalten unterstützt und die Akzeptanz gefördert, werden neue Medien auch langfristig genutzt und die Anzahl der Teilnehmer steigen trotz Habituation [63, 64].

Die besten technischen Errungenschaften die multimedialen Lernprogramme bieten können ohne die Veränderung des didaktischen Konzeptes sind erfolglos [61]. Die Wirksamkeit neuer Medien kann dann erst voll ausgeschöpft werden, wenn diese auf die Lernbedürfnisse der Studierenden eingehen. Neue Lernformen beinhalten selbstbestimmtes Lernen, Flexibilität in Bezug auf Lernprozesse, aber auch in der freien Gestaltung wo gelernt wird und wann [65]. Anreize Lernplattformen zu nutzen, bestehen aber auch in einer technischen funktionierenden Infrastruktur die bereitgestellt werden muss, wie z.B. technisch reibungsloser Ablauf bei der Nutzung von mediengestützten Lernmöglichkeiten und in der Evaluation von Lernplattformen seitens der Studenten, um Probleme und notwendige Verbesserungen zu erkennen und

durchzuführen. Optimalerweise werden die Nutzer in die Systementwicklung mit eingebunden. Zusammenfassend kann man sagen, dass sich Erfolg durch Lernplattformen daran messen lässt, wenn sich die Leistungen der Studenten in Prüfungen verbessern, aber auch das Nutzungsverhalten der Lernenden steigt bzw. bei häufiger Nutzung erhalten bleibt [66]. Dann ist jedoch ein hoher personeller Aufwand um eine Lernplattform zu entwickeln und auf dem neuesten Stand aufrechtzuerhalten notwendig, sowie die dauerhafte Kopplung an die Präsenzveranstaltung.

## 9 Schlussfolgerung

Es wurde deutlich, dass die Messgenauigkeiten der Studenten sich mit jeder Auswertung, unabhängig davon ob Computergruppe (Gruppe1) oder Papiergruppe (Gruppe2), verschlechterten. Die Reinstruktion, also die Teilnahme an einer Wiederholungsvorlesung, konnte nur geringgradige Verbesserungen hinsichtlich der Messgenauigkeit bewirken.

Die Auswahl von Studenten, die keine theoretischen und praktischen Vorkenntnisse in der kephalometrischen Auswertung von Fernröntgenseitenbildern hatten, sollte ausschließen, dass sie einen unterschiedlichen Kenntnisstand haben. Wissensaufnahme ist maßgeblich vom Interesse und der Motivation eines jeden Individuums abhängig, damit sind selbst bei Studenten die Pflichtveranstaltungen zur Auswertung von Fernröntgenseitenbildern besucht haben ungleiches Wissen vorhanden. Um diese Variable auszuschließen, hatte man sich für Studenten ohne Vorkenntnisse entschieden, was umgekehrt zur Folge hatte, dass neu erlernte Inhalte wie die Definition von Punkten und Winkeln nicht ins Langzeitgedächtnis übergegangen sind und folglich das Auffinden der Punkte erschwerten.

Die 4-wöchige Pause zwischen der 2. und 3. Auswertung hatte zwar zur Folge, dass am Anfang erworbene Wissensinhalte in Vergessenheit gerieten, gleichzeitig konnte der Gewohnheit kephalometrische Punkte an der falschen Stelle zu setzen entgegengewirkt werden.

Selbst bei erfahrenen Kieferorthopäden lassen sich Studien zufolge Unterschiede in der Markierung festgelegter kephalometrischer Referenzpunkte feststellen. Demnach kann ein unerfahrener Student dem Anspruch nicht genügen sich stetig in der kurzen Zeit von 4 Wochen zu verbessern. Theoretische Grundlagen in Verbindung mit häufiger praktischer Anwendung des erworbenen Wissens führen dauerhaft zu der dafür notwendigen Erfahrung und das konnte in der Zeit von 4 Wochen nicht umgesetzt werden.

Auf ein Hand out zu den kephalometrischen Punkten und Winkeln wurde deshalb verzichtet, um die Wirkung einer Wiederholungsvorlesung (Reinstruktion) nicht zu beeinflussen, da mit Sicherheit einige Studenten Informationen auf dem Hand out wiederholt hätten und andere nicht, was wiederum zu ungleichem Kenntnisstand geführt hätte.

Rückblickend könnte man aus den Ergebnissen der Fragebögen und den sich wiederholenden Fehlern der Studenten Verbesserungen ableiten, insbesondere im Hinblick auf die Vorlesungen und das computergestützte Programm selbst.

Dazu zählen zum Beispiel das falsche Ablesen des Geometriedreiecks bei der Anwendung der virtuellen Tools im computergestützten Lehrprogramm, sowie die Verwechslung des Punktes Spina nasalis anterior mit dem Punkt Spina nasalis posterior. Darauf sollte in der Eingangsvorlesung explizit hingewiesen, aber auch bei der Abfolge der zu markierenden Punkte berücksichtigt werden. Die zwei Begriffe sollten nicht unmittelbar nacheinander aufgelistet sein.

Die Ergebnisse hinsichtlich des Medienwechsels waren nicht einheitlich, um daraus eine klare Schlussfolgerung zu ziehen, welches Medium denn nun den eindeutig größeren Vorteil bringt, hinsichtlich besserer Messergebnisse im Vergleich zur Musterlösung.

Was allerdings aus der Auswertung der Fragebögen abgeleitet werden kann ist, dass die Akzeptanz und die Implementierung von Blended learning von Seiten der Studenten gewünscht wird. Dies ist in Verbindung mit der Erkenntnis der Lernpsychologie, dass vor allem dann Wissen langfristig gespeichert wird, wenn Interesse gegenüber einem Medium bzw. Lernmethode vorhanden ist, eine wichtige Erkenntnis. Letztendlich führt es zu einer Intensivierung von Lernaktivitäten und damit zu langfristig besserem Erinnern und damit zur Steigerung der Qualität der Lehre für Studierende wie Dozenten. Der Mehrwert der computergestützten Auswertung von FRS in Verbindung mit klassischen Vorlesungen liegt in der zeitlich-inhaltlichen Flexibilisierung von Lerninhalten und damit in einer neuen Aufbereitungsform didaktischer Lerninhalte.

## 10 Zusammenfassung

Für die vorliegende Untersuchung nahmen 44 Studenten/innen der LMU München, die keine Vorkenntnisse in Bezug auf die kephalometrische Auswertung von Fernröntgenseitenbildern (FRS) hatten, teil. Die für die Auswertung notwendigen theoretischen und praktischen Kenntnisse erhielten die Studenten/innen in einer Eingangsvorlesung. Danach in 2 Hauptgruppen unterteilt, Computer- und Papiergruppe, werteten die Studenten das erste (FRS1) von zwei Fernröntgenseitenbildern zweimal hintereinander aus.

Allen Studenten/innen der Papiergruppe standen die gleichen Werkzeuge (Bleistift und Geometriedreieck), sowie das Fernröntgenseitenbild in Form eines Ausdrucks auf Papier zur Verfügung. Die Computergruppe wertete mit Hilfe des computergestützten Auswertungsprogramms die Fernröntgenseitenbilder an den zur Verfügung gestellten Computern im Behandlungssaal der Zahnerhaltung und Parodontologie, ebenso wie die Papiergruppe zweimal hintereinander aus. Ihnen standen virtuelle Werkzeuge wie Geometriedreiecke in verschiedenen Farben und zwei Größen, Kontrast- und Helligkeitsveränderung, Vergrößerungsfunktion sowie Einfärbemodus des Röntgenbildes zur Verfügung.

Nach 4-wöchiger Pause wurden die zwei Gruppen wiederum in zwei Untergruppen unterteilt, reinstruiert und nicht reinstruiert. Die reinstruierte Computer- und Papiergruppe bekam eine Wiederholungsvorlesung, mit den gleichen Informationen wie in der eingangs gezeigten Vorlesung. Danach werteten alle Gruppen erneut das FRS1 aus. Ein neues Fernröntgenseitenbild (FRS2) wurde direkt im Anschluss eingeführt, welches von den Studenten/innen ebenfalls bearbeitet wurde. Bei der letzten kephalometrischen Auswertung wechselten die Studenten der Papiergruppe zum Medium Computer und umgekehrt. Zusammenfassend wurde das FRS1 dreimal und das FRS2 zweimal ausgewertet.

Als hartes Kriterium galten die Messabweichungen der Studenten von der Musterlösung. Im Computer war die Musterlösung digital hinterlegt, während die Auswertungen der Papiergruppe zunächst eingescannt und danach ins computergestützte Programm eingepflegt wurden. Die durch die Studenten mit Bleistift vorgenommenen Markierungen wurden im computergestützten Programm durch die Untersucherin nachmarkiert. Der Computer verglich sodann automatisiert die nachmarkierten Punkte mit der Musterlösung.



Statistisch ausgewertet wurde die Papiergruppe mit der Computergruppe, die verschiedenen Zeitpunkte (t1 bis t3) am FRS1 und die Zeitpunkte (t1, t2) am FRS2. Der Medienwechsel der jeweiligen Gruppen, wurde ebenso hinsichtlich der Messabweichungen der Studenten zur Musterlösung ausgewertet. Die Computergruppe schnitt unter Berücksichtigung der signifikanten Messwerte zum Zeitpunkt t1 und t2 besser ab im Vergleich zur Papiergruppe, beim Zeitpunkt t3 wurden die Unterschiede zwischen der Computer- und Papiergruppe immer geringer. Betrachtet man die verschiedenen Zeitpunkte t1 bis t3 so werden bei nahezu allen Ergebnissen die Abweichungen vom Zeitpunkt t1 zum Zeitpunkt t3 immer größer. Die Reinstruktion im Sinne einer Wiederholungsvorlesung zu den verschiedenen kephalometrischen Punkten und Winkeln konnte keinen entscheidenden Vorteil zeigen. Die Erwartung, dass die reinstruierten Gruppen genauere Messergebnisse erzielen konnten, wurde nicht bestätigt.

Um die weichen Kriterien, Akzeptanz und Zufriedenheit, im Umgang mit digitalen Medien zu eruieren, wurden zwei Fragebögen von den Studenten ausgefüllt. Zum einen im direkten Anschluss an die zweite Auswertung des FRS1 und nach der Auswertung des FRS2 zum Zeitpunkt t2. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Einführung der computergestützten Auswertung nahezu bei allen Studenten positiv angenommen wurde und weiterhin Angebote dieser Art gewünscht werden, wo traditionelle Lehre mit digitalen Medien verknüpft wird.

Allgemein lassen sich mediengestützte Lehrangebote aus dem Zahnmedizinstudium nicht mehr wegdenken. Angesichts der stetigen Weiterentwicklung neuer Technologien, kann die computergestützte Auswertung von Fernröntgenseitenbildern die Potenziale von neuen Medien sinnvoll nutzen und in bestehende klassische Lehrmethoden implementieren.

# 11 Anhang

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterschied zwischen den Zeitpunkten 1, 2, und 3 in der Papiergruppe .....	34
Tabelle 2: Signifikante Unterschiede in der Computergruppe zwischen den Zeitpunkten t1, t2 und t3.....	35
Tabelle 3: Auswirkung der Reinstruktion in der Papiergruppe zum Zeitpunkt t3 .....	36
Tabelle 4: Auswirkung der Reinstruktion in der Computergruppe zum Zeitpunkt t3 .....	37
Tabelle 5: Signifikante Unterschiede in der nicht reinstruierten Papiergruppe zwischen den Zeitpunkten t1, t2 und t3 .....	38
Tabelle 6: Signifikante Unterschiede in der nicht reinstruierten Computergruppe zwischen den Zeitpunkten t1, t2 und t3 .....	38
Tabelle 7: Auswirkung von Reinstruktion in der Papiergruppe zum Zeitpunkt t1 des FRS2..	39
Tabelle 8: Auswirkung von Reinstruktion in der Computergruppe zum Zeitpunkt t1 des FRS2 .....	40
Tabelle 9: Vergleich der Papier- mit der Computergruppe zum Zeitpunkt t1 .....	41
Tabelle 10: Vergleich der Papier- mit der Computergruppe zum Zeitpunkt t2 .....	41
Tabelle 11: Vergleich der Papier- mit der Computergruppe zum Zeitpunkt t3 .....	42
Tabelle 12: Vergleich der reinstruierten Papiergruppe mit der reinstruierten Computergruppe bei Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes (FRS2) .....	42
Tabelle 13: Vergleich der nicht reinstruierten Papiergruppe mit der nicht reinstruierten Computergruppe bei Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes (FRS2) .....	43
Tabelle 14: Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes in der reinstruierten Papiergruppe.....	44
Tabelle 15: Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes in der nicht reinstruierten Papiergruppe.....	45
Tabelle 16: Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes in der reinstruierten Computergruppe.....	46
Tabelle 17: Auswertung eines neuen Fernröntgenseitenbildes in der nicht reinstruierten Computergruppe.....	46
Tabelle 18: Medienwechsel der reinstruierten Papiergruppe zum Computer .....	47
Tabelle 19: Untersuchung Medienwechsel der reinstruierten Computergruppe zum Papier...	48
Tabelle 20: Medienwechsel der nicht reininstruierten Papiergruppe zum Computer .....	49
Tabelle 21: Bestimmung der Reproduzierbarkeit nachmarkierter Punkte .....	50
Tabelle 22: Verteilung der Studenten (n=44) auf die jeweiligen Antwortmöglichkeiten .....	51
Tabelle 23: Verteilung der Studenten (n=44) auf die jeweiligen Antwortmöglichkeiten .....	53

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: FRS1 in der computergestützten Auswertung am PC.....	21
Abbildung 2: Rotes Geometriedreieck in der Anwendung, links im Bild alle drei Farben und die zwei verschiedenen Größen zu sehen.....	22
Abbildung 3: Möglichkeit der Kontrast- und Helligkeitsveränderung, sowie Einfärbemodus	23
Abbildung 4: Möglichkeit der Lupenfunktion .....	23
Abbildung 5: Studienablauf .....	27
Abbildung 6: ausgewertetes FRS1 der Papiergruppe eingescannt und im Computerprogramm hochgeladen.....	29
Abbildung 7: Fragebogen 1 .....	30
Abbildung 8: Abschlussfragebogen Seite 1 .....	31
Abbildung 9: Abschlussfragebogen Seite 2 .....	32
Abbildung 10: Abschlussfragebogen Seite 3 .....	33
Abbildung 11: Umsetzbarkeit kephalometrischer Punkte am Papier/PC.....	51
Abbildung 12: Auswertung zum Zeitpunkt t2 des FRS1 .....	52
Abbildung 13: Nutzen von Tools bei der Auswertung am PC.....	52
Abbildung 14: Umsetzung der Vorlesungsinhalte .....	53
Abbildung 15: praktische Umsetzbarkeit von Vorlesungsinhalte.....	54
Abbildung 16: Wiederholungsvorlesung .....	55
Abbildung 17: Auffinden kephalometrischen Punkte mit Hilfe des computergestützten Programms .....	55
Abbildung 18: Auffinden kephalometrischen Punkte auf Papier.....	56
Abbildung 19: Berechnung von Winkeln mit Hilfe des computergestützten Programms .....	56
Abbildung 20: Berechnung von Winkeln auf dem Papierausdruck.....	57
Abbildung 21: Verwendung der Lupenfunktion .....	58
Abbildung 22: Nützlichkeit der LösCHFunktion von Punkten .....	58
Abbildung 23: Nutzen der Kontrastveränderung .....	59
Abbildung 24: Bewertung der zeit- und ortsunabhängigen Nutzung des computergestützten Programms .....	60
Abbildung 25: Wunsch nach Ergänzung der klassischen Lehrveranstaltungen durch virtuelle Lehrangebote.....	60
Abbildung 26: Nutzung der Online Plattform.....	61

## Literaturverzeichnis

1. Kirchhof, S., *Informelles Lernen und Kompetenzentwicklung für und in beruflichen Werdegängen*. 2007: Waxmann Verlag.
2. Simonsohn, A.B. and M.R. Fischer, *Evaluation eines fallbasierten computergestützten Lernsystems (CASUS) im klinischen Studienabschnitt*. Dtsch med Wochenschr, 2004. **129**(11): p. 552-556.
3. Chaconas, S. and F. Fragiskos, *Orthognathic diagnosis and treatment planning: a cephalometric approach*. Journal of oral rehabilitation, 1991. **18**(6): p. 531-545.

4. Owen, S., et al., *Programmed learning in medical education. An experimental comparison of programmed instruction by teaching machine with conventional lecturing in the teaching of electrocardiography to final year medical students.* Postgraduate medical journal, 1965. **41**(474): p. 201.
5. Broadbent\*\*, B.H., *Bolton standards and technique in orthodontic practice.* The Angle Orthodontist, 1937. **7**(4): p. 209-233.
6. Bruntz, L.Q., et al., *A comparison of scanned lateral cephalograms with corresponding original radiographs.* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2006. **130**(3): p. 340-348.
7. Mathes, M., *E-Learning in der Hochschullehre: Überholt Technik Gesellschaft? Lern- und lehrtheoretische Überlegungen zu einfachen E-Learning-Anwendungen in der Volkswirtschaftslehre.* 2002, 2002. **5**: p. 18.
8. Weber, A., *Lerntheorien und die konkrete Gestaltung von Lernprozessen.* 2006.
9. Neisser, U., *Cognitive psychology: Classic edition.* 2014: Psychology Press.
10. Schermer, F.J., *Lernen und Gedächtnis.* Vol. 10. 2006: W. Kohlhammer Verlag.
11. Kerres, M. and C. de Witt, *Quo vadis Mediendidaktik? Zur theoretischen Fundierung von Mediendidaktik.* 2002, 2002. **6**: p. 22.
12. Arnold, P., *Einsatz digitaler Medien in der Hochschullehre aus lerntheoretischer Sicht.* Abgerufen am, 2005. **22**(12): p. 2008.
13. Hofmann, S., *E-Learning und ontologisch strukturierte Planung webbasierter Lehr-Lern-Szenarien. Entwicklung eines Leitfadens für Lehrende zur didaktisch-methodischen Umsetzung webbasierter Lehr-Lern-Szenarien im Kontext gymnasialen Unterrichts.* 2015: Logos Verlag Berlin GmbH.
14. Schießl, M., *Evaluation von E-Learning-Systemen an berufsbildenden Schulen.* 2006.
15. Lerntechnologien, N., R. Krüger, and W. Effelsberg, *Lerntheorien und ihre Auswirkung auf eLearning-Systeme.*
16. Thissen, F., *Das Lernen neu erfinden-konstruktivistische Grundlagen einer Multimedia-Didaktik.* 1997: Universität Stuttgart, Fakultätsübergreifend/Sonstige Einrichtung.
17. Fischer, M.R., B. Aulinger, and T. Baehring, *Computer-based-Training (CBT): Fallorientiertes Lernen am PC mit dem CASUS/ProMediWeb-System.* DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift, 1999. **124**(46): p. 1401-1401.
18. Rheinberg, F., *Intrinsische Motivation und Flow-Erleben.* Motivation und Handeln, 2006: p. 331-354.
19. Klampfer, A. and D.Ü. des Buchbeitrags, *Holistische Impulse für das Lehren und Lernen Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation im Lehr-/Lernprozess.*
20. Stangl, W., *Lexikon online für Psychologie und Pädagogik.* Online im Internet unter: <http://lexikon.stangl.eu> geladen am, 2013. **27**: p. 2013.
21. Mayer, V., *Motivationstheorien.* Theorien und Methoden der Betriebswirtschaft. Handbuch für Wissenschaftler und Studierende, 2009: p. 225-250.
22. Welslau, M., *Motivationstheorien und ihre Bedeutung für den Unterricht der Grundschule.* 2011.
23. Krapp, A., *Intrinsische Lernmotivation und Interesse. Forschungsansätze und konzeptuelle Überlegungen.* Zeitschrift für Pädagogik, 1999. **45**(3): p. 387-406.
24. Krapp, A., *Das Konzept der grundlegenden psychologischen Bedürfnisse. Ein Erklärungsansatz für die positiven Effekte von Wohlbefinden und intrinsischer Motivation im Lehr-Lerngeschehen.* Zeitschrift für Pädagogik, 2005. **51**(5): p. 626-641.
25. Schiefele, U. and I. Schreyer, *Intrinsische Lernmotivation und Lernen. Ein Überblick zu Ergebnissen der Forschung.* Zeitschrift für Pädagogische Psychologie/German Journal of Educational Psychology, 1994.
26. Meyer, H. and M.A. Meyer, *Lob des Frontalunterrichts. Argumente und Anregungen.* Friedrich Jahresheft XV. Themenheft: Lernmethoden–Lehrmethoden. Wege zurSelbstständigkeit, 1997: p. 34-37.
27. Haydecker, J., *Den Einsatz der neuen Medien aktiv gestalten: die E-Learning-Strategie der Universität Kassel.* E-Learning Strategien–eLearning Kompetenzen an Hochschulen, 2004: p. 221-230.

28. Arnold, P., *Handbuch E-Learning: Lehren und Lernen mit digitalen Medien*. 2013: W. Bertelsmann Verlag.
29. Clark, D., *Psychological myths in e-learning*. *Med Teach*, 2002. **24**(6): p. 598-604.
30. Ruiz, J.G., M.J. Mintzer, and R.M. Leipzig, *The Impact of E-Learning in Medical Education*. *Academic Medicine*, 2006. **81**(3): p. 207-212.
31. Bernauer, J., et al. *Rechnergestützte Lehr- und Lernsysteme in der Medizin: Proceedings zum 6. in Workshop der GMDS AG Computergestützte Lehr- und Lernsysteme in der Medizin, FH Ulm, 11.-12. April 2002*. 2002.
32. Frey, P., *Papier oder PC? Die neuen Medien auf dem Prüfstand*. Use of Computers in Medical Education (Part II). *Z Hochschuldidaktik*, 2000. **1**: p. 99-108.
33. Fischer, M.R., et al., *Virtuelle Patienten in der medizinischen Ausbildung: Vergleich verschiedener Strategien zur curricularen Integration*. *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen*, 2008. **102**(10): p. 648-653.
34. Matthies, H., et al., *eLearning-Möglichkeiten in der Medizinischen Hochschule Hannover*. 2006.
35. Kerres, M., *Medien und Hochschule. Strategien zur Erneuerung der Hochschullehre*. Studieren mit Multimedia und Internet. Ende der traditionellen Hochschule oder Innovationsschub, 2002: p. 57-70.
36. Dittler, U., *e-Learning: Einsatzkonzepte und Erfolgsfaktoren des Lernens mit interaktiven Medien*. 2011: Oldenbourg Verlag.
37. Kraft, S., *Blended Learning—ein Weg zur Integration von E-Learning und Präsenzlernen*. Report: *Zeitschrift für Weiterbildungsforschung*, 2003(26): p. 43-52.
38. Sauter, A.M., W. Sauter, and H. Bender, *Blended Learning: Effiziente integration von e-learning und präsenztraining*. 2004: Luchterhand.
39. Schicker, P., *Vergleich der Blended Learning Lehrmethode mit den Lehrmethoden Vorlesung, Seminar und E-Learning in der kieferorthopädischen Lehre-Eine Fragebogenstudie*. 2012.
40. Kerres, M., *Online- und Präsenzelemente in hybriden Lernarrangements kombinieren*. *Handbuch E-Learning*. Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln, 2002.
41. Bains, M., et al., *Effectiveness and acceptability of face-to-face, blended and e-learning: a randomised trial of orthodontic undergraduates*. *European Journal of Dental Education*, 2011. **15**(2): p. 110-117.
42. Asselmeyer, T., et al., *Konzeptionelle Überlegungen zum Einsatz von eLectures in der kieferorthopädischen Lehre—Mehrwert, Chancen, Hindernisse*.
43. Asselmeyer, T. and R. Schweska-Polly, *Computer- und web-unterstützte Lehre und Evaluation ihres Erfolges am Beispiel des Projektes „Okklusion und Kieferorthopädie“*. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 2004. **59**: p. 12.
44. Ludwig, B., et al., *Assessment of two e-learning methods teaching undergraduate students cephalometry in orthodontics*. *European Journal of Dental Education*, 2016. **20**(1): p. 20-25.
45. Dochy, F.J.R.C., *Assessment of prior knowledge as a determinant for future learning: The use of prior knowledge state tests and knowledge profiles*. 1992: Centre for Educational Technology and Innovation, Open University.
46. *Wie verändert das Handy den Alltag von Kindern und Jugendlichen?* 12.2015 03.11.2017]; Available from: <http://informationszentrum-mobilfunk.de/wie-veraendert-das-handy-den-alltag-von-kindern-und-jugendlichen>.
47. Müsseler, J. and M. Rieger, *Allgemeine Psychologie*. 2002: Springer.
48. Crowder, R.G., *Similarity and Order in Memory I*, in *Psychology of Learning and Motivation*, H.B. Gordon, Editor. 1979, Academic Press. p. 319-353.
49. Wickelgren, W.A., *Chunking and consolidation: A theoretical synthesis of semantic networks, configuring in conditioning, SR versus cognitive learning, normal forgetting, the amnesic syndrome, and the hippocampal arousal system*. *Psychological review*, 1979. **86**(1): p. 44.
50. Baddeley, A.D., *The influence of acoustic and semantic similarity on long-term memory for word sequences*. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1966. **18**(4): p. 302-309.
51. May, C.P., L. Hasher, and M.J. Kane, *The role of interference in memory span*. *Memory & Cognition*, 1999. **27**(5): p. 759-767.

52. Jacobi, C.G., *Vorlesungen über analytische Mechanik: Berlin 1847/48 Nach einer Mitschrift von Wilhelm Scheibner*. Vol. 8. 2013: Springer-Verlag.
53. Aceval, H.-L., *Einfluss von Aufmerksamkeitsprozessen auf In- und Outputprozesse bei der seriellen Wiedergabe*. 2005.
54. Niegemann, H.M., et al., *Kompendium multimediales Lernen*. 2008: Springer-Verlag.
55. Lankes, E.-M., *Pädagogische Professionalität als Gegenstand empirischer Forschung*. 2008: Waxmann Verlag.
56. Roden-Johnson, D., J. English, and R. Gallerano, *Comparison of hand-traced and computerized cephalograms: landmark identification, measurement, and superimposition accuracy*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2008. **133**(4): p. 556-564.
57. Albarakati, S., K. Kula, and A. Ghoneima, *The reliability and reproducibility of cephalometric measurements: a comparison of conventional and digital methods*. Dentomaxillofacial Radiology, 2012. **41**(1): p. 11-17.
58. Uysal, T., A. Baysal, and A. Yagci, *Evaluation of speed, repeatability, and reproducibility of digital radiography with manual versus computer-assisted cephalometric analyses*. The European Journal of Orthodontics, 2009. **31**(5): p. 523-528.
59. Trpkova, B., et al., *Cephalometric landmarks identification and reproducibility: a meta analysis*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1997. **112**(2): p. 165-170.
60. Schulmeister, R., *Lernplattformen für das virtuelle Lernen: Evaluation und Didaktik*. 2017: Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
61. Kerres, M. *Wirkungen und Wirksamkeit neuer Medien in der Bildung*. in *Education Quality Forum. Wirkungen und Wirksamkeit neuer Medien*. Münster: Waxmann. 2003.
62. Theyßen, H., *Methodik von Vergleichsstudien zur Wirkung von Unterrichtsmedien*, in *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. 2014, Springer. p. 67-79.
63. Matthies, H., et al., *eLearning-Möglichkeiten in der Medizinischen Hochschule Hannover*. GMS Med Inform Biom Epidemiol, 2006. **2**(3): p. 2006-2.
64. Geuenich, K., *Gemeinsame Jahrestagung der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung (GMA) und des Arbeitskreises zur Weiterentwicklung der Lehre in der Zahnmedizin (AKWLZ)*.
65. Mürner, B. and L. Polexe, *Digitale Medien im Wandel der Bildungskultur–neues Lernen als Chance*. Videos in der (Hochschul-) Lehre, 2014(3): p. 21.
66. Seufert, S. and D. Miller, *Nachhaltigkeit von e-Learning-Innovationen: Von der Pionierphase zur nachhaltigen Implementierung*. MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 2003(00): p. 1-22.

## **12 Danksagung**

Ein besonderes Dankeschön geht an Frau Prof. Wichelhaus, dass sie mir die Möglichkeit gegeben hat, meine Dissertation an der Poliklinik für Kieferorthopädie durchzuführen, sowie Herrn Prof. Hickel, der die Räumlichkeiten und die Nutzung der Computer zur Verfügung gestellt hat. Frau Prof. Dr. Ekaterini Paschos danke ich für Überlassung des Themas, ihre großartige Betreuung und ihre Geduld.

Auch möchte ich Dr. Kathrin Heck lobend erwähnen, die mir mit Rat und emotionalem Beistand zur Seite gestanden hat, sowie Dr. Florian Krekel der mir als Berater in technischen Fragen ein Ansprechpartner war.

### **13 Eidesstattliche Erklärung**

Timea Homan

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema „Vergleich der Blended Learning Methode mit der klassischen Lehrmethode in der Kephalometrie“ selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, den 15.05.19

Ort, Datum

Homan Timea

Unterschrift