

Aus dem Dieter Scheffner Fachzentrum für medizinische Hochschullehre
und evidenzbasierte Ausbildungsforschung der
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Leiter: Univ.-Prof. Dr. med. Harm Peters

Habilitationsschrift

***Nutzung von digital gestützten Lehrkonzepten
im Studium der Humanmedizin
mit Schwerpunkt in der Orthopädie und Unfallchirurgie***

zur Erlangung der Lehrbefähigung für das Fach
Medizinische Ausbildungsforschung

vorgelegt dem Fakultätsrat der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Dr. med. David Alexander Back
geboren in Schweinfurt

Eingereicht: November 2016
Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. Axel R. Pries
1. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. med. Sigrid Harendza, MME
2. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. med. Sarah König, MME

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis relevanter Abkürzungen und Begriffe	3
1. Einleitung und Zielstellung	4
1.1. Universitäre Lehre in der Medizin auf dem Weg zur Neuzeit	4
1.2. Entwicklung des digitalen elektronischen Lernens in der Medizin	7
1.3. Neue Lehrmittel im Zeitalter des Internets.....	9
1.4. Veränderung universitärer Lehrformen im Zeichen des e-Learnings.....	12
1.5. E-Learning im Kontext der Lerntheorien.....	14
1.6. Etablierung des digitalen Lernens in der medizinischen Hochschullehre Deutschlands aus Sicht des Fachgebiets Orthopädie und Unfallchirurgie ...	17
1.7. Wissenschaftliche Fragestellungen	20
2. Eigene Arbeiten.....	21
2.1. Befragung zum Stand der e-Learning Implementierung und deren Rahmenbedingungen an deutschsprachigen Medizinfakultäten	21
2.2. Nutzung eines Lernmanagementsystems und digitaler Lehrformen unter Medizinstudierenden an der Charité.....	31
2.3. Entwicklung und Implementierung des e-Learning Projekts NESTOR für die Lehre der Orthopädie und Unfallchirurgie an der Charité	39
2.4. Einführung von NESTOR im Regelstudiengang der Charité	47
2.5. Einführung von NESTOR im Reformstudiengang der Charité.....	55
2.6. Langzeitimplementierung von NESTOR in der curricularen Lehre	64
2.7. Randomisierte Studie zum Einfluss von Podcasts auf den Wissenserwerb von Studierenden in der Orthopädie und Unfallchirurgie	72
3. Diskussion.....	80
4. Zusammenfassung	93
5. Literaturverzeichnis	95
Liste der zusammengefassten Publikationen	108
Danksagung	109
Erklärung	111

Verzeichnis relevanter Abkürzungen und Begriffe

Blended Learning	Verschränktes bzw. verzahntes Lernen (enge Abstimmung von e-Learning Komponenten auf den Präsenzunterricht)
E-Learning	Alle Varianten von Lehr- und Lernaktivitäten, die das Internet für Information oder Kommunikation nutzen
Hype	Besonders spektakuläre, mitreißende (Be)Werbung
LMS	Learning Management System
Link	Online Verknüpfung zu Internetseiten bzw. digital verfügbaren Quellen
MC	Multiple Choice
MOOC	Massive Open Online Course
NESTOR	Netzwerk für Studierende der Traumatologie und Orthopädie
NKLM	Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin
OSCE	Objective Structured Clinical Examination
PAL	Peer Assisted Learning
PBL	Problem-based Learning (s. POL)
POL	Problem-orientiertes Lernen (s. PBL)
Podcast	Audio(visuelles) Lehrmedium (basierend als Wortschöpfung auf den Begriffen "iPod" und "Broadcasting")

1. Einleitung und Zielstellung

1.1. Universitäre Lehre in der Medizin auf dem Weg zur Neuzeit

„(...) παραγγελίης τε καὶ ἀκροήσιος καὶ τῆς λοιπῆς ἀπάσης μαθήσιος μετάδοσιν ποιήσασθαι υἱοῖσί τε ἐμοῖσι, καὶ τοῖσι τοῦ ἐμὲ διδάξαντος, καὶ μαθηταῖσι συγγεγραμμένοισί τε καὶ ὠρκισμένοις νόμῳ ἰητρικῷ (...).“

(...) Und ich werde an Vorschriften, Vorlesungen und aller übrigen Unterweisung meine Söhne und die meines Lehrers und die vertraglich Verpflichteten und nach der ärztlichen Sitte vereidigten Schüler teilnehmen lassen (...).“

Aus dem Eid des Hippokrates (Übersetzung nach A.W. Bauer)¹

Ein enges direktes Bindungsverhältnis des Lernenden an einen erfahrenen Lehrenden seiner Zunft war bestimmend für die medizinische Lehre im alten Griechenland um Ärzte wie Hippokrates von Kos (ca. 460 bis 370 v. Chr.)^{2,3} und in Folge auch im alten Rom unter anderem um Galen³. Im Mittelalter waren es dann in Europa Klosterschulen, die nach dem Niedergang Roms und der Überwindung der Wirrungen der Völkerwanderung vornehmlich durch das Rezitieren von Schriften des Altertums eine medizinische Ausbildung wieder aufnahmen und gewährleisteten.⁴ Seit der Renaissance etablierten sich zunehmend Universitäten als Quell von Neuerungen im Bereich der aufstrebenden Wissenschaften und damit einhergehend auch im Bereich der Lehre.⁵ Aber auch zu dieser Zeit waren das medizinische Wissen und seine Lehre weiterhin relativ engen kleinen Kreisen von Studierenden vorbehalten. Wissensvermittlung durch praktischen Unterricht mit Patienten bzw. am Patientenbett wurde kombiniert mit Vorlesungen, bei denen Dozenten aus Büchern vortrugen.⁶ Der Großteil der damals noch handgeschriebenen Bücher lag in Klöstern oder den Bibliotheken der Universitäten vor, während sich nur wenige im Privatbesitz, vornehmlich von wohlhabenden Familien befanden. Dadurch stellten

eigene Aufzeichnungen eine wesentliche Komponente des Wissenserwerbs für die Studierenden dar.⁷ Mit der Erfindung des Buchdrucks um das Jahr 1450 durch Johannes Gutenberg (ca. 1400–1468) konnte Wissen allmählich einem größeren Kreis von Menschen zugänglich gemacht werden.⁸ Autodidaktisches bzw. autonomes Lernen erhielt damit einen noch größeren Stellenwert.⁸ Im medizinischen Kontext wurde schon frühzeitig von der Möglichkeit Gebrauch gemacht Schriften durch Abbildungen zu ergänzen, um durch visuelle Elemente das Verständnis bestimmter Sachverhalte zu erleichtern (Abb. 1).

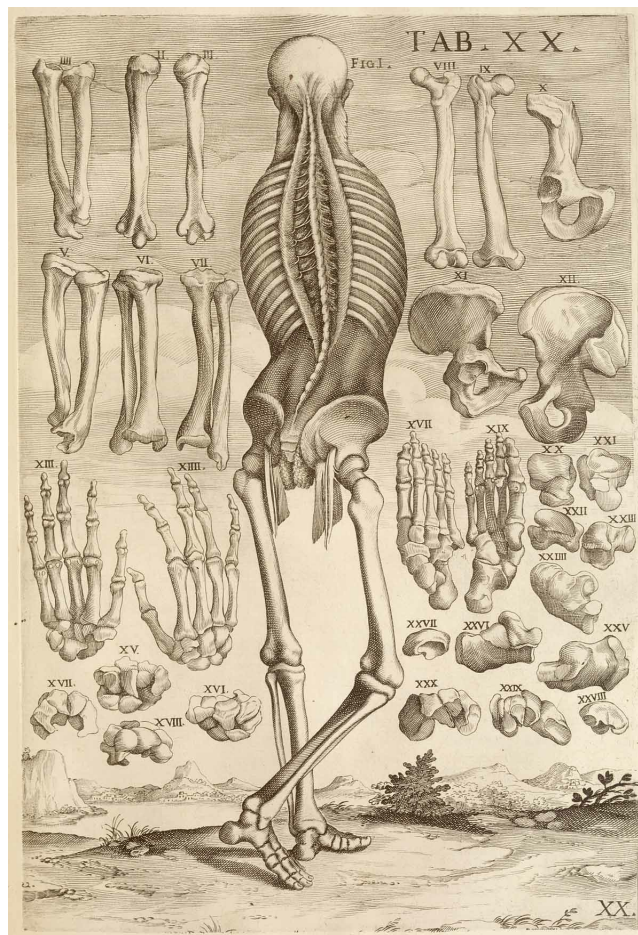


Abb. 1: Tabulae anatomicae, Pietro Berrettini da Cortona (1596-1669). Kupferstich, Rom, 1741. National Library of Medicine, USA.

Unterstützt zunächst vom Geist der Renaissance und später durch den der Aufklärung nahm das in Büchern festgehaltene und verbreitete Wissen stetig zu. Mit

den Reformen, die von Wilhelm von Humboldt (1767–1835) ab 1809 ausgingen, wurden dann mit den zentralen Ideen der Einheit von Forschung und Lehre an Universitäten und der Freiheit von äußeren Forderungen auch wesentliche neue Impulse für die Qualität der Lehre gegeben – weit über den Einflussbereich Preußens und sogar über den deutschen Sprachraum hinaus.⁹ Das 20. Jahrhundert bildete in vielerlei Hinsicht einen wichtigen Wendepunkt für die universitäre Lehre, wenn auch teils unterbrochen oder zumindest gehemmt vom direkten Einfluss und den Nachwirkungen der beiden Weltkriege. Waren die Jahrhunderte zuvor stark geprägt gewesen von einem Unterricht, der auf die Lehrenden als Zentrum des Wissens ausgerichtet war, so rückte ab Mitte des vergangenen Jahrhunderts der Fokus auf die Studierenden und deren Bedürfnisse beim Lernen zunehmend in den Vordergrund.^{10,11} Ausgehend von Impulsen aus dem angloamerikanischen Raum wurde die klassische humanmedizinische Lehre mit Vorlesungen oder Unterrichten am Krankenbett zunehmend um neue Lehrformen ergänzt. Hierzu gehörten u.a. das Problem-orientierte Lernen (POL, engl. Problem-Based Learning – PBL), bei dem das Wissen von den Studierenden nach einem vorgegebenen Ablaufplan vornehmend selbst erarbeitet wird und Lehrende eher die Rolle eines Moderators einnehmen.^{10,12} Einen Schritt weiter noch gingen Lehransätze, bei denen Studierende selbst bestimmte Lehranteile gegenüber Mitstudierenden („Peers“) unter Supervision bzw. nach entsprechender Einarbeitung überlassen werden (Peer-Assisted-Learning, PAL).¹¹

Doch auch im weiteren Verlauf hin zum 21. Jahrhundert waren und sind weitere Adaptierungen der Lehre an die Bedürfnisse der Hochschullandschaft und neue gesellschaftliche und technische Bedingungen nötig. Dies liegt zum einen an den immer höheren Zahlen an Studierenden, die persönliche Betreuungsverhältnisse erschweren und das moderne Studium scheinbar zu einer anonymen

Massenveranstaltung werden lassen.⁸ Zum anderen sind neue Lehransätze in der Medizin aber auch nötig in Hinblick auf den raschen Wandel von Trends in der Kommunikation und des Wissenserwerbs der jungen Generationen. Durch die fortschreitende Verfügbarkeit des Internets in unserer Gesellschaft mit vielen neuen Medien wird der Alltag zunehmend verändert und eine mehr und mehr globalisierte Wissenswelt geschaffen.¹³ Den Lehrenden im 21. Jahrhundert kommt damit analog zur Entwicklung unserer Gesellschaft zunehmend die Rolle von proaktiv begleitenden Wissens-Managern zu, die das exponentiell wachsende Wissen nicht nur beherrschen, sondern darüber hinaus auch Lehrmethoden und –mittel kennen, mit denen sie es den Studierenden effektiv und nachhaltig vermitteln können.

1.2. Entwicklung des digitalen elektronischen Lernens in der Medizin

Lehrende erkannten früh das Potential der im Verlauf des 20. Jahrhunderts neu aufgekommenen audiovisuellen Medien des Unterhaltungssektors für eine Bereicherung und Verbesserung der medizinischen Lehre.¹⁴ Hierzu zählen z.B. Ansätze durch Fernsehtechnik eine Verbesserung von Fertigkeiten im chirurgischen Bereich zu erreichen.¹⁵ Seit den 1990ern konnte eine zunehmende private Nutzung von Computern und eine stetig verbesserte Leistungsfähigkeit des Internets hin zu einem weltumspannenden digitalen Datennetzwerk beobachtet werden.^{16,17} Den technischen Möglichkeiten folgend verbreitete sich die Verfügbarkeit des Internets rasch über ortsgebundene Heimcomputer zu Laptops bis hin zu Smartphones und anderen portablen Geräten (z.B. Tablet-PCs) und ist heute unabhängig von Ort und Zeit fast überall weltweit 24 Stunden am Tag zugänglich.¹⁸ Neben der direkten Nutzung für die Kommunikation war die Verbreitung von Wissen und Nachrichten bereits ein früher Kernaspekt des Internets.¹⁹ Die Möglichkeiten der digitalen Welt waren somit auch bald Ausgangspunkte für Neuschöpfungen bei Lehrmaterialien.⁸

Vor allem im Kontext der internetgestützten digitalen Lehr- und Lernaktivitäten wird heute der Begriff *e-Learning* gebraucht. In einer Definition von Kerres und de Witt steht e-Learning dabei für „alle Varianten von Lehr- und Lernaktivitäten, die das Internet für Information oder Kommunikation nutzen“.²⁰ Ruiz et al. zeigten in einer medizindidaktischen Kernarbeit zu der Thematik 2006 auf, dass e-Learning historisch zwei Lehrmodalitäten vereinigte – die allgemein von einer Stelle ausgehende und über Entfernungen reichende Wissensvermittlung und das computergestützte Lernen, bei dem Lerneinheiten durch Computer verfügbar gemacht werden.²¹ Mit der Verbreitung des Internets ist e-Learning zur integrierenden Technologie geworden und hat sich seit den Ausläufern des letzten Jahrhunderts ganz besonders nach der Jahrtausendwende als neue Lehrform in der Medizin stark verbreitet.^{22,23} Hierzu tragen verschiedene Aspekte bei, welche die digitalen Möglichkeiten der Wissensvermittlung bereichern, wie eine gesteigerte Interaktivität des Lernens, eine engere Vernetzung mit bestehenden Curricula des Präsenzunterrichts, neue Wege der Kommunikation und Zusammenarbeit und eine durch die Orts- und Zeitungebundenheit erhöhte Flexibilität der Lehr- und Lernprozesse.²⁴

In Analogie zur Veröffentlichung von Briefwechseln früherer Jahrhunderte als probates Mittel persönliche Meinungen zu publizieren,²⁵ verfassten die Professoren Cook und Triola 2014 einen Email-Wechsel, in dem sie u.a. die internetgestützten Technologien als modernen Schritt in Richtung einer globalen Dimension der Wissensvermittlung an Lernende unabhängig von deren Hintergründen oder Ressourcen sahen.¹⁷ Gleichzeitig betonten die Autoren, dass damit die Optionen der Wahlmöglichkeiten ins beinahe Unermessliche wachsen und es nun am Einzelnen läge, die Qualität der Wissensinhalte zu bemessen.¹⁷

Heutzutage ist der Erwerb von Wissen über digital verfügbare Quellen selbstverständlich für die moderne Generation der Studierenden, die bereits viele

Erfahrungen und Erwartungen an die digitale Lehre mitbringen.²⁶ E-Learning wird von Studierenden überwiegend sehr positiv eingeschätzt und Wissen wird flächendeckend auch durch die Vielfalt verfügbarer mobiler Geräte regelhaft abgerufen.²⁶ Evaluationen zur Akzeptanz von digitalen Angeboten waren und sind zumeist der erste Schritt bei der Etablierung von Angeboten.²⁷⁻³¹ Den Fähigkeitsstadien nach Miller folgend (knows, knows how, shows how, does)³² können aber idealerweise mit der Nutzung von e-Learning noch viel weiter reichende Erfolge für Studierende erzielt werden, als eine bloße positive Akzeptanz. Zumindest Wissen und bis zu einem gewissen Grad auch Fertigkeiten der Anwendung können durch den additiven Einsatz im Schwerpunkt mit e-Learning fach- und inhaltsabhängig bedient werden.³³⁻³⁶ Spätestens ab der Ebene der praktischen Tätigkeit und Anwendung wird aber in den meisten Fächern der Unterrichtsanteil, der aktiv von Lehrenden bestritten wird bzw. bei dem praktische Tätigkeiten geübt und selbstständig umgesetzt werden, im Vordergrund stehen.

1.3. Neue Lehrmittel im Zeitalter des Internets

Die heute in der medizinischen Lehre verwendeten digitalen Lehrmittel sind höchst vielfältig.^{31,37-43} Eine Einteilung kann dabei erfolgen in eine Gruppe von Lehrmitteln, die bereits vor der flächendeckenden Nutzung des Internets in der medizinischen Lehre präsent waren^{31,37,38} und Lehrmedien, die in ihrer aktuell genutzten Form erst durch das Internetzeitalter ermöglicht wurden.³⁹⁻⁴³

Zu ersteren zählen z.B. digitalisierte Bücher (e-Books) oder Online-Texte, die sich unter den ersten realisierten Lehrmedien befanden.⁴⁴ Durch Möglichkeiten der digitalen Verknüpfung zu anderen online bereitstehenden Quellen wie Videos, Bildern oder sonstigen Internetseiten³⁷ (Verlinkung) ist ihre Möglichkeit deutlich erweitert worden und wird heute u.a. von vielen Verlagen^{45,46} oder auf individuellen

Homepages⁴⁷ angeboten. Andere Formen von vorbestehenden Medien, die durch das Internet eine neue Bedeutung erfahren haben, sind Videos, die gerade im Bereich der Vermittlung von Fertigkeiten (Untersuchungs- oder Nahttechniken u.a.)^{48,49} oder Therapiesituationen (Patientengespräche, Operationsschritte u.a.)^{47,50} oft zum Einsatz kommen. Zu den Lehrbereichen, die durch das Internet und die hier zunehmende Möglichkeit der Interaktivität eine vermehrte Bedeutung erlangten, gehören mit der besseren Darstellung und Befundung von Bildern z.B. die Radiologie^{36,38}, die Anatomie^{36,37} oder auch die Pathologie⁵¹.

Demgegenüber existiert eine sich ständig vermehrende Anzahl an Lehrmitteln, die auf Basis der internetverbundenen Computertechnologien entstanden sind. In diesem Kontext sind zum einen singuläre Medien zu nennen, die den Nutzern in einem abgeschlossenen Zeitrahmen gewisse Wissensinhalte vermitteln sollen, wie beispielhaft Podcasts. Unter diesem künstlichen Begriff, der als Wortschöpfung aus den Begriffen iPod und Broadcasting hervor gegangen ist,⁵² werden in der medizinischen Lehre zumeist audio-visuelle Lehrmittel subsummiert, mit denen bestimmte Themen (z.B. einzelne Krankheitsbilder) abgebildet werden.^{53,54} Podcasts können dabei nicht nur am stationären Computer, sondern z.B. auch mobil genutzt werden.^{55,56} Andere Beispiele sind die Erschaffung von virtuellen Patientenfällen⁴⁰ bis hin zu *Serious Games*, bei denen die Lernenden als Spieler – analog zu herkömmlichen Computerspielen – Wissen um Krankheitsbilder, deren Diagnostik oder Therapiemöglichkeiten und Prävention erwerben können.⁴¹ Eine weitere Gruppe von internetbasierten Angeboten, die in der medizinischen Lehre Verwendungen finden, ist der Bereich der modernen sozialen Medien (*Social Media*) wie Facebook, Twitter, Chats oder Blogs.^{39,42,43,57-59} Diese sind oftmals hinsichtlich der wissenschaftlichen Publikationszahlen zu den Themen eher Einzellösungen, zeigen aber auch, dass moderne Lehrende mit Begeisterung weiterhin versuchen,

neue Medien in die medizinische Lehre einzubinden. Generell kann man feststellen, dass in den letzten Jahren die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Thematik des e-Learnings bzw. des digital unterstützten Lernens in der medizinischen Forschung international deutlich zugenommen hat. Eine Stichwortsuche im Rahmen einer orientierenden Literaturübersicht auf *Pubmed* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) zu *"e-learning"* OR *"digital learning"* am 11.09.2016 zeigte bei 1848 Treffern den deutlichen Anstieg von Publikationen zu diesem Thema in den vergangenen Jahren (Abb. 2).

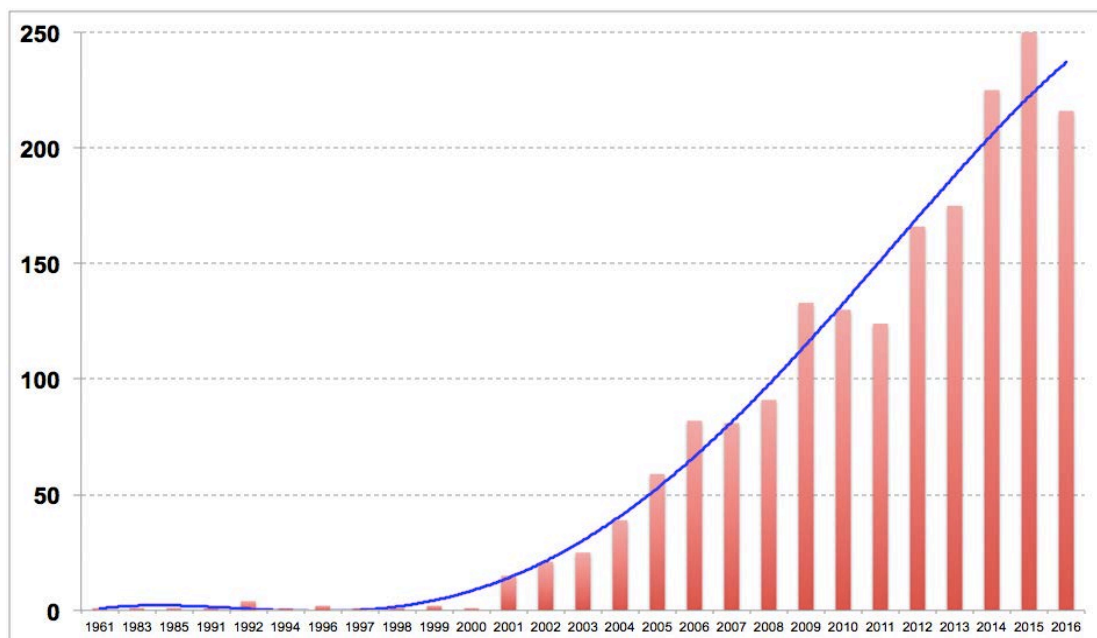


Abb. 2: Wissenschaftliche Veröffentlichungen auf Pubmed.com, welche die Stichworte „e-learning“ OR „digital learning“ enthielten, aufgelistet pro Erscheinungsjahr (Recherche am 11.09.2016). Insgesamt fanden sich 1848 Gesamttreffer.

Während Lehrmaterialien auf öffentlichen Kanälen wie YouTube oder freien Webseiten oft praktisch unbegrenzt zugänglich sind,^{43,47} werden – u.a. aus Gründen des Datenschutzes – viele andere der oben genannten Lernmedien über geschützte Online-Portale der jeweiligen medizinischen Fakultäten oder ihrer Universitäten angeboten. Diese Lernportale bzw. *Learning Management Systeme (LMS)*⁶⁰ erfüllen

hierbei vielfältige Aufgaben. Diese reichen von einer reinen Plattform zur Darbietung von digitalen Lehrmaterialien über eine curriculare Strukturierung des gesamten Studiums, Einzeloptionen wie der tutorgestützten Aufarbeitung von Themen in Diskussionsforen oder Chats bis hin zur Abnahme regulärer Prüfungen.⁶⁰⁻⁶² Neue Studienergebnisse haben dabei gezeigt, dass Studierende solche LMS positiv bewerten, bei denen sie gemäß ihren persönlichen Lernbedürfnissen eingebunden und angesprochen werden und auf die sie gleichzeitig mobil Zugriff haben können.²⁶

1.4. Veränderung universitärer Lehrformen im Zeichen des e-Learnings

Im Zusammenhang mit der Bereicherung des Unterrichts durch digitale Lehrmaterialien wurde „Multimedialität“ schon früh zum Schlagwort für die Erweiterung der klassischen Lehrformen. Hierbei kam es zunächst zur Ergänzung des „unidimensionalen“ Dozentenvortrags mit Folien oder Tafelbildern um weitere Medien, wie Videos, Animationen oder Audio-Spuren.²¹ Mit der Verbreitung des Internets und der entsprechenden neuen Medienformen nahmen diese ihren Platz in der Lehre ein. An Medizinfakultäten ist es gängige Praxis geworden, die Vorlesungsfolien als Powerpoint oder PDF für die Studierenden zur Nachbereitung z.B. über die jeweils vorhandenen LMS zur Verfügung zu stellen^{61,63} – oft ergänzt durch die Aufzeichnung der Vorlesungen mittels eigener Computer- und Software-Systeme als Audio- und Videocasts⁵⁵. Umfragedaten belegen, dass dieses Angebot von Studierenden sehr geschätzt wird und dabei gleichzeitig ihren Besuch von Präsenzveranstaltungen nicht beeinflussen muss.³⁰ Auch andere Lehrformen haben durch e-Learning deutliche Bereicherungen erfahren. Als optionale Ergänzung zu regulären Unterrichtsveranstaltungen bieten viele LMS auch Möglichkeiten von Diskussionsforen^{61,64}, Chats⁵⁹ oder direkten Email-Kontakten⁶¹ für Kommunikation zum Unterrichtsstoff an. In diesem Zusammenhang ist auch die Eingliederung von

Kommunikationsformen wie Skype⁴³, Facebook⁵⁷ oder Twitter⁴² zu nennen. Allerdings ist angesichts des teils großen Aufwands einer direkten Onlinebetreuung anzunehmen, dass bei einer bestehenden hohen Arbeitsbelastung vieler klinischer Fächer (z.B. im Bereich Chirurgie)⁶⁵ solche Angebote am ehesten im individuellen Kontext einzelner Fachgebiete und Unterrichtseinheiten angeboten werden können. Auch in bereits als innovativ bezeichneten universitären Lehrmethoden hat e-Learning bereits Einzug gehalten. So wurde für POL beschrieben, dass Zusammenarbeit der Teilnehmer und auch ihr Lerngewinn verbessert werden konnten, wenn LMS mit Kommunikationsoptionen und Lernmaterialien, wie auch interaktive digitale Whiteboards zur Einbindung der gesamten Gruppe in der Lehre eingesetzt wurden.⁶⁶ Im Kontext von PAL zeigte sich, dass digitale Unterrichtskontakte zwischen Studierenden auch über Landesgrenzen hinweg neben subjektiver Freude der Beteiligten auch eine Steigerung des Interesses an der Lernmaterie erreichten.⁶⁷ Ein interessantes Beispiel für das Potential von PAL bei digitalen Lernmethoden zeigen Publikationen, welche über die Erstellung von Videos oder Lernplattformen mit Patientenfällen und Fragespielen durch Studierende berichten.^{68,69} Solche Ansätze können bei Supervision durch erfahrene Ärzte zur Bereicherung des digitalen Angebots von medizinischen Hochschulen beitragen. Eine der heute bereits als fest etabliert zu bezeichnenden Lehrformen wurde erst mit der Einführung des Internets in die Hochschullehre ermöglicht und in den Folgejahren zunehmend verfeinert: Das sog. *Blended Learning* (zu deutsch: verschränktes/verzahntes Lernen), das als eines der Schlagworte des Internetzeitalters in der Lehre gesehen werden kann. Ruiz et al. definierten Blended Learning 2006 als Lehransatz, bei dem e-Learning als Ergänzung zu klassischem Präsenzunterricht eingesetzt wird.²¹ Im praktischen Einsatz im medizinischen Curriculum kann mit Schaffung einer Wissensbasis durch eine effiziente Online-

Vorbereitung ein Abholungspunkt für alle Studierende gebildet werden, auf dem dann bei der abgestimmten folgenden Präsenzveranstaltung aufgebaut wird.²¹ Gleichzeitig ist hierdurch natürlich auch eine entsprechende Nachbereitung von vermitteltem Wissen möglich, bzw. das auch langfristige Zurückgreifen auf einmal Gelerntes im Sinne einer Lernspirale.⁷⁰ Die hohe Akzeptanz dieser Form der Lehre durch Studierende wurde bereits in vielen wissenschaftlichen Publikationen dokumentiert^{26,71,72} mit oft nachgewiesenen Wissenszuwächsen^{34,73,74}.

1.5. E-Learning im Kontext der Lerntheorien

Wenn man e-Learning in der Lehre nicht mehr nur auf einzelne – zugegeben teils faszinierende – Medienformen an sich beschränkt, sondern die Einbettung in ein Curriculum betrachtet, dann ist es notwendig, bestehende Lerntheorien im gewählten Kontext mit einzubeziehen. Als wichtige lerntheoretische Richtungen soll im Folgenden auf den Behaviorismus, den Kognitivismus, den Konstruktivismus, den Konnektivismus und den Pragmatismus eingegangen und ihr Bezug zum digitalen Lehren und Lernen hergestellt werden.^{20,75}

Beim **Behaviorismus** wird ein Schwerpunkt auf ein strukturiertes Lernen in relativ eng vorgegebenen Bahnen gelegt.⁷⁶ Die Theorie wurde maßgeblich von Watson zu Beginn des 20. Jahrhunderts und ab den 1950ern durch Skinner geprägt.^{76,77} Die Lernenden sind in der Theorie eher passiv und erhalten Reize (= Lehrinhalte) präsentiert, auf welche sie reagieren. Lernziele sollten den Studierenden möglichst klar bekannt und logisch aus dem vorgegebenen Unterrichtskonzept nachzuverfolgen sein.⁷⁶ Die Dozierenden müssen wiederum die richtigen Lehrinhalte auswählen und bei ihrer Einbindung in den Unterricht auf die Reaktionen der Nutzer mit einem angemessenen Feedback eingehen.⁷⁵ Angebote im e-Learning Bereich, die dieser Struktur folgen, werden ihre Materialien in eher kleineren Einheiten

präsentieren und mit Wissensabfragen prüfen, wobei Multiple-Choice (MC) Fragen durch Programme besser ausgewertet werden können, als Prosatexte.²⁰ In der bestehenden Literatur ist aktuell noch klar ein Schwerpunkt auf behavioristischen Konzeptionen der meisten digitalen Lehrangebote zu sehen.^{29,38,78-81} Dabei sind Studierende aber durchaus mit aktiver Nutzung und entsprechendem Wissenserwerb gefordert.²⁰ Da viele e-Learning Angebote auch im Blended Learning Kontext noch auf einer Freiwilligkeit der Nutzung der Online-Komponente beruhen,^{78,81} kann sich hier die Frage nach einem Bias der Aussagekraft von Studien stellen, wenn ggf. nur Studierende das Angebot nutzen, die technikaffiner oder dem Fach zugetaner sind.

Im **Kognitivismus**, der u.a. von Chomsky als Antwort auf den seinerzeit noch bestimmenden Behaviorismus ab den 1950ern gedanklich gebahnt wurde, steht wiederum beim Lernen die Informationsverarbeitung selbst im Vordergrund.⁸² Dabei wird neues Wissen nicht nur aufgenommen und wiedergegeben. Während Lernpfade vorgezeichnet werden, sollen die Studierenden auch vermehrt methodische Fähigkeiten zur Bewertung von Informationen und der Kompetenz zur Lösung von Problemfällen erwerben.^{20,83} Dozierende müssen ihrerseits entsprechende Fragestellungen zur Verfügung stellen und die Lernenden auf ihrem Weg der Auseinandersetzung mit den Informationen unterstützen.⁸³ Während im Behaviorismus komplexe e-Learning Fallkasuistiken eher weniger passend wären, würden sie demzufolge – z.B. in Form virtueller Patientenfälle⁴⁰ eingebettet in weitere Lehrinhalte – im Kognitivismus wünschenswerter erscheinen, wenn Vorwissen abrufbar wäre und durch die aktiv zu verfolgende bildliche Animation die Aufmerksamkeit gesteigert würde.^{20,84}

Im **Konstruktivismus**, geprägt u.a. durch Kellys Arbeiten seit den 1950ern,⁸⁵ steht nicht der Weg der Wissensverarbeitung selbst, sondern die eigenständige aktive Erarbeitung und Bewertung von Wissen im Vordergrund.^{86,87} Lernen soll ein „selbst

gesteuerter, aktiv-konstruktiver situativer und sozialer Prozess“ sein, „der unterschiedlicher Formen und Intensitäten der Anleitung und Instruktion bedarf“. ^{20,88}

Den Lehrenden kommen dabei am ehesten die Rollen von Moderatoren zu, die das selbstständige Erarbeiten und die soziale Interaktion hierbei begleiten. Was im Präsenzunterricht derzeit also wohl am ehesten mit POL-Einheiten abgedeckt wird, dürfte je nach Design im Äquivalent beim e-Learning Diskussionsforen⁶⁴ bzw. studentischen Online-Projekten⁵⁸ entsprechen. Auch Serious Games⁴¹ oder virtuelle Realitäten, wie z.B. Second life⁸⁹, die es den Nutzern ermöglichen, sich selbstständig in komplexen und sich wandelnden Umgebungen zu bewegen, können die Voraussetzungen für konstruktivistisches Lernen schaffen.

Der **Konnektivismus** wiederum ist ein im Vergleich neuer lerntheoretischer Gedanke, der zuerst in dieser Form von Siemens 2005 wissenschaftlich publiziert wurde.⁹⁰ Er ging davon aus, dass Lerntheorien sich den zu Grunde liegenden sozialen Umgebungen anpassen sollten, die im Zeitalter des Internets durch dieses selbst und digitale soziale Netzwerke maßgeblich bestimmt werden. Angesichts ständig neu generierter Informationen müssen Lernen und Wissen dabei nicht durch jedes Individuum vollständig selbst abgebildet werden, sondern werden gefördert durch Austausch und Vernetzung mit anderen Personen oder auch digitalen Quellen. Der eigentliche Lernprozess liegt im Treffen von Entscheidungen, was relevantes Wissen darstellt.^{17,90} Im Hinblick auf e-Learning bietet der konnektivistische Gedanke den interessanten Aspekt, dass er sich gezielt auf das Agieren von Lernenden und Lehrenden im digitalen Raum und Zeitalter mit allen Facetten ausrichtet. Das Web 2.0 mit seinen Komponenten wie Facebook oder Twitter wird dabei als Möglichkeit für Gedankenaustausch und Wissensgewinn bestärkt.^{42,57}

Der **Pragmatismus** schließlich wird von seinen Vertretern weniger als weiterer lehrtheoretischer Gedankenansatz gesehen, sondern eher als Querschnitt von den

zuvor erwähnten Lernkonzepten und fußt auf Ideen, die bereits von Dewey, Mead, James und Peirce in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts geäußert wurden.²⁰ Übertragen auf die heutige Zeit wird die Erfahrung, die Studierende beim Lernen durch die Interaktion mit Lehrstoffen und ihrer Umwelt sammeln, als Methodik der Wissensentwicklung „zum Instrument für ein wirksames Verstehen und Behandeln nachfolgender Situationen“ in einem kontinuierlichen Lernprozess.^{20,91} Unterschiedliche Fragestellungen oder Probleme werden mit individuell zu wählenden Ansätzen und Lernmaterialien adressiert, um Lösungen zu finden. Dem Pragmatismus folgend besteht somit heute als Konsequenz für die Lehrenden die Aufgabe, e-Learning Inhalte in enger Abstimmung mit den adressierten Studierenden und ihrem Curriculum zu konzipieren und zweckmäßig einzusetzen.²⁰

1.6. Etablierung des digitalen Lernens in der medizinischen Hochschullehre Deutschlands aus Sicht des Fachgebiets Orthopädie und Unfallchirurgie

Die bislang ausgeführten Aspekte der internationalen Forschung, Entwicklung und Implementierung technologiegestützter Lernszenarien in der humanmedizinischen Lehre wurden bereits frühzeitig auch durch Lehrende und Fakultäten im deutschsprachigen Raum mitgetragen.^{92,93} Es gingen sehr innovative Einzelprojekte aus diesem Engagement hervor, wie z.B. das CAMPUS-Projekt mit der Möglichkeit, virtuelle Patienten für verschiedene Fächer zu erstellen.⁴⁰ Auch auf Fakultätsebene zeigten sich schon frühzeitig richtungsweisende Innovationen im Bereich Forschung und Entwicklung neuer multimedialer digitaler Unterrichtsstrategien, wie dies beispielhaft an der Gründung der „Virtuellen Saar Universität“ (VISU) im Jahr 1999 gezeigt werden kann.⁹⁴ Unterstützt auch durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung wurden im Verlauf weitere Projekte mit dem Ziel gefördert, eine nachhaltige Implementierung von e-Learning an den Fakultäten zu gewährleisten. Zu

diesen Projekten zählte auch die Gründung eines Kompetenzbereichs e-Learning an der Charité – Universitätsmedizin Berlin (im Folgenden „Charité“ genannt) 2005 im Rahmen des Projekts „ELWIS-MED“.⁹⁵ Zur Förderung der Qualität von e-Learning in der deutschen Hochschulmedizin entstanden auch jenseits der Universitäten entsprechende Initiativen, wie z.B. innerhalb der Gesellschaft für Medizinische Ausbildung⁹⁶ oder auf Länder-⁹⁷ bzw. Bundesebene⁹⁸. Allerdings war hier zuletzt immer noch zu wenig über die Förderung von e-Learning in der deutschen medizinischen Fakultätenlandschaft bekannt. Diese Bemühungen auf Strukturebene werden aber Studierenden nur zu Gute kommen, wenn sie von den lehrenden Ärzten als Schlüsselfiguren für die Umsetzung von e-Learning in der klassischen akademischen Trias zwischen Klinik, Forschung und Lehre entsprechend umgesetzt werden. Die Bedeutung der Lehre ist zwar generell in der akademischen Welt am Vorrücken. Jedoch beschreiben Burg und French mit ihrer etwas pointierten Bezeichnung eines Engagements für Lehre als „akademisches Suizidprogramm“⁸ den Umstand, dass die intensivere Beschäftigung mit diesem Thema heutzutage immer noch nicht das Renommee experimenteller oder klinischer Forschung erreicht hat bzw. mit Lehre verbundene Karrierewege fehlen. Hinzu kommt, dass generell für Ärzte und speziell für operative Fachgebiete in Deutschland eine starke Verdichtung der Arbeitszeit zu verzeichnen ist.⁶⁵ Diese Aspekte können als Gründe dazu beigetragen haben, dass beispielsweise noch 2007 kaum nationale oder internationale Publikationen zum Thema „e-Learning“ in Verbindung mit dem Fachgebiet Orthopädie und Unfallchirurgie vorlagen.²⁹ Eine spätere Publikation zum Stand der Lehre in diesem Bereich aus dem Jahr 2011 zeigte, dass eigene e-Learning Angebote in der Orthopädie (39 %) und Unfallchirurgie (47 %) bei weniger als der Hälfte der deutschen Hochschulen bestanden.⁹⁹ Gleichzeitig kann aber speziell das Fachgebiet Orthopädie und Unfallchirurgie besonders von einer

theoretischen Vorbereitung und Verknüpfung im Sinne von Blended Learning Konzepten profitieren. Es besteht ein hoher Bedarf für Veranschaulichungen diagnostischer Praktiken (z.B. radiologischer Bildbetrachtung) und praktischer klinischer Tätigkeiten (v.a. Untersuchungsmethoden) im Rahmen des Unterrichts am Patientenbett. Solche Lehrinhalte können besonders gut mit dem Einsatz von technologiegestützten Lehr- und Lernmethoden dargestellt und somit in digitalen Lehreinheiten vorbereitet werden, z.B. als interaktive radiologische Befundungen, Videos bei der Vermittlung von Untersuchungstechniken oder auch als Podcasts für die Darstellung klar umrissener Krankheitsbilder. Diese digitale Vorbereitung könnte dann einer noch effektiveren Nutzung der Präsenzlehranteile für praktische Übungen und Diskussionen mit den Dozierenden zu Gute kommen.

Die Durchführung der hier vorliegenden Arbeit fand vor allem an der Charité eine fachlich und lehrdidaktisch gute Basis. Als eines der größten europäischen Universitätsklinika waren hier mit der Konzeption und Einführung des ersten bundesdeutschen Modellstudiengangs (Reformstudiengang Medizin) 1999 bereits frühzeitig die Weichen für eine aktive Gestaltung der Lehre hin zu einer Studierenden-zentrierten Hochschullehre geschaffen worden.¹⁰⁰ Nach der Jahrtausendwende stellte der oben bereits erwähnte eigene Kompetenzbereich e-Learning unter dem Dach des *Dieter Scheffner Fachzentrums für medizinische Hochschullehre und evidenzbasierte Ausbildungsforschung* eine erfahrene Unterstützungskomponente für Lehrende auf diesem Themenfeld dar.^{95,101} Die Studierenden- und Dozierenden-orientierte Ausrichtung des e-Learning Sektors an der Charité zeigte sich auch an der Einführung eines Qualitätssiegels mit einem kombinierten Qualitätssicherungs- und Belohnungssystem für ein Lehrenengagement auf diesem Gebiet.¹⁰²

1.7. Wissenschaftliche Fragestellungen

Aus den in der Einleitung angeführten Zusammenhängen und Ausgangssituationen zeigte sich, dass für einige elementare Aspekte des digitalen Lernens im Medizinstudium und speziell für das Fachgebiet Orthopädie und Unfallchirurgie nur sehr begrenzte wissenschaftliche Informationen und Evidenzen bestanden. Dies diente als Richtschnur für die Formulierung der folgenden wissenschaftlichen Fragestellungen, welche mit den in dieser kumulativen Habilitationsschrift vorgestellten Studien seit 2007 zu Grunde lagen:

1. Wie ist e-Learning an den medizinischen Fakultäten in den deutschsprachigen Ländern Europas etabliert und wie wird es institutionell gefördert?
2. Welche Prioritäten setzen Medizinstudierende der Charité bei der Nutzung eines Learning Management Systems und von e-Learning Angeboten, die ihnen Seitens der Fakultät zur Verfügung gestellt werden?
3. Wie wird ein spezifisch für das Fachgebiet Orthopädie und Unfallchirurgie entwickeltes und implementiertes e-Learning Angebot von Medizinstudierenden der Charité angenommen werden?
4. Wird die Nutzung eines solchen e-Learning Angebots bei fakultativer curricularer Blended Learning Nutzung von den Studierenden des Regel- und Reformstudiengangs der Charité zu einem nachweisbaren theoretischen und anwendungsbezogenen Lernzuwachs führen?
5. Welche Unterschiede zeigen sich in der studentischen Akzeptanz und im Wissenszuwachs, wenn das Blended Learning Lehrangebot von einem fakultativen in ein obligates Format im Medizinstudium überführt wird?
6. Kann bei Studierenden im Fachgebiet Orthopädie und Unfallchirurgie mit dem modernen Lehrmedium Podcast ein höherer Wissenszuwachs erzielt werden, als durch klassischere Lehrformen wie digitalisierten Lehrbuch-Texten?

2. Eigene Arbeiten

2.1. Befragung zum Stand der e-Learning Implementierung und deren

Rahmenbedingungen an deutschsprachigen Medizinfakultäten

Survey of e-learning implementation and faculty support strategies in a cluster of mid-European medical schools

Back DA, Behringer F, Harms T, Plener J, Sostmann K, Peters H
BMC Medical Education. 2015 Sep 3;15:145.

Ziel dieser Studie war die Analyse, in wieweit eine Gruppe von mitteleuropäischen Medizinfakultäten e-Learning anbietet und fördert bzw. ihre Lehrenden bei der Durchführung unterstützt.

Von Februar bis September 2013 wurde eine Online-Umfrage mit 49 Einzelpunkten unter 48 Medizinfakultäten der Schweiz, Deutschlands und Österreichs durchgeführt.

Für die Studie bestand ein positives Votum der zuständigen Ethikkommission der Charité. Die Teilnahme erfolgte freiwillig nach vorheriger Information der Beteiligten.

Alle Rückläufer (71 %) boten e-Learning an, zumeist aber nicht verpflichtend. Fast alle nutzten Lernmanagementsysteme (97 %). Die Hälfte hatte fest angestellte Ansprechpartner für ihre Lehrenden, was positiv signifikant mit der Existenz von e-Learning Angeboten korrelierte. Aus- und Fortbildungsprogramme zu e-Learning boten 81 % an. Sehr hoch war die generelle Bereitschaft, kompatible e-Learning Angebote anderer Fakultäten ins eigene Curriculum zu integrieren (97 %). Während allerdings 76 % leistungsorientierte Mittel nutzten, verwendeten nur 17 % sie auch für e-Learning. 27 % erkannten Lehre im Bereich e-Learning für das Lehrdeputat an.

Diese Arbeit konnte zeigen, dass die befragten Medizinfakultäten bereits einen großen Wert auf Schulungen des didaktisch tätigen ärztlichen Personals legten, wobei Anreizsysteme für Lehrende, sich im e-Learning Bereich zu engagieren, noch ausbaufähig scheinen. Gleichzeitig besteht ein großes bekundetes Potential für eine künftige vernetzte Entwicklung gemeinsamer Lehr- und Lernstrategien.

RESEARCH ARTICLE

Open Access



Survey of e-learning implementation and faculty support strategies in a cluster of mid-European medical schools

David Alexander Back^{1,2}, Florian Behringer², Tina Harms², Joachim Plener², Kai Sostmann^{2*†} and Harm Peters^{2†}

Abstract

Background: The use of electronic learning formats (e-learning) in medical education is reported mainly from individual specialty perspectives. In this study, we analyzed the implementation level of e-learning formats and the institutional support structures and strategies at an institutional level in a cluster of mid-European medical schools.

Methods: A 49-item online questionnaire was sent to 48 medical schools in Austria, Germany and Switzerland using SurveyMonkey®. Data were collected between February and September of 2013 and analyzed using quantities, statistical and qualitative means.

Results: The response rate was 71 %. All schools had implemented e-learning, but mainly as an optional supplement to the curriculum. E-learning involved a wide range of formats across all disciplines. Online learning platforms were used by 97 % of the schools. Full-time e-learning staff was employed by 50 %, and these had a positive and significant effect on the presence of e-learning in the corresponding medical schools. In addition, 81 % offered training programs and qualifications for their teachers and 76 % awarded performance-oriented benefits, with 17 % giving these for e-learning tasks. Realization of e-learning offers was rewarded by 33 %, with 27 % recognizing this as part of the teaching load. 97 % would use curriculum-compatible e-learning tools produced by other faculties.

Conclusions: While all participating medical schools used e-learning concepts, this survey revealed also a reasonable support by institutional infrastructure and the importance of staff for the implementation level of e-learning offerings. However, data showed some potential for increasing tangible incentives to motivate teachers to engage in further use of e-learning. Furthermore, the use of individual tools and the distribution of e-learning presentations in various disciplines were quite inhomogeneous. The willingness of the medical schools to cooperate should be capitalized for the future, especially concerning the provision of e-learning tools and concepts.

Background

In parallel with the technological revolution of the past decades, digitally supported learning tools and formats (e-learning) have become an important component in many medical curricula [1]. An increasing number of e-learning tools has been developed and is now employed in various settings according to the subject and intention of the educational endeavor [2–5]. Today's medical students have grown up mostly in an already technologically supported

learning environment. In general, they positively rate the integration of e-learning [6–9] and e-learning is frequently integrated with face-to-face teaching as blended learning format [10]. The production of e-learning materials is often time-consuming and competes with the more and more compressed work-schedules of medical doctors and their limited time resources [11]. In addition, most teachers need technical and expert support when it comes to the production and implementation of e-learning [12].

International recommendations state that a faculty-wide use of electronic learning scenarios should be a central part in the strategic development of medical programs [13]. In the literature, there are a number of reports on e-learning in medical education, but mainly

* Correspondence: kai.sostmann@charite.de

†Equal contributors

²Dieter Scheffner Center for Medical Education and Research, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Charitéplatz 1, 10117 Berlin, Germany
Full list of author information is available at the end of the article



from discipline-specific perspectives [2, 4, 9]. Analyses and research on the faculty's application of e-learning formats and supporting infrastructure in medical schools can only rarely be found [14]. Medical faculties can take hold of a wide range of potential structures and strategies to facilitate and foster the use of e-learning in their medical curricula. These range from the provision of *Learning Management Systems* (LMS) as internet-based software programs for the delivery and tracking of e-learning across a medical school [1] authoring tools, up to permanent e-learning staff, qualification programs and training courses for the implementation of e-learning [15], quality assurance programs for the production and implementation of e-learning [16, 17], funding of e-learning projects and performance-orientated payments or awards [18, 19].

The aim of this study was to systematically analyze the implementation level for e-learning in medical education from a medical school institutional perspective. We took advantage of an existing working group "*New Media*" within the *Gesellschaft für Medizinische Ausbildung* (*Society for Medical Education*) that brings together representatives from medical schools of the three mid-European countries Austria, Germany and Switzerland [20]. In addition to the level of implementation, we analyzed the currently operating institutional support structures and strategies for the provision of e-learning and asked for e-learning issues that should be approached in the near future.

Methods

The target group of the survey consisted of all existing 48 medical schools in Austria ($n = 4$), Germany ($n = 36$) and Switzerland ($n = 8$). Contact persons of the survey were members of the working group *New Media* of the *Society for Medical Education* and faculty members at the deaneries of student affairs responsible for e-learning. An item-based questionnaire was constructed on the bases of literature search and according to methods of empirical social research [21]. The items were grouped into the following three main areas:

- General information about the medical school and provision of e-learning
- Information about the infrastructural conditions of e-learning supporting measures
- Information about requirements of and incentives for staff in the field of e-learning

The initial questionnaire was validated through a peer review approach online according the pre-test method [22] during the winter semester 2012/13. Peer reviewers ($n = 4$) were both faculty staff members responsible for e-learning in their medical school, and

members of the *Society for Medical Education* [20]. The returned comments were collected and the questionnaire adapted accordingly. The local responsible ethical committee of the university was informed about this survey and gave its written consent (Ethikkommission Charité - Universitätsmedizin Berlin, Ethikausschuss 4, Campus Benjamin Franklin, Berlin, Germany). The survey followed the directives of the Helsinki declaration.

The final questionnaire for this study contained a total of 49 items, with 27 closed questions and 22 questions for free text answers (Additional file 1). The questionnaire was delivered to the 48 medical schools in Austria, Switzerland and Germany using the online program SurveyMonkey® (SurveyMonkey, Oregon, USA). Access to the questionnaire was provided by an email link. Through electronic pre-determination of the response options supplied by SurveyMonkey®, users were offered the option of skipping or omitting certain questions. The survey started in February 2013 and after 4 reminders, data collection ended in September 2013. Reminders consisted of reminder emails to the correspondent involved. In cases where an answer was still missing, we tried to contact assistants of the deaneries of student affairs by email. In a last attempt the deanery was called by phone.

Quantitative analysis was undertaken where results of the closed questions (mainly yes/ no) were expressed as percentage of their relative occurrence per item and were calculated by the SurveyMonkey® program. Spearman's rank-order correlations were applied by using the SPSS® 17.0 statistics software (SPSS Inc., Chicago, USA) in order to analyze potential coherences between the indicated size of a medical school and its financial means or the number of employees for an e-learning department. Additionally, the chi-square test was used to analyze if the presence of e-learning staff predicted the use of any modalities, indicated by the medical schools in the closed questions. Alternatively, the Mann-Whitney *U* test was performed to analyse the implementation level of e-learning in the existing disciplines at the medical schools, and that of e-learning tools both in general and in dependence of the presence of e-learning staff.

The individual responses to the free text were quantitatively and independently analyzed by two of the authors for repetitive themes and then summarized.

Results

A total of 34 out of the 48 online questionnaires was returned (71 %). After analysis of all data, seven questions for free text answers were excluded due to a low return rate ($n \leq 5$) or due to ambiguous responses (Additional file 1). The responses (16 entries) came from e-learning staff ($n = 8$), dean's office ($n = 4$) and quality management, exam coordination, IT and didactics ($n = 1$ each). The sizes

of the various institutions varied from 100–500 students ($n = 1$), 500–1500 ($n = 6$), 1500–3000 ($n = 19$), 3000–6000 ($n = 4$), up to 6000–9000 students ($n = 2$). Nine universities voluntarily provided their names (seven German, one Austrian and one Swiss).

General information about the provision of e-learning at the faculty level is given in Table 1. At all medical schools, e-learning was an integrated element in their undergraduate medical education curricula. The majority of e-learning tools are used as optional tools for students' education. Between 60 and 70 % of the medical schools answering used blended learning formats or computer-based trainings as a mandatory part of their curriculum. While an optional use of discussion forums was indicated by more than 75 %, mandatory integration of this tool was noted by less than 10 %. Figure 1 shows the relative distribution of various e-learning formats with high levels for e-learning as an addition to face-to-face teaching, and low levels for the use of Wikis and Webinars. Figure 2 documents the percentage of e-learning offerings in various disciplines. There were no 100 % or 0 % scores. High scores were found for Anatomy, Internal Medicine and Emergency Medicine, while Chemistry, Human Genetics and Gerontology had relatively low scores.

On the average, medical schools had two permanent staff members working on e-learning (median 1, range 1–5), as well as three assisting students (varying from 0–4 at most places, whereas one university reported eight, and another one 23). Fifty percent employed permanent staff almost exclusively in charge for e-learning (Table 2). The budget for the implementation of e-learning each year varied from “no budget” ($n = 5$)

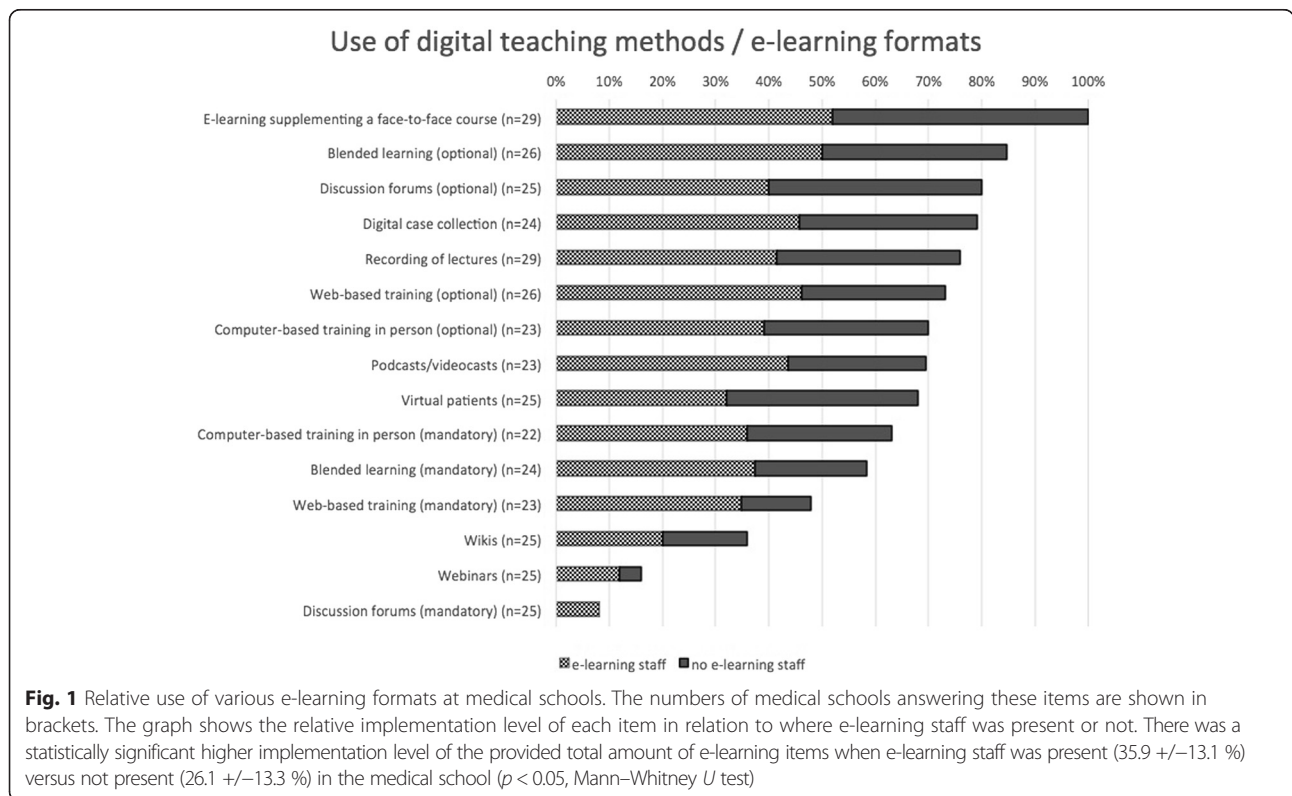
through €10,000–50,000 ($n = 4$) and €50,000–100,000 ($n = 2$) up to €100,000–250,000 ($n = 2$). There was a weak negative correlation trend that was not statistically significant for the size of the medical school and their financial means ($r(10) = -0.39$, $p = 0.20$). A weak positive correlation trend which was not statistically significant could be observed for the size of medical school and the number of employees within an e-learning department ($r(14) = 0.17$, $p = 0.53$).

Concerning the impact of the presence of e-learning staff, a significant correlation could be shown for the existence of recommendations for the application of e-learning by a medical school (Table 1). Also, the evaluation of students on the subject of e-learning was performed significantly more often when e-learning staff was present (Table 2). There were also significantly higher implementation levels of the provided total amount of e-learning items (Fig. 1), as well as of the general existence of e-learning offers in the disciplines of medical schools (Fig. 2).

Information about the infrastructural support for e-learning provision by the medical schools is given in Table 2. Out of the responding medical schools, 81 % ($n = 26$) used a single LMS, 16 % ($n = 5$) used more than one and only 3 % ($n = 1$) did not use any at all. Twenty-five medical schools provided details of the programs they used for the creation of e-learning contents and 20 listed programs that they used for the recording of lectures (see Table 3). Special rewards associated with the commitment of teachers to e-learning provision differed in between the medical schools (11 responses). The most common rewards were performance-based grants ($n = 6$) and the awarding of prizes ($n = 5$) such as

Table 1 General information about e-learning provision at medical schools ($n = 34$; results are expressed as percentage of total answers per item). The symbol * indicates a significant difference between medical schools with (34.4 %) and without e-learning staff (9.4 %) with a $p < 0.01$ (chi-square test of independence)

Question	Yes (%)
General information about e-learning at the medical schools	
Do e-learning tools for the education of students exist at your medical school?	100 %
- predominantly mandatory	9.4 %
- predominantly optional	90.6 %
Is there a specific set of recommendations for the application of e-learning by your medical school from the academic board or deanery?	43.8 % *
Do they stipulate the use of a quality assurance code for your e-learning activities?	
- If so, are these quality criteria designed to comply with the standards stipulated by the German Medical Association or similar (please see the PDF file attached for details)	48.4 % 20.0 %
Is there a faculty-wide strategy for increasing the scope and quality of e-learning tools over the coming years in your medical school?	58.1 %
Do you take gender criteria into account when developing e-learning activities?	39.3 %
Do you wish more support from relevant discipline societies (GMA/GMDS etc.) and academic institutions or public agencies (DFG/BMBF/State Ministries) for the development of e-learning activities?	75.9 %



“Teacher of the Year”. Furthermore, support was provided with student assistants or specific teaching projects for e-learning. Two medical schools included requirements for the development of e-learning resources as part of their tenure scheme. Eight medical schools reported about certification schemes associated with the preparation and implementation of e-learning tools. The following solutions were put forward: summary on the basis of semester hours as part of the teaching responsibility ($n = 3$), regular implementation as a learning format in the course regulations, tenure scheme regulations or federal state teaching regulations ($n = 1$ for each). Two schools did not name any particular arrangement.

With regards to a question about challenges for the future in the field of e-learning, the 21 responses (Additional file 2) could be crystallized into the following themes:

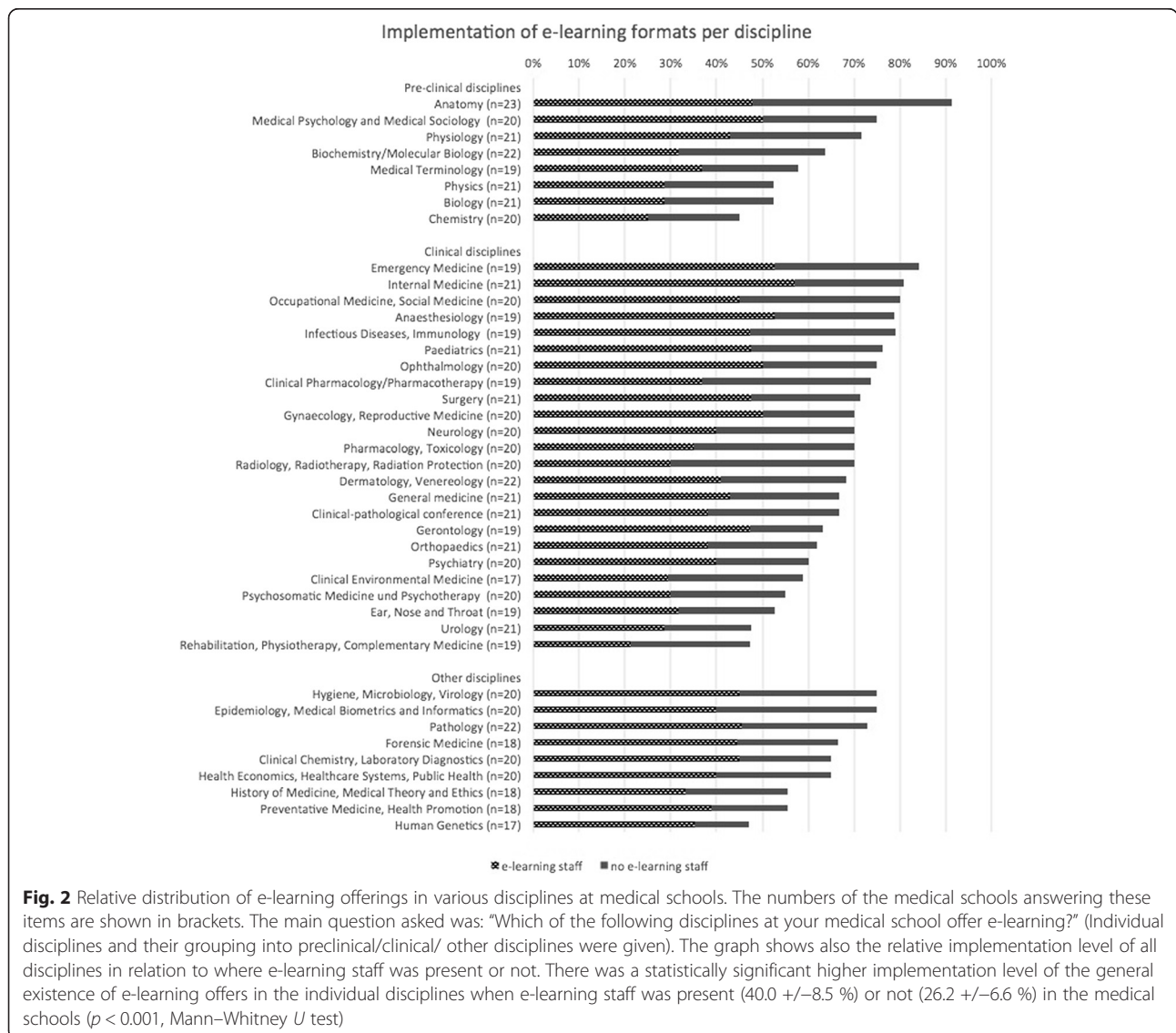
1. Improvement of the infrastructure and implementation in the curriculum (especially blended learning; reinforced mandatory, less optional use)
2. Creation of a faculty-wide strategy on e-learning
3. Improvement of personal resources and general financing

4. Construction of a system for teachers to encourage the creation of e-learning opportunities, as well as improved integration of teachers into e-learning concepts
5. Intensification of training measures for teachers in e-learning
6. Increased incorporation of smartphones, tablets and social media
7. Improvement of e-learning opportunities (portfolio extension, more interactivity and realism, research on benefits of e-learning and new potentials)
8. Clarification of copyright issues

Discussion

The survey presented here showed that e-learning has reached a high implantation level in the cluster of analyzed mid-European medical schools. However, the use of single tools and the distribution of e-learning offerings in individual disciplines were seen to be inhomogeneous among the institutions. The results also highlight that there is a potential for improvements regarding motivational incentives for the teaching staff which is dealing with the development and implementation of e-learning scenarios.

Concerning the level of e-learning implementation, it can be stated that all of the addressed schools did



use e-learning proposals to some extent. E-learning is also established in its basic use as a means to offer support to classic teaching of face-to-face courses. Among these offers, non-collaborative formats (such as podcasts or lecture recordings) are predominantly used as mandatory supplements. Future developments should consist of an integration of mandatory collaborative e-learning tools as a holistic approach that includes digitally driven assessment-formats as well [23]. In this study, gender issues were taken into account for developing e-learning activities in general by less than half of the participating medical schools. The survey did not go into any details, for instance into the use of gender-neutral language, avoiding gender stereotypes or gender medicine as a topic itself.

Among such methods of teaching, many formats seem to be well-known and widely implemented, while

tools that focus on online collaboration are less presented especially as mandatory didactic elements. As there can be found successful usage of these—like that of wiki—in the literature [24], it can be assumed that their implementation depends both on the familiarity of teachers with the tools as curricular implementation and instructional design of the course [25].

There was an inhomogeneous representation of e-learning offers for the single medical disciplines in this survey. However, the individual number of medical schools which provided offers was also inhomogeneous for every particular discipline, an observation which has already been reported e.g. for radiology [26]. The presented results suggest that there is a lower level of implementation in smaller disciplines, such as otorhinolaryngology or human genetics. Here, implemented examples of successful projects in small disciplines [27]

Table 2 Infrastructural information about e-learning provisions at medical schools ($n = 34$; results are expressed as percentage of total answers per item). The symbol * indicates a significant difference between medical schools with (44.8 %) and without e-learning staff (17.2 %) with a $p < 0.01$ (chi-square test of independence)

Questions	Yes (%)
Infrastructural information about the provision of e-learning	
Does your medical school offer...	
a) ... Performance-orientated financial rewards (LOM)?	75.9 %
b) ... Specific LOM for teaching?	66.7 %
c) ... Is e-learning associated with the award of LOM?	16.7 %
Do you have permanent staff in your medical school who is employed to deal with e-learning (an e-learning team/department)?	50.0 %
Do you offer training or qualification programs for teachers...	
a) ... that deals directly with the authoring systems of programs in use at your medical school?	80.7 %
b) ... on the topic of e-learning (general information)?	70.0 %
c) Would you make use of training programs that have been developed at other universities for the training of your teachers?	84.6 %
Does your medical school use electronic means to carry out summative (mandatory) exams?	53.3 %
Does your medical school also offer e-learning formative exams to students?	58.6 %
Do you reward your teachers in some form for...	
a) ... the development of e-learning tools/courses?	32.1 %
b) ... the implementation of e-learning tools/courses?	33.3 %
Do development and implementation of e-learning tools/courses count towards teaching activities or load?	24.1 %
- If not, is this planned at your medical school for the future?	39.1 %
Would you consider offering e-learning opportunities developed by other medical schools for inclusion in teaching by your medical school, if they fitted into the curriculum?	96.6 %
Are teachers at your medical school encouraged (through instructions, study regulations, etc.) to prepare e-learning tools?	56.7 %
Do you regularly evaluate the opinions, attitudes and experiences of your teachers on the subject of e-learning in your medical school?	31.0 %
Do you regularly evaluate the opinions, attitudes and experiences of your students on the subject of e-learning in your medical school?	62.1 % *
Does your medical school or do your students recognize outstanding e-learning opportunities with awards?	13.3 %

Table 3 Software programs used for the creation of e-learning contents recording of lectures. The questions were: "What is/are the name/s of the LMS you are using at your medical school?", "Which programs do you offer your teachers for the development and creation of e-learning contents?", "Which programs are used alongside those you offer by your teachers on their own initiative (as far as you know of)?", "If you record lectures—which tools do you use?"

Program type	Product examples
Authoring systems	Docendo, Mediabird, Mediasite, Articulate, Lectora Wondershare (4x), Mediator Authoring Software
Case-based learning systems	CAMPUS (4x), Casus (3x), Inmedea Simulator, Casetrain
Learning management systems	Moodle (14x), Ilias (12x), OLAT (3x), Stud.IP (3x), Blackboard (2x), ALMA WEB (1x), Metacoocn (1x), MedPol (1x), ILKUM (1x)
Microsoft Office Products	Word, Excel, PowerPoint, Access
Apple Products	iTunes U, Onyx Mac
Other products	Adobe Collection (Acrobat, Photoshop, Premiere, E-Learning Suite, CreativeSuite) (2x), Raptivity, Zoomify Image Viewer, Primal Pictures, Mediscript Online, Camtasia Studio (11x), WebKit
Programs for the recording of lectures	Camtasia Studio (10x), Lecturnity (3x), Adobe (Adobe Connect, Adobe Premiere) (3x), WOWZA Streaming Server, RUBcast, Vilea, LifeSize

can be seen as great potential for sharing successful formats between medical schools in the future.

Regarding infrastructure and staff, all participating medical schools had faculty members as responsible contact persons for e-learning matters. For the technological infrastructure it can be stated that LMS were firmly established, with open source platforms predominantly used by the majority of the participants [1]. It is remarkable that the majority of the medical schools observed here preferred an in-house open source model to outsourcing their LMS. Although the use of open source systems is related to altered in-house costs, this might be acceptable to realize a higher flexibility in customizing the systems to the medical school's needs [28]. Consequently, it can be assumed that a high proportion of the named e-learning staff capacities are allocated to host the LMS. However, it could also be shown that the existence of e-learning staff is positively correlated with the presence of e-learning offers at a medical school. This stresses the use of employing personnel merely dedicated to managing a medical schools' e-learning portfolio.

Teachers could make use of different programs for the development of contents in the context of their didactic teaching scenarios, depending on the medical school. The vast majority offer trainings or qualification programs for teachers. That this is important was also postulated by Cook and Triola as well as by Kowalczyk and Copley, who stressed the need for faculty development in the use of current tools and ongoing training in emerging technologies [29, 26].

Alongside existing infrastructural services, motivational incentives will be important to encourage especially clinical teachers to deal with the provision of e-learning offers, as this is often time and resource-intensive [30]. In the study presented here, less than one-third of the participating medical schools rewarded the creation or implementation of e-learning tools/courses, and less than one fifth awarded funds or prizes for tasks undertaken in the field of e-learning. A further problematic aspect was that an evaluation of opinions, attitudes and experiences of teachers who are involved in the development of e-learning seems rarely to be taken into account [6]. Although a small proportion of participating centers recognized the implementation of e-learning activities as an additional achievement when looking at admission to a tenure scheme, a larger number planned to adopt their practices in this field—a promising approach, as already reported in the literature [31].

Quality assurance protocols for e-learning scenarios [16] were in place at only a handful of medical schools. As such a standardization is intended to ensure the maintenance of medical standards and the attainment of curricular learning goals [17], addressing this backlog

would help to create certified e-learning tools which could be of use for a larger number of medical schools [27].

Altogether, the findings of this study can be seen as part of a detailed strategy of most of the medical schools to increase the scope and quality of their e-learning programs in the next years. Future challenges for a wide use and cooperation in e-learning aspects among medical schools can in fact build on the high willingness of the medical schools to use and exchange e-learning offerings of other universities when it comes to the education of students and also the training of teachers themselves. An interesting approach for the future might here be the development of a central—maybe even international—database of e-learning contents for medical schools, where an exchange or common use of data could take place [17, 27]. The majority of the faculties stated that professional societies, academic institutions or ministries should support the development of e-learning activities. Here, an inter-faculty discussion platform supported by these institutions could be helpful to answer many of the questions that the individual medical schools have in the field of e-learning—e.g. copyright or financial issues or the establishment of blended learning concepts.

Limitations of the validity of the present documentation which must be highlighted include the finding that responses were not collected from all of the medical schools addressed. Therefore, the results shown here provide insight into the current status of the field of e-learning but cannot be used for definitive statements. This could also contribute to a bias that potential regulatory differences in curricular uses of e-learning between individual countries and federal states were not captured by this survey. In addition, the option of leaving certain questions blank meant that there was variation in the numbers of answers collected. Also, the faculty positions of the addressees were seen to be inhomogeneous, and this may have influenced their understanding and perceptions as a confounding variable in answering the questions. Finally, the questions used can only provide a brief representation of the different situations in individual disciplines at the various universities.

As this evaluation focused only on the status and e-learning supporting strategies at mid-European medical schools, in future studies the focus of analysis should be expanded to meet the conditions in more countries and regions of the world.

Conclusions

This survey shows that e-learning has gained a firm place in the curricula of those mid-European medical schools addressed. Many institutions have grasped the potential and value of a good infrastructure in this field. However, the distribution and promotion of e-learning is

inhomogeneous. Also, teachers' commitments should be given a better incentive. Aims for the next years should include fostering a network with a constant dialog between the medical schools for addressing common problems, and development of a database with different quality-tested tools that can be accessed on-demand by all schools. This survey should be repeated to document further developments and even extended internationally to compare more countries and to discover potential for future cooperation.

Additional files

Additional file 1: The questionnaire, which served as a survey instrument (the text was translated from German into English). It was made available to the addressed medical schools in Austria, Germany and Switzerland with the online program SurveyMonkey® (SurveyMonkey, Oregon, USA). The survey consisted of 49 items, with 27 closed questions and 22 questions for free text answers. (DOCX 30 kb)

Additional file 2: Original answers (n = 21) of the participating medical schools to the question "Which challenges do you see in the field of e-learning for your medical school in the next years?" (This was translated from German into English.) Each number represents commentaries of one medical school (anonymous). (DOCX 23 kb)

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contributions

DAB and KS designed the study. DB, TH, JP and KS collected the data. DAB, FB, TH, KS and HP analyzed and interpreted the results. DAB drafted the article with substantial support by KS and HP. FB, TH, JP, HP and KS revised the paper critically. All authors approved the submitted version to be published.

Acknowledgements

We thank Mrs. Nicole Haberstroh for her technical support in data analysis. We also thank Miss Paula S. Wendler for her support in data collection, especially when it came to contacting the correspondence partners at the universities. Finally, we thank Mrs. Ellis Rea for her support in English editing of the text.

Author details

¹Department of Traumatology and Orthopedics, Bundeswehr Hospital, Scharnhorststrasse 13, 10115 Berlin, Germany. ²Dieter Scheffner Center for Medical Education and Research, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Charitéplatz 1, 10117 Berlin, Germany.

Received: 5 March 2015 Accepted: 14 August 2015

Published online: 03 September 2015

References

- Ruiz JG, Mintzer MJ, Leipzig RM. The impact of E-learning in medical education. *Acad Med*. 2006;81:207–12.
- Xeroulis GJ, Park J, Moulton CA, Reznick RK, Leblanc V, Dubrowski A. Teaching suturing and knot-tying skills to medical students: a randomized controlled study comparing computer-based video instruction and (concurrent and summary) expert feedback. *Surgery*. 2007;141:442–9.
- Shantikumar S. From lecture theatre to portable media: students' perceptions of an enhanced podcast for revision. *Med Teach*. 2009;31:535–8.
- Heye T, Kurz P, Eiers M, Kauffmann GW, Schipp A. A radiological case collection with interactive character as a new element in the education of medical students. *Rofo*. 2008;180:337–44.
- Ruderich F, Bauch M, Haag M, Heid J, Leven FJ, Singer R, et al. CAMPUS—a flexible, interactive system for web-based, problem-based learning in health care. *Stud Health Technol Inform*. 2004;107:921–5.
- Gray K, Tobin J. Introducing an online community into a clinical education setting: a pilot study of student and staff engagement and outcomes using blended learning. *BMC Med Educ*. 2010;10:6.
- Ridgway PF, Sheikh A, Sweeney KJ, Evoy D, McDermott E, Felle P, et al. Surgical e-learning: validation of multimedia web-based lectures. *Med Educ*. 2007;41:168–72.
- Woltering V, Herrler A, Spitzer K, Spreckelsen C. Blended learning positively affects students' satisfaction and the role of the tutor in the problem-based learning process: results of a mixed-method evaluation. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2009;14:725–38.
- Back DA, Haberstroh N, Sostmann K, Schmidmaier G, Putzier M, Perka C, et al. High efficacy and students' satisfaction after voluntary vs mandatory use of an e-learning program in traumatology and orthopedics—a follow-up study. *J Surg Educ*. 2014;71:353–9.
- Masie E. Blended learning: The Magic Is in the Mix. In: Rossett A, editor. *The ASTD E-Learning Handbook*. New York: McGraw-Hill; 2002. p. 58–63.
- Matthes G, Rixen D, Tempka A, Schmidmaier G, Wolff C, Ottersbach C, et al. Physicians in traumatology. Critically endangered? Results of an inquiry. *Unfallchirurg*. 2009;112:218–22.
- Daivs MR, Chikte UM, Halperin ML. An efficient approach to improve the usability of e-learning resources: the role of heuristic evaluation. *Adv Physiol Ed*. 2013;37:242–8.
- Steinert Y, Mann K, Centeno A, Dolmans D, Spencer J, Gelula M, et al. A systematic review of faculty development initiatives designed to improve teaching effectiveness in medical education: BEME Guide No. 8. *Med Teach*. 2006;28:497–526.
- Welk A, Splieth C, Seyer D, Rosin M, Siemer M, Meyer G. German dental faculty attitudes towards computer-assisted simulation systems correlated with personal and professional profiles. *Eur J Dent Educ*. 2006;10(2):87–95.
- Barefield AC, Meyer JD. Leadership's role in support of online academic programs: implementing an administrative support matrix. *Perspect Health Inf Manag*. 2013;10:1f.
- German Medical Association. Quality criteria eLearning of the German Medical Association - Qualitätskriterien eLearning der Bundesärztekammer. http://www.bundesaeztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/KritElearningV8.01.pdf. Accessed 11 Nov 2014
- Kim KJ, Han J, Park le B, Kee C. Medical education in Korea: the e-learning consortium. *Med Teach*. 2009;31(9):e397–401.
- Charité. Quality seal eLearning Charité. http://elearning.charite.de/services/qualitaetssicherung/qualitaetssiegel_elearning/. 2014. Accessed 4 Jan 2014.
- St. Amant L, Fechtig L. 'Structure, Finances and Human Resources' Working Group Report. University of Toronto, Faculty of Medicine, eLearning task Force. 2015. <http://elearning.innovatingedu.ca/wp-content/uploads/2014/09/Structures-Finances-and-HR-WG-Final-Report.pdf>. Accessed 29 May 2015.
- GMA. <https://gesellschaft-medizinische-ausbildung.org> (2014). Accessed 16 Sep 2014.
- Schnell R, Hill PB, Esser E. *Methoden der empirischen Sozialforschung*. 9th ed. Munich: Oldenbourg Wissenschaftsverlag; 2011.
- Collins D. Pretesting survey instruments: an overview of cognitive methods. *Qual Life Res*. 2003;12:229–38.
- Ellaway R, Masters K. AMEE Guide 32: e-Learning in medical education Part 1: Learning, teaching and assessment. *Med Teach*. 2008;30:455–73.
- Rasmussen A, Lewis M, White J. The application of wiki technology in medical education. *Med Teach*. 2013;35:109–14.
- De Wever B, Van Winckel M, Valcke M. Discussing patient management online: the impact of roles on knowledge construction for students interning at the paediatric ward. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2008;13:25–42.
- Kowalczyk N, Copley S. Online course delivery modes and design methods in the radiologic sciences. *Radiol Technol*. 2013;85:27–36.
- Kolb S, Wengenroth L, Hege I, Praml G, Nowak D, Cantineau J, et al. Case based e-learning in occupational medicine—a European approach. *J Occup Environ Med*. 2009;51:647–53.
- Scavo F. Key Advantage of Open Source is Not Cost Savings. 2005. <http://www.computereconomics.com/article.cfm?id=1043>. Accessed 14 Dec 2014.

29. Cook DA, Triola MM. What is the role of e-learning? Looking past the hype. *Med Educ.* 2014;48:930–7.
30. Choules AP. The use of elearning in medical education: a review of the current situation. *Postgrad Med J.* 2007;83:212–6.
31. Ruiz JG, Candler CS, Qadri SS, Roos BA. E-learning as evidence of educational scholarship: a survey of chairs of promotion and tenure committees at U.S. medical schools. *Acad Med.* 2009;84:47–57.

**Submit your next manuscript to BioMed Central
and take full advantage of:**

- Convenient online submission
- Thorough peer review
- No space constraints or color figure charges
- Immediate publication on acceptance
- Inclusion in PubMed, CAS, Scopus and Google Scholar
- Research which is freely available for redistribution

Submit your manuscript at
www.biomedcentral.com/submit



2.2. Nutzung eines Lernmanagementsystems und digitalen Lehrformen unter Medizinstudierenden an der Charité

Learning Management System and e-Learning Tools: An Experience of Medical Students' Usage and Expectations

Back DA, Behringer F, Haberstroh N, Ehlers JP, Sostmann K, Peters H
International Journal of Medical Education, 2016 Aug 20;7:267-73.

Ziel dieser Studie war eine Evaluation von Studierenden zu ihren Nutzungsschwerpunkten und Problemen beim Lernen mit dem Lernmanagementsystem *Blackboard* der Charité und seinen e-Learning Angeboten. Zusätzlich wurde nach Wünschen für die künftige Ausrichtung der digitalen Angebote gefragt.

Ein standardisierter Fragebogen mit 70 Einzelpunkten wurde von 505 Teilnehmern beantwortet (von 4629 adressierten Humanmedizin-Studierenden der Charité). Für die Studie bestand ein positives Votum der zuständigen Ethikkommission der Charité. Die Teilnahme erfolgte freiwillig nach vorheriger Information der Beteiligten. Die Analyse der Daten erfolgte als quantitative und qualitative Statistik.

Als wichtigste Wissensquellen wurden Wikipedia (74 %) und Vorlesungsskripte (73,7 %) angegeben. Das LMS selbst wurde meist für Studieninformationen (68,3 %), zur Vorbereitung von Prüfungen (63,3 %) und Unterrichtseinheiten (54,5 %) genutzt. E-Learning Inhalte sollten klar verständlich (98,3 %), unterrichtsbezogen (92,5 %) und einfach zu nutzen sein (92,5 %). Eine mangelnde Einbindung von e-Learning in den Präsenzunterricht wurde als Hauptproblem angesehen (58,7 %). In Freitexten werteten 123 Studierende Interaktivität von e-Learning als für sie am Wichtigsten.

Diese Arbeit zeigte, dass die Medizinstudierenden von einem LMS die Unterstützung eines effektiven Lernens erwarten, aber auch die Bereitstellung von Organisations- und Lernmaterialien. Zudem war ihnen Interaktivität und eine gute Integration von e-Learning in den Präsenzunterricht wichtig. Die hohe Zustimmung, die Wikipedia als Wissensquelle besaß, sollte zur vermehrten fachlichen Prüfung der Inhalte anregen.

Learning management system and e-learning tools: an experience of medical students' usage and expectations

David A. Back¹, Florian Behringer², Nicole Haberstroh³, Jan P. Ehlers⁴, Kai Sostmann², Harm Peters²

¹Bundeswehr Hospital Berlin, Department of Orthopedics and Traumatology, Germany

²Dieter Scheffner Center for Medical Teaching and Educational Research, Charité - Universitätsmedizin Berlin, Germany

³Charité Center Tumor Medicine, Department of Radiation Oncology and Radiotherapy, Charité - Universitätsmedizin Berlin, Germany

⁴Didactics and Educational Research in Health Science, University Witten-Herdecke, Germany

Correspondence: Harm Peters, Dieter Scheffner Center for Medical Education and Research, Charité - Universitätsmedizin Berlin Charitéplatz 1, 10117 Berlin, Germany. Email: harm.peters@charite.de

Accepted: August 06, 2016

Abstract

Objectives: To investigate medical students' utilization of and problems with a learning management system and its e-learning tools as well as their expectations on future developments.

Methods: A single-center online survey has been carried out to investigate medical students' (n = 505) usage and perception concerning the learning management system Blackboard, and provided e-learning tools. Data were collected with a standardized questionnaire consisting of 70 items and analyzed by quantitative and qualitative methods.

Results: The participants valued lecture notes (73.7%) and Wikipedia (74%) as their most important online sources for knowledge acquisition. Missing integration of e-learning into teaching was seen as the major pitfall (58.7%). The learning management system was mostly used for study information (68.3%), preparation of exams (63.3%) and lessons (54.5%). Clarity (98.3%), teaching-related contexts

(92.5%) and easy use of e-learning offers (92.5%) were rated highest. Interactivity was most important in free-text comments (n = 123).

Conclusions: It is desired that contents of a learning management system support an efficient learning. Interactivity of tools and their conceptual integration into face-to-face teaching are important for students. The learning management system was especially important for organizational purposes and the provision of learning materials. Teachers should be aware that free online sources such as Wikipedia enjoy a high approval as source of knowledge acquisition. This study provides an empirical basis for medical schools and teachers to improve their offerings in the field of digital learning for their students.

Keywords: Medical teaching, medical students, learning management system, e-learning tools, evaluation

Introduction

The goal of medical educational curricula is to provide students with knowledge and the clinical competence to treat patients at the best state-of-the-art; wherever possible, in an evidence-based manner.¹ Up to the end of the last century, medical undergraduate education consisted mainly of face-to-face teachings, such as lectures, or self-directed use of paper-based books or lecture notes.² With the rise of the internet, the former options have been expanded by a new mediation of knowledge via digital online-supported teaching and learning scenarios (e-learning) and thereby

become part of most modern medical undergraduate curricula.³⁻⁵ The use of online-provided learning features and tools with its 24/7 availability and the possibility to offer more features than textbooks is very popular among students.³⁻⁵ E-learning has become a self-evident offering in modern medical faculties,⁶ and it is also compulsory implemented into medical curricula.⁷ Some e-learning scenarios provide uni-directional information for online use or downloads (e.g. lecture notes, presentations etc.),⁵ whereas others integrate highly interactive tools like radiological

diagnosis quizzes or virtual patients.⁸⁻¹⁰ Also the use of so-called Web 2.0 media with podcasts, wikis or blogs has been discovered for medical teaching.^{11,12} However, most presented offers are limited to single projects or have focused only on individual medical disciplines,^{5,9,13} with only sparsely organized approaches on any medical school level.¹⁴

Nowadays, the provision of e-learning tools or complex blended learning scenarios depends on an online platform where students and teachers can get access to them.⁴ To address this issue, different forms of learning management systems (LMS) were established in medical faculties worldwide. A LMS can be defined as software that automates the administration, tracking, and reporting of training events and delivers learning contents rapidly.¹⁵ It also enables the provision of a structured curriculum, and eases both the accessibility of many contents and an all-in-one organization.¹⁶ Many studies have already reported on the use of LMS in undergraduate and even postgraduate medical teaching for the provision of e-learning contents or the access to libraries or discussion forums.^{10,13,16-18} Also complex teaching concepts as spiral curricula are supportable by LMS.¹⁹

A sufficient familiarity of teachers with electronic media and LMS has to be regarded as the basis of modern teaching.^{20,21} In order to ease the compliance of students to use digital teaching amendments, it is highly important that medical teachers know about potential pitfalls and students' experiences, wishes or needs regarding the conception, design or provision of e-learning scenarios, tools and LMS.²² However, until today, only few studies have concentrated on individual disciplines or topics instead of LMS as the main focus^{13,23} – and those few who did were again linked to certain disciplines rather than to a medical school level. Also students' problems with the use of e-learning tools are relevant, but only rarely reported in medical fields.²⁴ Overall, there is a lack in comprehensive empirical data on medical students' use of digital learning tools and learning management systems as well as their expectations on the provision of those offerings.

The undergraduate curriculum at German medical schools consists of 12 semesters, characterized by a differing mix of lectures, seminars, bedside teachings, practical trainings, internships and problem-based learning. While LMS are implemented at almost all medical schools, e-Learning offerings are mostly voluntary and embedded into blended learning concepts.²⁵ The purpose of this study was to examine medical students' needs and expectations concerning e-learning tools and their learning management system, based on their current utilization.

Methods

Study design

The current study was designed as a single-center online survey and has been carried out at the Charité – Universi-

tätsmedizin Berlin, Germany. The department of e-learning informed Medical students about the purpose of the study.

Participants

Medical students from all semesters were included in the study, as long as they were enrolled for medical undergraduate studies at the Charité. Participation was voluntary and anonymous. Formal and ethical approval was obtained from the institutional data protection office and ethic committee (Ethikkommission, Ethikausschuss 1 am Campus Charité-Mitte; No. EA1/081/12).

Sample size and sampling procedures

Participants were asked for participation via email announcements. In the period from June to September 2012, 505 students voluntarily responded to the email announcement and followed an included link to the survey provided online. The response rate was 11%.

Data collection methods

The aim of the questionnaire was to investigate the sample's usage and perception concerning a learning management system and its e-learning tools, as well as their expectations on future developments.

The learning management system used was Blackboard Academic Suite with the components Learning-, Community- und Content-System (© Blackboard Inc., Washington DC, USA). The system is accessible for all registered students of the medical school via regular internet access and their use of an individual password. Furthermore, all students have a password-protected internet access to the medical school's online library and hold an institutional, separate email account.

Lecture notes or scripts were provided mostly as PowerPoint (Microsoft PowerPoint, Microsoft Corp., USA) and PDF (Adobe System Inc., USA) scripts. Podcasts were produced with Camtasia Studio (Version 5.1.0, TechSmith Corp., USA). Virtual patient cases were provided by the CAMPUS authoring system (Version 1.3.2827 © 2006, University of Heidelberg, Germany). Discussion forums or quiz formats were part of the LMS Blackboard features. The wiki system "WikiBlog" was based on the Team collaboration software Confluence (Atlassian, Australia) and the blogs by the open source web software WordPress MU (Free Software Foundation, USA).

This online survey could not be complemented with data of tracking and recording of students' LMS using behavior due to legal data security regulations in Germany. In order to assess medical student's perceptions, needs and expectations when using the LMS or e-learning tools, a standardized questionnaire was developed which was consistent with prevalent quality criteria of internet surveys.²⁶⁻²⁸ Based on a PubMed and MEDLINE search and exploratory interviews with professional experts, the focused subject was structured and questions were developed. The preliminary questionnaire was validated by employing a

pre-test method to narrow down the final questions.²⁹ To analyze content validity, the adapted questionnaire was sent to a panel of independent experts in the field of educational research and e-learning within the faculty. Following a peer review process, the final questionnaire was generated, and it composed 70 questions. Items were then categorized into 2 domains, the first domain which covered medical student's prevailing use of the LMS or e-learning tools, and the second domain which comprised their needs and expectations (concerning the LMS or e-learning tools).

The item sets of the first domain were related to online sources used by students for the acquisition of knowledge (11 items), online sources used by medical students for teamwork with other students (11 items), e-learning tools used by medical students for their studies (11 items), and the purpose of using a learning management system (8 items).

The item sets of the second domain were related to perceived difficulties when using the learning management systems and e-learning tools (9 items), key characteristics of online learning platforms and e-learning tools for the learning process (13 items), and students' needs concerning the online learning platforms and e-learning tools provided by the medical school Charité (7 items).

Participants were either asked to indicate their agreement with each item on a five-point Likert scale, with 1 indicating 'strongly disagree' and 5 'strongly agree', or assess their usage on a five point intensity scale by 1 indicating 'never' and 5 'very frequently'. All items had a "non-applicable" option.

Additionally, students were asked to narratively answer the question, how – according to their own personal wishes or expectations – the ideal learning management system and its e-learning offerings should be designed.

Data collection procedure

The survey was completed online via Survey Monkey (SurveyMonkey Inc., Oregon, USA). Respondents had the opportunity to change their answers by using a back button until they were ready for a final submission of the survey. Their responses were first documented anonymously in the confidential database of Survey Monkey and then transferred to a local secure server.

Data analysis

Descriptive data were collected, analyzed and reported as mean plus/minus standard deviation or as relative frequency in relation to the total numbers. Free-text answers were analyzed for repetitive sequences by two independent reviewers of the faculty. Qualitative research was conducted in order to obtain more information about students' perception of e-learning offerings. A systematic rule guided qualitative text analysis was applied using techniques of qualitative content analysis according to Mayring.³⁰ All analyses were performed using SPSS statistical software.

Results

Within the three-month duration of the study, 505 students participated in the survey (of 4629 addressed). The mean age was 24.2 years (SD 4.4) and the mean study semester was 6.5 (SD 3.8). Of all participants, 340 (67.3%) were female and 161 (31.9%) were male. 4 students did not indicate their gender.

Students' current use of LMS and e-learning tools

The most popular online sources for the acquisition of knowledge, which were used "very often" or "often", were Wikipedia (74%) and lecture notes provided by the medical school faculty (73.7%), followed by medical online portals (57.8%). Among the least-used online sources for learning were YouTube (9%), social networks (6.8%), and iTunes U as podcast portal (5.1%).

For the online exchange and teamwork with other students on study issues, students used most preferably emails (52.8% "often" or "very often"), followed by Facebook (32%) and online storage providers (17.3%). One's own webpages or blogs (85.4% "never") or professional network portals as Xing (98.7% "never") or LinkedIn (98.8% "never") were used least.

The ranking of the most popular tools used in e-learning was led by lecture slides (77.7%), videos (71.9%) and digital texts (71.3%). The lowest ranked tools were simulations (33.4%), serious games (13.8%) and discussion forums (7%).

When asked what purpose they used the LMS for, the students' leading reasons were to gain organizational study information (68.3%), for the preparation of exams (63.3%) and as preparation and post-processing of lessons (54.5%). On the other hand, the importance level of the LMS for communicating with other students (2.2%) or teachers (1.9%) or keeping lists or calendars (1.3%) was vanishingly low. During the semester, 38.6% of all students used the LMS daily, 48.3% on a weekly basis, and 13.1% less than once a week.

Needs assessment concerning LMS and e-learning tools

In respect to the leading problems seen with e-learning concepts, LMS and e-learning tools, participants complained about missing integration of contents into lessons by teachers (58.7%), poor structure of the offers (57.8%), problems in actually locating these (56.9%), and a lack of interactivity (56.2%). Further comments considering problems with e-learning activities focused on missing personal contact (38.1%), too much additional learning effort (25.7%), or technical problems (22.6%).

When asked about the most important key characteristics of LMS and online tools which support their learning, the students ranked the "Top 5" with clarity (98.3%), teaching-related contents (92.7%), ease of use (92.5%), practice-orientation (91%) and time-saving (85.2%). A facilitation of collaboration with other students e.g. within

Table 1. Students' opinions on how e-learning should be designed^a (N = 323)

Topic	Description of the desired contents
Interactive knowledge tests (n = 123)	Possibility for training and self-tests, for applying and checking knowledge (e.g. interactive exercises, quizzes, multiple-choice questions, training tests) preferably with direct feedback in any case of wrong answers
Completeness (n = 97)	Availability of all relevant contents (lecture notes, podcasts/videos), links and information for an intensive preparation and post-processing. Better access to e-books, marking of exam-relevant contents and add-ons
Clear structure (n = 65)	Uniform and clear structure of the teaching contents offered, e.g. ordered by semester or topics with emphasis on actual contents with concurrent possibility to access older contents
Relevance for learning objectives (n = 55)	Special marking and weighting of exam-relevant topics and online accessibility of all exam-relevant information
Practical relevance (n = 47)	Contents with relevance for practical clinical work, to understand theoretical knowledge or global coherences (e.g. operation videos). Realistic case examples to apply and deepen the gained knowledge
Contingency and actuality (n = 40)	More consistency of the offers (some modules have an extensive e-learning offer, versus others without any offer at all). Specific and always up-to-date offer for all courses. Technical and didactic training of the teachers. Uniform layout for all courses to enable a better clarity
Multimedia (n = 37)	Lecture notes/text files for pooling of knowledge, but e.g. practical videos in case of complex coherences. Additional scoring/visualization of lectures. Application of media features which are specific for the particular contents while considering the individual type of learning
Technical user-friendliness (n = 32)	Cutback on technical operation barriers (e.g. additional software, plug-ins etc.). Compatibility for all operating systems. Unrestricted mobile access via tablet or smartphone.
Easy access (n = 27)	No access barriers (different passwords, plug-ins, etc.), but one central and easily accessible offer (especially one uniform password)
Contact/commentary features (n = 23)	Integrated and uncomplicated possibility for contacts between students, but also with teachers. Possibility to communicate via a forum about certain contents.
Efficient learning (n = 23)	Compact provision of relevant information, which allows an efficient and time-saving gain and immersion of knowledge
Data transfer (n = 9)	Possibility to transfer internal teaching contents to private hard drives / to save or to print them for learning offline

^aMultiple answers were allowed

forums (37.7%) or the provision of online tutors (33.2%) was regarded as least important by the participants.

Among the needs concerning LMS and e-learning tools, which students had wished they received in the medical school, top-ranked were a unified online study portal (75.9% "strongly agree" or "agree") and enough online memory (56.6%) or online portfolio systems (43.8%), while wikis (38.3%) or blogs (31.8%) were required less often. Only 24.1% shared the opinion that there was no need for any improvement as there were already enough alternatives available online.

Qualitative comments to the question, as to how the ideal LMS and its e-learning offerings should be designed, were analyzed using techniques of qualitative content analysis. An inductive classification of categories was conducted resulting in a summarizing content analysis with topics shown in Table 1 (n = 323).

Discussion

Provision of e-learning elements via learning management systems (LMS) is one of the key factors for a successful introduction and both effective and persistent usage of digitally supported learning concepts in medical education.^{4,7} This single-center survey enlightened some aspects of interest in a comprehensive approach concentrating on students' use of a LMS and its e-learning tools as well as assessing their needs concerning those offerings on a medical school level. To our knowledge it is the first

approach to address those topics in medicine without being connected to any single specific course or discipline.¹³ Concerning online knowledge sources in general, the medical school's own teaching offers such as lecture notes were well liked, but were placed as being used at almost the same level as Wikipedia – far ahead of e.g. professional online journals. Also in other studies, Wikipedia was considered to be a relevant source of knowledge by students.^{31,32} Despite such encouraging data,³³ there are also reasonable doubts among professionals concerning the actual reliability of Wikipedia's contents.^{34,35} The results presented here underline the necessity to foster studies about students' media competencies and their learning behaviors. However, the findings also seem to recommend e.g. for national associations of individual medical disciplines that one should check articles in Wikipedia which deal with their area of expertise, and to correct or even edit them in a proven and certified manner. Future studies will have to address the question how students' use of such internet sources can be positively influenced by offering instructive and well-approved digital learning tools.

As a central headline of students' preferences for the LMS and its e-learning contents, the term "efficacy" could be stated. Offers should be clearly structured, easy to operate, time saving, praxis-oriented and focused on curricular lessons. Additionally, a good communication about where to find certain offers seems to be needed. Interestingly, fun with any offers or an especially attractive

layout was seen by the majority of participants to be less important. This might be quite important for clinical teachers who will mostly be rather short of time³⁶ and could thus invest more effort on the provision of fact-oriented contents than on a sophisticated design.³⁷ At the same time it can be stated that most students regarded only few e-learning tools to be relevant for study preparation. Knowledge was apparently expected to be taught in as compact a manner as possible, resulting in a preference of those tools which seemed to lead quickly to a learning success, e.g. texts or videos rather than discussion forums or wiki-blogs. However, such a view on the results has to be seen critically, as still at least one-third of the participants supported forums and online tutoring. Along with this, there are examples of successful embedding among students using tools as discussion forums.^{13,38,39} Others showed that their local populations appreciated discussion forums most, whereby downloadable data were only seen to be present in the midfield and a use of emails even at the end.¹³ It can be postulated that the ranking of different tools within a LMS will always depend on an individual course's structure – e.g. when a close tutor contact is ensured and there is a steady encouragement of using the tools.³⁸

Regarding the above-mentioned students' needs and concluded demands for teachers, faculty development approaches to support teachers' familiarity with the LMS used and its established e-learning tools and services do seem to be recommendable.³⁷ When asking for students' priorities of electronic tools provided by the medical school, a uniform study portal was regarded as most important. This can be based on the practical log-in use and easy handling of e-learning materials; students would then not have to switch between individual platforms. This issue was also supported by the free-text answers, where students requested an easy access to the LMS and its contents. Thus, it seems to be recommendable that medical schools offer one single LMS to offer all digital learning components.¹³ The "number one" purpose for the LMS usage was the acquisition of information about curricular contents, followed by learning for exams and the preparation and post-processing of seminars. Communication tools of the LMS were used less, whereas students' answers had indicated that communication itself was a relevant aspect. In this context, it was interesting that emails were still the main line of communication in the evaluated population. That could be explained together with a well-established email service of the university. Just as other authors have already suggested an embedding of libraries into LMS,⁴⁰ there could be a potential in connecting universities' email accounts of students with a firmly established LMS into one password-protected platform.¹³

Students' statements showed a strong desire for an active involvement in learning. Thus, e-learning offerings should include the possibility of interaction to promote the acquisition of knowledge.⁹ However, this aspect should be

discussed critically. On the one hand, new features of the Web 2.0 and other means of teaching might be suitable to attract students' attention,^{12,39} and these are also demanded by some authors.⁴¹ This might also be a new and promising approach for the population evaluated here, whereby Facebook was not apparently considered to be especially important as source of learning, but rather secondary concerning online communication about study-related aspects. On the other hand, it should also be taken into careful consideration that concentrating on proven tools might be more effective for a medical school and its teachers in aiming to provide a good and satisfying education than to follow too much of any current hype.³⁷ Another interesting aspect taken from the free-text answers was the wish for retention of access to earlier learning materials. This could be important in the context of evidence-based medicine approaches with spiral learning concepts,^{19,42} where a LMS could connect different learning levels by linking related contents.

Some limitations have to be recognized for this study. As the answers had to be given online, this could have led to a non-response bias, attracting only participants interested in the internet.⁴³ In addition, this was a single-center survey, and that limits its generalizability. There might be a bias that it was mostly those things addressed or answered which were also represented at our medical school. To learn more about this issue, this survey should be repeated in a multi-center approach on a national or international level. Either way, students' answers will be influenced by the experiences they made at their medical school only. As that could give additional objective information about the using behavior of tools provided in a LMS, analyses of students' behavior and preferences when using the LMS should be included and addressed in future studies.

Conclusions

By providing organizational information and learning materials, a LMS can serve as a decisive component of a medical school to support the use of e-learning materials. In our study, the leading purpose to use the LMS was the acquisition of information about curricular contents, followed by learning for exams and the preparation and post-processing of seminars. Students wanted the LMS to support an efficient learning, with clear, practice-oriented contents, which are easy to use. Thus, we conclude that teachers should put more effort on the provision of fact-oriented contents than on a sophisticated design. However, interactivity and integration into face-to-face teaching are important aspects in the perception of e-learning tools and should be supported. Teachers should be aware that free online sources as Wikipedia enjoy a high approval as source of knowledge acquisition. As this is a serious issue for medical education, national associations of individual medical disciplines should consider editing online texts in an approved manner. Finally, students' demand for

remaining access to earlier learning materials could support the use of LMS and e-learning tools in the context of spiral learning concepts. The data presented here could serve as an empirical basis for medical schools to improve their offers in the field of digital learning for students.

Acknowledgements

The authors thank Mrs. Tina Harms for her participation in the preparation of the evaluation questionnaire and data analysis.

Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

1. Loyola S. Evidence-based teaching guidelines: transforming knowledge into practice for better outcomes in healthcare. *Crit Care Nurs Q*. 2010;33:19-32.
2. Shephard RJ, Ashley MJ. Attitudes of health science students towards teaching practices, examinations, and other related issues. *Med Educ*. 1979;13:111-6.
3. Gesundheit N, Brutlag P, Youngblood P, Gunning WT, Zary N, Fors U. The use of virtual patients to assess the clinical skills and reasoning of medical students: initial insights on student acceptance. *Med Teach*. 2009;31:739-42.
4. Gray K, Tobin J. Introducing an online community into a clinical education setting: a pilot study of student and staff engagement and outcomes using blended learning. *BMC Med Educ*. 2010;10:6.
5. Ridgway PF, Sheikh A, Sweeney KJ, Evoy D, McDermott E, Felle P, et al. Surgical e-learning: validation of multimedia web-based lectures. *Med Educ*. 2007;41:168-72.
6. Rowe M, Frantz J, Bozalek V. The role of blended learning in the clinical education of healthcare students: a systematic review. *Med Teach*. 2012;34:216-21.
7. Back DA, Haberstroh N, Sostmann K, Schmidmaier G, Putzler M, Perka C, Hoff E. High efficacy and students' satisfaction after voluntary vs mandatory use of an e-learning program in traumatology and orthopedics--a follow-up study. *J Surg Educ*. 2014;71:353-9.
8. Ruderich F, Bauch M, Haag M, Heid J, Leven FJ, Singer R, et al. CAM-PUS--a flexible, interactive system for web-based, problem-based learning in health care. *Stud Health Technol Inform*. 2004;107:921-5.
9. Ackermann O, Siemann H, Schwarting T, Ruchholtz S. Effective skill training by means of e-learning in orthopaedic surgery. *Z Orthop Unfall*. 2010;148:348-52.
10. Schlorhafer C, Behrends M, Diekhaus G, Keberle M, Weidemann J. Implementation of a web-based, interactive polytrauma tutorial in computed tomography for radiology residents: how we do it. *Eur J Radiol*. 2012;81:3942-6.
11. Boulos MN, Maramba I, Wheeler S. Wikis, blogs and podcasts: a new generation of Web-based tools for virtual collaborative clinical practice and education. *BMC Med Educ*. 2006;6:41.
12. Sandars J, Homer M, Pell G, Croker T. Web 2.0 and social software: the medical student way of e-learning. *Med Teach*. 2008;30:308-12.
13. Zakaria N, Jamal A, Bisht S, Koppel C. Embedding a learning management system into an undergraduate medical informatics course in Saudi Arabia: lessons learned. *Med 2.0*. 2013;2:13.
14. Sanchez-Mendiola M, Martinez-Franco AI, Rosales-Vega A, Villamar-Chulin J, Gatica-Lara F, Garcia-Duran R, Martinez-Gonzalez A. Development and implementation of a biomedical informatics course for medical students: challenges of a large-scale blended-learning program. *J Am Med Inform Assoc*. 2013;20:381-7.
15. Ellis RK. A field guide to learning management systems. Learning Circuits. Alexandria, VA, USA: American Society for Training and Development. 2009 [cited 16 April 2016]; Available from: http://cgit.nutn.edu.tw:8080/cgit/paperdl/hclin_091027163029.pdf.
16. Dua A, Sudan R, Desai SS. Improvement in American Board of Surgery in-training examination performance with a multidisciplinary surgeon-directed integrated learning platform. *J Surg Educ*. 2014;71:689-93.
17. Pinelle D, Burbridge B, Kalra N. USRC: a new strategy for adding digital images to the medical school curriculum. *J Digit Imaging*. 2012;25:682-8.
18. Shah IM, Walters MR, McKillop JH. Acute medicine teaching in an undergraduate medical curriculum: a blended learning approach. *Emerg Med J*. 2008;25:354-7.
19. Masters K, Gibbs T. The spiral curriculum: implications for online learning. *BMC Med Educ*. 2007;7:52.
20. Eslaminejad T, Masood M, Ngah NA. Assessment of instructors' readiness for implementing e-learning in continuing medical education in Iran. *Med Teach*. 2010;32:407-12.
21. Kowalczyk N, Copley S. Online course delivery modes and design methods in the radiologic sciences. *Radiol Technol*. 2013;85:27-36.
22. Bygholm A. E-learning to train staff in Danish hospitals - three genres of e-learning. *Stud Health Technol Inform*. 2009;150:908-12.
23. Kukolja-Taradi S, Dogas Z, Dabic M, Drenjancevic Peric I. Scaling-up undergraduate medical education: enabling virtual mobility by online elective courses. *Croat Med J*. 2008;49:344-51.
24. Childs S, Blenkinsopp E, Hall A, Walton G. Effective e-learning for health professionals and students--barriers and their solutions. A systematic review of the literature--findings from the HeXL project. *Health Info Libr J*. 2005;22:20-32.
25. Back DA, Behringer F, Harms T, Plener J, Sostmann K, Peters H. Survey of e-learning implementation and faculty support strategies in a cluster of mid-European medical schools. *BMC Med Educ*. 2015;15:145.
26. Eysenbach G. Improving the quality of Web surveys: the Checklist for Reporting Results of Internet E-Surveys (CHERRIES). *J Med Internet Res*. 2004;6:e34.
27. Callegaro M, Lozar Manfreda K, Vehovar V. Web survey methodology. Los Angeles: SAGE; 2015.
28. Cohen L, Manion L, Morrison K. Research methods in education. London: Routledge; 2011.
29. Collins D. Pretesting survey instruments: an overview of cognitive methods. *Qual Life Res*. 2003;12:229-38.
30. Mayring P. Qualitative content analysis. *Forum Qualitative Sozialforschung /Forum: Qualitative Social Research*, 2000 [cited 17 August 2016]; Available from: <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1089>.
31. Prasannan L, Gabbur N, Haughton M. Use of web resources among medical students at a large urban medical center. *Obstetrics and Gynecology*. 2014;123:118.
32. Kleinmann B, Özkilic M, Göcks M. The HISBUS study. [Cited 16 April 2016]; Available from: http://www.hisbus.de/results/pdf/2008_07_hisbus_web2.0.pdf.
33. Kraenbring J, Monzon Penza T, Gutmann J, Muehlich S, Zolk O, Wojnowski L, Maas R, Engelhardt S, Sarikas A. Accuracy and completeness of drug information in Wikipedia: a comparison with standard textbooks of pharmacology. *PloS one*. 2014;9:e106930.
34. Azer SA. Is Wikipedia a reliable learning resource for medical students? Evaluating respiratory topics. *Adv Physiol Educ*. 2015;39:5-14.
35. Azer SA. Evaluation of gastroenterology and hepatology articles on Wikipedia: are they suitable as learning resources for medical students? *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2014;26:155-63.
36. Matthes G, Rixen D, Tempka A, Schmidmaier G, Wolf C, Ottersbach C, Schmucker U. Physicians in traumatology. Critically endangered? Results of an inquiry. *Unfallchirurg*. 2009;112:218-22.
37. Cook DA, Triola MM. What is the role of e-learning? Looking past the hype. *Med Educ*. 2014;48:930-7.
38. Green RA, Farchione D, Hughes DL, Chan SP. Participation in asynchronous online discussion forums does improve student learning of gross anatomy. *Anat Sci Educ*. 2014;7:71-6.
39. Cohen Z, Cohen JJ. Inflammablog: peer-to-peer online learning in immunology. *Immunol Res*. 2013;55:71-4.
40. Ritchie A. The Library's role and challenges in implementing an e-learning strategy: a case study from northern Australia. *Health Info Libr J*. 2011;28:41-9.

41. Joshi A, Meza J, Costa S, Puricelli Perin DM, Trout K, Rayamajih A. The role of information and communication technology in community outreach, academic and research collaboration, and education and support services (IT-CARES). *Perspectives in Health Information Management*. 2013;10:1.

42. Elcin M, Turan S, Odabasi O, Sayek I. Development and evaluation of the evidence-based medicine program in surgery: a spiral approach. *Med Educ Online*. 2014;19:24269.

43. Armstrong JS, Overton TS. Estimating Nonresponse Bias in Mail Surveys. *Journal of Marketing Research*. 1977;14:396-402.

2.3. Entwicklung und Implementierung des e-Learning Projekts NESTOR für die Lehre der Orthopädie und Unfallchirurgie an der Charité

Implementierung des eLearning-Projekts NESTOR - Ein Netzwerk für Studierende der Traumatologie und Orthopädie

Back DA, Haberstroh N, Hoff E, Plener J, Haas NP, Perka C, Schmidmaier G
Der Chirurg. 2012 Jan;83(1):45-53.

Ziel dieser Studie war es, ein e-Learning Angebot für die Studierenden im Fachgebiet Orthopädie und Unfallchirurgie zu entwickeln, um den bestehenden Präsenz-Unterricht des Centrums für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité zu ergänzen.

Im Laufe des Jahres 2008 entstand das Lernportal NESTOR als Akronym für „Netzwerk für Studierende der Traumatologie und Orthopädie“. Die Erstellung erfolgte auf Basis des an der Charité verwendeten Lernmanagementsystems *Blackboard Academic Suite* (Blackboard Inc., Washington D.C., USA). Hier konnten Studierende nicht nur auf fachliche Studieninhalte (Semesterplan, Vorlesungsaufzeichnungen, Klausurtermine u.ä.) zugreifen, sondern vor allem auf eine breite Datenbank an eigens geschaffenen Untersuchungsvideos, Podcasts, interaktiven Radiologiefällen, virtuellen Patientenfällen oder Wissenstests. Für die Studie bestand ein positives Votum der zuständigen Ethikkommission der Charité. Die Teilnahme erfolgte freiwillig nach vorheriger Information der Beteiligten.

Eine Evaluation unter 108 Studierenden des Regelstudiengangs ergab, dass mindestens zwei Drittel der Nutzer sich durch NESTOR besser auf entsprechende klinische Fragestellungen vorbereitet fühlten. Über 95 % befürworteten eine Fortführung des Angebots von NESTOR. Zum Wintersemester 2009/10 wurde NESTOR mit dem *Qualitätssiegel eLearning* der Charité ausgezeichnet.

Diese Arbeit konnte mit ihren ersten sehr positiven Evaluationsergebnissen die Fortführung des Projektes NESTOR als additives Angebot in der Lehre unterstützen und legte die Basis für die nachfolgenden Studien dieser Habilitationsarbeit.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00104-011-2102-z>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00104-011-2102-z>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00104-011-2102-z>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00104-011-2102-z>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00104-011-2102-z>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00104-011-2102-z>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00104-011-2102-z>.

2.4. Einführung von NESTOR im Regelstudiengang der Charité

E-Learning in der Orthopädie und Unfallchirurgie - Eine vergleichende Pilotstudie zur Akzeptanz und zum Wissenszuwachs unter Nutzern und Nichtnutzern

Hoff E, Haberstroh N, Sostmann K, Perka C, Putzier M, Schmidmaier G, Back DA
Der Orthopäde. 2014 Jul;43(7):674-80.

Ziel dieser Studie war es, den Einfluss der Nutzung des zusätzlichen Lehrangebots auf den Lerngewinn der Studierenden zu untersuchen. Zusätzlich sollten Erkenntnisse gewonnen werden, aus welchen Gründen ein Teil der Studierenden das e-Learning Angebot nicht nutzte.

Die Meinungsevaluation bestand aus den bereits vorgestellten 108 Nutzern und hierzu 83 Nichtnutzern von NESTOR im Regelstudiengang. Von diesen füllten 70 Nutzer und 82 Nichtnutzer zusätzlich Wissenstests am Anfang und Ende eines Semesters mit angebotener NESTOR-Nutzung vollständig aus. Für die Studie bestand ein positives Votum der zuständigen Ethikkommission der Charité. Die Teilnahme erfolgte freiwillig nach vorheriger Information der Beteiligten.

Beide Gruppen erzielten eine signifikante Wissenssteigerung im Semesterverlauf ($p < 0,01$), wobei die Nutzer in den Post-Tests signifikant besser abschnitten als Nichtnutzer ($p < 0,05$). Während von der hohen Akzeptanz der Nutzer bereits berichtet worden war, zeigte sich, dass die Nichtnutzer e-Learning per se ebenfalls positiv schätzten. Gründe für die Nichtnutzung von NESTOR wurden angegeben mit fehlender Zeit oder Information über die Existenz des Angebots, bzw. ein mangelndes Interesse am Fach oder e-Learning.

Diese Arbeit konnte den Nutzen des auf den Präsenzunterricht abgestimmten e-Learning Angebots für die Ausbildung im Fachgebiet Orthopädie und Unfallchirurgie auch objektiv nachweisen. Unter Berücksichtigung der hier erhobenen Aussagen der Nichtnutzer, die in der Literatur kaum abgebildet werden, erschienen Angebote wie NESTOR somit auch für andere Fakultäten empfehlenswert.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-014-2313-3>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-014-2313-3>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-014-2313-3>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-014-2313-3>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-014-2313-3>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-014-2313-3>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00132-014-2313-3>.

2.5. Einführung von NESTOR im Reformstudiengang der Charité

Blended learning approach improves teaching in a problem-based learning environment in orthopedics - a pilot study

Back DA, Haberstroh N, Antolic A, Sostmann K, Schmidmaier G, Hoff E
BMC Medical Education. 2014 Jan 27;14:17.

Ziel dieser Studie war es, den Einfluss von NESTOR bei einer Verwendung im Reformstudiengang Medizin an der Charité zu untersuchen. Dieser war stark auf problemorientiertes Lernen ausgerichtet und beinhaltete gegenüber dem Regelstudiengang zudem mit einer *Objective Structured Clinical Examination* (OSCE) einen Test praktischer Fähigkeiten als reguläre curriculare Prüfung.

Bei dieser Studie nutzten Studierende im Semester des orthopädisch/unfallchirurgischen Moduls NESTOR ebenfalls auf freiwilliger Basis. Vor und nach dem Modul nahmen sie jeweils an einem MC-Test teil. Zusätzlich füllten Sie einen weiteren Test zum Semesterende aus, begleitet von einer Meinungsevaluation und den regulären Prüfungen, zu denen auch die OSCE gehörte. Für die Studie bestand ein positives Votum der zuständigen Ethikkommission der Charité. Die Teilnahme erfolgte freiwillig nach vorheriger Information der Beteiligten.

Die Nutzer von NESTOR unter den insgesamt 53 Teilnehmern dieser Pilotstudie bewerteten das Blended Learning Angebot sehr positiv (97 %). Beide Gruppen der Nutzer und Nichtnutzer zeigten in den Tests direkt nach dem Modul und am Semesterende jeweils signifikante Wissensgewinne ($p < 0,001$), wobei die Nutzer ($n = 29$) am Semesterende signifikant bessere Ergebnisse erzielten, als die Nichtnutzer ($n = 15$) ($p = 0,03$). Die OSCE ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Diese Arbeit konnte zeigen, dass Studierende auch in Curricula mit problemorientierten Lernstrategien durch die additive Nutzung von NESTOR deutliche Wissensgewinne erzielen können.

RESEARCH ARTICLE

Open Access

Blended learning approach improves teaching in a problem-based learning environment in orthopedics - a pilot study

David A Back^{1,2,7*}, Nicole Haberstroh³, Andrea Antolic⁴, Kai Sostmann⁵, Gerhard Schmidmaier⁶ and Eike Hoff^{3,7}

Abstract

Background: While e-learning is enjoying increasing popularity as adjunct in modern teaching, studies on this topic should shift from mere evaluation of students' satisfaction towards assessing its benefits on enhancement of knowledge and skills. This pilot study aimed to detect the teaching effects of a blended learning program on students of orthopedics and traumatology in the context of a problem-based learning environment.

Methods: The project NESTOR (network for students in traumatology and orthopedics) was offered to students in a problem-based learning course. Participants completed written tests before and directly after the course, followed by a final written test and an objective structured clinical examination (OSCE) as well as an evaluation questionnaire at the end of the semester. Results were compared within the group of NESTOR users and non-users and between these two groups.

Results: Participants (n = 53) rated their experiences very positively. An enhancement in knowledge was found directly after the course and at the final written test for both groups (p < 0.001). NESTOR users scored higher than non-users in the post-tests, while the OSCE revealed no differences between the groups.

Conclusions: This pilot study showed a positive effect of the blended learning approach on knowledge enhancement and satisfaction of participating students. However, it will be an aim for the future to further explore the chances of this approach and internet-based technologies for possibilities to improve also practical examination skills.

Keywords: E-learning, Orthopedics, Traumatology, Problem-based learning, Blended learning

Background

In recent years, there has been a growing interest in research on the education and learning progress of students in medicine. Great effort has been put into knowledge transfer via internet-based electronic learning (*e-learning*) [1].

E-learning has also become an integral part of medical education [2-10]. Various authors have shown that greatest benefit and student satisfaction is achieved when combining e-learning with face-to-face courses, as *blended learning* [2-4]. Blended learning comprises the systematic

integration of online and face-to-face engagement to support and enhance a meaningful interaction between students, teachers and resources [11,12]. When attempting to successfully facilitate the transfer of knowledge, it is essential that teaching be competent, appealing, and recipient oriented [5]. In this context, e-learning can be achieved e.g. by providing videos [6], podcasts [7] or interactive diagnostic tools [8], leading to a considerable improvement of knowledge transfer capabilities in a mix with face-to-face lessons [9,10]. However, more studies are still needed to proof the impact of e-learning and blended learning on the enhancement of students' knowledge and clinical skills in general and in the field of orthopedics and traumatology particularly.

After the launch of e-learning courses in recent years, many studies have focused primarily on evaluating students' satisfaction – an important factor in acceptance and

* Correspondence: david.back@charite.de

¹Department of Traumatology and Orthopedics, German Armed Forces Hospital Berlin, Scharnhorststrasse 13, 10115 Berlin, Germany

²Dieter Scheffner Center for Medical Teaching and Educational Research, Campus Virchow Klinikum, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin, Germany

Full list of author information is available at the end of the article

use of e-learning [13-15]. Others have additionally analyzed e-learning's influence on the acquisition of knowledge or skills [3,6,8,9,12,16].

In traumatology and orthopedics education such studies are comparatively still rare [13,17,18], despite the fact that e-learning might substantially improve quality and success of teaching in these highly clinically and practically oriented disciplines. While the number of musculoskeletal diseases and injuries has been steadily increasing over the last years [19], data indicate that medical student education concerning the diagnosis and treatment of musculoskeletal diseases should be enhanced [20]. Here, e-learning could add appeal [21] and promote better knowledge and clinical skills [18] by providing useful multimedia adjuncts (e.g. videos, podcasts, or radiological cases). However, more data is still needed to guide the design of blended learning curricula in these subjects, questioning especially to what extent the use of e-learning might be beneficial and to investigate the effect of different approaches or configurations of e-learning.

To further address these issues, we performed a pilot study in the teaching of students in orthopedics and traumatology. The chosen curriculum focused on strengthening interdisciplinary knowledge and heavily utilized problem based learning (PBL) with a student-centered teaching approach, encouraging problem-oriented, self-directed and self-organized learning. To evaluate different aspects of incorporating a supplementary e-learning component, following questions were asked in this study:

1. Will students appreciate an additional e-learning offer in a blended learning context?
2. Will user of the e-learning offer show a superior improvement in theoretical knowledge compared to non-users?
3. Will users perform better in clinical examination skills compared to non-users?

The findings should allow a more informed discussion about the aspects that may have to be considered when integrating blended learning approaches into a PBL curriculum of orthopedics and traumatology.

Methods

Setting

All students taking part in the pilot study were in their fifth year of medical studies in winter semester 2009/2010. In their curriculum, for the first five of six years (two semesters per year) teaching was organized into block courses, covering different topics along a longitudinal learning helix. Following basic orthopedic concepts in the first semester, a two week block course, "Upper Extremities and Spine", was specifically dedicated to increase knowledge of traumatologic and orthopedic diseases and

furthering clinical skills in the ninth semester. Participation in the latter course was mandatory for all students and this course was chosen to incorporate a new e-learning module called NESTOR (network for students in traumatology and orthopedics), provided through the learning management system (LMS) *Blackboard* (Blackboard Inc., Washington D.C., USA) with multiple features:

- Orthopedic examination videos (covering inspection, palpation, motion and special tests) (Figure 1).
- Interactive radiology cases with X-rays, MRI- or CT-images and a patient history. After being asked to generate and enter a hypothesis for the diagnosis, the correct answer was given along with explanations for the ensuing treatment.
- Audiovisual podcasts for common traumatologic or orthopedic diseases (with medical history, diagnostics, therapy, and prognosis).
- Multiple-choice questions were available all the time to enable the students to self-test their gain in knowledge.

Design of the study

Prior to the beginning of the course, students were informed where to find and how to access NESTOR on the LMS Blackboard and about its contents. Clinical tutors were provided with similar information. All students of the semester who were as well participants in the course were asked to take part in the study. The option of enrolling in NESTOR was voluntary. All participants had continuous access to NESTOR during the whole semester. The e-learning module contained no information not otherwise taught (e.g. in classes or regular study books). A tracking function to detect the individual accessed e-learning tools or the time students spend with them was not included in this pilot study.

All students were asked to complete a 20-item multiple-choice test before (pre-test), directly after the block course (post-test 1), and then three months later at the end of the semester (post-test 2). For every item one correct and four wrong answers were given. Tests were created by four independent clinical specialists without knowledge about the content of NESTOR. All tests were anonymized using code names. Students were asked to tick a box if they had used NESTOR for learning and preparation during the semester. Those who did were regarded as "user", those who did not as "non-user". At the end of semester students had to pass a mandatory objective structured clinical examination (OSCE) with taking patients history, performing a physical examination and diagnosing actor-patients. The results of the OSCE were taken as evaluation of practical examination skills. Additionally, students' opinion about the course was evaluated anonymously. As in the written tests (see above) students were asked to tick a box, if they

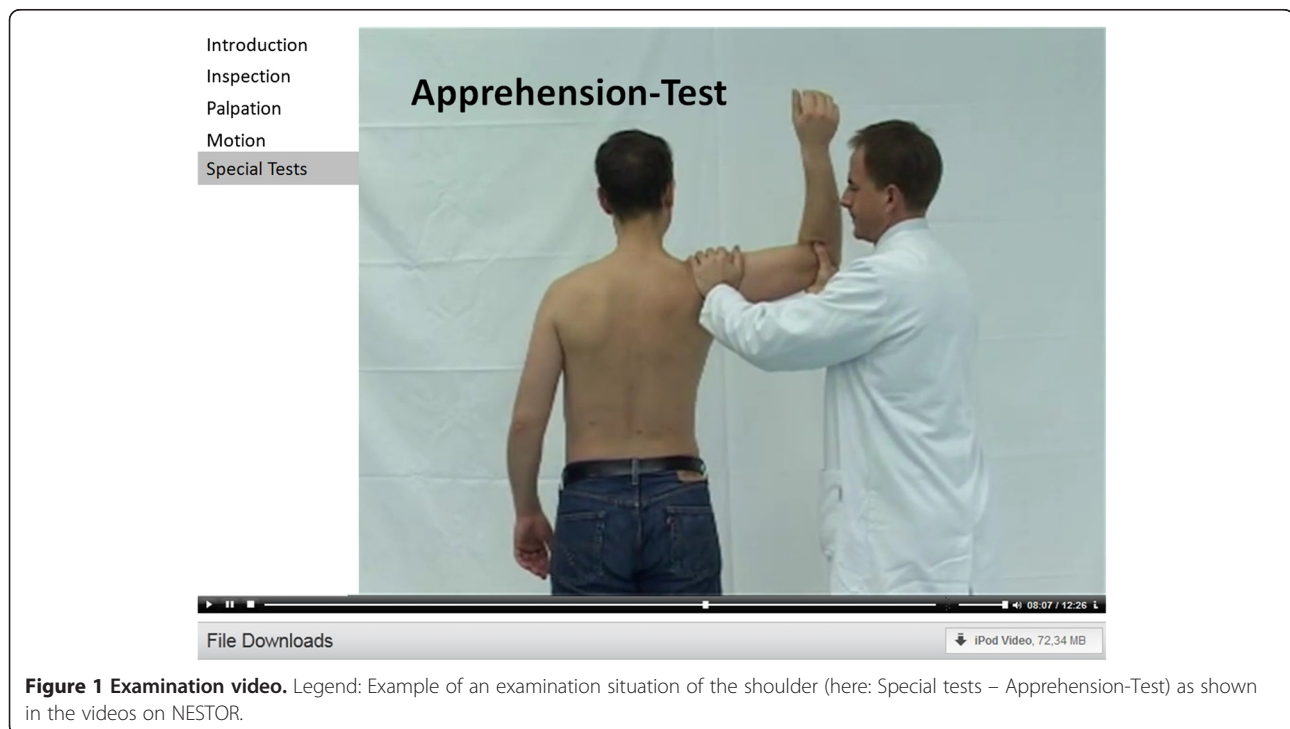


Figure 1 Examination video. Legend: Example of an examination situation of the shoulder (here: Special tests – Apprehension-Test) as shown in the videos on NESTOR.

had used NESTOR during the semester and to continue with different questionnaires for NESTOR users and non-users (5-points Likert scale or self-response short answers):

1. Users were asked for (1) their use of NESTOR during the study and also their prior use of the LMS Blackboard to get an idea of the experiences with electronic media and e-learning in general, (2) efficiency of use and structure of NESTOR, (3) satisfaction with its contents and technique, (4) general information concerning the course, and (5) personal information (20 items – 17 Likert scale, 3 short answers).
2. Non-users were asked for (1) their use of the LMS Blackboard, (2) general information concerning the course, (3) reasons for not having used NESTOR and general acceptance of e-learning, (4) personal information (14 items – 12 Likert scale, 2 short answers).

Results of Likert-scaled questions were tabulated and free text answers were reviewed for recurring topics by two reviewers independently.

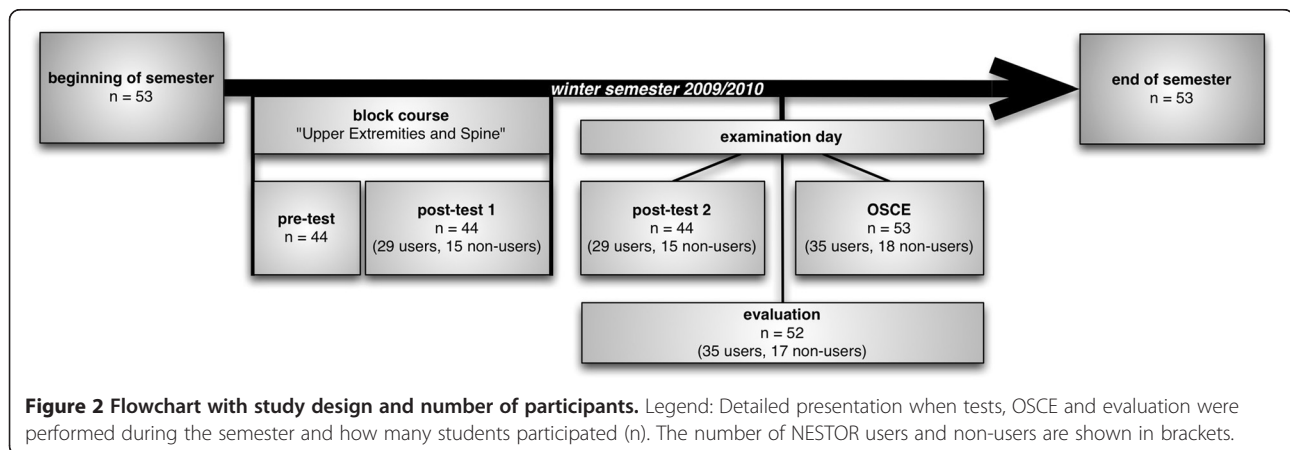
Written informed consent was obtained from all participants including the allowance to use test and evaluation results as anonymous data for the study (regarding students) and to use a picture of the video for publication (regarding the “actors” of the video, both medical doctors). Additionally, permission was obtained from the responsible educational Ethikkommission der Charité - Universitätsmedizin Berlin.

Statistical analysis

Written tests were validated by calculating Cronbach's Alpha. Data of the written tests were analyzed for changes between pre- and post-tests as well as post-test 1 and 2 within the groups of users and non-users using unpaired student's t-test. To detect differences in the evaluation between NESTOR users and non-users a chi-square test was performed for each question. A p-value less than 0.05 was considered to indicate a significant (< 0.01 : highly significant) difference between the observations and the expectations based on the null-hypothesis. Statistical analysis was performed with SPSS® 17.0 statistics software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) and GraphPad Prism®5 (GraphPad Software Inc., San Diego, Ca, USA).

Results

A flowchart illustrating the flow of the study, the number of participants (in each group) and the drop-outs is shown in Figure 2. Altogether, 53 students were enrolled in the PBL curriculum and thus the above mentioned course in winter semester 2009/ 2010. Of these, 52 students (98%) took part in the evaluation (35 NESTOR users (10 male (29%) and 25 female (71%)), 17 non-users (7 male (41%) and 10 female (59%)). 44 students (83%) voluntarily participated in the written tests (29 (66%) users, 15 (34%) non-users). All students took part in the OSCE (35 (66%) users, 18 (34%) non-users). Varying participation numbers were due to absence on test-days or single refusals to participate.



Feedback from evaluation questionnaires

Evaluation of the questionnaires (Tables 1 and 2) showed no significant difference between the two groups with respect to employment status (12 non-users (70%) and 23 users (66%) reported having jobs in addition to studying).

Students who used NESTOR were very satisfied with its offering (92%), approved its overall structure (83%), and had fun learning with it (91%). The blended learning concept was very positively accepted (97%) and NESTOR was considered to be helpful in preparing for clinical situations (74.3%). This very positive evaluation went along with a strong support by the students for continuing the use of this approach (91%). However, non-users also had positive attitudes towards e-learning in general (71%), and were in

favor of e-learning being offered as a supplement to face-to-face teaching (77%).

A significant difference was seen in the correlation between the use of NESTOR and pre-existing use of the LMS Blackboard. 91% of NESTOR users were already using Blackboard, compared to 59% of non-users (p < 0.01).

When asked what they liked most about NESTOR, students rated videos first, followed by (in decreasing order) interactive x-ray cases, online-layout and extent of the offered material, and finally availability of podcasts and tests. Users also rated positively that online-contacts were reliable and that their questions were answered promptly. As improvements, students especially suggested more radiographic cases, with single remarks for more theoretical

Table 1 Results of Likert-scaled evaluation questionnaires filled in by 35 (100%) users (with absolute students' numbers)

The following Likert-scaled questions/statements were asked...	Abstain	Strongly disagree	Disagree	Neither agree nor disagree	Agree	Strongly agree
	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
...e-learning provides a more flexible learning experience	0 (0)	0 (0)	2.9 (1)	5.7 (2)	37.1 (13)	54.3 (19)
... Managing my free time is a clear advantage of e-learning compared to only face-to-face teaching	0 (0)	2.9 (1)	5.7 (2)	20.0 (7)	37.1 (13)	34.3 (12)
...I estimate my learning success to be high	14.3 (5)	0 (0)	2.9 (1)	40.0 (14)	42.9 (15)	0 (0)
...I was very satisfied with the learning resources on NESTOR	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8.6 (3)	68.6 (24)	22.9 (8)
...I estimate an online-support (e.g. via Email) would be very helpful and desirable	2.9 (1)	2.9 (1)	2.9 (1)	22.9 (8)	37.1 (13)	31.4 (11)
...NESTOR is easy to use and well structured	0 (0)	0 (0)	2.9 (1)	14.3 (5)	57.1 (20)	25.7 (9)
...I appreciate the blended learning concept	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2.9 (1)	42.9 (15)	54.3 (19)
...learning with NESTOR was fun	0 (0)	0 (0)	2.9 (1)	5.7 (2)	51.4 (18)	40.0 (14)
...NESTOR better prepared me to face clinical problems	0 (0)	0 (0)	2.9 (1)	22.9 (8)	54.3 (19)	20.0 (7)
...NESTOR should continue to be used in future offerings of this course	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8.6 (3)	31.4 (11)	60.0 (21)
...The learning texts were easy to comprehend	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2.9 (1)	57.1 (20)	40.0 (14)
...Pictures and videos used promoted learning of the material	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2.9 (1)	37.4 (13)	60.0 (21)
	Abstain % (n)	Yes % (n)	No % (n)			
... Do you use e-learning offerings on the LMS Blackboard in general?	0 (0)	91.4 (32)	8.6 (3)			
... Do you have a job in addition to studying?	0 (0)	65.7 (23)	34.3 (12)			

Table 2 Results of Likert-scaled evaluation questionnaires completed by 17 (100%) non-users (with absolute students' numbers)

The following Likert-scaled questions/statements were asked...	Abstain	Strongly disagree	Disagree	Neither agree nor disagree	Agree	Strongly agree
	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
... I estimate my learning success to be high	0 (0)	0 (0)	5.9 (1)	58.8 (10)	35.3 (6)	0 (0)
... the course better prepared me for facing clinical problems	0 (0)	0 (0)	0 (0)	29.4 (5)	70.6 (12)	0 (0)
...e-learning in general is useful	11.8 (2)	0 (0)	0 (0)	17.7 (3)	29.4 (5)	41.2 (7)
...e-learning should be offered as a supplement to face-to-face teaching	5.9 (1)	0 (0)	0 (0)	17.7 (3)	35.3 (6)	41.2 (7)
...I have the technical requirements to use e-learning	5.9 (1)	0 (0)	0 (0)	11.8 (2)	5.9 (1)	76.5 (13)
... e-learning gives me a more flexible learning experience	5.9 (1)	0 (0)	5.9 (1)	23.5 (4)	35.3 (6)	23.5 (4)
... Managing my free time is a clear advantage of e-learning compared to only face-to-face teaching	5.9 (1)	0 (0)	0 (0)	23.5 (4)	41.2 (7)	29.4 (5)
	Abstain % (n)	Yes % (n)	No % (n)			
... Do you use e-learning offerings on the LMS Blackboard in general?	0 (0)	58.9 (10)	41.2 (7)			
... Do you have a job in addition to studying?	0 (0)	70.6 (12)	29.4 (5)			

information and anatomy basics without pathologies. As reasons for not having used NESTOR, non-users mentioned a lack of time, not having been informed, not using e-learning in general (preferring books), or having little interest in the subjects of traumatology and orthopedics. When these students were asked what would make it more likely for them to use the e-learning offer, they especially mentioned more announcements to be helpful for the future.

Both users and non-users showed in general a strong acceptance of a blended learning concept. Asked, which aspects of orthopedics and traumatology could better be represented by e-learning versus face-to-face lessons, all answering students (11 users, 3 non-users) agreed on e-learning to be more useful for theoretical contents and as preparation for specific skills, for example, when exploring radiology-cases, or introducing physical exam or surgical procedures with videos. Face-to-face lessons were seen as particularly helpful for practicing examination skills or having discussions about clinical and radiological cases. A typical statement of one student was "I like the combination of both. First you would use e-learning for getting to know the contents and for self-training. Then you would practically train the gained knowledge in the lessons with a teacher".

Written tests and OSCE results

Cronbach's Alpha for the written tests were 0.62 (pre-test), 0.64 (post-test 1), and 0.63 (post-test 2). Results of the pre-test and both post-tests for the groups of users and non-users of NESTOR are shown in Figure 3a. Pre-tests revealed no differences between the groups. Users as well as non-users had significantly better results in both post-tests ($p < 0.001$), with slightly better results for NESTOR users in both post-tests. Students who used NESTOR

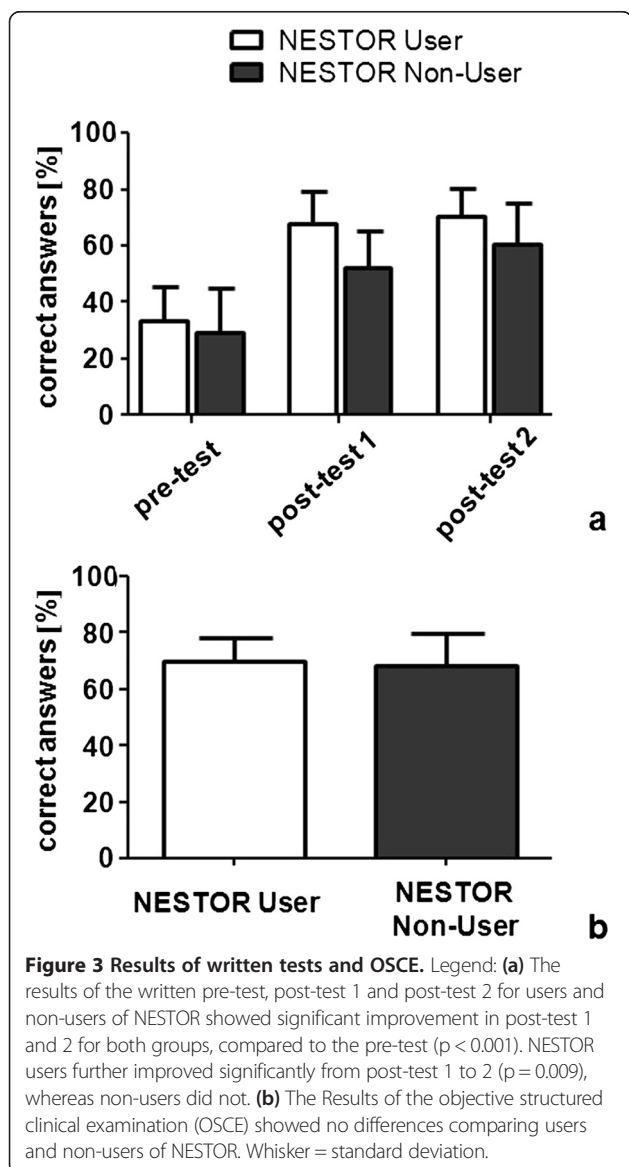
further improved their results significantly between post-test 1 and 2 ($p = 0.009$), whereas non-users did not. The results of the OSCE revealed no differences between the groups (Figure 3b).

Discussion

The purpose of this pilot study was to give first impressions of the effect of a blended learning concept in orthopedics and traumatology called NESTOR both on students' satisfaction and on its contribution to acquisition of knowledge and clinical skills in a problem-based learning curriculum, which already provides an intensely practice-oriented teaching environment. To the best of the author's knowledge, this is the first study examining the influence of blended learning not only on satisfaction, but also on knowledge and practical clinical skills of students in traumatology and orthopedics, two highly practically oriented medical subjects.

Evaluations of students' opinion and acceptance can be seen as first step when establishing a new e-learning program [4,14,21]. Consistent with the literature, this study revealed a high approval of the participating users for the additionally offered e-learning contents. While a broad acceptance is crucial for successful e-learning implementation [1], it is also important to evaluate its influence on students' gain of knowledge and skills [9].

Thus, as second step, not only the impact on users' satisfaction, but also on their knowledge should be demonstrated [6,21,22]. For this pilot study we have chosen newly developed written tests to evaluate improvement in theoretical knowledge, which seem to be valid as indicated by the measured Cronbach's Alpha values. While some studies showed benefits of e-learning on improvement of students' knowledge [6,23] others did not – despite of positive evaluation [2,8,22]. In this pilot study, we



found a significant improvement from pre- to post-tests for both groups. NESTOR users scored better in the written post-tests than non-users and showed further improvement between post-test 1 and 2. A possible interpretation for this success in the group of NESTOR users may be students' very positive attitude towards e-learning and a high satisfaction with structure and contents. However, these results should be interpreted carefully, especially when referring this effect exclusively to the use of NESTOR. In a recent review, Rowe et al. [12] showed that the existing data to evaluate an improvement of clinical competencies by blended learning can still be regarded as rudimentary. It seemed to be a problem of the study design in a clinical environment to determine the effect of blended learning exclusively. Rowe et al. identified 71 studies dealing with the role of blended

learning in the clinical education of healthcare students, but only 7 articles were enrolled for the review due to methodological flaws of the remaining 64.

As potential third step it might be anticipated that even practical clinical skills may be improved through blended learning in this context [9], which has been shown in some studies [9,16,24]. The results of the OSCE revealed no differences between users and non-users in this pilot study with high scores in both groups. These findings are consistent with other studies which failed to detect significant benefits on examination performance or other practical clinical skills with e-learning implementation [21,25,26]. A possible explanation could be that the pre-existing, highly clinically oriented curriculum made it difficult for any additional e-learning exposure to further improve skills.

In this context, the question may arise what e-learning potentially can achieve [1]. It can be argued that clinical examination skills will always be preferentially based on personal experiences and training rather than on the use of e-learning – unlike acquiring skills in other areas such as radiological diagnosis [16]. In the presented pilot study, e-learning enhanced competencies for gaining theoretical medical knowledge. Further research will be necessary to determine, if it is possible to adjust the components of a blended learning approach in this context to achieve also an improvement of practical skills compared to mere face-to-face teaching. However, as knowledge about diseases is an important basis for developing treatment and examination skills, this and the overall high approval provide good arguments for the continued use of NESTOR in the preparation for the tested subjects. Following suggestions of the non-users, acceptance of the program might be further increased by improving announcements about it. Additionally, it could be made even more appealing with links to e-learning programs of other subjects (e.g. anatomy) of the faculty.

Concerning the willingness to use e-learning offerings voluntarily, an additional inference can be taken from this study en passant: As the use of NESTOR was significantly linked to the use of LMS Blackboard, the likelihood of voluntarily using an e-learning offering may be directly connected to the acceptance and use of the hosting LMS. This would require the need for the entire faculty to join in a combined effort to establish e-learning offerings broadly to increase students' familiarity with such resources. Thereby, voluntary and perhaps even mandatory use of e-learning components could be increased.

There are some limitations to be noted in this study. A selection bias cannot be excluded due to the voluntary nature of participation and use of NESTOR, also with respect to the significant correlation between this aspect and a pre-existing use of the LMS Blackboard. This can be seen as main shortcoming, which was tolerated because data evaluation was incorporated into an ongoing mandatory

course to establish this new blended learning concept. This pilot study design guaranteed a high practical orientation and a sufficient number of participants. However, for final conclusions on the chosen blended learning technique a randomized controlled trial should rather be performed in the future. Furthermore, preexisting experiences in students' physical examination skills will have to be evaluated in the final implementation study by a pre-test. The possibility that the exposure to or interaction with any additional resources or experiences led to an increase in knowledge (i.e. due to a possibly more in-depth coverage of the topic), cannot be excluded completely with the study design. In a future study, there should also be a tracking function to detect the individual accessed e-learning tools or the time students spend with them. Such a study design would also avoid the present division of users and non-users merely according to their own declaration, as this step does not guarantee a correct assignment of data to the test and control group, respectively.

Finally, no direct correlation between test results and questionnaires was possible due to guaranteed complete anonymity. This could have potentially given more information about individual user's attitudes towards the program and their concomitant test results.

Conclusions

This pilot study could underline that it is possible to achieve an improvement in theoretical knowledge combined with high acceptance of students with a blended learning program. The results indicate that the blended learning concept might be superior compared to face-to-face teaching alone, even in the setting of a problem-based learning environment where a high level of self-reliant learning has already existed. Future research on the presented concept should assess which blended learning scenarios might support best students' acquisition of practical examination skills and identify further crucial points in knowledge and competence transfer to support the improvement of teaching in this context. Therefore well designed randomized controlled trials within realistic clinical education scenarios are still needed.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contributions

DB and GS designed the study. NH, DB, AA and KS collected the data. DB, NH and EH analyzed and interpreted the results. DB drafted the article with substantial support by AA and EH. NH, KS and GS revised the paper critically. All authors approved the submitted version to be published.

Acknowledgements

The authors thank Mrs. Simone Gantz of the Orthopedic University Hospital Heidelberg for kind advice in statistical evaluation and Arash Calafi of the University of California, San Diego School of Medicine for his assistance in editing of this manuscript.

Author details

¹Department of Traumatology and Orthopedics, German Armed Forces Hospital Berlin, Scharnhorststrasse 13, 10115 Berlin, Germany. ²Dieter Scheffner Center for Medical Teaching and Educational Research, Campus Virchow Klinikum, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Augustenburger Platz 1, 13353 Berlin, Germany. ³Center for Musculoskeletal Surgery, Department of Orthopedics, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany. ⁴Reformed Medical Track Program, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany. ⁵Dieter Scheffner Center for Medical Teaching and Educational Research, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany. ⁶Department for Orthopedics, Traumatology and Paraplegiology, University of Heidelberg, Heidelberg, Germany. ⁷Julius Wolff Institute and Berlin-Brandenburg Center for Regenerative Therapies, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany.

Received: 16 December 2012 Accepted: 4 December 2013

Published: 27 January 2014

References

1. Ruiz JG, Mintzer MJ, Leipzig RM: The impact of E-learning in medical education. *Acad Med* 2006, **81**(3):207–212.
2. Gray K, Tobin J: Introducing an online community into a clinical education setting: a pilot study of student and staff engagement and outcomes using blended learning. *BMC Med Educ* 2010, **10**:6.
3. Hull P, Chaudry A, Prasthofer A, Pattison G: Optimal sequencing of bedside teaching and computer-based learning: a randomised trial. *Med Educ* 2009, **43**(2):108–112.
4. Woltering V, Herrler A, Spitzer K, Spreckelsen C: Blended learning positively affects students' satisfaction and the role of the tutor in the problem-based learning process: results of a mixed-method evaluation. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 2009, **14**(5):725–738.
5. Devitt P, Palmer E: Computer-aided learning: an overvalued educational resource? *Med Educ* 1999, **33**(2):136–139.
6. Romanov K, Nevgi A: Do medical students watch video clips in eLearning and do these facilitate learning? *Med Teach* 2007, **29**(5):484–488.
7. Shantikumar S: From lecture theatre to portable media: students' perceptions of an enhanced podcast for revision. *Med Teach* 2009, **31**(6):535–538.
8. Heye T, Kurz P, Eiers M, Kauffmann GW, Schipp A: A radiological case collection with interactive character as a new element in the education of medical students. *Rofo* 2008, **180**(4):337–344.
9. Gormley GJ, Collins K, Boohan M, Bickle IC, Stevenson M: Is there a place for e-learning in clinical skills? A survey of undergraduate medical students' experiences and attitudes. *Med Teach* 2009, **31**(1):e6–e12.
10. Rajendran PR: MSJAMA. The Internet: ushering in a new era in of medicine. *JAMA* 2001, **285**(6):804.
11. Garrison DR, Kanuka H: Blended learning: uncovering its transformative potential in higher education. *Internet High Educ* 2004, **7**(2):95–105.
12. Rowe M, Frantz J, Bozalek V: The role of blended learning in the clinical education of healthcare students: a systematic review. *Med Teach* 2012, **34**(4):e216–e221.
13. Citak M, Calafi A, Kendoff D, Kupka T, Haasper C, Behrends M, Krettek C, Matthies HK, Hufner T: An internet based learning tool in orthopaedic surgery: preliminary experiences and results. *Technol Health Care* 2009, **17**(2):141–148.
14. Gesundheit N, Brutlag P, Youngblood P, Gunning WT, Zary N, Fors U: The use of virtual patients to assess the clinical skills and reasoning of medical students: initial insights on student acceptance. *Med Teach* 2009, **31**(8):739–742.
15. Diessl S, Verburg FA, Hoernlein A, Schumann M, Luster M, Reiners C: Evaluation of an internet-based e-learning module to introduce nuclear medicine to medical students: a feasibility study. *Nucl Med Commun* 2010, **31**:1063–1067.
16. Ackermann O, Siemann H, Schwarting T, Ruchholtz S: Effective skill training by means of E-learning in orthopaedic surgery. *Z Orthop Unfall* 2010, **148**(3):348–352.
17. Ziegler R, Knopp W, Hohenberg G, Wendorf A, Redies M, Pohlemann T: MECO – Medical education online: a key to the knowledge extension in the student training in traumatology in the context of the "Neue Approbationsordnung für Ärzte". *GMS Med Inform Biom Epidemiol* 2009, **5**(1):Doc04.

18. Wunschel M, Wulker N, Kluba T: **A virtual orthopaedic hospital: feedback on student acceptance.** *Med Educ* 2009, **43**(11):1113.
19. Dreinhofer KE: **The bone and joint decade—chances for orthopedics and traumatic surgery.** *Z Orthop Unfall* 2007, **145**(4):399–402.
20. Clawson DK, Jackson DW, Ostergaard DJ: **It's past time to reform the musculoskeletal curriculum.** *Acad Med* 2001, **76**(7):709–710.
21. Perkins GD, Fullerton JN, Davis-Gomez N, Davies RP, Baldock C, Stevens H, Bullock I, Lockey AS: **The effect of pre-course e-learning prior to advanced life support training: a randomised controlled trial.** *Resuscitation* 2010, **81**(7):877–881.
22. Armstrong P, Elliott T, Ronald J, Paterson B: **Comparison of traditional and interactive teaching methods in a UK emergency department.** *Eur J Emerg Med* 2009, **16**(6):327–329.
23. Wunschel M, Leichtle U, Wulker N, Kluba T: **Using a web-based orthopaedic clinic in the curricular teaching of a German university hospital: analysis of learning effect, student usage and reception.** *Int J Med Inform* 2010, **79**(10):716–721.
24. Lewin LO, Singh M, Bateman BL, Glover PB: **Improving education in primary care: development of an online curriculum using the blended learning model.** *BMC Med Educ* 2009, **9**:33.
25. Hartmann AC, Cruz PD Jr: **Interactive mechanisms for teaching dermatology to medical students.** *Arch Dermatol* 1998, **134**(6):725–728.
26. Ridgway PF, Sheikh A, Sweeney KJ, Evoy D, McDermott E, Felle P, Hill AD, O'Higgins NJ: **Surgical e-learning: validation of multimedia web-based lectures.** *Med Educ* 2007, **41**(2):168–172.

doi:10.1186/1472-6920-14-17

Cite this article as: Back et al.: Blended learning approach improves teaching in a problem-based learning environment in orthopedics - a pilot study. *BMC Medical Education* 2014 **14**:17.

Submit your next manuscript to BioMed Central and take full advantage of:

- Convenient online submission
- Thorough peer review
- No space constraints or color figure charges
- Immediate publication on acceptance
- Inclusion in PubMed, CAS, Scopus and Google Scholar
- Research which is freely available for redistribution

Submit your manuscript at
www.biomedcentral.com/submit



2.6. Langzeitimplementierung von NESTOR in der curricularen Lehre

High efficacy and students' satisfaction after voluntary versus mandatory use of an e-learning program in traumatology and orthopedics - A follow-up study

Back DA, Haberstroh N, Sostmann K, Schmidmaier G, Putzier M, Perka C, Hoff E
Journal of Surgical Education. 2014 May-Jun;71(3):353-9.

Ziel dieser Studie war es, die Zufriedenheit und den Wissenszuwachs von Studierenden bei einer verpflichtenden Blended Learning Nutzung von NESTOR im regulären Curriculum zu untersuchen.

Nach der erfolgreichen Einführung von NESTOR im Sommersemester 2009 und den positiven Daten bis zum Ende des Wintersemesters 2009/2010 wurden die gewonnenen Daten ausgewertet. Anschließend wurde NESTOR als feste Blended Learning Komponente mit verpflichtender Nutzung in die Lehrveranstaltungsordnung der Orthopädie des Regelstudiengangs an der Charité aufgenommen. In Folge wurden erneut die Zufriedenheit der Studierenden, sowie ihr Wissenszuwachs im Wintersemester 2010/2011 und Sommersemester 2011 erfasst. Für die Studie bestand ein positives Votum der zuständigen Ethikkommission der Charité. Die Teilnahme erfolgte freiwillig nach vorheriger Information der Beteiligten.

Unter den erfassten NESTOR-Nutzern ($n = 108$ freiwillig vs. $n = 361$ verpflichtet), fühlten sich signifikant mehr verpflichtete Studierende gut auf klinische Situationen vorbereitet ($p < 0,001$). Bei MC-Tests zeigten sowohl freiwillige ($n = 70$), als auch verpflichtete Nutzer ($n = 147$) einen signifikanten Wissenszuwachs ($p < 0,001$). Verpflichtete Nutzer starteten mit einem signifikant niedrigeren Basiswissen ($p < 0,001$), erreichten dann aber ein ähnlich hohes Wissen wie die freiwilligen Nutzer, was einen signifikant höheren absoluten Wissensgewinn ausmachte ($p = 0,015$).

Diese Arbeit konnte zeigen, dass die verpflichtende Nutzung der digitalen Lehrkomponente NESTOR einen positiven Einfluss auf die Zufriedenheit und den Wissensgewinn der erfassten Studierenden hatte.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2013.11.007>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2013.11.007>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2013.11.007>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2013.11.007>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2013.11.007>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2013.11.007>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2013.11.007>.

2.7. Randomisierte Studie zum Einfluss von Podcasts auf den Wissenserwerb von Studierenden in der Orthopädie und Unfallchirurgie

Superior Gain in Knowledge by Podcasts versus Text-Based Learning in Teaching Orthopedics: A Randomized Controlled Trial

Back DA, von Malotky J, Sostmann K, Hube R, Peters H, Hoff E
Journal of Surgical Education. 2016 Sep 16. [Epub ahead of print]

Ziel dieser prospektiven randomisierten kontrollierten Studie war es, das Lehrmedium Podcast mit herkömmlichen digitalen Texten im Bereich der Orthopädie und Unfallchirurgie hinsichtlich Akzeptanz und Wissensgewinn unter Studierenden unter experimentellen Laborbedingungen zu vergleichen.

Von November 2012 bis Februar 2013 wurden Studierende an Computerarbeitsplätzen randomisiert einem der beiden Lehrmedien mit häufigen orthopädisch/unfallchirurgischen Krankheitsbildern zugeteilt. Vor und nach der Intervention füllten die Teilnehmer MC-Tests und Fragebögen zu ihrer Meinung bzw. Zufriedenheit aus. Für die Studie bestand ein positives Votum der zuständigen Ethikkommission der Charité. Die Teilnahme erfolgte freiwillig nach vorheriger Information der Beteiligten.

Die 130 Teilnehmer (Text: n = 55; Podcast: n = 75; 52 Männer, 78 Frauen) zeigten in beiden Gruppen eine signifikante Wissenszunahme ($p < 0,001$). Podcast-Nutzer erzielten signifikant bessere Post-Test Ergebnisse ($p < 0,021$) und einen signifikant höheren Wissensgewinn verglichen mit Text-Nutzern ($p < 0,001$). Signifikant besser war auch die Evaluation von Podcasts hinsichtlich der Wissensvermittlung oder Spaß im Umgang mit dem jeweiligen Lernmedium ($p < 0,05$). Frauen erzielten einen signifikant höheren Wissensgewinn mit Texten als Männer ($p = 0,04$), während es bei Podcasts keinen Unterschied gab.

Diese Arbeit konnte zeigen, dass Podcasts vorteilhafter als reine digitale Texte bei der Vermittlung von definierten Wissensinhalten in der Orthopädie und Unfallchirurgie sind. Das Geschlecht scheint eine relevante Rolle bei der Wirkung digitaler Lehrmittel auf den Lernerfolg von Studierenden zu spielen.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2016.07.008>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2016.07.008>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2016.07.008>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2016.07.008>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2016.07.008>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2016.07.008>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2016.07.008>.

3. Diskussion

Die Steigerung der Qualität von Lehre ist insbesondere in den letzten zwei Dekaden verstärkt in den Fokus der medizinischen Ausbildung gerückt.^{8,17,26} Orientiert an den Bedürfnissen der heutigen Generation von Studierenden ist dabei e-Learning zu einem festen Bestandteil der universitären Lehre in der Humanmedizin geworden.^{17,21,103} Durch ihre orts- und zeitunabhängige Verfügbarkeit bieten digitale Lerninhalte eine gute Möglichkeit zur Ergänzung und Bereicherung der klassischen Präsenzlehre speziell im Sinne eines Blended Learnings. Angesichts noch vieler unbeantworteter Fragen sollte diese Habilitationsarbeit einen kumulativen Bogen spannen von der Präsenz von e-Learning an Medizinfakultäten in deutschsprachigen Ländern, über die subjektiven Erfahrungen und Wünsche von Medizinstudierenden an ein Lernmanagementsystem und seine Inhalte, bis hin zur lehrwissenschaftlichen Implementierung eines Blended Learning Ansatzes im Fachgebiet Orthopädie und Unfallchirurgie mit Analyse einzelner digitaler Lehrmedien.

Die hierzu Eingangs aufgestellten wissenschaftlichen Fragestellungen (siehe Seite 20) sollen nun im Folgenden auf Basis der erhobenen Daten diskutiert werden.

Die **erste Fragestellung** dieser Arbeit beschäftigte sich mit der Frage, wie e-Learning an den medizinischen Fakultäten in den deutschsprachigen Ländern Europas etabliert ist und wie es institutionell gefördert wird. Die entsprechenden Daten konnten hier erstmals für den adressierten Hochschulkreis zu dieser Thematik erhoben und zusammenfassend dargestellt werden.¹⁰³ Sie zeigte eine breite Verfügbarkeit von *Learning Management Systemen* (LMS) mit einer relativ großen Breite von e-Learning Angeboten bei den teilnehmenden Medizinfakultäten. Gleichzeitig besteht noch ein hohes teils ungenutztes Potential für Kooperationen zwischen den Fakultäten. Hier könnte e-Learning eine Möglichkeit zur

Harmonisierung von Curricula zwischen verschiedenen Fakultäten innerhalb eines Landes aber auch über Ländergrenzen hinweg bieten.^{8,31} Ferner hat die Studie gezeigt, dass eine sehr weit verbreitete Bereitschaft der Fakultäten besteht, digitale Lehrangebote stärker zu fördern und zu implementieren. Da aber die Erstellung guter und von den Studierenden geschätzter Angebote zumeist mit einem erhöhten Arbeitsaufwand einher geht,¹⁷ sollten Lehrende selbst in Zukunft stärker gefördert und dabei unterstützt werden, solche Lehrinhalte zu erstellen und in ihrer Lehre einzusetzen. Entsprechende Anreizsysteme könnten die Vergabe von leistungsabhängigen Mitteln (LOM), Preise, aber auch die Anrechnung der Erstellung und Durchführung digitaler Lehre auf das Lehrdeputat umfassen. Sie sind aber bislang insgesamt noch eher gering in der medizinischen Fakultätenlandschaft verbreitet.¹⁰³ Eine stärkere Zentrierung fakultätsinterner e-Learning Dienstleistungs- und Förderstrukturen auf Lehrende scheint nötig zu sein, damit sich die daraus resultierende Lehre wiederum noch besser auf die Studierenden konzentrieren kann. Um die Ressourcen der eigenen hochqualifizierten und lehrmotivierten Mitarbeiter an medizinischen Fakultäten umfänglich nutzen zu können, liegt somit eine wichtige Bedeutung beim Vorhalten einer entsprechenden supportiven Infrastruktur.¹⁰³ Hierbei nimmt neben den materiellen Faktoren, wie Hardware und Software oder Vorlagen für digitale Lehrinhalte, insbesondere die Personalressource einen hohen Stellenwert ein. Basierend auf der durch die hier präsentierten Forschungsarbeiten erworbenen Erfahrung kann folgende Vision aus Sicht des klinisch Lehrenden formuliert werden: Jede medizinische Fakultät, die digitale Lehre fordert und fördert, sollte über ein e-Learning Team mit festangestellten Fachexperten für die Entwicklung und Implementation von digitalen Lehrangeboten verfügen. Diese können Dozierenden einen umfassenden Beratungsservice anbieten, der an den technischen Möglichkeiten der Fakultät, dem jeweiligen evidenzbasierten Stand der

Ausbildungsforschung zur jeweiligen Fragestellung und dem individuellen Bedarf des Faches bzw. der Unterrichtseinheit ausgerichtet ist. In enger Entwicklung und Absprache mit den Dozierenden kann dabei die jeweils bestmögliche Lehrmethode und das beste digitale Lehrmittel identifiziert, entwickelt und curricular implementiert werden. In einem weiteren Schritt sollte es für das e-Learning Expertenteam auch gut möglich sein, die Lehrenden in den empfohlenen Medien zu schulen und bei der Erstellung und curricularen Implementierung zu begleiten. Dies könnte letztlich dabei unterstützen, den richtigen Einsatz der richtigen Technologie im richtigen Kontext zu gewährleisten.¹⁷

Die **zweite Fragestellung** interessierte sich für die Prioritäten von Medizinstudierenden der Charité bei der Nutzung eines LMS und seinen e-Learning Angeboten. In einer umfassenden Studie zur Verbreitung von Informationstechnologien unter Studierenden in den USA haben Dahlstrom und Bichsel hinsichtlich des Angebots von LMS nachgewiesen, dass Studierende zwar selbige wollen, aber oft keinen umfassenden Gebrauch von den Möglichkeiten machten. Hierzu gehörte, dass viele Studierende ihre LMS nicht regelmäßig für alle Kurse nutzten bzw. auch selbst zu über 50 % angaben, dass sie bei der LMS-Nutzung effektiver sein könnten, wenn sie nur mehr über die Funktionen wüssten. Als Folge postulierten die Autoren, dass ein Training für Studierende in der Nutzung von LMS sinnvoll und empfehlenswert ist.²⁶ Die in der hier vorliegenden Arbeit erhobenen Daten zeigten, dass es auf der anderen Seite für Studierende wichtig ist, dass Lehrende selbst über die Möglichkeiten eines LMS informiert sind und digitale Medien nutzen, sowie in den Unterricht einbinden können.¹⁰⁴ Hier bestehen für eine Fakultät an vielen Stellen Möglichkeiten einer Unterstützung im Sinne von Qualifizierungsangeboten, aber auch der Etablierung fester und regulärer e-Learning

Unterrichtseinheiten, die für Lehrende und Studierende gleichermaßen zum „natürlichen“ Bestandteil der Lehre werden. Gleichzeitig zeigte die eigene Studie auch, dass den Studierenden Aspekte, wie die Integration von e-Learning Angeboten in das curriculare Lehrkonzept, aber auch die einfache Nutzung, Interaktivität und klare Strukturierung wichtig sind.¹⁰⁴

Die **dritte bis fünfte Fragestellung** dieser Arbeit befassten sich mit der Entwicklung, Implementierung und langfristigen Evaluation des e-Learning Angebots NESTOR in einem Blended Learning Lehransatz speziell für das Fachgebiet Orthopädie und Unfallchirurgie. Es konnte gezeigt werden, wie durch den Einsatz von digitalen Lehrmedien in Abstimmung mit dem Präsenzunterricht ein signifikanter Lernerfolg in unterschiedlichen Lehrkonzepten – hier repräsentiert durch den Regel- und Reformstudiengang – erzielt werden kann.^{105,106} Exemplarisch wurde ein Weg aufgezeigt, in welcher Form die curriculare Implementierung eines neu erstellten e-Learning Kurses in einem klinischen Fach ablaufen kann. Basierend auf einer systematischen Planung wurde das Lehrangebot NESTOR im Fachgebiet Orthopädie und Unfallchirurgie zunächst zur Nutzung auf freiwilliger Basis eingeführt und durch Erfassung der subjektiven Zufriedenheit, sowie durch Wissenstests evaluiert.^{106,107} Hierauf aufbauend konnte schließlich das Konzept als Blended Learning Format fest in die Lehrveranstaltungsordnung des Faches Orthopädie für den Regelstudiengang an der Charité implementiert werden. Im Anschluss konnte gezeigt werden, dass das Konzept dabei auch bei verpflichtender Nutzung signifikante Wissensgewinne hervorrief und darüber hinaus auch eine generelle Anhebung des Wissensniveaus erzielen konnte.¹⁰⁸ Somit konnte das gewählte Konzept für den hier beobachteten Bereich des Fachgebiets Orthopädie und Unfallchirurgie als sinnvoll gewertet werden.

Beim Einsatz für eine bessere Lehre ist es sicherlich allgemein wichtig, immer die Frage nach der Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit geplanter Neuerungen zu stellen. Die im Zuge dieser kumulativen Forschungsarbeit gesammelten Erfahrungen und das Vorgehen mit NESTOR sollen hierzu an Hand einer 4-Fragen-Probe analysiert werden, welche Cook und Triola 2014 postuliert haben.¹⁷ Zur Planung eines Kurses empfahlen die beiden Autoren, folgenden Fragen zu folgen.

1. Was für ein Problem möchte ich angehen?

Hier war es im Rahmen der bestehenden curricularen Ausbildung wiederholt aufgefallen, dass die Zeit der zur Verfügung stehenden Präsenzlehre mit klinischen Fällen und praktischen Übungen intensiver genutzt werden könnte, wenn Untersuchungstechniken, Fachtermini, ebenso wie radiologische Pathologiebefunde und einzelne Krankheitsbilder den Studierenden durch die Vorbereitung noch besser vorbekannt wären.

2. Welche Ansätze (digital oder sonstige) könnten helfen, das Problem zu lösen?

Da die zugewiesene curriculare Rahmenlehrzeit nicht vermehrt werden konnte, um eine breitere Ausbildung zu ermöglichen, sollte die Einbindung digitaler Lehre helfen, die bestehenden Unterrichtsinhalte thematisch vorbereitend zu ergänzen (Videos zur Vermittlung von Untersuchungstechniken, Podcasts für einzelne Krankheitsbilder, radiologische Befundungen und virtuelle Patienten zum Training von Diagnosen und Therapieansätzen).

3. Welche dieser Ansätze kann ich am einfachsten implementieren unter den gegebenen Ressourcen an Technologie/Infrastruktur oder Personal?

Bei diesem Punkt war die bestehende Struktur des e-Learning Bereichs des Dieter Scheffner Fachzentrums der Charité eine entscheidende Hilfe. In enger Abstimmung und fortlaufender technischer und didaktischer Beratung durch die dortigen Experten entstanden zunächst Untersuchungsvideos. Weitere Ideen

fürten – unterstützt durch spezifische Empfehlungen für konkrete digitale Lehrmedien – zur Erstellung von Podcasts, Röntgenfällen oder virtuellen Patientenfällen.¹⁰⁷

4. *Welche Nachteile könnten auftreten, wenn ich diesen Ansatz wähle (z.B. verminderte Lerneffektivität, studentisches Engagement oder Unterstützung im Lehrkörper)?*

Da es sich primär um ein Zusatzangebot handelte, war nicht von einer Verminderung der Lerneffektivität oder mangelndem Zuspruch durch die Studierenden auszugehen. Die zu erwartende hohe Zeitintensivität bei der Erstellung des Lehrangebots^{8,17} hätte als zusätzliche Belastung die Unterstützung im Lehrkörper der Klinik beeinflussen können. Um dies zu vermeiden, erfolgte Konzeption und die Erarbeitung der Grundstrukturen der Lehrmittel von einem kleinen Team (ein Oberarzt, ein Assistenzarzt, eine studentischen Hilfskraft). Innerhalb der Vorbereitungszeit von über einem Jahr, in der die Kern-Lerninhalte erstellt wurden, wurde dieses Team durch verschiedene Spezialisten der Klinik bei einzelnen definierten Fragestellungen unterstützt.

Die Produktion von Lehrmitteln an sich und ihr curricularer Einsatz mit nachgewiesenem Wissensgewinn belegen aber per se noch nicht die Wirksamkeit der einzelnen Angebote. Der Grund liegt in unterschiedlichsten Bias-Möglichkeiten, die ein effektives Lernen beeinflussen können, wie z.B. eine unterschiedliche Nutzung der Angebote, die Qualität der Lehrenden oder die Einbindung in den Lernfluss. Ein alleiniges Produzieren und zur freien Verfügbarkeit halten von digitalen Lernmaterialien wird nur in wenigen Fällen zur Inanspruchnahme durch alle Studierenden führen,⁷⁸ da auch das Interesse für einzelne Themen oder Fächer als individuell unterschiedlich anzusehen ist.

Bei der **letzten Fragestellung** dieser Arbeit wurde schließlich auf Ebene einzelner Lehrmittel untersucht, ob die Wissensvermittlung zu klar umschriebenen orthopädisch/unfallchirurgischen Krankheitsbildern mit Podcast besser möglich wäre, als mit digitalisierten Lehrbuchtexten. Folglich wurde deshalb eine randomisiert kontrollierte Studie durchgeführt, die zeigte, dass die Vermittlung von einzelnen definierten Themen der Orthopädie und Unfallchirurgie mit Podcasts einen signifikant höheren Wissensgewinn unter Medizinstudierenden erzielen kann, als dies mit digitalen Texten zur gleichen Thematik erreicht werden kann. Eine Affinität der Studierenden zu den gewählten Lehrmitteln selbst schien dabei keine Rolle zu spielen, was die Wertigkeit von Podcasts als digitale Lehrform in diesem speziellen Kontext unterstrich.¹⁰⁹ Analog zu dem prospektiv randomisierten kontrollierten Vorgehen zu Podcasts in dieser Studie sollten auch andere Lehrmedien auf ihren Nutzen für die Lehre und die Studierenden erforscht werden.

Gleichzeitig kann festgestellt werden, dass es heutzutage bereits eine sehr große Breite an möglichen digitalen Lehrmitteln gibt.^{39-41,51,55,57,64} Da Studierende zumeist sehr vertraut mit modernen Technologien sind, wird es von Lehrenden oft als Herausforderung angesehen, ihnen bezüglich anspruchsvoller e-Learning Angebote gerecht zu werden.²⁶ Durch jährlich hinzukommende Innovationen ist es für einzelne Dozierende oder auch Kliniken nahezu unmöglich geworden, auf dem Sektor neuer digitaler Medien und damit verbundener Lehroptionen mit allen Neuerungen Schritt zu halten. Eine gewisse Schnelllebigkeit der Interessensschwerpunkte im Bereich der digitalen Lehre und ihrer Erforschung führt dazu, dass neue Themen schnell in das Blickfeld der Fachwelt geraten, dann aber auch wiederum bald aus dem primären Fokus der publikatorischen Betrachtung fallen.^{17,39} Dieses „hypen“ (engl. „Hype“ ; Duden (u.a.): besonders spektakuläre, mitreißende Werbung)¹¹⁰ von Trends im Zusammenhang von Neuerungen im Bereich des e-Learning wurde von Cook und

Triola bereits kritisch adressiert mit der Empfehlung, sich eher auf bekannte und etablierte Lehrmaterialien zu konzentrieren, als jedem neuen Trend zu folgen.¹⁷ Zusätzlich beschrieben Dahlstrom und Bichsel, dass bei der Umsetzung modernster Trends diese neuen Lehrmedien und -formen (z.B. MOOCS) nicht immer gleichsam positiv von den Studierenden mitgetragen werden,²⁶ wie es vielleicht in Publikationen zur Ausbildungsforschung und auch den Medien dargestellt wird.¹⁷ Insofern kann Dozierenden geraten werden, sich primär auf solche digitalen Lernmittel zu konzentrieren, die im Umfeld ihrer Fakultät am besten etabliert sind und den Kernansprüchen ihrer Lehre gerecht werden.

Folgend dem in der Medizin etablierten Ausspruch „Wer heilt, hat recht“, könnte man heute in Bezug auf die richtige Lehre provokativ behaupten „Wer Lerngewinn erzielt, hat recht“. Die Vielzahl und raschen Ergänzungen der digitalen Lehrmittel, sowie fakultäts- und studiengangabhängigen Fachkonstellationen und Lehrformen (Vorlesungen, Seminare, POL, etc.) machen es weitestgehend unmöglich, feste Wege vorzugeben. Im multifaktoriellen Zusammenspiel zwischen den einzelnen Fachgebieten und lehrereinheitsspezifischen Themen, der Persönlichkeiten und Prägungen der Lehrenden und Zahl und Motivation der Studierenden, sowie der Art des Unterrichts, kann e-Learning der Organisation und Abhaltung guter Lehre eine weitere Dimension hinzufügen, die allerdings mit allen anderen Bereichen harmonisieren sollte. Visionäre auf dem Gebiet der Ausbildungsforschung wagen Prognosen, bei denen sie e-Learning in Zukunft auf gleicher Ebene wie früher Kreidetafeln sehen – als genau adaptierter, bedarfsabhängig eingesetzter und fast schon unbewusster Teil der Lehre.¹¹¹ Hierbei ist von einer wachsenden und selbstverständlicheren digitalen Technikaffinität der neuen Generationen von Ärzten auszugehen,¹¹² während den Lehrenden bis vor Kurzem noch ein deutliches Defizit bei der Vertrautheit mit vielen e-Learning Aspekten attestiert werden musste.¹¹³ Da

gleichzeitig anzunehmen ist, dass auch in Zukunft eine zeitaufwändige Erstellung von digitalen Lehreinheiten in vielen Fachbereichen auf Grund der klinischen Arbeitsbelastung⁶⁵ erschwert sein könnte, ist die Idee einer potentiellen gemeinsamen Nutzung von digitalen Angeboten positiv hervorzuheben. Ein erster Schritt hin zu einer allgemeinen Harmonisierung der medizinischen Lehre ist dabei in Deutschland mit der Erstellung des Nationalen Kompetenzbasierten Lernzielkatalogs Medizin (NKLM) bereits erfolgt.¹¹⁴ Perspektivisch könnten nun die im NKLM formulierten Wissensgebiete auch mit e-Learning Angeboten verknüpft werden. Um inhaltlich von den Fachbereichen aller Fakultäten akzeptierte Lehrmedien zu schaffen, könnte die Koordination von deren Erstellung z.B. über die einzelnen Fachgesellschaften erfolgen. Dass Fakultäten zu einer entsprechenden gemeinsamen Nutzung von e-Learning Angeboten bereit wären, haben die hier vorgestellten Daten bereits zeigen können.¹⁰³

Eine hochschulübergreifende Zusammenarbeit kann auch hilfreich sein hinsichtlich der öfters geäußerten Annahme, dass e-Learning auch für Lehrende die Wissensvermittlung erleichtern bzw. kostengünstiger machen würde,¹⁷ was nicht unkritisch gesehen werden sollte. Ein erstmaliges Engagement im Bereich e-Learning mit dem vollständigen Neubeschreiten von Lehrwegen oder auch der Entwicklung neuer Lehrmethoden ist zumeist für klinisch Lehrende als ausgesprochen aufwändig zu werten.^{8,17} Aus persönlicher Erfahrung dieser Arbeit gilt dies auch für die Erstellung vieler Lehrmittel, wenn diese maßgeblich in Eigenengagement erfolgt. Da es gerade in klinischen Fächern zumeist Arbeitszeit ist, die neben dem bereits sehr intensiven eigentlichen Aufgabengebiet der Patientenversorgung investiert wird,⁶⁵ wird neben einer guten Unterstützung von Seiten der Fakultät das Potential einer inter-universitären Zusammenarbeit mit kooperativen Aufgabenverteilungen unterstrichen. Auch lehrwissenschaftliche

Evaluationen der neuen Lehrmaßnahmen können bei Beteiligung mehrerer Zentren und einem entsprechenden Studiendesign eine höhere Evidenz für die Wirksamkeit der eingesetzten Medien oder Konzepte erreichen, als reine single-center Studien. Im Kontext dieses zu erwartenden Arbeitsaufwandes für einzelne Fachbereiche kann auch eine Empfehlung von Cook und Triola gesehen werden, wonach man sich bei der Erstellung von digitalen Lehrangeboten nicht vom maximal Möglichen oder abstrakten Idealen leiten lassen sollte, sondern davon, was gut genug ist, um der Erreichung des eigentlichen Lehrzieles zu dienen.¹⁷ Sollen aber qualitativ hochwertige Lehrmittel über ein „Heimarbeits-Maß“ hinaus erstellt werden, sollten oft auch relevante Investitionen in Technologien und Personal berücksichtigt werden.^{8,17} Diese Kosten sind am Beispiel von frei über das Internet zugänglichen Lehrveranstaltungen oder *Massive Open Online Courses* (MOOCs) mit einem Umfang von 50.000 – 250.000 Dollar beziffert worden.¹⁷ In Deutschland können diese Angaben am Beispiel der Technischen Universität München reproduziert werden.¹¹⁵ Auch bei solchen Projekten könnten inter-universitäre Projekte perspektivisch Kosten verteilen und damit den Investitionsrahmen für einzelne beteiligte Institutionen deutlich senken. Generell sind die Kosten in Bereichen der Erstellung von Lehrangeboten als noch nicht hinreichend erforscht anzusehen.¹⁷ Neben einer Berechnung der von den Dozierenden investierten Stunden zur Vorbereitung¹¹⁶ kommen zusätzlich u.a. auch die gewählten Materialien und Lehrformen hinzu – was auf der Hand liegt, wenn man den Aufwand der Erstellung einfacher digitaler Texte mit dem Erstellen von virtuellen Realitäten vergleicht¹¹⁷. Diese sehr interessante und wichtige Analyse der notwendigen Ressourcen und auch des finanziellen Aufwandes ist ein Aspekt, der in den präsentierten Artikeln leider noch nicht berücksichtigt wurde, aber in Zukunft verstärkt erforscht werden sollte. Um eine Objektivierung der investierten Zeit zur Erstellung von digitalen

Angeboten zu ermöglichen, könnte zum einen eine institutionelle Registrierung der genutzten Hardware oder Software erfolgen. Ferner könnten vermehrt Anstrengungen unternommen werden z.B. elektronische Aufzeichnungs-(Tracking)-Programme für den Erstellungsprozess von digitalen Lernmitteln online oder an Computern zu erforschen – ähnlich, wie die Beschäftigung von Nutzern mit digitalen Angeboten bereits heute nachvollzogen werden kann.¹¹⁸ Mit solchen Daten könnten wiederum unterstützende Maßnahmen für Personalschlüssel oder Mittelzuweisungen in universitären Einrichtungen besser objektiviert und begründet werden.

Hinausgehend über die **Limitationen** der einzelnen Studien, die bereits in den jeweiligen Publikationen differenziert adressiert werden, sollen im Gesamtblick der hier vorliegenden Habilitationsschrift noch einige weitere Aspekte kritisch diskutiert werden. Der kumulative Charakter dieser Arbeit bringt es dabei sicherlich mit sich, dass viele der bearbeiteten Fragestellungen in ihrer allgemeingültigen Aussagekraft noch eingeschränkt sind und weiter erforscht werden sollten. Sowohl für die Umfrage unter den Medizinfakultäten, wie auch unter den Studierenden der Charité zum Thema LMS und e-Learning muss angemerkt werden, dass es sich nur um Momentaufnahmen handelte. Gerade im heutigen Zeitalter, in dem sich Trends bei der Nutzung von digitalen Applikationen und sozialen Medien schnell wandeln und auch universitäre Lehrmittelangebote sich zunehmend weiter entwickeln, sollte ein nachhaltiger Mehrwert der erhobenen Informationen vor allem in einem steten Monitoring durch regelmäßig wiederholte Umfragen gesehen werden. Die wissenschaftlich beobachtende Begleitung des Nutzungsprozesses digitaler Lehrformen an den Medizinfakultäten kann perspektivisch dabei helfen, relevante Fähigkeitslücken bzw. sinnvolle Trends für digitale Lehrmitteleinsätze aufzudecken. Künftig könnte ferner die Analyse der Angebote einzelner Fachbereiche noch weiter

analysiert werden, um ggf. konkrete Translationsvorschläge für gemeinsame hochschulübergreifende Lernangebote aussprechen zu können. Auch sollten Wünsche für ein optimales Lernmanagementsystem und seine Inhalte nicht nur lokal an einer, sondern in möglichst vielen Hochschulen multizentrisch erfasst werden. Hier wäre dann in Folge aber zusätzlich eine konkrete Adressierung der Wünsche durch die jeweilige Hochschule essentiell, um durch eine Umsetzung bzw. bedarfsadaptierte Anpassung der Lehrangebote den Studierenden eine wertschätzende Rückmeldung zu geben. Auf Ebene des Fachgebiets Orthopädie und Unfallchirurgie war das Konzept von NESTOR im Regelstudiengang Medizin der Charité mit seinen kleinen Lehreinheiten, vorgegebenen Lernmedien und Prüfung des erworbenen Wissens mit MC-Fragen eher im Sinne des Behaviorismus angelegt. Mit der Einführung des Modellstudiengangs Medizin¹¹⁹ an der Charité wurde das Studium stärker auf fächerübergreifende interdisziplinäre Lehransätze ausgerichtet, mit Lernspiralen, welche die Studierenden über das Curriculum hinweg begleiten. Hier muss kritisch angemerkt werden, dass die vorbestehenden Lerninhalte wie NESTOR dementsprechend vermehrt als Teil interdisziplinär abgestimmter Konzepte verstanden und angepasst werden müssen. Als eine lehrtheoretische Erweiterung der bisherigen digitalen Lernkonzepte an der Charité bietet sich dazu eine Kombination aus Pragmatismus und Konnektivismus an,^{20,90} was in den kommenden Jahren weiter wissenschaftlich begleitet werden sollte. Analog sollte ebenfalls eine Anpassung der einzelnen e-Learning Angebote erfolgen. Einerseits erscheint es hier sinnvoll, dass im Verbund der Hochschulen digitale Lehrmedien auf ihre sinnvolle Anwendung im jeweiligen curricularen Kontext geprüft werden, um evidenzbasierte Aussagen bzw. Empfehlungen zu schaffen. Andererseits sollten Anstrengungen hin zu fachübergreifenden e-Learning Angeboten, die die curriculare Wirklichkeit abbilden, durch interdisziplinäre Kooperationen verstärkt werden. Dabei kann es zur

Stärke der LMS-gestützten digitalen Angebote werden, einem kontinuierlichen Lernprozess eine ständige Struktur zu geben. Curriculare Lernspiralen können durch das Vorhalten und Vernetzen bereits gelernter und künftiger Wissensinhalte und vermehrte Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den Studierenden und ihren Dozierenden digital unterstützt werden.^{70,120}

Aufbauend auf den Ideen des Pragmatismus und Konnektivismus könnte auch eine Vision für die Zukunft im Umfeld von lebenslangen Lernprozessen zu sehen sein.^{20,90}

Über den Abschluss des Studiums hinaus könnten digital qualifizierte Hochschulen ihren Alumni auf ihrem Weg zum Facharzt und für das professionelle Berufsleben Zugang zu aktuellem Wissen bieten, z.B. in Form von Podcasts, Blogs oder Webinaren. Solche Angebote dürften mit der zunehmenden Technikaffinität heutiger Universitätsabsolventen und junger Ärzte positiv angenommen werden. Auf Seiten der Hochschulen wird gleichzeitig eine personelle und materielle Stärkung der e-Learning Bereiche wichtig sein und Investitionen in digitale Netzwerke getätigt werden müssen. Das LMS kann aber auch weiterhin als Zentrum der digitalen Wissensvermittlung angesehen werden. Über intelligente LMS-Systeme könnte interessens- und qualifikationsabhängig eine Personalisierung²⁶ von Lehrangeboten für den individuellen Lernenden und Arzt als Trend der Zukunft erfolgen. Basierend auf den analysierten bzw. registrierten Interessen der einzelnen Nutzer würden diesen dabei verschiedene Lehrmittel und Wissensinhalte angeboten werden.

Im Hinblick auf die medizinischen Curricula der Zukunft sind digitale Lehrformen als wichtiges Element mit einzubeziehen. Es wird entscheidend für die Perspektive der medizinischen Ausbildung sein, dass Forschung auf diesem Gebiet weiter gefördert wird, um eine adäquate Evidenzgrundlage für die bestmöglichen Entscheidungen zu gewährleisten, wie künftige Generationen von angehenden Medizinern zum Wohle der ihnen anvertrauten Patienten ausgebildet werden sollen.

4. Zusammenfassung

Die Verwendung von e-Learning ist zu einem festen Bestandteil der heutigen medizinischen Hochschullehre geworden. Speziell die enge curriculare Verzahnung mit dem Präsenzunterricht im Sinne eines Blended Learning hat hier die didaktisch besten Anwendungspotentiale gezeigt. Diese Habilitationsarbeit befasst sich in diesem Kontext mit Aspekten der Förderung digitaler Lehre an Medizinfakultäten, über die Vorstellungen von Studierenden zu dieser Thematik, bis hin zur wissenschaftlichen Begleitung eines digital gestützten Lehrkonzeptes im Bereich der Orthopädie und Unfallchirurgie und spezifischen Lehrmitteln in diesem Bereich.

Eine Umfrage unter Medizinfakultäten in Deutschland, Österreich und der Schweiz zur e-Learning Implementation und unterstützenden Rahmenbedingungen konnte zeigen, dass ein großer Wert auf Schulungen des didaktisch tätigen ärztlichen Personals gelegt wurde. Anreizsysteme für Lehrende, sich im e-Learning Bereich zu engagieren, erschienen noch ausbaufähig. Gleichzeitig deutete sich ein großes Potential für künftige gemeinsame Entwicklungen von Lehr- und Lernstrategien an.

Die Nutzungsschwerpunkte und Probleme von Medizinstudierenden beim Lernen mit einem Lernmanagementsystem und seinen e-Learning Angeboten waren Fokus einer weiteren Studie. Sie ergab, dass die Studierenden von dem Lernmanagementsystem die Bereitstellung von Organisations- und Lernmaterialien erwarteten, aber auch die Unterstützung eines effektiven Lernens. Zudem waren ihnen Interaktivität und eine gute Integration von e-Learning in den Präsenzunterricht wichtig.

Vier Studien dieser Habilitationsarbeit befassten sich mit der curricularen Implementierung des e-Learning Projekts NESTOR („Netzwerk für Studierende der Traumatologie und Orthopädie“). Dieses wurde nach einer Entwicklungsphase und Erstellung verschiedener digitaler Lernmaterialien seit dem Sommersemester 2009 schrittweise im Sinne eines Blended Learning Angebots in die curriculare Lehre des

Fachgebiets Orthopädie und Unfallchirurgie am Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie der Charité eingeführt. Neben sehr positiven Evaluationsergebnissen konnten für Nutzer von NESTOR im Regel- und Reformstudiengang signifikant höhere Wissenszuwächse im Vergleich zu Nichtnutzern nachgewiesen werden. Zum Wintersemester 2009/10 wurde NESTOR mit dem *Qualitätssiegel eLearning* der Charité ausgezeichnet. Im Verlauf wurde NESTOR als feste Blended Learning Komponente mit verpflichtender Nutzung in die Lehrveranstaltungsordnung der Orthopädie des Regelstudiengangs aufgenommen. Hiernach konnten Untersuchungen nachweisen, dass die verpflichtende Nutzung der digitalen Lehrkomponente NESTOR einen positiven Einfluss auf die Zufriedenheit und den Wissensgewinn der Studierenden hatte.

Eine prospektiv randomisiert-kontrollierte Studie schließlich verglich das Lehrmedium Podcast mit herkömmlichen digitalen Texten im Bereich der orthopädisch/unfallchirurgischen Lehre hinsichtlich der Akzeptanz und des Wissensgewinns unter Studierenden. Die Arbeit konnte zeigen, dass Podcasts zu signifikant höheren Wissensgewinnen bei der Vermittlung von definierten Wissensinhalten in der Orthopädie und Unfallchirurgie führten, als reine digitale Texte.

Die vorliegende kumulative Habilitationsarbeit war mit den enthaltenen Studien in der Lage, auf verschiedenen Ebenen zur Thematik digital unterstützter Lehre relevante neue Erkenntnisse im Bereich der medizinischen Ausbildungsforschung zu erbringen. Auch für die medizinische Lehre der Zukunft werden digitale Lernformen als wichtiges Element mit einzubeziehen sein. Forschung auf diesem Gebiet muss weiter gefördert werden, um eine adäquate Evidenzgrundlage für die bestmögliche Planung künftiger Ausbildungscurricula zu gewährleisten.

5. Literaturverzeichnis

1. Bauer AW. Der Hippokratische Eid - Deutsche Übersetzung und medizinhistorischer Kommentar. Heidelberg: Universität Heidelberg; 1993.
2. Pikoulis E, Msaouel P, Avgerinos ED, Anagnostopoulou S, Tsigris C. Evolution of medical education in ancient Greece. Chin Med J (Engl). 2008;121:2202-2206.
3. Drabkin IE. Medical education in Ancient Greece and Rome. J Med Educ. 1957;32:286-296.
4. Talbot C. Medical Education in the Middle Ages. In: O'Malley CD (Editor). The History of Medical Education. Berkeley - Los Angeles - London: University of California Press; 1970.
5. Porter R. Die wissenschaftliche Revolution und die Universitäten. In: Rüegg W (Editor). Geschichte der Universität in Europa - Band II. München: Verlag C.H. Beck; 1996.
6. Fend H. Geschichte des Bildungswesens: Der Sonderweg im europäischen Kulturraum. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; 2006.
7. Janin H. The University in Medieval Life, 1179-1499. Jefferson, NC, USA: McFarland; 2008.
8. Burg G, French LE. Gutenberg war gestern: Ein Beitrag zur Ausbildung in der Medizin gestern, heute und morgen. Hautarzt. 2012;63 Suppl 1:38-44.
9. Spranger E. Wilhelm von Humboldt und die Reform des Bildungswesens. Tübingen: Niemeyer Verlag; 1965.
10. Donner RS, Bickley H. Problem-based learning in American medical education: an overview. Bull Med Libr Assoc. 1993;81:294-298.
11. Burgess A, McGregor D, Mellis C. Medical students as peer tutors: a systematic review. BMC Med Educ. 2014;14:115.

12. Bate E, Hommes J, Duvivier R, Taylor DC. Problem-based learning (PBL): getting the most out of your students - their roles and responsibilities: AMEE Guide No. 84. Med Teach. 2014;36:1-12.
13. European Parliamentary Research Service. New global interactive strategies for teaching and learning. Briefing. 2014. Quelle: <http://www.europarl.europa.eu/EPRS/New-global-interactive-strategies-for-teaching-and-learning.pdf>. Zugang am 15.07.2016.
14. Koch HB. The instructional media: an overview. Nurs Outlook. 1975;23:29-32.
15. Goldman LI, Saltzman SW, Rosemond GP. Television equipment and its application in the learning of surgical skills. J Med Educ. 1972;47:786-788.
16. Eggermont S, Bloemendaal PM, van Baalen JM. E-learning any time any place anywhere on mobile devices. Perspect Med Educ. 2013;2:95-98.
17. Cook DA, Triola MM. What is the role of e-learning? Looking past the hype. Med Educ. 2014;48:930-937.
18. Bold W, Davidson W. Mobile Broadband: Redefining Internet Access and Empowering Individuals. In: Dutta S, Bilbao-Osorio B (Editoren). The Global Information Technology Report 2012 - Living in a Hyperconnected World. World Economic Forum; 2012:67-78.
19. Hankins J. The Internet. Adm Radiol. 1991;10:69-71.
20. Kerres M, de Witt C. Pragmatismus als theoretische Grundlage für die Konzeption von eLearning. In: Treichel D, Meyer HO (Editoren). Handlungsorientiertes Lernen und eLearning. Grundlagen und Beispiele. München: Oldenbourg Verlag; 2004.
21. Ruiz JG, Mintzer MJ, Leipzig RM. The impact of E-learning in medical education. Acad Med. 2006;81:207-212.

22. Cook DA, Garside S, Levinson AJ, Dupras DM, Montori VM. What do we mean by web-based learning? A systematic review of the variability of interventions. *Med Educ.* 2010;44:765-774.
23. Adler MD, Johnson KB. Quantifying the literature of computer-aided instruction in medical education. *Acad Med.* 2000;75:1025-1028.
24. Euler D. Selbstgesteuertes Lernen mit Multimedia und Telekommunikation gestalten. In: Hohenstein A, Wilbers K (Editoren). *Handbuch E-Learning*. Köln: Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst; 2001.
25. Lessing GE, Mendelssohn M, Nicolai F. Briefwechsel über das Trauerspiel (1756/57). Schulte-Sasse J (Editor). München: Winkler Verlag; 1972.
26. Dahlstrom E, Bichsel J. ECAR Study of Undergraduate Students and Information Technology, 2014. Research Report. Louisville, CO, USA: 2014. Quelle: <http://www.educause.edu/ecar>. Zugang am 23.07.2016.
27. Diessl S, Verburg FA, Hoernlein A, Schumann M, Luster M, Reiners C. Evaluation of an internet-based e-learning module to introduce nuclear medicine to medical students: a feasibility study. *Nucl Med Commun.* 2010;31:1063-1067.
28. Narula N, Ahmed L, Rudkowski J. An evaluation of the '5 Minute Medicine' video podcast series compared to conventional medical resources for the internal medicine clerkship. *Med Teach.* 2012;34:e751-755.
29. Citak M, Calafi A, Kendoff D, et al. An internet based learning tool in orthopaedic surgery: preliminary experiences and results. *Technol Health Care.* 2009;17:141-148.
30. Smith K, Morris NP. Evaluation of Biomedical Science Students Use and Perceptions of Podcasting. *Biosci Educ.* 2014;22:3-15.

31. Jang HW, Kim KJ. Use of online clinical videos for clinical skills training for medical students: benefits and challenges. *BMC Med Educ.* 2014;14:56.
32. Miller GE. The assessment of clinical skills/competence/performance. *Acad Med.* 1990;65:S63-67.
33. Abate KS. The effect of podcast lectures on nursing students' knowledge retention and application. *Nurs Educ Perspect.* 2013;34:182-185.
34. Mahnken AH, Baumann M, Meister M, Schmitt V, Fischer MR. Blended learning in radiology: is self-determined learning really more effective? *Eur J Radiol.* 2011;78:384-387.
35. Bloomfield JG, Jones A. Using e-learning to support clinical skills acquisition: exploring the experiences and perceptions of graduate first-year pre-registration nursing students - a mixed method study. *Nurse Educ Today.* 2013;33:1605-1611.
36. Webb AL, Choi S. Interactive radiological anatomy eLearning solution for first year medical students: Development, integration, and impact on learning. *Anat Sci Educ.* 2014;7:350-360.
37. Stewart S, Choudhury B. Mobile technology: Creation and use of an iBook to teach the anatomy of the brachial plexus. *Anat Sci Educ.* 2015;8:429-437.
38. Ackermann O, Siemann H, Schwarting T, Ruchholtz S. Effektives Training der chirurgischen Röntgenbefundung durch E-Learning. *Z Orthop Unfall.* 2010;148:348-352.
39. Boulos MN, Maramba I, Wheeler S. Wikis, blogs and podcasts: a new generation of Web-based tools for virtual collaborative clinical practice and education. *BMC Med Educ.* 2006;6:41.

40. Ruderich F, Bauch M, Haag M, et al. CAMPUS--a flexible, interactive system for web-based, problem-based learning in health care. *Stud Health Technol Inform.* 2004;107:921-925.
41. Lagro J, van de Pol MH, Laan A, Huijbregts-Verheyden FJ, Fluit LC, Olde Rikkert MG. A randomized controlled trial on teaching geriatric medical decision making and cost consciousness with the serious game GeriatriX. *J Am Med Dir Assoc.* 2014;15:e951-956.
42. Jalali A, Sherbino J, Frank J, Sutherland S. Social media and medical education: Exploring the potential of Twitter as a learning tool. *Int Rev Psychiatry.* 2015;27:140-146.
43. George DR, Dellasega C. Use of social media in graduate-level medical humanities education: two pilot studies from Penn State College of Medicine. *Med Teach.* 2011;33:e429-434.
44. Buhle EL, Jr., Goldwein JW, Benjamin I. OncoLink: a multimedia oncology information resource on the Internet. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care.* 1994:103-107.
45. Thieme Verlag. Thieme E-Book Library. Quelle: <https://www.thieme.de/de/thieme-connect/e-books-3960.htm>. Zugang am 02.07.2016.
46. Springer Verlag. Empfehlungen im Bereich Medizin. Quelle: <http://www.springer.com/?SGWID=0-102-12-984350-0>. Zugang am 21.05.2016.
47. webop. webop - all about surgical operations. Quelle: <http://www.webop.de>. Zugang am 14.08.2016.
48. Shippey SH, Chen TL, Chou B, Knoepp LR, Bowen CW, Handa VL. Teaching subcuticular suturing to medical students: video versus expert instructor feedback. *J Surg Educ.* 2011;68:397-402.

49. Buch SV, Treschow FP, Svendsen JB, Worm BS. Video- or text-based e-learning when teaching clinical procedures? A randomized controlled trial. *Adv Med Educ Pract.* 2014;5:257-262.
50. Roh H, Park KH, Jeon YJ, Park SG, Lee J. Medical students' agenda-setting abilities during medical interviews. *Korean J Med Educ.* 2015;27:77-86.
51. Brochhausen C, Winther HB, Hundt C, Schmitt VH, Schomer E, Kirkpatrick CJ. A virtual microscope for academic medical education: the pate project. *Interact J Med Res.* 2015;4:e11.
52. Lipinski K. Podcast. ITWissen - Das große Online Lexikon für Informationstechnologie. Quelle: <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Podcasting-podcasting.html>. Zugang am 01.09.2016.
53. White JS, Sharma N, Boora P. Surgery 101: evaluating the use of podcasting in a general surgery clerkship. *Med Teach.* 2011;33:941-943.
54. Schreiber BE, Fukuta J, Gordon F. Live lecture versus video podcast in undergraduate medical education: A randomised controlled trial. *BMC Med Educ.* 2010;10:68.
55. Brunet P, Cuggia M, Le Beux P. Recording and podcasting of lectures for students of medical school. *Stud Health Technol Inform.* 2011;169:248-252.
56. Morris NP. Podcasts and Mobile Assessment Enhance Student Learning Experience and Academic Performance. *Biosci Educ.* 2010;16:1-7.
57. Jaffar AA. Exploring the use of a Facebook page in anatomy education. *Anat Sci Educ.* 2014;7:199-208.
58. Cohen Z, Cohen JJ. Inflammablog: peer-to-peer online learning in immunology. *Immunol Res.* 2013;55:71-74.

59. Choudhury B, Gouldsbrough I. The use of electronic media to develop transferable skills in science students studying anatomy. *Anat Sci Educ.* 2012;5:125-131.
60. Ellis RK. A field guide to learning management systems. *Learning Circuits.* : American Society for Training & Development; 2009.
61. Zakaria N, Jamal A, Bisht S, Koppel C. Embedding a learning management system into an undergraduate medical informatics course in Saudi Arabia: lessons learned. *Med 2.0.* 2013;2:e13.
62. Dua A, Sudan R, Desai SS. Improvement in American Board of Surgery in-training examination performance with a multidisciplinary surgeon-directed integrated learning platform. *J Surg Educ.* 2014;71:689-693.
63. Chu LF, Young CA, Ngai LK, Cun T, Pearl RG, Macario A. Learning management systems and lecture capture in the medical academic environment. *Int Anesthesiol Clin.* 2010;48:27-51.
64. Green RA, Farchione D, Hughes DL, Chan SP. Participation in asynchronous online discussion forums does improve student learning of gross anatomy. *Anat Sci Educ.* 2014;7:71-76.
65. Matthes G, Rixen D, Tempka A, et al. Ärzte in der Unfallchirurgie. Unglücklich und vom Aussterben bedroht? Ergebnisse einer Umfrage. *Unfallchirurg.* 2009;112:218-222.
66. Jin J, Bridges SM. Educational technologies in problem-based learning in health sciences education: a systematic review. *J Med Internet Res.* 2014;16:e251.
67. Keynejad R, Ali FR, Finlayson AE, et al. Telemedicine for peer-to-peer psychiatry learning between U.K. and Somaliland medical students. *Acad Psychiatry.* 2013;37:182-186.

68. Zollner B, Sucha M, Berg C, et al. Pharmacases.de - a student-centered e-learning project of clinical pharmacology. *Med Teach*. 2013;35:251-253.
69. Jarvinen MK, Jarvinen LZ. Elevating student potential: creating digital video to teach neurotransmission. *J Undergrad Neurosci Educ*. 2012;11:A6-A11.
70. Masters K, Gibbs T. The spiral curriculum: implications for online learning. *BMC Med Educ*. 2007;7:52.
71. Lewin LO, Singh M, Bateman BL, Glover PB. Improving education in primary care: development of an online curriculum using the blended learning model. *BMC Med Educ*. 2009;9:33.
72. Shaffer K, Small JE. Blended learning in medical education: use of an integrated approach with web-based small group modules and didactic instruction for teaching radiologic anatomy. *Acad Radiol*. 2004;11:1059-1070.
73. Pereira JA, Pleguezuelos E, Meri A, Molina-Ros A, Molina-Tomas MC, Masdeu C. Effectiveness of using blended learning strategies for teaching and learning human anatomy. *Med Educ*. 2007;41:189-195.
74. Kalludi SN, Punja D, Pai KM, Murali D. Efficacy and perceived utility of podcasts as a supplementary teaching aid among first-year dental students. *Australas Med J*. 2013;6:450-457.
75. Baumgartner P. E-Learning: Lerntheorien und Lernwerkzeuge. *Österreichische Zeitschrift für Berufsbildung*. 2003;3:3-6.
76. Skinner BF. *The Technology of Teaching*. New York: Appleton-Century-Crofts; 1968.
77. Watson JB. Psychology as the Behaviorist Views It. *Psychological Review*. 1913;20:158-177.
78. McNulty JA, Sonntag B, Sinacore JM. Evaluation of computer-aided instruction in a gross anatomy course: a six-year study. *Anat Sci Educ*. 2009;2:2-8.

79. Munch-Harrach D, Kothe C, Hampe W. Audio podcasts in practical courses in biochemistry - cost-efficient e-learning in a well-proven format from radio broadcasting. *GMS Z Med Ausbild.* 2013;30:Doc44.
80. Ridgway PF, Sheikh A, Sweeney KJ, et al. Surgical e-learning: validation of multimedia web-based lectures. *Med Educ.* 2007;41:168-172.
81. Romanov K, Nevgi A. Do medical students watch video clips in eLearning and do these facilitate learning? *Med Teach.* 2007;29:484-488.
82. Chomsky N. A review of B.F. Skinner's verbal behavior. *Language.* 1959;35:26-58.
83. Kerres M. *Mediendidaktik - Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote.* 4. Auflage. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH; 2013.
84. Vontobel P. *Didaktisches Design aus lernpsychologischer Sicht.* 2006. Quelle: http://www.sciencetonic.de/media/015_digimedia/050_konzepte/LIT_0210_Didaktisches_Design_Vontobel_2006.pdf. Zugang am 17.08.2016.
85. Kelly GA. *The psychology of personal constructs.* Vol. I, II. (2. Druck (1991), Routledge, London, New York). New York: Norton; 1955.
86. Harel I, Papert S. *Constructionist learning.* Cambridge, CA, USA: MIT Press; 1990.
87. Thissen F. *Das Lernen neu erfinden. Grundlagen einer konstruktivistischen Multimedia-Didaktik.* In: Beck U, Sommer W (Editoren). *Learntec '97: Europäischer Kongreß für Bildungstechnologie und betriebliche Bildung.* Tagungsband. Karlsruhe: Schriftenreihe der KKA; 1997.
88. Reinmann-Rothmeier G, Mandl H. *Unterrichten und Lernumgebungen gestalten.* In: Krapp A, Weidenmann B (Editoren). *Pädagogische Psychologie.* Weinheim: Verlagsgruppe Beltz; 2001.

89. Schoonheim M, Heyden R, Wiecha JM. Use of a virtual world computer environment for international distance education: lessons from a pilot project using Second Life. BMC Med Educ. 2014;14:36.
90. Siemens G. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning. 2005;2:3-10.
91. Dewey J. Experience and education. New York: Macmillan; 1938.
92. Tran VV, Lichtsteiner S, Ernst B, Otto M, Folkers G. Towards a virtual education in pharmaceutical sciences. An innovative E-learning approach. Curr Probl Dermatol. 2003;32:43-51.
93. Fischer MR. E-learning in der medizinischen Aus-, Fort- und Weiterbildung. Stand und Perspektiven. Med Klin (Munich). 2003;98:594-597.
94. Graf N, Hohenberg G, Igel C, Herrmann M. E-Learning in der Medizin: Nachfrageorientiert statt angebotsbasiert. Dtsch Arztebl Int. 2008;105:A-1127 / B-1971 / C-1951.
95. Sostmann K, Liermann C, Fix T, Gross M, Gaedicke G. ELWIS-MED – Ein fakultätsweites Konzept zur Implementierung von eLearning in der medizinischen Aus-, Fort- und Weiterbildung Quelle: <https://www.researchgate.net/publication/2375142322014>. Zugang am 17.08.2016.
96. Gesellschaft für Medizinische Ausbildung. Quelle: <https://gesellschaft-medizinische-ausbildung.org>. Zugang am 23.06.2016.
97. Liebhardt H, Brachmann S, Abele S. Preisverleihung: "E-Learning Preis Baden-Württemberg 2007". GMS Z Med Ausbild. 2008;25:Doc70.
98. Bundesärztekammer. Qualitätskriterien eLearning der Bundesärztekammer. Quelle: http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/KritElearningV8.01.pdf. Zugang am 04.05.2016.

99. Ruessler M, Obertacke U, Dreinhofer KE, Waydhas C, Marzi I, Walcher F. Die studentische Lehre im gemeinsamen Fach Orthopädie-Unfallchirurgie - eine deutschlandweite Statuserhebung. *Z Orthop Unfall*. 2011;149:27-32.
100. Kiessling C, Schubert B, Scheffner D, Burger W. Schulbildung, Lebensumstände und Studienmotive von Studierenden des Regel- und des Reformstudiengangs an der Charité. *Dtsch Med Wochenschr*. 2003;128:135-140.
101. Dieter Scheffner Fachzentrum für medizinische Hochschullehre und evidenzbasierte Ausbildungsforschung. Quelle: <https://dsfz.charite.de>. Zugang am 15.07.2016.
102. Charité-Universitätsmedizin Berlin. Qualitätssiegel eLearning Charité. Quelle: http://elearning.charite.de/services/qualitaetssicherung/qualitaetssiegel_elearning/2015. Zugang am 04.05.2016.
103. Back DA, Behringer F, Harms T, Plener J, Sostmann K, Peters H. Survey of e-learning implementation and faculty support strategies in a cluster of mid-European medical schools. *BMC Med Educ*. 2015;15:145.
104. Back DA, Behringer F, Haberstroh N, Ehlers JP, Sostmann K, Peters H. Learning management system and e-learning tools: an experience of medical students' usage and expectations. *Int J Med Educ*. 2016;7:267-273.
105. Back DA, Haberstroh N, Antolic A, Sostmann K, Schmidmaier G, Hoff E. Blended learning approach improves teaching in a problem-based learning environment in orthopedics - a pilot study. *BMC Med Educ*. 2014;14:17.
106. Hoff E, Haberstroh N, Sostmann K, et al. E-learning in der Orthopädie und Unfallchirurgie - Eine vergleichende Pilotstudie zur Akzeptanz und zum Wissenszuwachs unter Nutzern und Nichtnutzern. *Orthopäde*. 2014;43:674-680.

107. Back DA, Haberstroh N, Hoff E, et al. Implementierung des eLearning-Projekt NESTOR - Ein Netzwerk für Studierende der Traumatologie und Orthopädie. *Chirurg*. 2012;83:45-53.
108. Back DA, Haberstroh N, Sostmann K, et al. High efficacy and students' satisfaction after voluntary vs mandatory use of an e-learning program in traumatology and orthopedics--a follow-up study. *J Surg Educ*. 2014;71:353-359.
109. Back DA, von Malotky J, Sostmann K, Hube R, Peters H, Hoff E. Superior Gain in Knowledge by Podcasts versus Text-Based Learning in Teaching Orthopedics: A Randomized Controlled Trial. *J Surg Educ*. 2016 Sep 16. pii: S1931-7204(16)30115-5. doi: 10.1016/j.jsurg.2016.07.008. [Epub ahead of print].
110. Duden. Hyper, der. Quelle: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Hype>. Zugang am 26.07.2016.
111. Cook DA. Where are we with Web-based learning in medical education? *Med Teach*. 2006;28:594-598.
112. Nyhsen CM, Lawson C, Higginson J. Radiology teaching for junior doctors: their expectations, preferences and suggestions for improvement. *Insights Imaging*. 2011;2:261-266.
113. Eslaminejad T, Masood M, Ngah NA. Assessment of instructors' readiness for implementing e-learning in continuing medical education in Iran. *Med Teach*. 2010;32:e407-412.
114. Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin (NKLM). Quelle: <http://www.mft-online.de/lehre/nationaler-kompetenzbasierter-lernzielkatalog-medizin>. Zugang am 23.08.2016.

115. Technische Universität München. MOOCs an der TUM. Quelle: <http://www.tum.de/studium/weiterbildung/oeffentlichkeit/moocs>. Zugang am 23.07.2016
116. Delgaty L. A critical examination of the time and workload involved in the design and delivery of an e-module in postgraduate clinical education. *Med Teach*. 2013;35:e1173-1180.
117. Rumble G. The costs and costing of networked learning. *J Async Learn Network*. 2001;5:75-96.
118. Maxwell S, Mucklow J. e-Learning initiatives to support prescribing. *Br J Clin Pharmacol*. 2012;74:621-631.
119. Charité - Universitätsmedizin Berlin. Modellstudiengang Medizin. Quelle: https://www.charite.de/studium_lehre/studiengaenge/humanmedizin/modellstudiengang_medizin. Zugang am 13.07.2016.
120. Elcin M, Turan S, Odabasi O, Sayek I. Development and evaluation of the evidence-based medicine program in surgery: a spiral approach. *Med Educ Online*. 2014;19:24269.

Liste der zusammengefassten Publikationen

1. Survey of e-learning implementation and faculty support strategies in a cluster of mid-European medical schools

Back DA, Behringer F, Harms T, Plener J, Sostmann K, Peters H
BMC Medical Education. 2015 Sep 3;15:145.

2. Learning Management System and e-Learning Tools: An Experience of Medical Students' Usage and Expectations

Back DA, Behringer F, Haberstroh N, Ehlers JP, Sostmann K, Peters H
International Journal of Medical Education, 2016 Aug 20;7:267-73.

3. Implementierung des eLearning-Projekts NESTOR - Ein Netzwerk für Studierende der Traumatologie und Orthopädie

Back DA, Haberstroh N, Hoff E, Plener J, Haas NP, Perka C, Schmidmaier G
Der Chirurg. 2012 Jan;83(1):45-53.

4. E-Learning in der Orthopädie und Unfallchirurgie - Eine vergleichende Pilotstudie zur Akzeptanz und zum Wissenszuwachs unter Nutzern und Nichtnutzern

Hoff E, Haberstroh N, Sostmann K, Perka C, Putzier M, Schmidmaier G, Back DA
Der Orthopäde. 2014 Jul;43(7):674-80.

5. Blended learning approach improves teaching in a problem-based learning environment in orthopedics - a pilot study

Back DA, Haberstroh N, Antolic A, Sostmann K, Schmidmaier G, Hoff E
BMC Medical Education. 2014 Jan 27;14:17.

6. High efficacy and students' satisfaction after voluntary versus mandatory use of an e-learning program in traumatology and orthopedics - A follow-up study

Back DA, Haberstroh N, Sostmann K, Schmidmaier G, Putzier M, Perka C, Hoff E
Journal of Surgical Education. 2014 May-Jun;71(3):353-9.

7. Superior Gain in Knowledge by Podcasts versus Text-Based Learning in Teaching Orthopedics: A Randomized Controlled Trial

Back DA, von Malotky J, Sostmann K, Hube R, Peters H, Hoff E
Journal of Surgical Education. 2016 Sep 16. pii: S1931-7204(16)30115-5. doi: 10.1016/j.jsurg.2016.07.008. [Epub ahead of print]

Danksagung

Zuerst möchte ich **Herrn Univ.-Prof. Dr. med. H. Peters** danken, Leiter des *Dieter Scheffner Fachzentrums für medizinische Hochschullehre und evidenzbasierter Ausbildungsforschung* der Charité, für die Möglichkeit, diese Arbeit unter seiner Ägide zu erstellen, sowie für seine große Unterstützung und fachlich-freundschaftliche Zusammenarbeit bei meinen Projekten.

Herrn Prof. Dr. med. C. Willy, leitender Arzt der *Abteilung für Unfallchirurgie und Orthopädie, Septische und Rekonstruktive Chirurgie* des Bundeswehrkrankenhauses Berlin, möchte ich nachdrücklich und herzlich danken für die fortwährende intensive Unterstützung meines wissenschaftlichen und beruflichen Werdegangs.

Zu großem Dank bin ich auch **Herrn Univ.-Prof. Dr. med. C. Perka** verpflichtet, Ärztlicher Direktor des *Centrums für Muskuloskeletale Chirurgie* der Charité, für die Möglichkeit, meine Lehrleistungen in seinem Haus erbringen zu dürfen.

Einen sehr tiefen Dank möchte ich **Frau Univ.-Prof. Dr. rer. nat. B. Wildemann** aussprechen, Projektleiterin *Regeneration und Rekonstruktion* des *Julius Wolff Instituts* der Charité, für ihre stete Ansprechbarkeit, vielfältigen Unterstützungen und freundschaftliche Zusammenarbeit bei meiner gesamten wissenschaftlichen Arbeit.

Mein Dank gebührt auch **Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. G.N. Duda**, Direktor des *Julius Wolff Instituts* der Charité, für sein langjähriges Vertrauen und die wohlwollende Unterstützung und Förderung meiner experimentellen wissenschaftlichen Arbeiten.

Meinem ehemaligen Doktorvater **Herrn Univ.-Prof. Dr. med. G. Schmidmaier**, stellv. Direktor der *Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie*, Leiter der *Sektion Unfallchirurgie* des Universitätsklinikums Heidelberg, möchte ich für seinen Beistand und die vielen hilfreichen Ratschläge zu meinen Forschungstätigkeiten danken.

Speziell danken möchte ich auch **Herrn K. Sostmann**, Leiter des *Kompetenzbereich eLearning* der Charité, für die freundschaftliche, herzliche und außerordentlich bereichernde Zusammenarbeit im Bereich der digitalen Ausbildungsforschung, aber auch viele privaten Hilfestellungen, die stets unabhängig von Ort und Zeit waren.

Danken möchte ich auch **Herrn Dr. med. E. Hoff**, für die gute und geistreiche Zusammenarbeit bei vielen meiner Projekte zur Ausbildungsforschung.

Stellvertretend für die vielen Studierenden, die ich bei Ihren Doktorarbeiten und Hausarbeiten mit betreuen durfte, möchte ich mich sehr bei den Doktorandinnen im e-Learning Bereich bedanken, **Frau Dr. med. N. Haberstroh** und **Frau J. von Malotky**. Ihr aller frischer Geist und unermüdliche Energie haben mir wiederholt notwendige Kraft und Motivation gegeben.

Neben den vielen hier ungenannt bleibenden Mitarbeitern und Kollegen der Charité und der Bundeswehr, die mich in vielfacher Weise darüber hinaus bei meiner Arbeit unterstützt haben, möchte ich hier speziell noch dankend erwähnen **Herrn J. Plener** und **Herrn F. Behringer** für die engagierte Unterstützung meiner lehrwissenschaftlichen Arbeiten, sowie **Frau Dipl.-Ing. biotech. N. Bormann** für ihre intensive Hilfe bei der Durchführung meiner experimentell-chirurgischen Arbeiten.

Für die Korrekturlesung der Arbeit danke ich herzlich **Frau H. Müller-Duffek**.

Mein ganz besonderer Dank und Liebe gilt **meiner Familie**, die mir bei meinen Forschungs- und Lehrtätigkeiten neben einer intensiven klinischen Tätigkeit und Auslandseinsätzen stets der wichtigste Quell für Kraft und Freunde ist.

Erklärung

§ 4 Abs. 3 (k) der HabOMed der Charité

Hiermit erkläre ich, dass

- weder früher noch gleichzeitig ein Habilitationsverfahren durchgeführt oder angemeldet wurde,
- die vorgelegte Habilitationsschrift ohne fremde Hilfe verfasst, die beschriebenen Ergebnisse selbst gewonnen, sowie die verwendeten Hilfsmittel, die Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftlern/ Wissenschaftlerinnen und mit technischen Hilfskräften sowie die verwendete Literatur vollständig in der Habilitationsschrift angegeben wurden.
- mir die geltende Habilitationsordnung bekannt ist.

Ich erkläre ferner, dass mir die Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis bekannt ist und ich mich zur Einhaltung dieser Satzung verpflichte.

Datum

Unterschrift