

Aus der Anatomischen Anstalt der Ludwig-Maximilians-Universität München
Vorstand: Professor Dr. med. Jens Waschke

Entwurf und Implementierung einer integrativen Internet-basierten Trainingsplattform
für die Lehre der topographischen Anatomie

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

vorgelegt von Andreas Dietz
geboren in Schweinfurt

2016

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Jens Waschke

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Martin Fischer
Prof. Dr. Matthias Siebeck

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

Tag der mündlichen Prüfung: 21.01.2016

Diese Arbeit ist meinen Eltern gewidmet.

Inhalt

Inhalt	4
1. Einleitung	6
1.1. <i>Die Lehre der makroskopischen Anatomie an der LMU in München</i>	6
1.2. <i>Lerntheorien</i>	8
1.2.1. Behaviorismus – passiv angeleitet werden	8
1.2.2. Kognitivismus – aktiv wahrnehmen, denken, erkennen	9
1.2.3. Konstruktivismus – selbstständig Wissen konstruieren.....	10
1.3. <i>E-Learning</i>	12
1.3.1. Definitionen.....	12
1.3.2. Lehransätze von e-Learning-Plattformen	13
1.3.3. Software zur Erstellung von e-Learning-Plattformen	14
1.3.4. Blended-Learning	18
1.3.5. E-Learning in der Humanmedizin	19
1.3.6. E-Learning für die topographische Anatomie	21
1.4. <i>Visualisierung makroskopischer Anatomie</i>	23
1.4.1. Quellenbeschreibung aus der Literatur	23
1.4.2. Reproduktionstechniken.....	25
1.4.3. Entwicklung der Illustration als Werkzeug der Wissenschaft.....	26
1.4.4. Atlanten des 19. Und 20. Jahrhunderts	34
1.4.5. Schemazeichnungen von Leitungsbahnen – Abstraktion der Realität.....	36
1.4.6. Visuelles Material für e-Learning	39
2. Methodik und Materialien	41
2.1. <i>Bedarfsanalyse</i>	43
2.1.1. Wahrnehmung von e-Learning in der Medizin.....	43
2.1.2. Bestandteile des anatomischen Curriculums	44
2.1.3. Befragung von Absolventen des Präparierkurses	44
2.2. <i>Design, Strategie und Zielsetzung</i>	45
2.2.1. Verwendung von Fremdmaterial.....	45
2.2.2. Struktur der WBT-Plattform.....	46
2.2.3. Funktionalität.....	48
2.2.4. Visuelle Sprache	48

2.3. Erstellung der Lernsoftware.....	49
2.3.1. Technische Voraussetzungen.....	49
2.3.2. Werkzeuge zur Erstellung der WBT-Plattform	50
2.3.3. Integration von Inhalten.....	50
2.3.4. Formatierung.....	51
2.3.5. Kommunikation und Betreuung.....	52
2.3.6. Grafische Benutzeroberfläche (Graphical User Interface, GUI).....	52
2.4. Implementierung in das Curriculum.....	54
2.5. Evaluation durch die Benutzer.....	55
2.5.1. Planung der Evaluation.....	55
2.5.2. Durchführung der Evaluation	57
2.5.3. Datenerhebung	60
3. Ergebnisse	61
3.1. Bedarfsanalyse.....	61
3.1.1. Bestandteile des anatomischen Curriculums	61
3.1.2. Befragung von Absolventen des Präparierkurses	61
3.2. Aufbau der WBT-Plattform.....	63
3.2.1. Kapitelstruktur	64
3.2.2. Vorlesungsbereich.....	67
3.2.3. Prüfungsbereich.....	70
3.2.4. Interaktive Leitungsbahnschemata	71
3.3. Implementierung	74
3.4. Evaluation.....	75
3.4.1. Evaluation im Wintersemester 2010/11	75
3.4.2. Evaluation im Wintersemester 2011/12	91
3.4.4. Vergleich der beiden Evaluationen.....	104
4. Diskussion	105
5. Zusammenfassung.....	112
6. Indexverzeichnis.....	113
7. Abbildungsverzeichnis	117
8. Literaturverzeichnis	121
9. Anhang.....	129

1. Einleitung

1.1. Die Lehre der makroskopischen Anatomie an der LMU in München

Neben der Physiologie und der Biochemie ist die Anatomie ein weiterer Schwerpunkt im vorklinischen Abschnitt des Studiengangs Human- und Zahnmedizin. Sie wird eingeteilt in makroskopische und mikroskopische (Histologie) Anatomie.

Das Anatomie-Curriculum an der Ludwig-Maximilians-Universität in München (LMU) erstreckt sich für etwa 900 Human- und Zahnmedizin-Studierenden über die ersten 1.5 Fachsemester [1]. Die Lehre der makroskopischen Anatomie umfasst den Bau des gesamten menschlichen Körpers und gliedert sich in einen verpflichtenden Präparierkurs mit Übungen und einer Vorlesung zum Thema topographische Anatomie mit klinischen Bezügen. Die Leistungskontrolle besteht aus fünf mündlichen Testaten durch den Lehrkörper. Ein erfolgreicher Abschluss des Präparierkurses erfordert neben der regelmäßigen Teilnahme das Bestehen aller fünf Testate.

Daraus ergibt sich zum Einen, dass die noch unerfahrenen Studierenden im ersten Semester mit einer im Vergleich zum Schulunterricht komplexeren Lehrsituation konfrontiert sind. Zudem müssen sie sich selbstständig eine Vielzahl anatomischer Details und Fachbegriffe aneignen, die im Abstand von ca. vier Wochen abgefragt werden.

Im Präparierkurs erfolgt die Einteilung der Gruppen von etwa zehn Studierenden pro Leichnam. Im wöchentlich zweimal stattfindenden Kurs sollen zum einen Fertigkeiten der Präparation erlernt und Wissen über topographische Strukturen und Zusammenhänge erarbeitet werden. Die Betreuung der aktuell über 900 Studierenden erfolgt dabei durch den Lehrkörper und studentische Tutoren (Co-Assistenten), wobei ein Dozent mindestens zwei Tische betreut und pro Tisch von einem Co-Assistenten unterstützt wird. Die mündliche Prüfung erfolgt direkt am Leichnam durch die betreuenden Dozenten. Zur selbstständigen Vorbereitung

werden zu Semesterbeginn geeignete Lehrbücher zur Aneignung der theoretischen Inhalte und Atlanten zur Orientierung und Darstellung am anatomischen Präparat empfohlen.

In der Begleitvorlesung gibt Prof. Waschke vor jedem Kurstag (2-4 mal pro Woche) einen Überblick über den Gegenstandskatalog der makroskopischen Anatomie unter Gewichtung besonders relevanter klinischer Inhalte. Dabei wird den 900 Studierenden über Powerpoint-Präsentationen anhand von anatomischen Abbildungen eine strukturierte Darstellung anatomischer Zusammenhänge vermittelt. Da die Kapazität des modernisierten Hörsaals nicht ausreicht, die hohe Anzahl an Studierenden aufzunehmen, wird die Vorlesung über eine Live-Video-Übertragung in zwei weitere Hörsäle übertragen. Zur weiteren Optimierung des Lehrangebotes sollte als ein neues und integratives Element der Lehre eine web-basierte Trainingsplattform (WBT-Plattform) erstellt und evaluiert werden.

Da der Entwurf und die Umsetzung dieser WBT-Plattform bereits vor dem Beginn der Promotion an der LMU erfolgte, war neben dem grundsätzlichen Entwurf auch die Anpassung an die Lehre der Anatomie an der LMU Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Im Folgenden werden zunächst die Grundlagen zur Erstellung eines e-Learning-Angebotes beschrieben. Dabei werden die hierfür relevanten Lerntheorien erläutert und darauf aufbauend e-Learning-Ansätze vorgestellt. Es folgt eine Übersicht von technischem Wissen, das von der Produktion bis zur Evaluation notwendig ist. Zur Erläuterung einer Implementierung von e-Learning in ein bestehendes Curriculum wird der Begriff „Blended Learning“ vorgestellt. Schließlich werden die speziellen Herausforderungen von e-Learning in der Medizinerbildung aufgezeigt.

Ein zweiter Teil der Arbeit bestand in der Erstellung einer interaktiven Grafik sämtlicher Leitungsbahnen (Arterien, Venen, Lymphgefäße und Nerven) des menschlichen Körpers für die Lehre der Anatomie. Einleitend wird daher ein knapper historischer Exkurs über Reproduktionstechniken abgebildet und die

Rolle von anatomischen Atlanten in ihrem zeitlichen Kontext vorgestellt. Abschließend wird die Funktion von Visualisierungen in der Lehre der Anatomie anhand von verschiedenen Darstellungen von Leitungsbahnen erörtert.

1.2. Lerntheorien

Lerntheorien beschäftigen sich mit dem Prozess des Lernens und dabei mit den Veränderungen des menschlichen Verhaltens und Denkens, die nicht auf angeborene Reaktionen (z.B. Reflexe) oder Reifung zurückzuführen sind [2]. Dabei unterscheiden sie sich in der Vorstellung von Wissen und der Wissensvermittlung an sich. Zum anderen differieren sie in der Rollenbeschreibung von Lernenden und Lehrenden innerhalb eines Lernprozesses.

Jedes Lernprogramm und jeder Versuch Lernprozesse beim e-Learning zu steuern beruhen implizit oder explizit auf bestimmten Vorstellungen vom Lernen [3]. Es existieren verschiedene Modelle und Theorien, die das menschliche Lernen zu erklären versuchen. Drei davon sind in der gängigen Literatur mediendidaktischer Fragen als bedeutend zu werten: Behaviorismus, Kognitivismus und Konstruktivismus.

1.2.1. Behaviorismus – passiv angeleitet werden

In der „behavioristischen“ Sichtweise wird der Lernprozess als beobachtbare Verhaltensänderung auf Umweltreize beschrieben. Die Verknüpfung von Umweltreizen und einer beobachtbaren Verhaltensänderung nennt man Konditionierung. Dabei unterscheidet man die „klassische“ von der von Skinner geprägten „operanten Konditionierung“ [4]. Bei letzterer ist das Versuchsobjekt aktiv am Lernprozess beteiligt und erhält durch eigenes Operieren von der Umwelt eine Reaktion [5]. Die Lernumgebung gleicht dabei einer Frage-Antwort-Interaktion. Der Lernende wird als Reaktion auf seine Antwort entweder belohnt oder bestraft. Dieser Lernprozess ist somit „von außen vollständig durch den Lehrenden steuerbar“ [2].

Der Lernprozess besteht aus beobachtbaren und nicht-beobachtbaren Vorgängen. Letztere werden in der Psychologie auch als „Black Box“ bezeichnet [6]. Sie

beschreiben die psychischen Verarbeitungsprozesse von Informationen und Umweltreizen, die im Lernenden stattfinden. Durch Ausklammerung dieser Verarbeitungsvorgänge fokussiert sich die behavioristische Erklärung auf Reiz und Reaktion (bzw. Verhalten), wodurch letztlich nur der Erwerb elementarer Verhaltensweisen erklärbar ist [5].

Das behavioristische Modell gründet den Rahmen zur Erstellung der ersten Generation von „Drill & Practice“-Lernprogrammen (siehe unten). Zuerst wird der Lernende durch linear angeordnete Inhalte geführt, über die er im Anschluss abgefragt wird. Dabei werden Fragen und Antworten aus einem Katalog vordefiniert, die der Lernende entweder aus mehreren Möglichkeiten auswählen (Multiple-Choice-Fragen) oder selbstständig eintippen (Lückentext) kann. Der Verlauf des Programms wird dabei durch die Auswertung der Auswahl gesteuert [5]. Bei Lernerfolg folgt das nächste, bei Misserfolg erneut dasselbe Kapitel.

1.2.2. Kognitivismus – aktiv wahrnehmen, denken, erkennen

Im Gegensatz zum Behaviorismus werden im Kognitivismus die kognitiven Prozesse des Wahrnehmens, Erkennens, Begreifens und Problemlösens betrachtet. Grundvoraussetzungen sei, dass jeder Mensch Abstraktionsvermögen besitzt und zur Problemanalyse befähigt ist [7]. Lernen und damit der Aufbau von Wissen wird als Prozess der Informationsverarbeitung verstanden, der aus Entwicklung und Veränderung kognitiver Strukturen besteht [2]. Die Entwicklung dieser Strukturen beruht auf der Wechselwirkung von Lernenden und einer objektiven Umwelt. Im Wesentlichen spielen dabei zwei Austauschvorgänge eine Rolle. Bei der „Assimilation“ (lat. *similis* = ähnlich) werden bestehende kognitive Strukturen bei der Aufnahme ähnlicher externer Reize genutzt. Bei der „Akkommodation“ (lat. *accomodare* = anpassen) hingegen werden die kognitiven Strukturen auf externe Reize neu angepasst [8]. Dabei hängt die Informationsverarbeitung von der Qualität der kognitiven Struktur ab, durch die der Mensch die Umwelt interpretiert. Trotz gleicher Informationseingabe können die Ausgaben von verschiedenen Lernenden unterschiedlich ausfallen [9]. Diese objektivistische Sichtweise geht mit der Annahme einer einzig wahren Realität einher, die unabhängig vom

Bewusstsein besteht und von diesem lediglich interpretiert wird. Damit bleibt der Lernprozess aus kognitivistischer Sicht ebenso von außen steuerbar, wie aus behavioristischer Sichtweise. Der Lernende bleibt Rezipient von durch den Lehrenden ausgewählten externen Informationen.

Den Begriff „entdeckendes [exploratives] Lernen“ prägte Jerome Bruner [10]. Voraussetzung dafür ist die Schaffung geeigneter Lernumgebungen. Dazu zählen unter anderem Problemlösungsaufgaben, Simulationen oder Experimente, die einen Anreiz zum angewandten Lernen geben. Ein wesentliches Merkmal besteht in der non-linearen Lernstruktur. Diese ermöglicht dem Lernenden eine freiere Navigation durch die Lernumgebung. Digitale Lernprogramme integrieren dies mittels Verknüpfung von Lerninhalten über „Hyperlinks“. Die Erstellung dieser Lerninhalte bleibt allerdings, wie unter behavioristischer Sicht, in der Obhut des Lehrenden. Der Benutzer entdeckt diese lediglich.

1.2.3. Konstruktivismus – selbstständig Wissen konstruieren

Entgegen der kognitivistischen Ansicht, dass Wissen ein Abbild der Realität ist, basieren konstruktivistische Theorien auf der Annahme, dass Wissen als Ergebnis aus Konstruktionsprozessen in einzelnen Individuen entsteht [11]. Die Existenz von Wissen ist dabei stets in Abhängigkeit vom einzelnen Individuum zu verstehen. Im Gegensatz zu physikalischen Gegenständen könne Wissen ohne die eigene Rekonstruktion nicht an andere übermittelt werden [12]. Die Realität entsteht im eigenen Kopf. Diese Betrachtungsweise rückt den Lernenden „ins Zentrum von Lernumgebungen“, wobei dessen Kognition, wie auch die Emotion und seine soziale Einbindung von Relevanz sind [13].

Eine Gemeinsamkeit aller unterschiedlichen, kognitivistischen Ansätze besteht in der Forderung, träges Wissen zu vermeiden, welches theoretisch zwar vorhanden ist, jedoch in der Praxis nicht angewendet werden kann. Dies soll durch Einsatz alternativer Lernumgebungen, wie Problem-orientiertes Lernen, ermöglicht werden. Innerhalb sogenannter situierter Lernumgebungen interagiert der Lernende selbstständig mit seiner Umwelt und hat die Kontrolle über die Lernstrategie und den individuellen Lernerfolg [14]. Die Aufgabe des Lehrers

besteht in der Motivation und Unterstützung des Lernenden. Das (digitale) Lern-Medium wird als kognitives Werkzeug verwendet, um aktiv Wissenskonstruktion beim Lernenden aufzubauen [13].

Als ideale Lernumgebung für ein konstruktivistisches Lehrangebot kann das Internet in all seiner Vielfalt betrachtet werden [15]. Ein Beispiel für eine mediendidaktische Aufarbeitung von Lernumgebungen für fallbasiertes e-Learning ist CASUS [16]. Mit der Software können didaktisch aufbereitete Lernfälle realitätsnah zur interaktiven Bearbeitung erstellt, veröffentlicht, verwaltet und ausgewertet werden.

1.3. E-Learning

In den letzten Jahrzehnten entwickelten sich durch die Integration von e-Learning in die Lehre viele Standpunkte aus angewandten und wissenschaftlichen Disziplinen, wie Kommunikationswissenschaften, Linguistik, Ethnologie, Psychologie, Soziologie, Genderforschung, Sozialpsychologie, Didaktik und Informationstechnik [17]. Gab man im Jahr 2002 den Begriff e-Learning in der Suchmaschine google.com ein, so erhielt man 915.000 Treffer [18]. Unter Eingabe derselben Suchbegriffe erhält man derzeit bereits 297.000.000 Treffer (Stand 15. Februar 2015). Ähnliche Resultate erhält man, wenn man die Trefferquote über die Plattform amazon.de im deutschsprachigen Raum betrachtet. 2003 erhielt man 71 Publikationen [19], aktuell bereits 6.415 Treffer (Stand 15. Februar 2015).

Um die Basis für die vielfältigen Möglichkeiten von e-Learning darzustellen, soll zunächst der Begriff anhand aktueller Definitionen erklärt werden.

1.3.1. Definitionen

Der Erziehungswissenschaftler Peter Baumgartner erklärt e-Learning zu Beginn seines Buches allgemein als einen „übergeordneten Begriff für softwareunterstütztes Lernen“, welches mit größtmöglicher Flexibilität gegenüber Zeit, Ort und Person praktiziert werden kann [18].

Michael Kerres (Professor für Mediendidaktik an der Universität Duisburg-Essen) definiert e-Learning als Lernformen, „bei denen elektronische oder digitale Medien für die Präsentation und Distribution von Lernmaterialien und/oder zur Unterstützung zwischenmenschlicher Kommunikation zum Einsatz kommen“ [20]. Die Integration des sozialen Aspektes betont die Ausrichtung am kognitivistischen Modell.

In seiner Dissertation „e-Learning an Hochschulen“ erörtert Dr. phil. Rainer Albrecht den Begriff unter philosophischen Aspekten genauer: „Mit e-Learning sollen Lernarrangements bezeichnet werden, die durch die Anwendung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien geprägt sind, bei denen eine spezifische Methodik zur Anwendung kommt, sowie eine organisatorische

Einbindung in die jeweilige Institution stattfindet“ [19]. Die Einbindung in ein bestehendes Curriculum stellt einen wesentlichen Bestandteil der Planung dieser Arbeit dar.

1.3.2. Lehransätze von e-Learning-Plattformen

Eine allgemein gültige Einteilung von Lernsystemen bietet Sven Faulhaber in einer Studienarbeit der Informatik der Julius-Maximilians-Universität Würzburg [21]. Dabei ist eine genaue Zuordnung von Lerntypen nicht immer möglich:

- Drill & Practice
 - Diese Form erlaubt die Abfrage von Wissen, welche mithilfe anderer Lernmethoden angeeignet wurden. Ein Beispiel hierfür ist die Online-Plattform „Mediscript“, die unter anderem mittels Multiple-Choice-Fragen (MC-Fragen) eine Lernstoff-Abfrage anbietet [22].
- Präsentations- und Browsingsystem mit Hyperlinks
 - Virtuelle Präsentationssysteme beispielsweise Powerpoint-Präsentationen erlauben die lineare Aufbereitung und Darstellung von Inhalten. Der Benutzer besitzt dabei eingeschränkte Interaktionsmöglichkeiten (starten, pausieren und stoppen der Präsentation). Browsersysteme wie die Internetplattform „Wikipedia“ ermöglichen hingegen durch Verwendung von Hyperlinks die Darstellung von nicht-linearen Inhalten, welche ein exploratives Vorgehen des Benutzers ermöglichen.
- Tutorielles System
 - Tutorielle Systeme, wie fallbasierte Lernplattformen basieren auf dem Prinzip „Problem Oriented Learning“ (POL). Hierbei wird ein Sachverhalt anhand eines Problems erarbeitet und durch verschiedene Hilfestellungen unterstützt. Die Reihenfolge der Inhalte wird dabei durch den Benutzer beeinflusst. So wird der Benutzer anhand von Fragen durch eine Lerneinheit geführt. Der Benutzer wählt dabei durch Beantwortung einen Weg, der als entweder richtig oder falsch bewertet wird. Als Ergänzung zu diesem System bieten „Intelligente Tutorielle

Systeme“ dem Benutzer nicht nur einen, sondern mehrere „richtige Wege“ an [21].

- Simulationssysteme (virtuelles Labor, virtuelles Klassenzimmer)
 - Nach einer Einführung präsentiert das System ein Szenario und gibt dann einen Aktionsanstoß, welcher nicht notwendigerweise eine genaue Problemstellung beinhalten muss. Anschließend geht das System in einen passiven Zustand über und reagiert nur noch auf die Aktionen des Lernenden. Dessen Reaktion beeinflusst wiederum die Reaktion des Systems [21]. Die virtuelle Welt „Second Life“ stellt ein solches Simulationssystem dar, welche aus obiger Sicht auch als virtuelle Lernplattform eingesetzt werden kann [23]. Hierbei handelt es sich um eine virtuelle Landschaft, die von allen Benutzern erstellt wird und über sogenannte „Avatare“ begehbar sind.

1.3.3. Software zur Erstellung von e-Learning-Plattformen

Aus technischer Sicht werden Lernmedien in Basistechnologien und Bildungstechnologien unterteilt. Zu den Basistechnologien zählen synchrone Dienste wie Chat, Videokonferenz, Application-Sharing und asynchrone Dienste, wie das WWW (World-Wide-Web), Email, Forum, Mailingliste, Blogs.

Bildungstechnologien werden in Portale, Lernmanagement-Systeme (LMS), Lernplattformen, Autorenwerkzeuge für Webdesign, für Hypermediasysteme, für Cognitive-Tools und für kooperatives Arbeiten im Netz eingeteilt [19]. Aus methodischer Sicht werden zeitlich synchrone und asynchrone Dienste unterschieden. Durch die Kombination mehrerer Medien im Sinne eines Blended-Learnings (siehe Abb. 1) ergeben sich diverse Unterrichtsformen, die durch ein Mehr oder Weniger an Betreuung oder Selbstorganisation gekennzeichnet sind [19]. Didaktische Konzepte werden auf Basis von Lerntheorien erstellt. Vereinfacht werden dies in lehrerorientiert (Vorlesung, Symposium, Praktikum, Coaching), lernerorientiert (Fallbearbeitung, WebQuest, Quiz, Selbstkontrolle, Tests) und teamorientiert (Online-Umfragen, Rollenspiele, strukturierte, geschlossene oder freie Diskussion, Lernteam, Gruppenreport, Projektlernen) eingeteilt [19].

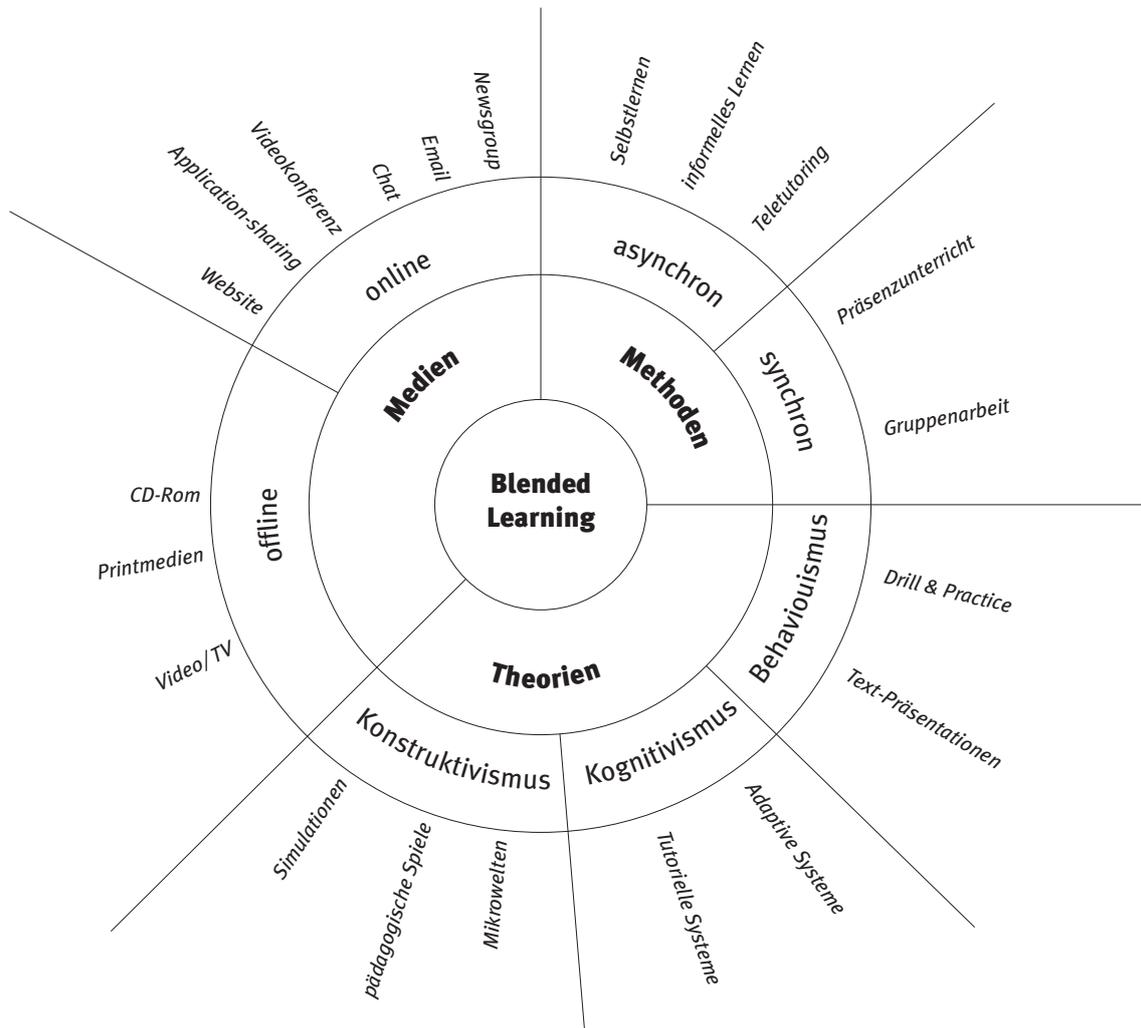


Abb. 1 - Blended learning-Schema nach Claudia Wiepcke, 2006 [24]

Computer-Based-Training und Web-Based-Training

Computer-Based-Training (CBT) und Web-Based-Training (WBT) sind digitale Lernsysteme, die einen multimedialen Lernprozess durch den Einsatz von Computern ermöglichen. Im Gegensatz zum CBT, bei der das Lernprogramm auf einem Rechner beziehungsweise auf einer CD-Rom oder DVD installiert ist, verwenden WBT-Plattformen netzbasierte Programme, die auf einem Webserver installiert sind. Damit ist neben der zeitlichen und örtlichen Lernflexibilität zusätzlich eine Unabhängigkeit der Plattform gewährleistet. Zudem wird das WBT um die weiteren Möglichkeiten des Internets erweiterbar, wie zum Beispiel CSCW-Komponenten (Computer-Supported Cooperative Work), die kooperatives Lernen und eine synchrone Kommunikationsmöglichkeit zwischen Lehrer und Lernender ermöglichen [25].

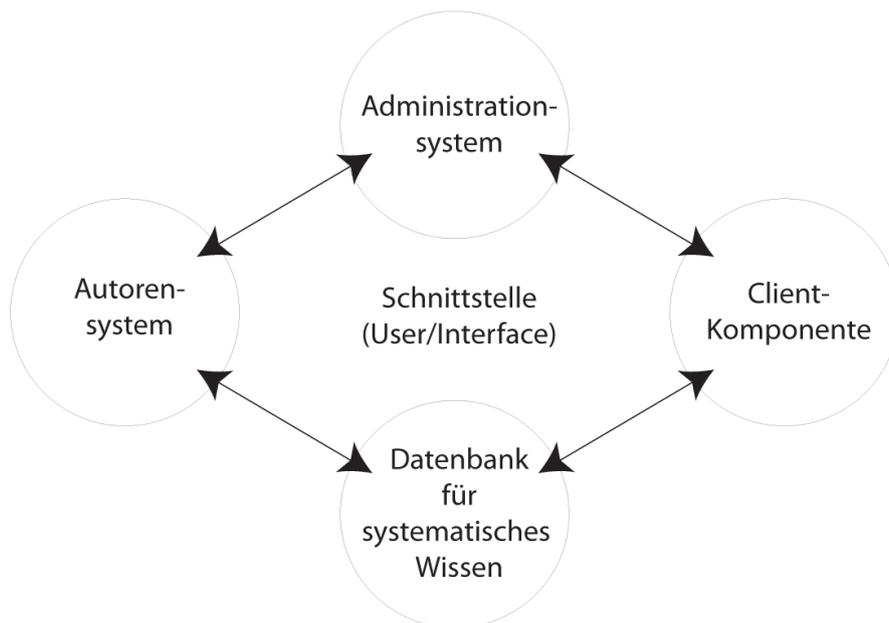


Abb. 2 – Struktur eines web-based-Training-Angebotes angelehnt an [26]

Die Architektur von WBT-Plattformen ist in der Regel als Client/Server-Architektur angelegt. Bestandteil dieser Architektur ist das Autorensystem, über welches die Inhalte implementiert und in einer serverbasierten Datenbank abgespeichert werden. Auf dieser Datenbank wird Wissen systematisch abgespeichert und kann über Client-Komponenten vom Benutzer aufgerufen

werden. Diese Client-Komponenten bestehen aus einem grafischen Benutzerinterface (GUI), über das eine Kommunikation zwischen Mensch und Computer beispielsweise in Form von Visualisierung von Inhalten möglich ist [25].

Autorensysteme

Für die Erstellung von Lernplattformen werden Autorensysteme benötigt, die es dem Lehrenden ermöglicht, Lern-Inhalte in Form von Text und Multimedia online zur Verfügung zu stellen und diese miteinander zu koordinieren. Es existieren allgemeine Autorensysteme zur Herstellung von webbasierten Inhalten, wie sie auf dynamischen Webseiten zu finden sind. Speziellere Anwendungsgebiete benötigen fachspezifische Lösungen. So bietet beispielsweise die Software casetrain® der Universität Würzburg ein speziell für fallbasierte Lernplattformen angepasstes Autorensystem an. Dabei handelt es sich um eine Software, die dem Studierenden praxisnahe, didaktisch aufbereitete Problemfälle präsentiert, die selbständig gelöst werden müssen. Sie eignen sich sowohl zum Überprüfen von zuvor erworbenem Wissen als auch als Grundlage für das problemorientierte Lernen [27].

Web-Content-Management-Systeme (WCMS)

Die Hauptaufgabe von Web Content Management Systemen (WCMS) besteht in der Verwaltung von dynamischen Webseiten und einer barrierefreien Darstellung von Inhalten im Webbrowser. Dabei kann ein Autor mit Zugriffsrechten auf ein Autorensystem ohne spezielle Programmierkenntnisse Inhalte (aus Text-, Bild- oder Multimedia-Dateien) auf einer Webseite erstellen und bearbeiten. Die WCMS verfügen über ein breites Angebot von diversen Funktionen zur Darstellung und Editierung von Inhalten unter Einbindung von Interaktion mit dem Benutzer, wie zum Beispiel Social-Media-Bestandteilen [studiVZ, facebook]. Bekannte Beispiele für plattformunabhängige WCMS sind unter anderem „Contao“ und „TYPO3“, die auf einem Server installiert werden [28].

Lern-Management-Systeme (LMS)

Lern-Management-Systeme (LMS) unterstützen mit ihren Teilkomponenten die Koordination der verschiedenen Lernszenarien zwischen Lehrer und Lernendem. In zentralen Datenbanken werden die einzelnen Teilkomponenten abgespeichert und können bei Bedarf wieder verwendet werden. So können unterschiedliche Lernszenarien nach Bedarf modular und unterschiedlich komplex zusammengestellt werden [2].

Bewertung von e-Learning-Plattformen

Die Bewertung oder Evaluation versteht sich als integrativer Prozess in der Herstellung von Lernplattformen. Mit dem Ergebnis lassen sich neben der Bewertung auch Verbesserungsvorschläge generieren. Es gibt eine Vielfalt unterschiedlicher Meinungen darüber, welche spezifischen Eigenschaften und Informationen in einer Lernplattform bewertet werden sollten. Zudem existiere eine Vielzahl an Kriterienkatalogen für Lernplattformen, die je nach Anwendungsschwierigkeitsgrad, Art des Bewertungsverfahrens, Umfang und Zielsetzung variieren. Kriterienkataloge lassen sich auch nach Zielgruppen, Zielen (Intentionen) und äußerer Form, Umfang und Einsatzkontext (alleine oder in ein Evaluationsverfahren eingebettet) unterscheiden [29]. Zur Evaluation einer medizinischen Lernplattform bedarf es eines spezifischen Instrumentes, das in Form eines Kriterienkataloges von der „Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie“ herausgegeben wurde [30]. Aus diesem Grund erfolgte die Erstellung und Bewertung dieser Arbeit in Anlehnung an diesen Kriterienkatalog.

1.3.4. Blended-Learning

Der Begriff „Blended-Learning“ steht für vermischtes Lernen (engl. *blend* = vermischen) [31]. „Integriertes Lernen“ oder „hybrides Lernen“ werden als synonyme Begriffe verwendet. Dabei handelt es sich um ein integriertes Lernkonzept, das e-Learning-Phasen in einem Lernarrangement mit Präsenzphasen mischt. Eine sinnvolle Nutzung der einzelnen Angebote führt zur Verstärkung der Vorteile und zur Minimierung von Nachteilen einzelner Medien.

Gerade in Bereichen der Vor- und Nachbereitung von Präsenzphasen können ergänzende e-Learning-Angebote sinnvoll eingesetzt werden, um einen erhöhten Lernerfolg zu erreichen. Dies konnte bereits 2009 in einer mixed-method-Studie über die Vorteile von Blended Learning bestätigt werden [32]. Seither gewinnt der Effekt von Blended-Learning an Hochschulen und in der Wirtschaft an enormer Präsenz. Eine sinnvolle Kombination im Sinne des blended-Learning zeichnet sich aus durch ein durchgehendes Curriculum und der Auswahl geeigneter Medien, die dem Lernenden größtmögliche Flexibilität im Lerntempo bieten. Ein Augenmerk liegt dabei in der Didaktik, welche einerseits den Spaß am Lernen unterstützen sollte. Zum anderen wird die Tendenz verfolgt, die Teilnehmer durch Problemorientiertes Lernen (POL) zum selbstbestimmten Lernen unter anderem anhand von Fallstudien zu unterstützen [33].

1.3.5. E-Learning in der Humanmedizin

Die Integration von WBT-Plattformen zur Ergänzung von traditionellen Unterrichtseinheiten in der Medizin wird durch mehrere Faktoren begünstigt. Zum einen prägen neue Reformansätze in der Mediziner Ausbildung und die Erneuerung der Ärztlichen Approbationsordnung (ÄappO) die Förderung ganzheitlichen Denkens und die Betonung von eigenständigem Lernen [25]. Außerdem wurden durch Entwicklung innovativer Technologien, die Modernisierung und Veränderung von Aufbau- und Ablaufstrukturen, Prozessen, Inhalten und Geschäftsmodellen in Studium, Lehre und Weiterbildung an den Hochschulen weltweit beschleunigt [34].

Ein geringes Akzeptanzverhalten von Studierenden in Bezug auf e-Learning veröffentlichte eine Studie aus Bern im Jahr 2000 von P. Frey [25]. Bezüglich fallbasiertem Lernen mit der Plattform CASUS zeigte eine Studie der LMU aus dem Jahr 2006, dass beinahe alle Medizinstudenten eines Jahrgangs das e-Learning-Angebot nutzten, unter der Voraussetzung, dass sogenannte Credit Points zur Belohnung vergeben wurden. Ohne diese Motivation lag die Beteiligung lediglich bei 10% [25]. Der Trend für eine zunehmende Bereitschaft, technologische Serviceangebote für eigene Bildungsinteressen zu nutzen, liegt in der sogenannten

„Generation Y“ begründet, die um das Jahr 2000 zu den Teenagern zählte [34]. Durch das Angebot der digitalen Vernetzung und die Vielfalt an mobilen Endgeräten steigt die Selbstverständlichkeit der Benutzung. Daraus ergibt sich für die Hochschulen in Deutschland unter anderem die Frage nach strategisch relevanten Haupttrends für die institutionelle Entwicklung von WBT-Plattformen. Aber auch die Frage nach der Finanzierbarkeit und die Erprobung und Implementierung neuer Impulse für die Bildung [34]. Den potenziellen Einsatz von e-Learning in der nahen Zukunft betrifft dabei nicht nur die Vernetzung der Universitäten und ihren disziplinären und interdisziplinären Angeboten. Die Vision einer globalen Vernetzung, wie sie durch die Internettechnologie möglich ist, könnte den Trend maßgeblich beeinflussen. So könnten Verwaltungs- und Lernsysteme zur Unterstützung der Studienorganisation bereitgestellt werden, die sowohl die Theoretische als auch die Klinische Medizin miteinander vernetzt. Darüber hinaus kann diese Vernetzung auch für Fachärzte in ihrer Weiterbildung mit internetbasierten Analysemethoden zur Bewertung des Qualitätsfortschritts und des Lernerfolgs nützlich sein. Diese Vernetzung könnten Krankenhaus-Informationssysteme mit Wissensdiensten und Lernumgebungen leisten [34].

Eine weitere Herausforderung ist die Vergleichbarkeit von e-Learning-Angeboten bezüglich ihrer Qualität. Die Bundesärztekammer (BÄK) bietet daher seit 2010 einen „Kriterienkatalog zur Qualitätssicherung in der Planung und Umsetzung medizinischer e-Learning-Plattformen“ an [35]. Einen weiteren Kriterienkatalog mit Festlegung einer einheitlichen Nomenklatur und Definition der einzelnen Begrifflichkeiten stellt die Arbeit „Quality Criteria for Electronic Publications in Medicine“ dar [30]. Dies kann zum einen als Anleitung bei der Erstellung einer WBT-Plattform helfen und zum anderen als Grundlage einer systematischen Evaluation dieser dienen. Der Stellenwert, welcher der Weiterentwicklung der medizinischen Lehre in Deutschland beigemessen wird, ist an der Anpassung der Hochschullandschaft speziell medizinischer Fakultäten ersichtlich.

2010 wurde an der Universität Witten/Herdecke der bundesweit erste Lehrstuhl für Didaktik und Bildungsforschung im Gesundheitswesen (IDBG) mit der

Berufung von Herrn Prof. Martin Fischer begründet [36]. Im Jahr 2012 wurde unter seiner Leitung der Lehrstuhl für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin am Klinikum der LMU München etabliert. Forschungsschwerpunkte dieses Lehrstuhls liegen in den Bereichen Problem- und fallbasiertes Lernen und Prüfen, Curriculums- und Fakultätsentwicklung und dem Erwerb diagnostischer Kompetenzen in der Medizin [37].

1.3.6. E-Learning für die topographische Anatomie

Eine Zusammenstellung von medizinischen e-Learning-Plattformen für disziplinäre und interdisziplinäre Kurse bietet die Online-Plattform LRSMed (Learning Ressource Server Medizin) des Universitätsklinikums Essen [38]. Seit 2003 werden dort frei verfügbare WBT-Plattformen in deutscher und englischer Sprache gesammelt. Darunter fallen Angebote wie Präsentationssysteme, Browsingsysteme mit Hyperlinks, virtuelle Labore und Computersimulationen.

Im Folgenden werden e-Learning-Beispiele aufgelistet, die über LRSmed im November 2013 angezeigt wurden und mit Bezug zur gesamten makroskopischen Anatomie ihren Einsatz in universitären Curricula finden.

Universitäten aus Deutschland:

- Univ. Heidelberg-Mannheim: Virtuelle Anatomie, KELDAmed [39]
- Univ. Tübingen: MakroTutor, Timms [40]
- Univ. Frankfurt a. Main: everything virtual, VOXEL-MAN-Atlas [41]
- Univ. Gießen: OLAT, Fanatomic [42]
- Univ. Marburg: E-Learning-Angebote [43]
- Univ. Homburg: Touchscreen, Ilias [44]
- Univ. Köln: WBT mit anatomischen 3d-Modellen [45]
- Univ. Düsseldorf: WBT: Anatomie des Menschen [46]
- Univ. Mainz: Präp-Net, Anatomie-Net [47]
- Univ. Dresden: Anatom V3.0 [48]
- Univ. Kiel-Lübeck: E-Portal mit Lehrinhalten und Skripten [49]
- Univ. Berlin: OVID [50]

Universitäten aus der Schweiz und Österreich:

- Univ. Bern: MorphoMed [51]
- Univ. Zürich: Bewegungsapparat [52]
- Univ. Wien: Plastination [53]

Universitäten aus den USA:

- Visible human project [54]
- Univ. Chicago: LUMEN [55]
- Univ. Harvard: Vascular Anatomy, The Whole Brain Atlas [56]
- Univ. Arkansas: Anatomy Tables [57]
- Univ. Michigan: Medical Gross Anatomy Learning Resources [58]
- Univ. Washington: Interactive Atlases [59]
- Univ. Texas: Skeletons [60]

Zum Zeitpunkt der Entwicklung dieser WBT-Plattform existierte an der LMU kein auf den aktuellen Lehrplan abgestimmtes e-Learning-Angebot. Digitale Informationen zum Kurs, wie die „Anleitung zum Präparieren“ und einem aktuellen Vorlesungsverzeichnis sollten daher durch ein stimmiges Konzept ergänzt werden. Eine Recherche bildete den Status Quo universitärer und kommerzieller WBTs mit Bezug zur Anatomie unter Berücksichtigung des Gebrauchs von visuellen Bild- und Videomaterials ab (siehe Kapitel 2).

1.4. Visualisierung makroskopischer Anatomie

1.4.1. Quellenbeschreibung aus der Literatur

Die wissenschaftliche Illustration nimmt in der Lehre der Anatomie neben der Sektion einen besonderen Stellenwert ein, da sie dem Lernenden das Verständnis über die komplizierten Muster und Beziehungen der Körperstruktur auf visuelle, nonverbale Weise erleichtert [61].

Parallel zur Entwicklung der Anatomie als Wissenschaft entstanden Illustrationen, deren Informationsgehalt dem Umfeld und dem Erkenntnisstand der jeweiligen Zeit entsprach. Die Entstehung der ersten medizinischen Abbildungen werden im hellenistischen Alexandria 300 vor Christus verortet. Beispiele aus dieser Zeit belegen, dass bereits hier die wichtigsten Möglichkeiten des didaktischen Bildes gefunden werden können. Deren Weiterentwicklung beruht auf der Verschiebung inhaltlicher Akzente, aber auch auf Formvariationen, die durch die Entwicklung der grafischen Mittel maßgeblich beeinflusst wurde [62].

Als Grundlage für die Recherche von historischem Bildmaterial, das die Entstehungsgeschichte der wissenschaftlicher Illustrationsformen im Bereich der Anatomie wiedergibt, werden im Folgenden einige Werke vorgestellt.

Das Werk „Die anatomische Sektion in bildlicher Darstellung“ von Gerhard Wolf-Heidegger und Anna Maria Cetto stellt eine umfassende chronologische und nach Herkunft und Bildtypus geordnete Zusammenstellung von Bildmaterial dar. Der Hauptfokus besteht in der historischen Entwicklung anatomischer Sektionen und deren bildlicher Darstellung. Das Werk befasst sich mit der Basis, auf der anatomische Erkenntnisse erst möglich und relevant für die heutige Medizin wurden [63].

In ihrem Werk „Geschichte der medizinischen Abbildung“ stellen Robert Herrlinger (Band I) und Marielene Putscher (Band II) medizinische Illustrationen in Bezug auf ihre formgeschichtliche Entwicklung, ihren ästhetischen Gehalt und ihre Rolle in Forschung und Lehre vor. Band I umfasst dabei die Entwicklungen

von der Antike bis zur Renaissance. Band II stellt darüber hinaus reichende Entwicklungen bis hin zu modernen Darstellungstechniken in der Medizin, wie beispielweise der Szintigraphie vor [62] [64]. Hierbei beleuchten sie die Entstehung von wissenschaftlichen Illustrationen aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Sie stellen zum anderen den historischen Kontext vor und beschreiben die Abhängigkeiten einer Fixierung von anatomischen Erkenntnissen anhand von Druckgrafiken.

Das Werk „The Fabric oft the Body“ von Kenneth B. Roberts und J.D.W. Tomlinson bietet einen historischen Überblick über europäische Traditionen anatomischer Illustrationen. Hierbei werden die Zusammenhänge des geschichtlichen Umfeldes dargestellt, welche maßgeblichen Einfluss auf die Entstehung der Anatomie als Wissenschaft und auf die Erstellung didaktischer Zeichnungen nahmen. Dabei werden die inhaltlichen und formalen Bezüge zwischen den Bildern anhand ausgewählter Beispiele aufgezeigt. Die Kernaussage dieses Werkes wird treffend in der Einleitung formuliert, wobei darauf hingewiesen wird, dass für das Verständnis der menschlichen Anatomie die Notwendigkeit besteht, „... zu sezieren und die komplizierten Muster und Beziehungen der Körperstruktur zu zeigen.“ [61]. Der erste Teil dieses Zitats stellt eine bejahende Position in der aktuellen Diskussion über den Einsatz des Präparierkurses als Teil der medizinischen Ausbildung dar. Diese Diskussion spaltet nicht erst seit dem Mittelalter die Meinungen vieler Mediziner. Auch heutzutage streiten darüber Kritiker und Befürworter [65, 66]. Dem Anspruch einer Vermittlung zwischen diesen Positionen soll in dieser Arbeit nicht vorgenommen werden. Vielmehr liegt die Gewichtung auf dem zweiten Teil, dem Zeigen und Darstellen von Erkenntnissen der makroskopischen Anatomie in ihrer Komplexität. Diese Komplexität einerseits und die knappe Lernzeit in der vorklinischen Ausbildung des modernen Medizinstudiums andererseits stellen eine große Herausforderung an die Herstellung visuellen Lehrmaterials.

Die Geschichte der Entwicklung dieses Lehrmaterials kann in Abhängigkeit von den Entdeckungen der Medizin im Allgemeinen und unter ästhetischen

Gesichtspunkten anhand der Kunstgeschichte und der Entwicklung von Reproduktionstechniken beschrieben werden.

1.4.2. Reproduktionstechniken

Die Entwicklungen in der Reproduktionstechnik ermöglichte maßgeblich die Rezeption der Werke, womit die Popularität und Nachhaltigkeit beeinflusst wurde [62]. Die Auswahl topographischer und schematischer Zeichnungen ist heutzutage durch analoge und digitale Reproduktionen um ein Vielfaches gegenüber der Zeit vor dem Aufkommen des Mediums Internet gestiegen. In ähnlicher Weise geschah dies ebenso mit der Erfindung des mechanischen Buchdrucks im Jahre 1440. Die folgende Zusammenstellung gibt einen groben Überblick über die wesentlichsten Erfindungen der Reproduktionstechniken ab dem 14. Jahrhundert [64]:

- Hochdruck: meist Holzschnitt, in Europa seit dem 14. Jahrhundert
- Tiefdruck: meist Kupferstich, seit dem 15. Jahrhundert
- Flachdruck: zunächst Lithographie (Steindruck), seit dem 18. Jahrhundert
- 18. Jhd.: Holzstich (Weiterentwicklung des Holzschnittes) durch T. Bewick
- 1826: Erfindung der Heliographie durch Joseph Nicéphore Niépce
- 1839: Erfindung der Daguerreotypie durch Louis Jacques Mandé Daguerre
- 1846: Mikroskopische Fotos: Atlas von A. Donné
- 1868: Taschenkinematograph von J. B. Linnert
- 1869: Farbfotografie von Ducos de Hauron
- 1882: Autotypie, Rasterdruck von Meisenbach und v. Schmädell
- 1895: Röntgenaufnahmen von Wilhelm Conrad Röntgen
- 1896: Grundlagen der Szintigraphie von Henri Becquerel
- 1912: Flachdruck, Offsetdruck von Ira W. Rubel und Caspar Hermann
- 1930: Elektronische Systeme der Bildgebung, wie Thermographie, TV
- 1939: Elektronenmikroskopie
- 1941: Digitaltechnik und Computer von Konrad Zuse
- 1946: Kernspinresonanzspektroskopie von F. Bloch und E. M. Purcell
- 1989: World Wide Web als Projekt an der Forschungseinrichtung CERN

1.4.3. Entwicklung der Illustration als Werkzeug der Wissenschaft

Mit der Durchführung wissenschaftlicher Sektionen am menschlichen Körper im griechischen Alexandria im Jahr 320 vor Christus begann die Geburtsstunde der wissenschaftlichen Anatomie. Die Erkenntnisse wurden in schematischen Strichzeichnungen festgehalten und weitergegeben. In dieser Zeit entstanden die ersten bis heute datierten Illustrationen zu menschlicher Anatomie. Hierbei handelt es sich unter anderem um schematische, halbschematische aber auch naturalistische Abbildungsformen, wie sie auch in der modernen Didaktik zur Visualisierung angewendet werden.

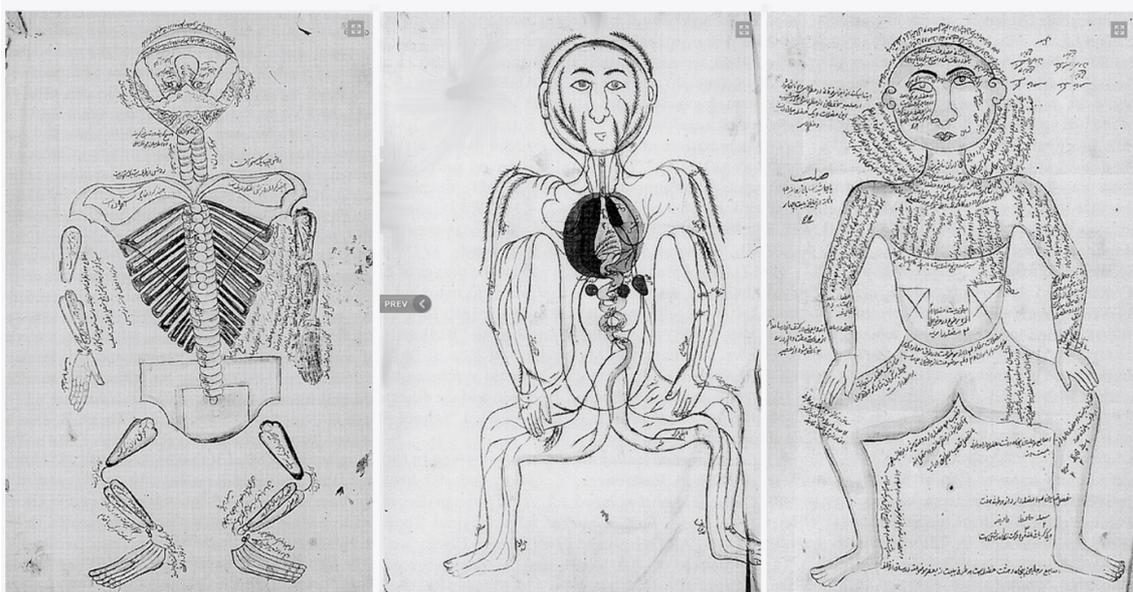


Abb. 3 – Mittelalterliche Fünfbilderdarstellungen [67]

Ein Beispiel bilden die „Fünf-“, beziehungsweise „Neunbilderserien“, deren Motiv einen Menschen in einer Umrisszeichnung in „Hockstellung“ darstellte (Abb. 3). Diese Umrissfigur sei dabei an das naturalistische Abbild einer präparierten Leiche angelehnt und wird jeweils mit einem unterschiedlichen Organsystem (Verläufe der Leitungsbahnen wie Arterien, Venen, Nerven – aber auch Knochenaufbau und Muskeln) ergänzt [62]. Diese Art der schematischen Abbildung findet Anwendung in der Lehre der Anatomie bis ins späte Mittelalter hinein. Neben der Abbildung von ganzen Systemen findet man zudem einzelne Organbilder. Die Organe (Magen, Leber, Lunge etc.) werden dabei vom Naturalismus abstrahiert und auf symbolische Grundformen reduziert und mit erklärendem Text versehen. Neben

diesen anatomischen Zeichnungen findet man in der Antike zudem Abbildungen zu Kopien chirurgischer Texte, der Geburtshilfe und Pflanzenkunde [62].

Mit dem Aufkommen des römischen Reichs und christlicher Ideale begrenzte das Verbot von Sektionen am menschlichen Körper die anatomische Forschung [63]. Im 2. Jahrhundert nach Christus fasste der griechische Arzt und Anatom Galenos von Pergamon (129-216 nach Christus [61]) die Erkenntnisse über die Anatomie der Antike in seinem Werk schriftlich zusammen und ergänzte diese durch neue Erkenntnisse aus Tiersektionen, die er an Schweinen, Affen oder Hunden selbst durchführte. Einige Teile seiner Schriften bildeten die Grundlage für die Lehre der Medizin bis zur Renaissance, andere bis in die Neuzeit. Grund hierfür war der ganzheitliche Ansatz, ein kohärentes System zu schaffen, in dem er jeder Struktur des Menschen einen Zweck zuwies und darstellte, dass jede Form und Funktion diesem Zweck dient.

Durch die Übersetzung seiner Schriften ins Lateinische wuchs deren Einfluss auf die europäische Lehre der Medizin. An der ersten Universität in Salerno wurde im 9. Jahrhundert nach Christus das medizinische Handwerk auf Basis von Galens Texten in Form von „Versen“ vermittelt. Zum besseren Verständnis anatomischer Zusammenhänge halfen einfache Analogien zu den anatomischen Strukturen. Als visuelles Hilfsmittel entwickelte sich das Diagramm aus der Darstellung einfacher geometrischer und architektonischer Formen. In Kombination mit der Beschriftung ermöglichen diese die Darstellung von Sachverhalten in unterschiedlichster Komplexität. Beispielsweise konnten topographische Bezüge dargestellt werden, auch wenn sie nicht Abmessung, Proportion oder das Aussehen berücksichtigen [61]. Die eigentlich anatomische Abbildung ist im Mittelalter fast ganz verschwunden [62]. Diese verwendete man überwiegend im medizinischen Kontext. So finden sich mittelalterliche Zeichnungen von Aderlaß-, Tierkreis- und Wundenmännern, die visuell an die bereits beschriebene antike „Hockstellung“ erinnern. Ebenso entstehen zu dieser Zeit Szenenbilder aus der ärztlichen Praxis und Organbilder wie Uterusdarstellungen für die Geburtshilfe [64].

Eine wesentliche Problematik bestand in der Reproduktion der Erkenntnisse, die anhand von Illustrationen weitergegeben wurden. Während Wörter und Diagramme durch ihre einfache Formsprache leicht zu vervielfältigen waren, schlichen sich durch das Kopieren von antiken Abbildungen Fehler ein, die lange Zeit überdauerten. So wurde beispielsweise die Leber in mittelalterlichen Diagrammen häufig in fünf Lappen geteilt dargestellt. Ein Fehler, der bis auf Galenos zurückführbar ist [61] (Abb. 4).

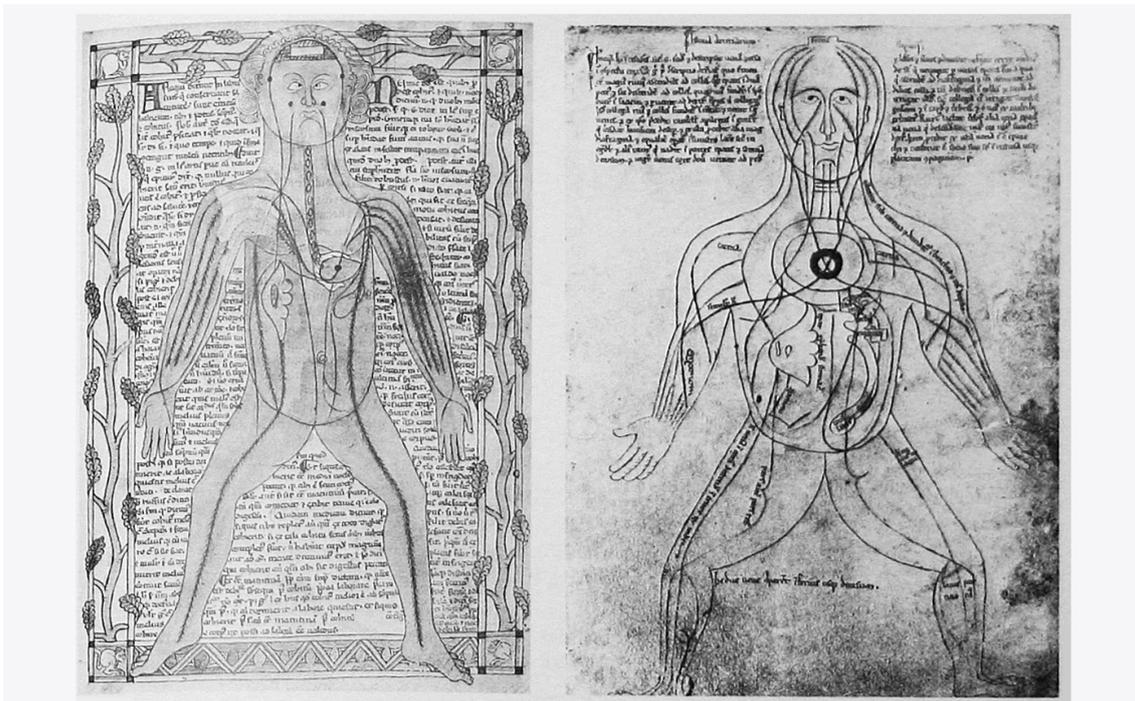


Abb. 4 - li: Arterienfigur von Ashmole; re: Venenfigur Caius College; aus dem 13. Jhd.[61]

Mit Beginn der Renaissance förderten drei wesentliche Erkenntnisse den Fortschritt der wissenschaftlichen Anatomie. Zum einen durch das Wiederaufblühen griechischer und arabischer Ideale, des weiteren durch die Einführung von Human-Sektionen im Medizinstudium und ebenso die Möglichkeit der fehlerfreien Reproduktion von Lehrmaterial durch den Buchdruck [61]. Mithilfe der Fixierung und Verbreitung von Erkenntnissen konnten bestehende Fehler hinterfragt und durch wissenschaftliche Arbeit am menschlichen Körper erörtert werden.

Die Formsprache wissenschaftlicher Abbildungen wurde im 14. Jahrhundert maßgeblich durch die steigende Popularität der Tafelmalerei nördlich der Alpen und insbesondere zur Zeit der Renaissance weiterentwickelt. An diesem Beispiel zeigt sich der Perspektivwechsel in der Betrachtung des menschlichen Körpers, der zu dieser Zeit in Europa stattfindet. Das Besondere an der Tafelmalerei ist auf formaler Ebene betrachtet der Versuch, einen illusionären Raum darzustellen, indem sich der Betrachter und die Bildfigur zugleich befinden. Dieser Wendepunkt des künstlerischen Sehens erlaubte später die (Wieder-)Entdeckung der Zentralperspektive [64]. Hiermit zeigt sich ein Trend, der neben der Darstellung anatomischer Zusammenhänge in Diagrammen auch die Möglichkeit bot, naturalistische Abbildungen anzufertigen. Der mittelalterlichen „Hockstellung“ folgte die Darstellung „aufrecht stehender“ Figuren, in denen anatomische Systeme dargestellt wurden. Erste Beispiele hierfür findet man im Lehreinsetz an Universitäten von Montpellier und Paris [61].

Weitere Beispiele in der Entwicklung von wissenschaftlichen Illustrationen innerhalb der medizinischen Gebrauchsgrafik können daran gezeigt werden, wie Leonardo da Vinci (1452-1519) didaktische Probleme grafisch löste. Zunächst eignete er sich die grundlegenden anatomischen Kenntnisse aus gedruckten Texten an. Hierbei entstanden erste Skizzen über Lehrbuchwissen, das zum Teil noch nie illustriert worden war. Sein didaktisches Prinzip basierte dabei auf der Erstellung einer Synthese aus Gesehenem und damit der Erstellung von Typologien. Die Frage nach der Darstellung von Zufälligem oder Typischem bleibt bis heute in der Erstellung von anatomischen Atlanten aktuell. Mithilfe räumlicher Darstellungsmethoden, wie dem Einsatz von Schraffuren und Bezügen einzelner Bildbestandteile zueinander, gelingt es ihm, den knöchernen Aufbau – unter anderem der einzelnen Wirbelkörper an sich und in ihrer Summe als Wirbelsäule – systematisch darzustellen. Durch Verbindungslinien gelingt es dem Betrachter die gezeichneten Projektionen extrahierter Knochen zu verstehen. In einer Serie von acht Abbildungen baut er den menschlichen Körper systematisch von innen nach außen auf. Die Systematik beginnt mit der Darstellung einzelner Knochen, dem Skelett mit Bändern, den Muskel- und Sehnenschichten, dem Verlauf der Nerven-,

Venen- und Arterienbahn darüber und zuletzt der Hautschicht. Durch Weglassen oder Reduktion einzelner Elemente stellt er die Funktionen des Bewegungsapparates dar, indem er die Muskeln auf „Schnüre“ reduziert und somit Ursprung, Verlauf und Ansatz und damit die Funktion verdeutlicht. Zur Verdeutlichung der topographischen Beziehung von inneren Organen zeichnet er Detailzeichnungen von Körperregionen, in die er einzelne Organe in Bezug zur Körperoberfläche darstellt. Um die topographischen Bezüge einzelner Organsysteme (Knochen, Muskeln und Leitungsbahnen) zueinander abzubilden, verwendet er Serienschnittbilder, die den Körper in Scheiben darstellen. Zur Darstellung der komplizierten Kopfstrukturen bediente er sich dabei aus den Darstellungsmethoden der Architektur und verwendete Ansichten, Schnittbilder und Aufriss-Zeichnungen [62].

Neben diesen funktionalen Darstellungen entstehen ab dem Spätmittelalter auch Beispiele für dekorative Elemente in einer wissenschaftlichen Zeichnung, die ein Ausdruck dafür sind, dass die Illustration gegenüber geschriebenem Text mehr und mehr an Gewicht gewinnt. Das Werk „Anatomia corporis humani“ von Mondino dei Luzzi (1275-1326) ist die erste Anleitung zur Durchführung von Sektionen und wurde an der Universität in Bologna nach der Wiedereinführung der Sektionen in den Anatomie-Unterricht im Jahr 1316 in Textform veröffentlicht. Inhaltlich war dieses Werk an den Erkenntnissen Galens angelehnt. Es galt über 200 Jahre als Standardwerk und wurde mehrfach neu aufgelegt. In einer kommentierten Neuauflage „Commentaria super Anatomia Mundini“ (1521) von Jacopo Berengario da Carpi (1460-1530) integrierte der Autor teilweise den Text mit erklärenden Illustrationen [61]. Ein Teil dieser Illustrationen bestand aus der Darstellung von aufrecht-stehenden Skelett- beziehungsweise Muskelmännern, die vor einem landschaftlichen Hintergrund posieren. Durch die Handlungen erhalten die Figuren einen lebendigen Charakter. Diesen kann man beispielsweise an der Skelettzeichnung erkennen, welches seinen eigenen Schädel trägt oder am Muskelbild, das seine eigene Haut wie einen Rock hochhält [62].

Im seinem Werk „De humani corporis fabrica libri septem“ greift Andreas Vesalius (1514-1564) in einigen seiner Darstellungen auf diese Inszenierungsform zurück. Während die Didaktik im Werk Mondinos nah an der Praxis des Sezieren ausgerichtet ist, betont Vesalius in seinem sieben-bändigen Werk eher die Organisierung des menschlichen Körpers an sich [61]. Beispielsweise wurden seine sechs Tabulae anatomicae, die aus halbschematischen Darstellungen des Pfortader-, Venen-, und Arteriensystems (Tabula 1-3) sowie das Skelettsystem von vorne, hinten und der Seite (Tabula 4-6) bestehen, als ganzseitige und ganzfigurige Abbildungen gezeigt. Entsprechend fertigte er seine 14 Muskelmänner an. Aber auch Kombination aus Text und Bild finden sich an Stellen, an denen textliche Inhalte durch schematische und halbschematische Figuren ergänzt wurden [68].

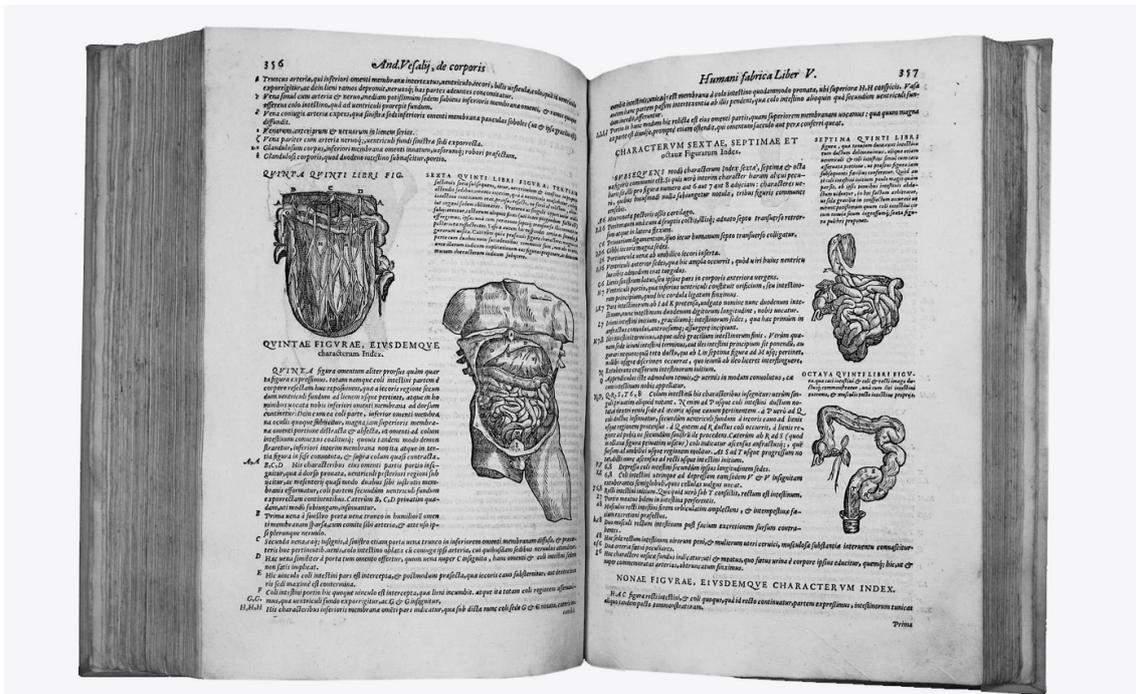


Abb. 5 – De humani corporis fabrica: Buch 5 [69]

Das erste Buch zeigt anhand schematischer Darstellungen den Knochen- und Knorpelaufbau beginnend vom Kopf über die Wirbelsäule bis zu den Füßen. Unter anderem illustriert er hierbei die Variationsmöglichkeiten der Kopfform anhand vergleichender Abbildungen. Er beendet das erste Buch mit einer detaillierten Beschreibung und Darstellung des Skeletts. Das zweite Buch handelt vom Muskelaufbau. Die Posen der Figuren werden entsprechend der Funktion der

jeweiligen Muskeln in Bewegung dargestellt. Mithilfe topographischer Darstellungen stellt er Schicht für Schicht die oberflächlichen bis tiefen Muskeln dar um den Aspekt der Dynamik zu veranschaulichen. Das dritte Buch handelt vom Aufbau des Arterien- und Venensystems. Wohl aufgrund der fehlenden Möglichkeiten, die Leitungsbahnen adäquat in seinen Sektionen darzustellen, findet man in seinen Illustrationen zahlreiche inhaltliche Fehler. In Detailansichten kann er jedoch beweisen, dass bisher angenommene Gefäßverläufe falsch waren, wie zum Beispiel die Tatsache, dass die Vena mesenterica inferior Anschluss an das Portalvenensystem hat und damit nicht – wie angenommen – in die Vena cava inferior mündet. Das vierte bis siebte Buch beinhalten weniger Illustrationen als die Vorhergehenden. Der Einsatz von textbegleitenden Detailzeichnungen über das Nervensystem, den abdominalen und thorakalen Situs und das Gehirn treten anstelle großformatiger Tafeln, wie sie noch in Buch eins und zwei verwendet wurden [61]. Formal ist das Werk ein Beispiel für eine gelungene Verbindung aller grafischen Hilfsmittel zur Unterstützung der didaktischen Struktur. Hierzu zählt neben seinen wissenschaftlichen Illustrationen auch der Satzspiegel, der eine Vielzahl an möglichen Kombinationen von Text und Bild zulässt.

Neben dem Versuch Vesalius möglichst naturgetreue Abbildungen zu zeigen wechselt der Fokus in den Werken von Bartolomeo Eustachi (1500-1574) weg von der Natur hin zur geometrisch klaren Form. Mit dieser Klarheit bildet er systematisch die Topographie des Menschen ab. Dies zeigt sich besonders in dessen Serie von Muskelmännern, die beide Körperhälften gleichzeitig zur Darstellung von zwei verschiedenen Präparationsstadien benützt. Mit dieser Reduktion auf geometrische Idealformen können nun die Beobachtungen an mehreren Objekten in einer Abbildung vereint werden [62]. Es entsteht eine Normierung, durch die wiederum die häufigen Abweichungen und seltenen Missbildungen exakt aufgezeigt werden können. Durch den Einsatz eines objektivierbaren Proportionsschemas erreicht die Illustration als visuelles Werkzeug der Wissenschaft ihre Gültigkeit bis heute.

Durch das Aufkommen der Fotografie im Jahr 1839 und damit das direkte Ablichten der Realität verändert sich erneut der Charakter gezeichneter Darstellungen. Die Zeichnung kann als Grundlage für den Vergleich der aufgezeichneten Norm mit einer Fotografie dienen, die immer nur einen Einzelfall dokumentiert. Die neue Herausforderung des Künstlers, der nicht dreidimensionale Körper, sondern zweidimensionale Abbildungen als Grundlage von Zeichnungen verwendet, besteht in der Verdeutlichung gewisser Strukturen durch deren visuelle Betonung. Durch die zeichnerischen Methoden, wie das Überzeichnen oder das Vereinfachen von Formen können neue Varianten der Schemazeichnungen entstehen [64].

Die Weiterentwicklung der Fotografie bis zur Röntgenaufnahme illustriert den Fokus der wissenschaftlichen Forschung. Nicht die Darstellung des äußeren Körpers, sondern vielmehr das Sichtbarmachen seiner inneren Prozesse und „unsichtbaren“ Strukturen wird Gegenstand der Betrachtung. Hat sich dieser wissenschaftliche Fokus über die Zeit davon entfernt, topographische Strukturen zu beschreiben, so bilden die Sammlungen dieser wissenschaftlichen Abbildungen einen großen Fundus für die Vermittlung und Lehre und können als Grundlage zur Erstellung neuer Lehrmaterialien dienen [64].

Durch die Entstehung und Weiterentwicklung moderner Computersysteme und Grafikprogramme ist die massenhafte (virtuelle) Reproduktion von Abbildungen ermöglicht worden. Diese Entwicklung beeinflusst dabei nicht nur die Herstellungskosten. Ebenso entsteht mit der Einführung neuer Techniken eine neue Ästhetik, die den Abbildungscharakter von Zeichnungen prägt. So verzichten digital modellierte Grafiken auf analoge Vorlagen und erreichen dabei eine ähnlich differenzierte Aussagekraft wie Originale, die mit Aquarellfarben und Pinsel hergestellt und gedruckt wurden. Im Prozess der Digitalisierung findet unweigerlich ein Qualitätsverlust in der Reproduktion der Originale statt. Durch die rein digitale Erstellung, die mittels drucksensitivem Stift und einem digitalen Zeichenbrett ermöglicht wird, kann auf diesen Prozess und somit auf den Qualitätsverlust verzichtet werden. Ebenso sind die Erstellung und Korrekturen

von Illustrationen durch das digitale Verfahren erleichtert. So können Korrekturen vom Anatom zum Illustrator direkt am Bildschirm vorgenommen werden, bevor das Werk im Druck erscheint [70].

1.4.4. Atlanten des 19. Und 20. Jahrhunderts

Im Folgenden wird eine Auswahl von Atlanten vorgestellt, die in Europa die Lehre der Anatomie maßgeblich beeinflussten. Hierbei wird vor allem verdeutlicht, wie Abbildungen als didaktisches und ästhetisches Hilfsmittel eingesetzt werden. „Die Aufgabe von Atlasmachern besteht darin, das Gesehene zu bündeln und zu akzentuieren. Vor allem aber bedarf es der Entwicklung einer eigenen Bildsprache, die der Leserschaft zugänglich ist“ [71].

Henry Gray's „Anatomy descriptive and surgical“ (London, 1858; Philadelphia, 1859) bildete im englischsprachigen Raum die Grundlage zum Studium der Anatomie für ein ganzes Jahrhundert [61]. Das Verhältnis von Text und Abbildung und die Reproduktionstechnik stehen in der Tradition der „Fabrica“ von Andreas Vesalius. Der Charakter der meisten Detail-Darstellungen hingegen ändert sich. Im Gegensatz zu Vesalius Abbildungen werden topographische Details in einzelnen kleinformatigen Ausschnitten gezeigt, deren Vorlage ein präparierter Situs war. Auf die Darstellung der idealen Form wird verzichtet. Ebenso auf die Varianz von Anomalien. Text und Abbildung dienen sowohl dem Einsatz von Studierenden im Studium der Anatomie als auch dem Chirurgen, der auf einfache Weise die Verteilung von Strukturen im Operationsfeld finden kann [61].

In J. Ernest. S. Frazers Atlas „The Anatomy of the Human Skeleton“ (London, 1914) entsprechen die Abbildungen Idealvorstellungen von Proportion und Arrangement. Mit dem Anliegen folgt er der Entwicklung wissenschaftlicher Zeichnung und Normierung. Seine Innovation liegt in der Darstellung der Knochen als „Aufhänger“ [61]. So markiert er mittels Farbe in schematischen Abbildungen des Knochenapparats erstmals Muskelursprung und -ansatz.

Den deutschsprachigen Raum prägte unter anderem der „Handatlas der Anatomie des Menschen“ (Leipzig, 1895-1903) von Werner Spalteholz. Wegweisend sind

seine Lithographien von Gelenken. Dabei unterlässt er, ebenso wie Frazer, den Versuch lebensechte Objekte darzustellen. In seinen schematischen Zeichnungen, die teilweise durch die Anzahl der Legenden unübersichtlich wirkt, zeigt er unter anderem Details, wie die Beziehung knöcherner und ligamentärer Strukturen [61].

Der gleichnamige Atlas von Johannes Sobotta, „Sobotta – Atlas der deskriptiven Anatomie des Menschen“ (München, 1904 bis heute) verwendet für die Reproduktion der Originale das Prinzip des Halbtonbildes und Kolorierung. Mittels dieser Methode entstehen Nuancen von Grautönen. Schwarz-weiß-Verläufe wie in Schattierungen können somit realitätsnaher dargestellt werden. Der Anspruch der Abbildungen, die zur Zeit von Karl Hajek gezeichnet wurden, stehen in der Tradition halb-realistischer Abbildungen, wie man sie in deutschen Atlanten seit 1870 finden kann [61]. Diese verleiht ihnen einen realen und authentischen Charakter.

Ebenso wie Sobotta verwendete Eduard Pernkopf in seinem Atlas „Topographische Anatomie des Menschen“ (München, 1937-60) die Halbton-Technik und Kolorierung zur Reproduktion. „Sie gilt als Krönung dieser Art von anatomischer Abbildung“ [61]. Insgesamt acht Künstler fertigten innerhalb von 22 Jahren etwa 900 Aquarellzeichnungen an. Der jeweilige Stil ist unterschiedlich. Der Anspruch, abstrahierte Strukturen in greller Farbe auf einem hyperrealen Hintergrund, ist bei allen Künstlern gleich.

Im Jahr 1989 – zwei Jahre vor seinem Tod – veröffentlichte Frank Netter seinen „Atlas of Human Anatomy“, welcher durch seine realitätsnahen aber nicht lebensechten Aquarell-Illustrationen bekannt wurde. Der Atlas umfasst über 2000 Illustrationen, deren Ziel und Zweck darin liegt, das Fachgebiet und den medizinischen Aspekt zu verdeutlichen [72]. Der Atlas richtet sich sowohl an Studierende als auch an Ärzte. Ein Blick auf sein Studium an der „National Academy of Design“ und der „Medical School of New York University“, betont im Besonderen sein Verständnis in beiden Disziplinen.

Die Künstler des „Prometheus – LernAtlas der Anatomie“ (Stuttgart, 2005 bis heute) setzten auf die digitale Technik des Computers in ihren Zeichnungen. Ihr Anspruch liegt darin, die ästhetische Qualität von Aquarellzeichnungen zu erreichen [73]. Der Atlas stellt nicht nur eine Sammlung beschrifteter Bilder dar. Er ist auf die Bedürfnisse von Studierenden im Lernprozess ausgerichtet. Dabei strukturiert er Lerneinheiten, bietet erklärenden Text neben der Abbildung und argumentiert mit Bezügen zur Klinik [74].

1.4.5. Schemazeichnungen von Leitungsbahnen – Abstraktion der Realität

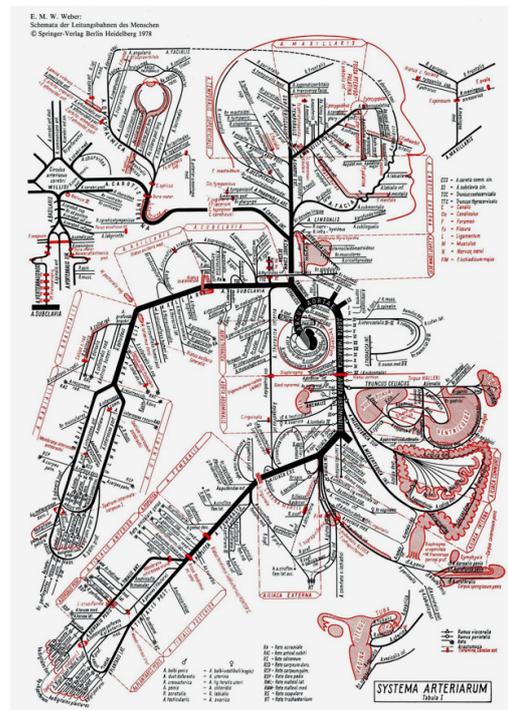
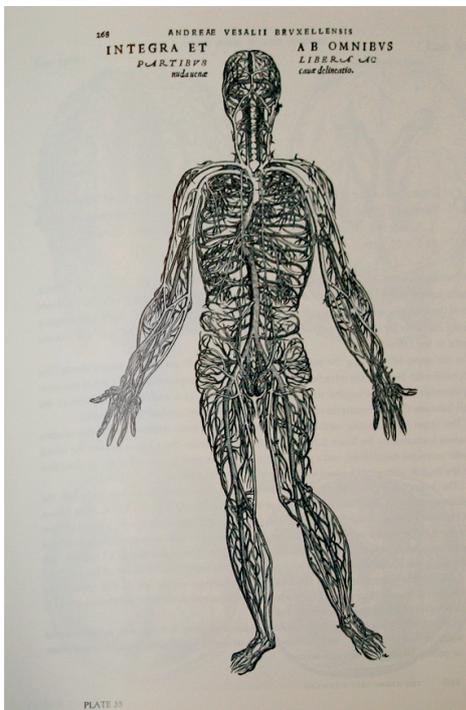


Abb. 6 – li.: „Venenmann“ von A. Vesalius [61]; re.: Arterienschema von Eduard Weber [75]

Zu den Leitungsbahnen des menschlichen Körpers zählen Blutkreislauf, lymphatisches System und Nervensystem. Im Blutkreislauf unterscheidet man den großen (Körperkreislauf) und den kleinen Kreislauf (Lungenkreislauf). Gefäße, die vom Herzen wegführen, werden Arterien, die zum Herzen hinführen Venen genannt [76]. Die Aufgabe dieser Gefäße ist unter anderem die Versorgung des Körpers mit Sauerstoff und der Abtransport von entstandenem Kohlendioxid. Das Lymphsystem besteht aus Lymphbahnen und Lymphknoten, die sich in Lymphregionen einteilen. Dieses System sammelt die Lymphe (extravasale Flüssigkeit) und führt diese im Venenwinkel dem Blutkreislauf zurück. Das

Nervensystem gliedert sich in das zentrale (Gehirn und Rückenmark) und das periphere Nervensystem (Nerven). Über die Nerven werden Informationen aus der Peripherie zum ZNS (Afferenzen) und vom ZNS in die Peripherie (Efferenzen) weitergeleitet.

Leitungsbahnen können einzeln unter anatomischen oder physiologischen Gesichtspunkten und in Kombination besprochen werden. Aus anatomischer Sicht wird dabei der Gefäßaufbau, das Versorgungsgebiet, die Äste, deren Lage und der topographische Verlauf bis zu den Endorganen beschrieben. Physiologisch treten die Funktionen in den Vordergrund. So unterscheidet man funktionell ein somatisches von einem autonomen Nervensystem. Je nach Gewichtung thematisieren Schemazeichnungen entweder anatomische oder physiologische Zusammenhänge.

Die Kenntnis über Versorgungsgebiete und Leitungsbahnen im menschlichen Körper ist von großer medizinischer Bedeutung. Variationen der Blutgefäße sind vor allem in der Chirurgie notwendig. Die Anordnung der Drainage-Gebiete der Lymphbahnen und der Verlauf peripherer Nerven sind besonders in der Onkologie und der Neurologie relevant. In der anatomischen Lehre hat daher neben der textlichen Beschreibung die Illustration eine wesentliche beschreibende Funktion. Durch die Möglichkeit Informationen mittels zeichnerischer Abstraktion visuell aufzubereiten, entsteht ein zusätzlicher ästhetischer Mehrwert, der komplexe Zusammenhänge im Auge des Betrachters festhalten kann. Eine Zeichnung wird zu einem Referenzwert für textliche Informationen.

Ein berühmtes Beispiel für eine topographische Darstellung ist der „Venenmann“ aus dem dritten Buch der „Fabrica“ von Andreas Vesalius (Abb. 6, li.). Sämtliche Knochen, Muskeln und Organe wurden eliminiert. Was bleibt, ist ein grobes Venengeflecht, das den Körper des Mannes modelliert. Diese Illustration liefert einen generellen Überblick, jedoch keine relevanten Informationen über die Lagebeziehung und den Bezug zu anderen Organen [71]. Auf eine Beschriftung in Form von Legende wurde verzichtet.

Dem gegenüber steht das Arterienschema von Eduard Weber als eine grafische Art der Schemazeichnung, die losgelöst von der natürlich darstellenden äußeren Form die Versorgung von Organen durch die jeweiligen Arterien darstellt (Abb. 6, re.). Die Beschriftung der einzelnen Gefäße und die Verästelung werden mit abstrakten formalen Konturlinien (Andeutung einer Kopfsilhouette) kombiniert. Es werden die Abgänge, Zugänge und die Anastomosen der Gefäße dargestellt.

Robert H. Whitaker spricht mit seinem Werk „Instant Anatomy“ (Übersetzung: „Anatomie-Kompass – Taschenatlas der anatomischen Leitungsbahnen“) aus dem Jahr 1997 vor allem Medizinstudenten und Chirurgen an. Der Anspruch des Buches liegt darin begründet, mit knappen Detailangaben als Nachschlagewerk in einem Wörterbuch-ähnlichen Format“ zu dienen [77]. Er weist in seinem Vorwort explizit darauf hin, dass das Werk viel eher als Ergänzung zu den ausführlichen Lehrwerken gedacht ist, die bereits der harten und kritischen Prüfung vieler Studienjahrgänge standgehalten haben [77].

Markus M. Voll und Bernhard C. Kolster bieten mit Ihrem Werk *Lehmann FACTs! Anatomie* seit 2007 ein weiteres Werk zur Darstellung von Gefäßverläufen in einem handlichen Format an. Die visuelle Grundidee ist abgeleitet vom Konzept der Straßenkarten [78]. Wie in einem Straßenatlas folgen auf Übersichtskarten kleinere Ausschnitte wichtiger Details. Auf 175 Seiten wurden Ausschnitte von Gefäßverläufen zum Lernen aufbereitet.

Der Einsatz einer einheitlichen visuellen Sprache erleichtert im Kontext der Informationsvermittlung das Verständnis von komplexen Systemen. Der Nutzen eines Leitungsbahnschemas für die Lehre wird durch die hohe Auflagenzahl der oben genannten Werke verdeutlicht.

1.4.6. Visuelles Material für e-Learning

Eine Herausforderung an die Erstellung von WBT-Plattformen besteht neben der Wahl der Didaktik und Technik insbesondere in der Erstellung von geeignetem Lehrmaterial. Als Überträger von Information und Wissen vermitteln statische, als auch bewegte und interaktive Abbildungen zur Vermittlung von Wissen bei und können zudem auch als Motivator für Lernen eingesetzt werden.

In seiner Arbeit *Wissensvisualisierung in E-Learning und Wissensmanagement* beschreibt Martin Eppler die Voraussetzungen, um den Einsatz von grafischen Methoden auf den e-Learning- und Wissensmanagement-Kontext abzustimmen. Dabei bedarf es einer Reihe von Vorabfragen, welche die Zielsetzung und die Anwendungsbedingungen klären [79]:

Zielsetzung (warum)	Inhalt (was)	Beteiligte (wer)	Situation & Medium (wann)	Methode (wie)
Aufmerksamkeit	Deklaratives Wissen (know-what)	Einzelperson	Individuelle offline Interaktion	Concept Mapping
Motivation	Prozedurales Wissen (know-how)	Kleingruppe (Dyade oder Team)	Tele-Vorlesung	Konzeptionelles Diagramm
Gegenseitige Verständigung	Erfahrungswissen (know-why)	Großgruppe (Community)	Tele-Tutoring	Visuelle Metapher
Entdeckung von neuen Zusammenhängen	Wissen über Personen (know-who)	Organisation	Asynchrone online Interaktion	Argumentationskarte
Vertieftes Verständnis	Wissen über Orte (know-where)	Netzwerk/Verbund	Synchrone online Interaktion	Wissenslandkarte
Erinnerung, Verankerung im Gedächtnis	Wissen über Eventualitäten (know-if)	Öffentlichkeit	Blended Learning Veranstaltung	Visuelle Geschichte (interaktives Cartoon)

Abb. 7 – Bezugsrahmen für Wissensvisualisierung [79]

- *Zielsetzung: Warum soll Wissen visuell expliziert, dokumentiert oder vermittelt werden?*
- *Inhalt: Um welche Art von Wissen handelt es sich? Was soll zugänglich gemacht werden?*
- *Beteiligte: Wer ist dabei angesprochen? Wer kann das Wissen graphisch artikulieren? Wer sollte danach davon profitieren?*
- *Situation: In welchen Situationen (und mittels welcher Medien) soll das Wissen expliziert und vermittelt werden?*
- *Methode: Welche graphische Strukturierungsmethode ist folglich am ehesten geeignet, dieses Wissen für die Beteiligten sichtbar zu machen?*

So wäre bei Eppler die Methode der Wahl, um deklaratives Wissen zum besseren Verständnis darzustellen, die *interaktive Animation* [79]. Hierbei werden Fakten und Begriffe auf einer virtuellen Plattform individuell erfahrbar. Diese Methode eignet sich für grundsätzliche Entscheidungen bei der Erstellung von Lehrmaterial.

2. Methodik und Materialien

Zur Klärung soll vorneweg auf die Unterschiede einiger verwendeter Begriffe eingegangen werden. Der Begriff WBT-Plattform wird im Folgenden zur Beschreibung des erstellten und evaluierten e-Learning-Angebotes verwendet. Die zu erreichende Zielgruppe, die aus Teilnehmern der Präparierkurse besteht, wird im Folgenden als Studierende gekennzeichnet. Als Benutzer werden diejenigen Studierenden bezeichnet, welche die WBT-Plattform zur Vorbereitung genutzt und evaluiert haben.

Um die Idee für eine WBT-Plattform zu konkretisieren, wurde vorab eine Bestandsaufnahme von universitären e-Learning-Angeboten aus dem Bereich topographischer Anatomie durchgeführt. Zur Erstellung einer aktuellen Liste diente hierzu die Internetplattform *Learning Resource Server Medizin* der Universität Essen [38]. Die Liste wurde bereits in Kapitel 1.3.4. vorgestellt. Die Recherche zeigte, dass sowohl deutschsprachige, als auch internationale Universitäten verschiedene Konzepte für die Studierenden umgesetzt haben. Hierzu zählen E-Books, virtuelle Labors, Präsentations- und Browsingsysteme, fallbasierte und (intelligente) tutorielle Systeme und Computersimulationen. Jedoch konnte in der Auswahl kein Angebot gefunden werden, welches als Browsingsystem aus der Verknüpfung eines didaktischen Konzepts mit Lehrbuchwissen, Abbildungen aus einem Anatomie-Atlas, einer Prüfungsumgebung mit offenen und MC-Fragen und einer interaktiven Animation bestand. Dieses Alleinstellungsmerkmal der Konzeption einer WBT-Plattform konnte aufgrund der Recherche gefestigt und vom bestehenden Angebot abgegrenzt werden, um keine redundante Kopie zu erstellen.

Der weitere Ablauf der Planung und Konzeption der *WBT-Plattform* entspricht in abgewandelter Form dem *ADDIE*-Modell [80]. Hierbei handelt es sich um einen strukturierten Prozess, der als Anleitung zur Erstellung von lernunterstützenden Plattformen dient und diese in fünf Phasen unterteilt: Analyse, Design, Erstellung,

Implementierung, Evaluation. In jeder Phase wurde eine spezielle Fragestellung für die Erstellung der WBT-Plattform formuliert:

1. Phase: Bedarfsanalyse

- *Wie wird e-Learning in der Medizin aktuell wahrgenommen?*
- *Aus welchen Bestandteilen besteht das anatomische Curriculum?*
- *Wie kann e-Learning sinnvoll eingesetzt werden?*
- *Welche Computerkenntnisse haben die Studierenden?*
- *Lernen die Studierenden gerne am Computer?*

2. Phase: Design, Strategie, und Zielsetzung

- *Welche Voraussetzungen ergeben sich durch die Verwendung von Fremdmaterial?*
- *Wie werden die einzelnen e-Learning-Module didaktisch sinnvoll miteinander verknüpft?*
- *Welche Medien und Funktionalitäten werden benötigt?*
- *Welche visuelle Sprache soll verwendet werden?*

3. Phase: Erstellung der Lernsoftware

- *Welche technischen Kenntnisse werden vorausgesetzt?*
- *Welche Werkzeuge helfen bei der Umsetzung der WBT-Plattform?*
- *Welche Arbeitsprozesse dienen der Entwicklung von Inhalten?*
- *Welche Standards existieren zur Umsetzung der grafischen Benutzeroberfläche?*

4. Phase: Implementierung in das Curriculum

- *An welcher Stelle im Lernprozess findet die WBT-Plattform ihren Einsatz?*
- *Wie werden aus Studierenden Benutzer der WBT-Plattform?*
- *Wie kann eine effektive Betreuung angeboten werden?*
- *Wie kann das Feedback der Studierenden in die Weiterentwicklung einfließen?*

5. Phase: Evaluation durch den Benutzer

- *Formative Evaluation: wie kann das entwicklungsbegleitende Feedback der Benutzer in die Weiterentwicklung einfließen?*
- *Summative Evaluation: Wie kann die Akzeptanz und das Nutzungsverhalten der Studierenden am Ende eines Semesters gemessen werden?*

2.1. Bedarfsanalyse

2.1.1. Wahrnehmung von e-Learning in der Medizin

Leven et. al. zeigten in ihrer Studie aus dem Jahr 2006, dass es 75% der befragten Medizinstudenten vorzogen ohne Computer zu lernen. 90% lernten lieber mit Printmedien [25]. Eine Studie von Obst et.al. aus dem Jahr 2013 über die Akzeptanz für das digitale Lesen und Lernen bei den Studierenden der Zweigbibliothek Medizin der Universität Münster zeigte, dass E-Books von fast der Hälfte der Studierenden ständig genutzt werden. Lediglich 34% benutzten noch nie einen Computer. Dennoch sei der Goldstandard bislang das gedruckte Lehrbuch. Die Nutzung von E-Books steigt mit der Anzahl an Semestern. Im ersten Semester gaben noch 58% der Studierenden an ohne E-Books zu lernen [81]. Die Studie zeigt weiterhin, dass die allermeisten Studierenden (85%) nahezu immer/oft zuhause lernten. Demgegenüber lernen 30% nahezu immer/oft in Bibliotheken. Das Lehrgebäude hingegen wurde als Lernort von den meisten (74%) gemieden [81]. Die Verfügbarkeit von gedruckten Büchern in Bibliotheken ist aufgrund der hohen Anzahl an Studierenden begrenzt. Aktuelle Anatomielehrbücher und Anatomieatlanten sind – abgesehen vom nicht-ausleihbaren Bestand – bereits zu Beginn des Semesters vergriffen. Daher erwerben die Studierenden meist käuflich anatomische Lehrmittel, um sich zuhause auf die den Präparierkurs und die Prüfungen vorzubereiten. Mit dem Einsatz einer WBT-Plattform im vorklinischen Abschnitt der Anatomischen Lehre kann ein orts- und zeitunabhängiges Lernen angeboten werden.

Durch ein sinnvolles Angebot eines orts- und zeitunabhängigen Lernens durch eine WBT-Plattform bereits im vorklinischen Abschnitt des Studiums kann die Akzeptanz zur Nutzung weiterer e-Learning-Angebote im Verlauf des Studiums erhöht werden.

Für die Nachhaltigkeit von e-Learning-Angeboten sind Akzeptanz und Motivation zwei wesentliche Faktoren. Die Einstellung und das Interesse an einer Lernmethode beeinflussen maßgeblich die Lernbereitschaft. Ohne diese wiederum

kann kein Lernerfolg erzielt werden [82]. Die meisten der Befragten würden gerne mit einem e-Learning-Angebot arbeiten, das zum einen multimediales Lernmaterial in Form eines E-Books mit einem darauf abgestimmten Fragenkatalog verbindet. Der Vergleich mit Ergebnissen aus bestehenden Studien, insbesondere klinischer multimedialer Fallpräsentationen, zeigt dieselbe Tendenz hinsichtlich der Akzeptanz und Motivation der Studierenden gegenüber einer Implementierung von e-Learning in die Lehre [82-84].

2.1.2. Bestandteile des anatomischen Curriculums

Um die speziellen Voraussetzungen an eine *WBT-Plattform* als integratives Element des Curriculums der Anatomie herauszufinden, wurde die Lehrstruktur der anatomischen Ausbildung in der Vorklinik der Julius-Maximilians-Universität (JMU) in Würzburg und der LMU in München analysiert. Als Informationsquelle diente hierzu der Lehrplan aus dem Studienjahr 2010/11 (Würzburg), bzw. 2011/12 (München).

Eine erste Evaluation der WBT-Plattform fand durch die Teilnehmer des Präparierkurses an der JMU in Würzburg im Wintersemester 2010/11 (WS10/11) statt. Die zweite erfolgte ein Jahr später durch die Teilnehmer des Präparierkurses an der LMU in München im WS11/12.

2.1.3. Befragung von Absolventen des Präparierkurses

Um mehr über die Zielgruppe zu erfahren, wurden zum einen eigene Erfahrungen und Beobachtungen nach dem Präparierkurs im Wintersemester 2008/09, an dem der Verfasser selbst teilnahm, ausgewertet und zufällig ausgewählte Absolventen des Präparierkurses interviewt.

Hierbei wurden allgemeine Fragen bezüglich Computerkenntnisse und Einstellung gegenüber „Lernen am Computer“ gestellt. Weiterhin wurde erhoben, ob sie zur Vorbereitung auf die Testate e-Learning-Angebote verwendet haben. Speziell wurde nach den Herausforderungen des Präparierkurses gefragt und welchen Mehrwert ein e-Learning-Angebot neben dem Angebot von Lehrbuchwissen und Abfrage besitzen könne, diesen Herausforderungen zu genügen. Am Ende der

Befragung wurden – eigens vom Verfasser während seines Präpariersemesters angefertigte – Arterienschemata mit der Fragestellung vorgelegt, ob ihnen diese geholfen hätten (siehe Anhang). Die Auswertung der Fragen wurde im weiteren Entwicklungsprozess mitberücksichtigt. Zum anderen wurden die Ergebnisse dieser Erhebung mit den Erfahrungswerten und den Zielvorgaben von Prof. Waschke abgeglichen, der die Begleitvorlesung zum Präparierkurs verantwortete.

2.2. Design, Strategie und Zielsetzung

Auf Basis der Recherche und der Bedarfsanalyse wurde das inhaltliche Konzept erstellt. Zur Visualisierung der Funktionalitäten der WBT-Plattform wurde mithilfe des Layout-Programms *Adobe Indesign*© ein grafischer Prototyp entworfen. Dieser stellte die Grundlage für weitere Entwicklungsstufen auf rechtlichen, inhaltlichen, technischen und gestalterischen Gebieten dar.

2.2.1. Verwendung von Fremdmaterial

Eine wesentliche Zielsetzung bei der Erstellung der WBT-Plattform war die Verbindung von theoretischen Inhalten, die einer spezifischen Didaktik folgten, mit der Visualisierung anatomischer Details in hochwertiger Qualität. Hieraus ergab sich die Notwendigkeit, Abbildungen entweder zu generieren oder aus Fremdquellen zu benutzen. Da die Generierung einer Abbildung selbst bei großem Aufwand nur selten den Ansprüchen genügen kann, wie beispielsweise die WBT-Plattform „KenHub“ [85] deutlich zeigt, wurde ein Großteil der Abbildungen aus dem Archiv des Elsevier-Verlags verwendet, wofür eine rechtliche Grundlage geschaffen werden musste. Diese regelt der §52a des Urheberrechtes. Hierbei ist es erlaubt, „kleine Teile eines Werkes [...] zur Veranschaulichung im Unterricht an [...] Hochschulen [...] ausschließlich für den bestimmt abgegrenzten Kreis von Unterrichtsteilnehmern [...] öffentlich [und zweckgebunden] zugänglich zu machen. Dies gilt stets nur mit Einwilligung des Berechtigten und betrifft ebenso die Vervielfältigung des Teils“ [86]. Aufgrund dieser Einschränkungen wurden ebendiese Forderungen in einem Lizenzvertrag mit dem Elsevier-Verlag vereinbart. Die verwendeten Abbildungen stammen aus dem „Sobotta: Atlas der Anatomie des Menschen“ (2010), sowie dem Benninghoff-Fundus, aus dem einige

Bilder aus dem „Taschenbuch Anatomie“ (2007) Verwendung finden [76, 87]. Des Weiteren wurde für den Zeitraum der Nutzung eine kontrollierte Passwortvergabe an die Teilnehmer des Präparierkurses eingerichtet, um zu garantieren, dass die Werke vor einem Zugriff Dritter effektiv geschützt werden. Eine Kennzeichnung der Werke erfolgte durch eine deutliche Quellenangabe unterhalb jeder veräußerten Abbildung. Notwendige Visualisierungen didaktischer Zusammenhänge, zu der keine passende Abbildung gefunden wurde bzw. keine Lizenz vorlag, wurden neu mithilfe der Entwicklungssoftware Adobe Illustrator® für die WBT-Plattform angefertigt.

2.2.2. Struktur der WBT-Plattform

Die WBT-Plattform wurde in einen Vorlesungsteil und einen Prüfungsteil gegliedert. Im Vorlesungsteil wird das gesamte Lehrbuchwissen der makroskopischen Anatomie (außer dem ZNS) in fünf Kapitel dargestellt. Die Inhalte basieren weitgehend auf den Vorlesungsfolien von Professor Waschke. Die Auswahl an Texten und Bildern wurde von Professor Waschke getroffen. Bis zur Veröffentlichung von Bild- und Textmaterial wurden diese in mehreren Korrekturphasen überarbeitet und für das Internet optimiert. Hierzu wurden die Texte und Bilder aus den Vorlesungen in ein Arbeitsdokument transferiert und auf Verständlichkeit überprüft. Als Arbeitsdokument dienten PDF-Dateien, welche mithilfe des Grafikprogramms *Adobe Indesign*® erstellt wurden und in Form dem Entwurf der WBT-Plattform entsprachen. Somit konnten bereits in diesem Schritt neben inhaltlichen auch Formatierungsfehler vor der Implementierung ausgebessert werden.

Entsprechend den Kapiteln der Vorlesung werden im Prüfungsteil ausgewählte Fragen zur Selbst-Kontrolle angeboten. Es wurden ausschließlich offene Fragen verwendet, da die Benutzer zur Vorbereitung auf die mündlichen Testate mehr vom Fragenkatalog der offenen Fragen profitieren. Durch die Verwendung offener Fragen wird der Lernende zum aktiven Nachdenken angeregt und kann seine Antwort selbständig formulieren. Zur Beantwortung der Frage findet der Lernende einen direkten Link auf die entsprechende Seite im Vorlesungsteil. Mittels dieser

Methode werden in der Vorlesung angebotene Texte zur Beantwortung einer konkreten Frage wiederholt und damit vertieft. Auf eine zusätzliche Formulierung eines Kommentars kann an dieser Stelle verzichtet werden, da die Texte der Vorlesung diese Funktion erfüllen. Weiterhin kann der Lernende selbst bestimmen, ob er sein Wissen in der Vorlesung vertiefen möchte, oder im Prüfungsbereich abfragen will.

Ausgehend von der Bedarfsanalyse wurde ein Konzept für eine zusätzliche Lernhilfe erarbeitet. Die Befragung der Absolventen des Präparierkurses ergab, dass es bislang kein übersichtliches virtuelles Hilfsmittel zum Erlernen der Systematik der Leitungsbahnen gibt. Daher wurden systematische Schemata der verschiedenen Leitungsbahnen (Arterien, Venen, Lymphgefäße und Nerven) für die WBT-Plattform entwickelt, welche das Lernen aus den verschiedenen Lehrbüchern ergänzen sollte. Als inhaltliche Grundlage der Schemata dienten Absätze und Listen aus dem *Benninghoff Taschenbuch Anatomie* und dem *Sobotta: Atlas der Anatomie des Menschen* [76, 87]. Die Umsetzung erfolgte mit Entwurfsprogrammen der *Adobe Creative Suite®*. Für den Korrekturprozess wurden die mit *Adobe Illustrator®* angefertigten Zeichnungen als PDF-Arbeitsdatei gespeichert und ausgedruckt. Nach Abschluss der Korrekturen erfolgte die Programmierung interaktiver Funktionen mit *Adobe Flash®*. Als SWF-Datei werden die gesamten Schemata schließlich in einen hierfür vorgesehenen Ordner abgelegt. Hierbei wurden die Schemata der einzelnen Leitungsbahnen in die einzelnen Regionen aufgeteilt und auf Arbeitsebenen verteilt, über die das spätere Ein- und Ausschalten gewährleistet wird. Zudem wurden Linien und Beschriftung auf separaten Ebenen getrennt, was zusätzlich auch die Ausblendung der Beschriftung ermöglicht. Einzelne Bereiche können somit vergrößert und eingeblendet werden. Die Namen der Leitungsbahnen können durch diese visuelle Hilfe strukturiert erlernt werden. Nach Erlernen der Struktur gelangt der Lernende durch die Verlinkung zu weiteren Informationen zurück zur Vorlesung.

2.2.3. Funktionalität

Die Architektur des Lernsystems soll den Studierenden ermöglichen, sich individuell und unabhängig von örtlichen und räumlichen Begebenheiten eine umfassende Sicht auf den Lernstoff zu erarbeiten. Auf Berührungspunkte mit e-Learning-Angeboten soll mit einer ansprechenden und klar strukturierten Benutzeroberfläche begegnet werden. Ziel ist es, die Lernmenge der topographischen Anatomie mit klinischen Bezügen auf verständliche Weise zu kürzen und mit den funktionalen Möglichkeiten des Mediums zu ergänzen. Die Lernenden sollen dabei nicht nur durch das web-optimierte Lernangebot der Vorlesung, sondern auch durch die Integration von interaktiven Lernmedien, wie der virtuellen Prüfungssituation und einem interaktiven Leitungsbahnschema, zu aktivem Lernen angeregt werden.

2.2.4. Visuelle Sprache

Für die WBT-Plattform wurde eine eigene Bildsprache entwickelt, die aus einem systematischen Aufbau, klaren Formen und einem spezifischen Farbeinsatz besteht. Grundlage zur Optimierung der Flächenaufteilung ist die Erstellung eines geeigneten Gestaltungsrasters. Hiermit wird eine gestalterische Klarheit hergestellt, was das Lesen und Erfassen der Inhalte erleichtert. Darüberhinaus erhöht eine am Inhalt und der Funktion ausgerichtete Gestaltung den Erlebnischarakter. Die drei e-Learning-Module Vorlesung, Prüfung und Animation erhalten daher eine eigene charakteristische Gestaltung, die auf demselben Raster basiert. Im Zuge des Entwurfsprozesses werden alle visuellen Elemente nach sinnvollen und ästhetischen Kriterien ausgewählt.

2.3. Erstellung der Lernsoftware

2.3.1. Technische Voraussetzungen

Die Lernsoftware wurde an die zu erwartende Systemumgebung der Studierenden angepasst. Diese sollten bei der Nutzung der Lernplattform keine speziellen Computer- oder Programmierkenntnisse benötigen. Der Zugang zur WBT-Plattform erfolgt über eine passwortgeschützte Webseite über einen universitären oder privaten Rechner mit Internetzugang. Zudem wird ein Flash-Player benötigt, der entweder bereits installiert wurde oder über eine Weiterleitung zur Herstellerfirma heruntergeladen werden kann.

Wesentliches Kriterium der Benutzerfreundlichkeit ist die Garantie eines reibungslosen Ablaufs der virtuellen Arbeitsprozesse beim Benutzen der WBT-Plattform, so dass keine Verzögerung und keine Fehlfunktion des Computers die Lerneinheiten stört. Daher muss bei der Programmierung der WBT-Plattform auf Bedienungskomfort, Funktionalität und Laufzeitverhalten geachtet werden, das im Entstehungsprozess der WBT-Plattform regelmäßig überprüft wurde. Zudem muss von einem erhöhten Datenverkehr ausgegangen werden, der durch eine hohe Anzahl an Benutzern der WBT-Plattform entsteht. Insbesondere vor Prüfungen können somit Pausen mit einem hohen Datenverkehr entstehen.

Da auf der WBT-Plattform Fremdmaterial veröffentlicht wird, gelten darüberhinaus weitere rechtliche Voraussetzungen gegenüber dem Elsevier-Verlag. Aktuelle Sicherheitsstandards müssen beachtet werden. Dies kann durch eine Verschlüsselung der Daten durch den SSL-Standard und durch die Vergabe von personenbezogenen Passwörtern gewährleistet werden. Daher wurde eine separate Domain über einen Dienstanbieter reserviert und das „Hosting“-Paket ausgewählt, das neben einer ausreichenden „Server-Performance“ die oben genannten Kriterien erfüllt.

2.3.2. Werkzeuge zur Erstellung der WBT-Plattform

Die WBT-Plattform basiert auf der Entwicklung einer Flash-basierten Web-Entwicklungsumgebung *webpresent*©. Dabei handelt es sich nicht um eine eigenständige Lernsoftware, sondern um ein Webtool, mit dem digitale Präsentationen und barrierefreie Webseiten ohne Programmierkenntnisse erstellt werden können, die über einen Standardbrowser wie Mozilla Firefox® oder Microsoft Internet-Explorer® erreichbar sind [88]. Durch eine „klassenbasierte“ Programmierung wird ein modulares System aus unterschiedlichen Lern-Objekten erstellt, die in die WBT-Plattform integrierbar sind.

Webpresent® basiert auf den Skriptsprachen *Extensible Markup Language (XML)*, *Actionskript 2.0 (AS)* und der *Hypertext Preprocessor-Sprache 5.0 (PHP)*. XML ist eine Auszeichnungssprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdateien, die Inhalte auf Webseiten über dynamisch PHP generieren kann. AS ist eine Skriptsprache, die dem Programm *AdobeFlash*® zugrunde liegt. Dieses Programm dient zur Erstellung eines grafischen User-Interface (GUI), das unter anderem als Webseite im Internet angeboten werden kann. Die Gestaltung des GUI für den Benutzer der WBT-Plattform, ist ein Teilbereich dieser Arbeit. Die Umsetzung wurde von der Agentur „2run4 – digitale Kommunikation“ geleistet, die in enger Zusammenarbeit die einzelnen Bestandteile der WBT-Plattform programmierte. Nach Abschluss der Programmierung stellt die Agentur ein Autorenwerkzeug mit einem separaten Passwort zur Verfügung. Hierüber konnte die inhaltliche Struktur der WBT-Plattform nach und nach aufgebaut, formatiert und im Internet veröffentlicht werden.

2.3.3. Integration von Inhalten

Über das Autorenwerkzeug können die Inhalte ohne weitere Programmierkenntnisse dynamisch verändert oder ergänzt werden. Dabei werden Textinhalte in eine Textmaske kopiert.



Abb. 8 – Webpresent©, Autorenwerkzeug

Die entsprechenden Bilder werden in einem speziell dafür gekennzeichneten Ordner auf dem Server hinterlegt und über eine Auswahl-Funktion des Autorensystems mit den Textinhalten verknüpft. Die Text- und Verknüpfungsinformationen werden in einer serverbasierten XML-Datei abgespeichert, die beim Aufrufen der WBT-Plattform neu geladen wird. Neben Bildern können außerdem weitere Multimedia-Dateien, wie Video- und Tonelemente eingebunden werden. Hierzu müssen diese in lesbare Dateiformate wie SWF-, MOV-Dateien abgespeichert, die ebenso wie die Bilder in einen dafür vorgesehenen Ordner auf dem Server positioniert werden. Die Verknüpfung dieser Bilder mit den jeweiligen Inhalten funktioniert ebenso über das Autorenwerkzeug. Für die Darstellung von Videodateien entsteht durch das „Streamen“ der Videodatei keine Wartezeit für die Benutzer.

2.3.4. Formatierung

Die Formatierung der Textbausteine aus dem Textfeld erfolgt über ein Menü im Autorenwerkzeug und benutzt den Internetstandard der Hypertext-Markup-Language (HTML) [88]. Im Vergleich zu einem Textverarbeitungsprogramm (Microsoft Word) sind die Möglichkeiten in HTML geringer. Jedoch können hiermit

Schriftarten, Schriftgrößen, Schriftfarben, Schriftgewicht, Zeichen- und Wortabstände verändert werden.

2.3.5. Kommunikation und Betreuung

Neben den Tutoren aus dem Präparierkurs, die für inhaltliche und praktische Belange zur Verfügung standen, wurde den Studierenden zusätzlich technischer Support bei der Nutzung der WBT-Plattform angeboten. Dazu wurden nicht-öffentliche Gruppen in sozialen Netzwerken (StudiVZ und facebook) eingerichtet, über die sich die Studierenden über Änderungen informieren und ihr Feedback zur Diskussion stellen konnten. Ebenso stand für ein persönliches Feedback ein Kontakt über die eMail-Adresse zur Verfügung. Durch dieses Feedback konnten Probleme, die in der Testphase auftraten, behoben und die Rubrik FAQ (frequently asked Questions) angelegt werden.

Aufgrund der Verwendung lizenzpflichtigen Materials vom Elsevier-Verlag galten verschärfte Nutzungsbedingungen der WBT-Plattform. Nutzer waren in der Erstellungs- und Evaluationsphase ausschließlich Studierenden aus dem Präparierkurs von Professor Waschke. Die Nutzung erfolgte durch die Vergabe eines Passwortes durch Anfrage des Studierenden an die Emailadresse.

2.3.6. Grafische Benutzeroberfläche (Graphical User Interface, GUI)

Die Gestaltung der Benutzeroberfläche basiert auf dem Graphical User Interface-Standard (GUI). Hierbei handelt es sich um ein allgemeines Konzept zur Verbesserung der Interaktion zwischen Mensch und Maschine durch die Verwendung von aussagekräftigen Steuerelementen wie Menü, Icons und Schaltflächen. Dieser Standard gilt unter anderem für Betriebssysteme von Computern und Webseiten. In der Norm EN ISO 9241-110 werden die Grundsätze für die Gestaltung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen von interaktiven Systemen festgehalten. Ziel ist die Erstellung von gebrauchstauglichen und benutzerfreundlichen Systemen. Die verfassten Kriterien fordern eine geeignete Funktionalität mit Verzicht auf unnötige Interaktionen. Eine geeignete Bildsprache für Steuersysteme (Aufbau, Menü, Icon, Text-, Bildmaterial) sollte auf

Verständlichkeit ausgerichtet und leicht zu erlernen sein. Außerdem sollten die Bedürfnisse und Kenntnisse des Benutzers in der Gestaltung mit berücksichtigt werden [89].

Um den oben genannten Ansprüchen zu entsprechen, wurden in einer Bedarfsanalyse die Funktionen der WBT-Plattform in Abhängigkeit der technischen Mittel und der Zielgruppe analysiert. Davon ausgehend wurde eine visuelle Bildsprache im Sinne eines Corporate Designs erarbeitet. Hierbei handelt es sich um einen Begriff aus dem Marketing, der die Merkmale eines Unternehmens oder eines Produktes in ein visuelles Erscheinungsbild übersetzt. Ausgehend vom inhaltlichen und funktionalen Konzept wurde ein visuelles Konzept erarbeitet und mithilfe der Grafik-Programme der *Adobe-Creative-Suite4*© entworfen. Für die Gestaltung der visuellen Zeichensprache und des Leitungsbahnschemas diente *Adobe-Illustrator*©. Für den Entwurf des Layouts wurde *Adobe-Indesign*© und für die Entwicklung von Interaktionsmöglichkeiten innerhalb des Leitungsbahnschemas *Adobe-Flash*© verwendet.

Die GUI-Fläche wird vertikal in zwei Bereiche unterteilt, die eine gleichwertige Darstellung von Text auf der linken Seite und Bild auf der rechten Seite erlaubt. Beide Bereiche sind über eine eigene Navigation veränderbar. Die Textnavigation bedient sich dabei typografischer Elemente, wie der Bezeichnung der (Unter-) Kapitel. Die Bildnavigation hingegen verwendet visuelle Metaphern, die der Funktion entsprechen, wie zum Beispiel die Lupe zur Veränderung des Bildausschnittes. Die Navigation der einzelnen Elemente bleibt stets an Ort und Stelle sichtbar und unterscheidet sich farblich in ihrem Aktivitätszustand. Die Farbgestaltung ist auf das Lesen am Bildschirm optimiert. Mit Rücksicht auf farbenblinde Benutzer werden in Steuerelementen *rot-grün* und *blau-violett*-Kombinationen nicht verwendet. Der Aufbau der einzelnen Komponenten (Vorlesung, Leitungsbahnschemaschemata, Prüfung) sind visuell deutlich voneinander abgrenzbar. So weiß der Benutzer intuitiv, wo er sich befindet.

2.4. Implementierung in das Curriculum

Die WBT-Plattform soll den Teilnehmern des Präparierkurses als zusätzliche Lernhilfe zur Verfügung stehen. Diese kann gut als asynchrones Lernmittel zum Selbststudium eingesetzt werden und synchrone Lernumgebungen, wie Präsenzveranstaltungen ergänzen. Die Lehrinhalte des Curriculums liegen zum kleinen Teil in der Entwicklung der Fertigkeit des Präparierens, welches nur im Präparierkurs erlernbar ist. Der größere Teil liegt in der Vermittlung von Lehrbuchwissen über anatomische Strukturen und Zusammenhänge. Diese werden erstmals in der Vorlesung präsentiert und anschließend durch die Zeit im Präparierkurs und das Selbststudium gefestigt. Schließlich findet der Leistungsnachweis im Rahmen mündlicher Testate an der Leiche statt. Die Lernhilfen für das Selbststudium stellen eine entscheidende Rolle in der Vermittlung von anatomischen Inhalten dar. Daher findet die WBT-Plattform gerade in diesem Bereich ihre Hauptfunktion. Sie dient dabei neben Printmedien als sinnvolle Ergänzung und Hilfe für den Lernprozess.

2.5. Evaluation durch die Benutzer

2.5.1. Planung der Evaluation

Unter Evaluation versteht Tergan [90]: *„Die systematische und zielgerichtete Sammlung, Analyse und Bewertung von Daten zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle. Sie gilt der Beurteilung von Planung, Entwicklung, Gestaltung und Einsatz von Bildungsangeboten bzw. einzelner Maßnahmen dieser Angebote [...] unter den Aspekten von Qualität, Funktionalität, Wirkung, Effizienz und Nutzen.“*

Eine erste summative Evaluation der WBT-Plattform fand nach der Implementierung einer vorläufigen und unvollständigen Version am Ende des Wintersemester 2010/11 und damit für die Mehrzahl der Studenten (>50%) nach erfolgreichem Abschluss des Präparierkurses an der Julius-Maximilians-Universität in Würzburg (JMU). Von den Teilnehmern des Präparierkurses nahm die Mehrzahl (>50%) an der Evaluation teil. Anhand dieser sollte die Akzeptanz und der subjektive Lernerfolg bei der Verwendung der WTB-Plattform herausgefunden werden. Die Ergebnisse dieser Evaluation wurden zur Optimierung von inhaltlichen, organisatorischen und technischen Angebote verwendet. An der LMU in München ergänzte eine zweite summative Evaluation den Implementierungsprozess in einer vergleichbaren Studierendenkohorte. Anhand dieser sollte die Akzeptanz und der subjektive Lernerfolg nach der Optimierung überprüft werden.

Während des Präparierkurses wurde eine entwicklungsbegleitende Betreuung angeboten, die bei inhaltlichen und technischen Fehlern sofort reagieren konnte. Dieses unter dem Begriff formative Evaluation genannte Angebot ist für die Implementierung von WBT-Plattformen eine notwendige Voraussetzung [91]. Das hierbei gegebene Feedback der Studierenden findet sich in den finalen Evaluationen in offenen Fragen bezüglich der Bedienbarkeit und technischer Probleme wieder.

Um Fehlentwicklungen zu vermeiden und die Qualität der Inhalte zu sichern, wurde ein Evaluationsbogen unter Berücksichtigung des „Qualitätskriterien-

katalogs für Elektronische Publikationen in der Medizin“ der „deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrik und Epidemiologie e.V.“ entwickelt [30]. Die Evaluation wurde dabei jeweils am Ende des Semesters von den Nutzern der WBT-Plattform als summative Evaluation durchgeführt [91].

Um die Chancengleichheit für alle Studierenden zu gewährleisten, wurde bei der Evaluation auf eine Einteilung in Fall- und Kontrollgruppe zur Ermittlung des Lernerfolgs verzichtet und damit auch auf eine Aussage über einen objektiven Lernerfolg. Daher existiert keine Untersuchung, die sich mit der Frage beschäftigt, ob Nutzer im Gegenzug zu Nicht-Nutzer in Testaten besser abschneiden. Stattdessen wurde untersucht, ob ein subjektiver Mehrwert mit der Implementierung entstanden ist. Hierbei soll durch die Einschätzung eines persönlichen Lernerfolgs und der Nutzung der unterschiedlichen Lernumgebungen, wie Vorlesung, Präparierkurs, Lehrbuch und WBT-Plattform eine Aussage darüber getroffen werden, welchen Stellenwert diese im Vergleich zu anderen Lernumgebungen besitzt.

Neben der Fragestellung wurde bei der Planung insbesondere darauf geachtet, dass die Rahmenbedingungen keinen großen Zeitverlust für die teilnehmenden Studierenden mit sich brachten. Daher wurde ein digitaler Evaluationsbogen erarbeitet, der ortsunabhängig zur Verfügung stand. Es wurde ein Zeitraum gewählt, in dem möglichst viele Studierenden erreichbar waren. So wurde der Start der Evaluation am Ende des Semesters zehn Tage vor dem letzten Testat angesetzt und blieb für 14 Tage erreichbar. Bei einem Testlauf vor Freischaltung der Evaluation wurden alle Fragen von ausgewählten Studierenden innerhalb von 15 Minuten beantwortet.

2.5.2. Durchführung der Evaluation

Auf Basis des Qualitätskriterienkatalogs [30] wurde ein Fragebogen entworfen und den Studierenden (sowohl für Nutzer als auch für Nicht-Nutzer) am Ende des Semesters digital zur Verfügung gestellt. Dabei wurden ihnen sowohl quantitative Auswahlfragen, als auch qualitative Ergänzungsfragen gestellt, wodurch das Feedback zusätzlich über Texteingabe gegeben werden konnte. Die mit Stern (*) gekennzeichneten Angaben waren obligat. In Klammern stehen die jeweiligen Antwortmöglichkeiten:

- Angaben zur Person
 - Geschlecht *
 - Alter *
 - Semester *
 - Universität *
 - Email-Adresse
- Besitzen Sie einen PC? *
(Auswahl: ja, nein)
- Wie schätzen Sie Ihre Kenntnisse im Umgang mit einem PC ein? *
(Skala 1= sehr gut, 5= schlecht)
- Besitzen Sie einen Internetzugang?
(Auswahl: DSL, Modem, weitere)
- Haben Sie Erfahrungen mit virtuellen Lehr- und Lernmedien
(CD-ROM, Onlinekurse, etc.)? (Auswahl: ja, nein)
 - Wenn ja, welche?
(Texteingabefeld)
- Woher haben Sie von quowadis erfahren?
(Auswahl: über)
- Halten Sie den Einsatz von computerunterstützten Medien im Studium generell für sinnvoll? *
(Auswahl: ja, nein)
- Welche Vor-/ Nachteile hat Ihrer Meinung nach ein E-Book gegenüber einem Lehrbuch?
(Texteingabefeld)

- Würden Sie ein E-book zum Selbststudium und/oder zum Nachschlagen verwenden? *
(Auswahl: Selbststudium, Nachschlagen, Beides)
- Würden Sie gerne mit einem e-Learning- Programm arbeiten, welches Lehrbuchwissen und Abfragefunktion und weitere onlinebasierte Interaktionen vereinbaren? *
(Auswahl: ja, nein)
- Wie viel Zeit würden Sie am Computer im Vergleich zum Lehrbuch lernen wollen? *
(Auswahl: 0-19%, 20-39%, 40-59%, 60-79%, 80-100%)
- Wie groß ist der Monitor Ihres Computers? *
(Auswahl: 17", 21", 24", über 24")
- Wie würden Sie die Relevanz einer solchen Online-Plattform für die Lehre einstufen? *
(Skala: 1=keine, 5= sehr große)
- Würden Sie quowadis nutzen, um sich auf eine Prüfung vorzubereiten? *
(Skala: 1=keine, 5= sehr große)
- Würden Sie dafür Geld ausgeben? *
(Auswahl: ja, nein)
- Wie viel wäre es Ihnen maximal wert (in Euro)? *
(Auswahl in Euro: 0-10, -20, -30, -40, mehr)
- Finden Sie zusätzliches Lehrmaterial (z..B. Videomaterial von Vorlesungen) relevant?
(Auswahl: ja, nein)
 - Wenn ja, welche
(Texteingabefeld)
- Wie schätzen Sie Ihr Wissen (Übersicht) über den erlernten Stoff im Vergleich zu anderen Kommilitonen ein? *
(Skala 1=gering, 10=hoch)
- Welche Rolle spielte dabei quowadis im Verhältnis zum Lehrbuch? *
(Skala: 1= keine Rolle, 5=große Rolle)
- Welche Rolle spielte dabei quowadis im Verhältnis zum Lernen mit anderen Studierenden? *
(Skala: 1= keine Rolle, 5=große Rolle)

- Welche Rolle spielte dabei quowadis im Verhältnis zum Präp-Kurs? *
(Skala: 1= keine Rolle, 5=große Rolle)
- Was halten Sie von der Umsetzung von quowadis? *
(Skala: 1=schlecht, 5=sehr gut)
- Wie hat Ihnen das Layout/ die Darstellung von quowadis gefallen? *
(Skala: 1=schlecht, 5=sehr gut)
- Würden Sie etwas am Layout/ an der Gestaltung verbessern? *
 - Wenn ja, was genau
(Texteingabefeld)
- Wie sind Sie mit der Bedienung zurecht gekommen? *
(Skala: 1= schlecht, 5= sehr gut)
- Würden Sie etwas am Menü verbessern? *
- Haben Sie die Verlinkungen als hilfreich empfunden? *
(Skala: 1=garnicht, 5=sehr hilfreich)
- Waren die Verlinkungen von Prüfungsfragen zu den Antworten in Ordnung? *
(Skala: 1=nie, 5= immer)
- Würden Sie etwas an den Verlinkungen verbessern? *
(Auswahl: ja, nein)
 - wenn ja, was genau?
(Texteingabefeld)
- Haben Sie das Arterien-Schema als hilfreich empfunden? *
(Auswahl: ja, nein)
 - (Texteingabefeld)
- Wären weitere Gefäßschemata außerdem hilfreich gewesen? *
(Auswahl: ja, nein)
- Was finden Sie an quowadis besonders gut bzw. schlecht?
(jeweils ein Texteingabefeld)
- Hatten Sie technische Probleme bei der Benutzung von quowadis? *
(Auswahl: ja, nein)
 - Wenn ja, welche, wann und wo genau?
(Texteingabefeld)
- Wo haben Sie quowadis meistens benutzt? *
(Auswahl: zuhause, Uni, Bibliothek, unterwegs)

- Zu welchem Lerntyp zählen Sie sich selbst "am ehesten"? Lernen durch
(Auswahl: lesen und schreiben, sehen, hören, praktische Arbeit)
- Ich wünsche mir, dass in vergleichbaren Lehrveranstaltungen in Zukunft verstärkt digitale Lehr- und Lernmaterialien eingesetzt werden. *
(Auswahl: ja, nein)
- Bitte bewerten Sie folgende Kriterien
(Skala: 1=überhaupt nicht, 5=großer Mehrwert)
 - erleichtert mir die Arbeit
 - erspart mir Wege
 - ermöglicht eine flexible Zeiteinteilung
 - unterstützt die Beschäftigung mit den Inhalten der Lehrveranstaltung
 - bewirkt eine kontinuierliche Unterstützung des Lernprozesses
 - verbessert die Betreuung durch den Dozenten
 - verbessert die Zusammenarbeit mit den Kommilitonen, -innen
 - Nicht-Deutschsprachige Studierenden rekapitulieren die Inhalte der Vorlesung besser

Aufgrund der Optimierungen nach der ersten Evaluation wurde der Fragebogen an das neue Angebot (Kapitel fünf, erweitertes Gefäßschema) angepasst. Daher wurde folgende Frage

- Haben Sie das Arterien-Schema als hilfreich empfunden? *
- In folgende abgewandelt:
- Haben Sie das Gefäßschema als hilfreich empfunden? *

2.5.3. Datenerhebung

Die ausgefüllten Datensätze wurden in einer webbasierten PHP-gesteuerten Datenbank auf dem Server angelegt. Diese wurde am Ende der Evaluation als Tabelle exportiert und in einem kartesischen Koordinatensystem abgebildet. Auf der vertikalen Ordinatenachse wird die Anzahl der Teilnehmer auf der horizontalen Abszisse die Fragen dargestellt.

3. Ergebnisse

3.1. Bedarfsanalyse

3.1.1. Bestandteile des anatomischen Curriculums

Der Lehrplan der JMU und LMU besteht aus wöchentlich stattfindenden Präsenzveranstaltungen. Es wurden mehrmals (2-4x) pro Woche Vorlesungen angeboten. Pflichtveranstaltungen, wie der Präparierkurs finden für jeden Studierenden 2x wöchentlich statt. Zusätzlich können Studierende im Rahmen von Übungen ihr erlerntes Wissen an Präparaten anwenden.

Neben Erlernen der körperlichen Strukturen wird in der Lehre moderner Anatomie großer Wert auf die Vermittlung klinisch relevanter Bezüge gelegt [1]. Die Studierenden werden angehalten ihr Wissen durch den Besuch der Vorlesung zu erweitern und im Präparierkurs praktisch anzuwenden. Hier stehen den Studierenden zusätzlich geschulte Tutoren und weiteres Lehrmaterial, wie der Fundus aus anatomischen Sammlungen zur Verfügung. Der Lernerfolg wird während des Semesters in fünf mündlichen Testaten von den Lehrkörpern an der präparierten Leiche geprüft.

3.1.2. Befragung von Absolventen des Präparierkurses

Die Befragung der ausgewählten Absolventen des Präparierkurses ergab, dass sich die Computerkenntnisse bei den meisten auf die gängigen Microsoft-Office-Produkte und Internetdienste beschränkt. Zur Vorbereitung auf die Testate wurden E-Learning-Angebote gelegentlich bis gar nicht genutzt. Hervorzuheben sei an dieser Stelle das Online-Angebot der Universität Zürich über den Bewegungsapparat [52]. Die Befragten befürworteten zumindest mündlich den Einsatz von e-Learning in der Lehre der topographischen Anatomie. Einen konkreten Bedarf sehen die meisten im Angebot einer orts- und zeitunabhängigen Lernumgebung, mit der sie von zuhause und unterwegs lernen könnten. Im Lernprozess bestehe eine große Herausforderung im Erlernen der stofflichen

3.2. Aufbau der WBT-Plattform

Ausgehend vom erstellten Prototyp und den Erkenntnissen aus den oben genannten Evaluation wurde ein inhaltliches, technisches und gestalterisches Konzept der WBT-Plattform erarbeitet.

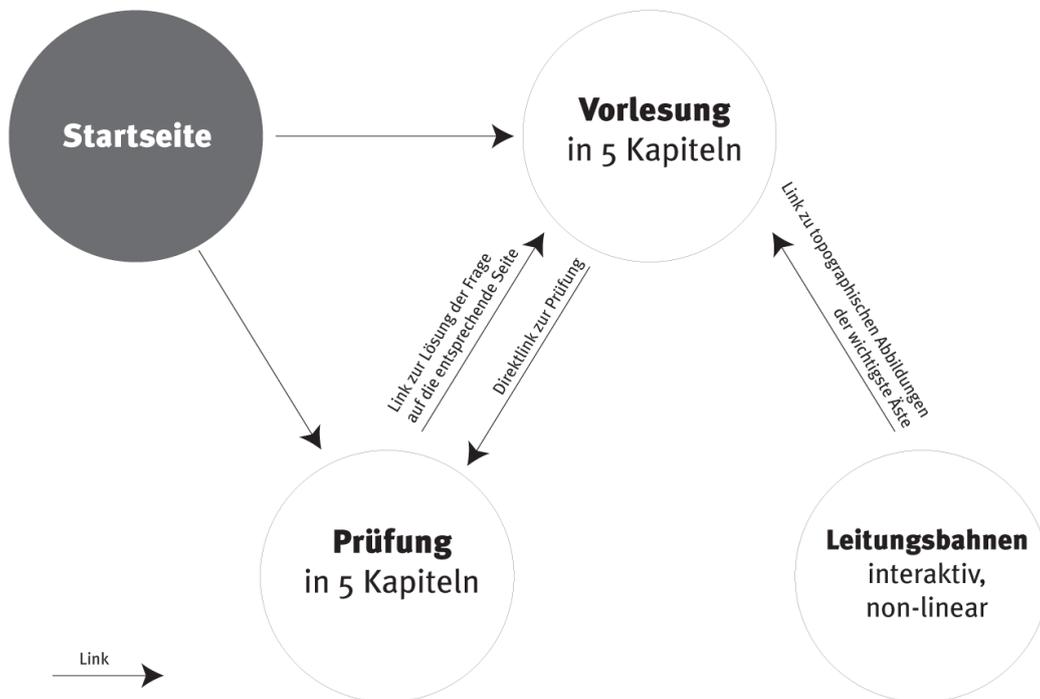


Abb. 10 – Aufbau und Verknüpfungen der WBT-Plattform

Über eine Startseite gelangt man zum Bereich der Vorlesung mit den Leitungsbahnschemata oder der Prüfung. Die Möglichkeit zwischen beiden Modi zu wechseln ist jederzeit über das Hauptmenü möglich. Auf die Verwendung von mehreren Browserfenstern wurde verzichtet.

3.2.1. Kapitelstruktur

Der Kapitelaufbau entspricht der Einteilung der fünf mündlichen Testate. Hierfür wurden auf insgesamt 1460 Seiten neue Texte verfasst. Die Lerninhalte wurden zudem in Unterkapitel und Seiten gegliedert. Die folgende Auflistung der Kapitel wurde im WS11/12 nach Überarbeitung erstellt und getestet:

- **Kapitel I**
 - *Allgemeine Anatomie 1*
 - *Stoffgebiete der Anatomie*
 - *Muskellehre*
 - *Knochenlehre*
 - *Gelenklehre*
 - *Rumpf 1*
 - *Gliederung des Rumpfes*
 - *Primäre Rückenmuskulatur*
 - *Kopfgelenke*
 - *Muskulatur des Nackens*
 - *Sekundäre Rückenmuskulatur*
 - *Brustkorb*
 - *Muskeln des Thorax*
 - *Muskulatur des Halses*
 - *Die Bauchmuskulatur*
 - *Obere Extremität 1*
 - *Gliederung und Entwicklung*
 - *Schulter und Oberarm*
 - *Unterarm*
 - *Hand*
 - *Untere Extremität*
 - *Gliederung und Entwicklung*
 - *Becken und Oberschenkel*
 - *Unterschenkel*
 - *Fuß*

- **Kapitel II**
 - *Allgemeine Anatomie 2*
 - *Haut*
 - *Nervensystem*
 - *Herz-Kreislauf-System*
 - *Lymphatisches System*
 - *Rumpf 2*
 - *Topographie des Rumpfes*
 - *Leitungsbahnen des Rumpfes*
 - *Obere Extremität 2*
 - *Schulter*
 - *Arm*
 - *Hand*
 - *Untere Extremität*
 - *Leiste und Oberschenkel*
 - *Unterschenkel und Fuß*
- **Kapitel III**
 - *Halssitus*
 - *Topographie des Halses*
 - *Leitungsbahnen*
 - *Pharynx*
 - *Larynx*
 - *Trachea*
 - *Ösophagus*
 - *Schilddrüse und Nebenschilddrüsen*
 - *Vegetatives Nervensystem*
 - *Brustsitus*
 - *Projektionen und Mediastinum*
 - *Lunge*
 - *Herz*
 - *Zwerchfell*
- **Kapitel IV**
 - *Bauchsitus*
 - *Entwicklung und Lageverhältnisse*
 - *Magen*
 - *Pancreas*
 - *Leber und Gallenblase*
 - *Milz*

- *Vegetatives Nervensystem*
- *Dünndarm*
- *Dickdarm 1 (Caecum, Appendix, Colon)*
- *Dickdarm 2 (Rectum, Analkanal)*
- *Retro- und Beckensitus*
 - *Inhalt des Retroperitoneums*
 - *Niere*
 - *Ableitende Harnwege*
 - *Beckeninhalt*
 - *Entwicklung und innere weibliche Geschlechtsorgane*
 - *Innere männliche Geschlechtsorgane*
 - *Beckenboden*
 - *Äußere Geschlechtsorgane*
- **Kapitel V**
 - *Kopf*
 - *Regionen und Entwicklung*
 - *Schädel*
 - *Mimische Muskulatur*
 - *Kiefergelenk*
 - *Mundhöhle*
 - *Speicheldrüsen*
 - *Nase*
 - *Auge*
 - *Ohr*
 - *Gefäße des Kopfes*
 - *Hirnnerven*
 - *Die 12 Hirnnerven (Nn. craniales)*
 - *N. oculomotorius (III), N. trochlearis (IV), N. abducens (VI)*
 - *N. trigeminus (V)*
 - *N. facialis (VII)*
 - *N. glossopharyngeus (IX)*
 - *N. vagus (X)*
 - *N. accessorius (XI)*
 - *N. hypoglossus (XII)*
 - *Die 4 parasymphatischen Kopfganglien*
 - *Oberflächliche und tiefe Gesichtsregion*

3.2.2. Vorlesungsbereich

Über den Vorlesungsbereich sind die textlich erstellten Lerninhalte, die bearbeiteten Bilder und die Leitungsbahnschemata zugänglich. Über die Textnavigation kann sich der Benutzer linear durch die Inhalte bewegen. Über Hyperlinks im Text und in den Leitungsbahnschemata sind spezielle Begriffe non-linear zu entsprechenden Seiten aus der Vorlesung verlinkt. Über eine Browser-Navigation in der rechten oberen Ecke finden sich die Funktionen *Fullscreen-Modus*, *History* und *Logout* wieder. Über die History kann der Benutzer zu bereits besuchten Seiten zurück navigieren.

Der Vorlesungsbereich gliedert sich vertikal in einen Bild- und in einen Textbereich. Über einen Mausklick kann der Textbereich zur Seite ausgeblendet werden, um die Fläche für den Bildbereich zu vergrößern.

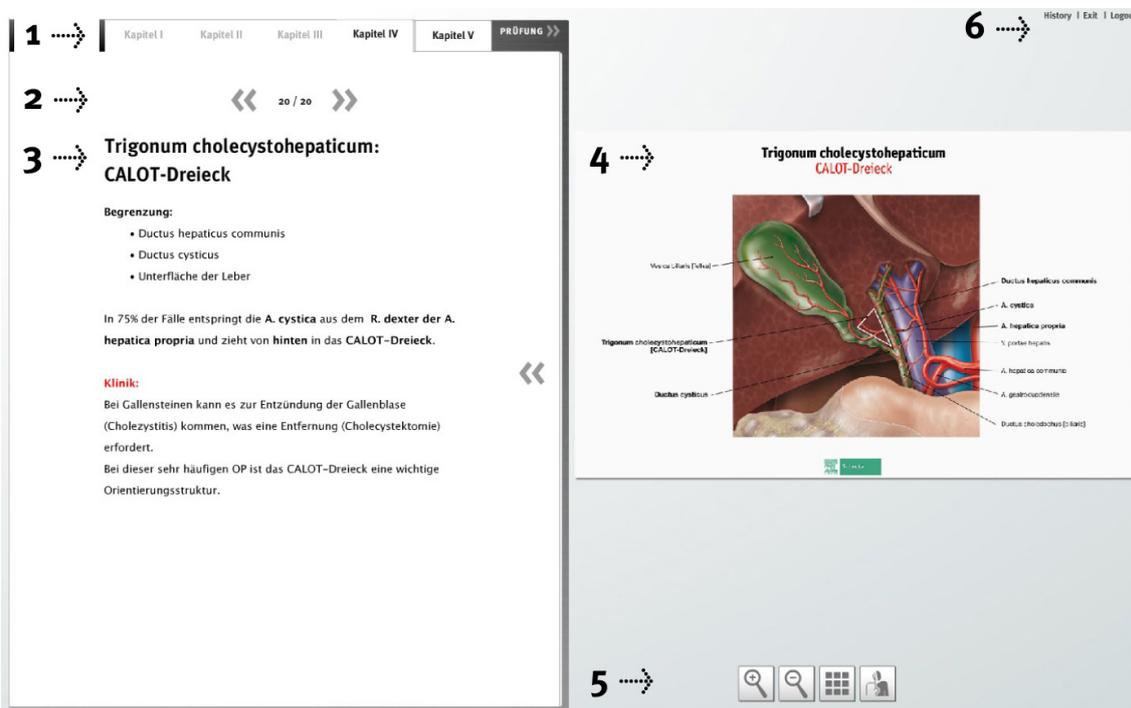


Abb. 11 – Aufbau des Vorlesungsbereichs (Abbildung modifiziert aus Sobotta 2010, Band II)

Der Textbereich besteht aus der Hauptnavigation (Abb.11: 1→) und Textnavigation (Abb.11: 2→) und dem Textfeld (Abb.11: 3→). Der visuelle Entwurf leitet sich von einem weißen Papierstapel DIN-A-4-Blätter im Hochformat ab. Der

„Textstapel“ ist in Kapitelreiter gegliedert und kann im Verlauf abgearbeitet werden. Diese Reiter entsprechen der Haupt-Navigation und der Einteilung in fünf Kapitel. Über eine Roll-Over-Funktion öffnet sich ein Pull-Down-Menü, in dem die Unterkapitel angezeigt werden. Über einen Klick auf einen Kapitelreiter gelangt der Benutzer zum ausgewählten Unterkapitel. Ein weiterer Bestandteil der Hauptnavigation ist der Link zur Prüfung. Der Papierstapel wird durch einen Satzspiegel in verschiedene Bereiche eingeteilt, wobei die Nutzfläche dem Textfeld entspricht, welche zu allen Seiten von breiten Rändern (Stegen) begrenzt wird. Der Fußsteg ist zugunsten des Kopfstegs proportional kleiner. Im Kopfsteg befinden sich die Überschrift und die Textnavigation. Hierüber kann sich der Benutzer linear – das heißt vorwärts und rückwärts – durch die Inhalte bewegen. Die Steuerelemente werden durch französische Anführungszeichen (Guillemets) visualisiert. Zwischen diesen finden sich Informationen über den Seitenumfang des Unterkapitels und der aktuellen Seitenzahl.

Der Text im Textfeld kann mittels HTML formatiert werden und unterschiedliche Längen besitzen. Sobald die Textmenge den Fußsteg überschreitet, werden wird ein Scrollbalken im linken Außensteg eingeblendet. Der Satzspiegel besteht aus einem linksbündigen Flattersatz mit 22 Zeilen und einer Breite von etwa 50-70 Zeichen. Zur besseren Darstellung von Text liegt der Zeilenabstand bei 180% im Verhältnis zur Schriftgröße. Absätze können jeweils aus Fließtext, Aufzählungen, Tabellen bestehen. Verlinkter Text wird in dunkelgrauer Farbe unterstrichen dargestellt. Hierüber kann eine non-lineare Bewegung erfolgen, wie sie auf gängigen Webseiten bekannt ist. Spezielle Absätze werden mit einheitlichen Überschriften eingeleitet und farblich hervorgehoben. Hierzu zählen: Klinischer Hinweis, Präp-Link, Merke.

Im Bildbereich liegt das Bildfeld (Abb.11: 4→) im Querformat optisch gesehen neben dem Papierstapel. Um das Bildfeld zu vergrößern, kann dieser über einen Klick auf den Pfeil ausgeblendet werden. Der Bildausschnitt kann zudem mithilfe der Lupenelemente aus der Bildnavigation (Abb.11: 5→) verändert werden. Text und Bild können somit nebeneinander betrachtet und einzeln formatiert werden.

Eine Übersicht über das Kapitel bietet die Thumbnail-Darstellung. Auf einem Raster von 3x6 Bildern werden bis zu 18 Seiten des Kapitels in Miniaturform angezeigt und sind über einen Mausklick erreichbar.

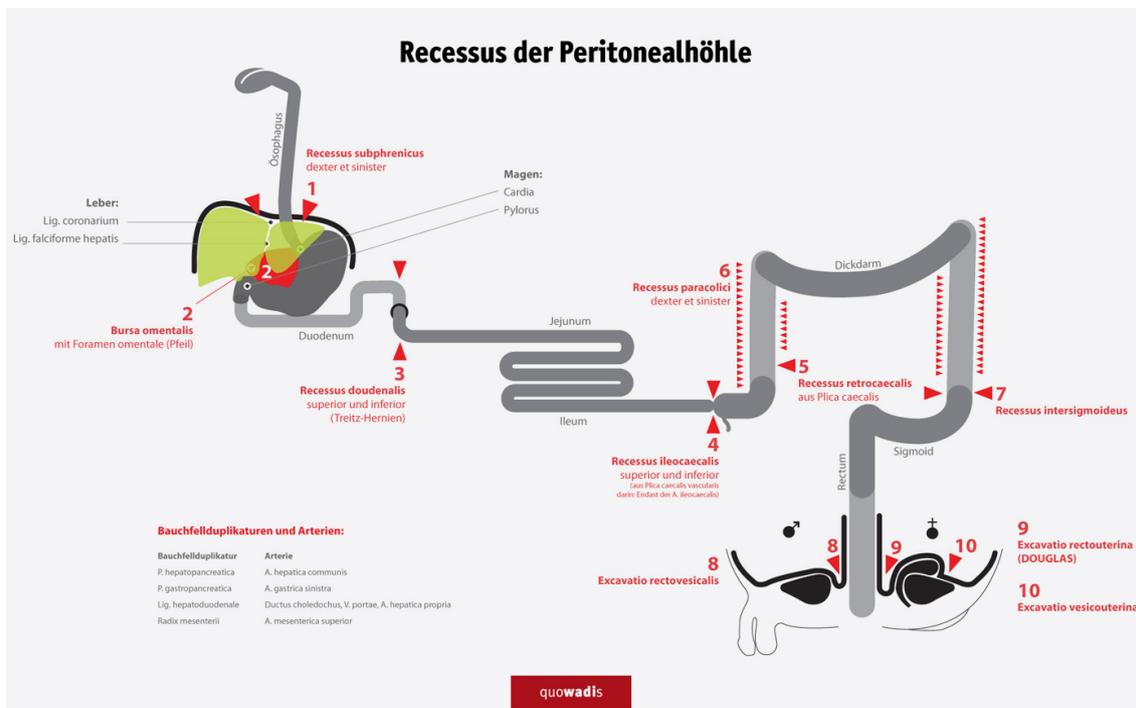


Abb. 12 – Schemazeichnung: Recessus der Peritonealhöhle

Jede Textseite der Vorlesung wird durch ein Bild mit ein oder mehreren Abbildungen illustriert. Hierfür stellte der Elsevier-Verlag freundlicherweise Bildmaterial aus seinem Fundus zur Verfügung. Einzelne Abbildungen wurden zum besseren Verständnis der Seiteninhalte durch zusätzliche Markierungen hervorgehoben oder durch zusätzlichen Text ergänzt. Neben dem Bildmaterial aus dem Elsevier-Fundus wurden auf bestimmten Seiten – beispielsweise „Die Recessus der Peritonealhöhle“ – schematische Abbildungen angefertigt. Der einheitliche Bildaufbau besteht aus einer zentrierten Überschrift am oberen Bildrand, der Abbildung und der Bildquelle am unteren Bildrand.

Das gesamte Bildmaterial wurde mit *Adobe Photoshop®* bearbeitet und als weboptimierte *JPEG*-Datei exportiert. Die Auflösung beträgt 1920x1200 Pixel. Damit kann bei aktuellem Stand der Technik eine geringe Bildladezeit beim Aufrufen der einzelnen Seiten ohne Qualitätsverlust gewährleistet werden. Nach

Export und Korrekturphase von Text und Abbildung, wurden diese über das Autorenwerkzeug in vorgeschriebene Online-Ordner auf dem Server veröffentlicht.

Über eine Browsernavigation (Abb.11: 6) im oberen rechten Bildschirmbereich, kann die Lernplattform in den Vollbildschirm-Modus geschaltet werden. Dadurch werden die Browselemente ausgeblendet. Des weiteren kann über einen Link zurückgeblättert und die Lernplattform über einen weiteren Link wieder verlassen werden.

3.2.3. Prüfungsbereich



Abb. 13 – Aufbau des Prüfungsbereichs

Über die Startseite oder die Haupt-Navigation der Vorlesungsseite gelangt man in den Prüfungsbereich. Dieser grenzt sich optisch zum Vorlesungsbereich durch einen stahlgrauen Hintergrund ab, auf dem zur Linken das Motiv eines Skalpells und einer Pinzette auf die Prüfungssituation im Sektionssaal verweisen. Über eine Navigation, die der Hauptnavigation der Vorlesung entspricht, lassen sich alle Fragen nach Kapiteln geordnet anzeigen. Die Fragen sind „offene Fragen“ aus einem Fragenkatalog zum jeweiligen mündlichen Testates. Dabei wird der Student nach dem Lesen der Frage aufgefordert, seine Antwort zu überdenken, diese in

ruhiger Umgebung auszusprechen und dies über den Button „zur Vorlesung“ mit den Inhalten der Vorlesung abzugleichen. Der Wiedererkennungseffekt soll hierbei helfen, auf zusätzliche Texte zu verzichten. Über den Link „Prüfung“ kann er anschließend mit der Selbstkontrolle an derselben Stelle fortfahren.

3.2.4. Interaktive Leitungsbahnschemata

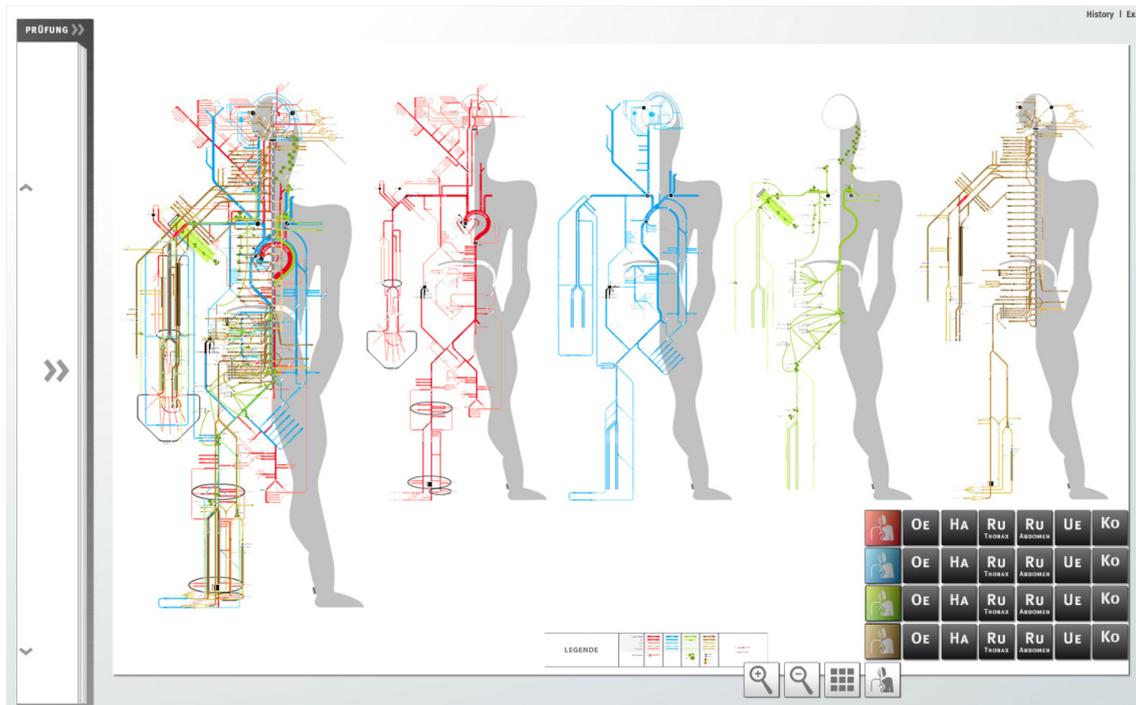


Abb. 14 – Leitungsbahnschemata: Überlagerung, Arterien-, Venen-, Lymph- und Nervenbahnen

Die Leitungsbahnschemata werden von der Startseite aus direkt über den Link zur Vorlesung oder über ein entsprechendes Icon in der Bildnavigation aufgerufen. Ebenso wie der Bildbereich kann der Ausschnitt über die Lupen-Icons und mit der Maus verändert werden. Über eine Navigation können Ausschnitte verändert und zusätzliche Informationen ein- und ausgeblendet werden. Die Entscheidung, an welcher Stelle ein Lernprozess beginnt und welche Informationstiefe erreicht werden soll, liegt beim Nutzer selbst.

In Anlehnung an historische Abbildungen, welche den Verlauf der Leitungsbahnen vom Ursprung bis zum versorgenden Gebiet darstellen, und an moderne Leitliniensysteme von U-Bahnplänen entstand ein formales Gestaltungskonzept, zur Darstellung der Gefäße in einem grafischen Liniensystem [92]. Dem Schema liegt

das Proportionssystem des „goldenen Schnitts“ aus der Architektur zugrunde. Dabei handelt es sich um das Teilungsverhältnis einer Strecke, bei dem das Verhältnis vom Ganzen zum größeren Teil der Strecke dem Verhältnis vom größeren zum kleineren Teil entspricht. Die Größe eines idealen Menschen wird dabei in acht Teile unterteilt, wobei der Kopf von Oberkante bis zum Kinn einem Teil entspricht. Die darstellenden Elemente bestehen aus beschrifteten Linien unterschiedlicher Stärke und Farbe, deren Verlauf durch ein orthogonales Raster systematisiert wird. Der Einsatz von Farbe kennzeichnet dabei die einzelnen Leitungsbahnen (rot: Arterien, blau: Venen, grün: Lymphbahnen, braun: Nerven). Hierbei wurde auf bekannte Farbkennzeichnungen zurückgegriffen, die in modernen Atlanten zu finden sind. Die Stärke der Gefäße richtet sich nach einer hierarchischen Ordnung und Astabfolge eines Baumdiagramms. Mit zunehmender Verästelung reduziert sich die Strichstärke. So kann visuell jedes Gefäß als Träger von Ästen oder als Ast eines weiteren Gefäßes visuell identifiziert werden.

Die Leitungsbahnen können einzeln oder überblendet dargestellt werden, um jeweilige Bezüge zueinander verständlich zu machen. Hierzu dient eine separate Navigation, die als Bestandteil in der Bild-Navigation integriert ist. Wichtige Gefäße sind über Links in Form von „Stecknadeln“ mit topographischen Abbildungen aus der Vorlesung verbunden (Siehe Abb. 14 + 15). Diese Kombination soll das Erlernen der anatomischen Begriffe und der Äste der Leitungsbahnen durch spielerische Interaktion erleichtern und zudem die räumliche Zuordnung und den Verlauf begreiflich machen.

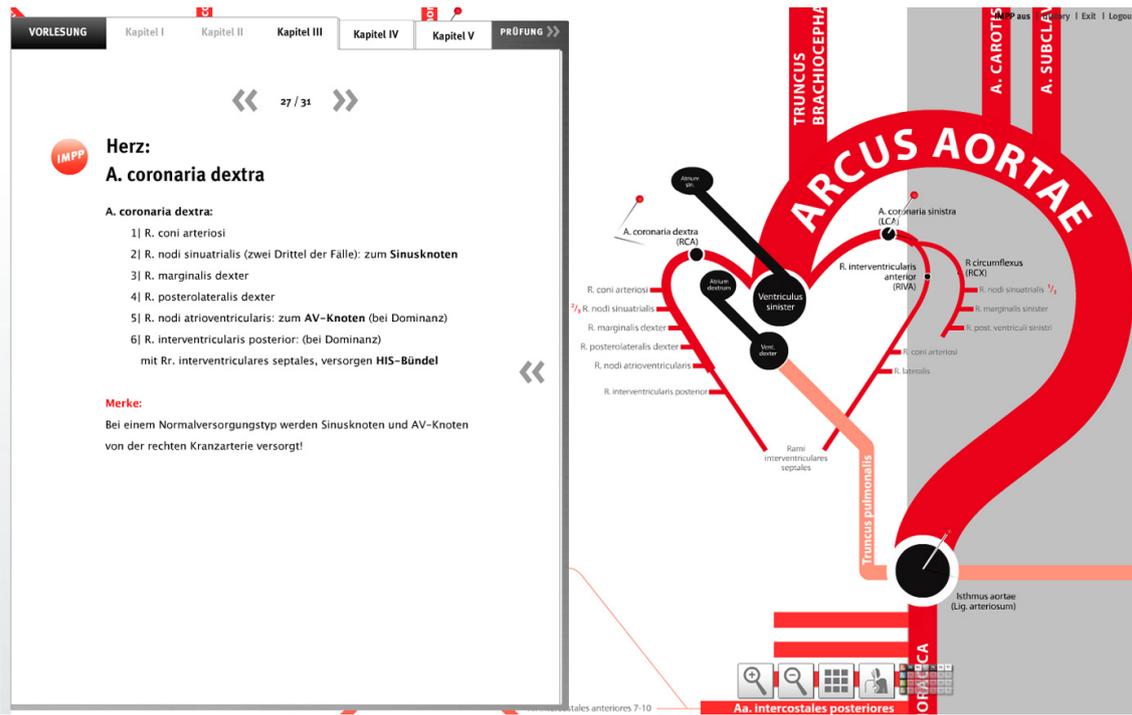


Abb. 15 – Leitungsbahnschemata: Detail der Koronargefäße mit Verlinkung zum Text

Für die erste Version der WBT-Plattform wurde ein Arterienschema erstellt und evaluiert. Für die zweite Version wurde dies um Venen-, Lymph- und Nervensystem erweitert.

3.3. Implementierung

Im Sinne eines „Blended Learning“ findet die WBT-Plattform als freiwillige Ergänzung Bezug zum bestehenden Curriculum der makroskopischen Anatomie der LMU. Als zusätzliches Angebot bietet die WBT-Plattform dabei eine sinnvolle Ergänzung und Hilfe für den Lernprozess. Ausgehend von der Analyse der Lernumgebung und dem Bedarf der Studierenden soll die WBT-Plattform vor allem beim Selbstlernen helfen. Der zu erlernende Prüfungsstoff entspricht inhaltlich der Einteilung in die Kapitel der WBT-Plattform. Um eine einheitliche Lernumgebung zu schaffen, werden die in den Präsenzveranstaltungen demonstrierten Inhalte auch im WBT-Plattform verwendet. Mit dem zusätzlichen Angebot (interaktive Leitungsbahnschemata, Prüfungssimulation) wird das Curriculum zudem um die Vorteile des Mediums (Internet) bereichert. Somit ermöglicht das Medium ein zeitlich und örtlich unabhängiges Lernen und ein selbstbestimmtes Lerntempo.

Das gedruckte Lehrbuch gilt nach wie vor als der Goldstandard unter den Lernmedien [81]. Daher basiert die Nutzung der WBT-Plattform auf freiwilliger Basis und hat keine Relevanz in der Bewertung der mündlichen Testate. Dies gewährleistet Studierenden, die lieber mit gedruckten Büchern als am Bildschirm lernen wollen, eine freie Wahl aus allen verfügbaren Lernmedien.

Die Teilnehmer des Präpariersemesters an der JMU in Würzburg (WS10/11) absolvierten fünf Testate (siehe Anhang). Die Nutzung der WBT-Plattform beschränkte sich auf die Testate 2,3 und 4. Testat eins fand vor Bekanntmachung der Plattform in der Vorlesung statt. Die WBT-Plattform deckte die Inhalte des fünften Testates nicht ab. Die Teilnehmer des Präpariersemesters an der LMU in München (WS11/12) absolvierten ebenfalls fünf Testate (siehe Anhang). Angebot und Nutzung der WBT-Plattform erweiterten sich um die Inhalte des fünften Testats.

3.4. Evaluation

Einleitend soll festgehalten werden, dass das Ziel nicht in einer Evaluation nach wissenschaftlichen Qualitätskriterien bestand, die statistisch fundierte Aussagen zulassen würde. Vielmehr sollte durch einen pragmatischen Ansatz der Bedarf für eine WBT-Plattform ermittelt und Hinweise für die inhaltliche und formale Gestaltung gewonnen werden.

3.4.1. Evaluation im Wintersemester 2010/11

Die erste Evaluation fand im WS10/11 mit 208 Benutzern an der Julius-Maximilians-Universität (JMU) in Würzburg statt. Bei den Benutzern handelt es sich um die Teilnehmer des Präparierkurses, die zur Vorbereitung auf die Testate die WBT-Plattform nutzten. Die Auswertung umfasst alle Datensätze, die komplett ausgefüllt wurden.

3.4.1.1 Evaluationsteilnehmer

Von den Teilnehmern der Evaluation (n=208) besaßen alle einen eigenen Computer mit Internetzugang und nutzten das WBT. 58% der Teilnehmer waren weiblich und 42% männlich (siehe Abb. 16).

71 (34%) Nutzer waren während des Präparierkurses im zweiten Semester, 104 (50%) im dritten Semester und 33 (16%) im vierten Semester (siehe Abb. 17).

Das Alter der Nutzer lag zwischen 19 und 30 Jahren bei einem Altersdurchschnitt von 22,31 Jahren. Im Alter zwischen 20-22 Jahren liegen 60% der Teilnehmer. 50% schätzten sich als *Lese- und Schreib-Typ*, gefolgt von visuellem (34%), praktischem (11%) und auditivem (3%) Lerntyp. Drei Teilnehmer enthielten sich. Der überwiegende Anteil (94%) lernt zu Hause, 5% in der Universität, Nur 1% lernt unterwegs (siehe Abb. 18-20).

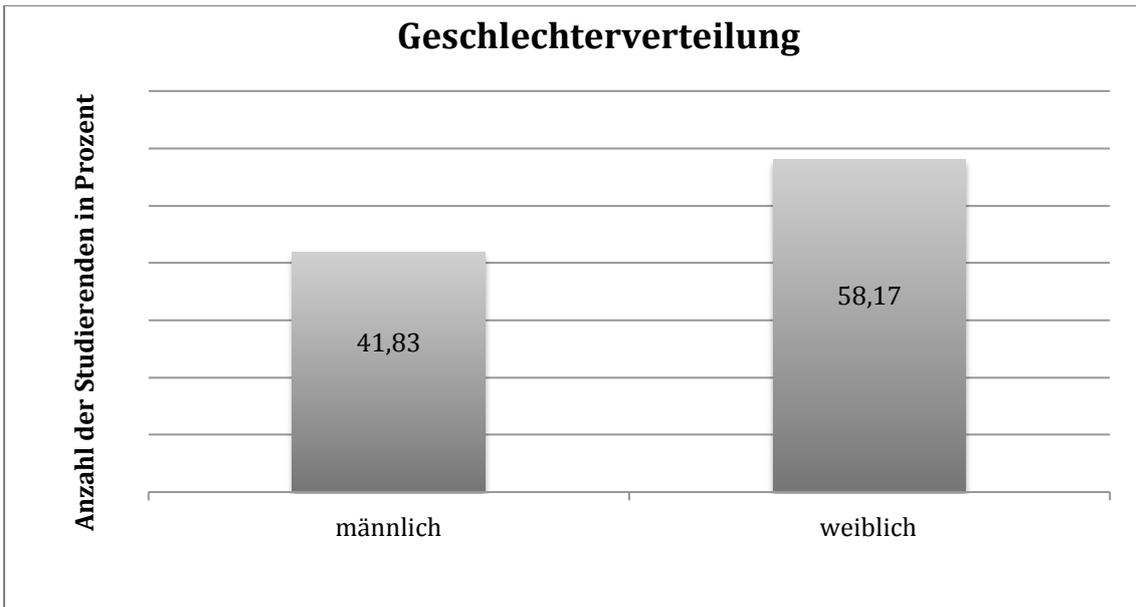


Abb. 16 - Evaluation WS2010/11: Geschlechterverteilung

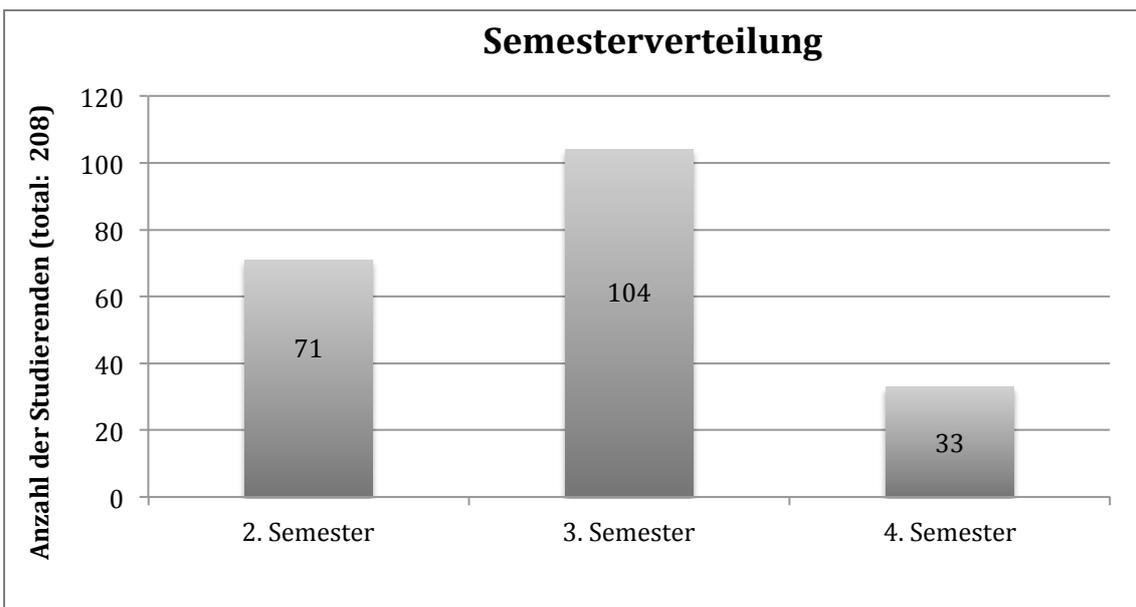


Abb. 17 - Evaluation WS2010/11: Semesterverteilung

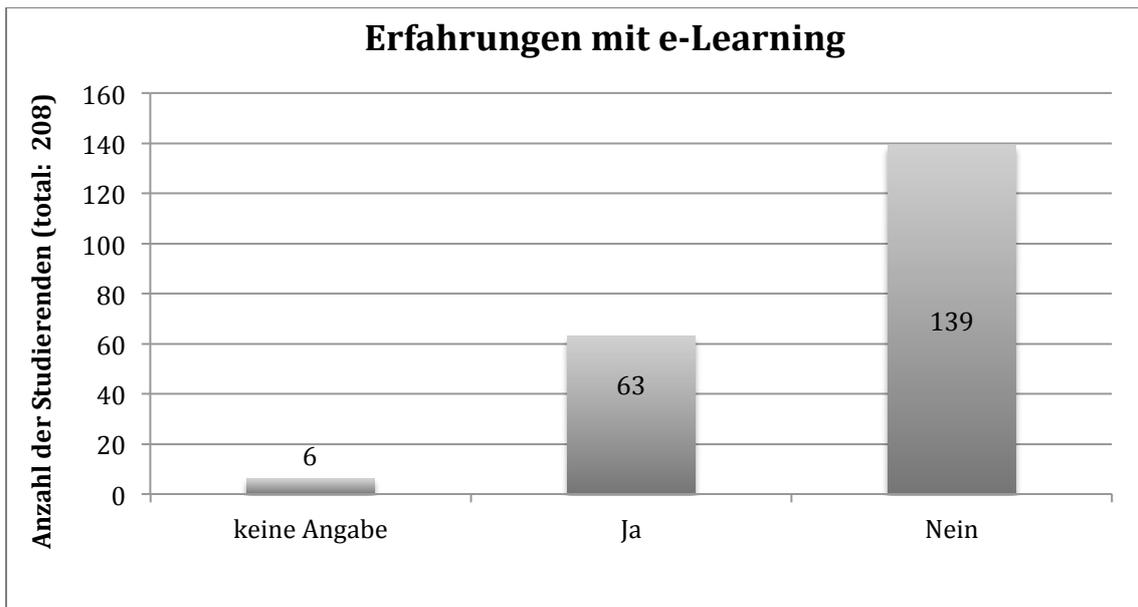


Abb. 18 - Evaluation WS2010/11: Erfahrungen mit e-Learning

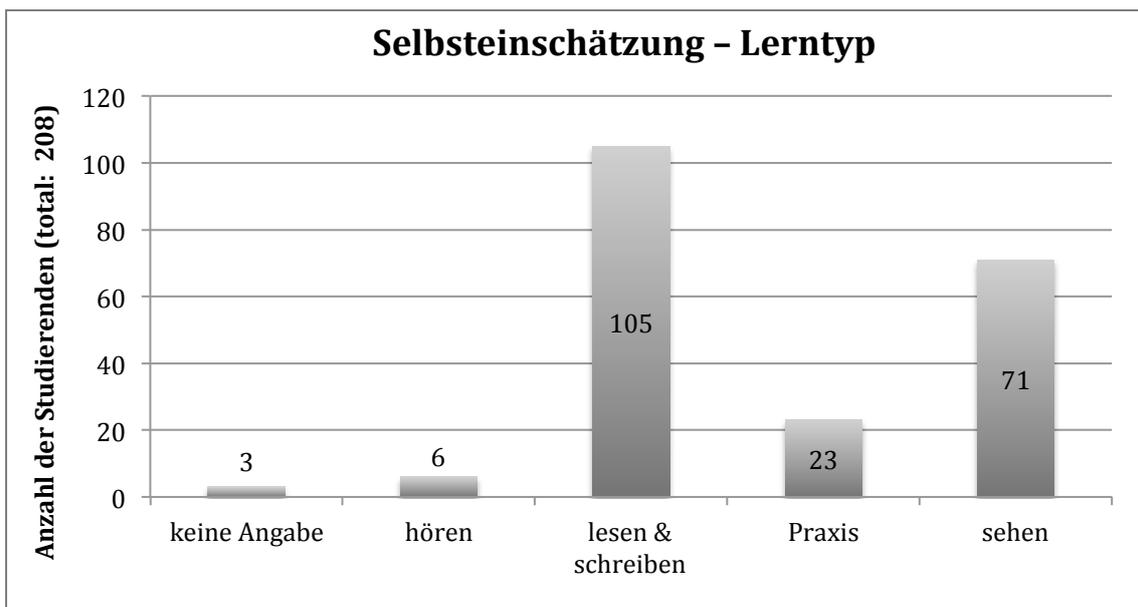


Abb. 19 - Evaluation WS2010/11: Lerntyp

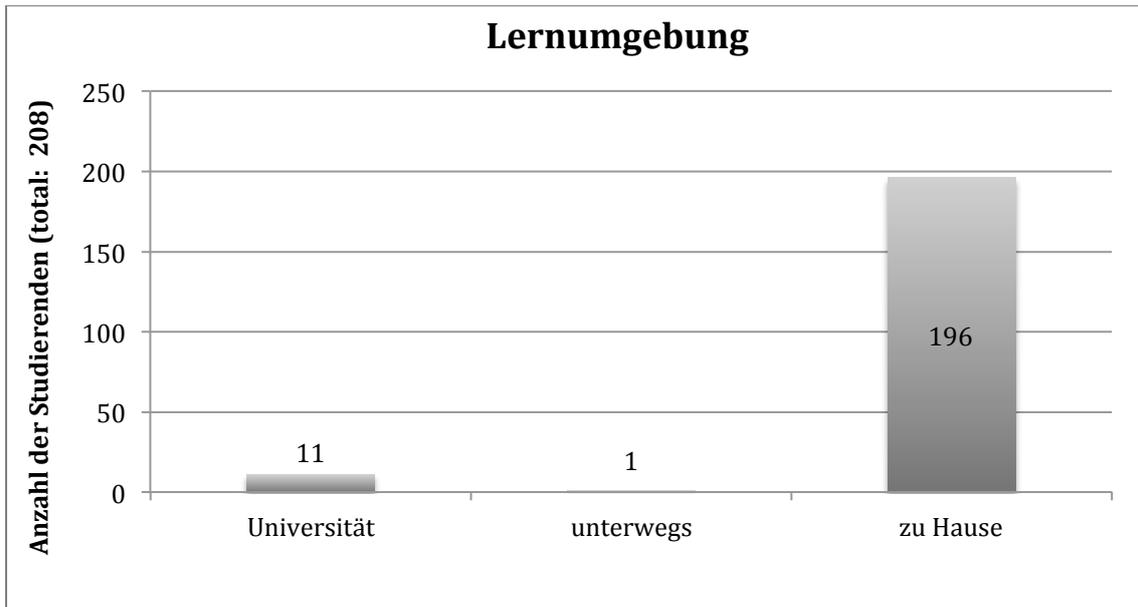


Abb. 20 - Evaluation WS2010/11: Lernumgebung

3.4.1.2. Nutzen von e-Learning im Medizinstudium

99% der Nutzer fanden einen generellen Einsatz von e-Learning in der Lehre für sinnvoll. 63% der Nutzer bewerteten die WBT-Plattform mit den Bestnoten 4-5. 34% der Nutzer bewerteten dies mit 2 und 3. Eine sehr geringe Relevanz vergaben 3% der Nutzer (siehe Abb. 21-22).

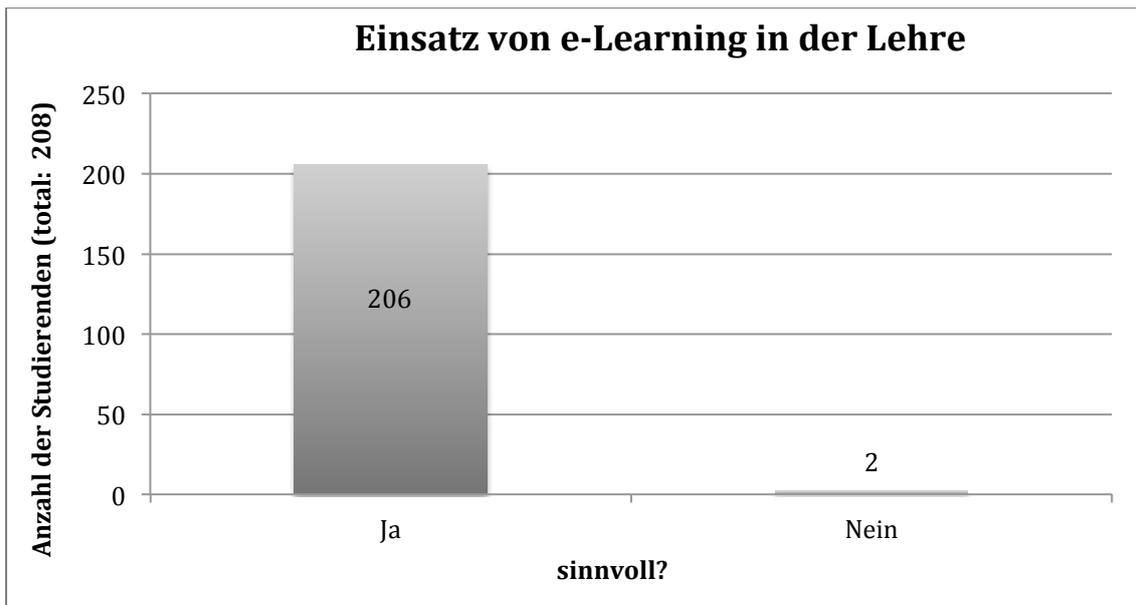


Abb. 21 – Evaluation WS2010/11: Einsatz von computerunterstützten Medien im Studium

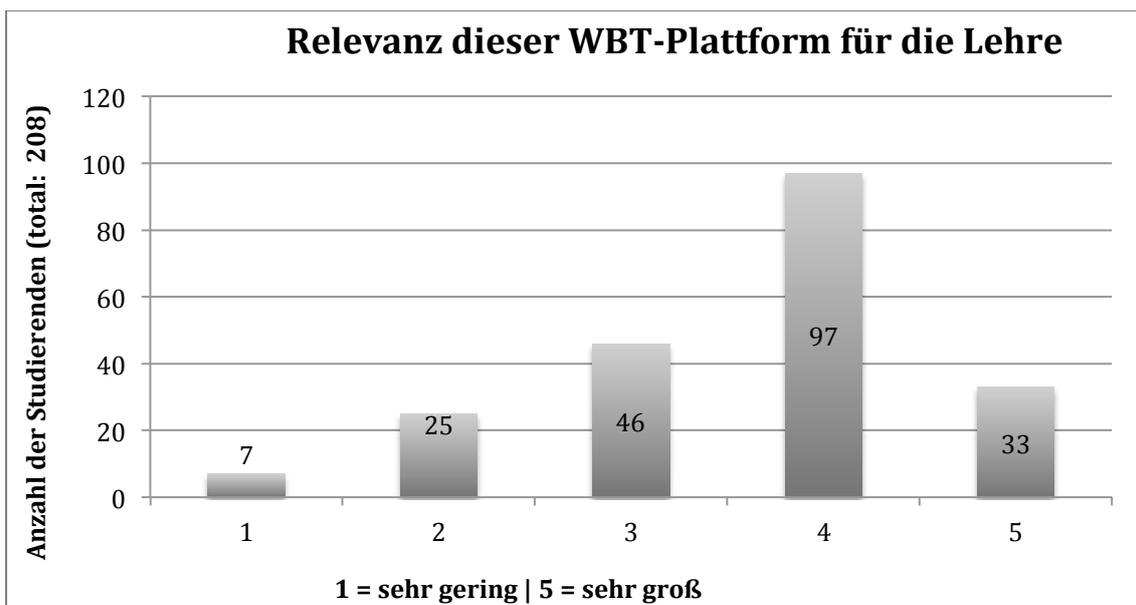


Abb. 22 – Evaluation WS2010/11: Relevanz dieses WBTs für die Lehre

3.4.1.3. Motivation und künftige Nutzung des Programms

93% der Nutzer wünschten sich ein vergleichbares e-Learning-Angebot für andere Lehrveranstaltungen, was Rückschlüsse auf die Motivation und einer künftigen Nutzung geben kann (siehe Abb. 23).

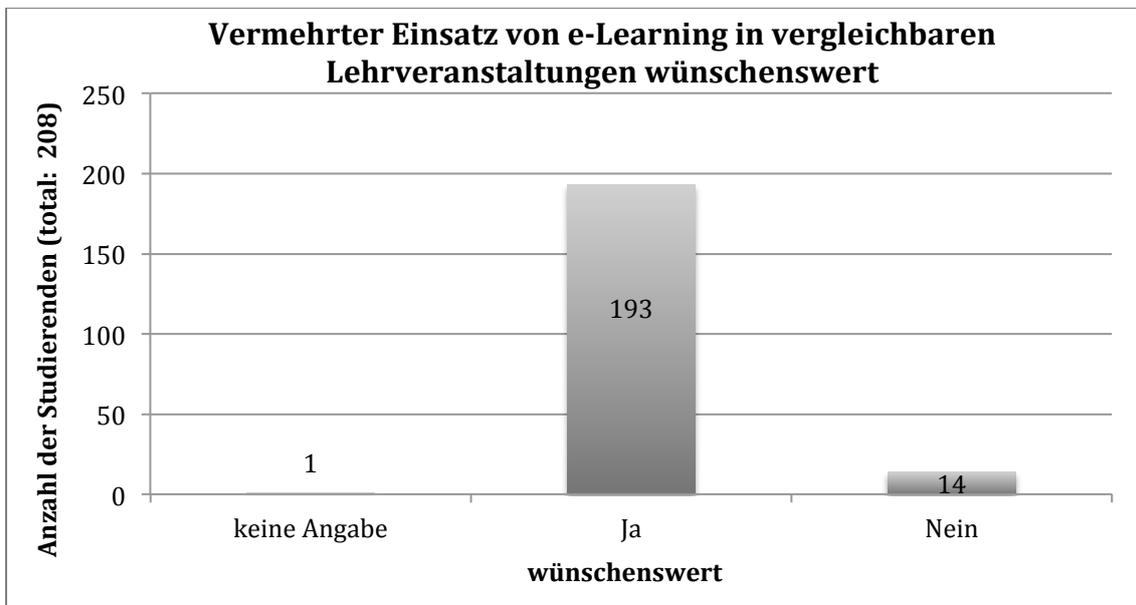


Abb. 23 - Evaluation WS2010/11: In Zukunft mehr digitale Lehr- und Lernmaterialien

3.4.1.4. Evaluation von Layout und Umsetzung

Mit den Bestnoten 4 und 5 evaluierten 84% der Nutzer die Umsetzung, 82% der Nutzer das Layout über eine Skala von 1-5 (1= schlecht, 5 = sehr gut).

(siehe Abb. 24-25)

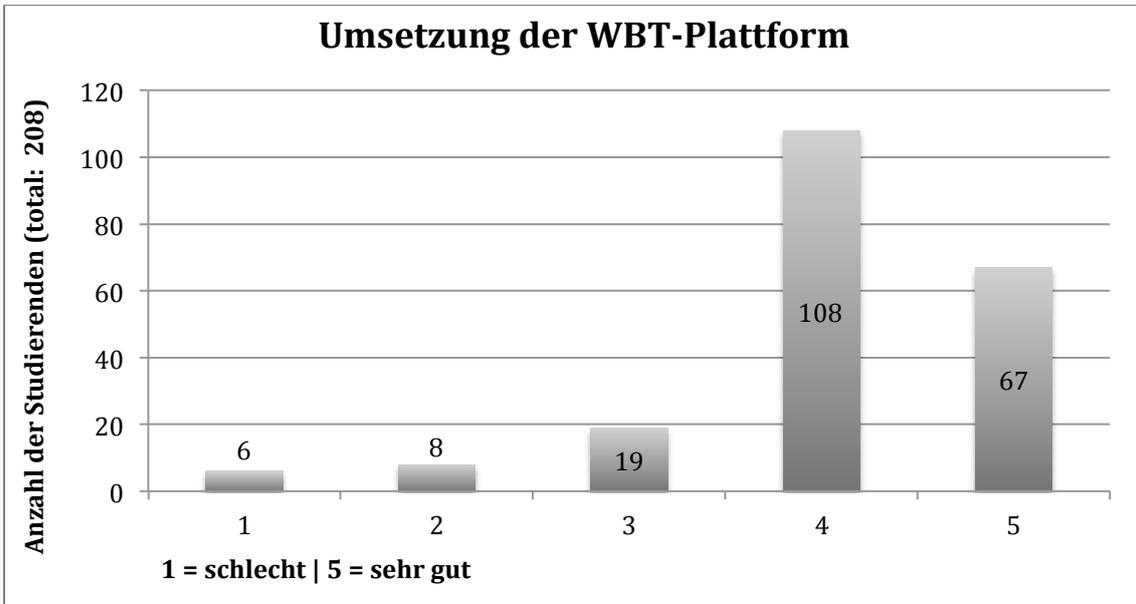


Abb. 24 - Evaluation WS2010/11: Umsetzung von quowadis?

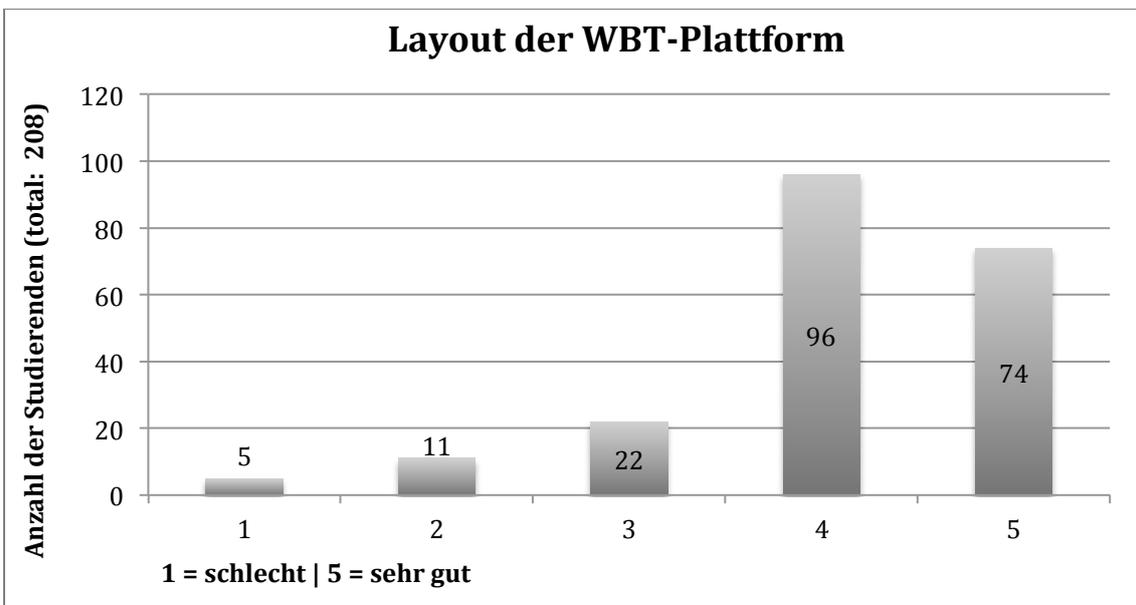


Abb. 25 - Evaluation WS2010/11: Layout von quowadis?

3.4.1.5. Benutzung der WBT-Plattform

Allgemein nutzten 65% eine WBT-Plattform zum Selbststudium und 79% zum Nachschlagen. Beides zusammen nutzten 48% der Teilnehmer. 4% fänden keine Verwendung für ein E-Book. 72% der Nutzer nutzten den Computer für 20-60% der Lernzeit. 12% der Nutzer verzichteten auf das Lernen am PC oder verbrachten maximal 20% der Lernzeit vor einem Computer. 17% verbrachten mehr als 60% der Lernzeit am Computer (siehe Abb. 26-28).

92% der Teilnehmer nutzten die WBT-Plattform zur Prüfungsvorbereitung. Bezüglich der Bedienung vergaben 84% die beiden Bestnoten 4 und 5, obwohl 29% während der Testphase technische Probleme hatten (siehe Abb. 29-30).

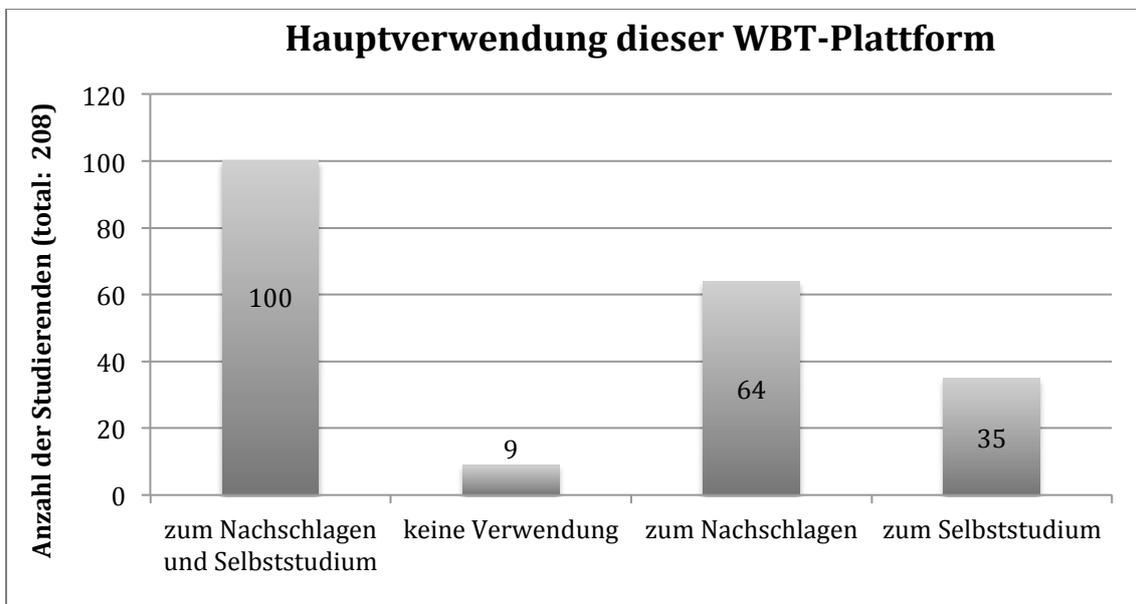


Abb. 26 – Evaluation WS2010/11: WBT-Plattform zum Selbststudium oder Nachschlagen

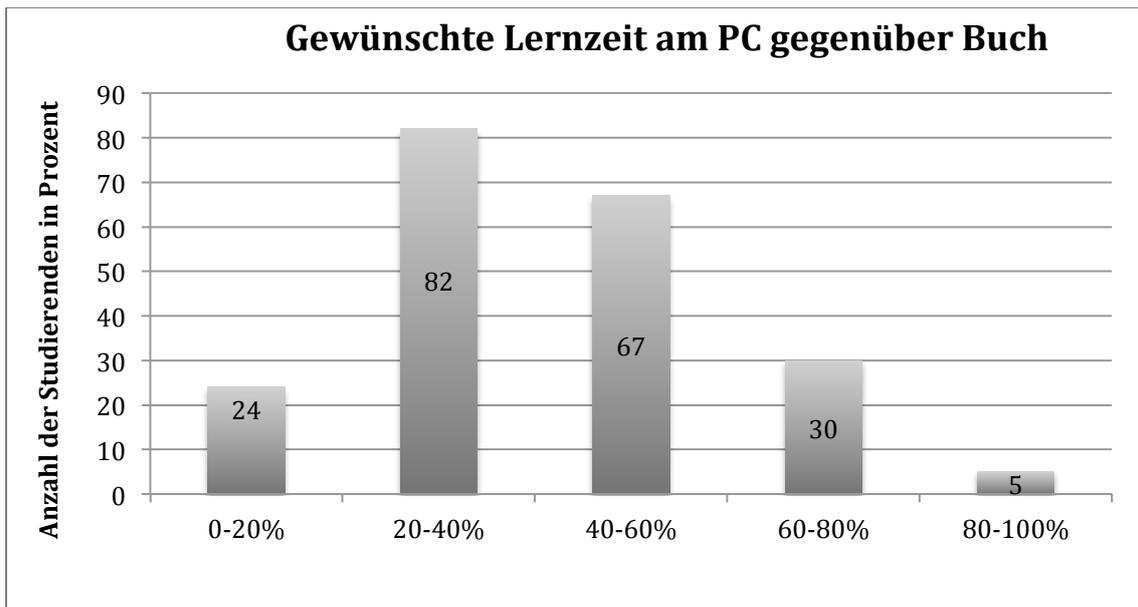


Abb. 27 - Evaluation WS2010/11: Lernzeit am Computer

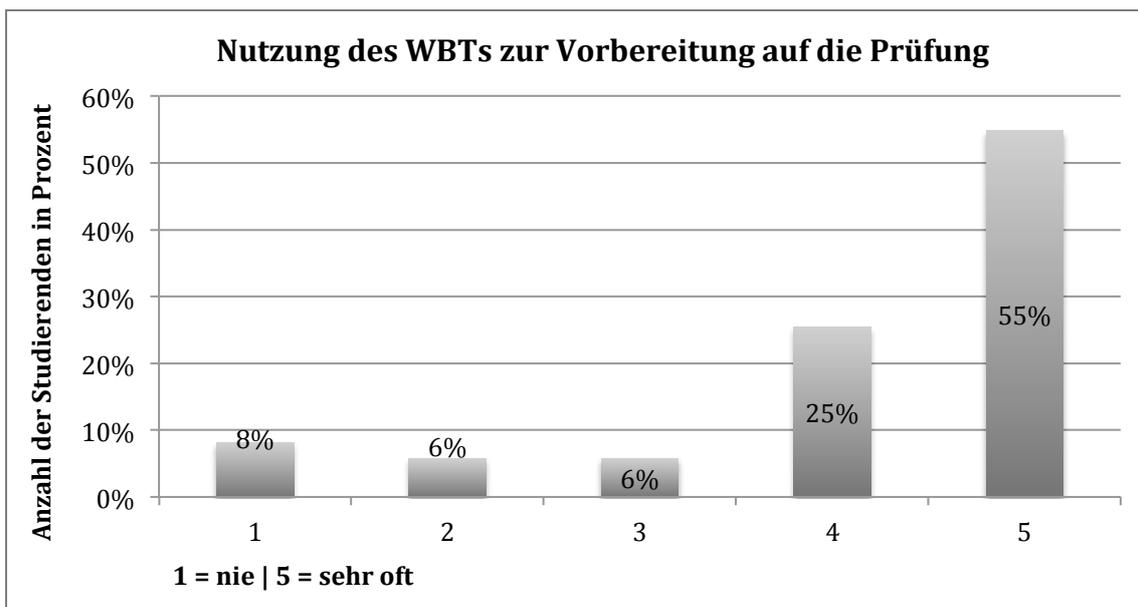


Abb. 28 - Evaluation WS2010/11: WBT zur Prüfungsvorbereitung nutzen

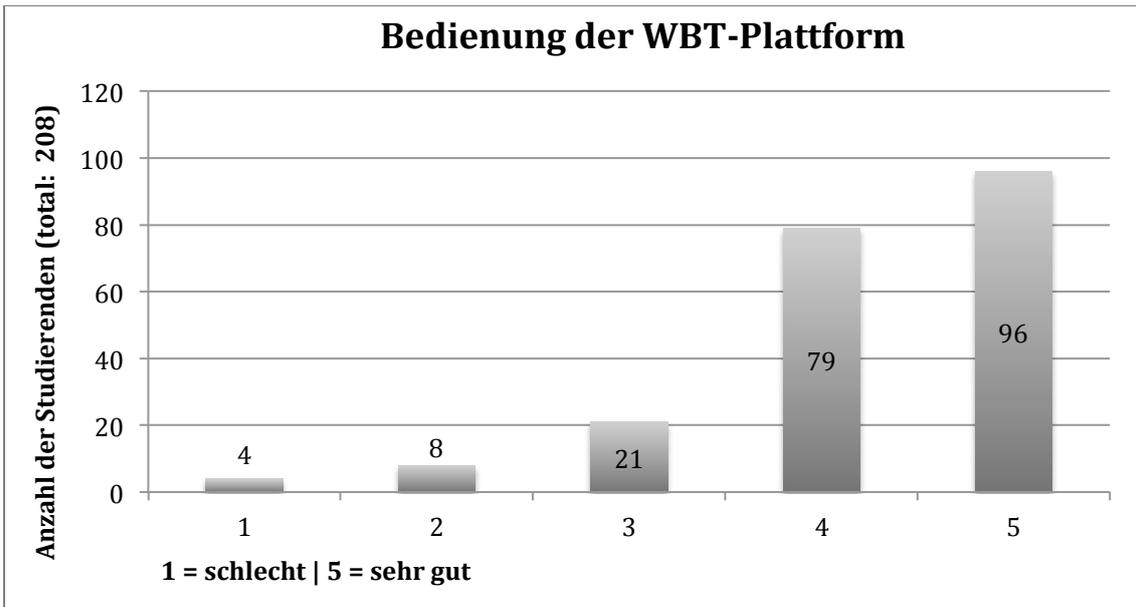


Abb. 29 – Evaluation WS2010/11: Bedienbarkeit

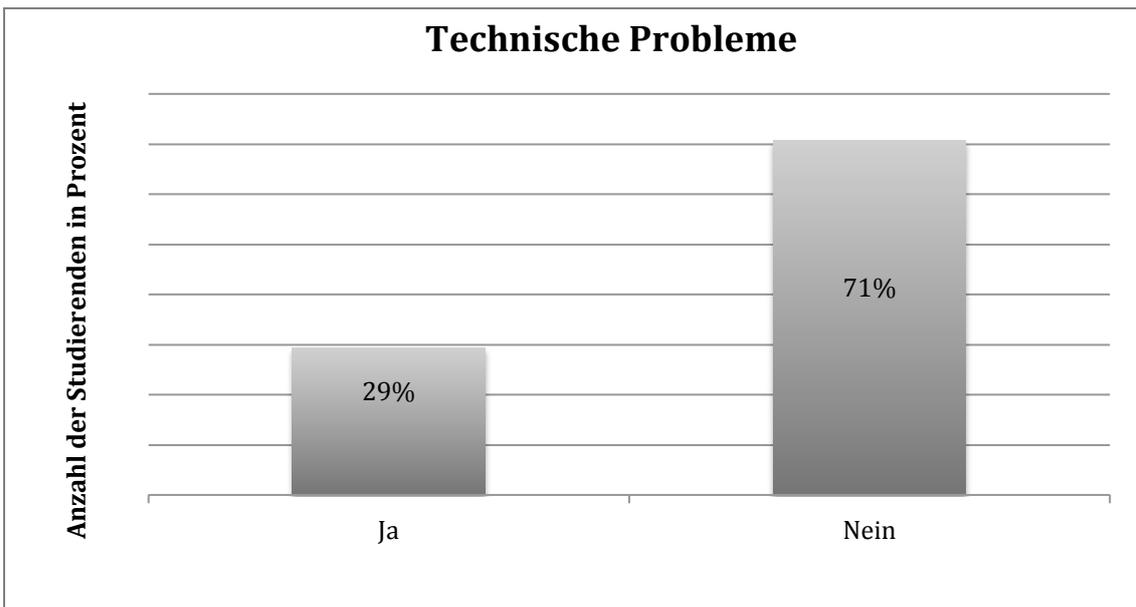


Abb. 30 – Evaluation WS2010/11: Auftreten technischer Probleme

Über die Nutzbarkeit des integrierten Arterienschemas äußerten sich 58% der Nutzer positiv. 69% fänden zusätzliche Leitungsbahnschemata hilfreich. (siehe Abb. 31-32)

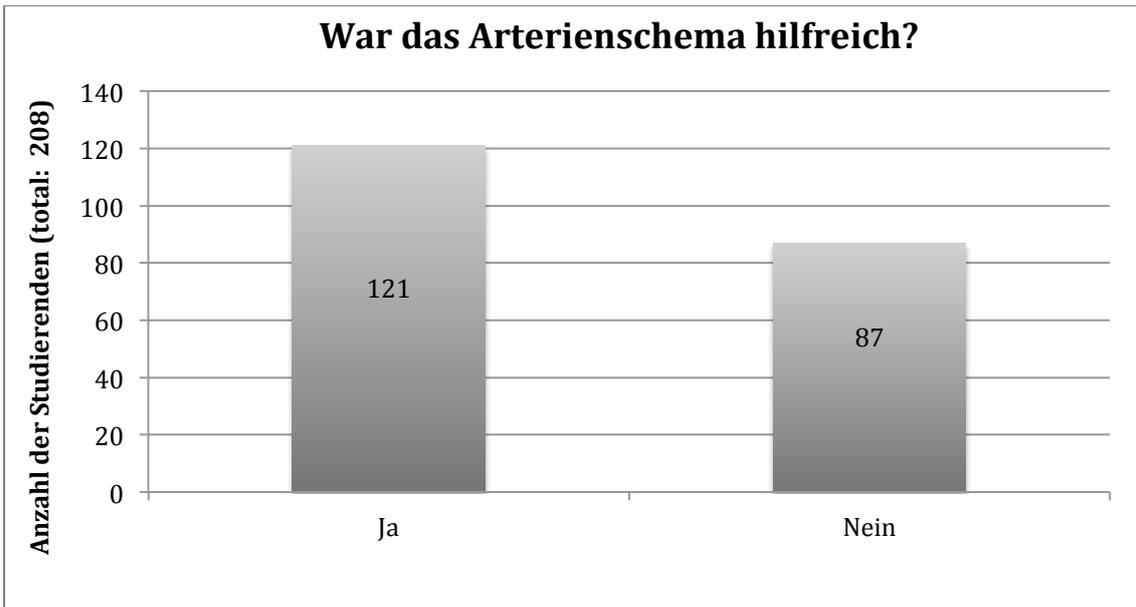


Abb. 31 - Evaluation WS2010/11: Nutzen des Arterienschemas

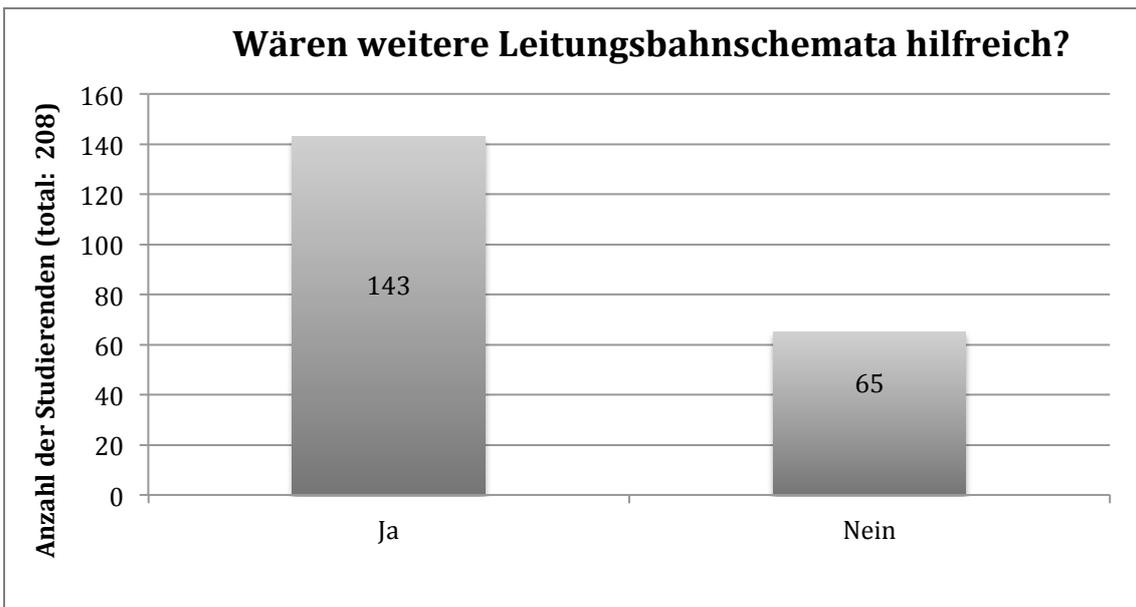


Abb. 32 - Evaluation WS2010/11: Weitere Leitungsbahnschemata hilfreich

3.4.1.6. Subjektive Einschätzung des Lernerfolgs

64% der Nutzer der WBT-Plattform schätzten sich subjektiv nach Abschluss des Präparierkurses besser als ihre Kommilitonen ein. 29% enthielten sich einer Schätzung. Die beiden Bestnoten 9 und 10 auf einer Skala von 1-10 wurden von 26% der Nutzer ausgewählt (siehe Anhang).

Auf die Frage, welchen Einfluss eine WBT-Plattform im Wissenserwerb im Vergleich zum Lehrbuch besitzt, wiesen 169 von 205 Studierenden (81%) der WBT-Plattform eine mittlere bis große Rolle zu. 75 (36%) räumten dabei mit ihrer Bewertung eine sehr großen Rolle ein (siehe Abb. 33).

152 von 205 Studierenden (73%) bewerteten die Rolle der WBT-Plattform im Wissenserwerb gegenüber dem Präparierkurs gleich bzw. besser ein. Dabei besteht die Tendenz zur Gleichstellung beider Lehrmittel (siehe Abb. 34).

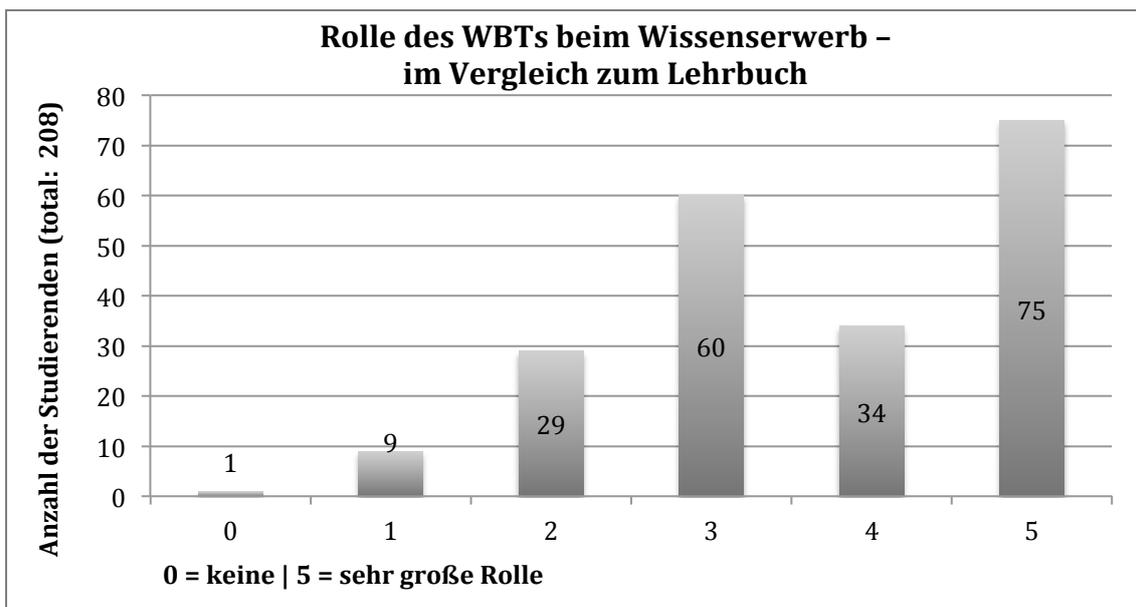


Abb. 33 – Evaluation WS2010/11: Rolle von quowadis im Verhältnis zum Lehrbuch

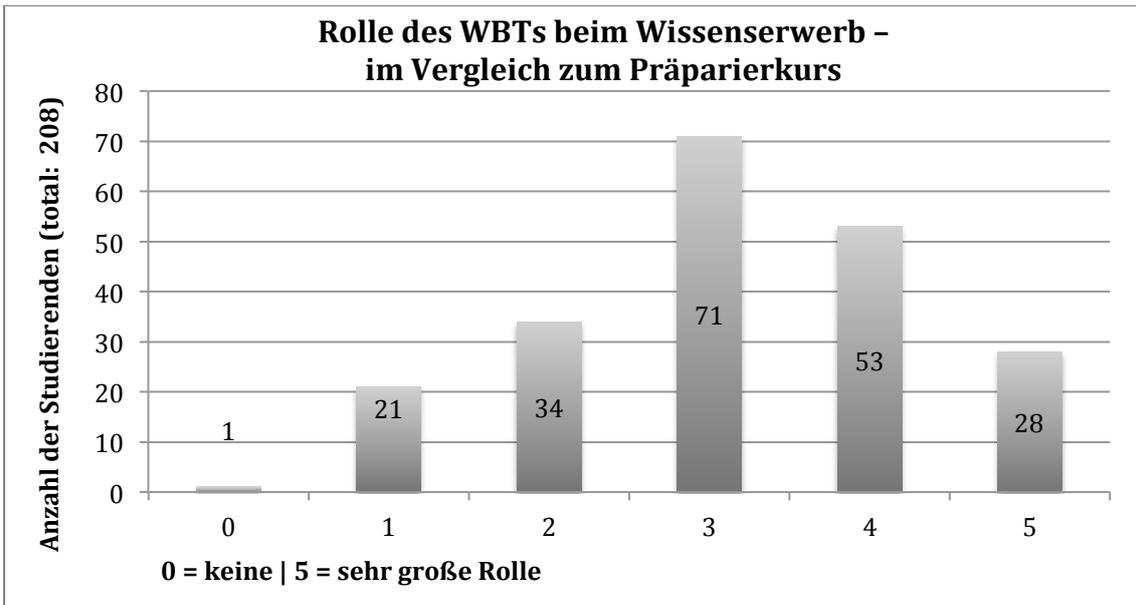


Abb. 34 - Evaluation WS2010/11: Rolle von quowadis zum Präparierkurs?

3.4.1.7. Das WBT nutzt nicht-deutschsprachigen Studenten

71% meinen, dass die WBT-Plattform auch nicht-deutschsprachigen Nutzern nütze (3-5). 19% enthielten sich einer Meinungsäußerung (siehe Abb. 35).

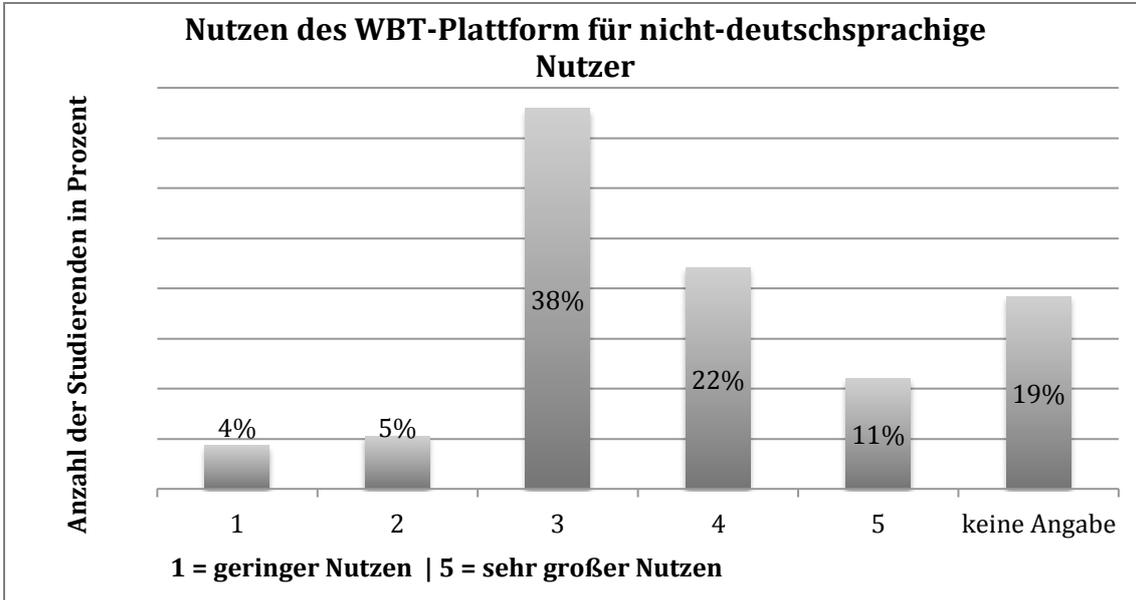


Abb. 35 - Evaluation WS2010/11: Nutzen des WBTs für nicht-deutschsprachige Nutzer

3.4.1.8. Serverstatistik

In Korrelation zu den fünf Testaten nahm die tägliche Anzahl an WBT-Besuchern jeweils vor den Testaten zu und nahm kurz nachdem wieder ab. Der Gesamttrend zeigt eine Steigerung von ersten bis zum letzten Testat (siehe Abb. 36). Testat 1 fand vor Bekanntmachung der WBT-Plattform statt. Testat 5 wurde inhaltlich noch nicht von der WBT-Plattform abgedeckt.

Die Anzahl der Besuche werden täglich erfasst. Die Anzahl steigt bei jedem Besuch und registriert dabei die jeweilige Rechner-IP des Besuchers (webhoster-Control Center).

- Testat 1: 11.-15. Oktober 2010
- Testat 2: 15.-19. November 2010
- Testat 3: 06.-10. Dezember 2010
- Testat 4: 17.-21. Januar 2011
- Testat 5: 13.-17. Februar 2011

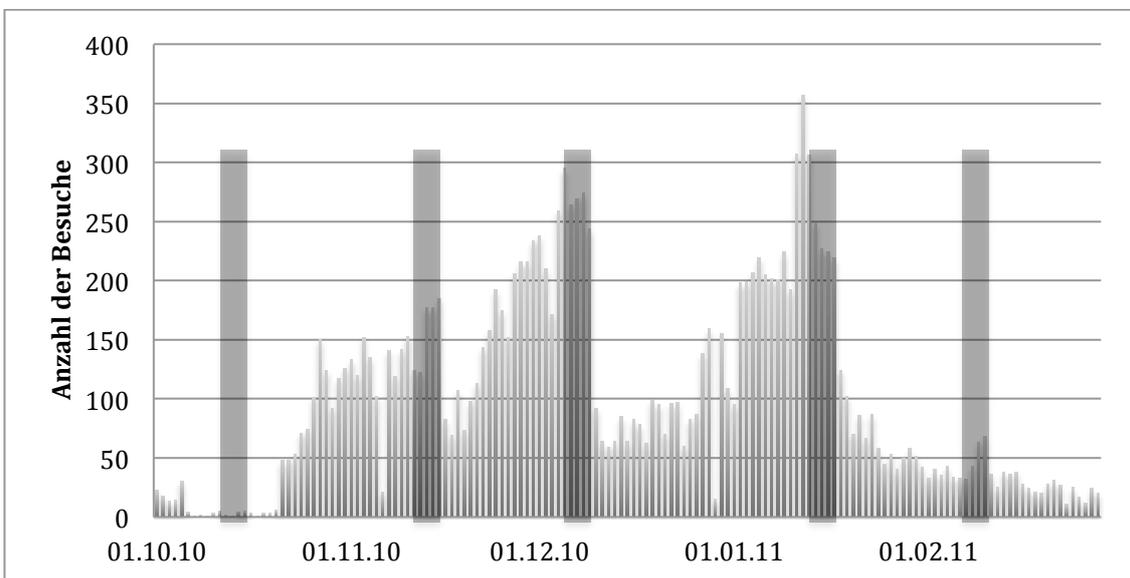


Abb. 36 – Evaluation WS2010/11: Serverstatistik

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die vorgestellte WBT-Plattform, die für eine Integration in das Curriculum der Lehre der makroskopischen Anatomie entwickelt wurde, in mehrfacher Hinsicht ihre Tauglichkeit bewiesen hat. Zum einen bietet sie das gesamte Lehrbuchwissen in gekürzter und auf das Internet optimierter Weise auf 1460 Seiten mit zusätzlichem Prüfungsbereich an. Dies wird ergänzt durch interaktive Leitungsbahnschemata, die als integrativer Bestandteil direkt mit den Inhalten des Lehrbuchwissens verlinkt sind. Zum anderen bestätigt die Evaluation die hohe Akzeptanz unter den Nutzern. Obwohl 29% der Nutzer während der Testphase technische Probleme hatten, würden 92% der Teilnehmer die WBT-Plattform weiterhin zur Prüfungsvorbereitung nutzen.

Im Vergleich zu konventionellen Lernmethoden stellt die WBT-Plattform demnach eine sinnvolle Ergänzung zum Lehrbuch für das Lernen oder Vorbereiten zuhause oder in der Bibliothek dar. Nicht jedoch gegenüber dem Präparierkurs, dessen Möglichkeiten neben der Anfertigung praktischer Fertigkeiten auch der Austausch mit Studierenden von der WBT-Plattform nicht ersetzt werden kann.

Speziell der Nutzen des interaktiven Arterienschemas wurde von über 60 Prozent der Nutzer als hilfreich empfunden. Knapp mehr 60 Prozent würden die Entwicklung von weiteren Gefäßschemata begrüßen.

Die Interpretation eines verbesserten subjektiven Lerneffektes kann vom positiven Nebeneffekt der Benutzung der WBT-Plattform abgeleitet werden. Hierzu zählen die Angaben, dass eine Arbeitserleichterung, flexible Zeiteinteilung, kontinuierliche Unterstützung des Lernprozesses überragend positiv von den Benutzern bewertet wurden (siehe Anhang). Ein Lernerfolg aus der Sicht der Prüfer ist nicht mit in die Auswertung eingegangen.

Das insgesamt positiv bewertete Ergebnis der WBT-Plattform sei berechtigt, jedoch ist deren Bewertung unter der Berücksichtigung des Hawthorne-Effekts zu relativieren. Dieser besagt, dass die *Teilnehmer einer Studie [...] ihr natürliches Verhalten [ändern], weil sie wissen, dass sie an einer Studie teilnehmen und unter Beobachtung stehen.* [93]. Dabei ist es möglich, dass die Nutzer insgesamt bessere

Bewertungen verwendeten, da sie nicht ausschlossen, unter Beobachtung zu stehen. Durch die Kombination der Evaluierungsergebnisse aus der Akzeptanz- und Lernerfolgsmessung kann der Erfolg der WBT-Plattform bestätigt werden.

Diese erhobenen Daten flossen in die Weiterentwicklung der Plattform ein. Dazu zählt die Erweiterung des Vorlesungsbereiches um das Kapitel Anatomie des Kopfes, die Erstellung weiterer Leitungsbahnschemata vom Venen-, Lymph- und Nervensystem bei gleichbleibender Funktionalisierung. Ebenso wie die Verbesserung technischen Voraussetzungen zum Erhalt eines stabilen Angebotes bei einem Online-Traffic, der besonders zu Zeiten kurz vor der Prüfung erwartungsgemäß hoch ist (siehe Anhang).

3.4.2. Evaluation im Wintersemester 2011/12

Um die Ergebnisse der zweiten Evaluation mit der ersten zu vergleichen, wurde die zu bewertende Auswahl an Nutzern demselben Profil unterstellt. Insgesamt wurden 567 Datensätze aus dem WS11/12 an der LMU in München ausgewertet. Grundvoraussetzung für einen verwendeten Datensatz war neben der Vollständigkeit des Datensatzes auch der Status als Studierender der LMU München, die Teilnahme am Präparierkurs und ein funktionierender Internetzugang.

3.4.3.1. Teilnehmer

Von den Teilnehmern der Evaluation (n=567) besaßen alle einen eigenen Computer mit Internetzugang und nutzten das WBT. 64% (*im Vergleich zur ersten Evaluation: 58%*) der Teilnehmer waren weiblich und 36% (*erste Evaluation: 42%*) männlich. Der Präparierkurs startet im Wintersemester im ersten Semester für 99% der Nutzer. 1% haben den Präparierkurs auf höhere Semester verschoben (siehe Abb. 37-38).

Das Alter der Nutzer lag zwischen 18 und 45 Jahren (*erste Evaluation: 19-30*) bei einem Altersdurchschnitt von 21,19 Jahren (*erste Evaluation: 22,31*). Im Alter zwischen 18 und 19 Jahren liegen 46%, zwischen 20-22 Jahren liegen 31% (*erste Evaluation: 60%*) der Teilnehmer (siehe Abb. 39).

54% (*erste Evaluation: 50%*) schätzten sich als *Lese- und Schreib-Typ*, gefolgt von visuellem 25% (*erste Evaluation: 34%*), praktischem 14% (*erste Evaluation: 11%*) und auditivem 6% (*erste Evaluation: 3%*) Lerntyp. Lediglich 27% (*erste Evaluation: 30%*) gaben Erfahrungen mit e-Learning-Angeboten an (siehe Abb. 40).

Der überwiegende Anteil von 96% (*erste Evaluation: 94%*) lernt zu Hause. 4% (*erste Evaluation: 5%*) lernen in der Universität (siehe Abb. 41).

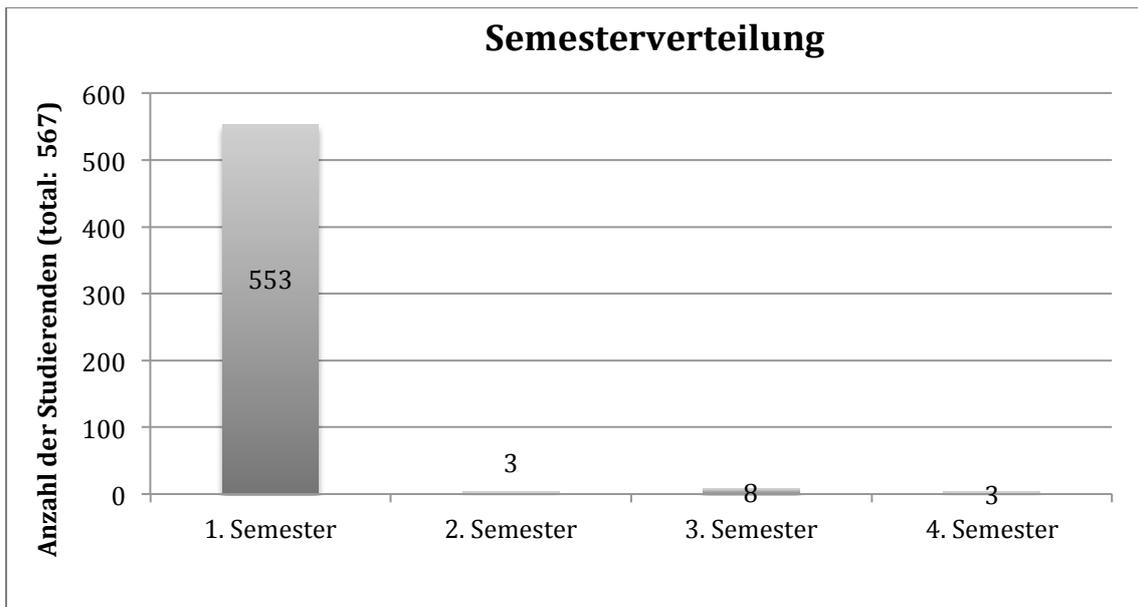


Abb. 37 - Evaluation WS2011/12: Semesterverteilung

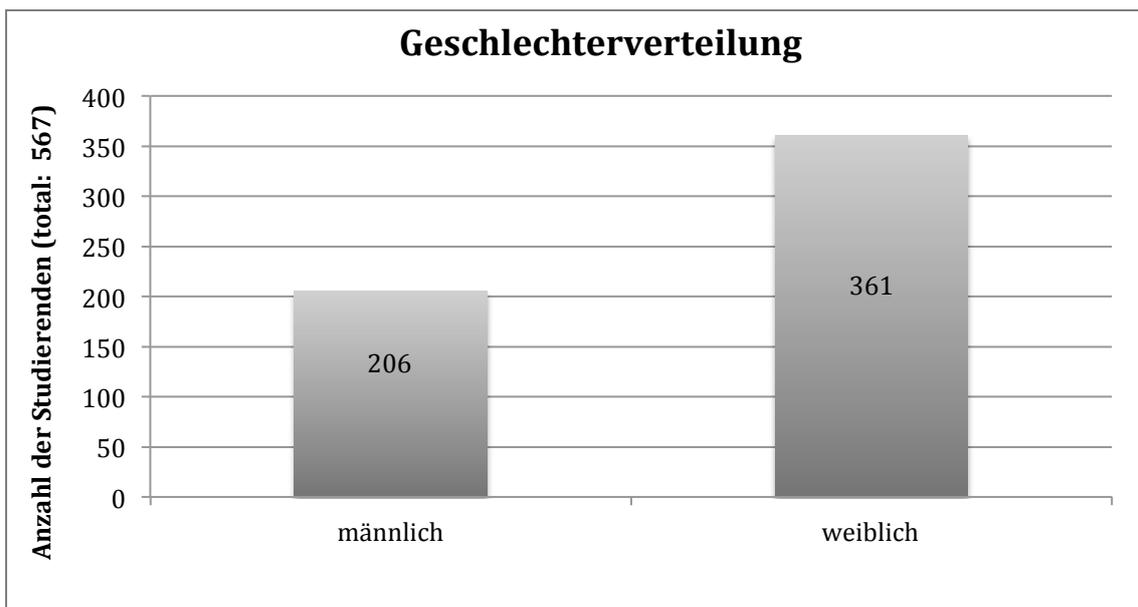


Abb. 38 - Evaluation WS2011/12: Geschlechterverteilung

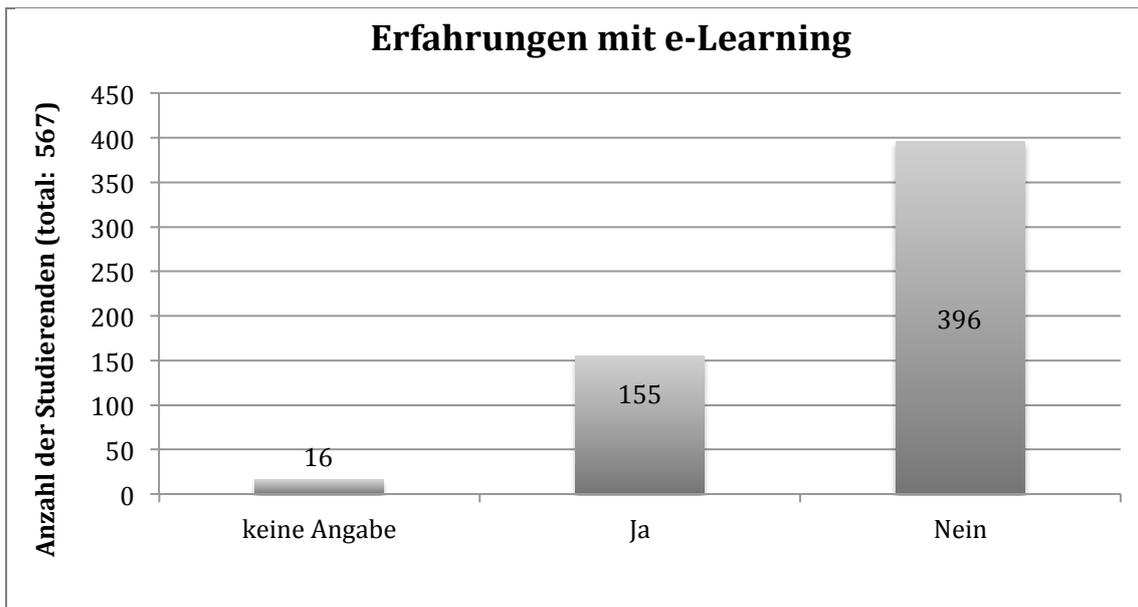


Abb. 39 - Evaluation WS2011/12: Erfahrungen mit e-Learning

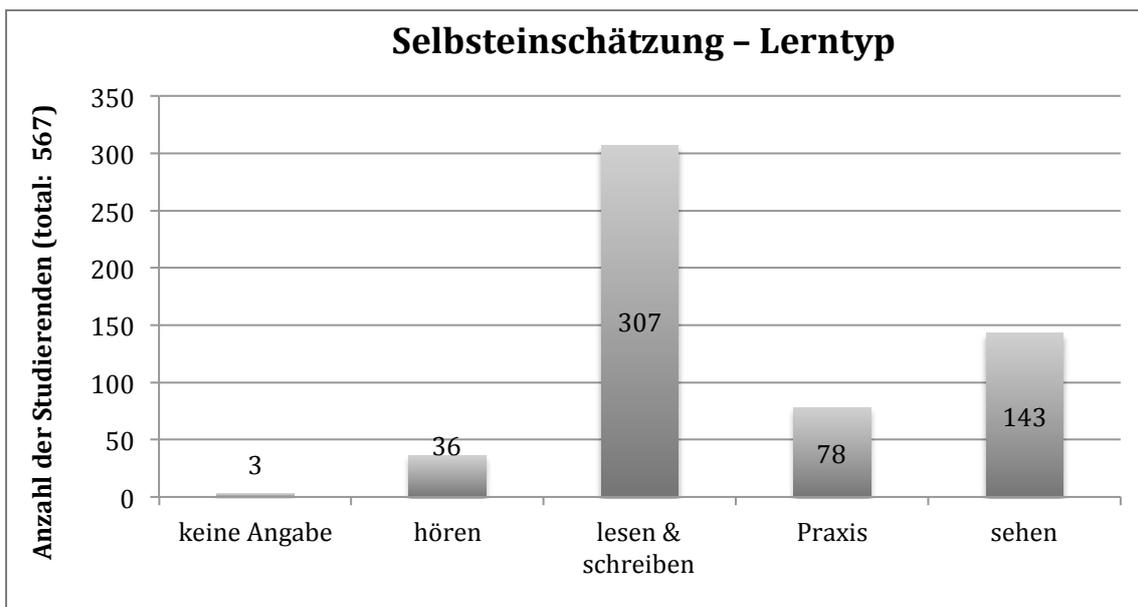


Abb. 40 - Evaluation WS2011/12: Lerntyp

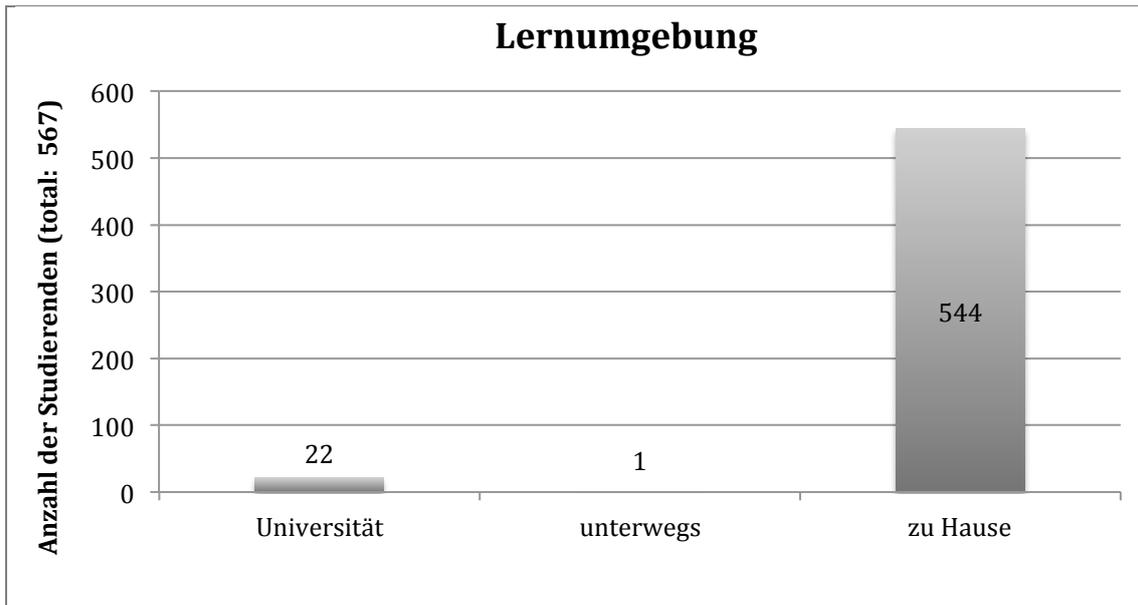


Abb. 41 – Evaluation WS2011/12: Lernumgebung

3.4.3.2. Nutzen von e-Learning für das Medizinstudium

Wie in der Testphase bewerteten 99% der Nutzer den generellen Einsatz von e-Learning in der Lehre für sinnvoll. 53% (erste Evaluation: 63%) der Nutzer bewerteten die WBT-Plattform mit den Bestnoten 4 und 44% (erste Evaluation: 34%) der Nutzer bewerteten dies mit 2 und 3. Eine sehr geringe Relevanz vergaben ebenfalls 3% der Nutzer (siehe Abb 42-43).

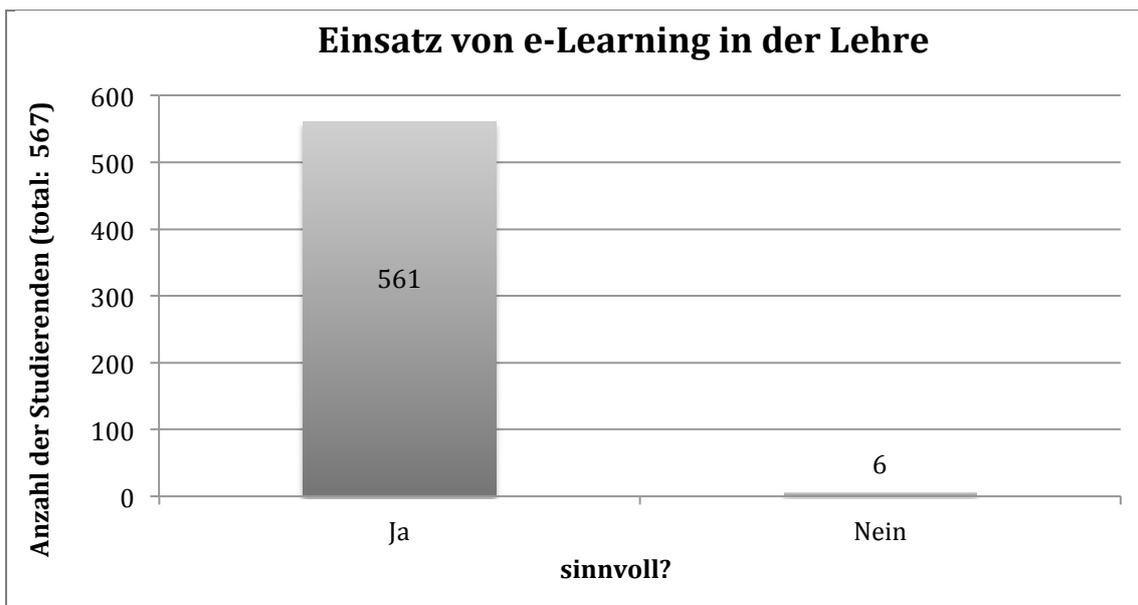


Abb. 42 – Evaluation WS2011/12: Einsatz von computerunterstützten Medien im Studium

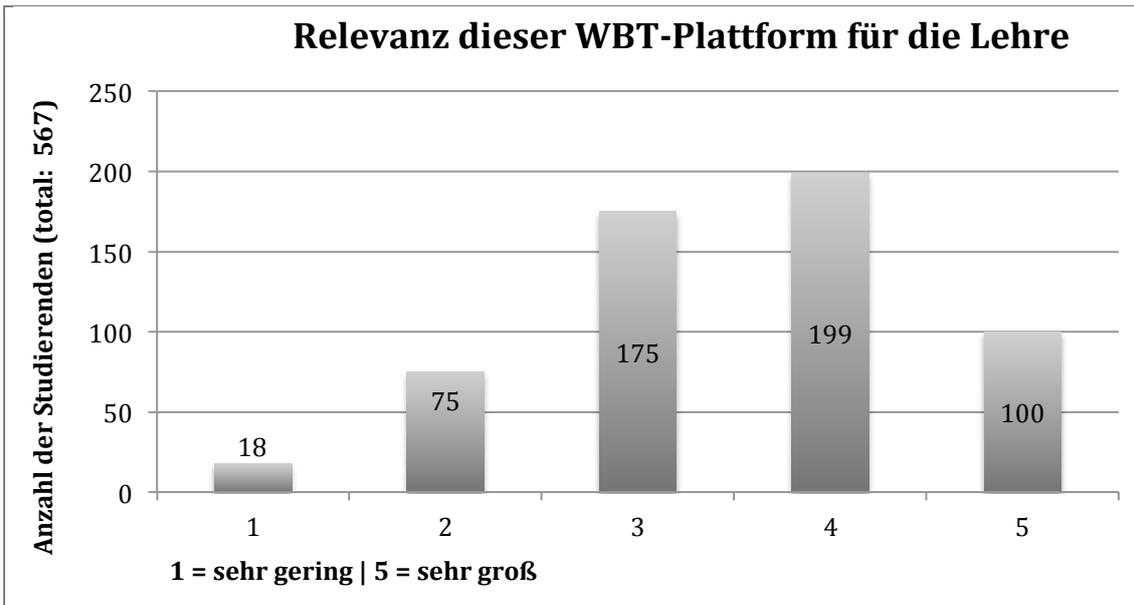


Abb. 43 – Evaluation WS2011/12: Relevanz des WBTs für die Lehre

3.4.3.3. Motivation und künftige Nutzung des Programms

99% (erste Evaluation: 93%) der Nutzer wünschten sich für andere Lehrveranstaltungen ein vergleichbares e-Learning-Angebot, was Rückschlüsse auf die Motivation und einer künftigen Nutzung geben kann (siehe Abb. 44).

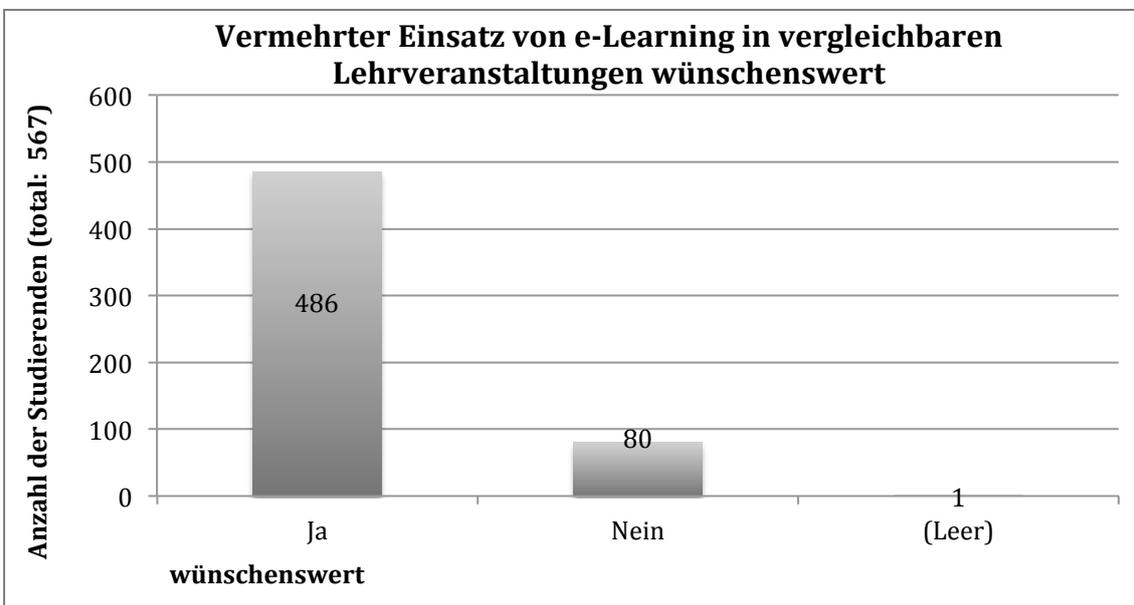


Abb. 44 – Evaluation WS2011/12: In Zukunft mehr Einsatz von digitalem Lernmaterial

3.4.3.4. Evaluation von Layout und Umsetzung

Die Umsetzung wurde von 80% der Nutzer mit den Bestnoten 4 und 5 bewertet, ähnlich wie in der Testphase (erste Evaluation: 84%). Das Layout wurde entsprechend von 75% (erste Evaluation: 82%) mit Note 4 oder 5 bewertet.

(siehe Abb. 45-46).

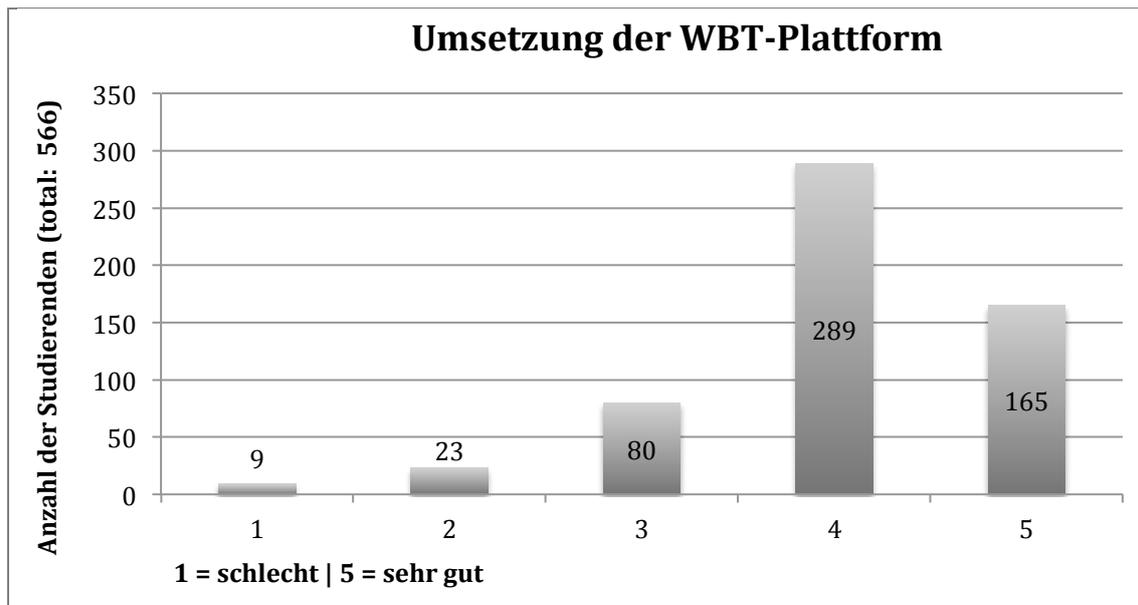


Abb. 45 - Evaluation WS2011/12: Umsetzung von quowadis?

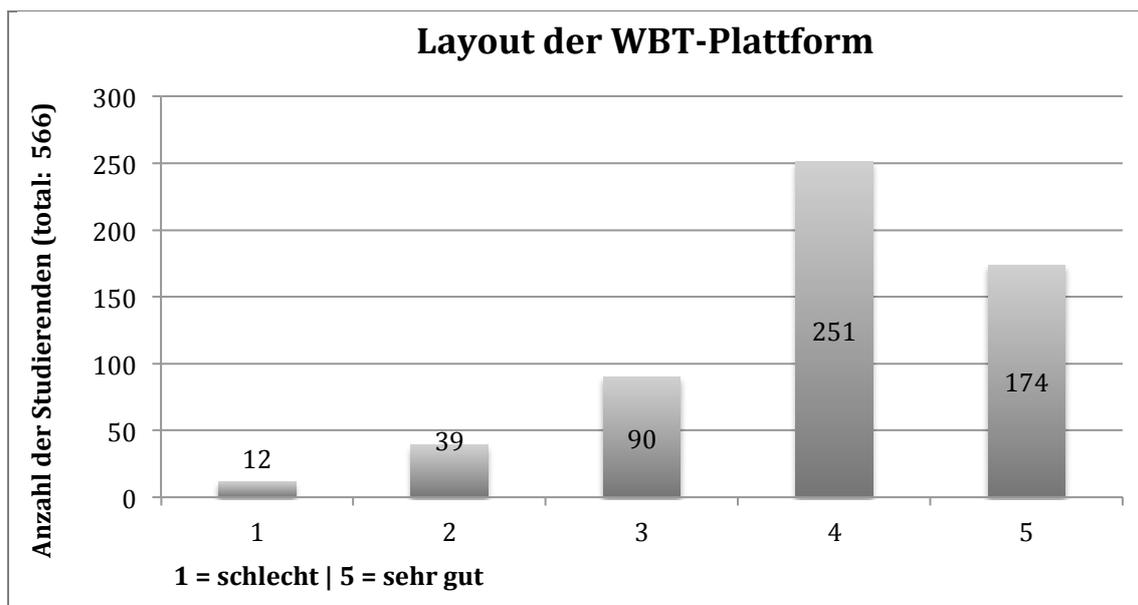


Abb. 46 - Evaluation WS2011/12: Layout von quowadis?

3.4.3.5. Benutzung der WBT-Plattform

Allgemein wurde e-Learning in Form einer WBT-Plattform oder eines e-Books von 60% (erste Evaluation: 65%) zum Selbststudium und von 75% zum Nachschlagen verwendet. Beides zusammen nutzten 43% (erste Evaluation: 45%). 4% fanden keine Verwendung für ein E-Book (siehe Abb. 47).

78% (erste Evaluation: 72%) der Nutzer nutzten den Computer für 20-60% der Lernzeit. 18% (erste Evaluation: 12%) der Nutzer verzichteten auf das Lernen am PC oder verbrachten maximal 20% der Lernzeit vor einem Computer. 14% (erste Evaluation: 17%) verbrachten mehr als 60% ihrer Lernzeit am Computer.

(siehe Abb. 48)

95% (erste Evaluation: 92%) der Teilnehmer nutzten die WBT-Plattform zur Prüfungsvorbereitung. Davon 56% (erste Evaluation: 55%) sehr oft. Bezüglich der Bedienung vergaben 86% (erste Evaluation: 84%) die beiden Bestnoten 4 und 5. Technische Probleme hatten 18% (erste Evaluation: 29%).

(siehe Abb. 49-50 und 52)

Über den Nutzen der integrierten Gefäßschemas äußerten sich 53% (erste Evaluation: 58%) der Nutzer positiv (siehe Abb 51).

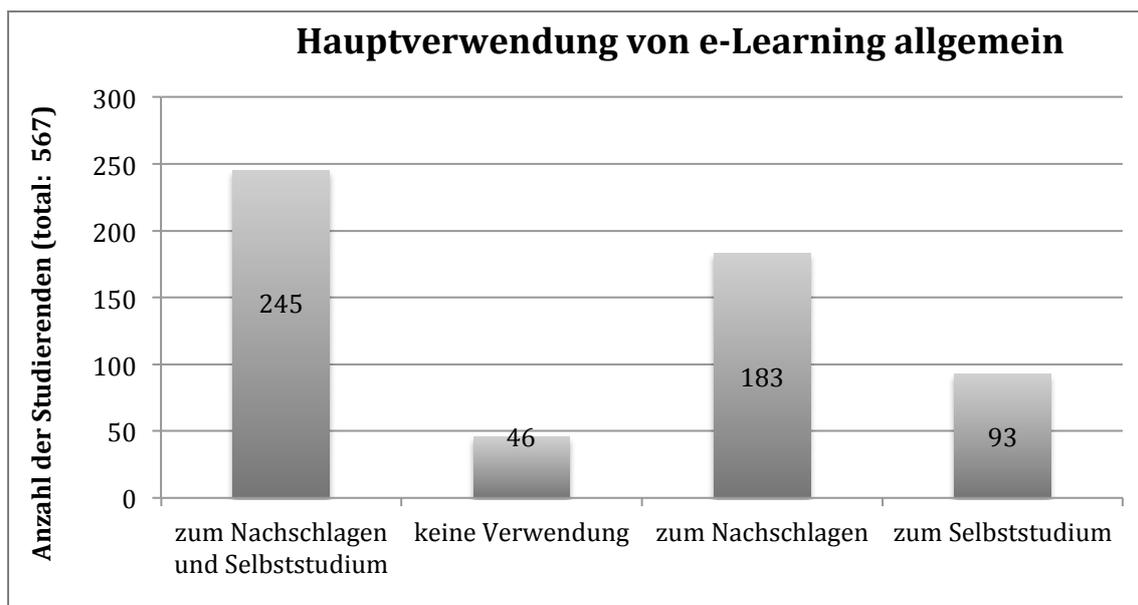


Abb. 47 – Evaluation WS2011/12: WBT-Plattform zum Selbststudium oder Nachschlagen

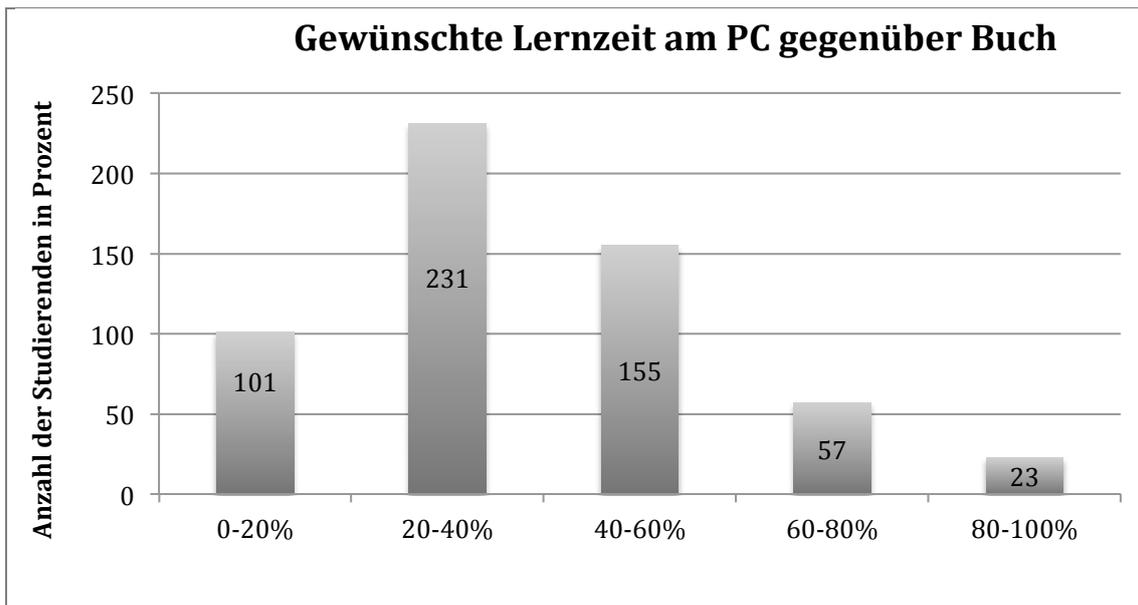


Abb. 48 - Evaluation WS2011/12: Lernzeit am Computer

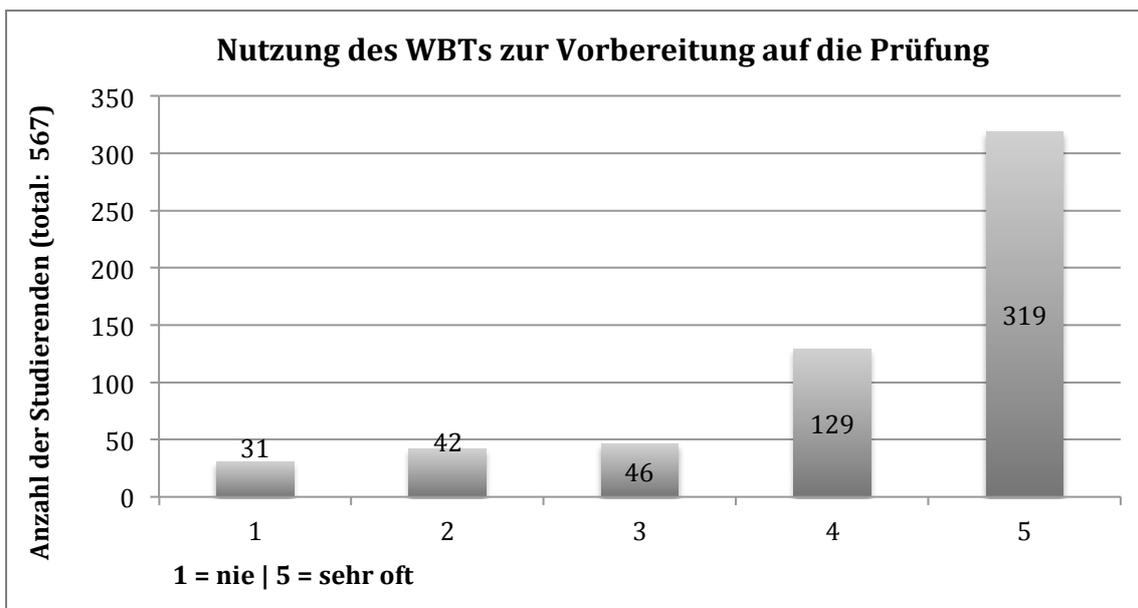


Abb. 49 - Evaluation WS2011/12: Quowadis zur Prüfungsvorbereitung nutzen

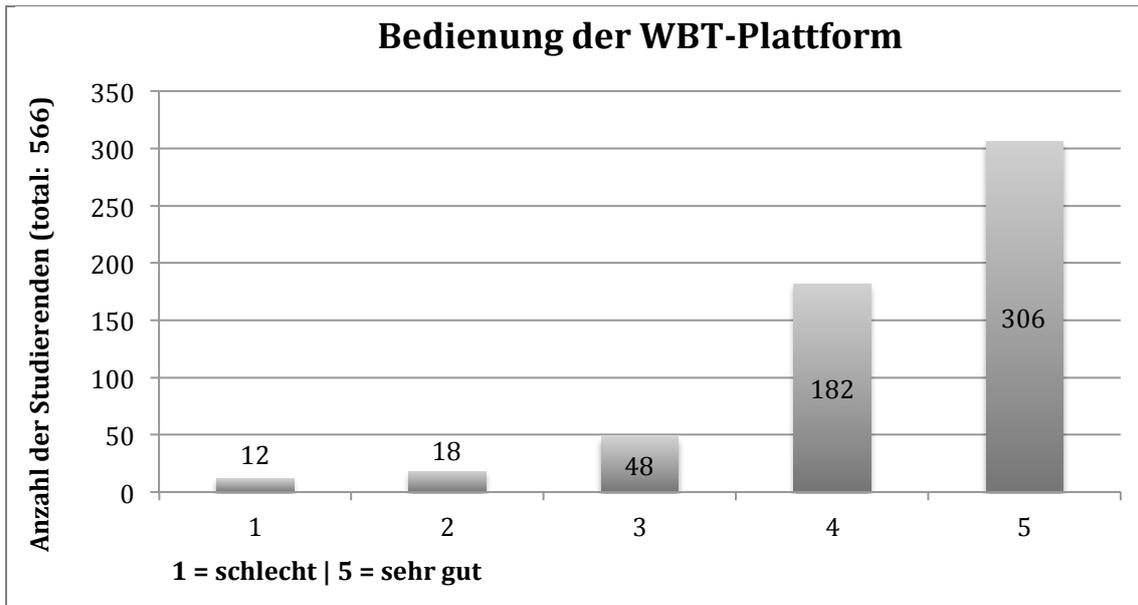


Abb. 50 - Evaluation WS2011/12: Benutzerfreundlichkeit

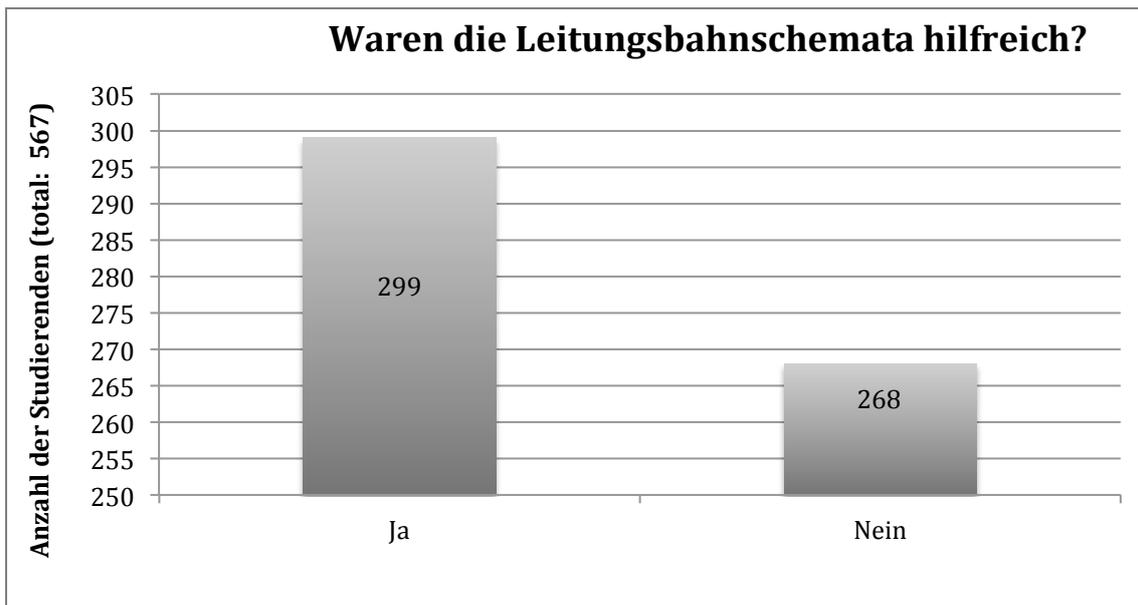


Abb. 51 - Evaluation WS2011/12: Leitungsbahnschemata hilfreich

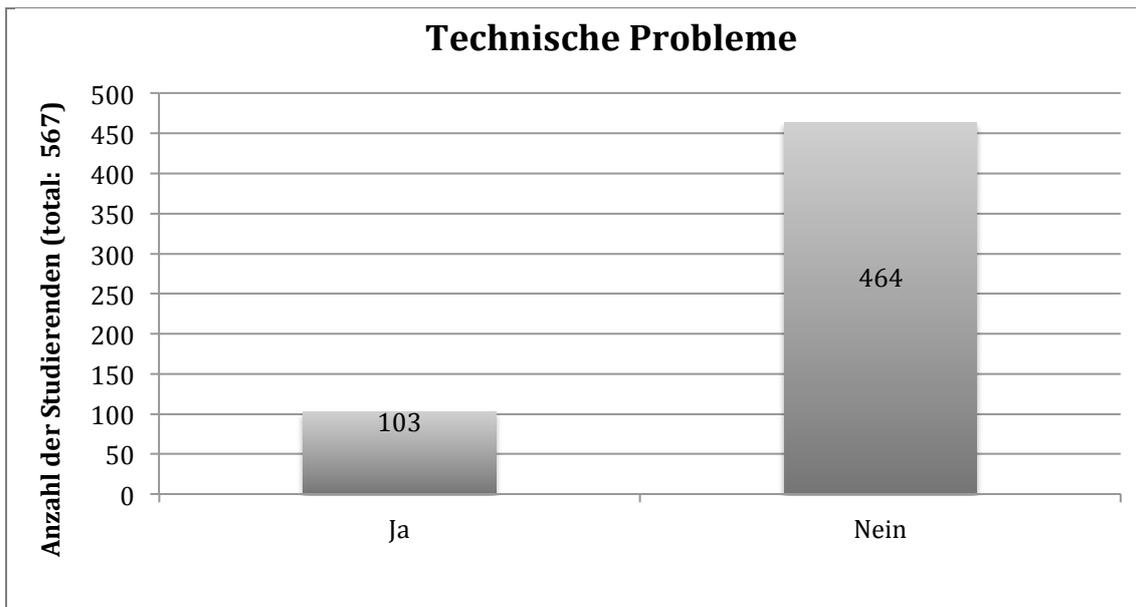


Abb. 52 – Evaluation WS2011/12: Technische Probleme

3.4.3.6. Einschätzung des Wissens

Neben 29% Enthaltungen schätzten sich 64% der Nutzer nach Abschluss des Präparierkurses besser als ihre Kommilitonen ein. Die beiden Bestnoten 9 und 10 auf einer Skala von 1-10 wurden von 26% der Nutzer ausgewählt (siehe Anhang).

Auf die Frage, welchen Einfluss eine WBT-Plattform im Wissenserwerb im Vergleich zum Lehrbuch besitzt, wiesen 82% der Studierenden (erste Evaluation: 81%) dem WBT eine mittlere bis große Rolle zu. 30% (erste Evaluation: 36%) räumten dabei mit ihrer Bewertung eine sehr großen Rolle ein (siehe Abb. 53).

72% der Studierenden (erste Evaluation: 73%) bewerteten die Rolle der WBT-Plattform gegenüber dem Präparierkurs im Wissenserwerb gleich bzw. groß ein. Dabei besteht die Tendenz zur Gleichstellung beider Lehrmittel (siehe Abb. 54).

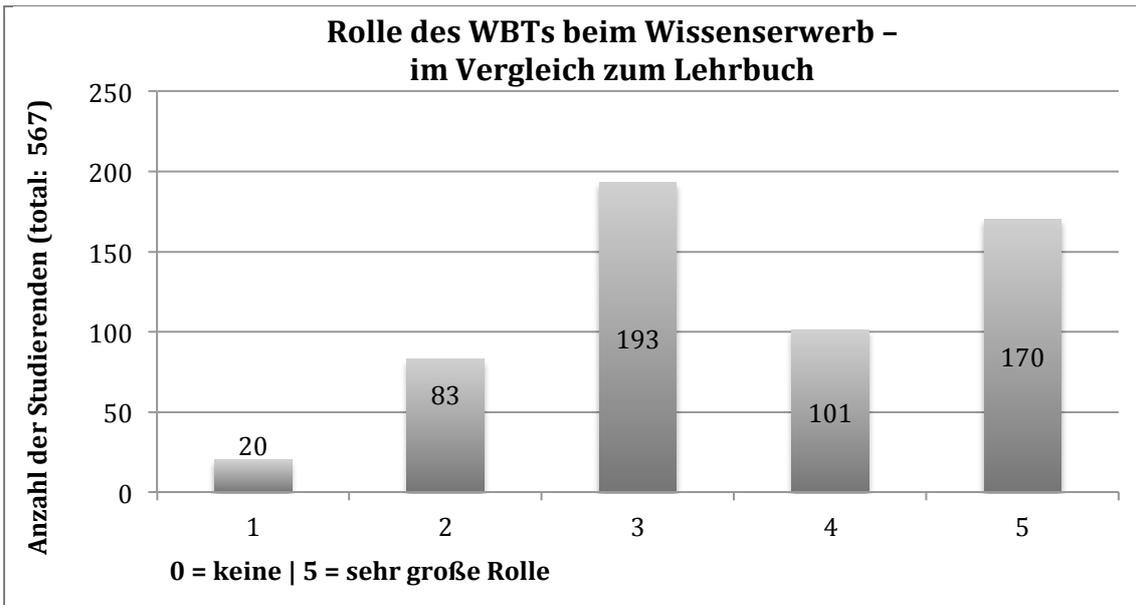


Abb. 53 – Evaluation WS2011/12: Rolle von quowadis

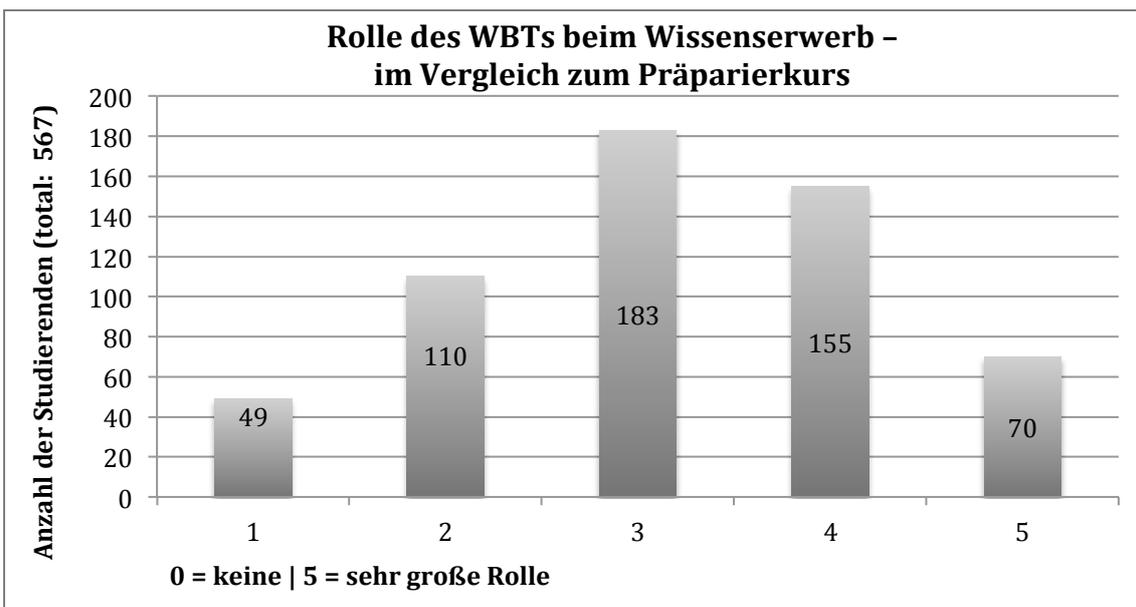


Abb. 54 – Evaluation WS2011/12: Rolle von quowadis zum Präparierkurs

3.4.3.7. Das WBT nutzt nicht-deutschsprachigen Studenten

67% (erste Evaluation: 71%) meinen, dass die WBT-Plattform auch nicht-deutschsprachigen Nutzern nütze (3-5). 21% (erste Evaluation: 19%) enthielten sich einer Meinungsäußerung (siehe Abb. 55).

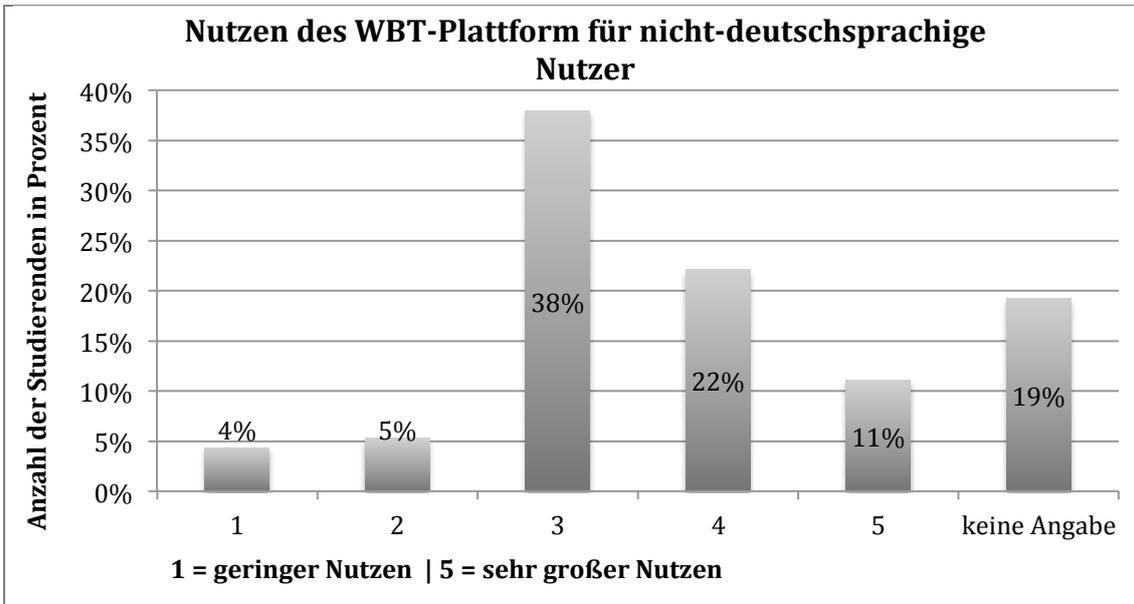


Abb. 55 - Evaluation WS2011/12: Nutzen für nicht-deutsch-sprachige Nutzer

3.4.3.8. Serverstatistik

Im Vergleich beider Evaluationen zueinander zeigt sich eine deutliche Zunahme an Benutzern, was im Wesentlichen auf eine höhere Zahl an Studierenden zurückzuführen ist. Der Gesamttrend der zweiten Evaluation zeigt ebenfalls eine Steigerung von ersten bis zum letzten Testat (siehe Abb. 56).

Die Anzahl der Besuche werden täglich erfasst. Die Anzahl steigt bei jedem Besuch und registriert dabei die jeweilige Rechner-IP des Besuchers. Wenn sich ein Besucher länger als 30 Minuten auf der Webseite befindet, werden seine Besuche mehrfach gezählt (1&1-Control Center).

- Testat 1: 17.-18. November 2011
- Testat 2: 05.-06. Dezember 2011
- Testat 3: 16.-17. Januar 2011
- Testat 4: 16.-17. Februar 2012

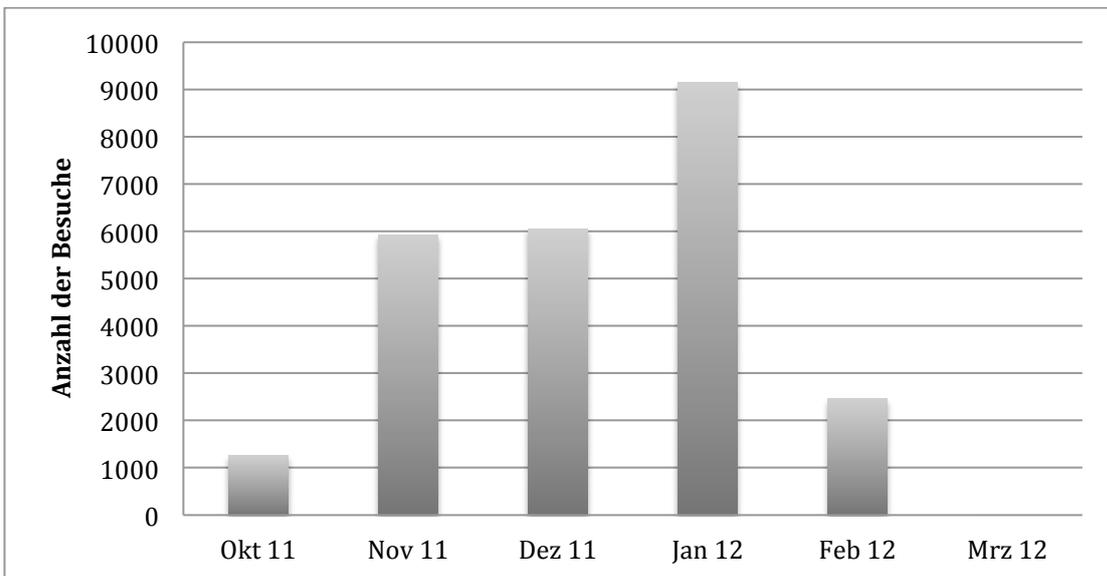


Abb. 56 – Evaluation WS2011/12: Serverstatistik

3.4.4. Vergleich der beiden Evaluationen

Auch eine zweite Evaluation mit einer größeren, vergleichbaren Benutzergruppe (n=567) bewertet die WBT-Plattform mit einem stabilen Ergebnis und einer hohen Akzeptanz bei den Nutzern. Die inhaltlichen Ergänzungen der Vorlesung um ein weiteres Kapitel und die vier Gefäßschemas erzielten ähnliche Ergebnisse, wie in der ersten Evaluation. Die Anzahl an technischen Problemen konnte von 29% auf 18% gesenkt werden. Hierzu hat insbesondere die Optimierung der Programmierung beigetragen.

Die Interpretation eines verbesserten Lerneffektes wurde auch in dieser Evaluation als positiv bewertet. Dabei übt die WBT-Plattform einen großen Einfluss aus.

4. Diskussion

Seit dem Jahr 2004 bietet das Bundesministerium für Bildung und Forschung „Richtlinien über die Förderung der Entwicklung und Erprobung von Maßnahmen der Strukturentwicklung zur Etablierung von eLearning in der Hochschullehre“ an [94]. In einer repräsentativen Studie aus dem Jahr 2006 konnte gezeigt werden, dass die Voraussetzungen für den Einsatz von e-learning aus Sicht der Studierenden bereits etabliert werden konnte [95]. Zudem hat sich die Informationstechnologie in den zurückliegenden Jahren rasant fortentwickelt und hat zu starken Veränderungen unseres privaten und beruflichen Alltags geführt [96]. Innerhalb der letzten Jahre wurde die Akzeptanz und der Lernerfolg von fallbasierten e-Learning-Angeboten in der Mediziner Ausbildung in mehreren klinischen Studien untersucht [97-99].

Trotz der hohen Anzahl an e-Learning-Angeboten für die Mediziner Ausbildung, liegt nach aktuellem Kenntnisstand des Verfassers keine Studie für die Implementierung von e-Learning in ein deutschsprachiges Curriculum vor-klinischer Disziplinen vor. Speziell die Lehre der makroskopischen Anatomie, in der Faktenwissen über die körperlichen Strukturen und deren Zusammenhänge erlernt wird, stellt den Studierenden bereits im Lernprozess vor die komplexe Herausforderung, Wissen aufzunehmen und nachhaltig für den Klinik-Alltag zu festigen. Diese Arbeit baut daher auf der Fragestellung auf, wie der Einsatz von e-Learning die Lehre der Anatomie verbessern und damit Wissen als Grundlage für medizinisches Denken und Handeln nachhaltig gefestigt werden kann.

In der vorliegenden Arbeit wird gezeigt, dass die WBT-Plattform der makroskopischen Anatomie als ergänzendes, freiwilliges Lernangebot für das Präpariersemester in ein bestehendes Curriculum implementiert werden kann. Die Ergebnisse zeigen, dass die Studierenden den Einsatz überdurchschnittlich mit den Noten „gut“ bis „sehr gut“ bewerten. Ein Lernerfolg wurde bei den meisten Studierenden subjektiv festgestellt. Dieser ist auf eine erhöhte Lernmotivation

zurückzuführen, welche ursächlich in der inhaltlichen Ausrichtung auf das Curriculum und auf die medienbegleitenden Vorteile des WBTs zurückgeführt werden kann. Gleichermaßen kann eine Korrelation zwischen Lernmotivation und der Bewertung der Gestaltung des GUI festgestellt werden.

Die Analyse des Bedarfs wurde anhand von ausgewählten Absolventen des Präparierkurses erstellt, die ihr Präpariersemester bereits abgeschlossen hatten. In dieser Befragung konnte gezeigt werden, dass ein generelles Interesse in der Benutzung von e-Learning-Angeboten zur Vorbereitung auf die Testate und das Physikum besteht. Einige nutzten bereits bestehende e-Learning-Angebote anderer Universitäten dafür, unter anderem das Angebot der Universität Zürich [52]. Nach damaligem Kenntnisstand existierte kein e-Learning-Angebot, welches einen nützlichen Überblick über die Leitungsbahnen des Körpers darstellte. Gründe hierfür könnten einerseits das ausreichend bestehende Angebot aus dem Printbereich sein als auch ein bislang fehlender Ansatz zur Steigerung des Mehrwerts durch digitale Medien. Daher ging es in der Befragung vor allem um die Meinung der Studierenden, ob neben einem Basisangebot aus Lehrbuchinhalten und Abfragefunktion ein qualitativer Mehrwert durch die Erstellung eines interaktiven Leitungsbahnschemas geschaffen werden könne.

Die WBT-Plattform verbindet Lehrbuchwissen mit einer Prüfungsumgebung und interaktiven Leitungsbahnschemata. Die Auswahl an Lehrmaterial wurde durch die zur Verfügung stehenden Mittel ermöglicht. Das Lehrbuchwissen wird in fünf Kapiteln des Vorlesungsbereiches auf insgesamt 1.460 Seiten angeboten. Die Didaktik folgt dabei den Inhalten aus dem Präsenzunterricht. Das verwendete Bildmaterial stammt größtenteils aus dem Archiv des Elsevier-Verlags und extra vom Verfasser für die WBT-Plattform angefertigten Neuzeichnungen. Um eine Kooperation mit dem Elsevier-Verlag zu ermöglichen, wurde ein Lizenzvertrag aufgesetzt, der unter anderem Kriterien für die Nutzung und die Sicherheit der Plattform regelt. Somit wurde die Nutzung zeitlich und örtlich auf die Studierenden des Präparierkurses eingeschränkt und der aktuell technische Stand der Sicherheit im Internet garantiert.

Die Prüfungsumgebung verwendet die Kapiteleinteilung aus dem Vorlesungsbereich. Speziell für die Prüfungssituation wurde eine repräsentative Auswahl mündlicher Prüfungsfragen erstellt. Eine Lernprozess-Analyse wird an dieser Stelle nicht erhoben, da mit den verfügbaren technischen Mitteln keine zufriedenstellende Lösung erstellt werden konnte.

Das Leitungsbahnschema zeigt alle klinisch relevanten Leitungsbahnen und deren Äste. Über eine Navigation können die einzelnen Schemata (Arterien, Venen, Lymphbahnen und Nerven) einzeln oder kombiniert eingeblendet werden. Eine weitere Auswahlmöglichkeit besteht im Ein- und Ausblenden von Körperregionen (Kopf, Rumpf, obere und untere Extremität). Durch Vergrößerung und Verkleinerung kann ein individueller Ausschnitt bestimmt werden. Anhand dieser Navigationsmöglichkeiten werden Lernaufgaben ermöglicht, die vom Erlernen der Bezeichnung der einzelnen Gefäße bis hin zu klinisch wichtigen Bezügen reichen. Die inhaltliche Reduktion auf oben genannte Strukturen ist ein überlegter Kompromiss zwischen Vollständigkeit und Übersichtlichkeit. Aus konstruktivistischer Sicht kann mit dieser Methode des „aufbauenden Lernens“ Kompetenz aufgebaut werden, anstatt Lerninhalte nur additiv hinzuzufügen [100]. Ähnlich wie auf einer Mindmap, über die ein Themengebiet visuell erschlossen werden kann, werden die Gefäßverläufe abstrahiert dargestellt. Das Schema gibt zu Beginn des Lernprozesses einen groben Überblick. Dieser kann durch die Verlinkung zur Vorlesung (*Stecknadeln*) mit detaillierten Informationen ergänzt werden. Dort werden Kenntnisse über den topographischen Verlauf und Strukturen vermittelt, die durch die jeweiligen Gefäße versorgt werden.

Damit e-Learning-Angebote orts- und zeitunabhängig genutzt werden können, ist ein Internetzugang nötig. Dieser wird jedem Studierenden über universitäre Einrichtungen ermöglicht. Zudem verfügt der Großteil an Studierenden über einen privaten Internet-Anschluss [95].

Die Nutzung und die Evaluation der WBT-Plattform erfolgten auf freiwilliger Basis durch die Teilnehmer des Präparierkurses aus dem WS10/11 und WS11/12. Die Auswertung der Serverstatistik beider Präpariersemester zeigt eine wellenförmige

ansteigende Anzahl an Nutzern im Verlauf, wobei eine Korrelation zu den mündlichen Testaten erkennbar ist. So konnte letztlich festgestellt werden, dass die Implementierung zwanglos möglich ist.

Eine online-basierte Evaluation wurde am Ende des Semesters durchgeführt. Die hohe Beteiligung liegt unter anderem auch in der flexiblen Zeiteinteilung und einer maximalen Bearbeitungszeit von weniger als 15 Minuten begründet.

Ein Bias der Arbeit besteht in der Auswahl der evaluierten Datensätze: Die Auswertung der Daten schloss inkomplett ausgefüllte Datensätze aus, welche durch die automatische Erstellung einer digitalen Datenbank mittels *PHP* jedoch minimiert werden konnte. Trotzdem wurden mit dieser Methode lediglich die Nutzer der WBT-Plattform erreicht. Nicht-Nutzern konnten in der Akzeptanzmessung nicht erreicht werden, was zu einer durchschnittlich überpositiven Bewertung führen kann. Die Menge an Nicht-Nutzern wurde jeweils am Ende des Semesters durch den Vergleich der Gesamtanzahl der Studierenden des Präpariersemesters mit der Anzahl der Evaluierenden erhoben. Beispielsweise begannen im Wintersemester 2011/12 etwa 800 Studierenden ihr Präpariersemester, von denen 567 die WBT-Plattform evaluierten. Das entspricht einer Gesamtbeteiligung von etwa 70%.

Eine asynchrone Betreuung und Kommunikation fand über öffentliche soziale Netzwerke statt. Hierzu wurden „private Gruppen“ auf der Plattform *studiVZ*© und *facebook*© gegründet (Im Wintersemester 2010/11 nutzte eine Mehrzahl der Studierenden die Plattform *studiVZ*© für die Verbreitung aktueller universitärer Informationen. Im Wintersemester 2011/12 war eine Verlagerung hin zur Nutzung von *facebook*© zu erkennen). Der Verzicht in der Nutzung bestehender universitärer Strukturen oder eigens erstellten Kommunikationskanälen liegt in der Tatsache begründet, dass der technische Support einerseits kostengünstig aber auch möglichst unmittelbar ohne weiteren Aufwand zur Verfügung gestellt werden sollte. Auf diese Weise wurden die Studierenden bereits in ihrem privaten Netz-Alltag über Aktualisierungen informiert. Ebenso konnte darüber im Verlauf des

Semesters studentisches Feedback im Sinne einer *formativen Evaluation* in die unmittelbare Optimierung der WBT-Plattform einfließen [91].

Ein wesentlicher Kritikpunkt dieser Arbeit ist die fehlende Objektivierung des Lerneffektes durch die WBT-Plattform. In der Evaluation wurde lediglich die subjektive Meinung der Studierenden erfragt. Eine Objektivierung hätte mit der Erhebung der relevanten Testat-Noten und dem Vergleich mit der Nutzer und Nicht-Nutzergruppe stattfinden können. Hierbei stellt sich Frage nach der Validität der Ergebnisse. Aufgrund einer hohen Akzeptanz, dem stetigen Nutzer-Anstieg während des Semesters und der hohen Beteiligung an der Evaluation (n=567) kann jedoch die Aussage getroffen werden, dass die WBT-Plattform einen positiven Einfluss auf den Lerneffekt hat. Die Gründe können dabei unter anderem in der motivierenden Art und Weise liegen, wie die Auswahl und Implementierung von Inhalten getroffen wurde. Ein tatsächlicher Einfluss auf den Lernerfolg ist von mehr als den hier erfassten Faktoren abhängig und könnte in weiteren Studien über den Zusammenhang zwischen Prüfungsergebnissen und einer Auswertung von mündlich erarbeiteten Antwortmöglichkeiten bestehen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen die Tendenz einer hohen Akzeptanz von e-Learning unter den Studierenden, wie sie auch in ähnlichen Studien gezeigt werden konnte [97-99]. Weiterhin kann bestätigt werden, dass e-Learning eine sinnvolle Ergänzung zur Präsenzlehre darstellt. Gewöhnlich nutzten die Studierenden der Anatomie aus der Vorklinik Atlanten, Lehrbücher und eigene Mitschriften zur Vorbereitung auf Prüfungen während des Präparierkurses. In der vorliegenden Arbeit wurde den Studierenden eine WBT-Plattform als zusätzliches Informationsangebot zur Verfügung gestellt. 70% der Teilnehmer nutzten dieses Angebot. In einer Evaluierung vergaben sie gute bis sehr gute Bewertungen der Qualität in Didaktik, Technik und Form. 95% der Nutzer würden die WBT-Plattform generell zur Prüfungsvorbereitung während des Kurses verwenden. Über die Hälfte (56%) der Befragten würden diese sogar sehr oft verwenden. Es wurde festgestellt, dass die Anzahl der Nutzer im Verlauf des Semesters stetig zunahm. Diesem Trend könnten folgende Ursachen zugrunde liegen: Zum einen

mögen die Studierenden die während des Kurses verschiedene Lernmittel ausprobierten, die dargebotenen Inhalte als ausreichend prägnant beschreiben, um sich auf die Testate vorzubereiten. Die enge Verbindung zwischen den Inhalten der Vorlesung und denen der WBT-Plattform könnte somit schneller zu einem Lernerfolg führen, als die Verwendung von Printmaterial. Das Anfertigen von eigenen Skripts während der Vorlesung ist ein wichtiger Bestandteil im Lernprozess [101]. Ein großer Nachteil besteht jedoch in der Schwierigkeit gleichzeitig zuzuhören und zu schreiben. Die angefertigten Skripts sind zudem meist unvollständig und zum Lernen unbrauchbar. Das online-Angebot, die Inhalte der Vorlesung auch im Nachhinein komplett einholen zu können, würde den Zuhörern die Möglichkeit geben, die Vorlesung mit voller Aufmerksamkeit zu verfolgen.

Auf die Frage, was die Studierenden an der WBT-Plattform gut finden, wurde die Übersichtlichkeit und der enge Bezug auf die Testate betont, womit eine optimale Vorbereitung und Wiederholung möglich sei. Einen Vorteil sehen viele darin, während der Vorlesung kein Skript anfertigen zu müssen, damit sie der Vorlesung besser folgen können. Die knappen Texte eignen sich dabei hervorragend zum Rekapitulieren der Vorlesungen zuhause. Didaktisch seien die Prioritäten klarer herausgestellt, als in Büchern, womit ein guter Leitfaden mit passenden Bildern entstanden ist, der zudem durch die leichte Handhabung intuitiv zu navigieren sei. Diese Bestandteile erhöhten die Akzeptanz der WBT-Plattform bei den Studierenden. Darüberhinaus wurde die Gestaltung und die Umsetzung der WBT-Plattform von 80% mit den Bestnoten bewertet, was einen sehr großen Einfluss auf die Benutzerfreundlichkeit hat.

Bei der Gegenfrage, was an der WBT-Plattform verbessert werden kann, beziehungsweise nicht gefällt, wurden häufig technische Details kritisiert, wie beispielsweise die fehlende Kopierfunktion von Text und Bild. Zudem sei die Mobilität durch das Nichtnutzen auf Smartphones nicht genügend gewährleistet. Inhaltlich reiche die WBT-Plattform nicht für das Verständnis vieler Bereiche des Stoffes aus, so dass man zusätzlich auf ein ausführliches Lehrbuch angewiesen bleibt.

Auf die Frage, welche Rolle die WBT-Plattform für den Lernerfolg im Vergleich zum Lehrbuch hat, bewerteten 82% der Befragten das Online-Angebot als gleichwertig bzw. besser geeignet, davon 30% sogar mit der Bestnote. Das Verhältnis gleicht sich aus, wenn man einen Rollen-Vergleich zwischen WBT und Präsenzunterricht (Präparierkurs) zieht.

Folgendes Fazit kann demnach aus dieser Arbeit gezogen werden: Die Ergebnisse zeigen, dass die WBT-Plattform in Ergänzung zum Präsenzunterricht für Studierende im vorklinischen Präparierkurs einen positiven Einfluss auf ihr Lernverhalten ausübt. Die Mehrheit empfiehlt den Einsatz dieser Plattform auch für zukünftige Semester in höchstem Maße.

Für die Fortsetzung der Implementierung der WBT-Plattform gilt es, die Kooperation mit dem Elsevier-Verlag aufrechtzuerhalten, um die Bildnutzung zu ermöglichen und die Aktualität der Inhalte zu garantieren. Außerdem die Verbesserung von technischen Belangen. Diesbezüglich wäre zu überlegen, inwiefern neueste technische Errungenschaften eines web2.0 in das aktuelle e-Learning-Angebot eingebunden werden können. Hierzu sei eine Studie bezüglich der Erhöhung der studentischen Mobilität durch die *Integration von APPs für Smartphones* für die Weiterentwicklung der WBT-Plattform zu nennen [102].

Eine vollständige Einbindung von aufgezeichneten Vorlesungen in Form von Videomaterial hingegen ist nach Meinung des Verfassers nicht sinnvoll im Sinne des Blended-Learning-Konzeptes. Eher könne die Ausarbeitung des konstruktivistischen Ansatzes gefördert werden, wie er im Angebot der Leitungsbahnschema zu finden ist. Hierbei könnte die Integration audiovisueller Medien hilfreich sein, um Organversorgung, histologische Schnitte oder klinisch relevante Einsatzgebiete zu verdeutlichen.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit sollte das Konzept für eine WBT-Plattform entwickelt und dieses an die anatomische Lehre der LMU angepasst werden, um die Lehre der Anatomie durch den Einsatz von e-Learning zu verbessern.

In einer Bedarfsanalyse konnte gezeigt werden, dass die Teilnehmer Interesse an einer WBT-Plattform mit Lehrbuchinhalt, Abfragefunktion und interaktivem Leitungsbahnschemata zur Vorbereitung auf Prüfungen haben.

Der Entwurf der WBT-Plattform sieht eine Gliederung in einen Vorlesungs- und einen Prüfungsteil vor. Im Vorlesungsteil wird Lehrbuchwissen in fünf Kapitel auf insgesamt 1.460 Seiten angeboten, das anhand den PowerPoint-Folien der Vorlesung „makroskopische Anatomie“ von Professor Waschke erstellt wurde. Illustriert wird jede Seite mit einer Abbildung, die entweder vom Verfasser dafür hergestellt wurde, oder aus dem Archiv des Elsevier-Verlags stammt. Der Prüfungsbereich ist ebenso in fünf Kapitel gegliedert und bietet eine repräsentative Auswahl mündlicher Prüfungsfragen zur Leistungskontrolle. In den interaktiven Leitungsbahnschemata werden alle klinisch relevanten Leitungsbahnen und deren Äste grafisch dargestellt und teilweise über einen Link mit topographischen Abbildungen aus dem Vorlesungsteil verbunden.

Der Implementierung in das Curriculum folgten zwei onlinebasierte Evaluationen auf freiwilliger Basis durch Teilnehmer des Präparierkurses aus dem WS10/11 und WS11/12. Hierbei wurde eine hohe Akzeptanz der Studierenden beim Verwenden der WBT-Plattform festgestellt. Es konnte festgestellt werden, dass e-Learning eine sinnvolle Ergänzung zur Präsenzlehre darstellt und im vorklinischen Präparierkurs einen positiven Einfluss auf das Lernverhalten der Studierenden ausübt. Das Angebot sollte dabei mehr Flexibilität ermöglichen, unter anderem durch die Möglichkeit des Einsatzes auf mobilen Endgeräten, die ihre Bedeutung in der täglichen Informationsdarstellung in Zukunft vergrößern werden.

6. Indexverzeichnis

2run4	Agentur für digitale Kommunikation, Berlin
ÄappO	Ärztliche Approbationsordnung
Abb.	Abbildung
ActionScript	Skriptsprache zur Erstellung von Computerprogrammen
Application-Sharing	Teilen von Programmen
Autorensystem	Visuelle Programmierumgebung zur Erstellung dynamischer Webseiteninhalte
Avatar	Künstliche Figur, Alter Ego, unter anderem in Computerspielen
BÄK	Bundesärztekammer
Blended-Learning	(engl. blend) Integriertes Lernen, Kombination aus Präsenzunterrichts und e-Learning-Angeboten
Blogs	(Auch: Weblog) onlinebasiertes, öffentliches Tagebuch
Browser	(Auch: Internet-, bzw. Standard-Browser) weitere Browser: InternetExplorer, MozillaFirefox
Button	Bedienelement, Schaltfläche
CBT	Computer-Based-Training
CD-Rom	Compact Disc, Read only Memory
Chat	Internet-basierte Kommunikationsform
Client-Server	Modell, zur Verteilung von Aufgaben und Dienstleistungen innerhalb eines Netzwerkes
CMS	Content Management System
Corporate Design	(CD) Erscheinungsbild eines Unternehmens

CSCW	Computer-Supported Cooperative Work
Datenbank	System zur elektronischen Datenverwaltung
Domain-Name	Weltweit eindeutige Adresse für die Speicherung von Online-Inhalten in einem hierarchischen System
DVD	Digital Video Disc
e-Learning	(elektronisches Lernen) elektronisch unterstütztes Lernen
Fabrica	Werk von Andreas Vesalius, voller Titel: "De humani corporis fabrica"
facebook	Webseite: Soziales Netzwerk
FAQ	(engl. Frequently Asket Questions): häufig gestellte Fragen
Feedback	Rückmeldung
Fetch	FTP-Programm zum Datei-Upload in ein CMS
Flash-Player	Plug-In zur Darstellung Flash-basierter Internetseiten
FTP-Zugang	(File Transfer Protocol) Dateiübertragungsverfahren
Fullscreen-Modus	Vollbildmodus
Goldener Schnitt	Mathematisches Teilungsverhältnis einer Strecke, in der Kunst häufig eingesetzt als Proportionsmaß
GUI	(engl. Graphical User Interface) Grafische Benutzeroberfläche
Guillemets	französische Anführungszeichen: «...»
History	(engl: Geschichte) Aktionsspeicher, der die Aktionen eines Webseitenbesuchs speichert
Homepage	auch Webseite genannt
Hosting-Server	Internetdienstanbieter, wie 1&1
HTML	(Hypertext Markup Language) Textbasierte Auszeichnungssprache

Hyperlink	Verknüpfung, Verbindung (Kurzform: Link)
Hypermediasystem	Zusammengesetzt aus Hypertext und Multimedia
Hypertext	"Übertext", findet Verwendung im Internet
Icon	Symbol, Sinnbild, Piktogramm, Logo
JMU	Julius-Maximilians-Universität in Würzburg
JNA	Jenaer Nomina Anatomica aus dem Jahr 1935
Layout	Gestaltung, Entwurf
Link	siehe Hyperlink
LMS	Lern Management System
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität in München
Logout	Abmeldung
MC	Multiple Choice
Mindmap	Gedächtnis[land]karte zum Erschließen und visuellen Darstellen eines Themengebietes
PC	Personal Computer
PDF-Datei	Portable Document Format, plattformunabhängiges Dateiformat für Dokumente
Performance	(Server-P.) Ladegeschwindigkeit einer Seite, abhängig von der Programmierung
PHP	Hypertext Preprozessor, ursprünglich.: "Personal Home Page Tools", Skriptsprache zur Erstellung dynamischer Webseiten
Plugin	(Browser-Plugin) Softwaremodul zur Erweiterung der Browserfunktionalität
PNA	Pariser Nomina Anatomica aus dem Jahr 1955
POL	Problem orientiertes Lernen

Roll-Over	Aktion auslösen durch das Überrollen eines Buttons mit der Computermaus
Satzspiegel	Nutzfläche auf der Seite eines Buches, etc. (Typografie)
SS	Sommersemester
SSL	(engl. Secure Sockets Layer) Transportschichtssicherheit zur sicheren Datenübertragung im Internet
Steg	Ränder zwischen Satzspiegel und Papierkante (Typografie)
Streamen	(engl. ‚strömen‘, ‚fließen‘) steht für die kontinuierliche Übertragung von Daten zur reibungslosen Darstellung von Videodateien im Internet
studiVZ	Webseite: Soziales Netzwerk für Studierende
Thumbnail	Miniaturbild
Upload/Download	Hoch- und Herunterladen von Daten ins/bzw. aus dem Internet
WBT	Web-Based-Training, Internet-basiertes Lernen
WBT-Plattform	(Web-Based-Training) Internet-basierte Lernplattform
WCMS	Web-Content-Management-System
Web-Hosting	Unterbringung von Internetprojekten, die sich in der Regel auch öffentlich durch das Internet abrufen lassen.
Web-Traffic	Datenverkehr im Internet
webpresent	Webtool zur Erstellung von Webseiten
wikipedia	Webseite: Die freie Enzyklopädie
WS	Wintersemester
XML	Extensive Markup Language: Auszeichnungssprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdateien

7. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 – Blended learning-Schema nach Claudia Wiepcke, 2006 [24].....	15
Abb. 2 – Struktur eines web-based-Training-Angebotes angelehnt an [26]	16
Abb. 3 – Mittelalterliche Fünfbilderdarstellungen [67].....	26
Abb. 4 – li: Arterienfigur von Ashmole; re: Venenfigur Caius College; aus dem 13. Jhd.[61].....	28
Abb. 5 – De humani corporis fabrica: Buch 5 [69]	31
Abb. 6 – li: „Venenmann“ von A. Vesalius [61]; re.: Arterienschema von Eduard Weber [75].....	36
Abb. 7 – Bezugsrahmen für Wissensvisualisierung [79].....	39
Abb. 8 – Webpresent©, Autorenwerkzeug	51
Abb. 9 – Prototyp zur Veranschaulichung der Funktionen der WBT-Plattform.....	62
Abb. 10 – Aufbau und Verknüpfungen der WBT-Plattform.....	63
Abb. 11 – Aufbau des Vorlesungsbereichs (Abbildung modifiziert aus Sobotta 2010, Band II).....	67
Abb. 12 – Schemazeichnung: Recessus der Peritonealhöhle.....	69
Abb. 13 – Aufbau des Prüfungsbereichs.....	70
Abb. 14 – Leitungsbahnschemata: Überlagerung, Arterien-, Venen-, Lymph- und Nervenbahnen.....	71
Abb. 15 – Leitungsbahnschemata: Detail der Koronargefäße mit Verlinkung zum Text	73
Abb. 16 – Evaluation WS2010/11: Geschlechterverteilung	76

Abb. 17 – Evaluation WS2010/11: Semesterverteilung.....	76
Abb. 18 – Evaluation WS2010/11: Erfahrungen mit e-Learning	77
Abb. 19 – Evaluation WS2010/11: Lerntyp.....	77
Abb. 20 – Evaluation WS2010/11: Lernumgebung.....	78
Abb. 21 – Evaluation WS2010/11: Einsatz von computerunterstützten Medien im Studium	79
Abb. 22 – Evaluation WS2010/11: Relevanz dieses WBTs für die Lehre	79
Abb. 23 – Evaluation WS2010/11: In Zukunft mehr digitale Lehr- und Lernmaterialien.....	80
Abb. 24 – Evaluation WS2010/11: Umsetzung von quowadis?.....	81
Abb. 25 – Evaluation WS2010/11: Layout von quowadis?	81
Abb. 26 – Evaluation WS2010/11: WBT-Plattform zum Selbststudium oder Nachschlagen.....	82
Abb. 27 – Evaluation WS2010/11: Lernzeit am Computer.....	83
Abb. 28 – Evaluation WS2010/11: WBT zur Prüfungsvorbereitung nutzen	83
Abb. 29 – Evaluation WS2010/11: Bedienbarkeit.....	84
Abb. 30 – Evaluation WS2010/11: Auftreten technischer Probleme.....	84
Abb. 31 – Evaluation WS2010/11: Nutzen des Arterienschemas.....	85
Abb. 32 – Evaluation WS2010/11: Weitere Leitungsbahnschemata hilfreich.....	85
Abb. 33 – Evaluation WS2010/11: Rolle von quowadis im Verhältnis zum Lehrbuch	86
Abb. 34 – Evaluation WS2010/11: Rolle von quowadis zum Präparierkurs?	87

Abb. 35 – Evaluation WS2010/11: Nutzen des WBTs für nicht-deutschsprachige Nutzer	87
Abb. 36 – Evaluation WS2010/11: Serverstatistik.....	88
Abb. 37 – Evaluation WS2011/12: Semesterverteilung.....	92
Abb. 38 – Evaluation WS2011/12: Geschlechterverteilung	92
Abb. 39 – Evaluation WS2011/12: Erfahrungen mit e-Learning	93
Abb. 40 – Evaluation WS2011/12: Lerntyp.....	93
Abb. 41 – Evaluation WS2011/12: Lernumgebung.....	94
Abb. 42 – Evaluation WS2011/12: Einsatz von computerunterstützten Medien im Studium	94
Abb. 43 – Evaluation WS2011/12: Relevanz des WBTs für die Lehre.....	95
Abb. 44 – Evaluation WS2011/12: In Zukunft mehr Einsatz von digitalem Lernmaterial.....	95
Abb. 45 – Evaluation WS2011/12: Umsetzung von quowadis?.....	96
Abb. 46 – Evaluation WS2011/12: Layout von quowadis?	96
Abb. 47 – Evaluation WS2011/12: WBT-Plattform zum Selbststudium oder Nachschlagen.....	97
Abb. 48 – Evaluation WS2011/12: Lernzeit am Computer.....	98
Abb. 49 – Evaluation WS2011/12: Quowadis zur Prüfungsvorbereitung nutzen...	98
Abb. 50 – Evaluation WS2011/12: Benutzerfreundlichkeit.....	99
Abb. 51 – Evaluation WS2011/12: Leitungsbahnschemata hilfreich.....	99
Abb. 52 – Evaluation WS2011/12: Technische Probleme.....	100

Abb. 53 – Evaluation WS2011/12: Rolle von quowadis.....	101
Abb. 54 – Evaluation WS2011/12: Rolle von quowadis zum Präparierkurs	101
Abb. 55 – Evaluation WS2011/12: Nutzen für nicht-deutsch-sprachige Nutzer ..	102
Abb. 56 – Evaluation WS2011/12: Serverstatistik.....	103

8. Literaturverzeichnis

1. Waschke, Jens (2013), *Vorlesungsverzeichnis der medizinischen Fakultät der LMU*, <https://lsf.verwaltung.uni-muenchen.de/qisserver/rds?state=wtree&search=1&trex=step&root120142=1/163679&P.vx=kurz>,
2. Arnold, Patricia (2010), *Theoretischer Hintergrund - Lerntheorien*, <http://www.e-teaching.org>, Stand: 26.12.2013
3. Meier, Rolf, "Praxis E-Learning", GABAL Verlag GmbH, Offenbach, 2006
4. Skinner, B.F., *The Science of Learning and the Art of Teaching*. Harvard Educational Review - Federation of American Health Systems. 24 (1954)
5. Kerres, Michael und Claudia de Witt. 2002. Quo vadis Mediendidaktik? Zur theoretischen Fundierung von Mediendidaktik. Available: <http://www.medienpaed.com>.
6. Watson, John Broadus, "The ways of behaviorism", Harper & Brothers, New York, 1928
7. Mandl, Heinz und Hans Spada, "Wissenspsychologie", BeltzPVU, 1988
8. Baumgart, Franzjörg, "Entwicklungs- und Lerntheorien. Erläuterungen, Texte, Arbeitsaufgaben", Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn, 2007
9. Holzinger, Andreas, "Basiswissen Multimedia – Lernen", Würzburg, 2000
10. Steiner, Verena, "Exploratives Lernen. Der persönliche Weg zum Erfolg. Ein Arbeitsbuch für Studium, Beruf und Weiterbildung", 2006
11. Reinmann-Rothmeier, Gabi und Heinz Mandl (1994), *Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs*, <http://epub.ub.uni-muenchen.de/142/>,
12. Papert, S., "The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer", BasicBooks, 1993
13. Schulmeister, Rolf, "Grundlagen hypermedialer Lernsysteme", Oldenbourg-Verlag, München, 1997
14. Schulmeister, Rolf 1981. *Lerntheorien – Lernprozesse*. Hochschuldidaktische Stichworte. Hamburg: Universität Hamburg.

15. Gross, G., U. Langer, und R. Seising, "Studieren und Forschen im Internet: Perspektiven für Wissenschaft, Wirtschaft, Kultur und Gesellschaft", Peter Lang Publishing, Incorporated, 1997
16. CASUS (2013), CASUS in.struct, <http://www.instruct.eu/>,
17. Schulmeister, Rolf, Virtuelle Kommunikation. Zeitschrift für E-Learning – Lernkultur und Bildungstechnologie. 1 (2006) 65
18. Baumgartner, Peter und Kornelia und Hartmut Häfele, "E-Learning Praxishandbuch - Auswahl von Lernplattformen: Marktübersicht - Funktionen - Fachbegriffe", StudienVerlag, 2002
19. Albrecht, Rainer. 2003. E-learning an Hochschulen – Die Implementierung von E-learning an Präsenzhochschulen aus Hochschuldidaktischer Perspektive. Diplom, TU Braunschweig.
20. Kerres, Michael, "Multimediale und telemediale Lernumgebungen", Oldenbourg, München, Wien, 2011
21. Faulhaber, Sven (1996), Einsatz und Entwicklung von computerunterstützten Lernprogrammen in der medizinischen Aus-und Weiterbildung. Studienarbeit der Informatik., <http://ki.informatik.uni-wuerzburg.de/>, Stand: 12.1996
22. mediscript (2014), Mediscript-online, <http://www.mediscript-online.de/>,
23. Linden-Lab 2003. Second Life.
24. Wiepcke, Claudia, "Computergestützte Lernkonzepte und deren Evaluation in der Weiterbildung. Blended Learning zur Förderung von Gender Mainstreaming.", Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 2006
25. Leven, F. J., M. Bauch, und M. Haag. 2006. E-Learning in der Mediziner Ausbildung in Deutschland: Status und Perspektiven.
26. Baumgartner, Peter und Kornelia und Hartmut Häfele, e-Learning – Didaktische und technische Grundlagen. CD Austria (Sonderausgabe des bm:bwk. (2002) 29
27. Puppe, Prof. Dr. F. (2009), casetrain - Fallbasiertes Training Online, <https://casetrain.uni-wuerzburg.de/index.shtml>,
28. Feyer, Leo 2010. Contao Open Source Content Management System (früher TYPolight).

29. Meier, A., "Wer braucht Kriterienkataloge?", Bildung und Wissen, Nürnberg, 1995
30. Schulz, S., et al. 1999. Qualitätskriterienkatalog für Elektronische Publikationen in der Medizin.
31. Reinmann-Rothmeier, Gabi, "Didaktische Innovation durch Blended Learning. Leitlinien anhand eines Beispiels aus der Hochschule. ", Huber, Bern, 2003
32. Woltering, Vanessa, et al., Blended learning positively affects students' satisfaction and the role of the tutor in the problem-based learning process: results of a mixed-method evaluation. *Advances in Health Sciences Education*. 14 (2009) 725-738
33. Sauter, Werner, Annette Sauter, und Harald Bender, "Blended Learning. Effiziente Integration von E-Learning und Präsenztraining", Luchterhand (Hermann), Köln, 2003
34. Igel, Christoph, E-Learning-technologien in der Medizin: Trends, Erkenntnisse, Erfahrungen. *GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie*. 9 (2013)
35. Bundesärztekammer 2010. Qualitätskriterien eLearning der Bundesärztekammer – Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Ärztekammern. Voraussetzungen und Kriterien für die Anerkennung von eLearning-Fortbildungsmaßnahmen / Strukturierte interaktive Fortbildung (Kategorie D) im Rahmen der Zertifizierung der ärztlichen Fortbildung. Bundesärztekammer.
36. Hoffmann, Dr. Eric. 2010. Wissenschaftlicher Lebenslauf Univ.-Prof. Martin Fischer Available: http://www.uni-wh.de/fileadmin/media/g/forschungsschwerpunkte/fischer-martin/CV_Wissenschaftlicher_Lebenslauf-MFischer30082010.pdf.
37. Fischer, Prof. Martin (2012), Trainingskurse für Hochschullehrer, <http://www.med.uni-muenchen.de/studium/trainingskurse/dozententeam/fischer.html>,

38. *LRSMed (2013), LRSMed – Learning Resource Server Medizin (Multimediale Lehr und Lernmodule in der Medizin),*
http://213.239.192.102/lrsmed/page_result_list.xsql?menu_id=search,
39. *Universität-Heidelberg-Mannheim (2013), KELDAmed,*
<http://www.umm.uni-heidelberg.de/apps/bibl/KELDAmed>,
40. *Universität-Tübingen (2013), MakroTutor,* <http://www.anatomie.uni-tuebingen.de/project/projII/MakroWeb/makro.html>,
41. *Universität-Hamburg (2013), everything virtual,* <http://www.everything-virtual.org/>,
42. *Universität-Frankfurt (2013), Fanatomic,* <http://www.fanatomic.de/>,
43. *Universität-Gießen (2013), Ergänzende E-Learning Angebote zur Präsenzlehre,* <http://hrza1.uni-giessen.de/evv-alternativ/download-alternativ/veranstaltungen1.cfm@FBNr=80&Nr=4&S=WS&A=0.html>,
44. *Universität-Marburg (2013), Ilias,* <https://ilias.uni-marburg.de>,
45. *Universität-Homburg (2013), 3D-Modelle in der Anatomie,*
http://www.walt.med-rz.uni-sb.de/med_fak/anatomie/bock/3dstart.htm,
46. *Universität-Köln (2013), Anatomie des Menschen,*
<http://www.anatomiedesmenschen.uni-koeln.de/ie/index.htm>,
47. *Universität-Düsseldorf (2013), Anatomie-Net,* <http://www.anatomie.net/>,
48. *Universität-Mainz (2013), Anatom V 3.0,* <http://www.uni-mainz.de/FB/Medizin/Anatomie/makro1/ana-03.htm>,
49. *Universität-Dresden (2013), Lehrinhalte, Skripte im E-Portal,*
<http://eportal.med.tu-dresden.de>,
50. *Universität-Kiel-Lübeck (2013), OVID,* <http://ovidsp.tx.ovid.com/>,
51. *Universität-Bern (2013), MorphoMed,* <http://e-learning.studmed.unibe.ch/MorphoMed/>,
52. *Groscurth, Peter, Luis Filgueira, und Lutz Slomianka (2013), Topographische Anatomie, Bewegungsapparat, Histologie,* <http://130.60.57.53/anatomie/>,
53. *Universität-Wien (2013), Plastination,*
<http://www.meduniwien.ac.at/sysanat/plastination.html>,
54. *National-Library-of-Medicine (2013),* <http://www.nlm.org>

55. *University-of-Chigaco (2013), LUMEN*,
<http://www.meddean.luc.edu/lumen/index.cfm>,
56. *Harvard-University (2013), Vascular Anatomy*,
<http://www.med.harvard.edu/AANLIB/vana.html>,
57. *University-of-Arkansas (2013), Anatomy Tables*,
<http://anatomy.uams.edu/anatomyhtml/medcharts.html>,
58. *University-of-Michigan (2013), Medical Gross Anatomy Learning Resources*,
<http://www.med.umich.edu/lrc/coursepages/m1/anatomy2010/html/index.html>,
59. *University-of-Washington (2013), Interactive Atlases*,
<http://www9.biostr.washington.edu/da.html>,
60. *University-of-Texas (2013), Skeletons*, <http://www.eskeletons.org>,
61. Roberts, K.B. und J.D.W. Tomlinson, "The Fabric of the Body – European Traditions of Anatomical Illustration", Oxford University, Oxford, 1992
62. Herrlinger, Robert, "Die Geschichte der medizinischen Abbildung – Antike bis um 1600", Heinz Moos Verlag, München, 1967
63. Wolf-Heidegger, Gerhard und Anna-Maria Cetto, "Die anatomische Sektion in bildlicher Darstellung", S. Karger Verlag, Basel, 1967
64. Putscher, Marielene, "Die Geschichte der medizinischen Abbildung – Von 1600 bis zur Gegenwart", Heinz Moos Verlag, München, 1972
65. Lippert, Herbert, Sind Präparierübungen an der Leiche noch zeitgemäß?, *Deutsches Ärzteblatt*. 109 (2012) 1758-1759
66. Ochs, Matthias, Christian Mühlfeld, und Andreas Schmiedl, Präparierkurs – Grundlage ärztlichen Handelns. *Deutsches Ärzteblatt*. 109 (Grundlage ärztlichen Handelns) 2126-2128
67. *Russell, Gul A. (1997), Encyclopaedia iranica*,
<http://www.iranicaonline.org/articles/ebn-elyas>,
68. Garrison, Daniel H. und Malcolm H. Hast, "Andreas Vesalius – The fabric of the Human Body", Karger AG, Basel, 2014
69. Vesalius, Andreas 2014. *fabrica*. South Jordan, UT: Lux & Umbra.
70. *Wesker, Karl (2011), PROMETHEUS LernAtlas der Anatomie: Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*, <http://www.karlwesker.de/>,

71. Lauer, Natalie J., "Der Kontrakt des Zeichners mit der Medizin – Ästhetik und Wissenschaft im Bildatlas Bourgery & Jacob", Verlag Königshausen & Neumann GmbH, Würzburg, Würzburg, 2013
72. Netter, Frank, "Atlas of Human Anatomy", Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH, München, 2008
73. Wesker, Karl H. (2013), <http://www.karlwesker.de/>,
<http://www.karlwesker.de/>, Stand: 8.1.2014
74. Thieme-Verlag (2014), <http://www.thieme.de>,
75. Weber, Eduard M. W., "Schemata der Leitungsbahnen des Menschen", Springer Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 1978
76. Drenckhahn, Detlev und Jens Waschke, "Benninghoff Taschenbuch Anatomie", Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH, München, 2007
77. Whitaker, Robert H. und Neil R. Borley, "Anatomiekompass – Taschenatlas der anatomischen Leitungsbahnen", Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1997
78. Kolster, Bernhard C-. und Markus M. Voll, "Lehmanns FACTs! – Anatomie", KVM Dr. Kolster Produktions- und Verlags-GmbH, Marburg, 2010
79. Eppler, Martin, Wissensvisualisierung in E-Learning und Wissensmanagement – Zum Potenzial interaktiver graphischer Darstellungsformen für die Entwicklung, Dokumentation und Vermittlung von Wissen. zeitschrift für e-learning. 1 (2007) 64
80. Molenda, Michael, In Search of the Elusive ADDIE Model Performance Improvement. 16 (2003) 2-121
81. Obst, Oliver und Verena Salewsky, Wie lernen Studierende heute? E-Book-Umfrage der Zweigbibliothek Medizin der Universität Münster., GMS Medizin - Bibliothek - Information. 13 (2013) 16
82. Zumbach, Jörg, Philipp Starkloff, und Stefanie Schmitt, Einfluss von Motivation und Didaktischem Design in E-Learning-Umgebungen. i-com – Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien. 3 (2009)
83. Tchorz, Jörg. 2008. 03 – Entwicklung und Evaluation einer integrierten E-Learning Plattform für die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. DISSERTATION, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

84. Dießl, Stefanie. 2010. Implementierung und Evaluation einer integrierten E-Learning-Plattform für die Nuklearmedizin. Dissertation, Julius-Maximilians-Universität Würzburg.
85. Hapke, Niels (2013), *HenHub – Anatomie*, <http://www.kenhub.com>,
86. *Verbraucherschutz, Bundesministerium für Justiz und (2014), Gesetze im Internet*, <http://www.gesetze-im-internet.de>, Stand: 08.01.2013
87. Paulsen, Friedrich und Jens Waschke, "Sobotta: Atlas der Anatomie des Menschen. 3 Bände und Tafelheft", Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH, München, 2010
88. Ovaska, Eric 2005. webpresent – digital presentations made easy. In: E.O. Zrun4 - Design & Multimedia (ed.). Berlin: Zrun4 - Design & Multimedia, Eric Ovaska.
89. *Standardization, International Organization for (2013), europäische Norm EN ISO 9241-11*, <http://www.iso.org/>,
90. Tergan, Sigmar-Olaf, Grundlagen der Evaluation: ein Überblick., In: "Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern-und Informationssysteme. Evaluationsmethoden auf dem Prüfstand", P. Schenkel, et al. (Hrsg.) BW Bildung und Wissen Verlag und Software GmbH, Nürnberg, 2000, 22-51
91. Schaumburg, Heike, Die fünf Ws der Evaluation von E-Learning. In: "Alice im www .underland E-Learning an deutschen Hochschulen. Vision und Wirklichkeit", I.L. (Hrsg.) (Hrsg.) W. bertelsmann Verlag, Bielefeld, 2004, 75-83
92. Hartwig), Meta Design Berlin (Brigitte 2008. Liniennetz der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) Berlin: BVG.
93. Kleist, Peter, Vier Effekte, Phänomene und Paradoxe in der Medizin – Ihre Relevanz und ihre historischen Wurzeln. Schweiz Med Forum. 6 (2006) 1023-1027
94. *Forschung, Bundesministerium für Bildung und (2004), Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung*, <http://www.bmbf.de/foerderungen/2576.php>,

95. Kleimann, Dr. Bernd, et al. 2005. E-Learning aus Sicht der Studierenden. HISBUS-Kurzbericht [Online], 10. Available: <http://www.hisbus.de/results/results?year=2005>.
96. Haag, Martin, Technologiegestütztes Lehren und Lernen in der Medizin. GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. 9 (2013)
97. Tchorz, Jörg. 2008. 03 – Entwicklung und Evaluation einer integrierten E-Learning Plattform für die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau.
98. Gärtner, Ulrich. 2010. E-NUCS: E-learning in der Nuklearmedizin - Schwerpunkt Hybridbildgebung PET/CT und SPECT/CT. Friedrich-Alexander-Universität.
99. Kelbling, Ciara. 2011. Umweltbesorgnis bei Medizinstudierenden und Entwicklung und Evaluation fallbasierter E-Learning Fälle für das Fach „Klinische Umweltmedizin“. Ludwig-Maximilians-Universität München.
100. Braun, Jan-Peter. 2008. Leitfaden zur kompetenzorientierten Unterrichtsplanung – Anregungen für Studierende, Lehramtsausbildung, Fortbildung, Schulaufsicht und schulische Fachgruppen. 0.4. Available: <http://www.jpbraun.de>.
101. Geoff, Isaacs, Lecture note-taking, learning and recall., Med Teach. 11 (1989) 295–302
102. Sturm, Roberta und Christoph Igel, Learn & Go: Entwicklung einer Mobile Learning Applikation für Smartphones zur Nutzung von Learning Management Features und Funktionen via Webservice. GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. 9 (2013) 5

9. Anhang

Eidesstattliche Erklärung

(Name, Vorname)

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema:

„Entwurf und Implementierung einer integrativen Internet-basierten Trainingsplattform für die Lehre der topographischen Anatomie“

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter der Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

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

(Ort, Datum)

Unterschrift Doktorand

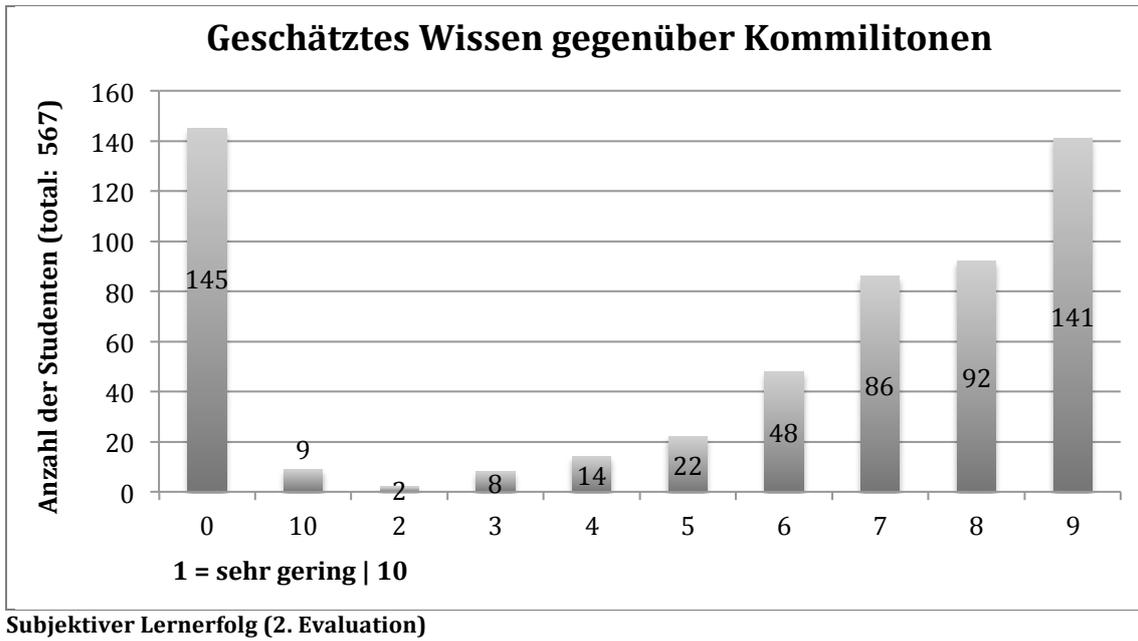
Danksagung

An dieser Stelle möchte ich gerne meinem Doktorvater Professor Dr. med. Jens Waschke für seinen Mut danken, diese Arbeit zu betreuen. Zudem danke ich ihm für die inhaltliche Entwicklung, die thematische Ausarbeitung, die exzellente Betreuung und für die organisatorische Unterstützung.

Ich danke den Verantwortlichen des ELSEVIER-Verlags für die unkomplizierte Zusage für die Verwendung von Abbildungen aus deren Fundus.

Ich danke den Teilnehmern der Präparierkurse für ihre konstruktive Evaluation der WBT-Plattform.

Evaluationsergebnisse subjektiver Lernerfolg (Kapitel 3.4.2):



Testat-Angaben

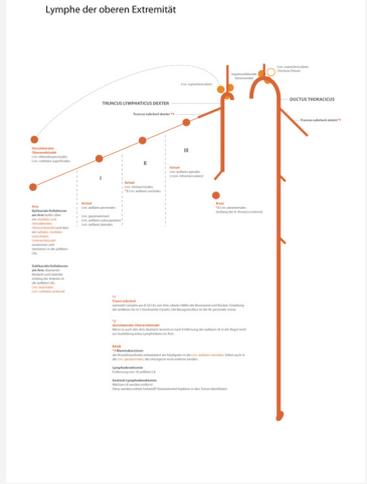
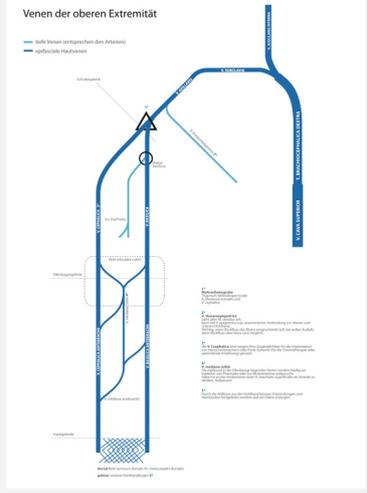
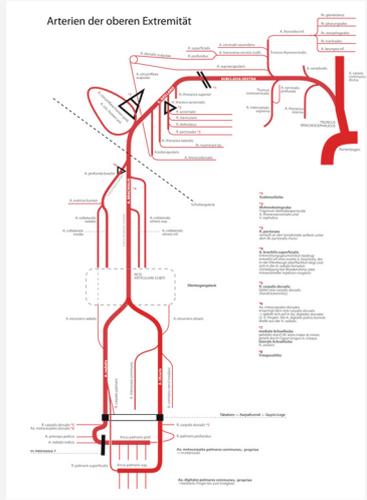
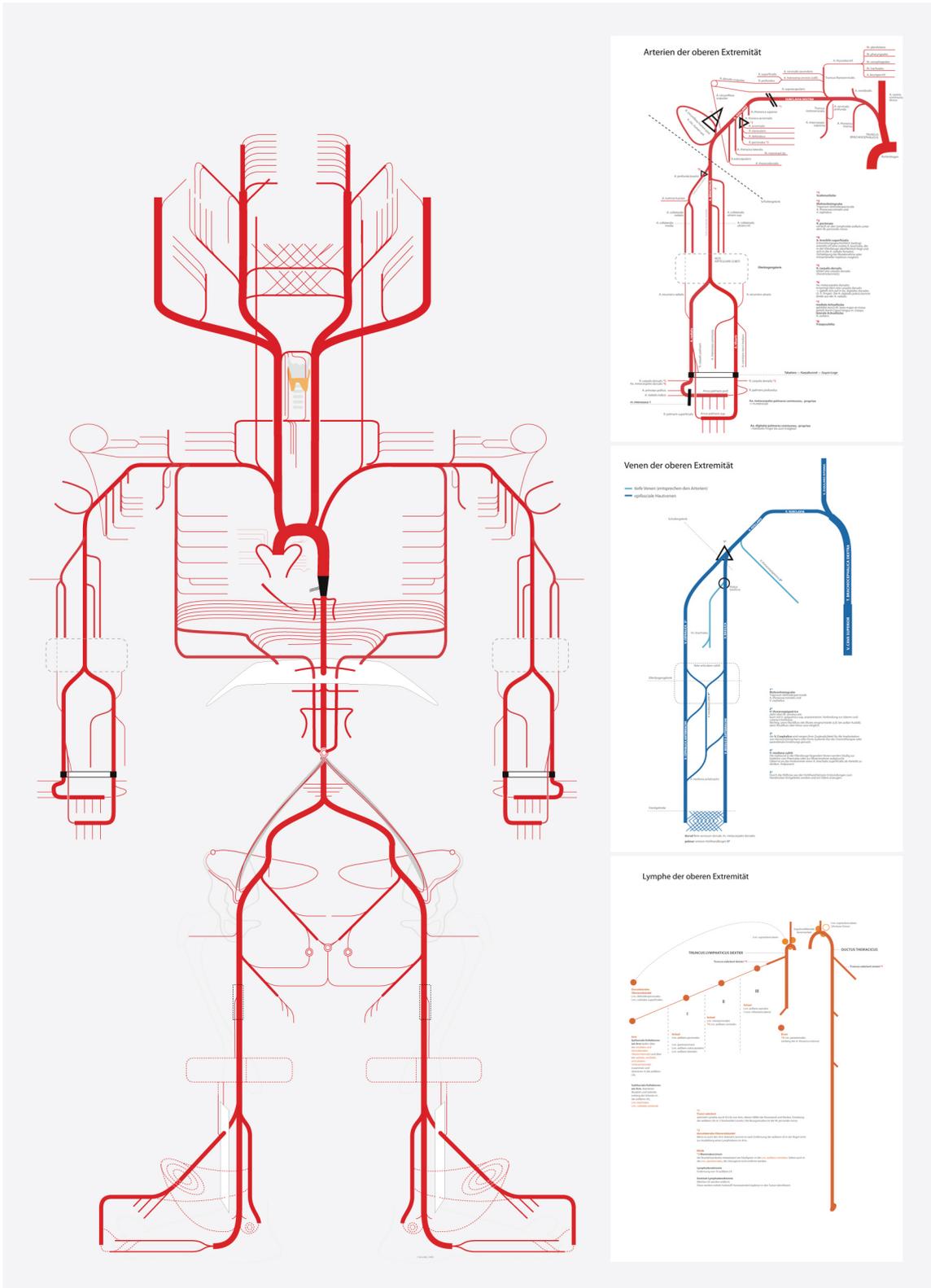
Julius Maximilians Universität Würzburg, Wintersemester 2010/11

- Testat 1: 11.-15. Oktober 2010
- Testat 2: 15.-19. November 2010 QW
- Testat 3: 06.-10. Dezember 2010 QW
- Testat 4: 17.-21. Januar 2011 QW
- Testat 5: 13.-17. Februar 2011

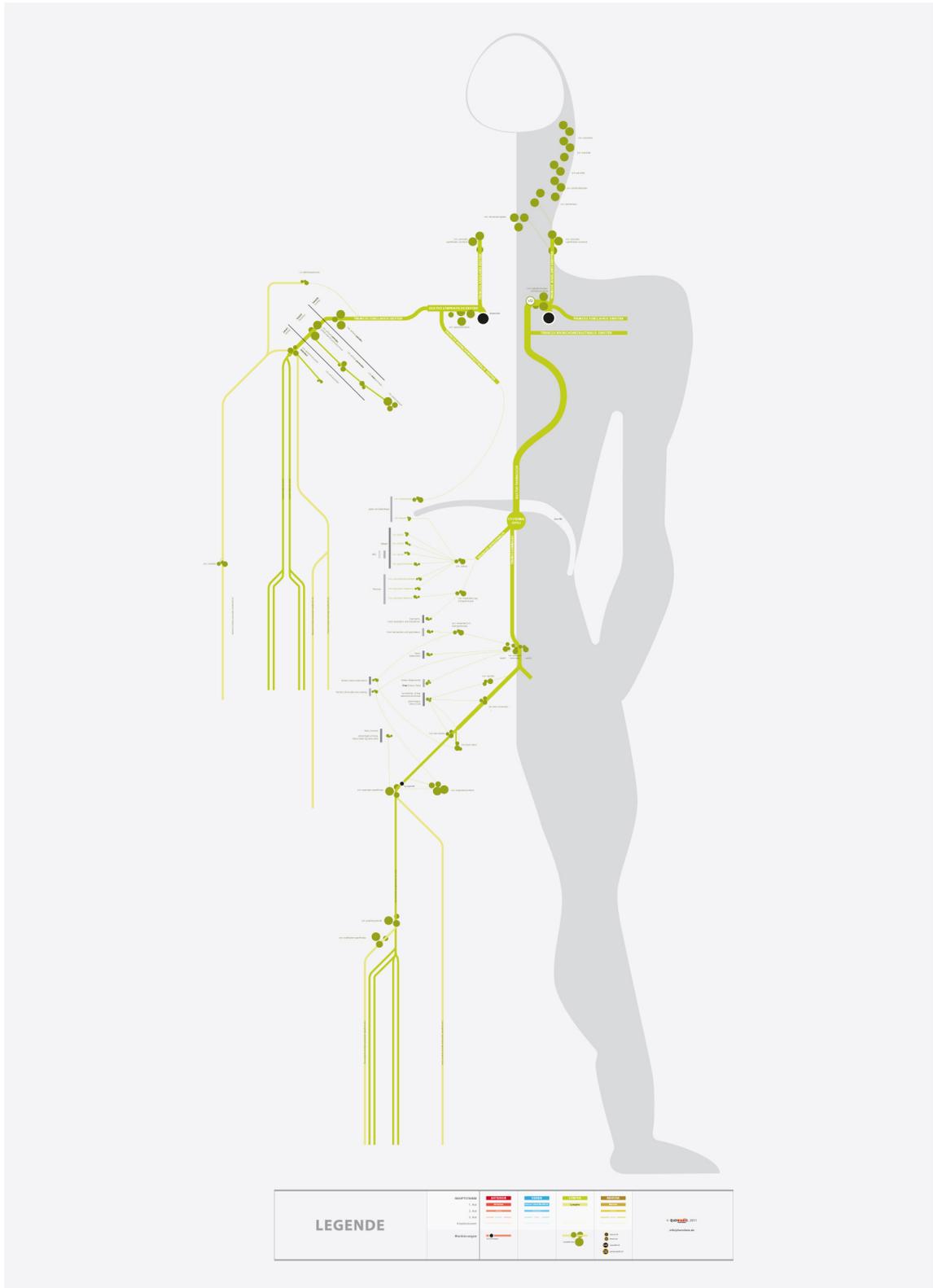
Ludwig Maximilians Universität München, Wintersemester 2011/12

- Testat 1: 17.-21. Oktober 2011
- Testat 2: 14.-18. November 2011 QW
- Testat 3: 12.-16. Dezember 2011 QW
- Testat 4: 09.-13. Januar 2012 QW
- Testat 5: 13.-17. Februar 2012 QW

Entwurf für ein Arteriensystema 2008 (Kapitel 2.1.3. und 3.1.2)



Leitungsbahnschema – Lymph-Gefäßsystem 2010



Evaluationsbögen 1 und 2/7

quowadis evaluation
virtuelle Anatomie

Angaben zu Ihrer Person

Geschlecht *

Alter *

Status *

Semester *

Universität *

Email

Besitzen Sie einen PC? *

Wie schätzen Sie Ihre Kenntnisse im Umgang mit einem PC ein (Skala: 1=sehr gut, 5=schlecht)? *

1 2 3 4 5

Besitzen Sie einen Internetzugang?

Haben Sie Erfahrung mit virtuellen Lehr- und Lernmedien (CD-ROM, Online-Kurse, etc)?

Wenn ja, welche?

Woher haben Sie von quowadis erfahren?

Welche anderen?

1/8 [WEITER →](#)

quowadis evaluation
virtuelle Anatomie

Wie würden Sie die Relevanz einer solchen Online-Plattform für die Lehre einstufen (Skala: 1=keine, 5= sehr große)? *

1 2 3 4 5

Würden Sie quowadis nutzen, um sich auf eine Prüfung vorzubereiten (Skala: 1=nie, 5=häufig)? *

1 2 3 4 5

Würden Sie dafür Geld ausgeben? *

Wie viel wäre es Ihnen maximal Wert (in Euro)? *

Finden Sie zusätzliches Lehrmaterial (z.B. Videomaterial von Vorlesungen) relevant?

Wenn ja, welche?

Wie viel wäre es Ihnen mit Videobeiträgen Wert (in Euro)?

3/8 [WEITER →](#)

Evaluationsbögen 3 und 4/7

quowadis virtuelle Anatomie evaluation

Wie schätzen Sie Ihr Wissen (Übersicht) über den erlernten Stoff im Vergleich zu anderen Kommilitonen ein (Skala 1=gering, 10=hoch)? *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Welche Rolle spielte dabei quowadis im Verhältnis zum Lehrbuch (Skala: 1= keine, 5=große Rolle)? *

1 2 3 4 5

Welche Rolle spielte dabei quowadis im Verhältnis zum Lernen mit anderen Studenten (Skala: 1= keine, 5=große Rolle)? *

1 2 3 4 5

Welche Rolle spielte dabei quowadis im Verhältnis zum Präp-Kurs (Skala: 1= keine, 5=große Rolle)? *

1 2 3 4 5

4/8

WEITER →

quowadis virtuelle Anatomie evaluation

Was halten Sie von der Umsetzung von quowadis (Skala: 1= schlecht, 5= sehr gut)? *

1 2 3 4 5

Wie hat Ihnen das Layout/ die Darstellung von quowadis gefallen (Skala: 1= schlecht, 5= sehr gut)? *

1 2 3 4 5

Würden Sie etwas am Layout/ an der Gestaltung verbessern? *

Wenn ja, was genau?

5/8

WEITER →

Wie sind Sie mit der Bedienung zurecht gekommen (Skala: 1= schlecht, 5= sehr gut)? *

1 2 3 4 5

Würden etwas am Menü verbessern? *

Wenn ja, was genau?

Evaluationsbögen 5 und 6/7

quowadis virtuelle Anatomie evaluation

Haben Sie die Verlinkungen als hilfreich empfunden (Skala: 1=garnicht, 5=sehr hilfreich)? *

1 2 3 4 5

Waren die Verlinkungen von Prüfungsfragen zu den Antworten in Ordnung (Skala: 1=nie, 5= immer)? *

1 2 3 4 5

Würden Sie etwas an den Verlinkungen verbessern?

Wenn ja, was genau?

Haben Sie das Arterien-Schema als hilfreich empfunden? *

Wenn ja, warum genau?

Wären weitere Gefäßschemata außerdem hilfreich gewesen? *

6/8

WEITER →

quowadis virtuelle Anatomie evaluation

Was finden Sie an quowadis besonders gut bzw. schlecht?

Das ist gut:

Das ist schlecht:

Hatten Sie technische Probleme bei der Benutzung von quowadis? *

Wann, welche und wie oft?

Wo haben Sie quowadis meistens benutzt? *

Zu welchem Lerntyp zählen Sie sich selbst "am ehesten"? Lernen durch

7/8

WEITER →

Evaluationsbögen 7/7

quowadis evaluation virtuelle Anatomie

Ich wünsche mir, dass in vergleichbaren Lehrveranstaltungen in Zukunft verstärkt digitale Lehr- und Lernmaterialien eingesetzt werden *

Ja Wählen Sie ein Element aus

Bitte bewerten Sie folgende Kriterien (Skala: 1=überhaupt nicht, 5=großer Mehrwert):

- | | |
|---|--|
| <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 | erleichtert mir die Arbeit |
| <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 | erspart mir Wege |
| <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 | ermöglicht eine flexible Zeiteinteilung |
| <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 | unterstützt die Beschäftigung mit den Inhalten der Lehrveranstaltungen |
| <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 | bewirkt eine kontinuierliche Unterstützung des Lernprozesses |
| <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 | verbessert die Betreuung durch den Dozenten |
| <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 | verbessert die Zusammenarbeit mit den Kommilitonen, innen |
| <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 | Nicht-deutschsprachige Studenten rekapitulieren die Inhalte der Vorlesung besser |

8/8

SENDEN →