

Aus der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie

der Medizinischen Fakultät

der Universität des Saarlandes, Homburg/Saar

Direktor: Prof. Dr. med. Tim Pohlemann

**MEC.O - Entwicklung eines e-Learning Tools für die unfallchirurgische  
Studentenausbildung an der Universität des Saarlandes**

***Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin***

**der Medizinischen Fakultät**

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2019

vorgelegt von: Reinhilde Ziegler

geb. am: 05.06.1963 in Quierschied

Tag der Promotion: 02.03.2020

Dekan: Prof. Dr. med. Michael D. Menger

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Tim Pohlemann

Prof. Dr. med. Norbert Graf

Für Jeannine, Pascal und Alain. In Liebe und Dankbarkeit.

*„Wer etwas will, sucht Wege. Wer etwas nicht will, sucht Gründe.“*

Harald Kostial

## Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	5
2. Einleitung	6
3. Ziel der Arbeit	9
4. Material und Methoden	9
5. Ergebnisse	12
5.1. Erstellung und Content von MEC.O	12
5.2. Evaluation von MEC.O	29
5.2.1. Statistische Vorprüfung auf Gaußverteilung bei intervall- /rational- skalierten (metrischen) Variablen per Kolmogorov-Smirnov-Test	30
5.2.2. Ergebnisse der statistischen Auswertung	31
5.2.2.1. Gesamtkollektiv	31
5.2.2.2. Klausurleistung	33
5.2.2.2.1. Klausurleistung in Abhängigkeit von MEC.O-/VL-Nutzung	33
5.2.2.2.2. Abhängigkeit der Klausurleistung von der Intensität des Vorlesungsbesuchs	36
5.2.2.3. Globale Einschätzung der unfallchirurgischen Lehre in Abhängigkeit von MEC.O-/VL-Nutzung	36
5.2.2.4. Klausurnote und globale Einschätzung im Qualis-Bogen in Abhängigkeit des kompletten Absolvierens des MEC.O-Programms	38
5.2.2.5. Einfluss des Semesters auf die globale Einschätzung und die Klausurnote	39
6. Diskussion	47
6.1. Bewertung der eigenen Evaluations-Ergebnisse	47
6.2. Diskussion des Tools MEC.O und der Ergebnisse im	49

Literaturvergleich	
6.2.1. Diskussion von Lehr- und Lernmethoden, Bedeutung von blended-Learning	49
6.2.2. Diskussion des Nutzens von e-Learning speziell in der Unfallchirurgie und anderen chirurgischen Fächern	57
6.2.3. Diskussion des Benefits von e-Learning in anderen medizinischen Fachgebieten	63
6.2.4. Diskussion technischer, organisatorischer, kultureller, juristischer und pekuniärer Aspekte des e-Learning	72
6.3. Limitationen der Arbeit	79
7. Literaturverzeichnis	83
8. Dank	99
9. Lebenslauf	101

## 1. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird über die Entwicklung und erste Evaluation eines e-Learning-Tools für die studentische Ausbildung in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes berichtet: MEC.O (Medical education online). Es handelt sich um eine Eigenentwicklung, die als Teil eines komplexen medizinischen Lehrangebotes konzipiert ist. Das e-Learning soll dabei eine wichtige Einzelkomponente eines blended-Learnings sein, das unterschiedliche Methoden nutzt, soll die traditionellen Unterrichtsformen aber keinesfalls ersetzen. Der Student soll auf jeder Stufe seiner Ausbildung, seines Wissens und Lernfortschrittes additive Lerninhalte seines Bedarfes finden. Die Inhalte sind abgestimmt auf die bereits bestehenden Lehr- und Lernangebote (Blockpraktika, Praxisseminare, Praktisches Jahr, freiwilliger zusätzlicher multimedialer Unterricht unter tutorieller Anleitung) in der Unfallchirurgie während des Medizinstudiums. Die Inhalte sind dementsprechend in vier verschiedenen Stufen konzipiert. Die studentischen Nutzer können innerhalb des e-Learning-Moduls wählen zwischen e-Vorlesung, Operationsvideos, Internet-Links zu einer Wissensdatenbank und klinischen Fallbeschreibungen. Eine Leistungskontrolle auf mehreren Ebenen schließt sich an. Eine Evaluation der Akzeptanz durch die Studenten erbrachte außerordentlich positive Resultate. Das hier erstellte e-Learning-Tool wurde 2012 mit dem „Landespreis Hochschullehre“ ausgezeichnet. E-Learning ist innerhalb der unfallchirurgischen Lehre Teil eines blended-Learning-Konzeptes, das eine Hinwendung zu problemorientierten Strategien des lebenslangen Lernens im Medizinstudium und im Beruf fördert. Die Rolle des Hochschullehreres verändert sich dadurch von einem reinen Vermittler von Standardwissen hin zu einem Mentor für die Studenten, der gezielte Förderung und individuelle Betreuung bieten kann.

## 2. Einleitung

E-Learning ist definiert als computergestützte Lernmethoden, die elektronisch gespeicherte Inhalte, sowie unter anderem das Internet als Quelle und auch als Lernmedium nutzen (Vukovljak 2002, Randell 2001, Wright et al. 2002).

Diese Art zu lernen ermöglicht (auch), unabhängig zu werden von Ort und Tageszeit und macht damit deutlich flexibler (Wright et al. 2002).

In den letzten Jahren gewann das e-Learning immer mehr an Bedeutung in sehr vielen Fachbereichen, sowohl in der universitären Ausbildung als auch in Schule und Beruf, in Fort- und Weiterbildung.

Der Lernvorgang selbst erfordert grundsätzlich Disziplin und einen gewissen zeitlichen Aufwand. Daher wird die Frage, welche Lernmethoden besonders effizient sind, bzw. welche Lernmethoden großen Nutzen haben, immer wichtiger und steht zunehmend im Fokus des Interesses. Schon frühzeitig wurde nach Möglichkeiten gesucht, den Lernprozess durch entsprechende Hilfsmaßnahmen zu erleichtern und zu beschleunigen.

Insbesondere an den Universitäten ist es von hohem Interesse, den Lernvorgang effizienter zu gestalten, in kürzerer Zeit effizienter zu lernen. Die rasante Zunahme von Fachwissen in allen Bereichen, die zunehmende Globalisierung, Fortschritte in Kommunikationstechnologien, aber auch die stärkere Nutzung des Internets beeinflussen die universitäre Ausbildung auch von Medizinstudenten (Boeker und Klar 2006, Zajacsek et al. 2006, Gold et al. 2004, Della Corte et al. 2005, Harden 2005, Garrett et al. 2006, Docherty et al. 2005, Cooper und Spencer-Dawe 2006, Hare et al. 2006).

Zunehmend wurden e-Learning Programme in die universitäre Ausbildung integriert. Ziel all dieser Programme ist die Verbesserung der Ausbildungsqualität, die Flexibilisierung des Lernvorganges, sowie eine studentenzentrierte Form des Lernens (Boeker et al. 2006, Della Corte et al. 2005, Prüfert 2005, Fischer 2003).

Zahlreiche Projekte wurden öffentlich gefördert. Der Anfangsenthusiasmus war groß. Es zeigte sich aber bei der Realisation technisch ausgefeilter e-Learning

Module, dass es trotz finanzieller Förderung oft zu didaktischen und lernpsychologischen Problemen kam, die unter dem Aspekt des Lernprozesses selber vergessen wurden und so kam es, dass der anfängliche Enthusiasmus zunehmender Ernüchterung wich (Della-Corte et al. 2005, Prüfert 2005).

Nach Seufert und Euler (2004) wird e-Learning nur von einem Teil der Dozenten an den Universitäten in der Studentenausbildung genutzt.

In der Mediziner Ausbildung stellt die neue Approbationsordnung eine gewisse Herausforderung dar. Sie führte sowohl zu einer qualitativen als auch quantitativen Ausweitung der Lehre (Boeker und Klar 2006).

Das neue Curriculum sieht für die Studenten eine systematische Erlernung von Problemlösungsstrategien in kleinen Gruppen vor. Fallanalysen und häufige Patientenkontakte bilden die Grundlage.

An der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums des Saarlandes werden Praxisbezogenheit und Patientenkontakte bereits seit langem auf mehreren Ebenen gefördert.

**„Hauptvorlesung:** Neben einem 10-stündigen Überblick über die Chirurgie, ihrer Spezialitäten und Grundbegriffe der operativen Therapie werden in 3 Blöcken die Schwerpunkte Allgemein-, Visceral-, Gefäß- und Kinderchirurgie, Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie sowie Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie einschließlich chirurgischer Sonderthemen abgehandelt.

Parallel dazu werden in einem mit 24 Terminen zu 1 ½ Stunden angesetzten **Praxisseminar** die Grundbegriffe der Untersuchungstechniken und grundlegender chirurgischer Kenntnisse praktisch angewandt und vertieft.

In einem 14-tägigen **Blockpraktikum** vertiefen die Studierenden ihre Untersuchungstechniken mit dem Ziel, eigenständig eine Anamnese, sowie eine Grunduntersuchung der Patienten durchzuführen, niederzulegen, eine Differentialdiagnose zu erarbeiten und einen groben Therapieplan aufzustellen.

Parallel zu diesen praktischen Komponenten wird je ein Vertiefungsseminar angeboten, in dem neben der Vermittlung von zusätzlichen chirurgischen Grundkenntnissen, Fallbesprechungen und Fallausarbeitungen Schwerpunktentsprechend geübt werden.

Das **Praktische Jahr** in der Chirurgie wird wie folgt angeboten:

Um Studenten im Praktischen Jahr einen umfassenden Eindruck von der Tätigkeit als Unfallchirurg geben zu können, orientieren sich Tagesablauf und Aufgaben der PJ-Studenten an denen der ärztlichen Mitarbeiter.

Neben dem Erlernen grundlegender Fertigkeiten wie Blutentnahmen, dem Legen venöser Zugänge sowie der Entfernung von Nahtmaterial und Drainagen stehen auch das Anlegen und eigenständige Vorbereiten von Entlassungsbriefen und die Organisation von konsiliarischen Untersuchungen auf dem Tagesprogramm.

Durch eigenständige, angeleitete Mitarbeit in der Ambulanz können die Grundlagen der Wundversorgung, Gelenkuntersuchung, klinischer und radiologischer Diagnostik, Gipsanlage sowie der Indikationsstellung und Therapieplanung erlernt werden. Besonders die beiden letztgenannten Aspekte werden durch regelmäßige Patientenvorstellungen im Rahmen der täglichen Indikationsbesprechung und der wöchentlichen Chefvisite weiter vertieft.

Einen detaillierten Einblick in das gesamte Spektrum der operativen Unfallchirurgie bietet die Assistenz im OP, welche einen festen Bestandteil der Ausbildung darstellt. Neben der OP-Assistenz im Tagesprogramm werden durch die Teilnahme am Bereitschaftsdienst auch sämtliche Aspekte der notfallmäßigen Versorgung von Verletzungen hervorgehoben.“ (Homepage der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes, 2019).

In Abstimmung mit diesen bereits etablierten Präsenzveranstaltungen sollen zusätzlich online abrufbare Lern- und Lehrangebote präsentiert werden, die den entsprechenden Präsenzveranstaltungen der jeweiligen Studienabschnitte

zuzuordnen sind und diese ergänzen.“ (Homepage der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes, 2019)

### **3. Ziel der Arbeit**

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit bestand das Ziel darin, in Koordination mit den etablierten Präsenzveranstaltungen unfallchirurgisches Standardwissen auf multimedialer Basis durch Onlinepräsentationen zu vermitteln. Es wurde ein eigenes e-Learning Tool entwickelt, das als Teil eines komplexen medizinischen Lehrangebotes konzipiert ist. Das e-Learning soll dabei eine wichtige Einzelkomponente sein, die traditionellen Unterrichtsformen aber keinesfalls ersetzen (Ruiz et al. 2006, Seufert und Euler 2004, Liebhardt und Müller 2004, Wilson et al. 2006, Vollmar et al. 2006, Knopp et al. 2007, 2008 und 2010, Ziegler et al. 2008, 2009 und 2010).

Es sollte einen Platz als Teil eines blended-Learning-Konzeptes finden, in dem unterschiedliche Methoden genutzt werden. Der Student soll auf jeder Stufe seiner Ausbildung, seines Wissens und Lernfortschrittes additive Lerninhalte seines Bedarfes finden.

### **4. Material und Methoden**

Es wurde ein spezielles e-Learning Projekt in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes entwickelt: MEC.O (medical education online).

Es handelt sich um eine modular aufgebaute Plattform. Dabei wurde die Hauptvorlesung auf Video aufgenommen (LifeToDigital) und online gestellt, ferner wurden die Skripten zur Hauptvorlesung online gestellt. Zusätzlich wurde eigens Content speziell für die Wissensplattform MEC.O entwickelt und selbst erstellt, der das unfallchirurgische Wissen ergänzen soll. Dies erfolgte in Form

von speziellen e-Vorlesungen zu verschiedenen Themen, eigens erstellten Videos (z.B. klinische Untersuchungen, OP-Videos, Gipsverbände, spezielle Themen, wie Schussverletzungen) und interaktiven Fallbeschreibungen. Ergänzt wurde dieser Content durch Links zur Literatursuche, einen Röntgentrainer und Leistungsüberprüfungen in Form von Quizfragen (AO Foundation plus eigens erstellter Klausurtrainer), sowie Links zu internationalen etablierten unfallchirurgischen Seiten. Die Content-Erstellung erfolgte durch Studenten und wissenschaftliche Hilfskräfte in enger Zusammenarbeit mit einem Hochschullehrer (Prof. Dr. W. Knopp).

„Die Präsenzveranstaltungen der jeweiligen Studienabschnitte werden durch online abrufbare Lehr- und Lernangebote ergänzt. Die modular aufgebaute kombinierte Plattform MEC.O stellt ein Gesamtkonzept aus kreativen Eigenentwicklungen und intelligenten Verlinkungen dar. Das Programm startet mit dem Schema eines menschlichen Skelettes. Der/die Student/in kann entsprechend des modularen Aufbaues parallel zum Curriculum sein/ihr Wissen ergänzen. Der/die Student/in kann zu Beginn des Studiums sämtliche Hauptvorlesungen online abrufen. Im Praxisseminar wählt er/sie Videos über klinische Untersuchungen aus, die ihm/ihr realitätsnah das praktische Vorgehen bei unfallchirurgischen Untersuchungen nahebringen. Ein Link zur Röntgenanatomie einer Region hilft ihm/ihr bei der Analyse unfallchirurgischer Röntgenbilder.

Im Blockpraktikum nutzt er/sie eine organbezogene e-Vorlesung, um sich zu einem bestimmten Krankheitsbild umfassend zu informieren. Im Praktischen Jahr bekommt er/sie über einen Link Informationen zur klinischen Anwendung. Durch webbasierte Links zu entsprechenden internationalen Seiten, beispielsweise der AO Foundation ([www.aosurgery.org](http://www.aosurgery.org)) oder der Mueller Foundation ([www.muellerfoundation.org](http://www.muellerfoundation.org)), ist ein Blick über regionale und nationale Grenzen möglich und eine Orientierung der diagnostischen und therapeutischen Optionen an internationalem Niveau möglich. Hat der/die Studentin ein Therapieverfahren gewählt, kann er/sie sich anhand von OP-Videos (am Modell und/oder live in unserem OP aufgenommen) informieren.

Videos zur Anwendung unfallchirurgischer Implantate ergänzen das Angebot. Zum Abschluss prüft er/sie sein/ihr Wissen an Fallbearbeitungen. Kurz vor dem Examen kann er/sie anhand eines Quiz sehen, dass er/sie mit Hilfe von MEC.O das Examen mühelos bestehen wird. Mit MEC.O wird eine kombinierte Plattform eröffnet, die kreative Eigenentwicklungen, als auch intelligente Verlinkungen beinhaltet. Inhaltlich werden diese Angebote auf die Präsenzveranstaltungen des Studienganges abgestimmt und sie erlauben eine eigenständige Erarbeitung und Vertiefung unfallchirurgischer Themen.“ (Homepage der Klinik für Unfall-, Hand-, und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes, 2019).

Bei der Erstellung des modularen e-Learning Tools MEC.O ist sehr darauf geachtet worden, dass das unfallchirurgische Wissen nicht ausschließlich elektronisch vermittelt wird, sondern dass eine Vertiefung der bereits in den Präsenzveranstaltungen vermittelten Themen erfolgt. Auf diese Weise soll eine Verknüpfung von Präsenzveranstaltungen und Selbststudium im Sinne von „blended-Learning“ (verzahntes Lernen auf unterschiedlicher didaktischer Basis) erzielt werden (Khan und Coomarasamy 2006 und Sancho et al. 2006). Die Studenten sind selbst an der Erstellung von Inhalten e-Learning Tools beteiligt. Sie werden dabei von einem Tutor begleitet und geleitet.

Sie erarbeiten u.a. Fälle und präsentieren diese multimedial. Dabei werden genau die klinischen Fälle präsentiert, die den häufigsten Verletzungen im unfallchirurgischen Alltag entsprechen. Ein zusätzliches Coaching durch einen Tutor wird ergänzend angeboten.

Jeder Studierende kann entsprechend seinem Vorwissen und Ausbildungsniveau im Studiengang eine Auswahl treffen. Es werden klinische Untersuchungsmethoden, Diagnosewege, Erstellung von therapeutischen Konzepten im Eigenstudium ermöglicht. Dabei erlaubt die Wissensdatenbank eine beliebige Vertiefung beim Erarbeiten einer bestimmten Thematik.

## 5. Ergebnisse

### 5.1. Erstellung und Content von MEC.O

Das Konzept MEC.O ist modular aufgebaut.

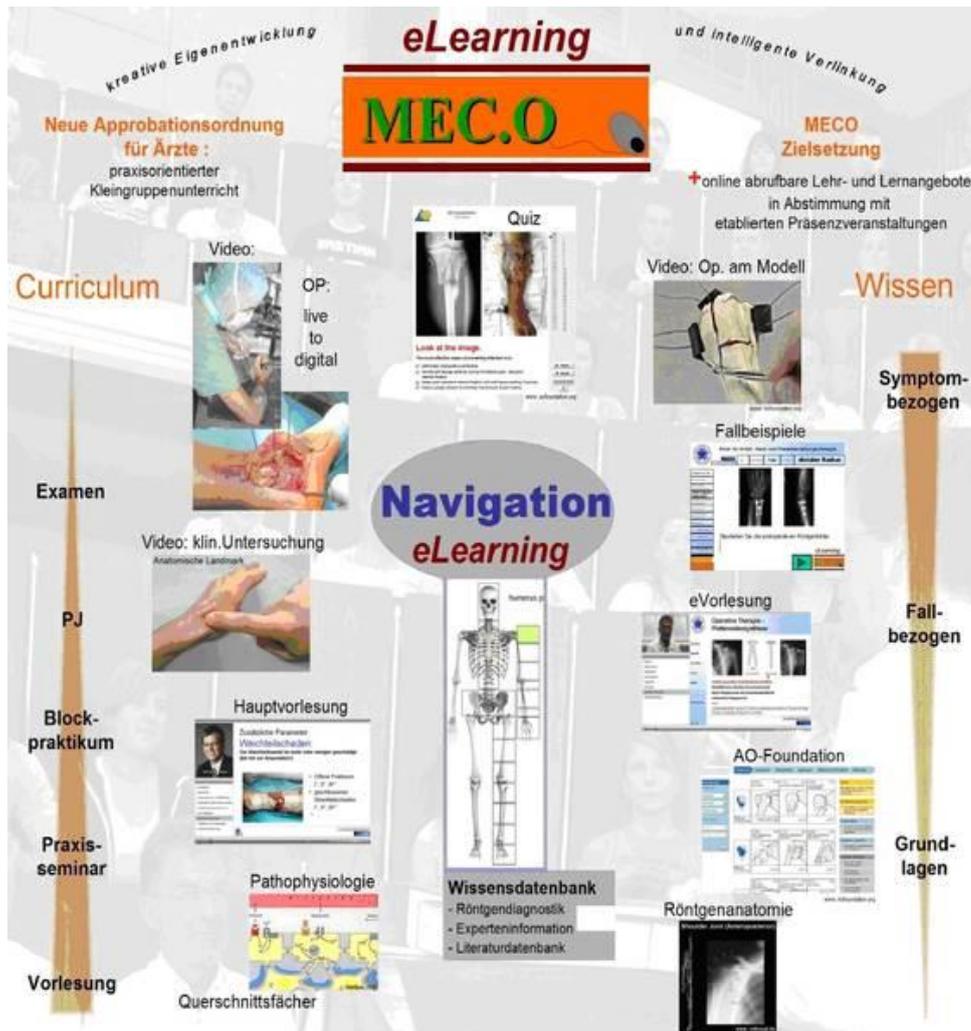


Abb.1: Modularer Aufbau des e-Learning Konzeptes MEC.O (Knopp et al. 2007)

MEC.O ist abrufbar über die Homepage der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes.

Mit einem Klick auf „Lehre“ in der linken Leiste der Klinikhomepage kommt man zum Lehr- und Lernangebot. ([http://www.uniklinikum-saarland.de/de/einrichtungen/kliniken\\_institute/chirurgie/unfallchirurgie/lehre/](http://www.uniklinikum-saarland.de/de/einrichtungen/kliniken_institute/chirurgie/unfallchirurgie/lehre/))

Klickt man dort den Link im Text „Wissensplattform MECO“, so kommt man zum Auswahlmenü. Die Studenten können zwischen unterschiedlichen Stufen innerhalb der Module wählen (MEC.O 2019). Es erscheint das Schema eines menschlichen Skeletts, auf dem verschiedene Regionen ausgewählt werden können, aber auch eine Auswahlleiste mit verschiedenen inhaltlichen Oberbegriffen. (Abb. 2 und Abb.3)

Entweder man klickt aus der Leiste einen Oberbegriff an und sucht sich darin dann einen speziellen Inhalt aus, oder man geht über das Abbild des menschlichen Skeletts.

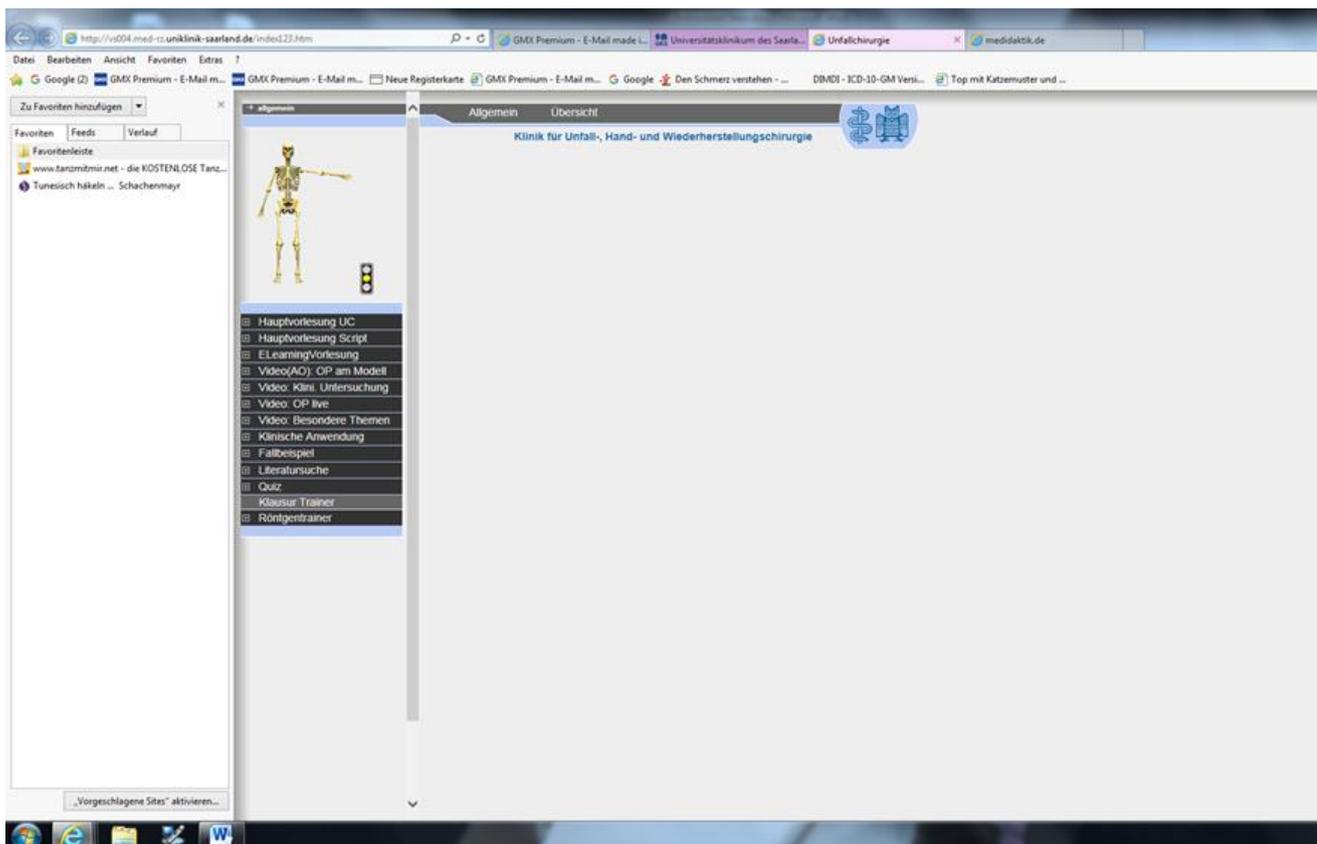
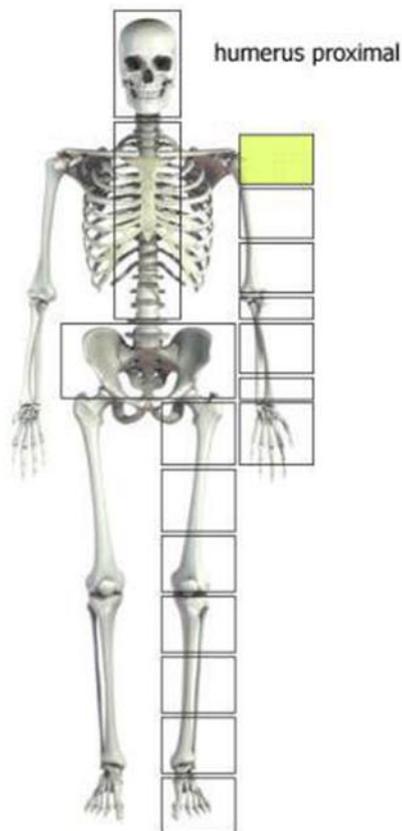


Abb.2: Auswahlmenü MEC.O. Screenshot (MEC.O 2019)



humerus proximal

1. e - Vorlesung
2. Op - Video  
(Modell / Live)
3. Klinische Anwendung  
(von der Diagnose bis zur Nachbehandlung)
4. Fallbearbeitung

Abb.3: Navigation in MEC.O: einfach per Mausklick. Screenshot (MEC.O 2019)

Klickt der Student dann eine Region an, erscheint ein Auswahlmönü, aus dem entweder die regionenbezogene Hauptvorlesung ( Abb.4 und Abb.5) , ein Skript zur Hauptvorlesung (Abb.6 und Abb.7), eine organbezogene e-Vorlesung (Abb.8 und Abb.9) zu einem bestimmten Krankheitsbild, ein klinisches Untersuchungsvideo (Abb.10) oder ein OP Video (am Modell von der AO-Foundation (Abb.11 und Abb.12) oder live aus der eigenen Klinik (Abb.13), ein Link zu Informationen zur klinischen Anwendung (Abb.14), sowie eine Fallbearbeitung (Abb.15, Abb.16, Abb.17), ein Link zur Röntgenanatomie einer Region (Abb.18), oder ein Quiz (Abb.19) ausgewählt werden kann.

Die Basis bildet die regionenbezogene Hauptvorlesung (LifeToDigital Version), die vollständig online zur Verfügung steht (Abb.4 und Abb.5). Zusätzlich stehen auch die Skripten der Hauptvorlesung zum Abruf bereit (Abb.6 und Abb.7).

**Hauptvorlesung Chirurgie**  
Abschnitt Unfallchirurgie

**Verletzungslehre III**  
Diagnostik und Versorgungsgrundlagen

Prof. Dr. Pohlemann

T. Pohlemann

www.unfallchirurgie-homburg.de  
Das Saarland

- Einleitung
- Diagnostik bei Frakturen
- Frakturheilung
- Störungen der Frakturheilung
- Therapie
- Rehabilitation
- Komplikationen
- Fallbeispiel
- Zusammenfassung

Abb.4: Beispielseite einer Hauptvorlesung. Screenshot (MEC.O 2019)

Wirbelsäulenverletzungen

00:00:28

Abb.5: Beispielseite einer Hauptvorlesung. Screenshot (MEC.O 2019)

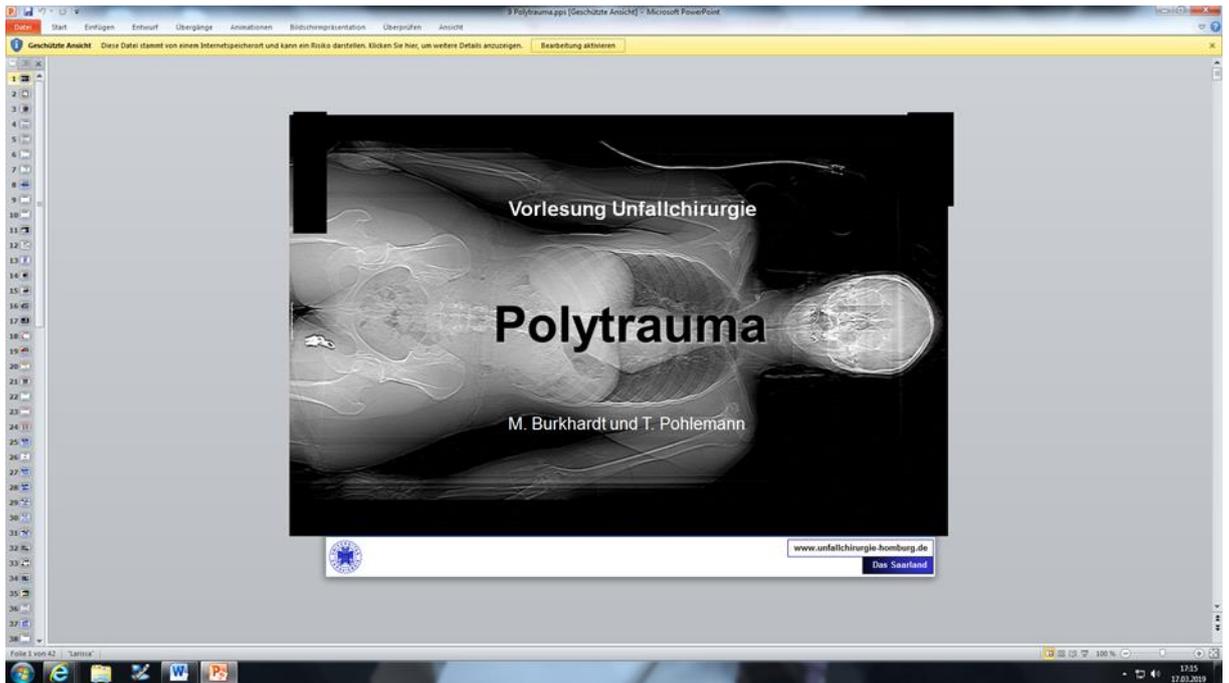


Abb.6: Beispielseite aus Skript einer Hauptvorlesung als Powerpoint-Präsentation. Screenshot (MEC.O 2019)

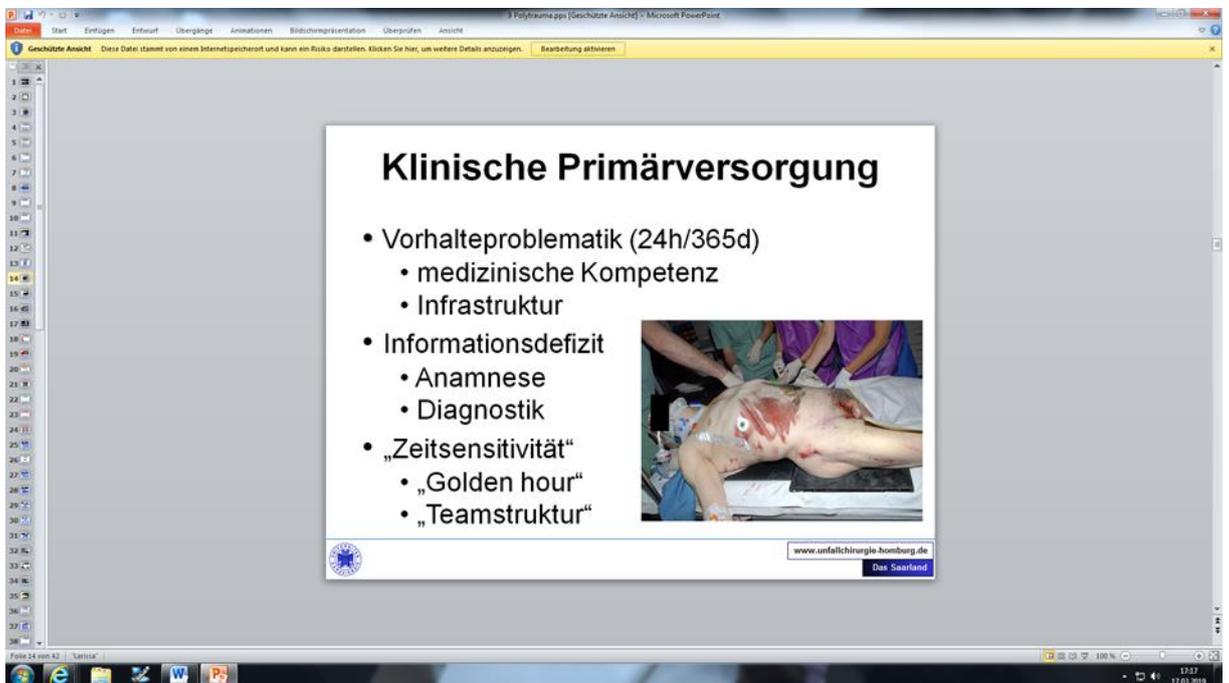


Abb.7: Beispielseite aus Skript einer Hauptvorlesung als Powerpoint-Präsentation. Screenshot (MEC.O 2019)

Damit ist es möglich, die Hauptvorlesung zeit- und ortsunabhängig zu rekapitulieren.

Die nächste, zweite, Stufe dieses modularen Konzeptes ist dem Praxisseminar beigeordnet und beinhaltet organbezogene e-Vorlesungen, jeweils zu einem bestimmten Krankheitsbild, Links zur Erläuterung der normalen Röntgenbefunde sowie Videopräsentationen zu speziellen klinischen Untersuchungstechniken.

Die e-Vorlesungen ermöglichen eine Vertiefung des Wissens aus der Hauptvorlesung.



## Kompartmentsyndrom

**Kompartmentsyndrom wie erkennen ?**

$\Delta P = (\text{RR diastolisch} - \text{Kompartimentdruck})$

**Kritisch:**  $\Delta P: 30 - 40 \text{ mmHg}$

**Manifest:**  $\Delta P: \leq 30 \text{ mmHg}$



[www.unfalkirurgie-homburg.de](http://www.unfalkirurgie-homburg.de)  
Das Saarland

Abb.8: Beispielseite e-Vorlesung. Screenshot (MEC.O 2019)



# Plattenosteosynthese

Diagnostik

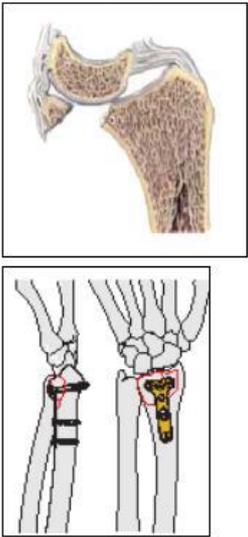
Begleitverletzungen

Klassifikation

**Frakturversorgung**

Weiterbehandlung

Spätkomplikationen



[www.unfallchirurgie-homburg.de](http://www.unfallchirurgie-homburg.de)

Das Saarland

Abb.9: Beispielseite e-Vorlesung. Screenshot (MEC.O 2019)

Anhand eigens erstellter Untersuchungsvideos kann die klinische Untersuchung einer Region vertieft werden (Abb. 10 und Abb.11).

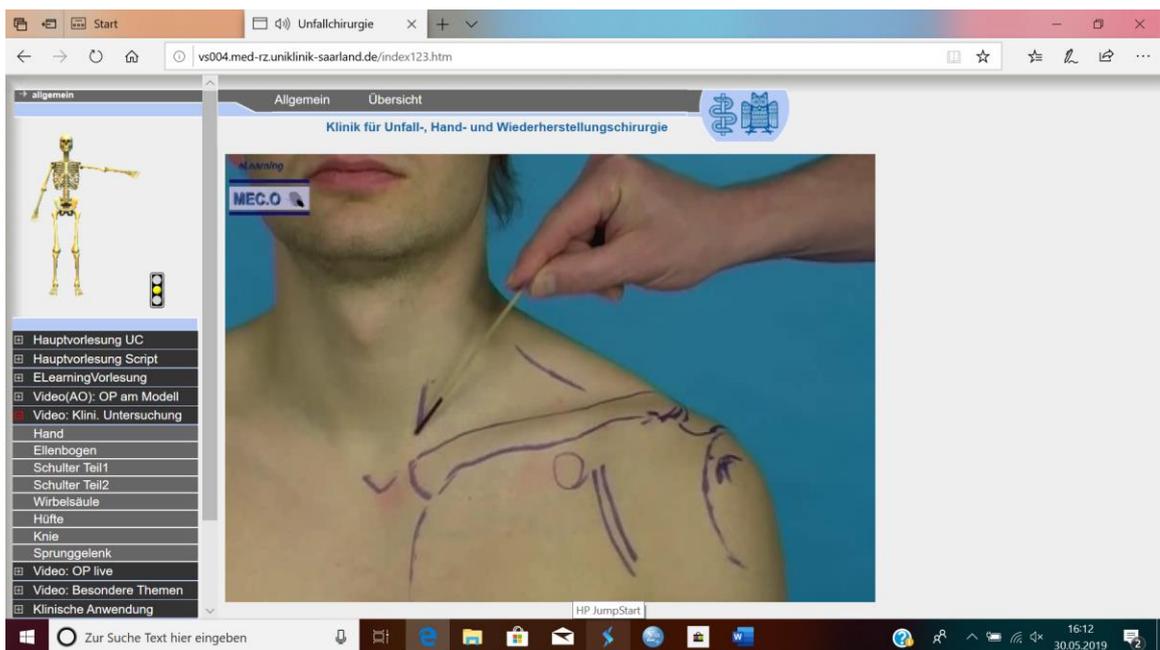


Abb.10: Beispielseite eines eigenen Untersuchungsvideos. MEC.O 2019)



Abb.11: Beispielseite eines eigenen Untersuchungsvideos. Screenshot (MEC.O 2019)

Der dritte Teil des Moduls besteht aus Videopräsentationen von unfallchirurgischen Operationen am Modell ([www.aosurgery.org](http://www.aosurgery.org)) bzw. aus an unserer Klinik erstellten Untersuchungsvideos und Videos realer Operationen.

Zielgruppe ist hier der Benutzer, der dem Ausbildungsstand im Blockpraktikum zugeordnet ist, es können aus einer Wissensdatenbank ergänzende und vertiefende Experteninformationen ([www.aosurgery.org](http://www.aosurgery.org)) zu speziellen Fällen abgerufen werden. Die abgeleiteten therapeutischen unfallchirurgischen Operationen können anhand eines Videos einerseits am Modell als auch anhand von Videos, die live in unserem OP aufgenommen wurden, theoretisch erlernt werden.

Mittels dieser OP-Videos können die unfallchirurgischen Frakturversorgungsmöglichkeiten gelernt werden. Dazu wird zurückgegriffen auf etablierte Videos der AO-Foundation (Abb.12 und Abb.13), die ergänzt werden durch eigene selbst erstellte Videos aus dem eigenen OP der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie (Abb.14).



Abb.12: Beispielseite aus einer OP-Videopräsentation. Screenshot (Homepage der AO-Foundation 2019)

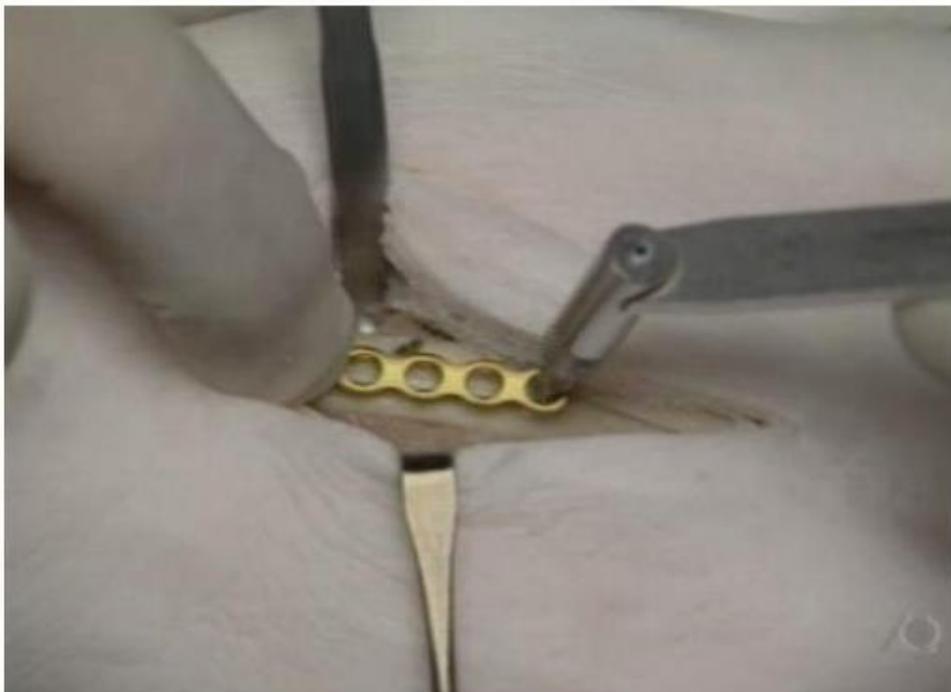
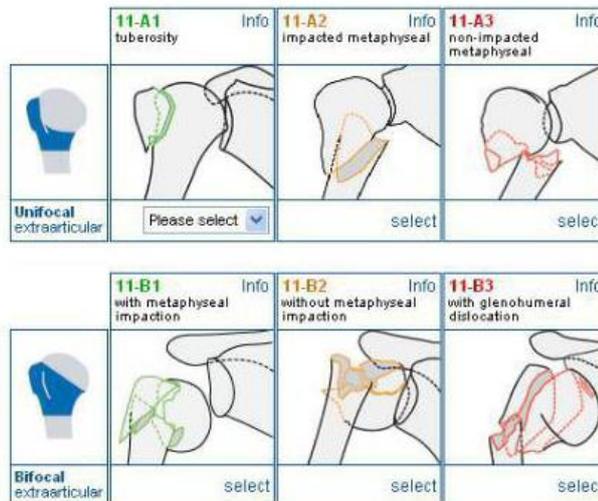


Abb.13: Beispielseite aus einer OP-Videopräsentation. Screenshot (Homepage der AO-Foundation 2019)



Abb.14: Beispielseite aus einer Videopräsentation aus dem eigenen OP. Screenshot (MEC.O 2019)

Über diverse Links können vertiefende Informationen zur klinischen Anwendung abgerufen werden. Durch webbasierte Links zu entsprechenden internationalen Seiten, beispielsweise der AO Foundation ([www.aosurgery.org](http://www.aosurgery.org)) oder der Mueller Foundation ([www.muellerfoundation.org](http://www.muellerfoundation.org)), können überregionale und internationale diagnostische und therapeutische Optionen erlernt und eingeübt werden (Homepage der AO-Foundation 2019, Homepage der Mueller-Foundation 2019).



IM nail (unreamed) vs. EF in open fractures							
CoE	Outcomes	No. of studies	Patient characteristics*	IM nail (unreamed)	External fixators	Effect Size Unreamed/EF RR (95% CI)	Favors
I-II	Non-union	5 <sup>†12</sup>	N=396 22% female 35 years	15.7% (n=34/216)	24% (n=43/180)	0.69 (0.46 - 1.03)	Unreamed nails
I-II	Malunion	5 <sup>†12</sup>	N=396 22% female	13.0% (n=28/216)	33.3% (n=60/180)	0.42 (0.25 - 0.71) NNT: 5	Unreamed nails

Abb.15: Link zu vertiefender klinischer Information, hier zur AO-Foundation. Screenshots (Homepage der AO-Foundation 2019)

In der nächsten Ausbildungsstufe (Praktisches Jahr) kann das Wissen anhand von Fallbeispielen, die der klinischen Praxis entstammen, überprüft werden.

Diese fallbasierte und realitätsbezogene eigene Leistungskontrolle erfolgt anhand multimedialer Fallpräsentationen, indem konkrete Fallbeispiele Schritt für Schritt von der exakten Beschreibung des vorliegenden Problems bis zur Erarbeitung des Lösungsvorschlags durchgeführt werden. Klinische Untersuchungsmethoden, Wege der Diagnosefindung und diagnostische Verfahren sowie die Erstellung von therapeutischen Konzepten werden im Eigenstudium möglich. Sinn dieses Vorgehens ist, dass dieses problemorientierte Prozedere aktiv präsentenes Wissen verlangt und im Gegensatz zum Lösungssuchverhalten bei ausschließlichen multiple-Choice-Fragen einen Realitätsbezug darstellt.

Der Benutzer kann sich hier interaktiv vertieft mit einem bestimmten Erkrankungsbild auseinandersetzen (Abb.16, Abb.17 und Abb.18).

Die multimedialen Fallpräsentationen sollen vom unkomplizierten Unfall bis zur schwersten Unfallverletzung unterschiedliche Beispiele umfassen. Schrittweise werden die erforderlichen Diagnosen und Erstversorgungsmaßnahmen erarbeitet und dann abgefragt. Der Nutzer muss dann nach Durcharbeiten des Materials über sekundäre diagnostische Prozeduren entscheiden, bevor die erforderlichen therapeutischen Maßnahmen gewählt werden können. Dabei handelt der Student genauso wie in einer realen Situation in der Klinik und die Ergebnisse seiner Entscheidung werden ihm anschließend präsentiert. Die einzelnen Schritte orientieren sich am klinischen Procedere, also Untersuchung des Patienten, Labor- und Röntgenbefund sowie evtl. weitergehende Bildgebung. Auf diese Weise werden klinische Untersuchungen und therapeutische Entscheidungen durch selbstgesteuertes Lernen eingeübt.

The screenshot shows a presentation slide for 'Kahnbeinfraktur' (Ankle fracture). The slide is titled 'Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie' and features the logo of 'UNIVERSITAS SARAVIENSIS'. A video inset shows 'Prof. Dr. Knopp'. A navigation menu on the left lists: Beginn, Definition, Anatomie, Allgemeines, Klassifikation, Diagnostik, OP und Synthese, and Nachbehandlung. The main content area includes the title 'Kahnbeinfraktur', a photo of a man in a blue cap, a photo of a soccer player in a blue jersey with the number 1, and a cartoon illustration of a soccer team. The footer contains the website 'www.unfallchirurgie-homburg.de' and 'Das Saarland'.

Abb. 16: Beispielseite aus den Fallbeschreibungen. Screenshot (MEC.O 2019)

Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie HAUPTMENU

Fall | Information | Frage | Antwort DISTALER RADIIUS

**Fall: Sturz beim Fußball auf die Hand**

Das postoperative Röntgenbild in a.p.- und Seitansicht sieht folgendermaßen aus:



Was sehen Sie?

Schreiben Sie hier Ihre Antwort hinein

Folie 16/20

- ANAMNESE
- KLINISCHE UNTERSUCHUNG
- RADIOLOGISCHE DIAGNOSTIK
- WEITERFÜHRENDE DIAGNOSTIK
- DIAGNOSE
- DIFFERENZIALDIAGNOSE
- » THERAPIE
- REPOSITION
- » RETENTION

« vorige Seite nächste Seite »

Kontakt

Bilder werden durch Anklicken in einem separaten Fenster vergrößert dargestellt



Abb.17: Beispielseite aus den Fallbeschreibungen. Screenshot (MEC.O 2019)



## Fallbeispiel 1

Sie ordnen ein CT des Handgelenkes an.

Hier bestätigt sich ihr Verdacht.

Es ist eine deutliche Frakturlinie im Übergangsbereich von distalem zu proximalem Kahnbein zu sehen.



www.unfallchirurgie-homburg.de

Das Saarland

Abb.18: Beispielseite aus den Fallbeschreibungen. Screenshot (MEC.O 2019)

Ergänzend kann bei Fragen oder Problemen zur Röntgenanatomie jederzeit auf einen Röntgentrainer zurückgegriffen werden (Abb.19)

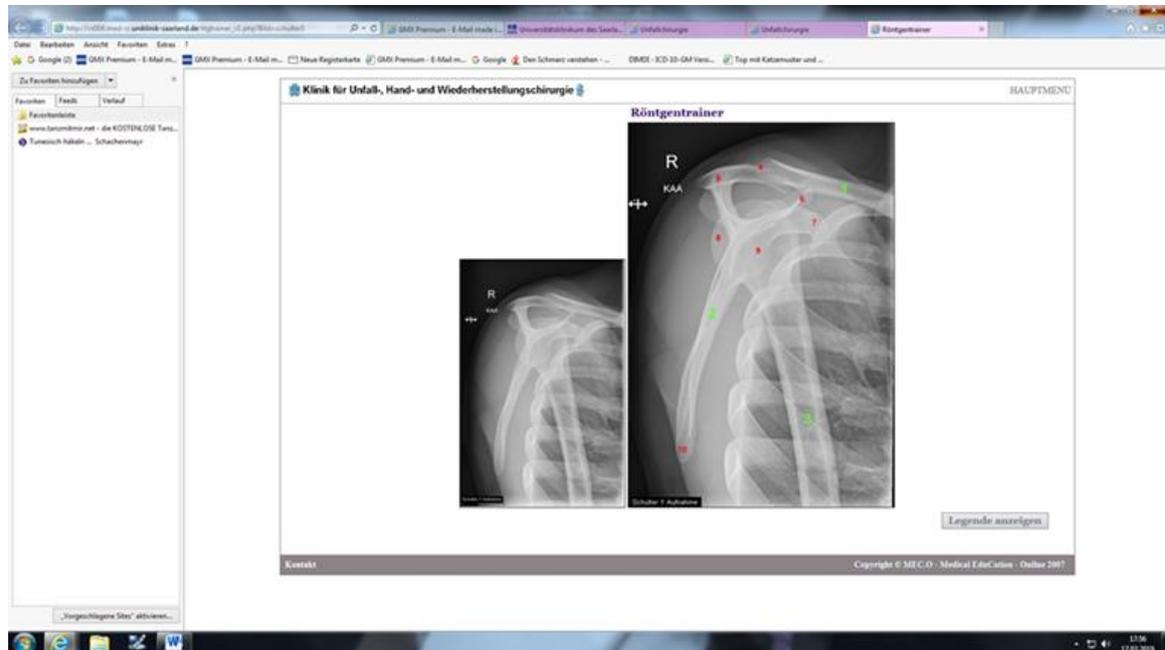


Abb.19: Beispielseite aus dem Röntgentrainer. Screenshot (MEC.O 2019)

Durch die abschließende Prüfung mit Übungsaufgaben kann eine Leistungskontrolle von den Studenten erfolgen.

Ein Quiz ermöglicht vor dem Examen die Selbstkontrolle des Lernerfolges.

Diese abschließende Lernkontrolle erfolgt dabei in Form eines Quiz der AO-Foundation (Abb.20), sowie weiterhin auch in Form eines speziellen Klausurtrainers aus der eigenen Klinik. (Abb.21). Dabei ist der erste Schritt das Ankreuzen von multiple-Choice-Fragen. Auch offene Fragen können beantwortet werden und dies mittels frei formulierter Sätze. Die Ergebnisse können elektronisch nach Schlagworten vorsortiert und anschließend tutoriell beurteilt werden. Bei einem Erreichen einer Quote von mindestens 80 Prozent richtiger Antworten können in einem nächsten Schritt unfallchirurgische Problemstellungen in Form eines Aufsatzes schriftlich gelöst werden. Entscheidend ist die Möglichkeit für die besten Studenten aus dieser zweiten Prüfungsebene, nach abgeschlossenem Kurs eine Tutorensprechstunde aufzusuchen, in der die Ergebnisse individuell

durchgesprochen werden können. Durch die Verknüpfung computerbasierter Vermittlung von Lehr- und Lerninhalten mit einer individuellen Tutorensprechstunde kann dem Studierenden eine an ihn und seine Lernfortschritte adaptierte Erfolgskontrolle und individuelle Beratung hinsichtlich der persönlichen Wissenslücken ermöglicht werden.



AO Foundation  
Education



Look at the image.

**The most effective means of preventing infection is to**

- administer preoperative antibiotics
- handle soft tissues carefully during immediate open reduction and internal fixation
- delay open reduction and internal fixation until soft tissue swelling improves
- make a single incision to minimize the amount of skin trauma

Abb.20: Abschließende Lernkontrolle: hier ein Beispiel aus dem AO-Quiz.  
Screenshot (Homepage der AO-Foundation 2019)

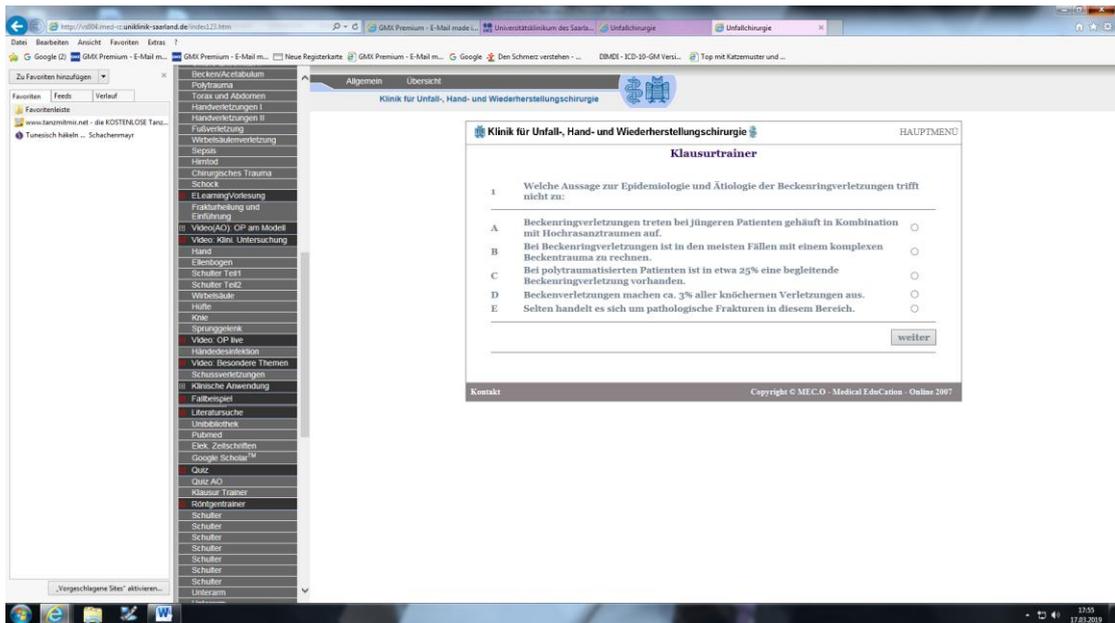


Abb.21: Abschließende Lernkontrolle: hier Klausurtrainer. Screenshot (MEC.O 2019)

Eine weitere Säule stellt eine bereitgestellte Wissensdatenbank dar, die zur Fallbearbeitung genutzt werden kann. Diese Wissensdatenbank umfasst konventionelles Lehrbuchwissen, die Lehrinhalte der dargebotenen Präsenzveranstaltungen, webbasierte Links (Literatursuche über die Bibliothek der Universitätsklinik Homburg mit großer Auswahl ein e-Zeitschriften und Datenbanken; PubMed, Google Scholar, AO-Foundation: <http://www.aofoundation.org>, als auch Verweise zur unfallchirurgischen Fallsammlung (Abb.22 und Abb.23).

Dies ermöglicht den Studenten, Zusatzinformationen zu finden, beispielsweise Links zu den neuesten fallbezogenen Originalartikeln sowie aktuelle Onlineinformationen. Auf der Basis dieser Informationen kann der Student bzw. die Studentin eine klinische Diagnose stellen, die beste Therapieoption wählen, eine Operationsplanung durchführen und die Rehabilitationsphase planen.

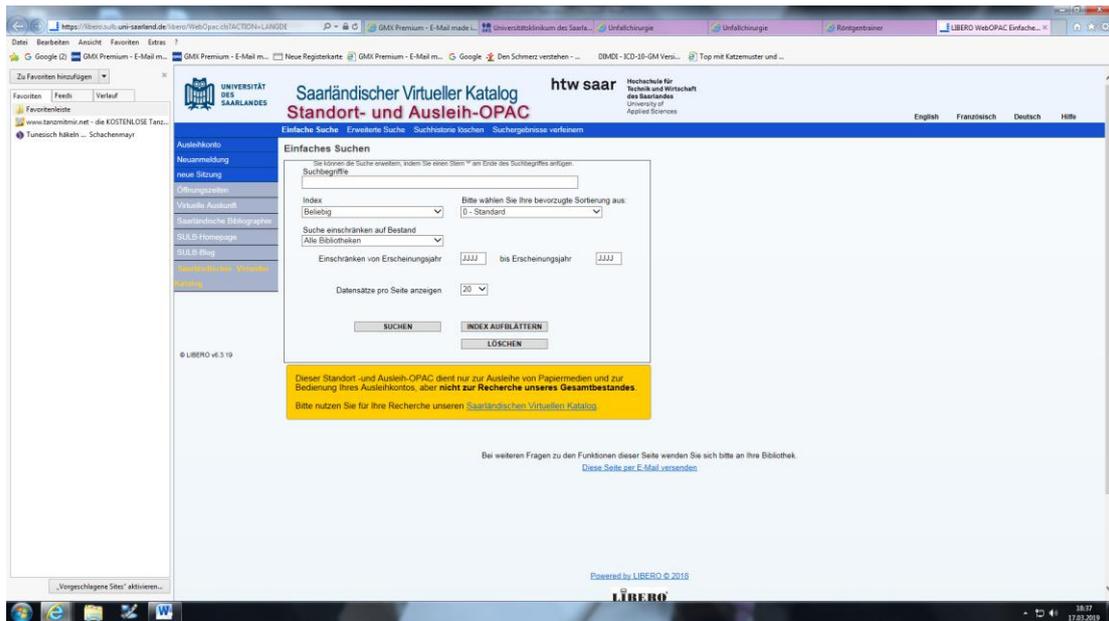


Abb.22: Link zur Bibliothek der Universitätsklinik des Saarlandes. Screenshot (Homepage der Universitätsbibliothek Homburg 2019)

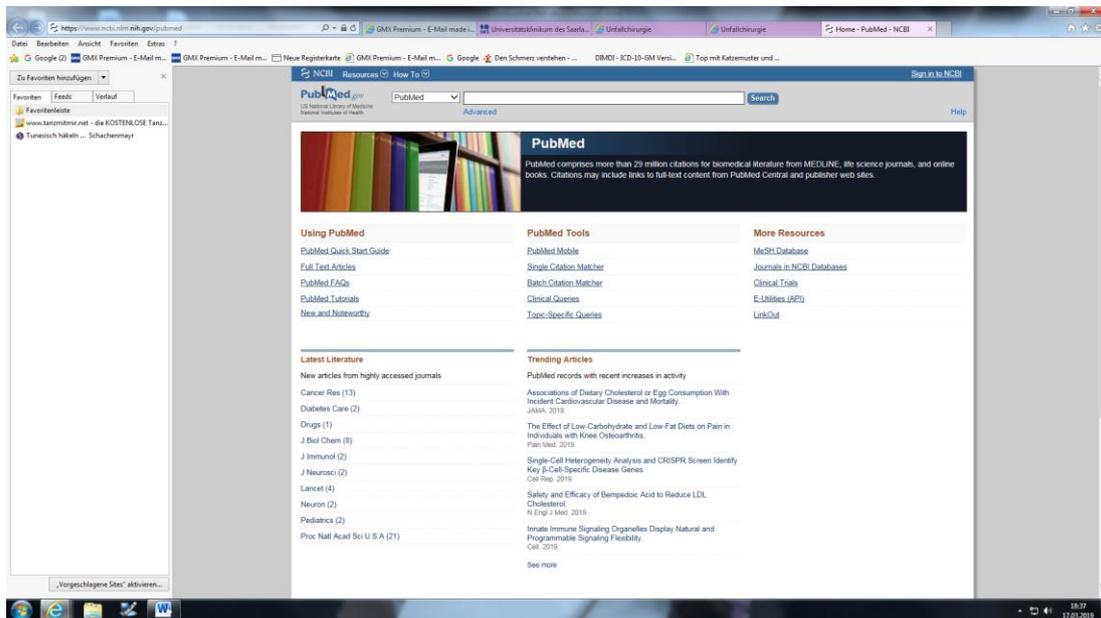


Abb.23: Link zu PubMed. Screenshot (Pubmed 2019)

## 5.2.Evaluation von MEC.O

Gemäß der Hypothese, dass den Studenten das hier erstellte Zusatzangebot positiv erscheint und sie es annehmen und begrüßen, wurde im Rahmen einer Evaluationsstudie des Sommersemesters 2007 und Wintersemesters 2007/2008 auf der Basis eines Fragebogens die Akzeptanz des bisherigen Materials an 192 freiwilligen Studenten überprüft.

Verwendete Variablen waren:

glob = Gesamteinschätzung im Qualis-Bogen: Individuelle Beurteilung der unfallchirurgischen Lehre durch den Studenten nach Schulnoten

sitzunge = Anzahl der vom Studenten zur Klausurvorbereitung besuchten Vorlesungssitzungen (VL)

anwesend = Student zur Klausurvorbereitung in Vorlesung zumindest teilweise anwesend oder nicht

nutzung = Student hat MEC.O zur Klausurvorbereitung genutzt oder nicht

meco\_vl = Kombination aus Präsenzvorlesung (VL) und MEC.O, Student hat beides zur Klausurvorbereitung genutzt

meco\_bee = MEC.O beendet. Der Student hat die Nutzung von MEC.O komplett beendet und den gesamten Content genutzt oder nicht (vorzeitig abgebrochen)

note\_uch = Note der Klausur (erreichte Punktezahl, maximal 40 Punkte möglich)

semester = untersuchtes Semester (WS 2008/09 bzw. SS 2009)

### **5.2.1. Statistische Vorprüfung auf Gaußverteilung bei intervall-/rationalskalierten (metrischen) Variablen per Kolmogorov-Smirnov-Test**

a) Glob (Gesamteinschätzung) n = 109

KS-Wert = 1,117; p = 0,165 -> Variable ist normalverteilt

b) note\_uch (Klausurnote) n = 192

KS-Wert = 1,977; p = 0,001 -> Variable ist nicht normalverteilt

c) alle anderen Variablen sind ordinal- bzw. nominalskaliert (nicht metrische Zahlen) und können per se nicht mit parametrischen Prüfmethode(n) (z.B. t-Test) untersucht werden.

#### Schlussfolgerung aus Vorprüfung

Da die Hauptzielvariable (Klausurnote) nicht normal-/gaußverteilt ist, sind bei Untersuchungen dieser Variable nur nicht parametrische Verfahren (z.B. Kruskal-Wallis-Test, Mann-Whitney-Test, Korrelation nach Spearman) zulässig. Die verwendeten Testverfahren werden bei den jeweiligen Auswertungen separat genannt. Zur Auswertung wurde das Programm Statistical Package for Social Sciences/SPSS (PASW Statistics Version 18.0) verwendet. Das Signifikanzniveau wurde auf  $p \leq 0,05$  festgesetzt.

## 5.2.2. Ergebnisse der statistischen Auswertung

### 5.2.2.1. Gesamtkollektiv

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick der Variablen des Gesamtkollektivs

**Tabelle 1:** Auswertung des Gesamtkollektivs

Variable	n	MW ± SD	Median	Minimum	Maximum
Globalein- schätzung <sup>1)</sup>	85	1,73 ± 0,54	1,74	1	3,17
Sitzungen Total <sup>2)</sup>	96	4,1 ± 4,5	2	0	13
Sitzungen der Anwesenden <sup>3)</sup>	62	6,3 ± 4,1	5,5	1	13
Klausurnote (Punkte)	192	36,6 ± 2,7	37	24	40
in Vorlesung (VL) anwesend					in keiner Vorl. anwesend: 34 (36,2%) in 1 Vorlesung anwesend: 11 (11,5%) in 2 Vorlesungen anwesend: 4 (4,2%) in 3 Vorlesungen anwesend: 4 (4,2%) in 4 Vorlesungen anwesend: 6 (6,3%)

	<p>in 5 Vorlesungen anwesend: 6 (6,3%)</p> <p>in 6 Vorlesungen anwesend: 6 (6,3%)</p> <p>in 7 Vorlesungen anwesend: 1 (0,5%)</p> <p>in 8 Vorlesungen anwesend: 3 (3,1%)</p> <p>in 9 Vorlesungen anwesend: 1 (0,5%)</p> <p>in 10 Vorlesungen anwesend: 4 (4,2%)</p> <p>in 11 Vorlesungen anwesend: 7 (7,3%)</p> <p>in 12 Vorlesungen anwesend: 5 (5,2%)</p> <p>in 13 Vorlesungen anwesend: 4 (4,2%)</p>
Nutzungsgrad MEC.O	<p>n=192</p> <p>- nie genutzt: 92 (47,9%)</p> <p>- mind. 1 x genutzt: 100 (52,1%)</p>
Kombination aus MEC.O und VL	<p>n=192</p> <p>- VL ja, MEC.O nein: 14 (7,3%)</p> <p>- VL nein, MEC.O ja: 27 (14,1%)</p> <p>- VL ja, MEC.O ja: 73 (38,0%)</p> <p>- VL nein, MEC.O nein: 78 (40,6%)</p>
wurde MEC.O beendet	<p>n=192</p> <p>- nein, MEC.O nur z.Teil beendet: 186 (96,9%)</p> <p>- ja, MEC.O komplett beendet: 6 (3,1%)</p>
untersuchtes Semester (Zeitpunkt)	<p>n=192</p> <p>- WS 2008/2009: 96 (50%)</p> <p>- SS 2009: 96 (50%)</p>

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Fallzahl

- 1) Individuelle Beurteilung von MEC.O durch den Studenten nach Schulnoten
- 2) durchschnittliche Anzahl besuchter Vorlesungen aller Studenten (inkl. jener, die die Vorlesungen nicht besuchten)
- 3) durchschnittliche Anzahl besuchter Vorlesungen nur derjenigen Studenten, die mindestens in einer Vorlesung anwesend waren.

#### 5.2.2.2. Klausurleistung

##### 5.2.2.2.1. Klausurleistung in Abhängigkeit von MEC.O-/VL-Nutzung

Es erfolgte ein Vergleich in Bezug auf die Klausurleistung zwischen Vorlesung und MEC.O jeweils als alleiniger Vorbereitung, der Nutzung beider Optionen in Kombination, oder reinem Selbststudium.

Abbildung 24 und Tabelle 2 zeigen den Vergleich zwischen der Nutzung beider Lehrmöglichkeiten einzeln oder in Kombination.

Es ergeben sich **signifikante Unterschiede** zwischen den vier Gruppen im globalen Test (Kruskal-Wallis:  $p = 0,0001$ ).

Diese Unterschiede beruhen auf **signifikanten Unterschieden** zwischen den Gruppen "VL nein/MEC.O ja (2) und VL nein/MEC.O nein (4)" sowie "VL ja/MEC.O ja (3) und VL nein/MEC.O nein (4)" mit einem **p-Wert von 0,003 bzw. 0,0001**.

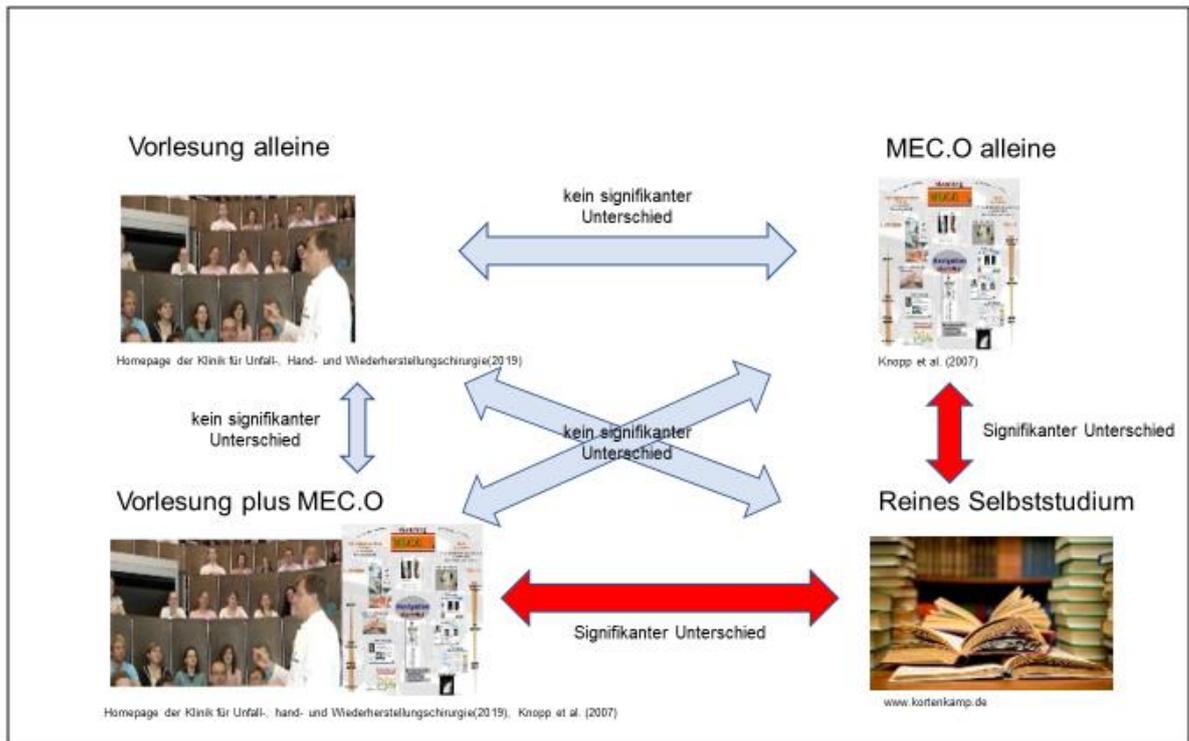


Abb. 24: Unterschiede der Klausurnote in Abhängigkeit von der Art der Vorbereitung

Studenten, die nur die Vorlesung, aber nicht MEC.O nutzten (Gruppe 1), hatten ebenso gute Klausurergebnisse wie Studenten, die weder die Vorlesung besuchten noch MEC.O einsetzten (Gruppe 4). Die Klausurnoten betragen 37,2 bzw. 37,4 Punkte ( $p = 0,3916$ ).

Studenten, die sowohl die Vorlesung besuchten als auch MEC.O verwendeten (Gruppe 3) wiesen im Vergleich zu Studenten der Gruppe 4 mit reinem Selbststudium (keine VL, kein MEC.O genutzt) **signifikant** schlechtere Ergebnisse auf (36,4 vs. 37,4 Pkt.;  $p = 0,001$ ).

Studenten, die nur MEC.O nutzten, aber nicht die Vorlesung besuchten (Gruppe 2) zeigten **signifikant** schlechtere Resultate als Studenten der Gruppe 4 (weder MEC.O genutzt noch VL besucht) (36,4 vs. 37,4 Pkt.;  $p = 0,003$ ).

Diese Unterschiede sind, obwohl sie signifikant sind, sehr gering, beruhen auf kleinen Fallzahlen und zeigen eine große Spannweite der Einzelwerte.

Tabelle 2: Klausurleistung (Punkte) in Abhängigkeit von der Art der Nutzung der Vorlesung und/oder MEC.O

Nutzungsgrad VL/MEC.O	n	MW ± SD		Minimum	Maximum
1. VL ja/MEC.O nein	14	37,2 ± 2,3		34	40
2. VL nein/MEC.O ja	27	36,4 ± 1,6		33	39
3. VL ja/MEC.O ja	73	35,7 ± 2,6		27	40
4. VL nein/MEC.O nein	78	37,4 ± 3,1		24	40
Signifikanzprüfung (Kruskal-Wallis-Test): $p = 0,0001$					
Post-Hoc-Tests (Mann-Whitney-Test)					
<b>VL ja/MEC.O nein (1) versus VL nein/MEC.O ja (2):</b> $p = 0,3213$					
<b>VL ja/MEC.O nein (1) versus VL ja/MEC.O ja (3):</b> $p = 0,1322$					
<b>VL ja/MEC.O nein (1) versus VL nein/MEC.O nein (4):</b> $p = 0,3916$					
<b>VL nein/MEC.O ja (2) versus VL ja/MEC.O ja (3):</b> $p = 0,3833$					
<b>VL nein/MEC.O ja (2) versus VL nein/MEC.O nein (4):</b> $p = 0,0030$					
<b>VL ja/MEC.O ja (3) versus VL nein/MEC.O nein (4):</b> $p = 0,0001$					

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Fallzahl

#### 5.2.2.2.2. Abhängigkeit der Klausurleistung von der Intensität des Vorlesungsbesuchs

Innerhalb der Gruppe 1 (VL ja, MEC.O nein)  wurde bei 14 Studenten eine Korrelation zwischen Häufigkeit des Vorlesungsbesuchs und der Klausurnoten untersucht.

Es lagen jedoch nur bei 7 der 14 Studenten Angaben über die Besuchshäufigkeit der Vorlesung ( $1,3 \pm 0,8$  VL, Median 1, Minimum 1, Maximum 3) vor. Bei allen 14 Studenten waren Klausurnoten vorhanden ( $37,2 \pm 2,3$  Pkt., Median 36, Minimum 34, Maximum 40).

Die nicht-parametrische Korrelation nach Spearman ergibt keine Korrelation zwischen Vorlesungsbesuchshäufigkeit und Klausurnote ( $r = 0,354$ ;  $p = 0,437$ ).

In der Gruppe 3 (VL ja, MEC.O ja)  , in der zusätzlich zur Vorlesung auch das MEC.O-Training absolviert wurde, gab es eine **signifikante Korrelation** zwischen der Anzahl der absolvierten Vorlesungssitzungen und der Klausurnote ( $r = -0,288$ ;  $p = 0,033$ ). Je weniger Vorlesungen besucht wurden, desto besser fiel die Klausurnote aus. Dieser Zusammenhang war aber nur schwach ausgeprägt ( $r$ -Wert liegt im Bereich von  $-0,3$  bis  $+0,3$ ), obwohl er signifikant ist.

#### 5.2.2.3. Globale Einschätzung der unfallchirurgischen Lehre in Abhängigkeit von MEC.O-/VL-Nutzung

Die Tabelle 3 zeigt den Vergleich zwischen der Nutzung beider Lehrmöglichkeiten (VL, MEC.O) in Bezug auf die globale Einschätzung der Qualität der unfallchirurgischen Lehre im Qualis-Bogen.

Daten zu diesen Variablen lagen nur für Studenten der Gruppe 1 (VL ja/MEC.O nein) bzw. der Gruppe 3 (VL ja/MEC.O ja) vor. Für die Studenten der Gruppen 2 und 4 liegen keine solchen Daten im Datensatz vor.

Zwischen den Studenten der Gruppe 1 und 3 ergibt sich ein **signifikanter Unterschied** ( $p = 0,0363$ ). Studenten, die nur die Vorlesung besuchten, zeigten eine

signifikant höhere globale Einschätzung als Studenten, die sowohl die Vorlesung besuchten als auch MEC.O verwendeten (1,98 vs. 1,69 Pkt.; **p = 0,0363**).

Tabelle 3: Globale Einschätzung im Qualis-Bogen (Punkte) in Abhängigkeit von der Art der Nutzung der Vorlesung und/oder MEC.O

Nutzungsgrad VL/MEC.O	n	MW ± SD		Minimum	Maximum
1.VLja/MEC.O nein	14	1,98 ± 0,56		1	3
2.VLnein/MEC.O ja	27	keine Daten	-	-	-
3.VLja/MEC.O ja	71	1,69 ± 0,53	 	1	3,17
4.VLnein/MEC.O nein	78	keine Daten	-	-	-
Signifikanzprüfung (Mann-Whitney-Test): <b>VL ja/MEC.O nein (1) versus VL ja/MEC.O ja (3): p = 0,0363</b>					

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Fallzahl

Die Klausurnote korreliert nicht mit der globalen Einschätzung der unfallchirurgischen Lehre im Qualis-Bogen (Korrelation nach Spearman:  $r = -0,038$ ;  $p = 0,733$ ) in der Gesamtgruppe (Gruppe 1 +3 kombiniert betrachtet).

#### 5.2.2.4. Klausurnote und globale Einschätzung im Qualis-Bogen in Abhängigkeit des kompletten Absolvierens des MEC.O-Programmes

In den Gruppen 2 (VL nein, MEC.O ja) und 3 (VL ja, MEC.O ja) fanden sich insgesamt 6 Studenten, die eine Angabe dazu machten, ob sie das MEC.O-Training zu Ende absolviert hatten (Gruppe 2: n =1; Gruppe 3: n=5). Aufgrund der geringen Fallzahl wurden die sechs Studenten der Gruppen 2+3 zusammengefasst und gegenüber den 94 restlichen Studenten der Gruppen 2+3 verglichen, die das MEC.O-Training nicht bis zum Ende absolviert hatten.

Es gab keinen signifikanten Unterschied der Klausurnote zwischen jenen 94 Studenten, die die MEC.O-Nutzung vorzeitig beendet hatten, und jenen 6 Studenten, die das MEC.O-Training komplett benutzt hatten (35,9 Pkt. vs. 34,7 Pkt.).

Tabelle 4: Klausurnote (Punkte) in Abhängigkeit von der (Nicht-)Beendigung des MEC.O-Trainings; ausgewertet werden nur Studenten der Gruppe 2 (VL nein, MEC.O ja) und 3 (VL ja, MEC.O ja)

MEC.O beendet?	n	MW $\pm$ SD	Minimum	Maximum
nein, nicht beendet	94	35,9 $\pm$ 2,3	27	40
ja, komplett benutzt	6	34,7 $\pm$ 2,3	31	37

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Fallzahl

Die globale Einschätzung im Qualis-Bogen war zwischen den Studenten, die das MEC.O-Programm komplett durchlaufen hatten, **signifikant** höher als jene der Studenten, die MEC.O vorzeitig beendet hatten (1,64 vs. 2,29; **p = 0,0314**).

Tabelle 5: Globale Einschätzung der Veranstaltung (Punkte) in Abhängigkeit der (Nicht-)Beendigung des MEC.O-Trainings; ausgewertet werden nur Studenten der Gruppe 2 (VL nein, MEC.O ja) und 3 (VL ja, MEC.O ja)

MEC.O beendet?	n	MW ± SD	Median	Minimum	Maximum
nein, nicht beendet	66	1,64 ± 0,50	1,67	1	3
ja, komplett benutzt	5	2,29 ± 0,63	2,33	1,5	3,17
Signifikanzprüfung (Mann-Whitney-Test): <b>p = 0,0314</b>					

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Fallzahl

#### 5.2.2.5. Einfluss des Semesters auf die globale Einschätzung und die Klausurnote

Die Nutzungs-/Besuchsintensität von MEC.O bzw. der Vorlesung war **signifikant** unterschiedlich zwischen den beiden Semestern (WS 2008/09 und SS 2009). Im Wintersemester 2008/09 nutzten wesentlich mehr Studenten MEC.O sowohl in Kombination mit bzw. ohne Vorlesung als dies im SS 2009 der Fall war (**p = 0,001**).

Tabelle 6: Verteilung der Untersuchungsgruppen (Nutzungsgrad VL/MEC.O) in den Semestern WS 2008/09 und SS 2009

Semester	Nutzung von Vorlesung bzw. MEC.O (n = 192)			
	Vorlesung ja MEC.O nein	Vorlesung nein MEC.O ja	Vorlesung ja MEC.O ja	Vorlesung nein MEC.O nein
WS 2008/09	7 (7,3%)	25 (26,0%)	55 (57,3%)	9 (9,4%)
SS 2009	7 (7,3%)	2 (2,1%)	18 (18,8%)	69 (71,9%)
chi <sup>2</sup> -Test: <b>p = 0,001</b>				

Die Studenten des SS 2009 schnitten notenmäßig in der Klausur **signifikant** besser ab als die Studenten des Wintersemesters 2008/09 (37,5 vs. 35,6 Pkt., p = 0,0001).

Tabelle 7: Klausurnote (Pkt.) in Abhängigkeit vom analysierten Semester (WS 2008/09 bzw. SS 2009)

Semester	n	MW ± SD	Minimum	Maximum
WS 2008/09	96	35,6 ± 2,0	27	39
SS 2009	96	37,6 ± 3,0	24	40

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Fallzahl

Die globale Einschätzung der unfallchirurgischen Lehre fiel im Wintersemester 2008/09 nicht signifikant besser aus als im SS 2009 (1,78 vs. 1,61 Pkt.;  $p = 0,3112$ ).

Tabelle 8: Globale Einschätzung der unfallchirurgischen Lehre (Punkte) in Abhängigkeit vom analysierten Semester (WS 2008/09 bzw. SS 2009)

Semester	n	MW ± SD	Minimum	Maximum
WS 2008/09	62	1,78 ± 0,55	1	3,17
SS 2009	23	1,61 ± 0,52	1	2,33

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Fallzahl

Die Anwesenheitsrate der Studenten in der Vorlesung war zwischen dem Winter- und Sommersemester **signifikant** und in erheblichem Umfang verschieden. Im Wintersemester war die Anwesenheitsrate mit 71,3% fast dreimal höher als im Sommersemester (28,7%).

Tabelle 9: Anwesenheit in der Vorlesung in Abhängigkeit vom analysierten Semester (WS 2008/09 bzw. SS 2009)

Anwesenheit in VL	WS 2008/09	SS 2009
nein, nicht in VL	34 (32,4%)	71 (67,6%)
ja, in VL anwesend	62 (71,3%)	25 (28,7%)
chi <sup>2</sup> -Test: <b>p = 0,001</b>		

Bei den 62 Studenten des WS 2008/09, die die Vorlesung besuchten, lag die Anzahl der Vorlesungsbesuche bei im Mittel bei  $6,3 \pm 4,1$  (Median 5,5; Minimum 1, Maximum 13). Bei den Studenten des SS 2009 sind im Datensatz leider keine Angaben über die Anzahl absolvierter Vorlesungen erhoben worden, sondern nur die An-/Abwesenheit.

Die Studenten des WS 2008/09 absolvierten das MEC.O-Programm **signifikant** häufiger als Studenten des Sommersemesters (6,3% vs. 0%;  $p = 0,0144$ ).

Tabelle 10: Beendigung des MEC.O-Programms in Abhängigkeit vom analysierten Semester (WS 2008/09 bzw. SS 2009)

MEC.O beendet?	WS 2008/09	SS 2009
nein, nicht beendet	90 (93,8%)	96 (100%)
ja, MEC.O beendet	6 (6,3%)	-
Fisher-Exact-Test: <b>p = 0,0144</b>		

Im Wintersemester 2008/09 fand sich **kein signifikanter Unterschied** der globalen Einschätzung der unfallchirurgischen Lehre zwischen Studenten der Gruppe 1 (VL ja, MEC.O nein) und der Gruppe 3 (VL ja/MEC.O ja) - 2,06 vs. 1,75 Pkt. ( $p = 0,1853$ ).

Tabelle 11: Globale Einschätzung (Punkte) in Abhängigkeit von der Art der Nutzung der Vorlesung und/oder MEC.O im Wintersemester 2008/09

Nutzungsgrad VL/M	n	MW ± SD	Minimum	Maximum
1.VL ja/MEC.O nein	7	2,06 ± 0,7	1	3
2.VLnein/MEC.O ja	-	keine Daten	-	-
3.VL ja/MEC.O ja	55	1,75 ± 0,5	1	3,17
4.VLnein/MEC.O nein	-	keine Daten	-	-

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Fallzahl

Im Sommersemester 2009 war zwischen den Studenten der Gruppe 1 und 3 die globale Einschätzung ebenfalls noch nicht signifikant verschieden, aber tendenziell lag die Einschätzung in der Gruppe 3 (VL ja/MEC.O nein) geringer (1,9 vs. 1,48 Pkt.;  $p = 0,0806$ ).

Tabelle 12: Globale Einschätzung (Punkte) in Abhängigkeit von der Art der Nutzung der Vorlesung und/oder MEC.O im Sommersemester 2009

Nutzungsgrad VL/MEC.O	n	MW $\pm$ SD	Minimum	Maximum
1.VL ja/MEC.O nein	7	1,90 $\pm$ 0,4	1	2,3
2.VLnein/MEC.O ja	-	keine Daten	-	-
3.VLja/MEC.O ja	16	1,48 $\pm$ 0,52	1	2,3
4.VLnein/MEC.O nein	-	keine Daten	-	-

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Fallzahl

Im Wintersemester 2008/09 zeigte die Gruppe 2 (VL nein, MEC.O ja) die höchste Benotung in der Klausur im Vergleich zu allen anderen Gruppen. Aber der Unterschied erreicht noch keine statistische Signifikanz.

Tabelle 13: Klausurnote (Punkte) in Abhängigkeit von der Art der Nutzung der Vorlesung und/oder MEC.O im Wintersemester 2008/09

Nutzungsgrad VL/MEC.O	n	MW ± SD	Minimum	Maximum
1.VLja/MEC.O nein	7	35,5 ± 5,3	35	36
2.VLnein/MEC.O ja	25	36,4 ± 1,6	33	39
3.VL ja/MEC.O ja	55	35,2 ± 2,3	27	38
4.VLnein/MEC.O nein	9	35,7 ± 1,6	32	37

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Fallzahl

Im Sommersemester 2009 schnitt die Gruppe 2 (VL nein, MEC.O ja) am schlechtesten in der Klausur ab. Aber auch hier fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den vier VL/MEC.O-Gruppen.

Tabelle 14: Klausurnote (Punkte) in Abhängigkeit von der Art der Nutzung der Vorlesung und/oder MEC.O im Sommersemester 2008/09

Nutzungsgrad VL/MEC.O	n	MW ± SD	Median	Minimum	Maximum
1.VLja/MEC.O nein	7	38,9 ± 2,3	40	34	40
2.VLnein/MEC.O ja	2	36,0 ± 2,8	36	34	36
3.VL ja/MEC.O ja	18	37,2 ± 2,8	38	30	40
4.VL nein/MEC.O nein	69	37,6 ± 3,1	38	24	40
Signifikanzprüfung (Kruskal-Wallis-Test): $p = 0,2410$					
Post-Hoc-Tests (Mann-Whitney-Test)					
<b>VL ja/MEC.O nein (1) versus VL nein/MEC.O ja (2):</b> $p = 0,1053$					
<b>VL ja/MEC.O nein (1) versus VL ja/MEC.O ja (3):</b> $p = 0,0909$					
<b>VL ja/MEC.O nein (1) versus VL nein/MEC.O nein (4):</b> $p = 0,1800$					
<b>VL nein/MEC.O ja (2) versus VL ja/MEC.O ja (3):</b> $p = 0,4290$					
<b>VL nein/MEC.O ja (2) versus VL nein/MEC.O nein (4):</b> $p = 0,2429$					
<b>VL ja/MEC.O ja (3) versus VL nein/MEC.O nein (4):</b> $p = 0,4010$					

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, n = Fallzahl

## 6. Diskussion

### 6.1. Bewertung der eigenen Evaluations-Ergebnisse

Die Ergebnisse (siehe Tabelle 2) scheinen zu illustrieren, dass gerade jene Studenten, die beide Unterrichtsmöglichkeiten (MEC.O genutzt, VL besucht) verwendeten, am schlechtesten abschneiden. Demgegenüber erzielten die Nicht-Nutzer beider Systeme (weder MEC.O genutzt noch VL besucht) die besten Klausurnoten. Das würde bedeuten, dass jene Studenten am besten sind, die sich eigenständig unterrichten und kein universitäres Angebot nutzten. Dies dürfte allerdings auf zusätzlichen, nicht berücksichtigten Einflussfaktoren beruhen, denn in der Studie wurde nicht erhoben, welche Personengruppen welche Systeme verwendeten. So könnten ausländische Studenten mit schlechteren Sprachkenntnissen oder auch einfach nur Studenten mit generell schlechterer Studienleistung oder weniger grundsätzlichem unfallchirurgischem Interesse und damit weniger zusätzlichem bereits angeeignetem unfallchirurgischem Wissen gehäuft in der Gruppe mit Doppelnutzung vorhanden gewesen sein, während die besonders sprachgewandten oder leistungsstarken Studenten sich in der Nicht-Nutzer-Gruppe aufgehalten haben könnten. Wenn demnach 'schlechte' Studenten beide Unterrichtsmöglichkeiten nutzen, jedoch am Ende in der Klausur lediglich marginal schlechter abschneiden, wäre dies ein sehr positives Ergebnis.

Dass Signifikanzprüfungen der Gruppe 1 (VL ja/MEC.O nein) gegenüber den drei anderen Gruppen regelhaft nicht signifikant sind, liegt offensichtlich an der geringen Gruppengröße ( $n=14$ ).

Grundsätzlich ermangelt es dem Datensatz an der Möglichkeit, die Noten der Studenten (z.B. beim 1. Staatsexamen) in die Betrachtung einfließen zu lassen. Auch wäre eine Prüfung der Sprachfähigkeit und des Lernverständnisses sinnvoll. Ohne diese Charakteristika unterstellt man dem Kollektiv per se eine intellektuelle Homogenität, die nicht gegeben sein muss. Ein schlechtes Abschneiden in der Klausur wird zum einzigen Prüfparameter definiert und von dem Prüfungserfolg auf die Güte von MEC.O/der Vorlesung zurückgefolgert. Dies ist in der Sache aber

nicht zielführend. Die Auswertung zeigt, dass es mit Sicherheit noch andere Einflussfaktoren geben muss, die nicht geprüft sind, aber von Relevanz sein könnten.

Dass möglicherweise völlig unbeachtete Einflussfaktoren eine bedeutende Rolle bei der Studie spielen könnten, zeigt die separate Betrachtung der Unterschiede von globaler Einschätzung, Klausurnote und Vorlesungsbesuchshäufigkeit zwischen dem Winter- und Sommersemester. Offenbar sind die Studenten im Sommer wesentlich 'vorlesungsmüder' und nicht bereit, das MEC.O-Programm abzuschließen. Im Wintersemester ist dieses Verhalten diametral verschieden. Man könnte daraus ableiten, dass im Sommer das Lernverhalten (Bücher lesen im Freien anstelle eines Vorlesungsbesuches) der Studenten einfach erheblich anders ausfällt als im Winter (häufigeres Lernen in warmen, geschlossenen Räumen, ggf. mittels PC). Dies wird dadurch bestätigt, dass im WS 2008/09 die Veranstaltung (wenn auch nur marginal und nicht statistisch signifikant) besser von den Studenten bewertet wird als im Sommersemester. Im Sommer sind die erzielten Noten in der Klausur durchschnittlich etwas besser als im Wintersemester. Es könnte also sein, dass die beobachteten Unterschiede in der Besuchsbereitschaft der Vorlesung, der Abbruchhäufigkeit von MEC.O und den Klausurleistungen zum Teil schlicht auf unbewusste Verhaltensweisen zurückzuführen sind, die die Studenten im Sommer stärker ins Freie gehen lassen.

Was im Übrigen nicht geprüft werden kann, ist der Umstand, warum nur 6 Studenten das MEC.O-Programm mit der kompletten Contentnutzung abschlossen, obwohl es von 100 Studenten mindestens einmal eingesetzt wurde. Es fehlt im Datensatz eine Befragung der Studenten nach der Bewertung des MEC.O-Trainings bzw. einem Scoring, was eine Aussage über die Güte des MEC.O-Programms zulässt.

**Fazit:** im Wintersemester 2008/09 schnitt die Gruppe mit alleiniger MEC.O-Nutzung in der Klausur am besten ab. Im nachfolgenden Sommersemester hingegen war dem nicht mehr so. In beiden Fällen ergab sich aber kein signifikantes Ergebnis. Die vorliegenden Daten deuten darauf hin, dass bisher noch unbekannte weitere Variablen einen entscheidenden Einfluss haben dürften.

## 6.2. Diskussion des Tools MEC.O und der Ergebnisse im Literaturvergleich

### 6.2.1 Diskussion von Lehr- und Lernmethoden, Bedeutung von blended-Learning

Das Konzept MEC.O (medical education online) der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes ist als ein Teil des Homburger CHELM-Konzeptes (Center Homburg e-Learning Medicine) erstellt worden. Struktureller Hintergrund ist die VISU (virtuelle Saar Universität). Ab dem Sommersemester 2008 war es zunächst in die Plattform CLIX der Universität des Saarlandes integriert und über diese passwortgeschützt aufrufbar und von den Studenten nutzbar. Inzwischen ist es frei über die Homepage der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes verfügbar. Mit MEC.O wird damit eine frei und unkompliziert verfügbare kombinierte Plattform eröffnet, die kreative Eigenentwicklungen und intelligente Verlinkungen beinhaltet. Die Aufgaben und Inhalte sind auf die Präsenzveranstaltungen des Studiengangs abgestimmt und damit für Studenten jeden Studienabschnittes maßgeschneidert abrufbar. Hinsichtlich des e-Learning Angebotes MEC.O erfolgt eine Zusammenarbeit mit der chirurgischen Arbeitsgemeinschaft LEHRE (CAL) sowie der AG e-Learning der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie (ehemaliger Leiter: Prof. Dr. Werner Knopp) und der AG e-Learning der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (ehemaliger Leiter: Prof. Dr. Werner Knopp). Seit Anfang 2011 ist damit die Möglichkeit der wechselseitigen Nutzbarkeit und des Sharing von e-Learning Angeboten möglich. Unter dem Titel „Bildungsnetzwerk e-Chirurgie“ soll es möglich sein, dass Lernende bzw. Studierende und Lehrende, beispielsweise dozierende Lehrbeauftragte, verschiedener Universitätskliniken und Lehrkrankenhäuser auf digitale Unterrichts- und Lernmaterialien qualitativ ausgewiesener Unfallchirurgen zugreifen und diese für Zwecke des akademischen und wissenschaftlichen Studiums und der Lehre nutzen können. Das e-Learning Programm MEC.O wurde 2012 mit dem „Landespreis Hochschullehre“ ausgezeichnet.

Nach Breuer et al. (2017) stellt sich zunehmend die Frage, wie das immer umfangreicher werdende medizinische Wissen und die immer höheren Anforderungen an die Fertigkeiten eines Arztes sowie die Komplexität des erforderlichen Wissens in eine 5-jährige Facharztausbildung überhaupt zu integrieren sein soll. Hier sehen die Autoren Möglichkeiten im Bereich von Lehr- und Lernpädagogik, um mit immer weniger zur Verfügung stehender Zeit ein immer nachhaltigeres Lernergebnis zu erreichen. Besonders wichtig sehen sie das Lernen in jedem Lebensalter, das Kombinieren von auditivem, optischem und haptischem Lernen. Gerade dieses blended-Learning, was sich sehr gut eignet für die Kombination eben auch mit einer mediengestützten Lernform wie e-Learning, bietet hier viele Vorteile. Es können verschiedene Lehrmodalitäten und verschiedene Übertragungsmedien, verschiedene Lehrmethoden sowie Online- und Präsenzlehre miteinander kombiniert werden. Sie müssen allerdings konzeptionell aufeinander abgestimmt sein. Gerade diese Kombination kann hoch motivierend wirken, kann den Lernprozess für den Lernenden sehr vereinfachen und erleichtern, damit sowohl die Motivation und den zeitlichen Rahmen für lebenslanges Lernen verbessern. Vorteile sind die räumliche Trennung von Lehrenden und Lernenden, Einfluss einer Bildungsinstitution im Gegensatz zum Selbststudium, Nutzung von Webtechnologien zur Darstellung und Verbreitung von Lerninhalten sowie die Bereitstellung einer bidirektionalen Kommunikation über das Internet, um den Lernenden zu ermöglichen, von der Kommunikation untereinander sowie mit dem Lehr- und Administrationspersonal zu profitieren. Einen Nachteil dieser modernen Lehrmethoden und insbesondere des e-Learning sehen Breuer et al. (2017) jedoch im Fehlen eines unmittelbaren Lehrer-Schüler-Kontaktes und empfehlen entsprechende Direktkontakttermine, Konsultations- oder Feedbackmöglichkeiten. Hier könnten Mentoring Programme deutliche Vorteile bringen. Dies zeigt ja auch das eigene Konzept MEC.O. Gerade die Kombination des e-Learnings mit einem Rahmenkonzept mit Interaktion von Mentor und Mentee im Sinne eines „Lehrbündnisses“ kann Lernfortschritte und das Reflektieren von Lerninhalten fördern. Auf diese Art können auch individuelle Lernkurven berücksichtigt werden (Breuer et al. 2017). Breuer et al. (2017) legen auch sehr viel Wert auf Lernen aus Fällen im Rahmen von e-Learning, von Tagungen und in der Literatur, sowie Erfahrungsaustausch. Auch Feedback halten sie für ein ganz wichtiges und zentrales Element des Lernens (Breuer et al. 2017 und Hattie 2013).

Gerade von einer konstruktiven gegenseitigen Feedbackkultur kann Lehrender und Lernender profitieren.

In unserem Konzept MEC.O ist dies gewährleistet. Es wird eine abschließende fallbasierte Erfolgskontrolle durchgeführt und durch einen Tutor kontrolliert. Dieser Tutor bespricht die Ergebnisse jedes einzelnen Studenten individuell mit ihm und bietet eine zusätzliche private Unterrichtseinheit an, wobei die Möglichkeit besteht, individuelle Schwächen zu besprechen und Probleme zu lösen (Ziegler et al. 2009). Auch andere Autoren betonen, wie enorm wichtig es bei der Erstellung von e-Learning-Material ist, das studentische Feedback mit einzubeziehen (Wahlqvist et al. 2006, Wong et al. 2004). Dies geschieht auch im Rahmen des Konzepts MEC.O in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes, zum Teil im Rahmen der Evaluation, aber auch indem die Studenten an der Erstellung des Contents beteiligt werden (Knopp et al. 2008, Ziegler et al. 2009, Knopp und Ziegler 2010).

Gerade das Lernen durch Lehren wird auch von anderen Autoren als enorm wichtig und hilfreich gesehen (Martin und Oebel 2007 und Martin 2002). Gerade durch das Erstellen von e-Learning-Content kann dieses Lernen durch Lehren weiter vertieft werden. Dieses e-Learning kann jedoch alleine, wenn es nicht in ein Gesamtkonzept eingebettet ist, die klinischen Fähigkeiten nicht erheblich verbessern (Klass 2004). E-learning-Content ist zwar notwendig, aber erst das Einbetten in eine integrierte Lernumgebung und ein integriertes Lernkonzept, was „Wissen in Aktion“ ermöglicht, ermöglicht ernsthaft den Zugriff des Nutzers auf dieses Wissen. Gerade die leichte und angenehme Verfügbarkeit von elektronisch präsentierten Lerninhalten kann auch die Lernaktivität der Medizinstudenten positiv beeinflussen im Sinne von erhöhter Motivation und Erleichterung der Transformation des theoretisch Erlernten in den klinischen Alltag (Potomkova et al. 2006)

Traditionelle Lernmethoden erfüllen heutzutage nicht mehr alle Ansprüche, die Studenten an die Lehre und an die Wissensvermittlung haben. Daher sind gerade online verfügbare Lernkonzepte als Ergänzung der etablierten Methoden zunehmend im Focus des allgemeinen Interesses. Diese Kombination, also das blended-Learning kann in der heutigen Informationsgesellschaft eine Strategie zur

Verbesserung dieser Lernmethoden darstellen. Obwohl es unterschiedliche Definitionen von blended-Learning gibt, ist gemeinsamer Punkt doch immer die Kombination virtueller und physischer Lernumgebungen (Mardani 2009). Zahlreiche Länder verwenden blended-Learning Strategien, insbesondere wenn es Probleme mit traditionellen Methoden gibt, beispielsweise lange Entfernungen, Ressourcenknappheit usw. (Mardani 2009). Dabei scheint das Internet eine allumfassende Möglichkeit zu bieten, auch auf spezielle Bedürfnisse einzugehen und zur Lösung von Ausbildungsproblemen beizutragen. Durch die Kombination aus e-Learning und konventionellem Lernen, also blended-Learning, soll auch Abwechslung in der Lernumgebung erzielt werden, auf verschiedene Lernstile und Strategien eingegangen werden und so das Lernen für den Einzelnen erleichtert werden. Visuelle direkte und auditive Ansätze können berücksichtigt werden und zwar in Kombination (Eagleton 2017 und Morton et al. 2016). Die Effizienz des Lernens soll gesteigert werden (Dankbaar 2017 und Ruiz et al. 2006). Dabei kann blended-Learning die Vorteile von online- und klassischem Lernen kombinieren.

Wynther et al. (2019) untersuchten, welche Ressourcen zum Lernen Medizinstudenten denn generell überhaupt nutzen. Die Studie fand an 1083 vorklinischen und klinischen Studenten zwei großer australischer Universitäten statt. Im Rahmen eines Onlinefragebogens wurde nach Frequenz, Typ, Art und Lernmaterial bei dem Wissenserwerb und Prüfungsvorbereitungen gefragt. Etwa ein Drittel (32,3% N=350) der eingeladenen Teilnehmer beantworteten komplett sämtliche Fragebögen und konnten in die Studie eingeschlossen werden. Die Geschlechterverteilung war ausgeglichen, das mittlere Alter 25 Jahre. Am häufigsten wurden mitgeschriebene Notizen und Bücher als Lernmaterial eingesetzt. Zum Wiederholen fanden online- oder downgeladete Fragebogenkataloge am Häufigsten Verwendung. Zusätzlich zu den herkömmlichen traditionellen Lerntools nutzten die meisten Studenten jedoch auch unterschiedliche e-Learning Tools wie Lehrvideos (92% N=322) und Fragenkataloge (90,6% N=370). Die Autoren schließen aus ihrer Befragung, dass die neuen Lernmethoden wie e-Learning sehr verbreitet sind, dass aber auch traditionelle Lernmethoden wie Präsenzvorlesungen und mitgeschriebene Vorlesungsskripte weiterhin große Verbreitung finden. Auch hier zeigt sich also wieder einmal, dass das blended-Learning am Häufigsten Verwendung findet und von den Studenten bevorzugt wird.

Nach Manzanares et al. (2017) beeinflusst der Grad der Vernetzung der verschiedenen Lernmethoden, also das Ausmaß des blended-Learning, das Studentenverhalten erheblich. Je größer der Grad an Vernetzung an blended-Learning ist, desto mehr werden die Angebote genutzt und desto besser sind auch die Lernergebnisse.

Für die Anwender, in diesem Fall also die Studierenden, bieten e-Learning Konzepte wie das hier vorliegende eine Reihe von Vorteilen, insbesondere bietet sich die Möglichkeit zeitlich und örtlich unabhängig die angebotenen multimedial präsentierten Lerninhalte zu nutzen und seinen Lernfortschritt zeitlich und inhaltlich selber zu gestalten (Knopp et al. 2008, Ziegler et al. 2007, Ziegler et al. 2009, Ziegler et al. 2010, Vukovljak 2002, Randell 2001). Nutzt man WLAN, kann man auch außerhalb von Uni oder zuhause, ja sogar im Freien, mittels e-Learning Content abrufen und lernen. Auf diese Weise bietet sich die Möglichkeit, das Lernen sehr individuell in den Alltag zu integrieren, Pausen zu nutzen, auch Pausen zu machen und sich an seinen eigenen individuellen Gegebenheiten zu orientieren (Whitsed 2005, Kuchenbecker und Parasta 2001). Eine Reihe von Studenten muss das Studium selbst finanzieren und nebenbei arbeiten. Einige haben auch bereits Kinder, so dass hier eine selbstbestimmte zeitliche Steuerung einen sehr großen Vorteil bieten kann (Ziegler et al. 2009). Der Lernvorgang, welcher ein reflektiver generativer Prozess ist, kann durch aktive kollaborative pädagogische Lehrformen erleichtert werden (Della Corte et al. 2005).

Das hier vorliegende Konzept MEC.O, welches Lerner-zentriert ist, erlaubt den Lernenden ihren eigenen Lernprozess eigenständig zu steuern (Knopp et al. 2008, Ziegler et al. 2009). Damit haben sie die Kontrolle über Lerninhalte, Lernsequenzen und Abfolge, Lerntempo und Lernort, was ihnen ermöglicht sich selbstgesteuert und engagiert mit den Inhalten auseinander zu setzen. Damit können die Problemlösungsstrategien, die für den Lernprozess notwendig sind, eigenständig aktiv erarbeitet werden (Della Corte et al. 2005).

Da das Lernen, der Lernvorgang selbst, nun unabhängig wird von Zeit und Ort, kann er den einzelnen individuellen Vorbedingungen und Gegebenheiten angepasst werden und effizienter werden. Die Motivation wird gesteigert und auch die kognitive Effektivität. Sowohl Überforderung als auch Unterforderung können damit selbstbestimmt vermieden werden, das eigene Lernlevel kann festgelegt

werden ohne Druck oder Gegebenheiten von außen, was sowohl die Motivation als auch die Effizienz steigern kann (Ziegler et al. 2009, Ziegler et al. 2010).

Die Individualisierung der Lernpfade für jeden einzelnen Anwender, für jeden einzelnen Studenten, mit gezielter Anpassung an die individuellen spezifischen Bedürfnisse der Nutzer und deren Ziele ermöglicht eine sehr effiziente Form einer Lerner-zentrierten Darbietung und ermöglicht adaptives Lernen durch die Identifikation des Lernenden mit dem Inhalt, durch Personalisation und Individualisation von Darbietung, Unterstützung und Selbstkontrolle (Ruiz et al. 2006, Traue 2003, Nattestad et al. 2002).

Hat man bereits als Student mittel e-Learning selbstgesteuerte Lernstrategien erarbeitet und positive Erfahrungen damit gemacht, kann dies im Sinne einer Einübung auch sehr positiv für das lebenslange Lernen sein und damit für die heutigen Studenten auch später im Arztberuf eine große und erhebliche Motivation darstellen, sich ihr ganzen Leben lang fortzubilden und zu lernen (Mylopoulos et al. (2016), Ruiz et al. 2006, Della corte et al. 2005, Wiecha et al. 2003, Gotthardt et al. 2003, Hoehne und Schumann 2004, Wilson et al. 2006, Wutoh et al. 2003, Ihringer 2002, Booth et al. 2005, Ziegler et al. 2009).

Da das hier vorgestellte Konzept MEC.O zusätzlich zu dem eingepflegten und selbst erstellten Content, also konventionellem unfallchirurgischem Wissen, auch web-basierte Links beinhaltet, wobei dort die Inhalte ständig adaptiert und aktualisiert werden, ist gesichert, dass die Lerninhalte immer hoch aktuell und auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft sind, beispielsweise durch die Links zu entsprechenden internationalen Seiten, wie der AO Foundation oder der Mueller Foundation (Knopp et al. 2008). Übt der Nutzer bereits als Medizinstudent ein, sich bei jeglichen aufkommenden Fragen und Unklarheiten sofort einzuloggen und sich zu informieren, kann dies für die spätere Berufstätigkeit als Arzt, sowohl für ihn selbst als auch für seine Patienten von unschätzbarem Vorteil sein. Er ist immer auf dem aktuellen Stand, er ist eingeübt immer zu suchen, zu lernen und zu fragen und es ist gewährleistet, dass auch ein Blick über regionale und nationale Grenzen möglich und eine Orientierung an diagnostischen und therapeutischen Optionen auf internationalem Niveau gesichert ist (Knopp et al. 2008, Ziegler et al. 2009, Ziegler et al. 2010).

Gerade durch die heutige Globalisierung ermöglicht diese Internationalisierung der angebotenen Lerninhalte sowohl eine Verbesserung der medizinischen Ausbildung als auch eine Verbesserung der Weiterbildung später im Arztberuf (Williams und Upchurch 2006, Lewin und Pasternack 2007).

An der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes handelt es sich um eine AO-Klinik für qualifizierte Ärzte im Rahmen von AO Fellowships. Die Inhalte der AO Datenbank erreichen ein wissenschaftliches Level, welches in speziellen Bereich sogar Facharztniveau erreicht, wovon nun auch unsere Studenten profitieren können (Knopp et al. 2008, Ziegler et al. 2009).

Das Konzept des blended-Learning, wie es auch hier in MEC.O Anwendung findet, hat zahlreiche didaktische Vorteile. Durch die Vielfalt verschiedener Unterrichtsmethoden und Ansätze erübrigt sich eine Debatte um virtuelle oder reale Lehrformen, da beides vorhanden ist. Die durchdachte Kombination aller möglichen didaktischen Ansätze bietet eine Erweiterung und damit qualitative deutliche Verbesserung. Der Student hat allerdings nun die neue Aufgabe, für ganz bestimmte Fragestellungen und Lerninhalte die am optimalsten geeigneten didaktischen Formen aus den verfügbaren Ressourcen zu wählen. Diese Entscheidung wird und kann nur individuell ausfallen. Ist der Nutzer einmal geübt im Kombinieren verschiedenster didaktischer Formen, wird er weder die rein virtuelle Universität noch den reinen Frontalunterricht als Einbahnstraße allein nutzen. Er wird verschiedene Lehrmodelle sinnvoll miteinander kombinieren. Dabei ist das Nebeneinander unterschiedlicher Lehrformen nicht das, was angestrebt ist. Optimal ist ein abgestimmtes aufeinander bezogenes Miteinander (Asselmeyer 2004).

Ein solches blended-Learning Konzept, wie es hier vorgestellt wird, bietet eine intelligente Kombination personeller und nicht personeller Ressourcen, wobei sich dann auch die Rolle des Hochschullehrers verändert, von einem bloßen Vermittler von Standardwissen hin zu einem Mentor für seine Studenten. Er begleitet sie und unterstützt sie in ihrem individuellen Lernprozess und hilft ihnen, problemorientierte Lösungsstrategien und Kompetenzen zu erwerben (Ruiz et al. 2006, Della Corte et al. 2005, Seufert und Euler 2004, Wiecha et al. 2003, Knopp et al. 2008, Ziegler et al. 2008, Ziegler et al. 2009, Ziegler et al. 2010).

Der Dozent, der früher lediglich für den Frontalunterricht zuständig war, wird nun zum individuellen Betreuer, gezielten Förderer und Ausbilder, der die Studenten direkt frontal ansprechen kann. Er muss nun nicht mehr bereits mehrfach publiziertes und didaktisch schon vielfach gut aufgearbeitetes Standardmaterial ständig wiederholen, sondern er wird zum Vermittler von gut erstelltem Basiswissen durch e-Learning. Die dadurch gewonnene Zeit kann er nutzen, um praxisnah und individuell spezielle studentische Fragen zu beantworten, zu fördern und zu motivieren. Dies bedeutet einen Wandel vom eher reproduzierenden Vorleser zum tatsächlich lehrenden Coach und Mentor (Ziegler et al. 2009, Knopp und Ziegler 2010).

Durch die Veränderung der Rolle des Hochschullehrers in Richtung konstruktivistischer Funktionen wird die Qualität der Lehre sich verbessern (Giuliodori et al. 2006). Auf diese Weise kann e-Learning dazu beitragen, die universitäre Lehre und auch die vorgesehenen Präsenzphasen der Studenten höherwertiger zu gestalten (Knopp et al. 2008, Ziegler et al. 2009).

Mit e-Learning innerhalb eines blended-Learning Konzeptes kann ein enormer konstruktiver Beitrag in der Mediziner Ausbildung erzielt werden. Dies zeigte sich auch in der Arbeitsgruppe Computer gestützter Lehr- und Lernsysteme in der Medizin CBT der gmds (Haag und Köpcke 2006). Es gibt eine Reihe von Studien über die Effektivität von e-Learning. In Übereinstimmung zu den eigenen guten Erfahrungen zeigen auch diese anderen Studien zahlreiche zufriedene Studenten nach Einführung von e-Learning (Ruiz et al. 2006, Boeker und Klar 2006). Insbesondere zeigte sich in verschiedenen Studien eine Verbesserung der Lernerfolge bei blended-Learning Konzepten im Vergleich zu konventionellen Lehrmethoden allein (Ruiz et al. 2006, Boeker et al. 2006).

## 6.2.2. Diskussion des Nutzens von e-Learning speziell in der Unfallchirurgie und anderen chirurgischen Fächern

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Evaluation im Wintersemester 2008/2009 zeigte, dass das e-Learning sich günstig auf die Klausurergebnisse auswirkte. Dies war im Folgesemester zwar nicht mehr der Fall, wobei dies jedoch daran liegen könnte, dass die Klausuren generell sehr gut ausfallen, da bereits vor Einführung des e-Learning die Qualität der Lehre in der Unfallchirurgie der Universität des Saarlandes ausgesprochen hoch war. Ein hervorragendes Ergebnis noch zu verbessern ist zwar möglich, aber es ist nachvollziehbar, dass dabei nicht unbedingt Signifikanzniveau erreicht werden kann.

Speziell in der Unfallchirurgie, aber auch in anderen chirurgischen Disziplinen, gibt es weitere Angebote, die ebenfalls evaluiert wurden und die analog zu den eigenen positiven Erfahrungen zeigen, dass gerade in der Unfallchirurgie und anderen chirurgischen Fächern e-Learning Angebote in einer blended-Learning-Umgebung positive Auswirkungen haben.

Matthies et al. (2006) berichteten über e-Learning Möglichkeiten an der Medizinischen Hochschule Hannover, wo zahlreiche multimediale Lernmodule erstellt worden sind. Insbesondere berichteten sie über das Web-basierte Autorentool „Schoolbook“. Medizinisch interessante Fälle, die im Klinikbetrieb aufgetreten waren, wurden digitalisiert und didaktisch aufbereitet und der Lehre zur Verfügung gestellt. Matthies et al. (2006) erwähnten verschiedene „Schoolbooks“, die an der Medizinischen Hochschule Hannover im Einsatz sind. Unfallchirurgie (Prof. Krettek, ca. 320 Nutzer je Studienjahr), Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (Prof. Gellrich ca. 75 Nutzer je Semester), Zahnerhaltung (Prof. Günay ca. 65 Nutzer je Semester).

Die Autoren betonten aber, dass der Erfolg eines multimedialen Lernangebotes nicht nur von der gestalterischen oder inhaltlichen Produktqualität abhängt, sondern auch von den Rahmenbedingungen, die unbedingt geschaffen werden müssen. Beispielsweise eine interessante Infrastruktur mit vernetzter Hard- und Software, personelle Entwicklung und Weiterbildung, didaktischen Reformen von Inhalten und Lehrmethoden (Matthies et al. 2006 und Kerres 2001). Natürlich sehen auch Matthies et al. (2006), dass die Realisierung und die Erstellung von e-

Learning-Tools Ressourcen-intensiv ist und fordern daher weitere Förderprogramme.

In der Medizinischen Hochschule Hannover wurden sowohl vom BMBF, also Bundesministerium für Bildung und Forschung, als auch vom Land Niedersachsen diverse Projekte gefördert, die sich mit der Content Aufbereitung und Entwicklung web-basierter Lehr- und Lernmethoden für Human- und Zahnmedizin befassen. Das vielzitierte Autorentool „Schoolbook“ ist ein Beispiel für diese BMBF geförderten Tools. Das System bietet dem Benutzer eine Schnittstelle, die es ihm ermöglicht über einen Webbrowser Inhalte zu suchen, zu finden und zu editieren. Auch werden verschiedene Videoformate eingebunden und Animationen integriert. Unterschiedliche Autoren können verschiedene Inhalte in das Schoolbook einfügen. Der Schoolbook Quellcode wurde im Oktober 2004 unter einer open source Lizenz gestellt, um eine langfristige Nutzung zu ermöglichen. Auf diese Art sind alle autorisierten Ärzte in der Lage mit dem Schoolbook zu arbeiten, eigene Fälle einzustellen und den Studierenden zur Verfügung zu stellen. Matthies et al. (2006) berichteten über den Einsatz des Unfallchirurgie-„Schoolbook“ in 3 Quartalen des Studienjahres 2005/2006 im Blockpraktikum Chirurgie, wobei die ersten beiden Quartale evaluiert wurden. Es zeigte sich, dass die Evaluationsergebnisse sehr erfolgreich gewertet werden konnten. Die anwendenden Studenten zeigten sehr großes Interesse an den Angeboten. Sie nutzten sie vorwiegend zuhause. Weiterhin führte die Auseinandersetzung mit den Fällen im „Schoolbook“ zu einer deutlich intensiveren Auseinandersetzung mit der Unfallchirurgie zu einem vertieften Interesse und auch einem vertieften Nachforschen und Lernen. Die Lernbereitschaft und die Lernmotivation konnten gesteigert werden. Die Vorlesungen konnten nachgearbeitet und verstanden werden, was von den Studierenden als sehr positiv bewertet wurde. Dennoch waren sie bei den Vorlesungen weiterhin anwesend. Dieser Punkt ist sehr wichtig und interessant, zeigt er doch, dass e-Learning keineswegs die etablierten Präsenzveranstaltungen überflüssig macht oder die Studenten vom Besuch der Universität abhält, ganz im Gegenteil. Die Vorbereitung der Vorlesung kann zu einem besseren Verständnis und höherer Konzentration in der Vorlesung führen, die Nachbearbeitung zum Nachbearbeiten eventuell auftretender Fragen. Die Akzeptanz bei den Studierenden wurde durch dieses blended-Learning Konzept deutlich gesteigert (Matthies et al. 2006).

Auch Citak et al. (2007) berichteten über das die Vorlesung begleitende „Schoolbook“ welches auf einem Server installiert ist. Es beinhaltet 10 Kapitel mit Inhalten des Gegenstandskatalogs, welche umgesetzt werden. Die Inhalte liegen in Form von Videosequenzen, Lerntexten und Übungsfragen vor. Auch die Studenten aus Hannover bewerteten analog zu den eigenen Ergebnissen ihr e-Learning-Angebot sehr positiv. 79,6 % hielten das Angebot für sinnvoll, 8,1 % waren neutral eingestellt, als nicht sinnvoll wurde es von 12,3 % beurteilt. Die Ergebnisse aus Hannover sind damit ähnlich gut wie unsere eigenen Resultate.

Eduard et al. (2008) berichteten ebenfalls über das „Schoolbook“ der Medizinischen Hochschule Hannover. Die Nutzung des Medical Schoolbook ermöglichte dabei den Studenten durch die Kombination selektiver Zugangsberechtigungen auf technischer Ebene und didaktisch aufeinander aufbauenden strukturierten Präsentationen der medizinischen Inhalte eine kontinuierliche Vermittlung von Wissensinhalten über das Grundlagenwissen hinaus bis hin zu Expertenwissen. Ebenso wie in unseren eigenen Konzepten wird auch in dem „Schoolbook“ der Medizinischen Hochschule Hannover der Lernerzentrierte Ansatz zusätzlich durch die Web-Basierung der verwendeten e-Learning Applikationen unterstützt.

Auch am Universitätsspital Basel in der Schweiz gibt es bereits Teile eines e-Learning Moduls Chirurgische Basiskompetenzen. Es wurde in der Klinik für wiederherstellende Chirurgie, plastische, rekonstruktive und ästhetische Chirurgie in Basel erstellt. Im Einzelnen handelt es sich um eine CD mit einem Nahtkurs. Diese CD wird ebenfalls im Rahmen eines blended-Learning Konzeptes bei den Studenten eingesetzt. Es wurden auch bereits Evaluationen veröffentlicht, die nach Einsatz dieser CD mit Nahtkurs im Vergleich zu vorher eine Verbesserung um den Faktor 10 hinsichtlich des Prüfungsergebnisses der Studenten erbrachten (Pierer 2007).

Bhatti et al. (2009) verglichen e-Learning und Vorlesungen bezüglich der Effizienz im Chirurgie Unterricht an Studenten im ersten klinischen Jahr. Gruppe A n=73 wurde mittels Vorlesung und Gruppe B n=75 mittels Website, Text und Podcast unterrichtet. Beide Studentengruppen wurden mit demselben Fragebogen befragt und es wurde das Feedback erfragt. Bezüglich des Wissens zeigten sich keine signifikanten Unterschiede der Gruppen am Beginn der Studie. Allerdings zeigte

sich im Zeitverlauf in beiden Gruppen ein signifikanter Wissensanstieg nach der Intervention  $p < 0,0001$ . Gruppe B, also Internet und Podcast zeigte einen signifikant größeren Wissenszuwachs  $p < 0,05$  als Gruppe A (Vorlesung). Beide Gruppen waren sehr zufrieden mit den Unterrichtsmethoden und ihren Fortschritten. Diese Studie zeigt jedoch wieder einmal eindrücklich, dass e-Learning durchaus seinen Platz in der studentischen Ausbildung, gerade in chirurgischen Fächern hat (Bhatti et al 2009).

Islam et al. (2015) untersuchten Lernfortschritte in der Arizona State University bezüglich des Benefits von simulationsbasiertem Training im Vergleich zu traditionellen Übungsprogrammen im Chirurgie-Unterricht. Sie fanden heraus, dass mittels videobasierten Übungseinheiten große Fortschritte in Effizienz, Effektivität und auch ökonomische Benefits im Vergleich zu den ausschließlich traditionellen Lehrmethoden erreichbar waren bezüglich Techniken in minimalinvasiver Chirurgie. Im Einzelnen wurden trainiert: PEG Transfer, intracorporale Nähte und Hautschnitte, welche mittels Videos gelehrt und mittels Simulationstechniken eingeübt wurden. Insgesamt wurden 12 „Experten“ (mitten in der Ausbildung) und 32 Anfänger in die Gruppe aufgenommen.

Nach Bamford und Coulston (2016) erlaubt e-Learning in der Chirurgieausbildung, überall zu jeder Zeit zu üben, zu trainieren und zu lernen. Gerade diese Flexibilität fanden die Studenten zu jeder Zeit attraktiv. So kann jeder seine Lernumgebung individuell gestalten, die Lernzeiten wählen, an denen er besonders aufnahmefähig und konzentriert arbeiten kann. Weiterhin ermöglicht der blended-Learning Ansatz gerade in Kombination mit traditionellen Lehrmethoden eine Ausweitung und besonders gute Vernetzung und damit besseres Behalten und Verankern im Langzeitgedächtnis. Die größere Effizienz, die damit zu erzielen ist, ist insbesondere vor dem Hintergrund wichtig, dass Studenten immer größere Wissensmengen lernen müssen. Mittels virtuellen Patienten können Studenten tiefer in Fragestellungen eintauchen, in denen sie noch unsicher sind, auf der anderen Seite aber auch schneller über Dinge hinweg gehen, die sie schon sicher beherrschen. Des Weiteren ist eine virtuelle Lernumgebung fehlerfreundlich. Fehler zu machen oder Wissenslücken zu haben ist unproblematisch, da man selber bestimmen kann in welchem Tempo und auf welcher Art man diese Fehler korrigiert

und Wissenslücken aufholt. Damit ermuntert eine e-Learning Umgebung dazu, sich mit dem Stoff zu beschäftigen und Wissen zu vertiefen.

De la Garza et al. (2017) konnten zeigen, dass e-Learning mit Adipositas-Chirurgie-Content das Wissen um die Performance der Medizinstudenten der Universität Heidelberg verbessern konnte. Insgesamt nahmen 80 Studenten an der Studie teil.

Baker et al. (2015) verglichen Studenten im 4. Jahr und Studenten im 5. Jahr (Chirurgie) bezüglich Lehren und Lernen und einer Kombination von traditionellem Lernen plus e-Learning im Rahmen eines blended-Learning Konzeptes (DVD fallbasierte Diskussionen Onlinematerial plus e-Teaching). 171 Studenten im 4 und 148 Studenten im 5. Jahr nahmen an der Untersuchung teil. Das blended-Learning Konzept erntete eine sehr große Zufriedenheit. Die Studenten verstanden das angebotene Material besser als das traditionelle Teaching alleine und auch ihr Engagement und ihre Motivation waren höher.

Ridgway et al. (2007) untersuchten den Benefit eines Multimedia-basierten Unterrichts in der Chirurgie der Universitätsklinik Dublin. Sie erstellten dabei ein fünfwöchiges Multimedia-Web-basiertes Konzept, das die Hälfte der bisher angebotenen konventionellen Lehrveranstaltungen ersetze, der Unterricht fand also halb traditionell und halb elektronisch statt. In einer Kontrollgruppe wurde weiterhin ausschließlich traditionell unterrichtet. 88 Studenten nahmen an der Studie teil und beantworteten Fragebögen. Die Anzahl der korrekt beantworteten Fragen im Multiple Choice Fragebogen lag in der gemischten Gruppe signifikant höher also in der konventionellen Gruppe ( $p= 0,012$ ). Die Examensergebnisse am Semesterende hingegen waren in beiden Gruppen nicht signifikant verschieden. Möglicherweise erlaubt blended-Learning also ein schnelleres, einfacheres und effizienteres Lernen, dennoch erzielten auch konventionell unterrichtete Studenten gute Examensergebnisse, sie müssen allerdings vielleicht höheren Zeit- und Energieaufwand investieren.

Nickel et al. (2015) zeigen die Grenzen und Limits von blended-Learning am Beispiel laparoskopischer Cholecystektomie im Rahmen einer randomisierten kontrollierten Studie mit Anfängern in zwei Gruppen, zum einen die blended-Learning Gruppe N=42, die e-Learning zum Üben der laparoskopischen Cholecystektomie nutzte und Basic Skills mit ihren Lehrern übten. Die zweite

Gruppe N=42 trainierten Basic Skills und laparoskopische Cholecystektomie mit einem Mentor. Jede Gruppe übte 3x 4 Stunden und wurde dann getestet. Dabei wurde die operative Performance an Schweinekadavern untersucht. Die zweite Gruppe, die zusätzlich zu den Basic Skills auch aktiv die Cholecystektomie geübt hatte, zeigte signifikant schnellere und bessere Ergebnisse als die blended-Learning Gruppe. Dies zeigt, wie auch zu erwarten war, dass insbesondere praktische Fähigkeiten auch weiter praktisch eingeübt werden müssen.

Ganz besonders wichtig ist die Implementierung des e-Learning und blended-Learning Konzeptes bei Erkrankungen, die nur selten auftreten, beispielsweise schwere Traumafälle und insbesondere Polytraumapatienten. Hier ist aus Mangel an Routine, da die Erkrankungen ja nur sehr selten vorkommen, eine Einübung mit Hilfe von e-Learning Modellen unabdingbar (Sonesson et al. 2017).

Gerade Traumatologie und seltene Erkrankungen können von blended-Learning mit Integration von e-Learning, Computer-assistierte Methoden und verschiedenen Medien deutlich profitieren, da diese Fälle ja eher selten vorkommen und dennoch auch die Möglichkeit gegeben werden muss, sich mit den einzelnen Krankheitsbildern, Verletzungsmustern und ihrer Behandlung auseinander zu setzen. Gerade bei diesen selten vorkommenden Fällen, bei sehr schwierigen Fällen, sehr schwerwiegenden Fällen ist daher die Rolle von e-Learning Angeboten hervorzuheben (Sonesson et al. 2018).

Orthopädie und Unfallchirurgie sind inzwischen in einer gemeinsamen Facharztbezeichnung zusammengefasst. Es erstaunt nicht, dass die positiven Erfahrungen in der Chirurgie und eben gerade der Unfallchirurgie mit e-Learning auch für die Orthopädie gelten.

Wünschel et al. (2008) berichteten über die Integration einer internetbasierten virtuellen Fallsammlung in den regulären Unterricht der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen. An ihrer Studie nahmen 71 Studierende teil, 45 Frauen und 26 Männer, das Durchschnittsalter lag bei 23,5 Jahren. Überwiegend arbeiteten die Studenten alleine am Privat-PC, 11% hatten zuvor schon andere Lernprogramme benutzt und Erfahrungen gesammelt. Die meisten Befragten (70%) arbeiteten mehr als 2 Stunden an dem System. 94% der befragten Studenten und Studentinnen beurteilten das Lernen mit Software als sehr positiv,

nur 21% fanden die Bedienung des Programms kompliziert. 92% der Befragten bewerteten die Inhalte als gut verständlich, 85% empfahlen die Software auch für andere Studienfächer. 76% der Befragten sahen durch die Software das Lernen effektiver als zuvor. Als gut oder sehr gut wurde es von 73% der Befragten beurteilt (Wünschel et al. 2008).

In Rahmen einer anonymisierten Kontrollstudie berichteten Back et al. (2016) über den Nutzen von Podcast - versus textbasiertem Lernen allein - in der Orthopädie. Die Teilnahme an der Studie war freiwillig. 130 Studenten wurden eingeschlossen, davon 55 Personen, die ein bestimmtes Thema mittels Buchkapitel lernten und 75 Podcast-User, die den entsprechenden Lernstoff mittels Podcast vermittelt bekamen. Es zeigte sich ein signifikanter Anstieg des Wissens in beiden Gruppen vor bzw. nach der Schulung ( $p < 0,001$ ). Dabei zeigten die Podcast-User ein signifikant besseres Ergebnis in den Tests nach Ende des Lernmodus ( $p < 0,021$ ) und erzielten auch ein besseres Langzeitwissen im Vergleich zu den Buchkapitel-Nutzern ( $p < 0,001$ ). Die Effizienz bezüglich Zeit und Energieaufwand, bezüglich Freude und Spaß beim Lernen und Konzentration fielen in der Podcast-Gruppe ebenfalls deutlich besser aus. Diese Studie zeigte also nicht nur einen signifikant besseren Wissenserwerb, sondern auch eine höhere Zufriedenheit mit dem eigenen Lernverhalten bei Podcast-Nutzern.

### 6.2.3. Diskussion des Benefits von e-Learning in anderen medizinischen Fachgebieten

Nicht nur in den chirurgischen Fächern, auch in der Inneren Medizin hat e-Learning innerhalb eines blended-Learning-Ansatzes an der Universität einen wichtigen Platz.

Bei Fall- und Beispiel-basiertem Lernen im Rahmen von e-Learning-Konzepten können auch in der Inneren Medizin die Studenten gerade durch die unmittelbare Rückkopplung auch durch ihre eigenen Fehler und das Feedback daraus lernen.

Simonsohn und Fischer (2004), sowie Fischer et al (2005) berichteten über die Einführung eines fallbasierten, computergestütztes Lernsystem (CASUS) im

klinischen Studienabschnitt der Ludwig-Maximilians-Universität München. Es wurden seit dem Wintersemester 1999 Computerlernfällen in das Curriculum der Inneren Medizin am Klinikum der Universität München, Medizinische Klinik Innenstadt, eingefügt. Die Präsentation von Computerlernquellen erfolgte dabei in Abstimmung mit der Vorlesung Innere Medizin. Es konnten durch erfolgreich und vollständige Bearbeitung der Fälle zwei Testate erworben werden. Die meisten Studenten nutzten diese Fallbearbeitung, um die Testate zu erwerben. Freiwillig wurden – zumindest im ersten Beobachtungszeitraum – jedoch kaum Fälle bearbeitet. Die meisten Studenten hatten jedoch Spaß an der Fallbearbeitung und schätzten ihren subjektiven Lernerfolg als positiv ein (Fischer et al. 2005). Zwischen 1999 und 2002 zeigte sich allerdings eine deutliche Zunahme der freiwilligen Bearbeitung der Fälle (Simonsohn und Fischer 2004).

Ebenfalls über die Fall-basierten e-Learning-Contents in der Ludwig-Maximilians-Universität München in der Inneren Medizin berichteten Radon et al. (2006). Sie beschrieben insgesamt 19 e-Learning-Fälle, die durch 2 Experten validiert und evaluiert wurden. Von insgesamt 557 Medizinstudenten beantworteten 377 die Online-Evaluation (68%). Die Studenten hatten Freude an der Fallbearbeitung und wünschten sich mehr davon. Bezüglich der Lernkontrolle zeigte sich, dass im Mittel lediglich 47 bis 71% der Fragen korrekt beantwortet wurden. Nach Fischer et al. (2008) wurde im Rahmen einer experimentellen Laborstudie bei den 153 Studierenden im klinischen Studienabschnitt 4 Bedingungen eines 2x2 faktoriellen Designs mit Fehler versus ohne Fehler, elaboriertes Feedback versus Knowledge-of-result-Feedback miteinander verglichen und die Nachhaltigkeit überprüft. Eine Subgruppe der Probanden (n=52) wird mit Studierenden, die nicht an der Studie teilgenommen hatten, (n=145) hinsichtlich der Ergebnisse einer regulären MC Prüfung verglichen. Es zeigte sich, dass der Erwerb konzeptuellen Wissens sowohl durch Fehler als auch durch elaboriertes Feedback gefördert wird. Diese Studie zeigte, dass der implementierte Ansatz zu Fall-basiertem Lernen mit Lösungsbeispielen vielversprechende Möglichkeiten bietet, den Erwerb von Diagnosekompetenz bei Studierenden der Medizin substanziell und auf ökonomische Weise zu fördern (Fischer et al. 2008)

Nach Baumgart et al. (2017) können Computer-basierte bzw. Tablet-basierte Trainingsprogramme in der Inneren Medizin die Examensleistungen deutlich

verbessern. Im Rahmen einer Studie an der Medizinischen Humboldt Universität in Berlin wurden 24 Tablet-Nutzer mit 31 Kontrollstudenten mit einem mittleren Alter von 28 Jahren miteinander verglichen. 65,5% der Teilnehmer waren auswertbar. Die Personen, die mittels Tablet-PC gelernt hatten, zeigten eine deutliche Verbesserung der Prüfungsleistung im Vergleich zur Kontrollgruppe (11% bessere Testergebnisse,  $p < 0,001$ ). Aus ihrer Studie zogen die Autoren den Rückschluss, dass die Computer-basierte integrierte Lernumgebung mit weniger Praxis das Lernergebnis, die Examensergebnisse und auch die tatsächlichen Fertigkeiten verbessern kann. Mit ihrer Studie konnten sie zum ersten Mal in einer prospektiven Kohortenstudie an Medizinstudenten nachweisen, dass integriertes blended-Learning die Examensergebnisse verbessern kann.

Cheung et al. (2017) betonen die Notwendigkeit integraler Konzepte (warum) und prozeduralem Wissen (wie) für die Nachhaltigkeit und die Transferleistung simulationsbasierter Skills. Sie teilten 30 Medizinstudenten randomisiert in 2 Gruppen ein, welche unterschiedliche Instruktionsvideos erhielten (60 Minuten selbstregulierte Lernzeit). Ein unintegriertes Video zeigte mittels Schritt-für-Schritt-Demonstration eine Lumbalpunktion. Ein integriertes Video zeigte dieselbe wie-Instruktion, allerdings mit einem integrierten Konzept mit zusätzlichen warum-Erklärungen (Anatomie). Mittels einfacher Mediations-Regressions-Analyse untersuchten die Autoren die Ergebnisse. Die integrierte Instruktion zeigte deutlich bessere konzeptuelle ( $p < 0,01$ ) aber nicht verbesserte prozedurale Ergebnisse ( $p = 0,11$ ). Der gesamte integrative Ablauf zeigte jedoch einen positiven indirekten Gruppeneffekt auf die Fähigkeit der Lumbalpunktion, also die Transferleistung, das erlernte Wissen auch praktisch umzusetzen. Die Autoren ziehen daraus den Schluss, dass integrierte Module sowohl den Wissenserhalt als auch die Transferleistung bei den Lernenden verbessern können (Cheung et al. 2017).

Neben operativen Fächern und Innerer Medizin nutzen auch andere medizinische Disziplinen e-Learning und berichteten über positive Erfahrungen.

Im Rahmen einer respektiven Studie von Maleck et al. (2001) erfolgte ein Vergleich einer Computer-basierten Lerneinheit in der Radiologie mit Studenten ohne dieses computerbasierte Programm. Es wurden 10 radiologische Fälle präsentiert. Gruppe

A nutze Computer-basierte Fälle mit interaktiven Elementen, Gruppe B nutze Computer-basierte Fälle ohne interaktive Elemente, Gruppe C nutze Papier-basierte-Fälle mit interaktiven Elementen und Gruppe D nutze keinerlei Fälle und diene als Kontrollgruppe. Es zeigte sich bei einem multiple-choice-Test, dass die Gruppen A, B und C signifikante Verbesserungen (11,2%, 15,1% und 13,0%) im Vergleich zur Gruppe D mit lediglich 0,6% Verbesserung erzielten. Dabei erzielte Gruppe A die höchsten Verbesserungsraten (+15,7%,  $p < 0,01$ ) gefolgt von Gruppe B (+15%,  $p < 0,01$ ) und Gruppe C (+10,2%,  $p < 0,05$ ). Gruppe D zeigte keine signifikanten Verbesserungen.

Tarpada et al. (2016) konnten zeigen, dass bei Studenten in Otolaryngologie e-Learning eine sehr interessante Alternative gegenüber Standardfrontalunterricht darstellt.

Mehta et al. 2016 beschrieben eine e-Learning Lernumgebung bei Zahnmedizinstudenten. 32 Studenten im 4. Studienjahr an der Queen Mary Universität of London nahmen an der Studie teil und erhielten e-Learning Material während einer 6-wöchigen Periode. 31 Kontrollstudenten hatten diese zusätzliche Unterstützung nicht. Vor und nach der Studie wurden elektronische Quizfragen gestellt und ausgewertet. Dabei wurde die Zufriedenheit mittels eines Fragebogens abgefragt. Die Ergebnisse des Quiz zeigten vor versus nach der Untersuchungsperiode eine Verbesserung von 3,9% versus 4,5% in der Kontroll- und Testgruppe. Der Unterschied war nicht statistisch signifikant. Es stellt sich die Frage, warum die zusätzlichen e-Learning Angebote keine signifikante Verbesserung erbrachten. Möglicherweise liegt das darin, dass Studenten heute - im Gegenteil zu der Zeit als das vorliegende e-Learning Modul MEC.O erstellt wurde - sowieso schon web-basiert sehr viel e-Learning Content aufnehmen, wahrnehmen und nutzen und daher die Unterschiede nicht mehr signifikant werden, da alle Studenten per se schon e-Learning nutzen.

Woltering et al. (2008) berichteten über erste Evaluationsergebnisse zu problemorientiertem Lernen als blended-Learning an der RWTH Aachen in einem Modellstudiengang Medizin. 230 Studenten des 6. Semesters im Aachener Modellstudiengang Medizin wurden in 2 Gruppen eingeteilt, von denen eine Gruppe einen problemorientierten Fall aus der Kinderheilkunde konventionell, das heißt ohne Nutzung eines e-Learning Programms, und eine weitere Gruppe auf

Basis des blended-Learning Ansatzes löste. Die Evaluation erfolgte auf der Basis eines Fragebogens und aufgrund der aktuellen Klausurergebnisse. Das Programm wurde im Sommersemester 2007 erstmalig im regulären Unterricht eingesetzt. Erste Auswertungen zeigten eine positive Bewertung des Programms durch die Studenten. 45,7% stimmten der Auffassung zu, dass sie ähnlich aufgebaute Veranstaltungen besuchen würden (Woltering et al. 2008).

Schauff et al. (2006) berichteten über eine Verbesserung der Medizinischen Lehre durch Internet-basierte Vorlesungsnachbereitung und -Ergänzung an der Universitätsfrauenklinik Tübingen seit dem Wintersemester 2004/2005. Vom Wintersemester 2004/2005 bis Wintersemester 2005/2006 nahmen insgesamt 350 e-Learning-Nutzer das Angebot wahr. Etwa 45% der möglichen Teilnehmer nutzen damit die online angebotenen Übungsaufgaben. Es zeigte sich, dass Studenten, welche mindestens 75% aller angebotenen Module bearbeitet hatten im Vergleich zu den Nichtnutzern ein statistisch signifikant besseres Prüfungsergebnis bei der Abschlussklausur erzielten ( $p=0,0002$ ). Auch bei den guten und sehr guten Benotungen lagen die Nutzer deutlich vor den Nichtnutzern. Mehr als doppelt so viele Nichtnutzer wie Nutzer bestanden die Klausur nicht (Schauff et al. 2006).

Page et al. (2017) betonen bezüglich des Erfolges und auch Misserfolges von blended-Learning Konzepten im Psychologieunterricht auch Faktoren wie Zufriedenheit mit den Hochschullehrern, die Quantität von Lernerfahrung der einzelnen Lernenden aber auch intensives und kontinuierliches Begleiten und Überwachen der Lernfortschritte der Studenten. Die Autoren bevorzugen klar blended-Learning Konzepte, betonten aber auch dass das didaktische Lehren nicht zu kurz kommen darf, um auch in blended-Learning-Konzepten Erfolge zu erzielen. Ihren Untersuchungen zufolge sind wöchentliche Quiz für Studenten mit 80% positiver Beurteilung eine sehr motivierende Ergänzung. Selbst eingeteiltes Lernen wird hingegen von den Studenten mit 61% negativer Beurteilung weniger gewünscht. Haben die Studenten die Auswahl zwischen selbstbestimmtem Lernen und Face-to-Face Lernen, so bevorzugen sie die Face-to-Face Lernumgebung mit 70%. Aus diesen Befragungen ziehen die Autoren den Schluss, dass gerade in blended-Learning-Modellen didaktisches Lehren eine wichtige Rolle spielt. Ihre Daten stammen aus einer australischen Universität in Viktoria wo sie über 2 Jahre

ihre Beobachtungen bei den Studenten durchführten (ca. 2000 Studenten pro Semester).

In ihrer Studie bezüglich Lernerfolg berichteten Rafai et al. (2016) bezüglich Anatomieunterricht bei Zahnmedizinstudenten über einen Präsenzunterricht kombiniert mit e-Learning Applikationen, sie verglichen Vorlesung, Vorlesung plus e-Learning, Vorlesung plus Skills Training bzw. Vorlesung plus Skills Training und e-Learning. Es handelte sich um eine Fall-kontrollierte Studie an insgesamt 53 Studenten. In einer two-way Varianz Analyse konnte gezeigt werden, dass die Teilnahme am Skills Training signifikante Effekte auf die Lernergebnisse hatte ( $p=0,0007$ ). Studenten, die am Skills Training teilnahmen, hatten bessere Ergebnisse (107,4 Punkte  $\pm$  14,4 Punkte) als Studenten, die lediglich in die Vorlesung gingen (88,8 Punkte  $\pm$  26,2 Punkte). Studenten, die das e-Modul ohne das Skills Training hatten, hatten leicht aber nicht signifikant bessere Punktwerte (91,8 Punkte  $\pm$  31,3 Punkte) als die, die lediglich in die Vorlesung gingen. Die Lernergebnisse des Skills Training waren signifikant erhöht, wenn dieses Skills Training mit e-Learning kombiniert war (121,8 Punkte  $\pm$  21,8 Punkte). So schlossen die Autoren aus ihrer Studie, dass es sich bei dieser Methode um das Ideal zum Optimieren des Lernerfolges handelte. Es ging um die Palpation von Kopf- und Nackenmuskulatur. In der Kombinationsgruppe war es besser möglich, anatomisches Basiswissen und klinische Skills miteinander zu kombinieren und gerade diese Kombination führte zu verbesserten Lernerfolgen.

Heber (2011) berichtet im Rahmen ihrer Dissertation über die Entwicklung und Einführung eines e-Learning Projektes für die Histopathologieausbildung des Zahnmedizinstudiums an der Universität Würzburg. Es wurde ein online-Projekt eingeführt, in dem kursbegleitend virtuell mikroskopiert werden konnte. Neu zusammengestellte Präparate wurden eingescannt und auf eine online-Plattform gestellt. Die Studierenden evaluierten das Angebot und gaben der virtuellen Mikroskopiermöglichkeit ausgezeichnete Noten. Sie beurteilten dieses Angebot als ausbaufähige Lernergänzung und waren sehr daran interessiert, diese kursbegleitend zu nutzen. Nach Heber (2011) stellt die virtuelle Mikroskopie das ideale Werkzeug für multimediale Lernangebote in der medizinischen Hochschulausbildung in Fach Pathologie dar.

Es existieren auch eine Reihe von fächerübergreifenden Studien zu blended-Learning im Medizinstudium.

Back et al. (2015) untersuchten im Rahmen einer Studie den Grad an Implementation von e-Learning-Formaten an mehreren mitteleuropäischen medizinischen Hochschulen. Sie sendeten einen 49 Items großen Fragenkatalog an 48 Medizinische Universitäten in Österreich, Deutschland und der Schweiz. Die Daten wurden zwischen Februar und September 2013 gesammelt und analysiert sowie statistisch ausgewertet. Die Antwortrate betrug 71%. Alle diese Universitäten hatten e-Learning-Tools implementiert, allerdings vorwiegend als optionales Zusatzangebot zum Curriculum. Es zeigte sich ein sehr unterschiedlicher Grad an benutzten Formaten. 97% der Universitäten nutzten e-Learning-Plattformen. Die Hälfte der Universitäten hatten Vollzeitstellen für e-Learning-Lehrer und genau diese Universitäten berichteten auch über positive und signifikante Effekte auf das e-Learning Angebot ihrer Universität. Zusätzlich boten 81% Trainingsprogramme und Qualifikationen für ihre Hochschullehrer an. Die Befragung von Back et al. zeigte also, dass zunehmend e-Learning Tools bei den Medizinischen Hochschulen Anwendung finden, dass die Infrastruktur sich langsam wandelt und Weiterbildungsmöglichkeiten sowie die Schaffung zusätzlicher Stellen für e-Learning-Lehrer zunehmend Verbreitung finden. In einer weiteren Studie berichteten Back et al. (2016) über eine Untersuchung des Nutzerverhaltens der Medizinstudenten bezüglich e-Learning Angeboten im Medizinstudium. Es handelte sich um eine single-center-online Studie an 505 befragten Medizinstudenten der Abteilung für Orthopädie und Traumatologie des Bundeswehrkrankenhauses in Berlin. Die Teilnehmer berichteten über die Verwendung von aufgezeichneten Vorlesungen, die online verfügbar waren (73,7%), sowie Wikipedia (74%) als hauptsächlich genutzte Ressourcen zum Wissenserwerb. 58,7% der befragten Studenten hielten das Fehlen von e-Learning Angeboten im Lernangebot für ein großes Manko. Das Lernmanagementsystem wurde vorwiegend benutzt, um sich Studieninformation zu verschaffen (68,3%), zur Examensvorbereitung (63,3%), aber auch Vorlesungsnach- und -vorarbeit (54,5%). Hoch bewertet wurde die Klarheit und Verständlichkeit (98,3%), die Einbettung in den lernrelevanten Kontext (92,5%) und die einfache Anwendung und Nutzbarkeit der e-Learning Angebote (92,5%). Bei den Freitextkommentaren war Interaktivität am wichtigsten (N=123 Nennungen). Diese Studie zeigt also, dass ein

e-Learning Managementsystem ein effizientes Lernverhalten sehr wohl unterstützen kann, von den Studenten gefordert und auch genutzt wird.

In einer Studie von Huwendiek et al. (2008) des Universitätsklinikums Heidelberg über blended-Learning von Beginn der Vorklinik an wurde klassisches problemorientiertes Lernen und blended-Learning mit virtuellen Patienten miteinander verglichen. 23 Studenten wurden zum Vergleich beider Lernmethoden befragt. Die Studenten beurteilten beide Unterrichtsformen gut. Beide Unterrichtsformen haben nach ihren Angaben ihre Berechtigung, allerdings wünschten sie sich die Etablierung von mehr blended-Learning in allen klinischen Fachbereichen (Huwendiek et al. 2008).

Von Wichert (2008) plädiert für die Fortentwicklung der medizinischen Ausbildungsordnung im Spannungsfeld zwischen systematischer und praktischer Ausbildung mittels Kombination verschiedener Lehr- und Lernpfade, sowohl praktisch als auch theoretisch. Gerade weil Patientenkontakte normalerweise im praktischen Unterricht sehr begrenzt sind, fällt es vielen Studenten schwer, den Patienten und dessen Probleme wirklich umfassend zu begreifen. Einzelne Fälle bleiben im besten Fall „graduistisch“. Die gedankliche Vorbereitung darauf fand meistens nicht statt und es ist daher schwierig, Grundsätzliches an einzelnen, selten vorkommenden Beispielen zu lernen. Daher plädiert von Wichert (2008) für die Einbettung praktischer Erfahrungen, z.B. in Anamnese und Untersuchungstechnik in erprobte Ausübungsverfahren, die multimedial und systematisch sein müssen.

Pettit et al. (2017) veröffentlichten eine deskriptive cross-sektionale Studie an Medizinstudenten bezüglich des sinnvollen Einsatzes von Vodcasts (Videopodcasts) an einer Universität in Arizona. Die Vodcasts wurden im Rahmen einer blended-Learning Umgebung eingesetzt, 3 Gruppen an Medizinstudenten nahmen teil. 105 Studenten im 1. Studienjahr, 109 Studenten im 2. Studienjahr, 100 Studenten im 3. Studienjahr. Es wurden unterschiedliche Vodcasts eingesetzt. Es zeigt sich, dass bei nicht interaktiven Vodcasts ein geringerer Grad an Kosten und Zeitaufwand in der Erstellung als bei dem interaktiven Vodcast notwendig war. Allerdings zeigten die Studenten in der blended-Learning Umgebung deutlich höheres Interesse an den Vodcast Features, was ihre Zeit im Lernaufwand deutlich reduzierte und den Lernerfolg steigerte.

Zahn et al. (2017) verglichen in einer Vergleichsstudie blended-Learning mit reinem e-Learning an einer Science- und Technology Hochschule in Wuhan in China. Dabei zeigte das blended-Learning Konzept ein höheres Wissen und auch eine höhere Zufriedenheit der Studenten im Vergleich zum purem e-Learning. Es handelte sich um eine Multicenter-Studie mit 612 Teilnehmern in der kombinierten Gruppe und 625 Teilnehmern in der reinen e-Learning Gruppe. Die Kursmodule wurden alle 5 Wochen angeboten. Die blended-Learning Gruppe zeigte sehr viel positiveres Feedback, sowohl bezüglich des Wissenanstiegs ( $p=0,003$ ), dem Grad an Interaktion mit anderen ( $p=0,04$ ) und der Zufriedenheit mit dem Lernen selbst ( $p=0,02$ ). Weiterhin zeigte sich auch eine deutliche Steigerung des Anteils an Wissen, das längerfristig behalten werden konnte ( $p=0,02$ ).

Kyriakoulis et al. (2016) untersuchten im Rahmen einer Metaanalyse Lern- und Lehrstrategien. Sie schlossen aus ihrer Untersuchung, dass blended-Learning und die Kombination verschiedener Lernumgebungen und Zugänge die besten Lernergebnisse bei den Medizinstudenten erbringen können. Auch insbesondere das Nutzen moderner Technologien kann im Rahmen von mobilen Angeboten, Simulationsmöglichkeiten und web-basiertem Lernen den Wissenszuwachs deutlich vergrößern.

Lee et al. (2015) untersuchten mittels einer Fragebogenstudie an der Universität von Honkong, wie Schwesternschülerinnen und wie Medizinstudenten und Zahnmedizinstudenten lernen. Insgesamt antworteten 439 Studenten auf ihre Fragebögen, 97,5% (428) lernten mit kombinierten Methoden. 107 von 122 (87,7%) der Schwesternschülerinnen lernten zusätzlich mittels Internetangeboten. Bei den Medizinstudenten lag dieser Prozentsatz mit 99 von 215, also 46% etwas tiefer. Ebenso bei den Zahnmedizinstudenten mit 43 von 96, also 45% ( $p<0,001$ ). Drei Viertel (341 von 439, 77%) der Studenten nutzten verschiedene digitale Lernmodule, die frei öffentlich im Internet zugänglich waren. YouTube Videos wurden von den Studenten beispielsweise auch oft an Mitstudenten weitergegeben (277 von 435, 63,7%). Allerdings eher selten wurde mit den Lehrenden gesprochen (54 von 436, 12,4%).

Gao et al. (2015) berichteten über eine Untersuchung an Undergraduate-Studenten der Universität Hongkong. Es handelt es sich um Zahnmedizinstudenten, Medizinstudenten, Chirurgiestudenten und

Schwesternschülerinnen, die im Rahmen von Diskussionsgruppen befragt wurden, wie sie welche Lernmethoden, insbesondere Internet-basierte Methoden beurteilten. Die Ergebnisse zeigten ein weites Spektrum und zahlreiche unterschiedliche Lernquellen, auch beurteilten die Studenten die verwendeten Onlinequellen sehr unterschiedlich.

Bridges et al (2014) führten eine 3-Jahres-Evaluation im Rahmen eines online-Peer-Review-Projektes über blended-Learning an den Universitäten Hongkong und Vancouver durch. Es handelte sich um eine studentenzentrierte Web-basierte Untersuchung in operativer Zahnmedizin. 3 Kohorten von Studenten aus dem zweiten Studienjahr, die ein 5-jähriges Bachelor-Studium in Zahnmedizin absolvierten, wurden in die Studie aufgenommen. Es zeigte sich, dass das angebotene blended-Learning nicht zu signifikanten Examensverbesserungen im Vergleich zu Lernen im Rahmen herkömmlicher Präsenzvorlesungen führte, allerdings beurteilten die Studenten das Angebot als stimulierend und motivierend und empfanden selber subjektive Fortschritte, sie gaben an, größeres Verständnis zu entwickeln und für lebenslanges Lernen motiviert worden zu sein.

#### 6.2.4 Diskussion technischer, organisatorischer, kultureller, juristischer und pekuniärer Aspekte des e-Learning

Bei der Planung von e-learning-Angeboten in Hochschulen spielen natürlich die Kosten, die technischen Gegebenheiten und die Organisation wichtige Rollen.

Wollatz et al. (2006) führten eine e-Learning Plattform in der Medizinischen Lehre am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf ein. Zunächst verglichen sie verschiedene e-Learning Plattformen. Es zeigte sich dann, dass die e-Learning Plattform Moodle aus ihrer Sicht technisch gesehen am besten abschnitt und damit seit dem Wintersemester 2006/2007 genutzt wurde. Die Autoren berichteten über sehr positive erste Praxiseindrücke. Das Überspielen von Inhalten auf den Moodle-Server verlief problemlos. Updates waren ebenfalls einfach durchzuführen. Anpassungen ließen sich durch das modulare System leicht integrieren und ausführen. Seit Mai 2006 läuft unter Moodle ein Selbsttest für Studienbewerber mit

ca. 4000 Teilnehmern ohne weitere Port- oder Administrationsaufwendungen. Die Autoren sehen einen Vorteil der open source Entwicklungen wie Moodle im fehlenden Firmensupport und damit der Unabhängigkeit, die diese Plattform bietet. Pahlke et al. 2006 fordern allerdings gerade bei der Bereitstellung von e-Learning Modulen an Hochschulen ein sehr flexibel einsetzbares Vorgehensmodell in allen Projektphasen, was zu jeder Zeit das didaktische Konzept in den Vordergrund stellt und nicht die technische Umsetzung. Hier ist zu bedenken, dass gerade an Hochschulen meist eine oder wenige Personen im Alleingang die Content Erstellung und die Planung des Projektes durchführen. In der Industrie hingegen gibt es üblicherweise Multimediaagenturen die damit wesentliche bessere Voraussetzungen haben. Nach Spreckelsen und Spitzer (2006) sehen weitere Herausforderungen an die Erstellung von e-Learning Ansätzen an den Hochschulen, unter anderem die Notwendigkeit e-Learning Projekte stärker als bisher im Schnittbereich von Organisationsentwicklung, Wissensmanagement und Lernmanagement zu konzipieren und integrative Konzepte für den Einsatz von Lernmanagementsystemen zu entwickeln. Oft fehlt es bei den Erstellern an multiprofessioneller und postgraduierter Ausbildung für speziell diese e-Learning Angebote. Hier fordern die Autoren eine Verbesserung der Weiterbildung der Akademischen Lehre, durch Fortbildungsmaßnahmen bessere Möglichkeit von Einbindung in die berufliche Tätigkeit sowie Vermittlung zwischen Wissenschaft und Forschung und berufspraktischen Rahmenbedingungen. Erforderlich ist dabei eine kontinuierliche und andauernde Anstrengung in den Fakultäten bezüglich der Curricularplanung, Entwicklung und Umsetzung sowie der Evaluation. Fehlt es an Ressourcen, ist die Nachhaltigkeit und die curriculare Integration von e-Learning in das Gesamtkonzept der Mediziner Ausbildung in Frage gestellt (Leven et al. 2006).

Blended-Learning mit e-Learning-Angeboten kann über die Vorteile an der eigenen Universität hinaus aber auch weitere Optionen bieten. Protsiv et al. (2016) betonen gerade die zusätzliche Möglichkeit von blended-Learning Angeboten bezüglich der Kollaboration und Zusammenarbeit verschiedener Universitäten, aber auch bezüglich der Zusammenarbeit von unterschiedlichen Ländern, insbesondere Hoch- und Niedrigeinkommensländern. Hier könnte man beispielsweise seitens der Europäischen Union Entwicklungsländer sehr gut unterstützen. Insbesondere

berichteten sie über eine Zusammenarbeit aus 2013 durch Universitäten in Uganda, Schweden und Südafrika. Gerade wenn man berücksichtigt, dass e-Learning Konzepte, wenn sie erstellt werden, doch sehr teuer sein können, wenn die Qualität hoch ist, ist eine Mehrfachnutzung durch Zusammenarbeit verschiedener Universitäten sicherlich sinnvoll (Nicklen et al. 2016).

In einem weiteren Artikel berichteten Kumpu et al. (2015) über die ökonomischen Vorteile der Zusammenarbeit mittels blended-Learning Konzepten zwischen Universitäten in Südafrika, Schweden und Uganda. Auch hier schlugen die Kosten der Erstellung von e-Learning sehr zu Buche, wobei aber Frontalunterricht deutlich günstiger ist als die Kombination von Frontalunterricht und e-Learning. Dies relativiert sich durch Mehrfachnutzung an verschiedenen Universitäten und die Zusammenarbeit dieser Universitäten.

Gerade wenn e-Learning Angebote geteilt werden, wenn Fakultäts- oder gar Länder- und Kontinent-übergreifend gearbeitet wird, sind allerdings auch juristische Aspekte zu bedenken. Beispielsweise ist zu prüfen, ob zweckgebundene Fördergelder und Drittmittel, beispielsweise Studiengebühren einer bestimmten Universität, verwendet wurden, wie das im eigenen e-learning-Tool der Fall war, es muss geklärt werden, ob aus solchen Geldern erstelltes Material weitergegeben werden kann. Auch muss bei der Contenterstellung vom ersten bis zum letzten Schritt das Urheberrecht berücksichtigt werden (Ziegler et al. 2010).

Bei der Erstellung von e-Learning-Content ist es zwar sehr wichtig sich inhaltlich und technisch auszutauschen zwischen verschiedenen Universitäten und auch Ländern, dennoch sollten bei der Content Erstellung auch kulturelle Eigenheiten berücksichtigt werden. Helmich et al (2017) verglichen vorklinische Medizinstudenten aus Taiwan und den Niederlanden miteinander. Es zeigten sich dabei deutliche kulturelle Unterschiede. Bei den niederländischen Studenten betrafen emotionale Antworten vorwiegend individuelle Gegebenheiten und die eigenen Kompetenzen, nicht aber fachspezifische Aspekte. Die Taiwanesen jedoch mit ihrer emotional reichen Sprache wollte sowohl ein guter Mensch als auch ein guter Arzt werden. Die niederländischen Studenten legten ihren Fokus hauptsächlich auf den Wissenserwerb und die technischen Fertigkeiten. Die

Selbstbestimmung ihrer Patienten lag nicht in ihrem Interessensfokus im Gegensatz zu den taiwanesischen Studenten.

Auch diese kulturellen Unterschiede sollten in der Gestaltung von eLearning - Modulen Berücksichtigung finden.

Die technischen Voraussetzungen bei den Studenten waren noch zum Zeitpunkt der Anfänge der Implementation des hier besprochenen e-Learning Tools MEC.O sicherlich diskussionswürdig. Heutzutage kann man in Mitteleuropa und in den anderen Industrienationen jedoch davon ausgehen, dass Studenten grundsätzlich Computer, Tablets und Smartphones haben um jederzeit und unabhängig ins Internet zu können und e-Learning Content abrufen können. Die Hardware Voraussetzungen sind also heute nicht mehr das Problem. Die technischen Voraussetzungen dürften heutzutage vorliegen. In einer Studie von Law et al. (2017), die 125 Studenten befragten, zeigte sich, dass die meisten Studenten ein Smartphone, Tablet oder beides aufwiesen und mehr als 11 Stunden jede Woche mit diesen Geräten lernten.

In Entwicklungsländern hingegen kann sich das ganz anders darstellen.

Atkins et al. (2016) untersuchten Möglichkeiten der Zusammenarbeit bezüglich blended-Learning Einheiten in Afrika und Asien. Sie betonten aber auch, dass gerade wenn man Entwicklungsländer mit ins Boot nimmt, das Augenmerk auch auf technische Aspekte gerichtet werden muss, denn technische Probleme können e-Learning komplett torpedieren. Arbeitet man also von Europa aus mit Universitäten in Afrika oder auch Asien zusammen, ist auf diese Aspekte zu achten und für einen technischen Support zu sorgen.

Unabhängig davon sollten bei neben technischen Entscheidungen auch Aspekte der Didaktik mitberücksichtigt werden.

Brame (2016) betont, dass insbesondere Videos das Lernverhalten und den Lernerfolg von Studenten, in diesem Fall Biologiestudenten, deutlich verbessern können. Allerdings ist es wichtig, hier auf Inhalte und Elemente zu achten, die den Lernerfolg verbessern und aktivieren. Dabei nennt Brame 2016 insbesondere den Vorteil von kürzeren- versus sehr langen Videos. Weiterhin sollte der Inhalt klar

fokussiert sein. Es sollten auditive und visuelle Elemente sinnvoll kombiniert werden. Man sollte wichtige Highlights, Inhalte oder Konzepte deutlich signalisieren. Weiterhin sollte man in einem enthusiastischen Stil sprechen und Engagement zeigen. Videos, die im aktiven Lernprozess als Kontext integriert werden sollten insgesamt in die Lernumgebung interaktiv integriert sein.

Nach Watkins et al (2017) ist es bei e-Learning Content wichtig, nicht alles auf einmal zu präsentieren. Sie bevorzugten wöchentliche e-mails mit Lerntipps und Material zum Durcharbeiten bei allgemeinchirurgischen Assistenzärzten. Sie befragten eine Gruppe von allgemeinchirurgischen Assistenzärzten vor und nach einer 20-wöchigen e-mail-Serie. 30 (43%) bzw. 28 (40%) der Befragten nahm sowohl an dem vor-e-mail-Fragebogen als auch an dem nach-e-mail-Fragebogen teil, wobei sich zeigte, dass die Assistenzärzte die Lerntipps sinnvoller fanden als ausschließlich Manuskripte. Wöchentliche e-mails waren von der Frequenz her als genau richtig beurteilt (74% der Befragten).

Probleme mit e-Learning Content sind jedoch auch zu berücksichtigen. So betonten Hassall und Lewis 2017, dass Verfügbarkeit des Contents, Motivationsprobleme, fehlendes Einarbeiten in den Gebrauch des e-Learning-Contents und in die open Resources Barrieren sein können, das Material zu nutzen.

E-Learning und blended-Learning können sehr gute Möglichkeiten sein, bereits als Student zu lernen, wie man effizient lernt und davon dann ein Leben lang profitieren.

Breuer et al. (2017) befassten sich mit der Frage wie man für die Facharztweiterbildung das Lernen lernen kann. Der Lernstoff in der Medizin wird von Jahr zu Jahr größer und komplexer, die Weiterbildungszeiten werden nicht länger, das heißt, die Lernprozesse müssen effizienter werden. Dies gilt hier auch analog für das Medizinstudium. Wie bereits erwähnt kann das Einüben von sinnvollen Lernstrategien während des Studiums dann auch in der Facharztweiterbildung dazu führen, dass der Lernprozess optimiert wird. Breuer et al. betonen die Wichtigkeit von freiwilligen und selbstgesteuerten Lernprozessen und plädieren für eine gesunde Mischung im Sinne von blended-Learning, die e-Learning Angebote, Simulationen und situatives Lernen im geschützten Umfeld

kombinieren. Auf diese Weise können Nachhaltigkeit und Effizienz des Lernprozesses verbessert werden. Auch mittels situierten Lernens, also dem Einbeziehen von Materialien aus dem Alltag in den Unterricht, kann Motivation und Lernfähigkeit gefördert werden. Diese lernpsychologische Theorie geht davon aus, dass das Wissen nicht nur als abstrakte Einheit im Kopf, sondern eben auch in der Beziehung zwischen Individuum und Umwelt verortet sein kann und sich in Situationen im klinischen Alltag widerspiegelt (Konrad 2014). Virtuelle Lernumgebungen können dabei einen Teil der Realität mit dem Ziel nachbilden, ein interaktives Alltagserlebnis zu schaffen um gezielt Lernerfahrungen herbeizuführen und zu verbessern. Auch das Lernen aus Fällen halten Breuer et al. (2017) für sehr wichtig. Dennoch muss auch das Lernen praktischer Fertigkeiten seinen Platz haben. Jede praktische Fertigkeit braucht jedoch eine theoretische Propädeutik. Mit zunehmendem Alter verändert sich das Lernen hin zu größeren Schwierigkeiten, Dinge im Kurzzeitgedächtnis zu verankern, jedoch eine Verbesserung von wirklich Verstandenem und wirklicher Verankerung im Langzeitgedächtnis. Übt man bereits im Medizinstudium Lernstrategien, die Wissen ins Langzeitgedächtnis transferieren und diesen Transfer auch verbessern und optimieren, hat man später im Rahmen der Facharztausbildung deutliche Vorteile gerade bezüglich des Verankerns im Langzeitgedächtnis (Breuer et al. 2017).

Maertens et al. (2016) betonen insbesondere in der Chirurgieausbildung (universitär und ärztlich) die Notwendigkeit und Wichtigkeit von e-Learning Modulen, die auch zunehmend immer populärer werden. Sie untersuchten in einer Studie die Effektivität von e-Learning als Lehrtool im Vergleich mit anderen chirurgischen Trainingsmethoden im Rahmen einer systematischen Literaturstudie. Insgesamt werteten sie 4704 Studien aus. Davon wurden 87 in ihre Untersuchung einbezogen mit insgesamt 7871 Studenten und Assistenzärzten sowie qualifizierten Chirurgen (52 Studien Medizinstudenten, 51 Studien Assistenzärzte, 2 Studien fachqualifizierte Chirurgen, 6 Studien Krankenschwestern). Die e-Learning Tools hatten kognitives Lehren (71 Studien), psychomotorisches Lehren (36 Studien) und nicht technische Skills (8 Studien) zum Inhalt. In den gesichteten Studien wurde e-Learning eingesetzt bezüglich Multimedia-Angeboten (84 Studien), interaktivem Lernen (60 Studien), Feedback der Nutzer (27 Studien), Assessment (26 Studien), virtuelle Patienten angeboten

(22 Studien), Virtual-Reality-Umgebung (11 Studien), Spaced-Education, also die blockweise Wiederholung neuer Lerninhalte mit Pausen (7 Studien), Community-Diskussionen (2 Studien) und Spielen (2 Studien). Übereinstimmend zeigte sich, dass zusätzlich angebotenen e-Learning Tools entweder zu einer höheren oder einer ähnlich hohen Effektivität führten im Vergleich zu sowohl komplett fehlender Intervention (29 und 4 Studien), als auch im Vergleich zu lediglich fehlendem e-Learning (29 und 22 Studien). Hier zeigt sich, dass die Übergänge von studentischem und ärztlichem Lernen heute fließend sind. Übt man schon als Student das nachhaltige Lernen mittels blended-Learning ein, ist es einfacher dies auch im Arztberuf fortzusetzen und lebenslang von dem zu profitieren, was man als Student eingeübt hat.

Gerade die Motivation spielt beim Lernprozess eine ganz wichtige Rolle. Lehr- und Lernverfahren, die die Motivation stärken, sind deutlich im Vorteil und führen zu intensiverem Auseinandersetzen mit dem Stoff und zu einem besseren Lernerfolg (Morokhovets et al. 2019).

Werden diese bereits im Studium eingeübt, stehen sie eher auch in späteren Jahren zur Verfügung und fördern so das lebenslange Lernen.

Das Nutzen von e-Learning Angeboten sowie die Effizienz, mit der dadurch Wissen erworben werden kann, hängt natürlich auch stark von der individuellen Affinität zur Informationstechnologie, Internet und PC-Nutzung ab (Backhaus et al. 2019).

Blauth berichtete über rund 70 Onlinekurse zu allen wichtigen Themen der Orthopädie und Unfallchirurgie, die Rahmen OP-Training, Orthopädie und Unfallchirurgie zur Vorbereitung auf Facharztprüfung oder CME Refresher durch die Zeitschrift Operative Orthopädie und Traumatologie herausgegeben wird. Auch bei der Vorbereitung auf Facharztprüfung und Fragen im Rahmen der Facharztweiterbildung Orthopädie und Unfallchirurgie können diese elektronischen Angebote, diese Onlinekurse deutliche Vorteile bieten. Durch Zugriff rund um die Uhr, Präsentationen von Inhalten im interaktiven Kursformat, Möglichkeiten zum schrittweisen Erlernen der Inhalte, praxisnahe Darstellung der Operationsschritte, Zoom- und Suchfunktion und Zugriffe auf die Onlinekurse von überall auf Desktop und Tablet. Hat man bereits als Student im Medizinstudium Onlineangebote genutzt, fällt dies dann im Rahmen der Vorbereitung auf die Facharztprüfung oder im Rahmen der Facharztweiterbildung nicht mehr schwer und man macht einen

deutlichen und wichtigen Schritt in Richtung lebenslanges Lernen. Interaktive und benutzerfreundliche Features werden immer mehr an Bedeutung gewinnen (Blauth und Unglaub 2015).

Generell zeigen sowohl die eigenen Ergebnisse und Erfahrungen mit MEC-O, als auch die Erfahrungen anderer Autoren mit e-learning-Tools in einem blended-Learning-Kontext, dass diese Angebote von den Studenten sehr gut angenommen und genutzt werden, dass sie den Lernvorgang angenehmer und nachhaltiger machen können und die Effizienz des Wissenserwerbs günstig beeinflussen können. E-Learning hat heute einen festen Platz in der studentischen Ausbildung, aber auch danach.

### 6.3. Limitationen der Arbeit

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Entstehung des e-Learning-Tools MEC.O der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes seit den allerersten Schritten im Jahr 2008. In den Anfangsjahren lagen noch andere Voraussetzungen vor, als heute, beispielsweise bezüglich technischer Aspekte, oder auch Nutzungsverhalten von Internetangeboten durch die Studierenden.

Durch die vorgegebenen finanziellen und personellen engen Rahmenbedingungen war nur ein sukzessiver Zuwachs an Content möglich. Dies bedeutet, dass auch heute noch einzelne Kapitel im Tool Lücken an Content aufweisen, MEC.O ist nie komplett „vollständig“ geworden.

Die hier beschriebene Evaluation berücksichtigt demnach natürlich auch nur einen begrenzten und unvollständigen Content.

Wäre das Angebot komplett gewesen, wären möglicherweise ganz andere Ergebnisse erzielt worden. Weiterhin war es anfangs auch ein passwortgeschütztes Tool, das ausschließlich Studenten der eigenen Fakultät offenstand, allerdings gab es anfangs analog auch nicht die Möglichkeit für die eigenen Studenten, in Tools anderer Universitäten zu gehen und deren Content zu

nutzen. Inzwischen ist das Material frei verfügbar und auch e-Learning-Tools anderer Fakultäten sind frei nutzbar. Dies bedeutet, die Tatsache des nie vollständig gewordenen Tools ist inzwischen nicht mehr relevant. Sämtliche interessierte Studenten nutzen heute e-Learning-Angebote unterschiedlicher Universitäten und Anbieter.

Die hier beschriebene eigene erste Evaluation, die sehr früh in der Anfangsphase des Erstellungsprozesses stattfand, hat sicherlich methodische Schwächen. Die Fallzahlen sind gering, das vorhandene e-Learning-Material war noch recht spärlich. Gerade der selbst erstellte Content war aus Kostengründen begrenzt. Das Projekt wurde zu einer Zeit gestartet, als die Erstellung institutspezifischer Lehrinhalte noch sehr kostenintensiv war. Aus diesem Grund wurde über intelligente Links auf bereits vorhandene web-basierte Lehrinhalte zurückgegriffen, so dass entsprechend für die Studenten diese Lehrinhalte einfacher zugänglich wurden. Es wurden im Rahmen der Evaluation nur einige wenige Parameter erfragt und ausgewertet. Diese Tatsachen dürften eine wichtige Rolle bezüglich der Ergebnisse spielen.

Die Ergebnisse scheinen darzulegen, dass die Klausurergebnisse umso schlechter werden, je mehr universitäre Angebote genutzt wurden.

Zu berücksichtigen ist dabei aber auch, dass die Klausur in Unfallchirurgie stets sehr gut ausfällt. Es ist daher kaum möglich, statistisch signifikante Verbesserungen eines eh schon sehr guten Ergebnisses zu erzielen, wenn ein neues zusätzliches Lehrangebot zur Verfügung gestellt wird, das dann zum Befragungszeitpunkt auch nur sehr begrenzt mit Content aufgefüllt war.

Es dürfte eine ganze Reihe von zusätzlichen Einflussfaktoren auf die Klausurnote geben, die hier nicht berücksichtigt wurde.

Wie bereits erwähnt könnten eventuell Studenten mit mangelnden Sprachkenntnissen oder auch einfach nur Studenten mit generell schlechterer Studienleistung oder weniger grundsätzlichem unfallchirurgischem Interesse und damit weniger zusätzlichem bereits angeeignetem unfallchirurgischem Wissen gehäuft in der Gruppe mit Doppelnutzung vorhanden gewesen sein, während die besonders sprachgewandten oder leistungsstarken Studenten sich in der Nicht-Nutzer-Gruppe aufgehalten haben könnten. Wenn demnach 'schlechte' Studenten beide Unterrichtsmöglichkeiten, also MEC.O plus Präsenzvorlesung, nutzen,

jedoch am Ende in der Klausur lediglich marginal schlechter abschneiden, wäre dies ein sehr positives Ergebnis.

Im Nachhinein betrachtet wäre eine Prüfung der Sprachfähigkeit und des Lernverständnisses sinnvoll gewesen. Ohne diese Charakteristika unterstellt man dem Kollektiv per se eine intellektuelle Homogenität, die nicht gegeben sein muss. Ein schlechtes Abschneiden in der Klausur wird zum einzigen Prüfparameter definiert und von dem Prüfungserfolg auf die Güte von MEC.O/der Vorlesung zurückgefolgert. Dies dürfte jedoch falsch sein. Die Auswertung zeigt, dass es mit Sicherheit noch andere Einflussfaktoren geben muss, die nicht geprüft sind, aber von Relevanz sein könnten.

Interessant sind auch die Unterschiede von globaler Einschätzung, Klausurnote und Vorlesungsbesuchshäufigkeit zwischen dem Winter- und Sommersemester. Offenbar sind die Studenten im Sommer wesentlich 'vorlesungsmüder' und nicht bereit, das MEC.O-Programm abzuschließen. Im Wintersemester ist das anders. Man könnte daraus ableiten, dass im Sommer das Lernverhalten (Bücher lesen im Freien anstelle eines Vorlesungsbesuches) der Studenten einfach erheblich anders ausfällt als im Winter (häufigeres Lernen in warmen, geschlossenen Räumen, ggf. mittels PC). Dies wird dadurch bestätigt, dass im WS 2008/09 die Veranstaltung (wenn auch nur marginal und nicht statistisch signifikant) besser von den Studenten bewertet wird als im Sommersemester. Im Sommer sind die erzielten Noten in der Klausur durchschnittlich etwas besser als im Wintersemester. Es könnte also sein, dass die beobachteten Unterschiede in der Besuchsbereitschaft der Vorlesung, der Abbruchhäufigkeit von MEC.O und den Klausurleistungen zum Teil schlicht auf unbewusste Verhaltensweisen zurückzuführen sind, die die Studenten im Sommer stärker ins Freie gehen lassen.

Was im Übrigen nicht geprüft werden kann, ist der Umstand, warum nur 6 Studenten das MEC.O-Programm mit der kompletten Contentnutzung abschlossen, obwohl es von 100 Studenten mindestens einmal eingesetzt wurde. Es fehlt im Datensatz eine Befragung der Studenten nach der Bewertung des MEC.O-Trainings bzw. einem Scoring, was eine Aussage über die Güte des MEC.O-Programms zulässt.

Heute wäre eine neue, ausführlichere, Evaluation, so wünschenswert sie auch sein mag, gar nicht mehr durchführbar, einfach mangels Kontrollgruppe. Heute nutzt

jeder Student genau das online-Lehrangebot, welches er gerade möchte. Gleichgültig ob von der eigenen Klinik oder von einer anderen oder von sonstigen Anbietern. Wissen ist inzwischen global verfügbar. Es dürfte nur noch eine verschwindende Minderheit von Studenten geben - wenn überhaupt -, die keinerlei e-Learning in ihrem Studium nutzen. Damit entfällt leider die Möglichkeit, eine erneute, diesmal ausführlichere Evaluation, die dann auch auf der Basis von wesentlich mehr selbst erstelltem Content erfolgen würde, durchzuführen. Durch die Mehrfachnutzung unterschiedlicher elektronischer Lernquellen durch alle Studenten ist nicht mehr zu diskriminieren, welcher Lernfortschritt denn nun von welchem Angebot herrührt.

## 7. Literaturverzeichnis

1. Asselmeyer H (2004) Trends, current developments, and concepts in distance learning and e-learning. *Int J Comput Dent* 7:145-57
2. Atkins S, Yan W, Meragia E, Mahomed H, Rosales-Klitz S, Skinner D, Zwarenstein M (2016) Student experiences of participating in five collaborative blended learning courses in Africa and Asia: a survey. *Glob Health Act* 9:28145
3. Back DA, Behringer F, Haberstroh N, Ehlers JP, Sostmann K, Peters H (2016) Learning management system and e-learning tools: an experience of medical students' usage and expectations. *Int J Med Educ* 7:267-27
4. Back DA, Behringer F, Harms T, Plener J, Sostmann K, Peters H (2015) Survey of e-learning implementation and faculty support strategies in a cluster of mid-European medical schools. *BMC Med Educ* 15:145
5. Back DA, von Malotky J, Sostmann K, Hube R, Peters H, Hoff E (2017) Superior gain in knowledge by podcasts versus test-based learning in teaching orthopedics: A randomized controlled trial. *J Surg Educ* 74:154-160
6. Backhaus J, Huth K, Entwistle A, Homayounfar K, Koenig S (2019) Digital affinity in medical students influences learning outcome: A cluster analytical design comparing vodcast with traditional lecture. *J Surg Educ* 76(3):711-719
7. Baker RC, Spence RAJ, Boohan M, Dorman A, Stevenson M, Kirk SJ, Mc Glade K (2015) A novel approach to improve undergraduate surgical teaching. *Ulster Med J* 84(1):30-36

8. Bamford R, Coulston J (2016) Effective e-learning in surgical education: the core values underpinning effective e-learning environments and how these may be enhanced for future surgical education. *ecancer* 10:ed53
9. Baumgart DC, Wende I, Grittner U (2017) Tablet computer enhanced training improves internal medicine exam performance. *PLOS ONE* 12(4):e0172827. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172827>
10. Bhatti I, Jones K, Richardson L, Foreman D, Lund J, Tierney G (2011) E-learning vs lecture: which is the best approach to surgical teaching? *Colorect Dis* 13:459-462
11. Blauth M, Dresing K, Unglaub F (2017) OP-Training Orthopädie & Unfallchirurgie. Zur Vorbereitung auf die Facharztprüfung oder als CME-Refresher. *Oper Orthop Traumatol* 29:103-104
12. Blauth M, Unglaub F (2015) Operative Orthopädie und Traumatologie mit neuem E-Learning-Angebot. *Oper Orthop Traumatol* 5:377-378
13. Boeker M, Klar R (2006) E-learning in der ärztlichen Aus- und Weiterbildung. Methoden, Ergebnisse, Evaluation. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 49:405-11
14. Booth A, Levy P, Bath PA, Lacey T, Sanderson M, Diercks-O'Brian G (2005) Studying health information from a distance: refining an e-learning case study in the crucible of student evaluation. *Health Info Libr J* 22 Suppl 2:8-19
15. Brame CJ (2016) Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content. *CBE-Life Sci Educ* 15:es6,1-6
16. Breuer G, Lütcke B, Pierre MS, Hüttl S (2017) Für die Facharztweiterbildung Lernen lernen. *Anaesth* 66:137-150

17. Bridges S, Chang JWW, Chu CH, Gardner K (2014) Blended learning in situated contexts: 3-year evaluation of an online peer review project. *Eur J Dent Educ* 18:170-179
18. Cheung JJH, Kulasegaram KM, Woods NN, Moulton CA, Ringsted CV, Brydges R (2017) Knowing How and Knowing Why: testing the effect of instruction designed for cognitive integration on procedural skills transfer. *Adv Health Sci Educ* 23:61-74
19. Citak M, Haasper C, Behrends M, Kupka T, Kendorf D, Hübner T, Matthies HK, Krettek C (2007) Webbasiertes e-learning-Tool in der unfallchirurgischen Lehre. Erste Erfahrungen und Evaluationsergebnisse. *Unfallchirurg* 110(4):367-72
20. Cooper H, Spencer-Dawe E (2006) Involving service users in interprofessional education narrowing the gap between theory and practice. *J Interprof Care* 20:603-17
21. Dankbaar M (2017) Serious games and blended learning; effects on performance and motivation in medical education. *Perspect Med Educ* 6:58-60
22. De la Garza JR, Kowalewski KF, Friedrich M, Schmidt MW, Bruckner T, Kenngott HG, Fischer L, Müller-Stich BP, Nickel F (2017) Does rating the operation videos with a checklist score improve the effect of E-learning for bariatric surgical training? Study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Trials* 18:134
23. Della Corte F, La Mura F, Petrino R (2005) E-learning as educational tool in emergency and disaster medicine teaching. *Minerva Anesthesiol* 71:181-95

24. Docherty C, Hoy D, Topp H, Trinder K (2006) eLearning techniques supporting problem based learning in clinical simulation. *Int J Med Inform* 74:527-33
25. Fischer MRG (2003) E-learning in der medizinischen Aus-, Fort- und Weiterbildung. Stand und Perspektiven. *Med Klin* 98:594-7
26. Fischer MR, Aulinger B, Kopp V (2005) Implementierung von Computerlernfällen in das Curriculum der Inneren Medizin. *GMS Z Med Ausbild* 22(1):Doc12
27. Fischer MR, Kopp V, Stark R (2008) Förderung von Diagnosekompetenz bei Studierenden der Medizin durch fall- und beispielbasiertes Lernen: Der Einfluss von Fehlern und Feedback. *GMS Z Med Ausbild.* 25(1):Doc14
28. Gao X, Wong LM, Chow DYS, Law XJ, Ching LYL (2015) Learning clinical procedures through Internet visual resources: A qualitative study amongst undergraduate students. *Eur J Dent Educ* 19:38-43
29. Garret BM, Jackson C (2006) A mobile clinical e-portfolio for nursing and medical students, using wireless personal digital assistants (PDAs). *Nurse Educ Today* 26:647-54
30. Giuliadori M, Lujan HL, DiCarlo E (2006) Peer instruction enhanced student performance on qualitative problem-solving questions. *Adv Physiol Educ* 30:168-73
31. Gotthardt M, Siegert MJ, Schlieck A, Schneider S, Kohnert A, Gross MW, Schäfer C, Wagner R, Hörrmann S, Behr TM, Engenhardt-Cabillic R, Klose KJ, Jungclas H, Glowalla U (2003) How to successfully implement e-learning for both students and teachers. *Acad Radiol* 13:379-90

32. Haag M, Köpcke W (2006) E-Learning in der Medizin. *GMS Med Inform Biom Epidemiol* 2(3):Doc29
33. Harden RM (2006) Trends and the future of postgraduate medical education. *Emerg Med* 23:798-802
34. Hare C, Davies C, Shepherd M (2006) Safer medicine administration through the use of e-learning. *Nurs Times* 102:25-7
35. Hassall C, Lewis DI (2017) Institutional and technological barriers to the use of open educational resources (OERs) in physiology and medical education. *Adv Physiol Educ* 41:77-81
36. Hattie J (2013) *Lernen sichtbar machen*. Schneider, Hohengehren
37. Heber S (2011) *Entwicklung und Einführung eines E-Learning-Projektes für die Histopathologieausbildung des Zahnmedizinstudiums an der Universität Würzburg*. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät der Julius-Maximilians-Universität Würzburg.
38. Helmich E, Yeh HM, Yeh CC, de Vries J, Tsai DFC, Dornan T (2017) Emotional Learning and Identity Development in Medicine: A Cross-Cultural Qualitative Study Comparing Taiwanese and Dutch Medical Undergraduates. *Acad Med* 92:853-859
39. Höhne S, Schumann RR (2004) Computer-assisted learning in human and dental medicine. *Int J Comput Dent* 7:159-67
40. Homepage AO Foundation (2019) [www.aosurgery.org](http://www.aosurgery.org)
41. Homepage Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes (2019) <http://www.uniklinikum-saarland.de/de/einrichtungen/klinikeninstitute/chirurgie/unfallchirurgie/lehre/>

42. Homepage Mueller Foundation (2019) [www.muellerfoundation.org](http://www.muellerfoundation.org)
43. Homepage Universitätsbibliothek Homburg (2019) <http://www.uniklinikum-saarland.de/einrichtungen/bibliothek/>
44. Huwendiek S, Reichert F, Bosse HM, Brasch C, Haag M, Hoffmann GF (2008) Vergleich von klassischem Problem-orientiertem Lernen und Blended Learning mit virtuellen Patienten. *GMS Z Med Ausbild* 25(1):Doc24
45. Ihringer S (2000) E-learning: Modetrend oder neue Potenziale netzgestützter Medien für das Lernen im öffentlichen Dienst? *Splitter* 2. [http://www.lit.berlin.de/splitter/sp2-2000e\\_learning.htm](http://www.lit.berlin.de/splitter/sp2-2000e_learning.htm)
46. Islam G, Kahol K, Li B, Smith M, Patel VL (2016) Affordable, web-based surgical skill training and evaluation tool. *J Biomed Inform* 59:102-144
47. Kerres M (2001) *Multimediale und telematische Lernumgebungen: Konzeption und Entwicklung*. Oldenbourg, München, Wien
48. Khan KS, Coomarasamy A (2006) A hierarchie of effektiv teaching and learning to acquire competence in evidenced-based medicine. *BMC Med Educ* 6:59-68
49. Klass J (2004) Will e-learning improve clinical judgment? *BMJ* 328:1147-1148
50. Knopp W, Ziegler R (2010) *Inhalte der Lehr- und Lernplattform*. Vortrag: Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, 27.10.2010, Berlin
51. Knopp W, Ziegler R, Wendorf A, Hohenberg G, Redies M, Pohlemann T (2007) *eLearning Day 2007*. Poster, Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität des Saarlandes

52. Knopp W, Ziegler R, Hohenberg G, Wendorf A, Redies M, Pohlemann T (2008) MEC.O – Medical education online. Ein Schlüssel zur Wissenserweiterung in der unfallchirurgischen Studentenausbildung im Rahmen der neuen Approbationsordnung für Ärzte. Vortrag: E- Learning-Day der Universität des Saarlandes, Saarbrücken
53. Konrad K (2014) Lernen lernen – allein und mit anderen. Springer Fachmedien, Wiesbaden
54. Kuchenbecker J, Parasta AM (2001) E-learning. Online-Revolution des Lernens. Eine Illusion? Med Online 3:26-8
55. Kumpu M, Atkins S, Zwarenstein M, Nkonki L (2016) A partial economic evaluation of blended learning in teaching health research methods: a three-university collaboration in South Africa, Sweden, and Uganda. Glob Health Act 9:28058
56. Kyriakoulis K, Patelarou A, Laliotis A, Wan AC, Matalliotakis M, Tsiou C, Patelarou E (2016) Educational strategies for teaching evidence-based practice to undergraduate health students: systematic review. J Educ Eval Health Prof 13:34
57. Law JK, Thome PA, Lindeman B, Jackson DC, Lidor AO (2017) Student use and perceptions of mobile technology in clinical clerkships – Guidance for curriculum design. Am J Surg.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.amjsurg.2017.01.038>
58. Leven FJ, Bauch M, Haag M (2006) E-Learning in der Mediziner Ausbildung in Deutschland: Status und Perspektiven. GMS Med Inform Biom Epidemiol 2(3):Doc28
59. Lewin D, Pasternack P (2007) Künftige Trends in der Hochschulbildung. In: Pasternack P, Bloch R, Gellert C, Hölscher M, Kreckel R, Lewin D, Lischka I, Schildberg A. Die Trends der Hochschulbildung und ihre Konsequenzen.

Wissenschaftlicher Bericht für das Bundesministerium für Bildung,  
Wissenschaft und Kultur der Republik Österreich. BMBWK Wien, pp101-33.

60. Li TY, Gao X, Wong K, Tse CSK, Chan YY (2015) Learning Clinical Procedures Through Internet Digital Objects: Experience of Undergraduate Students Across Clinical Faculties. *JMIR Med Educ* 1(1):e
61. Liebhardt H, Müller M (2004) Kompetenzzentrum „E-learning in der Medizin“ als Beispiel einer strukturellen Einbindung von E-learning in die Hochschulmedizin. In: Bremer C, Kohl E, editors. *E-learning-Strategien und E-learning-Kompetenzen an Hochschulen*. Bielefeld, AHD, Bertelsmann Verlag, pp195-200
62. Maertens H, Madani A, Landry T, Vermassen F, van Herzeele I, Aggarwal R (2016) Systematic review of e-learning for surgical training. *BJJS* 103:1428-1437
63. Maleck M, Fischer MR, Kammer B, Zeiler C, Mangel E, Schenk F, Pfeifer KJ (2001) Do Computers teach better? A media comparison study for case-based teaching in radiology. *Radiograph* 21:1025-1032
64. Mardani AH (2009) Thought of learning without the constraints of spatial and temporal in library science in developing countries. *J Sci Technol Res Instit* 24:143-58
65. Martin JP (2002) Lernen durch Lehren (LdL). *Die Schulleitung – Zeitschrift für pädagogische Führung und Fortbildung in Bayern* 4:3-9
66. Martin JP, Oebel G (2007) Lernen durch Lehren: Paradigmenwechsel in der Didaktik? *Deutschunterricht in Japan* 12:4-21
67. Matthies HK, Krettek C, Schwestka-Polly R, Krückeberg J, Behrends M, Kupka T (2006) eLearning-Möglichkeiten in der Medizinischen Hochschule Hannover. *GMS Med Inform Biom Epidemiol* 2(3):Doc12.

68. MEC.O (2019) <http://vs004.med-rz.uniklinik-saarland.de/index123.htm>
69. Metha S, Clarke F, Fleming PS (2016) An assessment of student experiences and learning based on a novel undergraduate e-learning resource. *Brit Dent J* 221:131-136
70. Morokhovets HY, Uvarkina OV, Bieliaieva OM, Lysanets YV, Senkevych HA, Stetsenko SA (2019) Development of motivation towards education in medical students. *Viad Lek* 72(1):7-11
71. Mylopoulos M, Brydges R, Woods NN, Manzone J, Schwartz DL (2016) Preparation for future learning: a missing competency in health professions education? *Med Educ* 50:115-123
72. Nattestad A, Attstrom R, Mattheos N, Ramseier C, Canagallo L, Eaton K, Freeney L, Goffin G, Markovska N, Schitteck M, Spohn E, Sudzina M (2002) 4.1 Web-based interactive learning programmes. *Eur J Dent Educ.* 6 Suppl 3:127-37
73. Nickel F, Brzoska JA, Gondan M, Rangnick HM, Chu J, Kenngott HG, Linke GR, Kadmon M, Fischer L, Müller-Stich BP (2015) Virtual Reality Training Versus Blended Learning of Laparoscopic Cholecystectomy. A Randomized Controlled Trial With Laparoscopic Novices. *Medicine* 94(20):e764
74. Nicklen P, Rivers G, Ooi C, Ilic D, Reeves S, Walsh K, et al. (2016) An Approach for Calculating Student-Centered Value in Education – A Link between Quality, Efficiency, and the Learning Experience in the Health Professions. *PLOS ONE* 11(9):e0162941.doi:0.1371/journal.pone.0162941
75. Page J, Meehan-Andrews T, Weerakkody N, Hughes DL, Rathner JA (2017) Student perceptions and learning outcomes of blended learning in a massive first-year core physiology for allied health subjects. *Adv Physiol Educ* 41:44-55

76. Pahlke F, König IR, Bischoff M, Ziegler A (2006) Ein inkrementelles Vorgehensmodell für E-Learning-Projekte an Hochschulen. *GMS Med Inform Biom Epidemiol* 2(3):Doc25.
77. Pettit RK, Kinney M, McCoy L (2017) A descriptive, cross-sectional study of medical student preferences for vodcast design, format and pedagogical approach. *BMC Med Educ* 17:89
78. Pierer G (2007) e-learning Modul Chirurgische Basiskompetenzen. Persönliche Mitteilung.
79. Potomkova J, Mihal V, Cihalik C (2006) Web-based Instruction and its impact on the learning activity of medical students: a review. *Biomed Pap Med Fak Univ Palacky Olomouc Czech Repub* 150(2):357-361
80. Prostsiv M, Rosales-Klintz S, Bwanga F, Zwarenstein M, Atkins F (2016) Blended learning across universities in an South-North-South collaboration: a case study. *BMC Health Res Policy Sys* 14:67
81. Prüfert MK (2005) Efficient e-learning with a well-founded media-didactic concept. *Int J Comput Dent* 8:27-39
82. PubMed (2019) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
83. Radon K, Kolb S, Reichert J, Baumeister T, Fuchs R, Hege I, Fischer M, Nowak D (2006) Case-based e-learning in occupational medicine – the NetWoRM project in Germany. *Ann Agric Envir Med* 13:1-6
84. Rafai N, Lemos M, Kennes LN, Hawari A, Gerhardt-Szep S, Classen-Linke I (2016) Anatomy meets dentistry! Linking anatomy and clinical practice in the preclinical dental curriculum. *BMC Med Educ* 16:305

85. Randell D, (2001) e-Learning for continuing education: exploring a new frontier MLO Med Lab Obs 24:8
86. Ridgway PF, Sheikh A, Sweeney KJ, Evoy D, Mc Dermott E, Felle P, Hill AD, O'Higgins NJ (2007) Surgical e-learning: validation of multimedia web-based lectures. Med Educ 41:168-172
87. Ruiz JG, Mintzer MJ, Leipzig RM (2006) The impact of e-Learning in medical education. Acad Med 81:207-12
88. Sáiz Manzanares MC, Marticorena Sánchez R, Garcia Osorio CL and Diez-Pastor JF (2017) How do B-Learning and Learning Patterns Influence Learning Outcomes? Front Psychol 8:745
89. Sancho P, Corral R, Rivas T, Gonzales MJ, Chordi A, Tejedor C (2006) Instructional design and assessment. A blended learning experience for teaching microbiology. AM Pharm Educ 70(5) 120:1-9
90. Schauf B, Schneider J, Lammerding-Köppel M, Wallwiener M (2006) Verbesserung der medizinischen Lehre durch internetbasierte Vorlesungsnachbereitung und -ergänzung: E-Learning-Erfahrungen der Universitätsfrauenklinik Tübingen. GMS Med Inform Biom Epidemiol 2(3):Doc23.
91. Seufert S, Euler D eds (2004) Nachhaltigkeit von eLearning-Innovationen. Ergebnisse einer Delphi-Studie. SCIL-Arbeitsbericht 2, Universität St. Gallen, SCIL St. Gallen
92. Simonsohn AB, Fischer MR (2004) Evaluation eines fallbasierten computergestützten Lernsystems (CASUS) im klinischen Studienabschnitt. Dtsch Med Wochenschr 129:552-556
93. Sonesson L, Boffard K, Lundberg L, Rydmark M, Karlgren K (2017) The challenges of military education and training for physicians and nurses in the

Nordic countries – an interview study. *BMC Scand J Trauma Res Emerg Med* 25:38

94. Sonesson L, Boffard K, Lundberg L, Rydmark M, Karlgren K (2018) The potential of blended learning in education and training for advanced civilian and military trauma care. *J Injury* 49(1):93-96
95. Spreckelsen C, Spitzer K (2006) Herausforderungen für das medizinische E-Learning: Methoden und Ergebnisse einer systematischen Exploration. *GMS Med Inform Biom Epidemiol* 2(3):Doc26.
96. Tarpada SP, Hsueh WD, Gibber MJ (2017) Resident and Student Education in Otolaryngology: A 10-Year Update on E-Learning. *Laryng* 127:E219-E224
97. Traue HC (2003) E-learning für psychosoziale Lehrinhalte. *Psychother Psych Med* 53:325
98. Vollmar HC, Schürer-Maly CC, Lelgemann M, Koneczny N, Koch M, Butzlaff M (2006) Online-Fortbildung auf der Basis nationaler Versorgungsleitlinien. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 49:412-7
99. Vukovljak L (2002) Closing the knowledge gap with e-learning. *J AHIMA* 73(6):52-4
100. Wahlqvist M, Skott A, Björkelund C, Dahlgren G, Lonka K, Mattsson B (2006) Impact of medical student's descriptive evaluations on long-term course development. *BMC Med Educ* 6:24-35
101. Watkins AA, Gondek SP, Lagisetty KH, Castillo-Angeles M, Gangadharan SP, Cahalane MJ, Kent TS (2017) Weekly e-mailed teaching tips and reading material influence teaching among general surgery residents. *Am J Surg* 213:195-201

102. Whisted N (2005) Learning and teaching. Supporting e-learning – a view from the Open University. Health Info Libr J 22:301-4
103. von Wichert P (2008) Plädoyer für eine Fortentwicklung der medizinischen Ausbildungsordnung im Spannungsfeld zwischen systematischer und praktischer Ausbildung. GMS Z Med Ausbild 25(1):Doc72
104. Wiecha JM, Gramling R, Joachim P, Vanderschmidt H (2003) Collaborative e-learning using streaming video and asynchronous discussion boards to teach the cognitive foundation of medical interviewing: A case study. J Med Internet Res 5:e13
105. Williams B, Upchurch J (2006) The internationalisation of prehospital education: a merging of ideologies between Australia and the USA. Emerg Med J 23:573-7
106. Wilson AS, Goodall JE, Ambrosini G, Carruthers DM, Chan H, Ong SG, Young SP (2006) Development of an interactive learning tool for teaching rheumatology- a simulated clinical case studies program. Rheumatol45:1158-61
107. Wollatz M, Münch-Harrach D, Sunderbrink N, Peimann CJ, Handels H (2006) Einführung einer E-Learning-Plattform für die medizinische Lehre am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf. GMS Med Inform Biom Epidemiol 2(3):Doc24.
108. Woltering V, Herrler A, Spreckelsen C (2008) Problemorientiertes Lernen (POL) als Blended Learning: erste Evaluationsergebnisse zu einem Pilotprojekt in einem Aachener Modellstudiengang Medizin. GMS Z Med Ausbild 25(1) :Doc46
109. Wong MS, Lemaire ED, Leung AKL, Chan F (2004) Enhancement of prosthetics and orthotics learning and teaching through e-learning technology

and methodology. Prost Orth Int 28:55-9

110. Wright KE, Stewart J, Wright VH, Barker S (2002) eLearning: Is there a place in athletic training education? J Athl Train Suppl 37:208-12
111. Wünschel M, Kluba T, Wülker N (2008) Integration einer internetbasierten virtuellen Fallsammlung in den curricularen Unterricht an einer Orthopädischen Universitätsklinik. GMS Z Med Ausbild 25(1):Doc38
112. Wutoh R, Boren SA, Balas EA (2004) eLearning: A review of Internet-based continuing medical education. J Contin Educ Health Prof 24:20-303
113. Wynther L, Burgess A, Kalman E, Heron JE, Bleasel J (2019) Medical students: what educational resources are they using? BMC Med Educ 19:36
114. Zajaczek JES, Götz F, Kupka T, Behrends M, Haubitz B, Donnerstag F, Rodt T, Walter GF, Matthies HK, Becker H (2006) eLearning in education and advanced training in neuroradiology: introduction of web-based teaching and learning application. Neuroradiology 48:640-6
115. Zajaczek JEW, Kupka T, Behrends M, Goetz F, Matthies H, Lanfermann H (2008) Verflechtung der medizinischen Aus-, Weiter- und Fortbildung mit Hilfe einer web-basierten Lehr- und Lernplattform. GMS Z Med Ausbild 25(1):Doc21
116. Zhan X, Zhang Z, Sun F, Liu Q, Peng W, Zhang H, Yan W (2017) Effects of Improving Primary Health Care Workers' Knowledge About Public Health Services in Rural China: A Comparative Study of Blended Learning and Pure E-Learning. J Med Internet Res 19(5):e116
117. Ziegler R, Knopp W, Hohenberg G, Wendorf A, Redies M, Pohlemann T (2010) MEC.O – Medical education online: a key to the knowledge extension in the student training in traumatology. 11th European Congress of Trauma

& Emergency Surgery (ESTES), Brüssel 15. – 18. Mai 2010

118. Ziegler R, Knopp W, Hohenberg G, Wendorf A, Redies M, Pohlemann T (2008) MEC.O – Medical education online. Ein Modul zur Wissenserweiterung in der unfallchirurgischen Studentenausbildung im Rahmen der neuen Approbationsordnung für Ärzte. Vortrag: Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, 22.-25. Oktober 2008, Berlin
119. Ziegler R, Knopp W, Hohenberg G, Wendorf A, Redies M, Pohlemann T (2009) MEC.O – Medical education online: Ein Schlüssel zur Wissenserweiterung in der unfallchirurgischen Studentenausbildung im Rahmen der neuen Approbationsordnung für Ärzte. GMS Med Inform Biom Epidemiol 5(1):Doc04
120. Ziegler R, Knopp W, Hohenberg G, Wendorf A, Redies M, Pohlemann T (2007) MECO – Medical education online. Ein unfallchirurgisches e-learning Konzept in der studentischen Ausbildung im Rahmen der neuen Approbationsordnung für Ärzte, in: G. Kundt, J. Bernauer, M. Fischer, M. Haag, R. Klar, J. Leven, H. Matthies & F. Puppe, e-learning in der Medizin und Zahnmedizin. Proceedings zum 11. Workshop der GMDS AG “Computergestützte Lehr- und Lernsysteme in der Medizin“ der deutschen Gesellschaft für medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS), Universität Rostock, 17.-18. Mai 2007 , pp. 129-142 ( Shaker Verlag, 52018 Aachen).
121. Ziegler R, Knopp W, Hohenberg G, Wendorf A, Redies M, Pohlemann T (2008) MEC.O – Medical education online. eLearning als ein Modul von blended learning in der unfallchirurgischen Studentenausbildung. Poster, Jahrestagung der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung – GMA. Greifswald, 2- 5.10.2008.  
<http://www.egms.de/de/meetings/gma2008/08gma022.shtml>
122. Ziegler R, Knopp W, Pohlemann T (2010) MEC.O: Medical Education Online: A Key to the Knowledge Extension in the Student Training in

Traumatology. Vortrag: 11th European Congress of Trauma and Emergency Surgery, 15.-18.05.2010, Brüssel, Belgien

123. Ziegler R, Knopp W, Pohlemann T (2010) MEC.O: Medical Education Online: A Key to the Knowledge Extension in the Student Training in Traumatology. Eur J Trauma Emerg Surg 2010 Supplement I:78
124. Ziegler R, Knopp W, Pohlemann T (2010): MEC.O – medical education online: Ein Modul zu Blended Learning in der unfallchirurgischen Studentenausbildung. Poster: Jahrestagung der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung, 23.-25. 09.2010, Ruhr-Universität Bochum
125. Ziegler R, Knopp W, Pohlemann T (2010): Urheberrechtliche Aspekte von eLearning. Vortrag: Klausurtagung der AG Lehre der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie. 15.-16.01.2010, Homburg

## 8. Dank

Mein besonderer Dank geht an Herrn Prof. Dr. med. Tim Pohlemann für die Aufnahme als externe Doktorandin und dafür, dass er mir die Möglichkeit gegeben hat, das e-Learning Projekt MEC.O unter Anleitung von und gemeinsam mit Herrn Prof. Dr. med. Werner Knopp zu entwickeln. Die Grundidee für MEC.O stammt von Herrn Prof. Dr. Pohlemann, er war als „Vater“ des Projektes während der gesamten Entwicklungsphase zu jeder Zeit ansprechbar und steuerte immer wieder wertvollen und wegweisenden Input bei.

Herrn Prof. Dr. med. Werner Knopp danke ich für die konstruktive gemeinsame Arbeit an MEC.O, das hervorragende Arbeitsklima, seine gedulden und hilfreichen Anleitungen, seine Unterstützung und wertschätzende Zusammenarbeit bei der Entwicklung, Planung und Content-Erstellung von MEC.O, dem Vorbereiten von Veröffentlichungen und Kongressbeiträgen über MEC.O und natürlich für die Betreuung meiner Dissertation.

Ich danke den an MEC.O beteiligten aktuellen und ehemaligen Oberärzten der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie für die Bereitstellung ihrer Vorlesung und ihrer Vorlesungsunterlagen, die Erstellung von Videos und weiterem Content: PD Dr. Antonius Pizanis, Prof. Dr. med. Tina Histing, Dr. med. Birgit Reischmann, Dr. med. Julia Heinzmann, Dr. med. Moritz Klein, Dr. med. Philipp Mörsdorf, Prof. Dr. Ulf Culemann, Prof. Dr. med. Reiner Wirbel, Dr. med. Miron Holanda, Dr. med. Sascha Hopp. Ein weiterer Dank geht an die Mitarbeiter der Klinik, an die Studenten und wissenschaftlichen Hilfskräfte, die an der Contenterstellung für MEC.O mitgewirkt haben. Ganz besonders möchte ich der Chefarztsekretärin Frau Susanne Ritter danken, die für alle Probleme während der Erstellungsphase von MEC.O immer ein offenes Ohr und eine Lösung hatte und die auch bei sämtlichen organisatorischen Aspekten und den Drittmittelanträgen erhebliche Hilfestellung geleistet hat.

Mein Dank geht auch an Herrn Prof. Dr. Gregor Hohenberg, Geschäftsführer der Hochschule Hamm-Lippstadt, ehemaliger Leiter der Ausbildung der medizinisch-technischen Assistenzberufe Radiologie und Funktionsdiagnostik am Universitätsklinikum des Saarlandes, der unser Projekt von Anfang an begleitet und unterstützt hat.

Für die Mitbeteiligung der AG Lehre der DGCH und der AG Lehre der DGOU danke ich ebenfalls, unser Projekt wurde in beiden AG's diskutiert und es kamen von dort wertvolle Impulse zur Weiterentwicklung.

Ohne die Finanzierung über Studiengebühren, sowie Drittmittel, insbesondere aus dem Arbeitskreis Lehre der DGCH wäre das Projekt nicht möglich gewesen, hier danke ich besonders dem ehemaligen Leiter der AG Lehre, Herrn Prof. Dr. med Felix Walcher, Klinikdirektor der Klinik für Unfallchirurgie des Universitätsklinikums Magdeburg und Generalsekretär des Universitätsklinikums Magdeburg. Weiter danke ich Herrn Prof. Dr.med. Udo Obertacke, stellvertretender Klinikdirektor der Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie Universitätsklinikum Mannheim und Leiter der AG Lehre der DGOU, sowie Frau Dr. med. Susanne Fröhlich, Oberärztin der Klinik für Orthopädie der Universitätsklinik Rostock und Leiterin der AG Lehre der DGOU..

Herzlichen Dank an den Studiendekan der medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes, Herrn Prof. Dr. med. Norbert Graf, Leiter der Klinik für Kinderheilkunde, pädiatrische Onkologie und Hämatologie der Universitätsklinik des Saarlandes für die Unterstützung bei der Einbettung unseres e-Learning-Tools in CHELM.

Für die Unterstützung der EDV-Umsetzung der Inhalte danke ich Herrn Lambertz-Houy.

Danke auch an Roland Sipek (+) für die statistische Auswertung der Daten für diese Arbeit.

## **9. Lebenslauf**

Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird der Lebenslauf in der elektronischen Fassung der Dissertation nicht veröffentlicht.