

AUS DER KLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-NASEN-OHRENHEILKUNDE,
KOPF- UND HALS- CHIRURGIE „OTTO KÖRNER“

DIREKTOR: UNIV. - PROF. DR. MED. ROBERT ARNDT MLYNSKI

EINSATZ INNOVATIVER DIGITALER LEHRKONZEPTE AM BEISPIEL DER HALS-NASEN-OHRENHEILKUNDE

INAUGURALDISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DES AKADEMISCHEN GRADES
DOKTOR DER MEDIZIN
DER
UNIVERSITÄTSMEDIZIN ROSTOCK

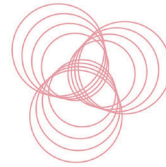
VORGELEGT VON

JAN SZYMON GRAJEK | GEB. AM 12.11.1990 IN BAD KREUZNACH

AUS BAD KREUZNACH

ROSTOCK | 02.08.2023

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00004708



Dekan: Prof. Dr.med. univ. Emil C. Reisinger

Gutachter: Prof. Dr. med. Robert Mlynski

Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde,
Kopf- und Halschirurgie „Otto Körner“
Universitätsmedizin Rostock

Prof. Dr. rer. nat. Brigitte Müller-Hilke

Institut für Immunologie
Universitätsmedizin Rostock

Prof. Dr. med. Marcus Neudert

Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Universitätsklinikum Dresden

Datum der Einreichung: 02.08.2023

Datum der Verteidigung: 20.02.2024

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
Zusammenfassung	VII
1. Einleitung	1
1.1 Übersicht.....	1
1.2 E-Learning	2
1.2.1 Definition des Begriffs E-Learning	2
1.2.2 Formate digitaler Lehre.....	2
1.2.3 Definition von Blended Learning.....	4
1.2.4 Das Blended-Learning-Modell	5
1.2.5 Learning-Management-Systeme	6
1.3 Lehrkonzept des Universitätsmedizin Rostock im Fachgebiet HNO	7
1.4 Auswirkungen der Covid-19-Pandemie auf die universitäre Lehre der Humanmedizin.....	8
1.4.1 Ablauf der Covid-19 Pandemie und unmittelbare Folgen	8
1.4.2 Umstellung der hno-ärztlichen Präsenz- auf digitale Fernlehre in Deutschland.....	8
1.5 Zielsetzung und Fragestellung	10
2. Methodik	11
2.1 Lernplattform ILIAS.....	11
2.2 Erstellen der Lehrinhalte	11
2.2.1 Erstellen der text- und bildbasierten Formate	12
2.2.2 Erstellen des Video-Lehrformats	12
2.2.3 Lernerfolgskontrolle: Multiple-Choice-Test.....	13
2.3 Livestream-Operationen	13
2.4 E-Visite	14
2.5 Evaluation	14
2.5.1 Evaluation der elektronischen Lernkurse	14
2.5.2 Evaluation der elektronischen Operationslehre	16
2.6 Effektivitätsstudie des elektronischen Lehrkonzeptes	17
2.6.1 Aufbau der Studie (RCT)	17
2.7 Materialien- und verwendete Software	19
2.8 Statistik	19
3. Ergebnisse	20
3.1 Realisierung des Lehrkonzepts.....	20
3.2 Evaluation des elektronischen Lernkurses.....	20
3.3 Evaluation der elektronischen Operationslehre (Live-Stream-Übertragung).....	29
3.4 Effektivitätsstudie.....	34

4. Diskussion.....	38
4.1 Implementierungsgrad von digitaler Lehre in der HNO	38
4.2 Etablierung eines volldigitalen Unterrichtes	40
4.3 Subjektiver und objektiver Nutzen von digitaler Lehre.....	42
4.4 Digitale Lehre als vollwertige Alternative?	46
4.5 Effektivität von digitaler Lehre	47
4.6 Hard- und Software sowie Nutzungsverhalten.....	49
4.7 Verstärkung und Finanzierung	50
4.8 Methodische Limitationen.....	51
4.9 Fazit	52
4.10 Ausblick	53
5. Literaturverzeichnis.....	55
6. Eidesstattliche Versicherung	61
7. Danksagung	62
8. Thesenblatt zur Inaugurationsdissertation	63

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Hauptkategorien des E-Learnings nach Lernen mit digitalen Medien aus Studierendenperspektive, Hochschulforum Digitalisierung, 2016	3
Abbildung 2: Blended-Learning-Modell (modifiziert nach Holden und Westfall, 2010).....	5
Abbildung 3: Schematischer Aufbau der Live-Übertragungen aus dem Operationstrakt	14
Abbildung 4: Schematischer Aufbau der Evaluation der elektronischen Lernkurse	17
Abbildung 5: Zeitlicher Ablauf der Effektivitätsstudie	18
Abbildung 6: Rücklauf der Evaluationsfragebögen.....	20
Abbildung 7: Übersicht der Bewertung der Fragen 8 bis 12 vor Durchführung der elektronischen Lernkurse	22
Abbildung 8: Übersicht der Bewertung der Fragen 1 bis 7 vor und nach Durchführung der elektronischen Lernkurse.	25
Abbildung 9: Übersicht der Bewertung vor (Frage 13) und nach (Frage 18) Durchführung der elektronischen Lernkurse	25
Abbildung 10: Übersicht der Bewertung der Fragen 8 bis 17 nach Durchführung der elektronischen Lernkurse	28
Abbildung 11: Übersicht der Bewertung der Fragen 1- 8 nach Teilnahme am OP-Live-Stream	31
Abbildung 12: Übersicht der Bewertung der Fragen 9 - 13 nach Teilnahme am OP-Live-Stream.	32
Abbildung 13: Absolute und relative Verteilung der Antworten auf die offene Frage (1.) zur Verwendung von Hardware bei der Teilnahme an der Live-Übertragung.....	33
Abbildung 14: Absolute und relative Verteilung der Antworten auf die offene Frage (2.) zur Verwendung von Internetbrowsern.....	34
Abbildung 15: Erreichte Punktezahlen der Themenblöcke Ohr, Nase, Rachen und Kehlkopf sowie Hals im Vergleich zwischen Anwesenheitspraktikum und E-Learning.....	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auflistung der Lehrvideos mit Dauer in Minuten und Sekunden.....	12
Tabelle 2: Evaluationsbögen vor (Fragebogen Teil 1) und nach (Fragebogen Teil 2) Durchführung der elektronischen Lernkurse.	15
Tabelle 3: Evaluation der elektronischen Operationslehre	16
Tabelle 4: Auflistung der verwendeten Materialien und Software.....	19
Tabelle 5: Deskriptive Statistik der Antworten der Studierenden vor Durchführung der elektronischen Lernkurse.	21
Tabelle 6: Deskriptive Statistik der Antworten der Studierenden nach Durchführung der elektronischen Lernkurse	21
Tabelle 7: Absolute und relative Häufigkeiten der Antworten auf die Fragen 8 bis 12 vor Durchführung der elektronischen Lehrkurse durch die Studierenden	22
Tabelle 8: Absolute und relative Häufigkeiten der Antworten auf die Fragen 1 bis 4 im Vergleich vor und nach dem E-Learning.....	24
Tabelle 9: Absolute und relative Häufigkeiten der Antworten auf die Fragen 5 bis 7 sowie Frage 13 vs. Frage 18 (Nutzungsfrequenz) im Vergleich vor und nach dem E-Learning	24
Tabelle 10: Absolute und relative Häufigkeiten der Antworten auf die Fragen 8 bis 17 nach der Durchführung der elektronischen Lehrkurse durch die Studierenden.....	27
Tabelle 11: Deskriptive Statistik der Aussagen 1-8 (Fragebogen Teil 1) nach Teilnahme am Live-Streaming	29
Tabelle 12: Deskriptive Statistik der Aussagen 9-13 (Fragebogen Teil 2) nach Teilnahme am Live-Streaming	29
Tabelle 13: Absolute und relative Häufigkeiten der Antworten auf die Fragen 1-8 nach Teilnahme an der Live-Stream-Übertragung.....	30
Tabelle 14: Absolute und relative Häufigkeiten der Antworten auf die Fragen 9-13 nach Teilnahme an der Live-Stream-Übertragung durch die Studierenden	32
Tabelle 15: Deskriptive Statistik der erreichten Punktwerte in der MC-Klausur nach Teilnahme am Anwesenheitspraktikum	35
Tabelle 16: Deskriptive Statistik der erreichten Punktwerte in der MC-Klausur nach Teilnahme am E-Learning.	35
Tabelle 17: Durchschnittlich erreichte Punktwerte in der MC-Klausur nach Teilnahme am Anwesenheitspraktikum sowie E-Learning.	36

Abkürzungsverzeichnis

ALK:	Akademische Lehrkrankenhäuser
AI:	<i>Artificial Intelligence</i>
ECMO:	Extrakorporale Membranoxygenierung
CBT:	<i>Computer Based Training</i>
FC:	<i>Flipped Classroom</i>
FTF:	<i>face-to-face</i>
GPL:	<i>General Public License</i>
ILIAS:	Integriertes Lern-, Informations-, und Arbeitskooperationssystem
LCMS:	<i>Learning Content Management System</i>
LMS:	<i>Learning Management System</i>
NKLM:	Nationaler Nutzerbasierter Lernzielkatalog Medizin
NPI:	Nicht-pharmakologische Interventionen
PoL:	Problemorientiertes Lernen
PPT:	Microsoft® Power-Point-Dateiformat
PDF:	<i>Portable Document Format</i>
UK:	Universitätskliniken
WBT:	<i>Web Based Training</i>
WCMS:	<i>Web Content Management System</i>

Zusammenfassung

Hintergrund:

Im Zuge der Covid-19-Pandemie wurden durch die Einführung von Kontaktbeschränkungen und Ausfall des Präsenzunterrichts die digitale Transformation in der medizinischen Ausbildung beschleunigt. Klassische Anwesenheitslehre wie Vorlesungen, Seminare und Praktika musste binnen weniger Wochen durch einen alternativen digitalen Unterricht vollständig ersetzt werden. Ziel dieser Studie ist die Etablierung und wissenschaftliche Aufarbeitung eines volldigitalen HNO-Unterrichtskonzeptes. Dieses basiert auf einer digitalen Operationslehre, E-Visite am Patientenbett, einem digitalen Lernprogramm und Vorlesungen. Es ergibt sich hieraus die Fragestellung, ob digitale Lehrkonzepte das Potential besitzen eine echte Alternative zu traditionellen, auf Präsenzveranstaltungen basierenden Unterrichtsmodellen darzustellen oder doch nur als komplementäre Angebote zu verstehen sind.

Methoden

Ab dem Sommersemesters 2020 wurde das elektronische Lernprogramm der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde der Universitätsmedizin Rostock im Zuge der Covid-19-Pandemie aufgebaut. Konzeptuell wurden hierfür vorrangig drei Säulen der Vermittlung von Lehrinhalten berücksichtigt: Krankheitsbilder mit Therapiekonzepten, Untersuchungstechniken und Operationslehre. Für die ersten zwei Säulen wurde in einem Web-Content-Management basierten System „ILIAS“ eine multimediale Lernplattform erstellt. Die Operationslehre wurde über ein Live-Stream-Übertragungssystem mit simultaner Chat-Funktion aus dem Operationstrakt realisiert. Zudem erfolgte wöchentlich eine E-Visite von Station. Mit Hilfe von prä- und postinterventionellen Evaluationsbögen wurde durch die Studierenden der subjektiv didaktische Wert erfasst. Neben der Evaluation erfolgte zudem im Wintersemester 2020/2021 eine quasi-randomisierte, kontrollierte Effektivitätsstudie des von uns angebotenen elektronischen Lehrkonzeptes. Hierbei wurden E-Learner (Interventionsgruppe) mit Studierenden, die an einem konventionellem Anwesenheitsunterricht (Kontrollgruppe) teilnahmen, durch Beantwortung von jeweils 10 MC-Fragen in den Themenblöcken Ohr, Nase, Rachen und Kehlkopf verglichen.

Ergebnisse

Im Vergleich vor und nach der Durchführung des Lernprogramms beantwortete eine Mehrheit der Befragten zustimmend, dass E-Learning die eigene Lerngeschwindigkeit berücksichtige ($p < 0.0001$). Zur Frage nach der Eignung von E-Learning in der Lehre der HNO wurden

signifikant steigende Zustimmungswerte festgestellt ($p < 0.0001$). Die Studierenden sahen zunehmend mehrheitlich im E-Learning keine Alternative zum konventionellen Anwesenheitspraktikum ($p = 0.01$). Es wurde zunehmend mehrheitlich E-Learning als zusätzliches Angebot zum Anwesenheitspraktikum gewünscht ($p=0.01$). Bei der ausschließlich postinterventionellen Befragung des elektronischen Lernprogramms ergaben sich in Bezug auf Struktur, Benutzerfreundlichkeit, Serverqualität und Qualität der Inhalte hohe Zustimmungswerte. Durch E-Learning können aber weder praktische Fähigkeiten transportiert werden (71,8%), noch sei das Interesse am Fach HNO gewachsen.

Nach Teilnahme an den Live-OPs per Übertragung sah eine Mehrheit der Studierenden das digitale Konzept als gute Alternative zur herkömmlichen OP-Lehre (64,7%). Eine Mehrheit wünscht sich diese Form der Übertragung als festen Lehrbestandteil (83%), zudem sei ein größeres Angebot gewünscht (89,3%). Mehrheitlich positiv wurde zudem die Live-Chat-Option (83,1%) und Hardwarekompatibilität (86,2%) bewertet. Bei den Attributen Interaktivität mit dem Operateur, Verständlichkeit der Inhalte, Verbindungsstabilität, Audio- und Videoqualität wurde mehrheitlich sehr gute oder gute Benotungen gegeben. Eine überwiegende Mehrheit der Studierenden sei dennoch nicht bereit für das Sehen von Live-OPs Geld zu bezahlen (80,7%).

In der Effektivitätsstudie zum Vergleich von E-Learning und Anwesenheitslehre wurde im Themengebiet Ohr zwischen beiden Gruppen eine Gleichwertigkeit festgestellt. In Bezug auf den Fragenkomplex Nase und Rachen, Kehlkopf und Hals beantwortete ein signifikant höherer Anteil der examinierten „E-Lernern“ im Vergleich zu den konventionellen Lernern die Fragen richtig ($p < 0.0001$; Hals: $p=0.0167$; $\alpha < 0.05$).

Schlussfolgerungen

Mit dieser Studie wurde ein auf drei Säulen basierendes, auf Vollwertigkeit zielendes, digitales Lernkonzept mit Operationslehre, E-Learning-Plattform und E-Visite erfolgreich etabliert, evaluiert und bezüglich seiner Effektivität getestet. Vorteile ergeben sich vor allem durch eine hohe Flexibilität, zeitliche und örtliche Unabhängigkeit bei gleichbleibender standardisierbarer Lehrqualität für die Studierenden. Besonders positiv wurde hierbei das Live-OP-Konzept evaluiert und sollte in Zukunft als fester Lehrbestandteil intensiviert werden. Die digitale und virtuelle Lehre wird nicht als Ersatz zur traditionellen Präsenzlehre verstanden, sondern als obligate Ergänzung eines vollständig als neu zu betrachtenden Lehransatzes. Dieser soll die effektivsten Methoden, also solche der klassischen Präsenzlehre mit modernen digitalen Möglichkeiten verbinden. Diese Kombination ist Teil der Blended-Learning-Strategie und ist wegweisend für zeitgemäße Lehrkonzepte.

1. Einleitung

1.1 Übersicht

Elektronisches Lernen (E-Learning) bezeichnet ein umfassendes Konzept für selbstbestimmte und computergestützte Lehr- und Lernprozesse [1–3]. In elektronischem Format verfügbare Lehrmaterialien verzeichnen in den letzten Jahren eine wachsende Popularität. So rückt auch in der universitären Lehre die Verwendung von elektronischen Lehrmaterialien immer mehr in den Mittelpunkt [3–6]. Es bietet die Möglichkeit der Nutzung unterschiedlicher Formen der Visualisierung sowie den Vorteil einer individualisierbaren Lernform unabhängig von Ort und Zeit [3,7]. Zudem kann durch eine umfangreiche Informationsvermittlung auch in einem internationalen Umfeld leichter zugänglich Wissen erworben und interaktiv überprüft werden [3,8,9]. Aktuelle Übersichtsarbeiten zeigen, dass digitale Lehrmittel ein nützliches Instrument für medizinische Ausbildungszwecke darstellen und dabei der traditionellen Vorlesung nicht unterlegen sind [3,10,11]. Ebenso wird beschrieben, dass Medizinstudierende, welche elektronische Lernprogramme nutzen, subjektiv mit ihrer Lernerfahrung zufriedener sind im Vergleich zu den Studierenden, welche traditionelle Lernmethoden anwenden [3,7,12].

Das reguläre HNO-Blockpraktikum, welches an der Universitätsmedizin Rostock im 9. und 10. Semester stattfindet, dient der praktischen Verfestigung der bisher vermittelten Inhalte der Vorlesung. Der Präsenzunterricht ist die vorherrschende Lehrmethode der meisten Universitäten. Er ist jedoch im Rahmen der digitalen Transformation und der zunehmenden Nachfrage nach Online-Lehrmaterialien zu hinterfragen. Im Rahmen der anhaltenden Covid-19-Pandemie hat das elektronische Lernen durch Einschränkungen der Präsenzlehre zusätzlich an Bedeutung gewonnen. Zusammen mit den Auswirkungen des Pandemiegeschehens auf die universitäre Krankenversorgung hat sich die Entwicklung von der analogen zur digitalen Lehre beschleunigt [3,13]. Bei der Erprobung neuer Lehrmaterialien und Methoden ist neben objektiven Verfahren, wie Prüfungen, auch eine Evaluation des subjektiven Nutzens von Bedeutung. Ziel dieser Studie war es deshalb elektronisches Lernen als Ergänzung für herkömmliche Präsenzpraktika zu evaluieren.

1.2 E-Learning

1.2.1 Definition des Begriffs E-Learning

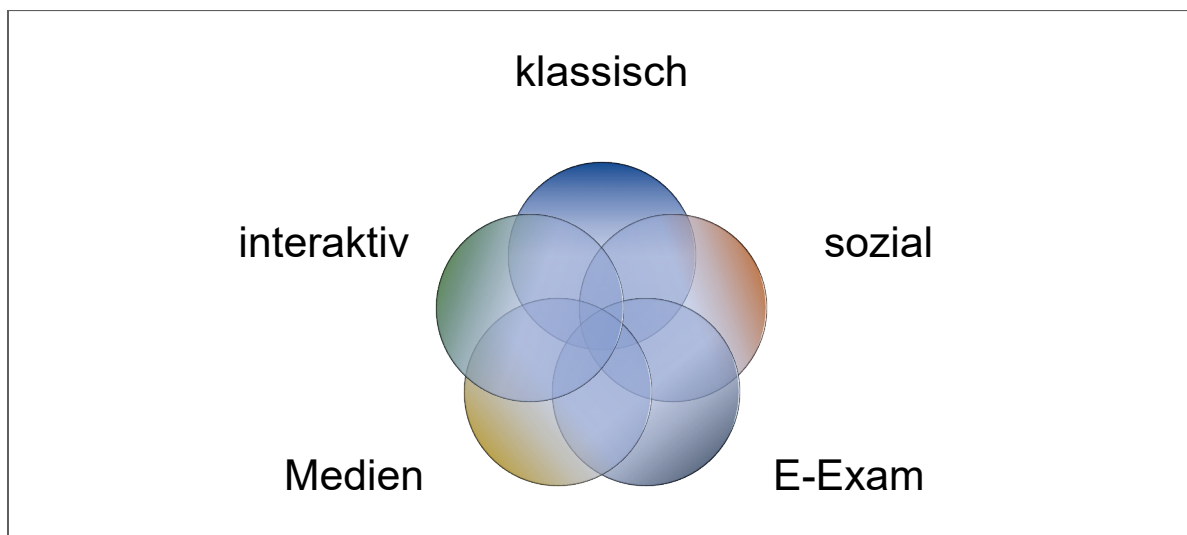
Der heterogen genutzte Begriff E-Learning hat für die weitläufige Verwendung von elektronischen Medien (engl. „electronic learning“ = elektronisches Lernen) als Lern- und Lehrformat Einzug in den deutschsprachigen Raum erhalten. Laut Ruth et al. wird E-Learning als das Bereitstellen von Lehrinhalten über digitale Geräte wie Desktop PCs, Laptop Computer, Tablets oder Smartphones zur Unterstützung von Vermittlung von Lehr- und Lerninhalten definiert. Hierbei wird zwischen der Darstellung von Inhalten durch o.g. Geräte und der Bereitstellung von Informationen durch Cloud-basierte Datenspeicher, externe/interne Festplatten, mobile Datenträger (CD/DVD, USB-Sticks, etc.) sowie die Nutzung von Webseiten basierten Inhalten im World-Wide-Web unterschieden [1]. E-Learning umfasse daher Aspekte computerbasierten Lernens, Verwendung interaktiver Technologien und computergestütztes Lernen auf Distanz [14]. Boeker und Klar erweitern zudem die Definition um die Voraussetzung eines generellen Mehrwertes dieser Lehrformate für den Lernenden [15].

1.2.2 Formate digitaler Lehre

Die Kategorisierung von digitalen Lehr- und Lernmedien erscheint im Kontext der Vielseitigkeit und Heterogenität des Angebotes sehr komplex [16]. Beginnend mit linearen Formen, die elektronische Textformate wie z.B. digitalisierte Lehrbücher oder Audio- und Video-Präsentationen beinhalten und vor allem gelesen oder abgespielt werden können, reicht das Angebot bis hin zum komplexen problemorientierten Lernen (POL), wie zum Beispiel durch Gaming-Simulationen. In der Literatur findet sich indes eine grobe Einteilung in zwei Kategorien: Das Computer-Based-Training (CBT) sowie auf der anderen Seite das Web Based Training (WBT). Hierbei handelt es sich um die Darstellung von Medien über gängige Geräte, die jedoch im Gegensatz zum CBT mit einem Netzwerk, wie dem World Wide Web (www), verbunden sind und entsprechende Inhalte verwalten können [15,17]. Seit einer Übersichtsarbeit des Hochschulforums Digitalisierung von 2016 hat sich zudem in der deutschsprachigen Literatur die Unterscheidung gängiger digitaler Lehrformate in fünf Hauptkategorien gefestigt. Diese werden wie folgt unterschieden [18]:

- *Klassische digitale Medien & Kommunikationstools*
 - Digitale Präsentationstools (z.B. PPT)
 - E-Mails
 - Fachspezifische Datenbanken
 - Texte (z.B. E-Books, PDF-Dokumente)
- *Soziale Kommunikationstools*
 - Blogs
 - Chat
 - Foren
 - Microblogging
 - Soziale Netzwerke
- *Elektronische Prüfungssysteme*
 - E-Assessments
 - E-Klausuren
- *Audio-/videobasierte Medien & Tutorials*
 - Audio
 - Video
 - Tutorials (z.B. WBT, CBT)
- *Interaktive Tools und Formate*
 - Educational Games (Lernspiele)
 - Interaktive fachspezifische Werkzeuge (z.B. virtuelle Labore)
 - Online-Office-Tools
 - Webkonferenzen
 - Wikis

Abbildung 1: Hauptkategorien des E-Learnings nach Lernen mit digitalen Medien aus Studierendenperspektive, Hochschulforum Digitalisierung, 2016 [18]



In der Übersichtsarbeit des Hochschulforums Digitalisierung, bei der 27.473 Studierende 11 unterschiedlicher Studienrichtungen (4.787 Humanmediziner) aus 153 Hochschulen in Deutschland zur Verwendung digitaler Lehrmaterialien befragt wurden, stellten die Autoren eine generelle geringfügige Nutzungsfrequenz solcher Lehrangebote unter den Befragten fest. Es erfolgte hierbei zudem eine realitätsnähere Klassifikation in vier Nutzertypen der Studierenden

- PDF-Nutzende
- E-Prüflinge
- Videolernende
- Digitale Allrounder

Als „Digitale Allrounder“ wurden jene bezeichnet, die regelmäßig im gleichen Umfang alle 5 Hauptkategorien des E-Learnings (siehe *Abbildung 1*) nutzen und somit einen hohen Nutzungsgrad von digitalen Lehrmitteln aufzeigen. Im Gesamtkollektiv fielen nur 21,5% in diese Rubrik; bei den Studierenden der Humanmedizin waren es hingegen 23%. Mehr als 75% der Befragten gaben indes an nur eingeschränkt digitale Lehrformaten im Studium zu nutzen. Es zeigte sich weiterhin eine klare studienfachabhängige Nutzungstendenz in zwei Richtungen. Studierende, die generell ein Studienfach mit digital-medialer Ausrichtung wie Informatik studierten, wiesen einen hohen allumfassenden Nutzungsgrad auf. Auf ein Viertel der Gesamtkohorte an Studierenden, die in die Rubrik „E-Prüflinge“ fielen, waren verhältnismäßig mit 47% die meisten Medizinstudierende [18].

Zusammenfassend zeigt sich daher eine ausgeprägte studienfachabhängige Divergenz des Nutzungsgrades digitaler Lehrmedien mit meist spezifischer singularer Nutzung einzelner E-Learning-Komponenten, keineswegs aber eine systematische übergreifende Digitalisierung der Lehrlandschaft.

1.2.3 Definition von Blended Learning

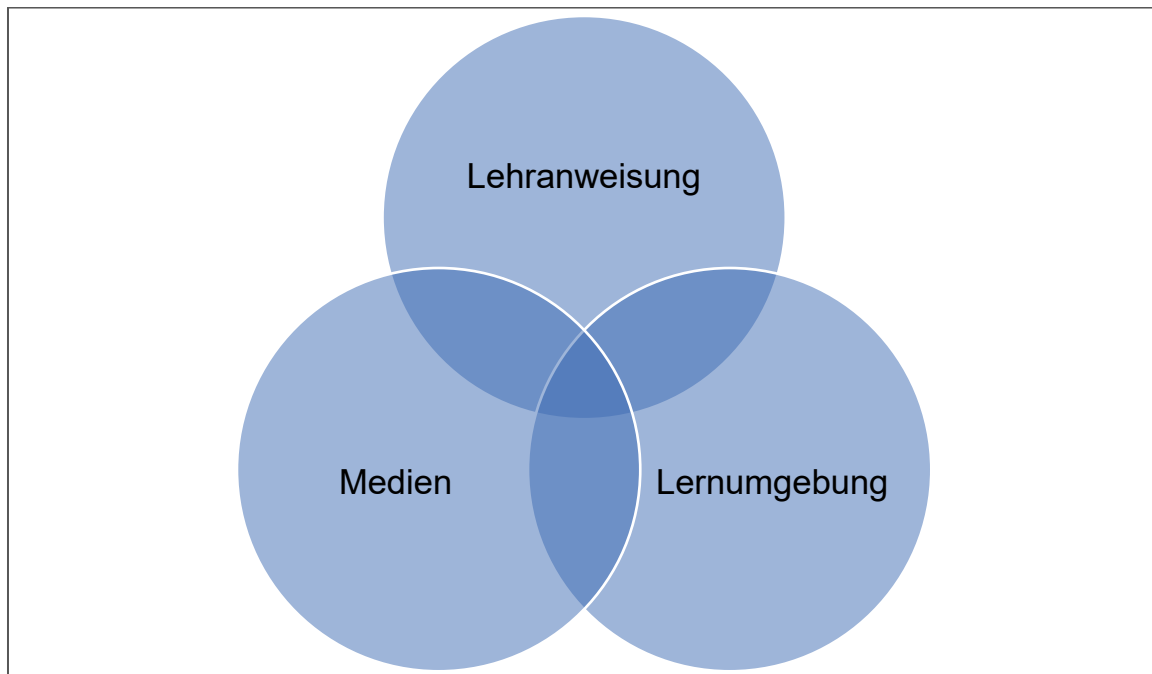
Blended Learning (engl.: gemischtes Lernen) bezeichnet die sinnvolle Integration unterschiedlicher Lehr- und Lernmethoden sowie Übertragungstechniken in ein interaktives, für den Lernenden nachvollziehbares Lehrumfeld. Es kombiniert digitale Methoden wie Online-Kurse mit Unterrichtseinheiten im klassischen Sinne und hat zum Ziel eine optimale Lernlandschaft zu schaffen [5,19]. Laut Graham et al. bezeichnet *Blended Learning* weiterhin, die komplementäre Symbiose aus digitaler Distanzlehre und unmittelbarer Anwesenheitslehre („*face-to-face*“, FTF) zu einem nachvollziehbaren Gesamtlehransatz [20].

Watson et al. erweitert die Definition um den Anspruch von *Blended Learning* personalisiertes Lernen für diverse Lerntypen unter narrativer Anleitung zu ermöglichen [21].

1.2.4 Das Blended-Learning-Modell

Für ein profunderes Verständnis des *Blended-Learning* hat sich in der aktuellen Literatur ein Modell mit Unterscheidung in 3 Hauptkomponenten etabliert. Diese sind die Lernumgebung (engl.: „*learning environment component*“), die Medien (engl.: „*media component*“ und die Lehranweisung (engl.: „*instructional component*“) [22].

Abbildung 2: Blended-Learning-Modell (modifiziert nach Holden und Westfall, 2010)



- **Komponente *Lehrumgebung***

Ziel der Auswahl der Lehrumgebung ist die optimale Verwendung von zur Verfügung stehenden Ressourcen, um ein formuliertes Lernziel zu erreichen. Generell unterscheidet man hierbei synchrone von asynchronen Lehrumgebungen. Beispiele für ein asynchrones Lehrumfeld sind CBT/WBT-basierte Systeme mit lokalem oder über ein Netzwerk abrufbarem Lernprogramm mit im Vorfeld aufgenommenen Lehrvideos, Podcasts sowie „Gaming Simulation“ (engl.= Simulationsspiel). Im Feld der synchronen Lehrumgebungen spielen Webkonferenzen, virtuelle Klassenräume und Web-Seminare (Webinare) eine hervorsteckende Rolle [15].

- **Komponente *Lehranweisung***

Als Lehranweisung versteht man alle zur Verfügung stehenden Strategien des Lehrenden zur Koordination von Lehrumgebung und Medien. Grundlegend ist unter anderem die Sicherstellung des Transfers von Informationen, didaktisches Monitoring und eine auf das Gesamtsystem vorausschauende Formulierung von Lernzielen [5,22].

- **Komponente *Medien***

Als Medien werden alle Kommunikationsmittel bezeichnet, die Inhalte wie Ton, Bild und Text an eine unbestimmte Anzahl an Abnehmern transportieren [23]. Die Auswahl an zur Verfügung gestellten Medien orientiert sich an der Lehrumgebung und kann in Bezug auf ein synchrones oder asynchrones Umfeld mehr oder weniger angemessen sein. Grundlegende Kriterien wie Zugänglichkeit, Universalität und Konnektivität zu bestehender Infrastruktur sind bei der Auswahl wegweisend [22].

Insgesamt ist daher jede der genannten Komponenten zwar als eigenständiger Faktor mit gleicher Wertigkeit zu betrachten, jedoch durch den spezifischen Einfluss aufeinander immer in Zusammenschau auf das Gesamtsystem zu bewerten und anzupassen.

1.2.5 Learning-Management-Systeme

Learning-Management-Systeme (LMS) sind computerbasierte Organisationseinheiten zur Bereitstellung sowie Gestaltung von Lehrinhalten, Administration von Zugriffsrechten und Verwaltung von Kursen mit implementierten Kommunikationstools zwischen Lehrenden und Lernenden sowie zur Förderung von Interaktion und Diskussion [24]. In der Literatur findet sich eine Erweiterung dieser Beschreibung in Abhängigkeit vom Schwerpunkt der Systeme. Spielt beispielweise die Distribution, Archivierung und Wiederherstellung von Lerninhalten die tragende Rolle, so spricht man von Learning-Content-Management-System (LCMS) [25]. Ist für diese Systeme eine internetbasierte Plattform zum Speichern und Organisieren von Informationen grundlegend, sind solche als Web-Content-Management-Systeme (WCMS) zu verstehen [26]. Insgesamt besitzen die unterschiedlichen Definitionen eine geringe Trennschärfe, sodass die Begriffe oft synonym füreinander verwendet werden [27].

Boeker et al. spezifiziert für LMS vier Kernkomponenten [15]:

- Visuelle Autorenumgebung
- Interaktive Werkzeuge
- Kursverwaltung
- Nutzerverwaltung mit rollenbasiertem Zugriffskonzept

Der *Verband der Zentren für Kommunikation und Informationsverarbeitung in Lehre und Forschung ZKI e.V.* hat in einer Umfrage zur Verbreitung von LMS im deutschsprachigen Raum 180 Hochschulen befragt. Laut dieser sind *Moodle*, *ILIAS* und *Stud.IP* die am häufigsten genutzten Systeme [25,28]. Entsprechend dieses Ergebnisses haben sich an der Universität Rostock die Systeme Stud.IP und ILIAS fest im Curriculum etabliert. ILIAS (Integriertes Lern-, Informations-, und Arbeitskooperationssystem) ist ein Open-Source-Projekt und bietet ein vollwertiges LMS, welches sich durch eine hohe Kompatibilität mit anderen Systemen, Vielseitigkeit der interaktiven Werkzeuge sowie frei zugängliche Editierbarkeit auszeichnet [29]. Stud.IP (Studienbegleitender Internetsupport von Präsenzlehre) ist eine unter GPL (General Public License) frei entwickelte LMS-Software, welche an der Universitätsmedizin Rostock in Abgrenzung zu ILIAS vor allem für die Kommunikation und Organisation von Lehrveranstaltungen genutzt wird [30].

1.3 Lehrkonzept des Universitätsmedizin Rostock im Fachgebiet HNO

Der akademische Lehrauftrag der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen- und Ohrenheilkunde Kopf- und Hals-Chirurgie „Otto Körner“ wird im Normalbetrieb durch wöchentliche Vorlesungen sowie ein verpflichtendes viertägiges (3,5 Stunden/Tag) Anwesenheits-Blockpraktikum mit Teilnahme an Operationen im 9. und 10. Fachsemester Humanmedizin sichergestellt. Die Vorlesung erfolgt ausschließlich im 9. Semester. Das Blockpraktikum jedoch für die Hälfte der Studierenden im 9. und für die andere Hälfte im 10. Fachsemester. Die Abschlussklausur im Fach HNO wird zum Ende des 9. Fachsemesters geschrieben. Die regelmäßige Teilnahme an der Vorlesung, den Blockpraktika sowie der Abschlussklausur sind nach aktueller Studienordnung der Universitätsmedizin Rostock (Stand 2002) Voraussetzung für das Erlangen des Prüfungsscheins. Zusätzlich wird durch die HNO-Klinik im 1. klinischen Semester ein zweistündiger Untersuchungskurs im Zuge der klinischen Propädeutik angeboten.

1.4 Auswirkungen der Covid-19-Pandemie auf die universitäre Lehre der Humanmedizin

1.4.1 Ablauf der Covid-19 Pandemie und unmittelbare Folgen

Den Ausgang nahm die Corona-Virus-Pandemie (COVID-19-Pandemie) mutmaßlich vom Auftreten eines neuartigen Corona-Virus-Stammes (SARS-CoV-2), verwandt mit dem bekannten SARS-Corona-Virus aus dem Jahr 2003, auf einem Großmarkt im chinesischen Wuhan im Dezember 2019 [31]. Frühzeitig wurde maßgeblich die respiratorische Aufnahme virushaltiger Partikel über Tröpfchen >5 (μm) Aerosole (<5 μm) sowie im geringen Ausmaß Kontaktinfektionen beim Atmen, Husten, Sprechen, Singen und Niesen als Transmissionswege identifiziert [32]. Laut aktuellen Meta-Analysen entwickeln bei einem Manifestationsindex von 57-86% eine Mehrheit der Infizierten Symptome [33–35]. Maßgeblich für einen komplizierten Verlauf einer Infektion ist hierbei das Auftreten einer viralen Pneumonie (1% der Infizierten) mit möglicher Entwicklung eines ARDS (Acute Respiratory Distress Syndrom) mit konsekutiver intensivmedizinischer Beatmungspflichtigkeit oder auch ECMO-Versorgung [36]. Als unmittelbare Folge wurden bei zunehmender globaler Verbreitung des Virus und dem Fehlen eines wirksamen Impfstoffes international übergreifend nicht-pharmazeutische Interventionen (NPI) etabliert. Hierunter versteht man Maßnahmen auf Grundlage infektiologischer Überlegungen ohne Einsatz von pharmazeutischen Erzeugnissen zur Bekämpfung einer viralen Pandemie wie „Lockdowns“, Tragen von Mund-Nasen-Schutz, Abstandsregeln und erweiterter Händehygiene. Die Effektivität solcher Maßnahmen wurde in einer groß angelegten Meta-Analyse durch das Robert-Koch-Institut im September 2020 hinreichend belegt und legitimierte das Fortführen der Einschränkungen des sozialen und wirtschaftlichen Lebens [37]. Zum 17.04.2022 hatten sich trotz der durchgeführten Maßnahmen weltweit mehr als 504 Millionen Menschen bestätigt mit Sars-CoV-2 infiziert und mehr als 6,197 Millionen Menschen mit und an den Folgen der Infektion verstorben [38].

1.4.2 Umstellung der hno-ärztlichen Präsenz- auf digitale Fernlehre in Deutschland

Das zunehmende Infektionsgeschehen seit Pandemiebeginn und die eingeschränkte Umsetzbarkeit von Abstands- und Hygienevorschriften im universitären Umfeld machten eine Anwesenheitslehre unmöglich und es erfolgte deutschlandweit ab 02.04.2020 auf Empfehlung der Hochschulrektorenkonferenz das zunächst befristete Aussetzen der vollständigen Präsenzlehre und die Umstellung auf einen Online-Lehrbetrieb [39]. Die Hochschulen wurden

vor große Herausforderungen gestellt in einer sehr kurzen Transitionsphase einen geregelten Unterricht online zu gewährleisten. Im Umfeld der medizinischen Hochschulausbildung wurde dieser Umstand wesentlich durch den Anspruch der Sicherstellung von praktischer und theoretischer Lehre am Patientenbett zusätzlich erschwert. Bezüglich der akademische HNO-Lehre hatte Offergeld et al. hierzu im August 2020 eine Studie zur Lehrsituation an nationalen akademischen Lehrkrankenhäusern und Universitäts-HNO-Kliniken zu Beginn des digitalen Corona-Sommersemesters 2020 veröffentlicht [4]. Hierzu wurde nach Ablauf der primären Übergangsphase ab 21.04.2020 eine Blitzumfrage mit 8 Items zur lokalen Lehrsituation mit Fokus auf digitale/digitalisierte Lehrinhalte, vorhandene IT-Infrastruktur und Kenntnis des Entwicklungsstandes von analogen Angeboten ähnlicher Lehrinrichtungen abgefragt. Insgesamt wurden 31 deutsche Universitätskliniken (UK) sowie 10 akademische Lehrkrankenhäuser (ALK) eingeschlossen. Hierbei zeigte sich zusammenfassend, dass der Etablierungsgrad an digitaler Lehre unter den UK wie auch ALK zu Pandemiebeginn als eher gering angegeben wurde (29% der UK und lediglich 10% der ALK). Wenn auch gleich die Informationspolitik der Lehrinrichtungen, trotz der Kurzfristigkeit der Einführung der Fernlehre, von beiden insgesamt positiv bewertet wurde, ergaben sich die größten Differenzen in Bezug auf die Verfügbarkeit von entsprechender digitaler Infrastruktur (41,9% der UK (eher) vorhanden, wohingegen 60% der ALK (eher) nicht vorhanden) sowie auf lokale Rahmenbedingungen wie Personal, Unterstützung, Akzeptanz und Investition (58,1% der UK (eher) vorhanden gegenüber 40% der ALK (eher) nicht vorhanden). Die deutschen Universitätskliniken imponierten im Kontext des Kenntnisstandes der Rahmenbedingungen anderer ALK/UK zur digitalen Lehre durchgehend eher gut informiert (60%), wohingegen die peripheren Lehrkrankenhäuser eher einen geringfügigen Wissensstand aufwiesen (70%) [4]. Vergleicht man hierfür die Ergebnisse einer Umfrage zahlreicher deutscher HNO-Kliniken von Saß et al. 2016, so zeigen sich analoge Tendenzen, die auf eine Stagnation im Transformationsprozess zur digitalen Lehre hinweisen [40]. Zum Zeitpunkt der Umstellung auf eine digitale Vollzeitlehre im Zuge der Covid-19-Pandemie muss daher laut Offergeld et al. am ehesten von einer „notfallbedingten Fernlehre“ bei meist fehlendem didaktischen Konzept gesprochen werden [4].

1.5 Zielsetzung und Fragestellung

Ziel dieser Studie ist die Etablierung eines volldigitalen HNO-Unterrichtskonzepts, welches den aktuellen Grundprinzipien der erfolgreichen medizinischen Lehre unter anderem unter den Gesichtspunkten von klarer Struktur, Feedback-Möglichkeiten und Authentizität (Hodges et al.) Rechnung trägt. Dieses Lehrkonzept basiert auf einer volldigitalen Operationslehre, E-Visite am Patientenbett, einem Lernprogramm und Vorlesungen. Es soll hierbei in Bezug auf subjektive Gesichtspunkte durch die Studierenden evaluiert und der Lernerfolg anschließend durch eine Effektivitätsstudie objektiviert werden. Der Fokus wird hierbei vor allem auf ein klar strukturiertes und standardisiertes E-Learning-Programm via ILIAS und das Konzept der Operationslehre im Live-Format mit hochauflösender Übertragung von Bild- und Tonspur aus dem Operationstrakt gelegt.

Es ergibt sich hieraus die Fragestellung, ob digitale Lehrkonzepte das Potential besitzen eine echte Alternative zu traditionellen, auf Präsenzveranstaltungen basierenden Unterrichtsmodellen darzustellen oder doch nur als komplementäre Angebote zu verstehen sind. Hierbei gilt es die subjektiven und möglicherweise objektivierbaren Vor- und Nachteile eines solchen Lehrkonzeptes zu erforschen. Weiterhin erhofft man sich durch die Ergebnisse Aufschluss über konzeptuelle Probleme in der Umsetzung, wie technische Voraussetzungen und lehrdidaktische Realisierung. Zuletzt ergibt sich die Frage nach der Möglichkeit zur Verfestigung des Lehrkonzeptes in Hinblick auf die finanzielle Absicherung. So soll auch die Bereitschaft unter Studierenden untersucht werden, sich an digitalen Lehrkonzepten finanziell zu beteiligen.

2. Methodik

Während des Sommersemesters 2020 wurde das elektronische Lernprogramm der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde der Universitätsmedizin Rostock im Zuge der Covid-19-Pandemie aufgebaut und zum Wintersemester 2020/2021 erweitert und vervollständigt. Konzeptuell wurden hierfür vorrangig drei Säulen der Vermittlung von Lehrinhalten berücksichtigt: Krankheitsbilder mit Therapiekonzepten, Untersuchungstechniken und Operationslehre. Für die ersten zwei Säulen wurde in einem Web-Content-Management basierten System „ILIAS“ eine multimediale Lernplattform erstellt. Die Operationslehre wurde über ein Live-Stream-Übertragungs-System mit simultaner Chat-Funktion aus dem Operationstrakt realisiert [3,41]. Zudem erfolgte wöchentlich eine E-Visite von Station. Neben der Evaluation des elektronischen Lernprogramms erfolgte im Wintersemester 2020/2021 eine quasi-randomisierte, kontrollierte Effektivitätsstudie des von uns angebotenen elektronischen Lehrkonzeptes.

2.1 Lernplattform ILIAS

Das Open-Source-Produkt ILIAS (Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitskooperations-System) ist ein kostenloses, von vielen Hochschulen eingesetztes http-Protokoll (ILIAS open source e-Learning e.V., Köln, Deutschland) für die internetbasierte Bereitstellung von Lehr- und Lernmaterialien (LMS). Alle Studierenden, welche für das Blockpraktikum im Sommersemester 2020 sowie Wintersemester 2020/2021 eingeteilt waren, wurden über das Projekt informiert sowie die Teilnahme an der anschließenden Evaluation und Effektivitätsstudie aufgeklärt [3].

2.2 Erstellen der Lehrinhalte

Es wurden vier Lernkurse zu den übergeordneten Themen: Äußerer Hals (I), Rachen/Kehlkopf (II), Nase (III), Ohr (IV) erstellt. Jedes der Module wurde für eine Lernzeit von ca. 60 Minuten konzipiert. Die Online-Kurse beinhalten Text mit Bilddateien, Schemata sowie selbstgedrehte High-Definition (HD) Lehrvideos und Tutorials.

Nach jeder Einheit folgte abschließend zur Lernerfolgskontrolle ein themenentsprechender Multiple-Choice Test bestehend aus zehn Fragen [3].

2.2.1 Erstellen der text- und bildbasierten Formate

Es wurden für die übergeordneten Themen Äußerer Hals (I), Rachen/Kehlkopf (II), Nase (III), Ohr (IV) insgesamt 99 Präsentationsfolien mit Bildmaterial und erklärendem Text, sowie Schemata verfasst. Hierbei entfielen auf die einzelnen Themengebiete: Äußerer Hals (I): 17, Rachen/Kehlkopf (II): 29, Nase (III): 25, Ohr (IV): 28. Die thematische Auswahl der Inhalte orientierte sich am aktuellen Lernzielkatalog des Institutes für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen (IMPP, 4. Auflage 2013).

2.2.2 Erstellen des Video-Lehrformats

Es wurden Video-Rohdateien mit einer High-Definition-Kompaktkamera Cybershot® DSC-RX100 (Sony Europe B.V, Surrey, United Kingdom) im AVCHD-Format aufgenommen und anschließend mit dem Videobearbeitungsprogramm iMovie® Version 10.1.16 (Apple Inc., Cupertino, CA, USA) geschnitten, vertont und im Corporate Design der Universitätsmedizin Rostock stilistisch vereinheitlicht. Die Bildbearbeitung erfolgte mit dem Open-Source basierten Programm GIMP Version 2.10 (GNU-Image Manipulation Programm, gimp.org). Die thematische Auswahl der Inhalte orientierte sich am aktuellen Lernzielkatalog des Institutes für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen (IMPP, 4. Auflage 2013).

Tabelle 1: Auflistung der Lehrvideos mit Dauer in Minuten und Sekunden

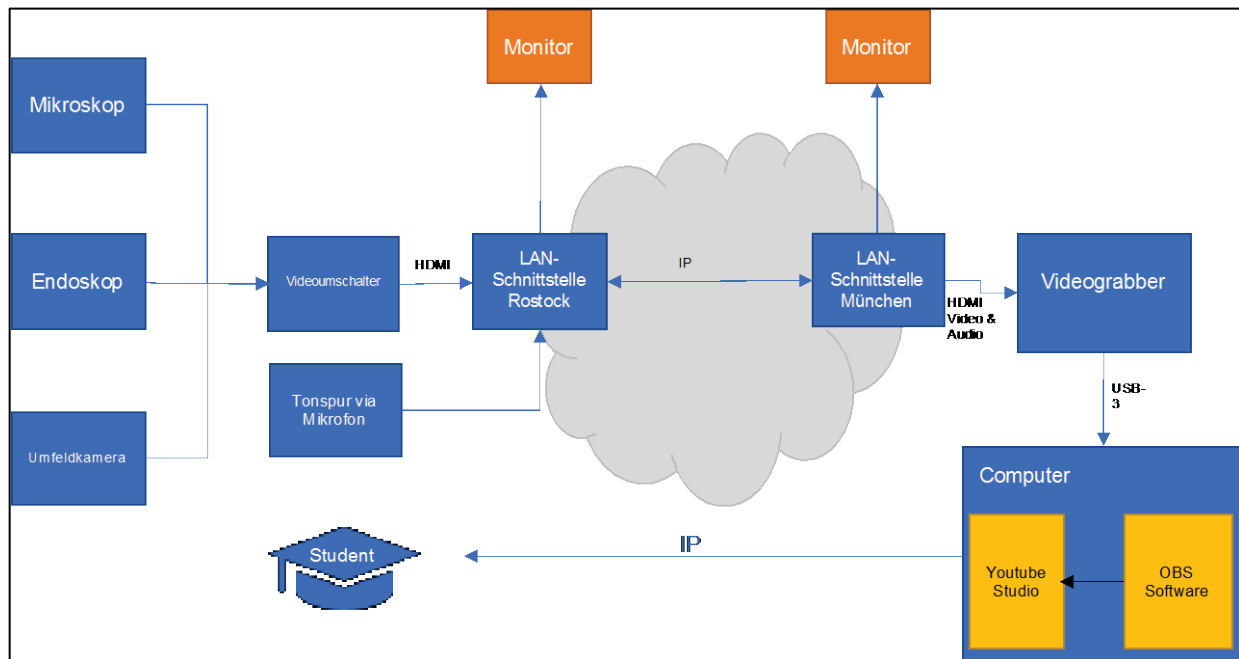
lfd. Nummer	Thema / Titel	Dauer (in Minuten)
1.	Trachealkanülenmanagement	3:09
2.	Einführung: Benigner paroxysmaler Lagerungsschwindel	4:55
3.	Dix-Hallpike-Mannöver	0:49
4.	Epley-Mannöver	2:17
5.	Testprogramm HINTS (Head-Impuls, Nystagmus, Skew-deviation)	4:13
6.	Kopfimpuls-Test	1:58
7.	Durchführung und Interpretation des Videokopfimpulstestes	2:39
8.	Ultraschalluntersuchung des Halses	7:34
9.	Untersuchungsvideo Hals	7:41
10.	Untersuchungsvideo Nase	4:21
11.	Komplikation Sinusitis	0:36
12.	Pansinus-OP	0:59
13.	Choanalpolyp	0:33
14.	Untersuchungsvideo Ohren	3:23
15.	Tracheotomie	2:53
16.	Tonsillektomie	1:09
17.	Tonsillotomie	0:30
18.	Epiglottisabszess	0:18
19.	Pharyngealer Fremdkörper	0:20
20.	Versorgung Peritonsillarabszess	0:35
	Gesamtdauer in Minuten	50:52

2.2.3 Lernerfolgskontrolle: Multiple-Choice-Test

Nach Beendigung der jeweiligen Lerneinheiten der vier Themenblöcke [I]-[IV] erfolgte zur Lernerfolgskontrolle themenbezogen ein Multiple-Choice-Test mit je zehn Fragen. Die Konzeption dieser orientierte sich in Format und Inhalt an staatsexamensrelevanten IMPP-Fragen, gemäß des aktuellen Gegenstandskataloges der HNO-Lehre (IMPP, 4. Auflage 2013). Es konnten je Frage maximal 5 Punkte erreicht werden, wobei bei mehreren Antwortmöglichkeiten Teilpunkte für richtige Antworten vergeben wurden. Die Studierenden erhielten direkt im Anschluss der Bearbeitung der Fragen eine Rückmeldung bezüglich ihrer erreichten Punktezahl. Eine nachträgliche Korrektur der bereits abgegebenen Antworten wurde ausgeschlossen [3].

2.3 Livestream-Operationen

Als Zusatzangebot wurden Operationen als Live-Stream in HD-Qualität aus dem Operationssaal für die Übertragung in die Häuslichkeit zur Verfügung gestellt. Patienten unterzeichneten im Vorfeld eine Einverständniserklärung zur Übertragung von Video- und Audioaufzeichnungen. Die Aufnahmen von einem volldigitalen 3D-Operationsmikroskop (Arriscope Evo2 HNO, MSI, München, Deutschland), einer Umfeldkamera (EVI-HD7V, Sony, Tokyo, Japan) sowie eine digitale Funktionsspur über ein Mikrofon und eine Empfängerstation (GLXD4R/GLXD1, Shure, Niles, USA) wurden über einen Medienumschalter zum einen an ein Konferenzraum-Übertragungssystem (Avaya Scopia XT7100, Avaya, Santa Clara, CA, USA) zum anderen an einen Überwachungsmonitor angeschlossen. Das Konferenzraum-Übertragungssystem fungierte als LAN-Schnittstelle zur Herstellung einer sicheren Internetverbindung mit hoher und stabiler Bandbreite zu einem externen Mediendienstleister (Pripare, München, Deutschland). Dieser transformierte die Aufnahmen in einen ultrahochauflösenden (4K-HD) Livestream, welcher anschließend über einen eigenen Kanal bei dem Videoportal YouTube (Google LLC, Mountain View, USA) oder Vimeo (Vimeo LLC, NY, USA) mit einer Chatfunktion online gestellt wurde. Ein Endgerät mit laufendem Stream wurde dem Operationsteam während des Eingriffs zur Mitverfolgung des Chatverlaufs zur Verfügung gestellt. Studierende konnten so über gängige Endgeräte von jedem Standort in Deutschland sowie weltweit auf den Stream zugreifen, Fragen zu den chirurgischen Schritten stellen und mit dem Chirurgen kommunizieren. Der Zugriff wurde durch individualisierte sich zu jeder Übertragung ändernde Passwörter geschützt. Die Teilnahme am Live-Stream war freiwillig [3,41].

Abbildung 3: Schematischer Aufbau der Live-Übertragungen aus dem Operationstrakt [41].

2.4 E-Visite

Zur Falldemonstration und Interaktion mit dem Dozierenden wurden zu festen Zeitpunkten einmal wöchentlich eine E-Visite mit einem Tablet (iPad®, Apple Inc., Cupertino, CA, USA) via Video-Konferenz (Zoom Inc., San José, CA, USA) durchgeführt. Hierbei wurden aktuelle Fälle der Station sowie postoperative Patienten in Gruppen von 10 Teilnehmern erarbeitet. Die Teilnahme war für die Studierenden, die ausschließlich am E-Learning teilnahmen, verpflichtend.

2.5 Evaluation

2.5.1 Evaluation der elektronischen Lernkurse

Vor Beginn (Teil 1) und nach Abschluss (Teil 2) der elektronischen Lernkurse auf der ILIAS-Plattform wurden die Studierenden im Sommersemester 2020 im Zeitraum von vier Monaten gebeten, einen Evaluationsbogen auszufüllen (*Tabelle 2*). Die ersten sieben Fragen der Fragebögen sind zu beiden Untersuchungszeitpunkten identisch. Alle Aussagen der Evaluationsfragebögen waren auf 5-stufigen Likert-Skalen von 1 („trifft vollkommen zu“) bis 5 („trifft nicht zu“) zu beantworten [3].

Tabelle 2: Evaluationsbögen vor (Fragebogen Teil 1) und nach (Fragebogen Teil 2) Durchführung der elektronischen Lernkurse. Die Fragen 1-7 sind in Teil 1 und Teil 2 identisch (bis gestrichelte Linie) [3].

Fragebogen Teil 1	Fragebogen Teil 2
1. E-Learning empfinde ich als hilfreich, da es meine eigene Lerngeschwindigkeit berücksichtigt.	E-Learning empfinde ich als hilfreich, da es meine eigene Lerngeschwindigkeit berücksichtigt.
2. E-Learning würde zu einer höheren Bereitschaft der Studierenden zur Teilnahme an Kursen und Vorlesungen führen.	E-Learning würde zu einer höheren Bereitschaft der Studierenden zur Teilnahme an Kursen und Vorlesungen führen.
3. Das Fach HNO-Heilkunde eignet sich gut für den Einsatz von E-Learning.	Das Fach HNO-Heilkunde eignet sich gut für den Einsatz von E-Learning
4. Die studentische Ausbildung in der HNO-Heilkunde setzt einen Arzt-Studierenden-Kontakt voraus.	Die studentische Ausbildung in der HNO-Heilkunde setzt einen Arzt-Studierenden-Kontakt voraus.
5. E-Learning bietet eine gute Alternative zum herkömmlichen HNO-Anwesenheitspraktikum.	E-Learning bietet eine gute Alternative zum herkömmlichen HNO-Anwesenheitspraktikum.
6. E-Learning in der HNO-Heilkunde sollte zusätzlich zum Anwesenheitspraktikum zur Verfügung gestellt werden.	E-Learning in der HNO-Heilkunde sollte zusätzlich zum Anwesenheitspraktikum zur Verfügung gestellt werden.
7. Ich wünsche mir ein größeres Angebot für E-Learning Kurse und Vorlesungen.	Ich wünsche mir ein größeres Angebot für E-Learning Kurse und Vorlesungen.
8. E-Learning kann mir helfen, meinen Studienplan flexibler zu gestalten (z.B. Nebenjob, Elternbesuche).	Durch das E-Learning der HNO ist mein Interesse am Fach gewachsen und ich bin motivierter mich intensiver damit zu befassen.
9. Die Bereitstellung eines E-Learning-Programmes sorgt für eine standardisierte und gleichbleibende Lehrqualität (unabhängig von Ort, Zeit, Dozent*in).	Durch das E-Learning haben sich meine praktischen Fähigkeiten verbessert.
10. Der Begriff „E-Learning“ ist mir geläufig.	Das E-Learning der HNO-Heilkunde ist strukturiert und logisch aufgebaut.
11. Das E-Learning-Programm der Universitätsmedizin Rostock nutze ich.	Ich habe das Gefühl, gut für das Fachgebiet HNO vorbereitet zu sein.
12. Das E-Learning-Angebot der Universitätsmedizin Rostock ist mir bekannt.	Das E-Learning-System ist benutzerfreundlich aufgebaut.
13. Wie häufig würden Sie ein entsprechendes HNO-Programm nutzen?	Ich konnte mit in kurzer Zeit viel Wissen aneignen.
14.	Die Qualität der Lerneinheiten war hoch.
15.	Ich konnte die Lerneinheiten von verschiedenen Standorten aus abrufen.
16.	Die Verbindung zum Server beim Bearbeiten der Lerneinheiten war stabil.
17.	E-Learning ist ein zeitgemäßes Format.
18.	Wie oft haben Sie das E-Learning-Programm genutzt?

2.5.2 Evaluation der elektronischen Operationslehre

Der Untersuchungszeitraum betrug 4 Monate im Wintersemester 2020/2021. Nach Abschluss jeder Live-Übertragung aus dem Operationstrakt wurden die Studierenden gebeten einen Online-Evaluationsbogen auszufüllen (*Tabelle 3*). Dieser bestand aus drei Anteilen: Der erste Teil war in einer 5-stufigen Likert-Skala mit Antwortmöglichkeiten „trifft zu“, „trifft eher zu“, „trifft teilweise zu“, „trifft eher nicht zu“, „trifft nicht zu“ sowie der Option „keine Angabe“ zu beantworten. Der zweite Teil bestand aus fünf Fragen die in einer 6-stufigen Rating-Skala mit Antwortmöglichkeiten von „sehr gut“, „gut“, „befriedigend“, „ausreichend“, „mangelhaft“ sowie „ungenügend“ zu beantworten war. Im letzten Anteil wurden zwei offene Fragen gestellt, die über die Eingabezeile im Evaluationsbogen ausgefüllt werden sollten [41].

Tabelle 3: Evaluation der elektronischen Operationslehre [41]

Fragebogen Teil 1 (Antwortmöglichkeiten: trifft zu, trifft eher zu, trifft teilweise zu, trifft eher nicht zu, trifft nicht zu, keine Angabe)

1. Die Live-OPs per Stream brachten mir einen großen Wissenszugewinn
2. Live-OPs sollten fester Bestandteil der Lehre sein
3. Das Live-Video-Format bietet eine gute Alternative zur herkömmlichen OP-Lehre
4. Das Angebot an Live-OPs an der UMR sollte vermehrt zur Verfügung gestellt werden
5. Meine zur Verfügung stehende Hardware (Tablet, PC, Handy, etc.) konnten das Live-Video problemlos abspielen
6. Das Live-Chat Modul empfinde ich als eine sinnvolle Möglichkeit zur Interaktion mit dem Operateur
7. Die Verbindlichkeit beim Chatten ein Google-Konto besitzen zu müssen empfinde ich als störend
8. Ich wäre bereit für das Sehen von Live-OPs Geld zu zahlen

Fragebogen Teil 2 (Antwortmöglichkeiten: 1= sehr gut, 2= gut, 3=befriedigend, 4= ausreichend, 5=mangelhaft, 6= ungenügend)

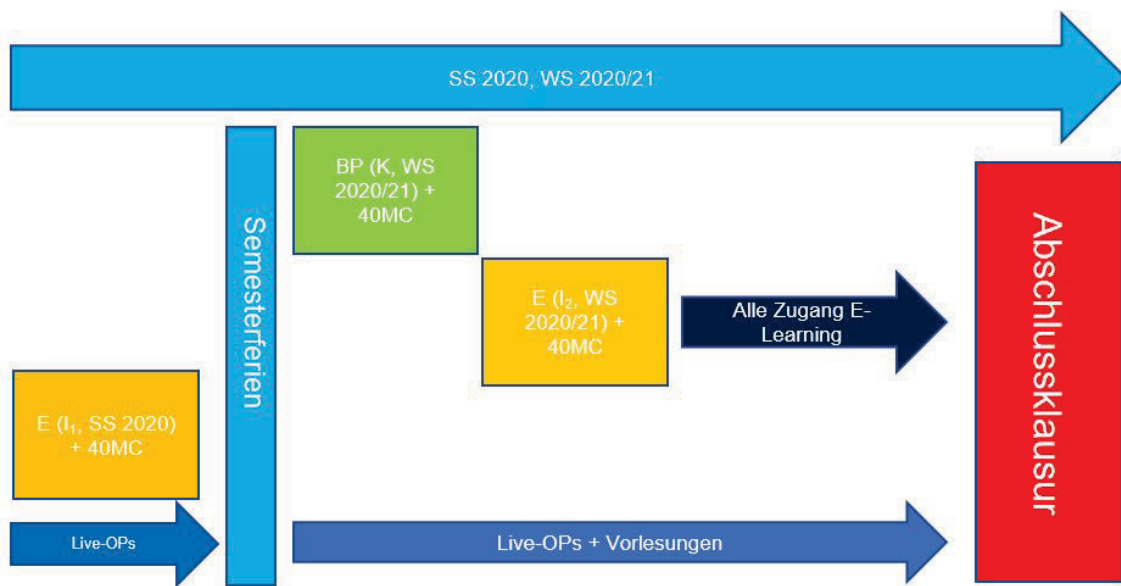
9. Qualität der Videoübertragung
10. Qualität der Audioübertragung
11. Stabilität der Verbindung zum Kanal
12. Verständlichkeit der intraoperativen Prozesse
13. Interaktionsmöglichkeiten mit dem Operateur

Fragebogen Teil 3 (offene Antwortmöglichkeiten)

14. Ich habe im Live-Stream folgende Hardware genutzt (bspw. Mobiltelefon, Tablet, PC/Laptop)
15. Zum Streamen habe ich folgenden Browser genutzt (bspw. Firefox, Opera, MS-Explorer, Safari, Google Chrome etc)

gleiche Gruppen aufgeteilt. Die ersten fünf Gruppen I-V erhielten ausschließlich das Anwesenheitspraktikum und stellten in der Gesamtzahl die Kontrollgruppe (K) dar, die zweite bestehend aus Gruppen VI-X sowie Studierende des Sommersemesters 2020 wurden den Interventionsgruppen (I_{1+2}) zugeordnet, die ausschließlich Zugang zum elektronischen Lehrformat erhielten. Alle Studierenden hatten Zugang zu angebotenen Live-Übertragungen aus dem Operationstrakt unabhängig von der Zugehörigkeitsgruppe. Teilnehmer der Interventionsgruppe mussten im Anschluss an den jeweiligen E-Learning-Lernblock I-IV Äußerer Hals (I), Rachen/Kehlkopf (II), Nase (III), Ohr (IV), je 10 Multiple-Choice-Fragen beantworten. Die Studierenden, die ausschließlich am Anwesenheitspraktikum teilgenommen hatten, erhielten direkt im Anschluss an das Praktikum die gleichen 40 Multiple-Choice-Fragen wie die Interventionsgruppe über das LMS-System ILIAS zur Beantwortung bereitgestellt. Die Ergebnisse dieser 40 Fragen wurden anschließend statistisch ausgewertet.

Abbildung 5: Zeitlicher Ablauf der Effektivitätsstudie (BP= Anwesenheitspraktikum, E= E-Learning, I_{1+2} = Interventionsgruppen, K= Kontrollgruppe, SS= Sommersemester, WS= Wintersemester, MC= Multiple-Choice-Fragen)



2.7 Materialien- und verwendete Software

Tabelle 4: Auflistung der verwendeten Materialien und Software

Bezeichnung	Modell	Hersteller
Computer (PC)	MacBook Pro 2017	Apple Inc., Cupertino, CA, USA
HD-Kompaktkamera	Cybershot DSC RX 100	Sony Europe B.V, Surrey, United Kingdom
3D Operationsmikroskop	Arriscope Evo2 HNO	MSI, München, Germany
Umfeldkamera	EVI-HD7V	Sony, Tokyo, Japan
Full-HD Monitor	SC-WU24-A1511	KARL STORZ Co. KG, Tuttlingen, Germany
Mikrofonsystem	GLXD4R	Shure, Niles, IL, USA
Konferenzraumsystem	Avaya Scopia XT7100	Avaya, Santa Clara, CA, USA
Videoswitcher	ATEM mini	Blackmagic Design Pty Ltd, Victoria, Australia
Learning-Management-System	ILIAS 5.4.7 2019-11-15	ILIAS open source e-Learning e. V
Videobildbearbeitungsprogramm	iMovie (Vers. 10.1.16)	Apple Inc., Cupertino, CA, USA
Bildbearbeitungsprogramm	GIMP -GNU Image Manipulation Program	gimp.org
Statistikprogramm	Prism (Version 9)	GraphPad Software, La Jolla, CA, USA

2.8 Statistik

Die statistischen Analysen erfolgten mit Prism (Version 9, GraphPad Software, La Jolla, CA, USA). Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0.05$ festgesetzt. Die Normalverteilung wurde graphisch mit Quantile-Quantile-Plots sowie statistisch mit dem D'Agostino & Pearson-Test überprüft. Bei Normalverteilung wurden die Ergebnisse als Mittelwerte mit Standardabweichung (SD) oder als absolute Werte mit Prozenten angegeben. Lag keine Normalverteilung vor erfolgte die Angabe als Median mit Quartilen sowie als absolute Werte mit Prozenten. Der Wilcoxon-Test wurde durchgeführt, um Unterschiede zwischen der Beantwortung des Fragebogens vor und nach Durchführung des elektronischen Lernprogramms zu untersuchen. In der Effektivitätsstudie wurde der Mann-Whitney-Test durchgeführt, um Unterschiede zwischen der erreichten Punktezahlen im MC-Test zwischen konventionellem Anwesenheitspraktikum und E-Learning zu untersuchen.

3. Ergebnisse

3.1 Realisierung des Lehrkonzepts

Ab dem Sommersemester 2020 erfolgte die sukzessive Realisierung eines aus drei Säulen bestehenden volldigitalen Lehrkonzeptes. Neben den wöchentlich stattfindenden Vorlesungen im Wintersemester wurden entsprechend der vom Studiendekanat vorgegebenen Gruppeneinteilung jede Woche im Semester im Zeitraum von vier Tagen eine Gruppe von max. 10 Studierenden unterrichtet. Hierbei sollte das elektronische Lernprogramm (ILIAS) in dem vorgegebenen Zeitraum bearbeitet werden. Zusätzlich erfolgte an einem Tag die E-Visite mit didaktisch ausgewählten tagesaktuell auf der Station liegenden Patienten. Ergänzt wurde das Programm durch vorher standardisiert festgelegte Erkrankungsbildern (Schwindel, Chronische Sinusitis, Epistaxis, Glottisches Larynxkarzinom). Weiterhin wurde 1-2mal wöchentlich die Übertragung einer Live-OP für alle Studierenden des Semesters angeboten. Vor und nach Abschluss des Blockpraktikums erfolgte die Freischaltung der elektronischen Online-Fragebögen.

3.2 Evaluation des elektronischen Lernkurses

Insgesamt nahmen 105 Studierende am elektronischen Lernprogramm im Sommersemester 2020 teil. 105 Studierende füllten den ersten Evaluationsbogen mit 13 Fragen aus. 85 Studierende füllten den zweiten Evaluationsbogen mit 18 Fragen aus (*Tabelle 2*). Von 84 Studierenden (Rücklaufquote 80%) lagen Daten von beiden Fragebögen zum Vergleich vor (*Tabelle 8 und 9, Abbildung 8 und 9*). Die deskriptiven Angaben zu den Antworten auf die jeweiligen Fragebögen sind *Tabelle 5 und 6* zu entnehmen [3].

Abbildung 6: Rücklauf der Evaluationsfragebögen

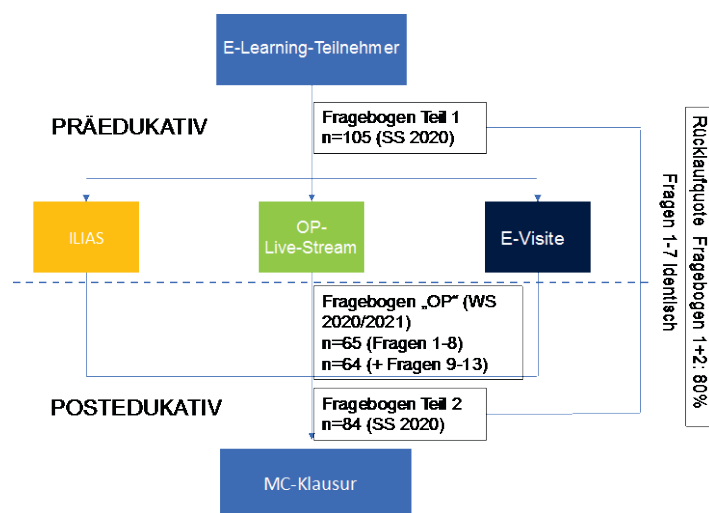


Tabelle 5: Deskriptive Statistik der Antworten der Studierenden vor Durchführung der elektronischen Lernkurse. 5-stufige Likert-Skala von 1 („trifft vollkommen zu“) bis 5 („trifft nicht zu“). 6 entspricht „kann ich nicht beantworten“

Aussage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Studierende (n)	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Minimum	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
25% Perzentile	1,0	1,0	2,0	1,0	3,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	3,0
Median	2,0	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	2,0	1,0	2,0	1,0	3,0	2,0	3,0
75% Perzentile	3,0	3,0	4,0	3,0	4,0	2,0	3,0	2,0	3,0	1,0	4,0	3,0	4,0
Maximum	6,0	6,0	6,0	4,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	3,0	6,0	5,0	6,0
Spannweite	5,0	5,0	5,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	2,0	5,0	4,0	4,0
Mittelwert	2,1	2,3	3,2	2	3,3	2	2,5	1,6	1,9	1,2	2,6	2,5	3,3
SD	1,1	1,4	1,4	0,8	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1	0,6	1,3	1,1	1,1

Tabelle 6: Deskriptive Statistik der Antworten der Studierenden nach Durchführung der elektronischen Lernkurse. 5-stufige Likert-Skala von 1 („trifft vollkommen zu“) bis 5 („trifft nicht zu“). 6 entspricht „kann ich nicht beantworten“

Aussage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Studierende (n)	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
Minimum	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
25% Perzentile	1,0	1,0	2,0	1,0	3,0	1,0	1,0	3,0	3,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
Median	1,0	2,0	2,0	2,0	4,0	1,0	2,0	3,0	4,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	3,0
75% Perzentile	2,0	3,0	3,0	2,0	5,0	2,0	3,0	4,0	5,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,0	4,0	2,0	2,0	4,0
Maximum	4,0	6,0	6,0	4,0	6,0	4,0	5,0	6,0	6,0	4,0	5,0	5,0	5,0	4,0	6,0	4,0	4,0	5,0
Spannweite	3,0	5,0	5,0	3,0	5,0	3,0	4,0	5,0	5,0	3,0	4,0	4,0	4,0	3,0	5,0	3,0	3,0	4,0
Mittelwert	1,6	2,2	2,5	1,8	3,6	1,6	2,1	3,3	4,0	1,5	2,5	2,0	2,2	1,8	2,4	1,3	1,5	2,9
SD	0,8	1,3	1,0	0,8	1,2	0,8	0,9	1,2	1,0	0,6	0,9	1,0	1,0	0,8	2,1	0,6	0,7	0,8

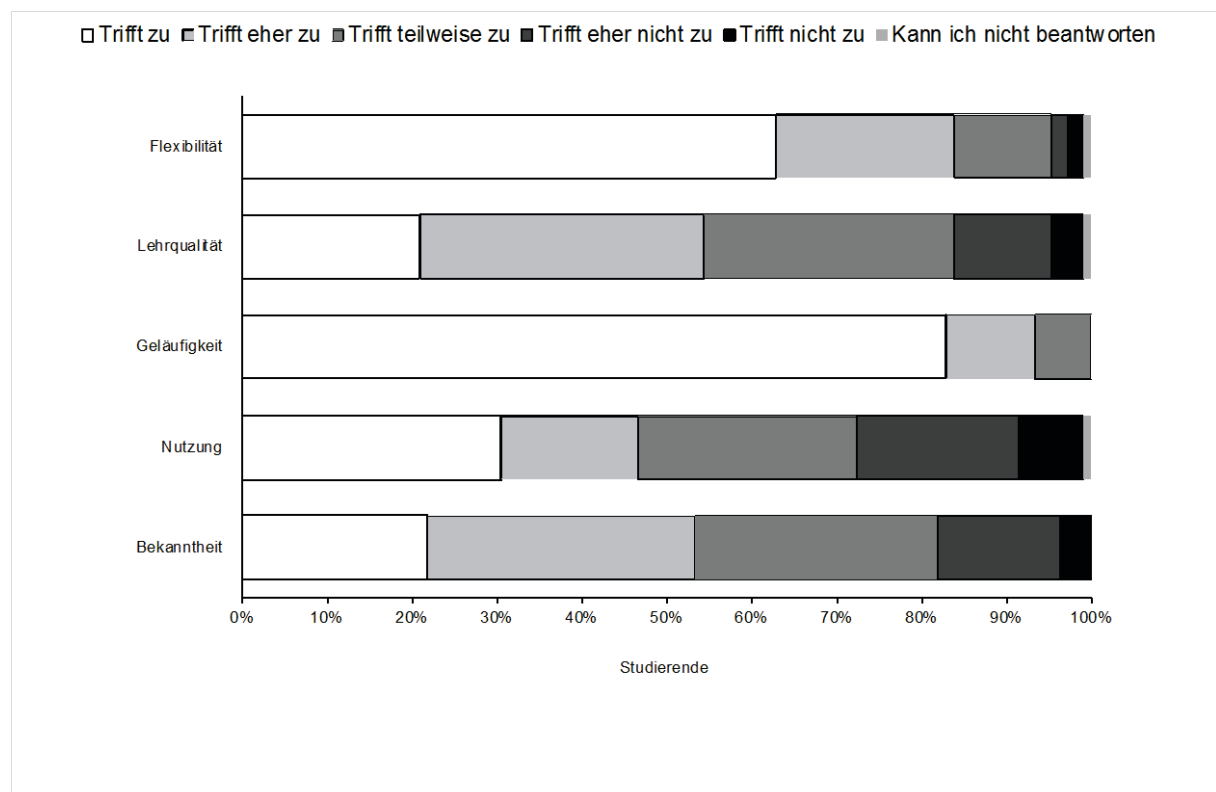
Die Antworten der Studierenden auf die folgenden Aussagen 8 bis 12 des ersten Evaluationsbogens (8.) *E-Learning kann mir helfen, meinen Studienplan flexibler zu gestalten (z.B. Nebenjob, Elternbesuche)*, (9.) *Die Bereitstellung eines E-Learning-Programmes sorgt für eine standardisierte und gleichbleibende Lehrqualität (unabhängig von Ort, Zeit, Dozent*in)*, (10.) *Der Begriff „E-Learning“ ist mir geläufig*, (11.) *Das E-Learning-Programm der*

Universitätsmedizin Rostock nutze ich, (12.) Das E-Learning-Angebot der Universitätsmedizin Rostock ist mir bekannt vor Durchführung der E-Learning Kurse sind gesondert in der *Tabelle 7* dargestellt. Die *Abbildung 7* fasst die relative prozentuale Verteilung der Antworten auf Fragen zu den Attributen „Flexibilität“, „Lehrqualität“, „Geläufigkeit“, „Nutzung“ und „Bekanntheit“ graphisch zusammen.

Tabelle 7: Absolute und relative Häufigkeiten der Antworten auf die Fragen 8 bis 12 vor Durchführung der elektronischen Lehrkurse durch die Studierenden (n=105). Diese Fragen wurden nur vor Durchführung des Kurses gestellt.

Frage:	Flexibilität		Lehrqualität		Geläufigkeit		Nutzung		Bekanntheit	
	n=	%	n=	%	n=	%	n=	%	n=	%
Studierende(n):	105		105		105		105		105	
Trifft zu	66	62,9	22	21,0	87	82,9	32	30,5	23	21,9
Trifft eher zu	22	21,0	35	33,3	11	10,5	17	16,2	33	31,4
Trifft teilweise zu	12	11,4	31	29,5	7	6,7	27	25,7	30	28,6
Trifft eher nicht zu	2	1,9	12	11,4	0	0,0	20	19,0	15	14,3
Trifft nicht zu	2	1,9	4	3,8	0	0,0	8	7,6	4	3,8
Kann ich nicht beantworten	1	1,0	1	1,0	0	0,0	1	1,0	0	0,0

Abbildung 7: Übersicht der Bewertung der Fragen 8 bis 12 vor Durchführung der elektronischen Lernkurse durch die Studierenden (n=105). Die Balken zeigen die Verteilung der vollständigen Übereinstimmung (weißer Balken) bis zur Nichtübereinstimmung (schwarzer Balken)



Insgesamt beantworteten die Aussage (8.) *E-Learning kann mir helfen, meinen Studienplan flexibler zu gestalten (z.B. Nebenjob, Elternbesuche)* mehrheitlich mit 83,9% zustimmend (Median: 1,0; Q₁: 1,0; Q₃: 2,0) Beim Attribut „Lehrqualität“ (9.) *Die Bereitstellung eines E-Learning-Programmes sorgt für eine standardisierte und gleichbleibende Lehrqualität unabhängig von Ort, Zeit, Dozent*in* wurde mit 54,3% zustimmend geantwortet, nur eine Minderheit von 14,2% verneinte die Aussage, wobei 29,5% der Studierenden sich nicht festlegten (Median: 2,0; Q₁: 1,0; Q₃: 3,0) Bei der Aussage (10.) *Der Begriff „E-Learning“ ist mir geläufig* beantworteten eine deutliche Mehrzahl von 93,4% der Studierenden mit „trifft zu“ oder „trifft eher zu“ (Median: 1,0; Q₁: 1,0; Q₃: 1,0). Bei der Nutzung des vorhandenen E-Learning-Angebotes (11.) *Das E-Learning-Programm der Universitätsmedizin Rostock nutze ich* sagten 46,7% der Studierenden aus ein solches zu verwenden, 26,6% verneinten die Aussage und 25,7% legten sich nicht fest (Median: 3,0; Q₁: 1,0; Q₃: 4,0). Die Aussage (12.) *Das E-Learning-Angebot der Universitätsmedizin Rostock ist mir bekannt* beantworteten 53,3% der Befragten zustimmend, 18,1% der Studierenden mit „trifft eher nicht zu“ und „trifft nicht zu“, 28,6% beantworteten die Frage neutral (Median: 2,0; Q₁: 2,0; Q₃: 3,0).

Die folgenden acht Aussagen wurden im Evaluationsbogen vor und nach dem digitalen Lernprogramm zum Vergleich identisch abgefragt. Die Antworten für (1.) *E-Learning empfinde ich als hilfreich, da es meine eigene Lerngeschwindigkeit berücksichtigt*, (2.) *E-Learning würde zu einer höheren Bereitschaft der Studierenden zur Teilnahme an Kursen und Vorlesungen führen*, (3.) *Das Fach HNO-Heilkunde eignet sich gut für den Einsatz von E-Learning*, (4.) *Die studentische Ausbildung in der HNO-Heilkunde setzt einen Arzt-Studierenden-Kontakt voraus*, (5.) *E-Learning bietet eine gute Alternative zum herkömmlichen HNO-Anwesenheitspraktikum*, (6.) *E-Learning in der HNO-Heilkunde sollte zusätzlich zum Anwesenheitspraktikum zur Verfügung gestellt werden*, (7.) *Ich wünsche mir ein größeres Angebot für E-Learning Kurse und Vorlesungen* im Vergleich vor und nach Durchführung des elektronischen Lernens sind in *Abbildung 8* dargestellt. Die Antworten auf die Frage 13 im ersten und Frage 18 im zweiten Evaluationsbogen (Nutzungsfrequenz) wurden in *Abbildung 9* visualisiert. Die absoluten und relativen Antworthäufigkeiten sind der *Tabelle 8 und 9* zusammengefasst.

Tabelle 8: Absolute und relative Häufigkeiten der Antworten auf die Fragen 1 bis 4 im Vergleich vor und nach dem E-Learning.

Frage	Lerngeschwindigkeit				Lernbereitschaft			
	84		84		84		84	
	prä n=	prä %	post n=	post %	prä n=	prä %	post n=	post %
Trifft zu	28	33,7	44	52,4	27	32,1	33	39,3
Trifft eher zu	31	37,3	28	33,3	23	27,4	23	27,4
Trifft teilweise zu	15	18,1	10	11,9	17	20,2	19	22,6
Trifft eher nicht zu	6	7,2	2	2,4	9	10,7	3	3,6
Trifft nicht zu	3	3,6	0	0	3	3,6	2	2,4
Kann ich nicht beantworten	1	0	0	0	5	6	4	4,8

Frage	E-Learning-Eignung				Arzt-Studierenden-Kontakt			
	84		84		84		84	
	prä n=	prä %	post n=	post %	prä n=	prä %	post n=	post %
Trifft zu	5	6	13	15,5	30	35,7	37	44
Trifft eher zu	16	19	30	35,7	28	33,3	27	32,1
Trifft teilweise zu	33	39,3	34	40,5	24	28,6	18	21,4
Trifft eher nicht zu	16	19	4	4,8	2	2,4	2	2,4
Trifft nicht zu	2	2,4	2	2,4	0	0	0	0
Kann ich nicht beantworten	12	14,3	1	1,2	0	0	0	0

Tabelle 9: Absolute und relative Häufigkeiten der Antworten auf die Fragen 5 bis 7 sowie Frage 13 vs. Frage 18 (Nutzungsfrequenz) im Vergleich vor und nach dem E-Learning. Nutzungsfrequenz: 1: Nie; 2: 1-2 pro Semester; 3: 1-2x pro Monat; 4: 1-2x pro Woche; 5: täglich

Frage	E-Learning als Alternative				Zusätzliches Praktikum			
	84		84		84		84	
	prä n=	prä %	post n=	post %	prä n=	prä %	post n=	post %
Trifft zu	9	10,7	4	4,8	34	40,5	45	53,6
Trifft eher zu	10	11,9	8	9,5	29	34,5	27	32,1
Trifft teilweise zu	32	38,1	28	33,3	14	16,7	9	10,7
Trifft eher nicht zu	20	23,8	20	23,8	4	4,8	3	3,6
Trifft nicht zu	10	11,9	23	27,4	2	3,6	0	0
Kann ich nicht beantworten	3	3,6	1	1,2	1	0	0	0

Frage	Größeres Angebot				Nutzungsfrequenz			
	84		84		84		84	
	prä n=	prä %	post n=	post %	prä n=	prä %	post n=	post %
Trifft zu ¹	37	44	26	31	0	0	1	1,2
Trifft eher zu ²	22	26,2	26	31	19	22,6	28	33,3
Trifft teilweise zu ³	20	23,8	28	33,3	35	41,7	31	36,9
Trifft eher nicht zu ⁴	3	3,6	3	3,6	22	26,2	22	26,2
Trifft nicht zu ⁵	1	1,2	1	1,2	0	0	2	2,4
Kann ich nicht beantworten	1	1,2	0	0	8	9,5	0	0

Abbildung 8: Übersicht der Bewertung der Fragen 1 bis 7 vor und nach Durchführung der elektronischen Lernkurse durch die Studierenden (n=84) im Vergleich. Die Balken zeigen die Verteilung der vollständigen Übereinstimmung (weißer Balken) bis zur Nichtübereinstimmung. Die schwarzen Pfeile geben den Trend an.

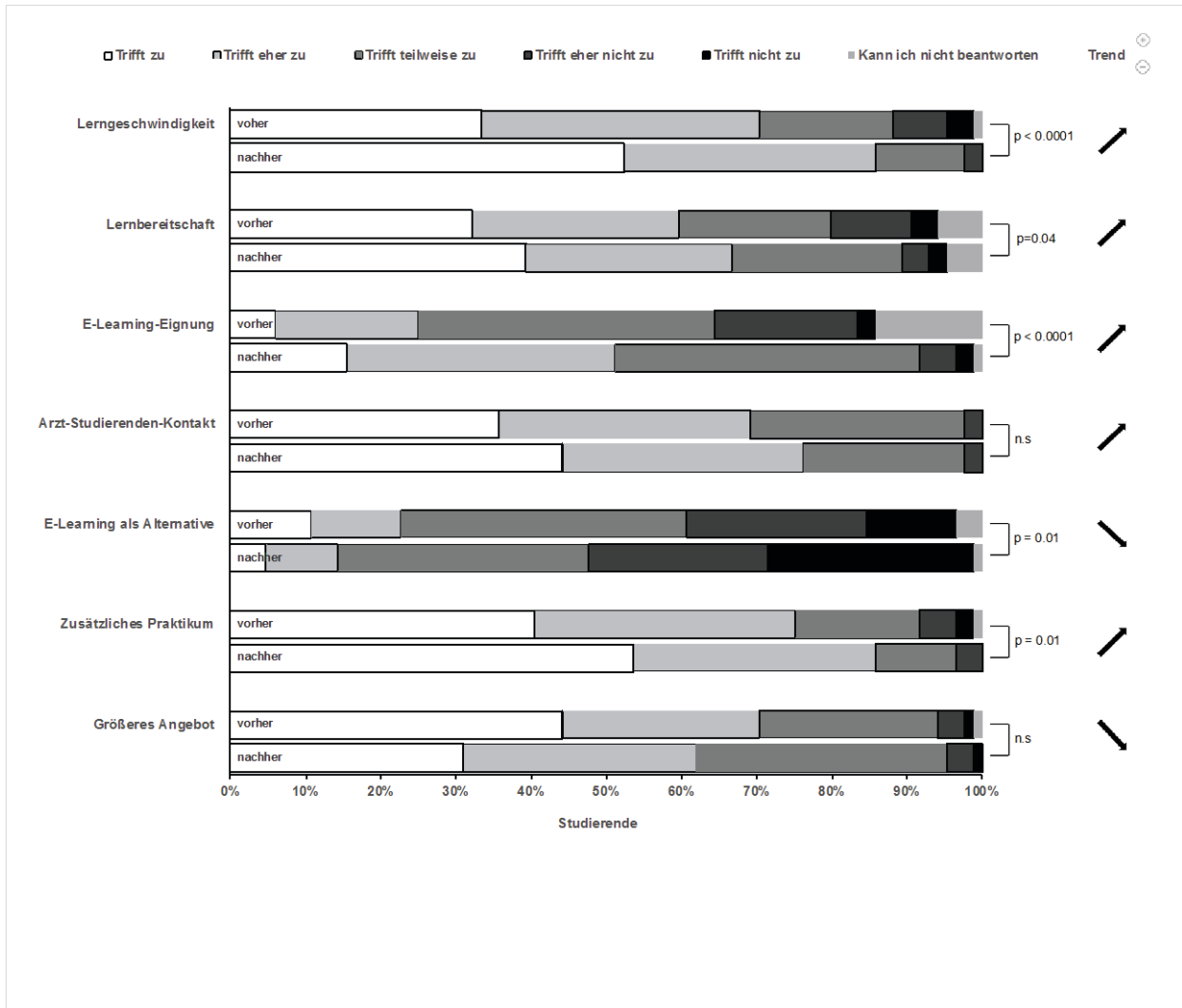
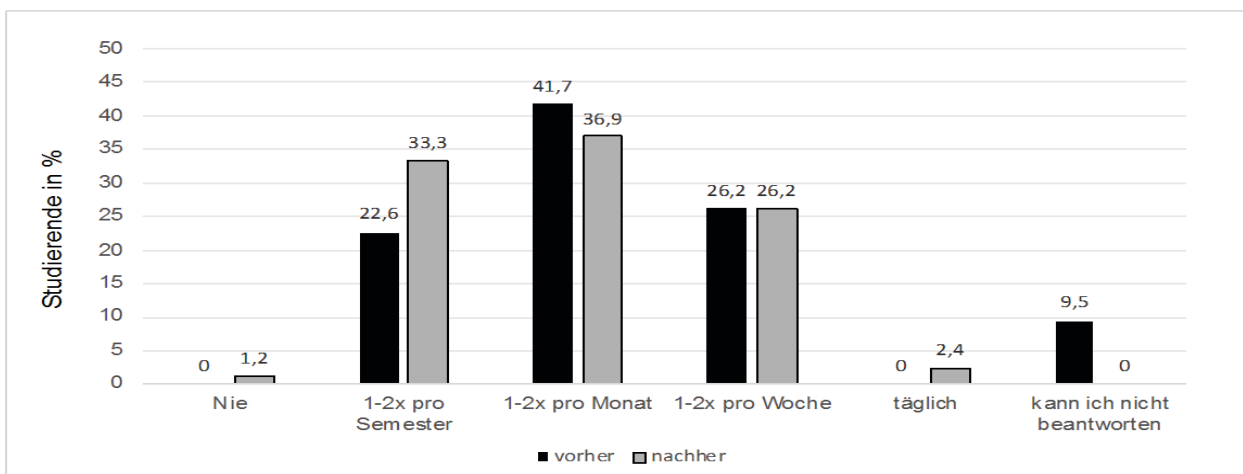


Abbildung 9: Übersicht der Bewertung vor (Frage 13) und nach (Frage 18) Durchführung der elektronischen Lernkurse durch die Studierenden (n=84) im Vergleich. Die Balken zeigen die prozentuale Verteilung der Nutzungsfrequenz vorher und nachher.



Insgesamt beantwortete die Aussage (1.) *E-Learning empfinde ich als hilfreich, da es meine eigene Lerngeschwindigkeit berücksichtigt* die Mehrheit der Befragten vor und nach der Durchführung des E-Learning zutreffend (70% vs. 85,7%), wobei sich eine signifikante Zunahme der Zustimmung zeigte ($p < 0,000$). Die Befragten attestierten vergleichend vor und nach dem elektronischen Lehrprogramm eine zunehmend signifikant höhere Bereitschaft durch E-Learning an Kursen und Seminaren (2.) teilzunehmen ($p = 0,04$). Zur Frage nach der Eignung von E-Learning in der Lehre der HNO (3.) beantworteten vor der Intervention 25% und danach ein signifikant höherer Anteil von 51,2% zustimmend ($p < 0,0001$). Bei der Aussage (4.) *Die studentische Ausbildung in der HNO-Heilkunde setzt einen Arzt-Studierenden-Kontakt voraus* zeigte sich ein vor und nach dem E-Learning persistierend hoher Zustimmungswert ohne signifikanten Anstieg (69 % vs. 76,1%). Die Studierenden sahen mehrheitlich im E-Learning, bei signifikant zunehmender Ablehnung nach Durchführung des digitalen Lernprogramms, keine Alternative zum konventionellen Anwesenheitspraktikum (5.) ($p = 0,01$). Es wurde hingegen mehrheitlich die Aussage (6.) *E-Learning in der HNO-Heilkunde sollte zusätzlich zum Anwesenheitspraktikum zur Verfügung gestellt werden* zutreffend mit signifikantem Anstieg der Zustimmung postinterventionell beantwortet ($p = 0,01$). Vergleichend den Wunsch nach einem größeren Angebot an E-Learning-Kursen und Vorlesungen (Aussage 7) vor und nach dem Lernprogramm wurde mehrheitlich zutreffend geantwortet (70,2% vs. 62%). Es zeigte sich eine tendenzielle, aber nicht signifikante Abnahme der Zustimmungswerte, wobei ein zunehmender Anteil der Studierenden nach dem E-Learning neutral („trifft teilweise zu“) geantwortet haben (23,8% vs. 33,3%).

In der vergleichenden Frage zur Nutzungsfrequenz (Aussagen 13/18) eines E-Learning-Angebotes zeigte sich vorher wie nachher eine geringe Frequenz ohne signifikante Veränderung des Nutzungsverhaltens. So gaben vor der Nutzung des Programms 64,3% der Studierenden an ein mögliches Angebot 1-2-mal im Monat oder im Semester verwenden zu wollen. Nur 26,2% der Befragten gaben an ein solches wöchentlich nutzen zu wollen. Nach Durchführung des Lehrprogrammes zeigte sich eine tendenzielle Abnahme der Nutzungsfrequenz. So gaben 70,2% der Befragten an das Angebot 1-2-mal pro Monat oder im Semester verwendet zu haben, nur 26,2% nutzten es 1-2-mal wöchentlich. 2,4 % der Studierenden gaben an das E-Learning-Programm täglich verwendet zu haben.

Die folgenden 10 Fragen wurden im Evaluationsbogen nach Durchführung des E-Learnings von 85 Studierenden beantwortet: (8.) *Durch das E-Learning der HNO ist mein Interesse am Fach gewachsen und ich bin motivierter mich intensiver damit zu befassen*, (9.) *Durch das E-Learning haben sich meine praktischen Fähigkeiten verbessert*, (10.) *Das E-Learning der HNO-Heilkunde ist strukturiert und logisch aufgebaut*, (11.) *Ich habe das Gefühl, gut für das Fachgebiet HNO vorbereitet zu sein*, (12.) *Das E-Learning-System ist benutzerfreundlich*

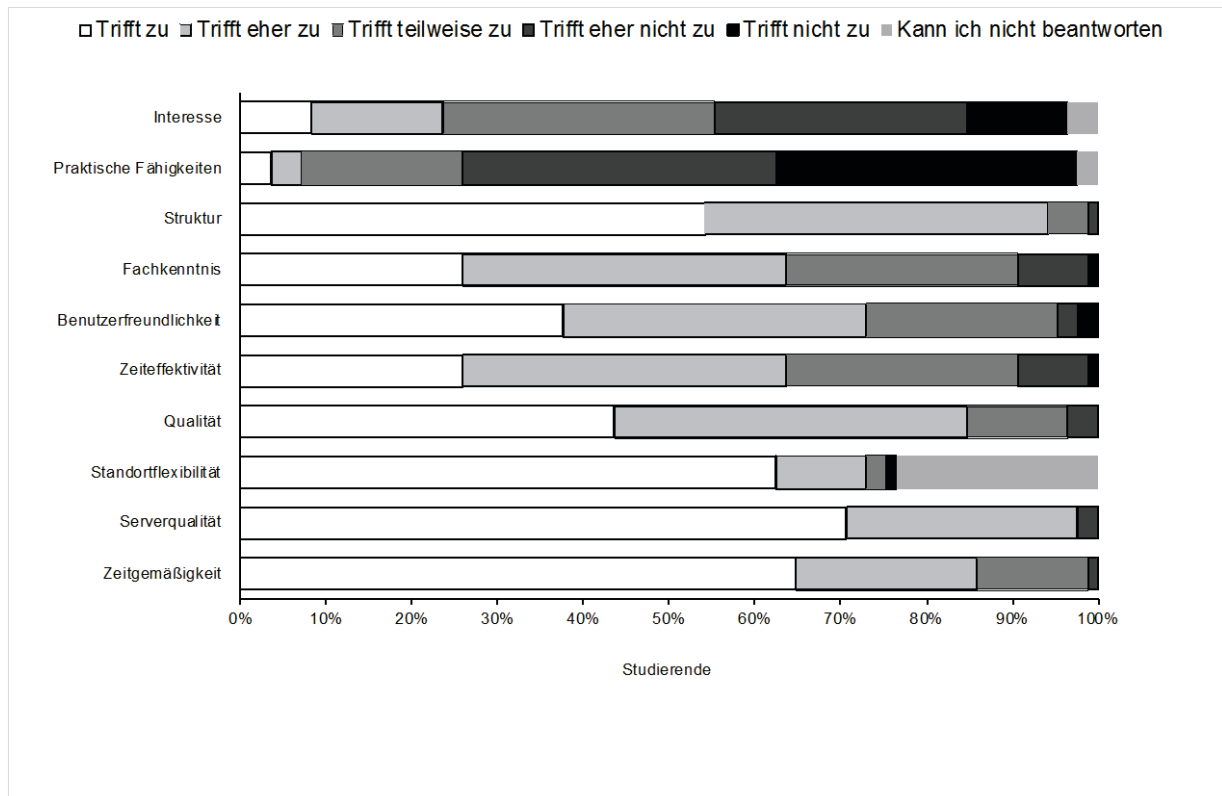
aufgebaut, (13.) Ich konnte mit in kurzer Zeit viel Wissen aneignen, (14.) Die Qualität der Lerneinheiten war hoch, (15.) Ich konnte die Lerneinheiten von verschiedenen Standorten abrufen, (16.) Die Verbindung zum Server beim Bearbeiten der Lerneinheiten war stabil, (17.) E-Learning ist ein zeitgemäßes Format. Die absoluten und relativen Antworthäufigkeiten sind in *Tabelle 10* zusammengefasst und in *Abbildung 10* graphisch dargestellt. Die deskriptiven Angaben zu den Antworten sind *Tabelle 6* zu entnehmen.

Tabelle 10: Absolute und relative Häufigkeiten der Antworten auf die Fragen 8 bis 17 nach der Durchführung der elektronischen Lehrkurse durch die Studierenden (n=85).

Frage Studierende(n)	Interesse		Prakt. Fähigkeiten		Struktur		Fachkenntnis		Benutzerfreundlichkeit	
	85		85		85		85		85	
	n=	%	n=	%	n=	%	n=	%	n=	%
Trifft zu	7	8,2	3	3,5	46	54,1	22	25,9	32	37,6
Trifft eher zu	13	15,3	3	3,5	34	40	32	37,6	30	35,3
Trifft teilweise zu	27	31,8	16	18,8	4	4,7	23	27,1	19	22,4
Trifft eher nicht zu	25	29,4	31	36,5	1	1,2	7	8,2	2	2,4
Trifft nicht zu	10	11,8	30	35,3	0	0	1	1,2	2	2,4
Kann ich nicht beantworten	3	3,5	2	2,4	0	0	0	0	0	0

Frage Studierende(n)	Zeiteffektivität		Qualität		Standortflexibilität		Serverqualität		Zeitgemäßigkeit	
	85		85		85		85		85	
	n=	%	n=	%	n=	%	n=	%	n=	%
Trifft zu	22	25,9	37	43,5	53	62,4	60	70,6	55	64,7
Trifft eher zu	32	37,6	35	41,2	9	10,6	23	27,1	18	21,2
Trifft teilweise zu	23	27,1	10	11,8	2	2,4	0	0	11	12,9
Trifft eher nicht zu	7	8,2	3	3,5	0	0	2	2,4	1	1,2
Trifft nicht zu	1	1,2	0	0	1	1,2	0	0	0	0
Kann ich nicht beantworten	0	0	0	0	20	23,5	0	0	0	0

Abbildung 10: Übersicht der Bewertung der Fragen 8 bis 17 nach Durchführung der elektronischen Lernkurse durch die Studierenden (n=85). Die Balken zeigen die Verteilung der vollständigen Übereinstimmung (weißer Balken) bis zur Nichtübereinstimmung (schwarzer Balken)



Bei der Beantwortung der Frage (8.) *Durch das E-Learning der HNO ist mein Interesse am Fach gewachsen und ich bin motivierter mich intensiver damit zu befassen* zeigte sich ein heterogenes Bild. Insgesamt beantwortete eine Mehrheit der Studierenden ablehnend (41,2%) und nur 23,5% zustimmend, wobei 31,8% neutral („trifft teilweise zu“) antworteten (Median: 3,0; Q₁: 3,0; Q₃: 4,0). Bei der Frage nach einer Verbesserung der praktischen Fähigkeiten durch E-Learning (9.) antwortete eine deutliche Mehrheit mit 71,8% ablehnend (Median: 4,0; Q₁: 3,0; Q₃: 5,0). Es zeigte sich eine hohe Zustimmung bei der Frage (10.) *Das E-Learning der HNO-Heilkunde ist strukturiert und logisch aufgebaut*. Hierbei antworteten mehrheitlich 94,1% der Befragten zustimmend (Median: 1,0; Q₁: 1,0; Q₃: 2,0). In Bezug auf durch E-Learning vermittelte Fachkenntnis (11.) antworteten eine Mehrheit von 63,5% zustimmend und nur 9,4% ablehnend, wobei 27,1% sich nicht festlegten (Median: 2,0; Q₁: 2,0; Q₃: 3,0). Hohe Zustimmungswerte ergaben sich weiterhin bei den Attributen *Benutzerfreundlichkeit* (12.) (72,9%; Median: 2,0; Q₁: 1,0; Q₃: 3,0), *Zeiteffektivität* (13.) (63,5%; Median: 2,0; Q₁: 1,0; Q₃: 3,0), *Qualität der Lerneinheiten* (14.) (84,7%; Median: 2,0; Q₁: 1,0; Q₃: 2,0), *Standortflexibilität* (15.) (73%; Median: 1,0; Q₁: 1,0; Q₃: 4,0), *Verbindungsstabilität zum Server* (16.) (97,8%; Median: 1,0; Q₁: 1,0; Q₃: 2,0), *Zeitgemäßigkeit* (17.) (85,9%; Median: 1,0; Q₁: 1,0; Q₃: 2,0).

3.3 Evaluation der elektronischen Operationslehre (Live-Stream-Übertragung)

Insgesamt nahmen 65 Studierende an der an der Umfrage zur elektronischen Operationslehre (Live-Stream-Übertragung) im Wintersemester 2020/21 teil. 64 Studierende füllten den dreiteiligen Fragebogen (*Tabelle 3*) vollständig aus. In einem Fall wurden nur die Aussagen 1-8 beantwortet. Die deskriptiven Angaben zu den Antworten sind *Tabelle 11 und 12* zu entnehmen. Die Antworten zum offenen, dritten Fragebogenteil sind separat in *Abbildung 13 und 14* zusammengefasst [41].

Tabelle 11: Deskriptive Statistik der Aussagen 1-8 (Fragebogen Teil 1) nach Teilnahme am Live-Streaming

Aussage	1	2	3	4	5	6	7	8
Studierende (n)	65	65	65	65	65	65	65	65
Minimum	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
25% Perzentile	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	4,0
Median	2,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	4,0	4,0
75% Perzentile	3,0	2,0	3,0	2,0	1,5	2,0	5,0	5,0
Maximum	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Spannweite	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Mittelwert	2,5	1,8	2,3	1,6	1,6	1,9	3,5	4,2
SD	1,4	1,2	1,4	1,0	1,4	1,5	1,7	1,2

Tabelle 12: Deskriptive Statistik der Aussagen 9-13 (Fragebogen Teil 2) nach Teilnahme am Live-Streaming

Aussage	9	10	11	12	13
Studierende (n)	64	64	64	64	64
Minimum	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
25% Perzentile	1,0	1,25	2,0	2,0	1,0
Median	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
75% Perzentile	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0
Maximum	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0
Spannweite	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0
Mittelwert	1,7	2,0	2,2	2,2	2,1
SD	0,7	0,7	0,7	0,9	1,0

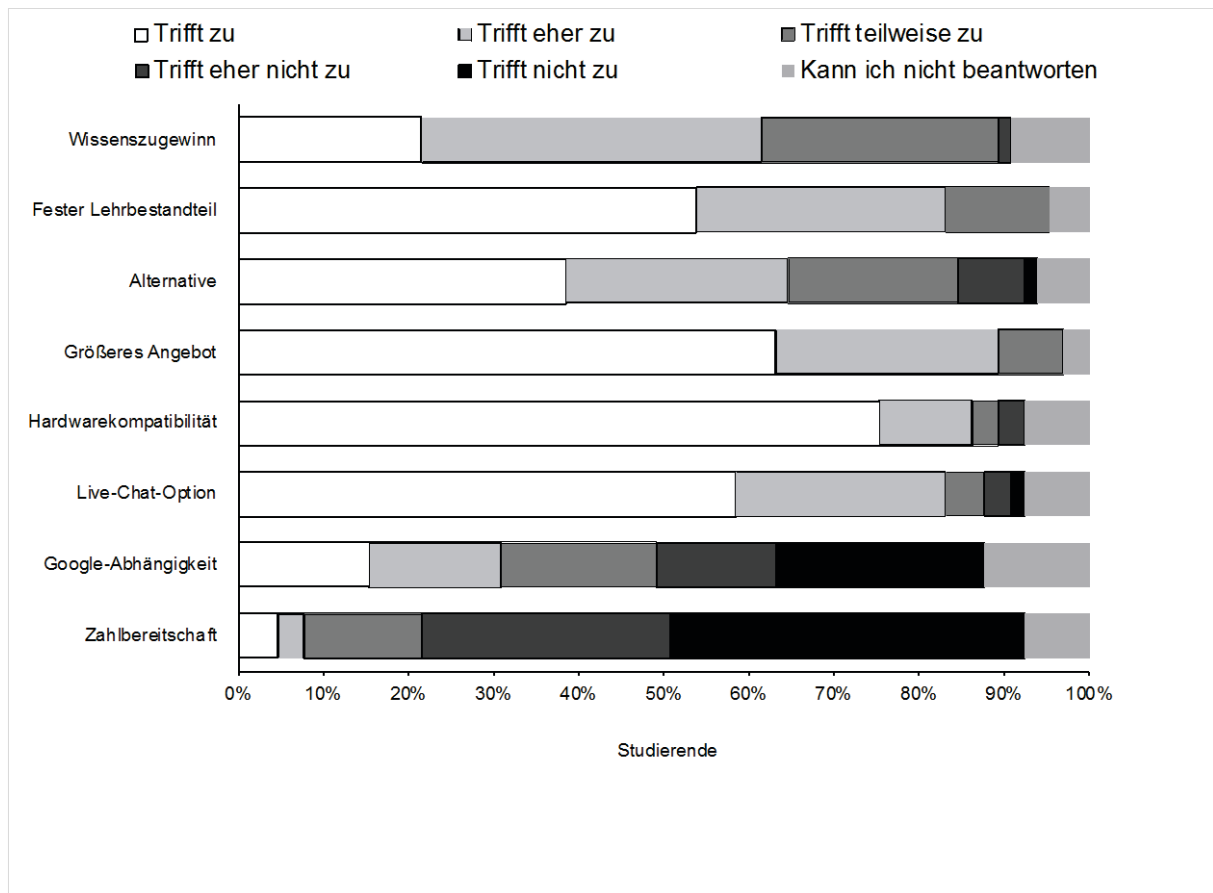
Die folgenden 8 Fragen des Evaluationsbogens (Teil 1) wurden nach der Teilnahme am Live-Streaming von 65 Studierenden beantwortet: (1.) *Die Live-OPs per Stream brachten mir einen großen Wissenszugewinn*, (2.) *Live-OPs sollten fester Bestandteil der Lehre sein*, (3.) *Das Live-Video-Format bietet eine gute Alternative zur herkömmlichen OP-Lehre*, (4.) *Das Angebot an Live-OPs an der UMR sollte vermehrt zur Verfügung gestellt werden*, (5.) *Meine zur Verfügung stehende Hardware (Tablet, PC, Handy, etc.) konnten das Live-Video problemlos abspielen*, (6.) *Das Live-Chat Modul empfinde ich als eine sinnvolle Möglichkeit zur Interaktion mit dem Operateur* (7.) *Die Verbindlichkeit beim Chatten ein Google-Konto besitzen zu müssen, empfinde ich als störend*, (8.) *Ich wäre bereit für das Sehen von Live-OPs Geld zu zahlen*. Die absoluten und relativen Antworthäufigkeiten sind in *Tabelle 13* zusammengefasst und in *Abbildung 11* graphisch visualisiert.

Tabelle 13: Absolute und relative Häufigkeiten der Antworten auf die Fragen 1-8 nach Teilnahme an der Live-Stream-Übertragung durch die Studierenden (n=65)

Aussage	Wissenszugewinn		Fester Lehrbestandteil		Alternative		Größeres Angebot	
	65		65		65		65	
	n=	%	n=	%	n=	%	n=	%
Trifft zu	14	21,5	35	53,8	25	38,5	41	63,1
Trifft eher zu	26	40	19	29,2	17	26,2	17	26,2
Trifft teilweise zu	18	27,7	8	12,3	13	20	5	7,7
Trifft eher nicht zu	1	1,5	0	0	5	7,7	0	0
Trifft nicht zu	0	0	0	0	1	1,5	0	0
Kann ich nicht beantworten	6	9,2	3	4,6	4	6,2	2	3,1

Aussage	Hardwarekompatibilität		Live-Chat-Option		Google-Abhängigkeit		Zahlbereitschaft	
	65		65		65		65	
	n=	%	n=	%	n=	%	n=	%
Trifft zu	49	75,4	38	58,5	10	15,4	3	4,6
Trifft eher zu	7	10,8	16	24,6	10	15,4	2	3,1
Trifft teilweise zu	2	3,1	3	4,6	12	18,5	9	13,8
Trifft eher nicht zu	2	3,1	2	3,1	9	13,8	19	29,2
Trifft nicht zu	0	0	1	1,5	16	24,6	27	41,5
Kann ich nicht beantworten	5	7,7	5	7,7	8	12,3	5	7,7

Abbildung 11: Übersicht der Bewertung der Fragen 1- 8 nach Teilnahme am OP-Live-Stream durch die Studierenden (n=65). Die Balken zeigen die Verteilung der vollständigen Übereinstimmung (weißer Balken) bis zur Nichtübereinstimmung (schwarzer Balken) in Prozent an [41].



Insgesamt stimmten 61,5% der Befragten der Aussage zu, dass Live-OPs per Stream einen großen Wissenszugewinn erbringen würden (Aussage 1; Median: 2,0; Q₁: 2,0; Q₃: 3,0). Eine Mehrheit von 83% wünschte sich diese Form der Übertragung als festen Lehrbestandteil (Aussage 2; Median: 1,0; Q₁: 1,0; Q₃: 2,0). 64,7% der Befragten sahen in den Live-OPs eine gute Alternative zur herkömmlichen OP-Lehre (Aussage 3; Median: 2,0; Q₁: 1,0; Q₃: 3,0) und 89,3% wünschen sich ein größeres entsprechendes Angebot (Aussage 4; Median: 1,0; Q₁: 1,0; Q₃: 2,0). In der Frage zur Hardwarekompatibilität sagten 86,2% der Befragten aus, mit gängigen Endgeräten keine Probleme bei beim Aufrufen des Live-Streams gehabt zu haben (Aussage 5; Median: 1,0; Q₁: 1,0; Q₃: 1,5). Die Live-Chat-Option wurde von einer Mehrheit von 83,1% als sinnvolles Werkzeug zur Kommunikation mit dem Operateur evaluiert (Aussage 6; Median: 1,0; Q₁: 1,0; Q₃: 2,0). In Bezug auf eine Abhängigkeit von einem Anbieter (Google) zeigte sich hingegen ein heterogenes Bild: 30,8% der Studierenden empfanden eine solche als störend, wohingegen eine geringe Mehrheit von 38,4% dies negierte, 30,8 % antworteten neutral oder konnten die Frage nicht beantworten (Aussage 7; Median: 4,0; Q₁: 2,0; Q₃: 5,0). Bei der Aussage *Ich wäre bereit für das Sehen von Live-OPs Geld zu zahlen* zeichnete sich

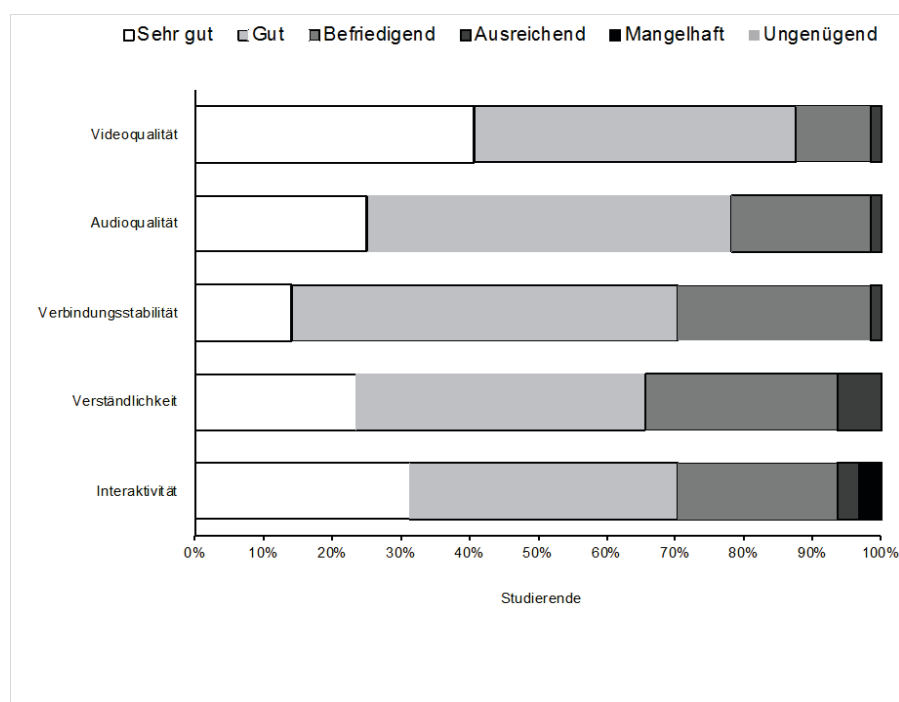
hingegen ein deutliches Bild ab: 80,7% der Befragten seien nicht bereit sich finanziell zu beteiligen (Aussage 8; Median: 4,0; Q₁: 4,0; Q₃: 5,0).

In den Fragen 9-13 wurden auf einer 6-stufigen Likert-Skala entsprechend dem deutschen Schulnotensystem von „Sehr gut“ bis „Ungenügend“ Qualitätsattribute der Live-OP-Übertragung von insgesamt 64 Studierenden (n=64) evaluiert. Die Benotungen zu (9.) *Qualität der Videoübertragung*, (10.) *Qualität der Audioübertragung*, (11.) *Stabilität der Verbindung zum Kanal*, (12.) *Verständlichkeit der intraoperativen Prozesse*, (13.) *Interaktionsmöglichkeit mit dem Operateur* wurden in *Tabelle 14* in Bezug auf die absoluten und relativen Häufigkeiten dargestellt und in *Abbildung 12* graphisch visualisiert.

Tabelle 14: Absolute und relative Häufigkeiten der Antworten auf die Fragen 9-13 nach Teilnahme an der Live-Stream-Übertragung durch die Studierenden (n=64)

Frage Studierende(n)	Videoqualität		Audioqualität		Verbindungsstabilität		Verständlichkeit		Interaktivität	
	64		64		64		64		64	
	n=	%	n=	%	n=	%	n=	%	n=	%
Sehr gut	26	40,6	16	25	9	14,1	15	23,4	20	31,3
Gut	30	46,9	34	53,1	36	56,3	27	42,2	25	39,1
Befriedigend	7	10,9	13	20,3	18	28,1	18	28,1	15	23,4
Ausreichend	1	1,6	1	1,6	1	1,6	4	6,3	2	3,1
Mangelhaft	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3,1
Ungenügend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

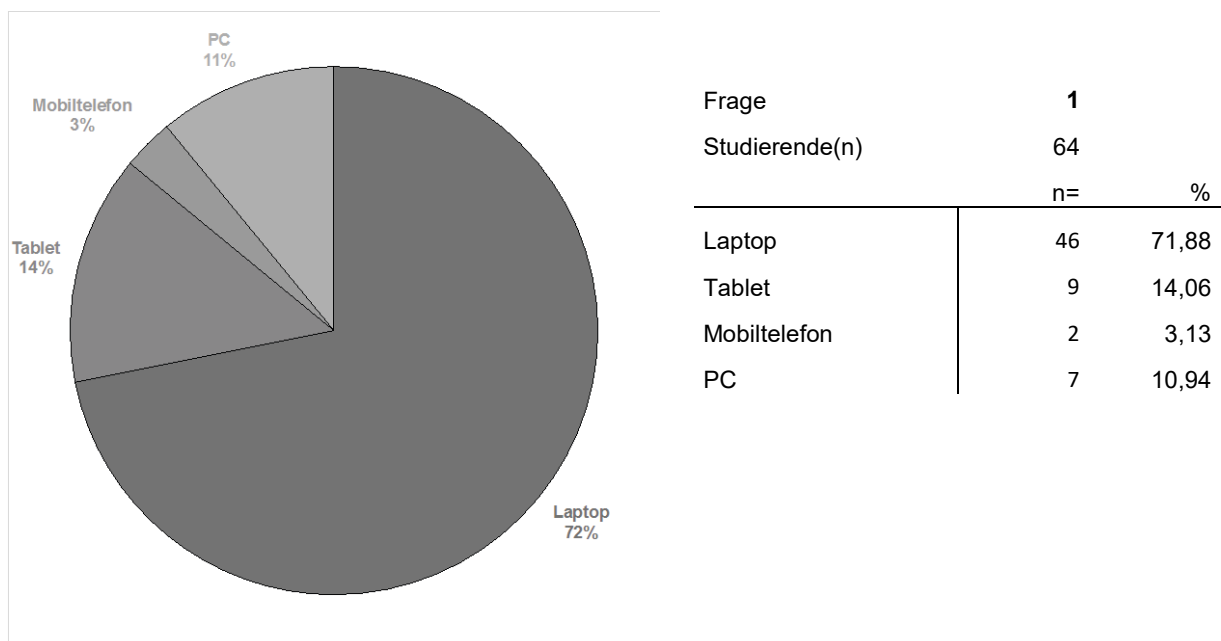
Abbildung 12: Übersicht der Bewertung der Fragen 9 - 13 nach Teilnahme am OP-Live-Stream durch die Studierenden (n=64). Zur Benotung wurde eine 6-stufige Likert-Skala von „Sehr gut“ bis „Ungenügend“ verwendet.



Insgesamt wurden die fünf abgefragten Attribute mehrheitlich mit „Sehr gut“ sowie „Gut“ bewertet. Die höchsten Benotungswerte erhielten die Video- sowie Audioqualität (Mittelwert: 1,7 und 2,0) gefolgt von der Interaktivität (2,1), Verbindungsstabilität (2,2) und Verständlichkeit intraoperativer Prozesse (2,2).

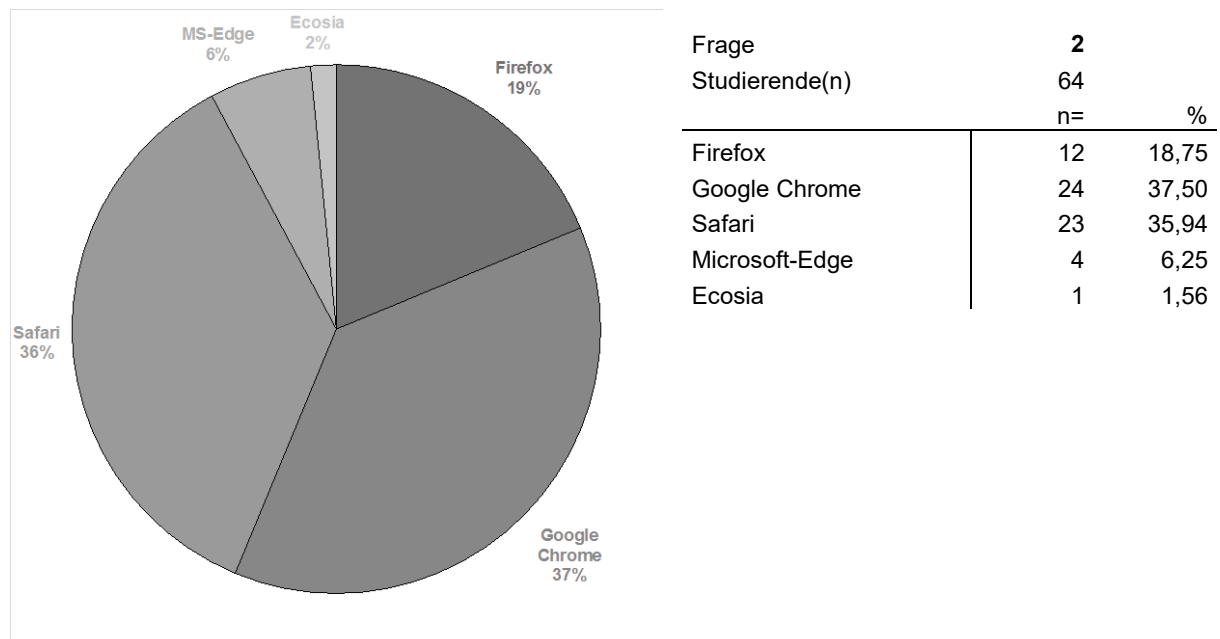
Im dritten Fragebogenteil wurden zwei offenen Fragen zur verwendeten Soft- und Hardware an die Studierenden gestellt. Die Antworten der 64 teilnehmenden Studierenden (n=64) zu (1.) *Ich habe im Live-Stream folgende Hardware genutzt (bspw. Mobiltelefon, Tablet, PC/Laptop)* sowie (2.) *Zum Streamen habe ich folgenden Browser genutzt (bspw. Firefox, Opera, MS-Explorer, Safari, Google Chrome etc.)* sind *Abbildung 13 und 14* in Bezug auf absolute und relative Antwortmöglichkeiten tabellarisch sowie graphisch zusammengefasst [41].

Abbildung 13: Absolute und relative Verteilung der Antworten auf die offene Frage (1.) zur Verwendung von Hardware bei der Teilnahme an der Live-Übertragung. Ich habe im Live-Stream folgende Hardware genutzt (bspw. Mobiltelefon, Tablet, PC/Laptop).



Zur Frage der Hardwarenutzung (1.) gaben 71,88% (n=46) der Studierenden an einen Laptop beim Streamen der Live-OPs verwendet zu haben. 14,06% (n=9) der Befragten nutzten ein Tablet, 10,94% (n=7) einen Stand-PC und 3,13% (n=2) ein Mobiltelefon.

Abbildung 14: Absolute und relative Verteilung der Antworten auf die offene Frage (2.) zur Verwendung von Internetbrowsern Zum Streamen habe ich folgenden Browser genutzt (bspw. Firefox, Opera, MS-Explorer, Safari, Google Chrome etc.



Bei der Frage (2.) *Zum Streamen habe ich folgenden Browser genutzt (bspw. Firefox, Opera, MS-Explorer, Safari, Google Chrome etc.* wurden mehrheitlich der Google Chrome-Browser mit 37,50% (n=24) sowie Apple Safari 35,94% (n=23) verwendet. Die restlichen Antworten verteilten sich mit 18,75% (n=12) auf Mozilla Firefox, 6,25% (n=4) Microsoft Edge, sowie 1,56% (n=1) auf Ecosia.

3.4 Effektivitätsstudie

Insgesamt nahmen nach dem Anwesenheitspraktikum 68 Studierende an der MC-Klausur teil. Es wurden je Themenblock Ohr, Nase, Rachen und Kehlkopf sowie Hals 10 Fragen mit jeweils 5 maximal erreichbaren Punkten vergeben, wobei bei Fragen mit Mehrfachantworten Teilpunkte für richtige Lösungen vergeben sowie bei Falschantworten abgezogen wurden, sodass zusammen 200 Punkte erreichbar waren. Die deskriptiven Angaben zu den erreichten Punktezahlen in den Themenblöcken sind *Tabelle 15* zu entnehmen. Die durchschnittlich erreichten Punktwerte je Thema und die durchschnittliche Gesamtpunktzahl sind in der *Tabelle 17* zusammengefasst.

Tabelle 15: Deskriptive Statistik der erreichten Punktwerte in der MC-Klausur nach Teilnahme am Anwesenheitspraktikum. Je Themenblock maximal 50 Punkte erreichbar, wobei bei Fragen mit Mehrfachantworten Teilpunkte für richtige Lösungen vergeben sowie bei Falschantworten abgezogen wurden.

Themenblock	Ohr	Nase	Rachen und Kehlkopf	Hals
Studierende (n)	68	68	65	68
Minimum	36,00	32,00	31,00	36,00
25% Perzentile	42,00	36,00	42,00	41,00
Median	45,50	40,00	44,00	44,00
75% Perzentile	48,00	42,00	47,00	46,75
Maximum	50,00	47,00	49,00	49,00
Spannweite	14,00	15,00	18,00	13,00
Mittelwert	45,16	39,38	43,91	43,71
SD	3,90	3,67	3,47	3,41

Im Themenblock *Ohr* erreichten die Studierenden 45,50 (Q₁: 42,00; Q₃: 48,00) richtige Antworten. Dies entspricht 90,32% korrekt beantwortete Fragen. Vergleichsweise schlechter mit 40,00 (Q₁: 36,00; Q₃: 42,00; 78,76%) korrekten Antworten wurde der Themenblock *Nase* beantwortet. Die Fragen zum *Rachen und Kehlkopf* sowie *Hals* wurden ähnlich gut von den Studierenden bearbeitet. Hierbei wurden jeweils 44,00 (87,82% vs. 87,42%) der Fragen korrekt beantwortet. Insgesamt wurden durchschnittlich 172,16 (86,08%) der Fragen richtig gelöst.

Nach Teilnahme am E-Learning nahmen im Themenblock *Ohr* 224, *Nase* 226, *Rachen und Kehlkopf* sowie *Hals* insgesamt 221 Studierende an der MC-Klausur teil. Es wurde das identische Punktwertesystem wie in der Klausur nach dem Anwesenheitspraktikum verwendet. Die deskriptiven Angaben zu den erreichten Punktezahlen in den Themenblocks sind *Tabelle 16* zu entnehmen. Die durchschnittlich erreichten Punktwerte je Thema und die durchschnittliche Gesamtpunktzahl sind in der *Tabelle 17* zusammengefasst.

Tabelle 16: Deskriptive Statistik der erreichten Punktwerte in der MC-Klausur nach Teilnahme am E-Learning. Je Themenblock maximal 50 Punkte erreichbar, wobei bei Fragen mit Mehrfachantworten Teilpunkte für richtige Lösungen vergeben sowie bei Falschantworten abgezogen wurden.

Themenblock	Ohr	Nase	Rachen und Kehlkopf	Hals
Studierende (n)	224	226	221	221
Minimum	24,00	5,00	0,00	0,00
25% Perzentile	44,00	43,00	45,00	43,00
Median	46,00	45,00	47,00	45,00
75% Perzentile	48,00	46,00	49,00	47,00
Maximum	50,00	50,00	50,00	50,00
Spannweite	26,00	45,00	50,00	50,00
Mittelwert	45,51	43,91	46,60	44,69
SD	3,89	4,02	4,22	4,49

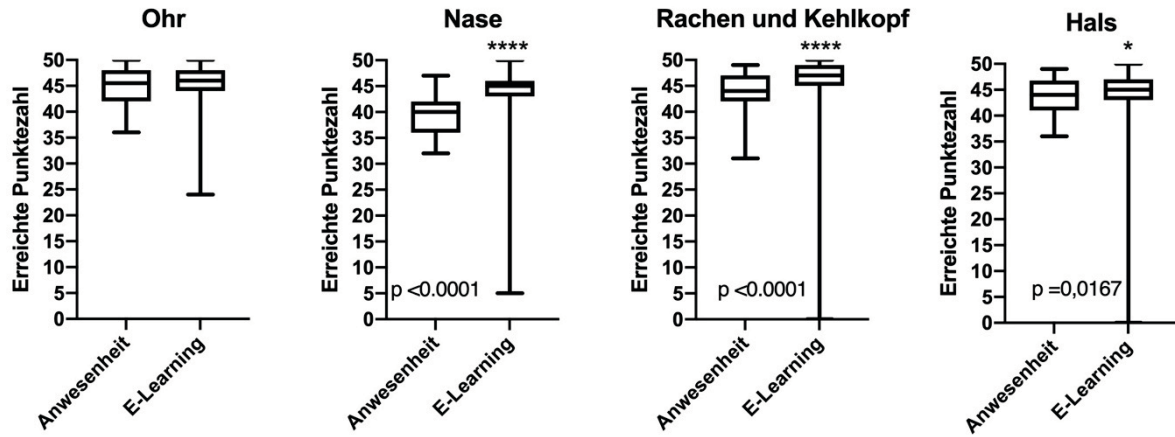
Im Themenblock *Ohr* erreichten die Studierenden 46,00 (Q₁: 44,00; Q₃: 48,00) richtige Antworten. Dies entspricht 91,02% korrekt beantwortete Fragen. Vergleichsweise schlechter mit 45,00 (Q₁: 43,00; Q₃: 46,00) korrekten Antworten wurde der Themenblock *Nase* beantwortet. Die Fragen zum *Rachen und Kehlkopf* wurden von den Studierenden mit 47,00 (Q₁: 45,00; Q₃: 49,00) richtigen Antworten am besten bearbeitet. Der Themenkomplex *Hals* wurde mit 45,00 (Q₁: 43,00; Q₃: 47,00) korrekt beantworteten Fragen unterdurchschnittlich beantwortet. Insgesamt wurden durchschnittlich 180,71 (90,36%) der Fragen richtig gelöst.

Tabelle 17: Durchschnittlich erreichte Punktwerte in der MC-Klausur nach Teilnahme am Anwesenheitspraktikum sowie E-Learning. Je Themenblock maximal 50 Punkte erreichbar, wobei bei Fragen mit Mehrfachantworten Teilpunkte für richtige Lösungen vergeben sowie bei Falschantworten abgezogen wurden.

	Anwesenheitspraktikum		E-Learning	
	Ø Punktezahl	Ø Prozent	Ø Punktezahl	Ø Prozent
Ohr	45,16	90,32%	45,51	91,02%
Nase	39,38	78,76%	43,91	87,82%
Rachen und Kehlkopf	43,91	87,82%	46,6	93,20%
Hals	43,71	87,42%	44,69	89,38%
	172,16	86,08%	180,71	90,36%

Die vier Themenblöcke *Ohr*, *Nase*, *Rachen und Kehlkopf* sowie *Hals* wurden in Bezug auf die Punktezahl der korrekt beantworteten Fragen zwischen Studierenden mit Anwesenheitspraktikum und „E-Lernern“ verglichen. Hierbei zeigte sich bei der Beantwortung der Fragen im Themengebiet *Ohr* zwischen beiden Gruppen eine Gleichwertigkeit. In Bezug auf den Fragenkomplex *Nase* und *Rachen und Kehlkopf* beantwortete ein signifikant höherer Anteil der examinierten „E-Lernern“ im Vergleich zu den konventionellen Lernern die Fragen richtig ($p < 0.0001$; $\alpha < 0.05$). Weiterhin wurde auch im Themenblock *Hals* durch die Studierenden nach dem elektronischen Lernprogramm signifikant öfter die richtige Antwort angekreuzt ($p = 0.0167$; $\alpha < 0.05$).

Abbildung 15: Erreichte Punktzahlen der Themenblöcke Ohr, Nase, Rachen und Kehlkopf sowie Hals im Vergleich zwischen Anwesenheitspraktikum und E-Learning als Box-Plots dargestellt. Maximal erreichbare Punktezah sind 50 Punkte pro Themenblock. Signifikante Unterschiede im Mann-Whitney-Test wurden mit „*“ markiert ($\alpha < 0.05$).



4. Diskussion

4.1 Implementierungsgrad von digitaler Lehre in der HNO

Aufgrund der digitalen Transformation der Lehre, welche innerhalb der letzten Monate besonders durch die Covid-19-Pandemie beschleunigt wurde, erscheint der Präsenzunterricht als traditionelle Lehrmethode allein nicht mehr zeitgemäß [9,13,42]. Digitale Lehrformate, haben in den letzten Jahren insbesondere im Hinblick auf international einheitliche Standards an Bedeutung gewonnen und eine Überlegenheit gegenüber traditionellen Lehrmethoden wird diskutiert [3]. Universitätsklinika und akademische Lehrkrankenhäuser wurden im Zuge der Covid-19-Pandemie vor bislang nicht vergleichbare Herausforderungen gestellt. Sowohl in der bestehenden Infrastruktur, als auch beim vorhandenen Knowhow der Lehrenden zeigen sich ausgeprägte regionale Differenzen mit für das digitale Zeitalter teils inadäquat großen Defiziten [4].

Deutschlandweit ist das Fach der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde im Curriculum der medizinischen Fakultäten weiterhin unterrepräsentiert [43,44]. Trotz der ausgeprägten interdisziplinären klinischen Relevanz für weitere Fachdisziplinen wie exemplarisch die Pädiatrie und Allgemeinmedizin, werden HNO-Themen in der Ausbildung weniger priorisiert und bekommen nur eingeschränkte Lehrzeiten eingeräumt [45]. Dies führe gerade bei jungem klinisch aktivem ärztlichen Personal zu ausgeprägter Unsicherheit im Umgang mit Erkrankungen aus diesem Fachgebiet [46]. Es zeigt sich daher eine Diskrepanz zwischen dem Bedarf an Wissensvermittlung und tatsächlicher Implementierung in die Curricula der Lehreinrichtungen [45]. So wird der Ruf laut nach alternativen Lehrmethoden, die zum einen die Lehrkapazitäten in der HNO nicht zusätzlich belasten, finanzierbar sind und dem Anspruch Genüge tun essenzielles Wissen zu vermitteln [47].

Die Literatur beschreibt eine weltweit zunehmende Relevanz von E-Learning und eine wachsende Vertrautheit der Lehrenden in der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde [7,48]. Laut einer Analyse unter Saß et al. aus dem Jahre 2017, in der 18 Fachschaften und 29 Lehrverantwortliche von deutschen Universitätskliniken zum Einsatz von E-Learning am Gesamtcurriculum im Fachbereich HNO befragt wurden, zeigte sich standortunabhängig ein geringer Implementierungsgrad. Während die Zurverfügungstellung von Vorlesungsfolien und Skripten (86%) sowie zusätzlichen Lernmaterialien als Download (62%) etabliert sind, stellen komplexere Angebote eine Seltenheit dar. Die Autoren stellen weiterhin fest, dass eine große Akzeptanz sowie Bedarf elektronischer Lehrmedien im Fach HNO unter den Studierenden besteht. Hierbei sagten annähernd 80% der befragten Fachschaften aus, dass das Fachgebiet HNO sich gut für E-Learning eigne. Außerdem unterstützen mehr als die Hälfte (55%) der

Studierendenvertretungen die Aussage, dass sich Universitäts-HNO-Kliniken für die Implementierung von elektronischen Lehrkonzepten stark machen sollten [40].

Betrachtet man die Ergebnisse der vorliegenden Befragung zeichnet sich ein zu Saß et al. vergleichbares Bild ab. Einer großen Mehrheit der Studierenden der Humanmedizin ist der Begriff „E-Learning“ im Fach HNO geläufig und das digitale Lehrangebot an der Fakultät bekannt, dennoch sind deren Nutzungsgrad als geringfügig einzustufen. Es zeigte sich, dass digitale Lehrangebote von den meisten Studierenden lediglich 1-2-mal im Monat bzw. Semester genutzt werden und nur 46,7% der Befragten davon bislang überhaupt Gebrauch gemacht haben. In Bezug auf die Eignung des Fachgebietes HNO für die Nutzung von E-Learning antwortete etwa die Hälfte (51,2%) der Studierenden nach Durchführung des Programmes zustimmend, wobei ein Anstieg des Zustimmungswertes um 26,2% nach dem E-Learning festgestellt werden konnte. So erscheint das Fach HNO aus Sicht der Studierenden zunächst unattraktiv für die Nutzung von E-Learning, im Anschluss an das digitale Lernprogramm ist es subjektiv deutlich besser geeignet. Hierfür könnten fehlende fachinterne Erfahrungen mit der Diagnostik und klinischen Überlegungen eine wesentliche Rolle spielen. Fehlen diese, so können sich die Studierenden ein neuartiges Ausbildungskonzept nur eingeschränkt vorstellen. Insgesamt wird ersichtlich, dass eine hohe Akzeptanz und der Wunsch nach einem größeren Angebot von digitalen Lehrangeboten bei einer Mehrheit der Studierenden (62%) vorliegen.

Betrachtet man die aktuelle Situation wird E-Learning in der HNO nur punktuell eingesetzt und nicht als flächendeckend integratives System verstanden [17]. Die Covid-19-Pandemie führte zum Sommersemester 2020 durch die Einführung von NPIs (nicht-pharmazeutische Intervention) zur Eindämmung des Infektionsgeschehens zu einer Situation der Alternativlosigkeit im Einsatz von Fern- und damit digitaler Lehre. Akademische Lehrinrichtungen mussten von einem auf den nächsten Tag ein Lehrangebot etablieren, welches im besten Fall auf bereits funktionierenden Strukturen aufgebaut und adaptiert werden konnte oder in schlimmsten Fall vollständig neu geschaffen werden musste [4].

Dies erscheint im Kontext der Marginalisierung dieser Lehrformate auf ein bildungspolitisches strukturelles Problem hinzuweisen. Beispielsweise führt der im Jahr 2017 verabschiedete *Masterplan Medizinstudium 2020* keine Eckpunkte zur Digitalisierung in der Lehrlandschaft der Humanmedizin auf [49]. Hieraus ergibt sich die Problematik, dass den für die Lehre verantwortlichen Organisationseinheiten keine rechtlichen Verbindlichkeiten ausgesprochen werden und dadurch spezifische, die Digitalisierung fördernde Strukturen nur eingeschränkt ausgebaut oder gefördert wurden. Diese Defizite wurden anschließend durch die Pandemie

besonders deutlich und stellen deshalb einen Grund des geringfügigen Implementierungsgrades dar.

4.2 Etablierung eines volldigitalen Unterrichtes

Die Konzeptualisierung von digitalem Unterricht im Sonderfall der Ausbildung in der Humanmedizin zeigte sich während der Planungs- und Umsetzungsphase in zweierlei Hinsicht besonders herausfordernd: Zum einen setzt medizinische Lehre ein Arzt-Studierenden-Verhältnis voraus zum anderen ist die direkte Arbeit am Patienten fundamentaler Bestandteil bei der Entwicklung von Kommunikation- und Interaktionskompetenzen [50]. Dies zeigt, dass ein digitales Lehrkonzept im Kontext der medizinischen Ausbildung nicht nur auf die Vermittlung von theoretischem Wissen reduziert werden darf, sondern die Konzepte eine Interaktivität zwischen den Lehrenden und auch Patienten ermöglichen muss [1,17].

Solche Konzepte setzen das Vorhandensein von komplexen technischen Strukturen voraus. Zum einen muss die Verwendung von ansprechenden innovativen Medien beherrscht werden. Es müssen Lehrinhalte individuell adaptiert werden können und ein stabiles Netzwerk mit kompetenten IT-Administratoren zur Verfügung stehen. Zum anderen ist das Vorhandensein von stabiler Infrastruktur bei den Endnutzern eine unabdingbare Voraussetzung. Nach aktuellen Daten des Aktionsrates Bildung wird die deutsche hochschultinterne IT-Infrastruktur im Allgemeinen zwar insgesamt als gut bewertet, es ergeben sich weiterhin jedoch regionale und sozioökonomische Unterschiede bei den Internetbandbreiten der Endnutzer („technological digital divide“). So hatten 2019 von allen deutschen Internetnutzern 98% mit hohem und nur 88% der mit niedrigem Einkommen einen Breitbandanschluss. Explizite Daten zur Verfügbarkeit von Breitbandanschlüssen unter Studierenden liefern Daten aus den USA. Hierbei hatten 2019 nur 65% der dortigen Studierenden Zugang zu schnellem Internet [51–53]. Für Deutschland liegen keine Vergleichsdaten vor. Die regionale Bandbreite in Deutschland ist insgesamt unterdurchschnittlich innerhalb Europas [54]. Studierende sind deshalb teilweise an die Hochschulstandorte gebunden, da nur dort eine adäquate Abdeckung garantiert werden kann.

Insgesamt ist nicht die IT-Infrastruktur an deutschen Universitätskliniken und akademischen Lehrkrankenhäusern der vorwiegende limitierende Faktor im Transformationsprozess zur digitalen Lehre. Es erscheint hierbei eine Analyse aus zwei Perspektiven interessant: Zum einen könnte der Mangel an Fertigkeiten in der didaktischen Aufarbeitung von komplexen Inhalten in einem neuartigen dem Dozierenden bislang unbekanntem Rahmen eine Erklärung liefern [55]. Betrachtet man aber viel mehr die Erfahrungen während der Erstellung des E-Learning-Programms an der Universitäts-HNO-Klinik Rostock so mangelte es nicht an

didaktischen Fähigkeiten, sondern an strukturellen Voraussetzungen zur Erstellung und Skalierung des Materials. Eine Unterstützung von Seiten der Fakultäten zielt dabei zumeist auf die Bereitstellung von Infrastruktur, nicht hingegen auf die konkrete Umsetzung [4]. Öffentlichen Institutionen, welche Hochschulen sind, fehlt häufig die Möglichkeit und Kompetenz für zielorientierte Strukturen. Derzeit muss digitale Lehrkultur und Techniken der Wissensvermittlungen („digital literacy“) limitierend zunächst individuell über einen langwierigen Prozess durch Fortbildungsmöglichkeiten gelernt werden. Diese erfordern ein vollständiges Umdenken der Dozierenden im Kontext der neu zur Verfügung stehenden Ressourcen [55,56].

Dies zeigte sich auch in der von uns vorgestellten Studie zur Etablierung eines volldigitalen Unterrichts im Bereich der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde. Die Bewältigung der technischen und didaktischen Herausforderungen erfolgte durch Selbststudium und fortlaufende Anpassung der Module in Absprache mit den Studierenden. Die gesammelten Erfahrungen wurden anschließend in die Neugestaltung übernommen und fortlaufend optimiert. Zwar konnte von Seiten der Fakultät auf bereits bestehende asynchrone Systeme wie ein Learningmanagementsystem (Stud.IP), einer Lernplattform (ILIAS) oder auf synchrone Möglichkeiten zur Durchführung von Vorlesungen und Webinaren (z.B. BigBlueButton®) zurückgegriffen werden, diese sind als Werkzeuge jedoch nur so effektiv, wie das individuelle, vom Dozierenden abhängige, didaktische Lehrkonzept [17]. Es erscheint im Kontext der pandemiebedingten Umstellung auf eine vollwertige Alternative zur klassischen Anwesenheitslehre zudem als nicht zielführend nur Lehrinhalte bereitzustellen, sondern es ist essenziell zudem Interaktionsmöglichkeiten mit den Lehrenden in ein didaktisches Gesamtsystem zu etablieren.

Dieser Herausforderung kann nur ein multimodales Vorgehen mit gezieltem Einsatz von qualitativ hochwertiger Übertragungstechnik und anwenderfreundlicher Software gerecht werden. Hierfür wurde ein auf drei Säulen basierendes digitales Lernkonzept mit Operationslehre, E-Learning-Plattform und E-Visite konzipiert, anschließend evaluiert und dessen Effektivität getestet. Durch diese drei Komponenten konnte unserer Meinung nach die Vermittlung von deklarativem wie auch prozeduralem Wissen in einem hohen Maße abgedeckt werden.

Es stellte die Frage nach universellen Merkmalen, die für die Entwicklung von hochwertigen digitalen Lehrkonzepten entscheidend sind. Laut Hodges et al. sind eine klare Struktur, Möglichkeiten zum Feedback und Authentizität der Informationsvermittlung Kernpunkte eines erfolgreichen E-Learning-Systems [57]. Diesen prinzipiellen Forderungen konnte das Rostocker Modell der elektronischen HNO-Lehre Rechnung tragen. Studierende bewerteten die Lernmodule nach Durchführung fast durchwegs als gut strukturiert (94,1%), korrelierend

hierzu wurden diese auch als qualitativ hochwertig eingestuft (84,7%). Feedback-Mechanismen, wie Chat-Protokolle zur Kommunikation mit dem Operateur und E-Visiten in Kleinstgruppen mit direktem Kontakt zum Dozierenden wurden realisiert und zeigte eine hohe Akzeptanz unter den Studierenden (Live-Chat: 83,1%). Unserer Ansicht nach wird die letzte Forderung, also die nach Authentizität, durch ein Gefühl der Sinnhaftigkeit beim Lernenden generiert und hat ihr Fundament auf einer klar nachvollziehbaren Struktur, Benutzerfreundlichkeit sowie der Anwendbarkeit durch Rekapitulation mit dem Lehrenden (Feedback).

4.3 Subjektiver und objektiver Nutzen von digitaler Lehre

Digitale Lehrkonzepte in der Hals-Nase-Ohrenheilkunde zeigen eine hohe Akzeptanz, wecken Interesse am Fach und werden als zeitgemäßes Lehrformat angesehen [58]. Die vorliegende Studie zeigt zudem die Wichtigkeit für die Studierenden der zeitlichen und örtlichen Ungebundenheit Lehrinhalte abrufen und bearbeiten zu können. Dies ist in der zeitlichen Ersparnis geschuldet, die durch das Ausbleiben von Wegstrecken zu den Lehrinrichtungen entsteht. Aktuelle Studien verweisen auf positive Veränderungen vor allem bei Pendlern. Hierbei wurde auf den Zusammenhang hingewiesen, dass Studierende mit einem höheren Zeitaufwand beim Fahrweg zur Universität in der digitalen Lehre einen guten Ersatz sehen und die an sie gestellten Herausforderungen in der Pandemie so deutlich besser bewältigen [53].

Im Kontext der synchron ablaufenden Umweltkrise ist dies zudem ein wichtiger Faktor in der Planung von ökologischen Konzepten in der zukünftigen akademischen Lehre. Durch den pandemiebedingten Druck im Umgang mit alternativen Konzepten zur Verwirklichung von Unterrichtseinheiten wie Seminaren und Konferenzen wurden digitale Tools geschaffen oder weiterentwickelt und werden zunehmend eine maßgebliche Rolle spielen. Umweltbelastende Ressourcen wie Flüge oder Autofahrten durch Lehrende können so beispielsweise nachhaltig reduziert werden, ohne hierbei den Lehrauftrag oder die Qualität der universitären Lehre zu gefährden. Universitäten können so durch das Schaffen von entsprechenden digitalen Rahmenbedingungen Einfluss auf das interinstitutionelle Verkehrsaufkommen nehmen und damit in Bezug auf die ökologische Belastung positive Effekte erzielen [59]. Dem ist limitierend die CO₂- Emission der zusätzlichen Rechenkapazität für notwendige Serverparks gegenüberzustellen und Bedarf einer kritischen Mitbetrachtung.

Durch digitale Lehrkonzepte ergeben sich Verbesserungsmöglichkeiten für die Vereinbarkeit von Studium und Familie. Als zentrale Problemfelder werden die eingeschränkte zeitliche Souveränität sowie die Erwerbstätigkeit bei studierenden Eltern mit Kind genannt [60]. In

diesem Zusammenhang zeigten sich in dieser Studie hervorstechend sehr hohe Zustimmungswerte bei der Flexibilität, die in der Anwendung und Zugänglichkeit von digitalen Lehrmethoden wahrgenommen wird. Gerade im Studienfach der Humanmedizin mit einer überdurchschnittlich hohen Arbeitsbelastung, familienunfreundlichen Zeiten von Lehrveranstaltungen und einem hohen Anteil an verpflichtendem Präsenzunterricht, könnte durch eine Hybridisierung der Lehre mit digitalen Komponenten bei studierenden Eltern eine Reduktion der Belastung erreicht werden.

Durch Implementierung von Web-Content-Management-Systemen (elektronische Inhaltverwaltungssysteme) wurden zentrale Strukturen geschaffen, die eine Bündelung von Lehrinhalten und Kommunikationstools ermöglichen. Lehrende können hierbei Kursinhalte standardisiert und automatisiert zur Verfügung stellen, Einfluss auf den Informationsgehalt nehmen und dadurch sinnvolle Konzepte von Lehrveranstaltungen sicherstellen.

Die Studierenden in dieser Studie sehen hierbei Vorteile bei der Zeiteffektivität beim Lernen und in der Bereitstellung von gleichbleibender hoher Lehrqualität unabhängig vom Dozierenden. Das Argument der Qualität erscheint gerade im klinischen Alltag, der durch weitreichende Rationalisierungszwänge sowie Mangel an ärztlichem Personal und damit der Lehrenden charakterisiert ist, zunächst ein zentrales Argument für die Förderung von digitalen automatisierten Lehrangeboten darzustellen [61]. Es bedarf jedoch hierbei einer tiefgründigen Analyse vor allem im zeitlichen Zusammenhang mit der pandemischen Entwicklung. Diese Studie stützt sich auf Daten, die vor allem im Zuge der ersten und zweiten Covid-Welle im Sommersemester 2020 und Wintersemester 2020/2021 erhoben wurden. Globale Studien, die gerade auch den Übergang ins Sommersemester 2021 analysieren, fehlen noch zum aktuellen Zeitpunkt. Dennoch ergibt sich im Verlauf das Bild von Frustration unter den Studierenden mit dem Wunsch zur Rückkehr zur Präsenzlehre. Laut einer Umfrage der „Times Higher Education“, sagten 20% der weltweit Befragten aus, dass die Lehrqualität durch den Wechsel in die digitale Fernlehre abgenommen habe. Gerade das Medizinstudium sei am schwierigsten zu transformieren und stark abhängig vom Engagement einzelner Lehrender [62]. In Deutschland zeigte sich in einer Umfrage unter Geisteswissenschaftlern durch Breitenbach et al. ein noch dramatischeres Bild der Situation. Hierbei sagten 58,5% der Befragten, die generell mit der digitalen Lehre unzufrieden waren aus, dass die mangelhafte Qualität der Angebote der Hauptgrund sei [53]. Dies erscheint nachvollziehbar unter der Voraussetzung, dass zu Beginn der Pandemie eine mangelhafte Lehrqualität situationsbedingt zwar noch toleriert wurde, aber im Verlauf keine ausreichend gleichwertigen Alternativen zur vollständigen Präsenzlehre angeboten wurden.

Hervorstechend in der Auswertung der Evaluation konnte durch die Nutzung des Lernprogrammes das Interesse zum Fach HNO nur geringfügig gesteigert werden (23,5%). E-Learning selbst kommt also nicht als lernmotivierender Faktor zum Tragen. Vielmehr erscheint die Optimierung einer prüfungsrelevanten Vorbereitung einen wichtigen motivierenden Effekt zu haben. Das durch Epstein et al. als „assessment drive learning“ [63] bezeichnete Phänomen erscheint gerade in Zeiten der Unsicherheiten durch potentiell ständig wechselnde Prüfungsmodalitäten (Face-to-Face-Prüfungen, Open-Book-Prüfungen, MC-Fragen etc.) eine hohe Relevanz zu haben. Studierende der Humanmedizin lernen zunehmend mit Lernsystemen, welche durch Datenanalysen einen „Impact“ der Prüfungsrelevanz generieren. Ein Beispiel hierfür stellt das sehr populäre Lernprogramm „Amboss“ dar. Hierbei werden Themen, die in Staatsexamina oft abgefragt wurden, profunder thematisiert als solche die eine geringere oder gar keine Relevanz besitzen. Die Prüfungsvorbereitung wird einem durch eine optimierte, individualisierbare Fraktionierung der Lehrinhalte vereinfacht. Insgesamt ist daher davon auszugehen, dass solche Lernsysteme die klassischen, bibliothekarischen Lernmethoden sukzessiv verdrängen werden. Dies unterstreicht den motivierenden Effekt der Prüfungsvorbereitung durch E-Learning-Systeme, wie das der Univ.-HNO-Klinik Rostock. Daraus ergeben sich hohe Ansprüche für die Vollständigkeit der Systeme an sich. Wenn die Prüfungsvorbereitung optimiert werden soll, wollen Studierende sich darauf verlassen können, dass tatsächlich alle prüfungsrelevanten Themeninhalte abgedeckt werden. Dies erfordert ein hohes didaktisches Verständnis insbesondere bei der Verwendung von digitalen Medien, um prüfungsrelevante und fachlich-inhaltliche Lehrthemen zu vermitteln.

Trotz der hohen Akzeptanz und dem generellen Wunsch nach Ausbau von digitalen Lehrformaten, insbesondere von hochauflösenden Video- und Audio-Formaten, spricht sich eine Mehrheit der Studierenden (76,1%) nach der Durchführung des E-Learning-Programmes für ein obligatorisches Arzt-Studierenden-Verhältnis aus [64,65]. Hierbei wurde in dieser Studie ein neuartiges Modell der synchronen volldigitalen Operationslehre in Echtzeit vorgestellt. Der Fokus wurde auf die Etablierung von Kommunikationstools zwischen den Studierenden und den lehrenden Operateuren sowie auf eine hochwertige Qualität der Audio- und Videoübertragung gelegt. Studierende konnten hierbei ortsunabhängig einen hochauflösenden (HD) Live-Stream besuchen und via Chat-Protokoll Fragen stellen. Die Möglichkeit einer unmittelbaren Antwort auf konkrete Problemstellungen der laufenden Operationsschritte bedingen ein hohes Maß an Interaktivität im Vergleich zu asynchronen oder passiven Formaten. Hierbei wurde das Live-Chat-Modul als vorteilhaft gewertet. Durch Eröffnung eines anonymen Raumes der Falldiskussion erscheint der Abbau von Hemmungen im Gespräch mit dem Dozierenden als mögliche Erklärung der hohen Akzeptanz. Zudem ermöglicht das Verschriftlichen von Fragen eine bessere Dokumentation und Archivierung für

eine spätere Rekapitulation und Intensivierung einer problemorientierten Falldiskussion. Lücken in der Wissensvermittlung können so im Sinne eines Feedbacks nachhaltig geschlossen und die Weitergabe von fehlerhaften Informationen vermieden werden. Durch gezielte Moderation im Chat-Gespräch bestehen weiterhin Möglichkeiten Medien wie anatomische Skizzen, Befunde und erklärende Visualisierung zu einem multidimensionalen Gesamtkonzept zu ergänzen. Dies stärkt die Authentizität und bildet einen übersichtlichen strukturellen Rahmen der Lehrveranstaltung. Diese Qualitätskriterien können sich positiv auf das Sinnhaftigkeitsgefühl und die Lernmotivation bei den Studierenden auswirken [57].

Insgesamt bietet die digitale Visualisierung von Operationsinhalten in Echtzeit ein hohes Potential zur Vermittlung von Lehrinhalten für einen großen Abnehmerkreis. Unabhängig von der Pandemiesituation ergeben sich hierbei beispielsweise keine hygienebedingten Einschränkungen in Bezug auf Anzahl der Teilnehmer einer Lehrveranstaltung. Dies erlaubt die Operationslehre in ein integratives Lehrkonzept mit weiteren Veranstaltungen flexibel einzufügen. Durch die örtliche Unabhängigkeit beim Zugriff auf den „digitalen Operationssaal“ kann eine Integration in ein nationales sowie internationales Umfeld außerhalb der eigenen Lehreinerichtung von Studierenden aber auch ärztlichem Personal in der chirurgischen Ausbildung ermöglicht werden. Dieser Austausch ist für die Verbesserung der Operationslehre und das kritische Hinterfragen von chirurgischen Prozessen insgesamt als positiv zu bewerten.

Die Darstellung von Operationen, ob in Echtzeit oder als Aufnahmen, ist bereits fester Bestandteil von Lehrveranstaltungen und der didaktische Mehrwert gilt als belegt [10,66,67]. Durch die Übertragung in einem Live-Stream via Internet erreicht dieser Umstand jedoch eine weitreichendere Dimension: Teilnehmende benötigen ausschließlich einen ausreichend guten Internetanschluss sowie ein alltägliches Endgerät wie Laptop, PC oder Tablet. Sozio-ökonomische Nachteile, die sich durch die Kosten der Anreise und der Unterbringung sowie der aufwendigen Organisation vor Ort ergeben, können nachhaltig reduziert werden. So könnten beispielsweise auch Studierende aus finanziell benachteiligten Regionen der Welt an entsprechenden Lehrveranstaltungen teilnehmen. In diesem Zusammenhang sei zudem auf die oben bereits als positiv genannten ökologischen und ökonomischen Aspekte der digitalen Vernetzung hingewiesen [59].

Die hier vorgestellte Methodik bietet ein hohes Maß an Universalität. Durch Transfer auf andere medizinische Disziplinen, sind weitere interessante didaktische Konzepte denkbar. So können jegliche endoskopische und mikroskopische intraoperative Aufnahmen anderer chirurgischer Fächer, bei Vorliegen entsprechender Schnittstellen, komplikationslos in das vorgestellte System eingefügt werden. Als weiteres Beispiel ist unter anderem die

Durchführung von Online- Präparationskursen zur Darstellung anatomischer Leistrukturen bei komplexen Operationsschritten und anatomische Fortbildungsmaßnahmen für Physiotherapeuten oder pflegendes Personal als vorteilhafte Neuerung denkbar. Durch die zunehmenden Anforderungen in Bezug auf das Arzthaftungsrecht und die damit verbundene Aufklärungspflicht durch das ärztliche Personal, könnten Live-Teilnahmen an Operationen durch die Patienten persönlich in den Fokus rücken. Hieraus zeigt sich deutliches Potential in der technologischen Weiterentwicklung, die das wünschenswerte Zusammenrücken von Patienten, Studierenden und medizinischem Personal fördern könnte [68].

4.4 Digitale Lehre als vollwertige Alternative?

Moderne innovative digitale Lehrmodelle weisen eine hohe Akzeptanz und Interesse unter den Studierenden der HNO-Heilkunde auf [42]. Wenn Veranstaltungen als Praktikum in der stationären und ambulanten Versorgung mit direktem Patientenkontakt möglich sind, so wird jedoch die Präsenzlehre als alternativlos angesehen. Es zeigte sich interessanterweise hierbei eine zunehmend ablehnende Haltung nach Durchführung des digitalen Lernprogramms via des Web-Content-Management-Systems ILIAS (22,6% vs. 14,3%). Im Gegensatz hierzu sahen die befragten Studierenden im Live-OP-Modell mehrheitlich eine gute Alternative zum Unterricht im Operationssaal. In beiden oben genannten Fällen wurde der Wunsch geäußert, die elektronischen Angebote als festen Bestandteil zu etablieren oder das Angebot auszubauen. Bemerkenswerterweise wurde nur der Live-OP attestiert, sich als vollwertige Alternative etablieren zu können. Dies erscheint durch den qualitativen Direktvergleich beider Angebote auf den ersten Blick nur unzureichend erklärbar. Die Qualität der Audio- wie auch Videoübertragung und die inhaltliche Verständlichkeit während der angebotenen Operation wurden mehrheitlich als sehr gut bewertet. Die technische Verfügbarkeit und die inhaltliche Struktur des ILIAS-Systems zeigte ähnlich hohe Zustimmungswerte. Zusammenfassend wurden beide Systeme (ILIAS und Live-OP-Modell) ähnlich gut bewertet. Hierbei fehlt in dieser Betrachtung jedoch die Vergleichbarkeit unter den Studierenden von Präsenz- und Fernlehre innerhalb beider Lehrangebote. Da das untersuchte Kollektiv an Studierenden (Interventionsgruppe) nur an der digitalen Fernlehre teilnehmen konnte, werden dadurch Schwächen dieser Befragung ersichtlich.

Unter der Voraussetzung von vorliegenden Erfahrungen der Studierenden in anderen chirurgischen Fachdisziplinen und der dort zur Verfügung gestellten Lehrangebote, können qualitative Merkmale dennoch als Grund für die Bewertung der Live-OPs als sehr gute Alternative zum Präsenzunterricht angenommen werden: Bei einem hohen Anteil an mikrochirurgischen Eingriffen, die in der HNO-Heilkunde durchgeführt werden, besteht die

Teilnahme der Studierenden am Operationsgeschehen in Präsenz zumeist über einen Sichtmonitor. Hierbei divergiert die Qualität der Visualisierung erheblich. Unter anderem spielt die Auflösung, der Abstand des Monitorsystems sowie die Zahl der Zuschauenden eine einschränkende Rolle. Zwar besteht eine direkte lautsprachliche Kommunikationsmöglichkeit mit dem Operateur, doch wird diese aufgrund von Hemmungen möglicherweise nicht umfänglich genutzt. In Anbetracht des direkten Gesichtsfeldes und der barrierearmen Kommunikation ist das Live-OP-Modell als sehr vorteilhaft zu werten.

Im Gegensatz hierzu transportieren Web-Content-Management-Systeme (ILIAS) und synchrone Angebote wie Webinare und E-Visiten am Patientenbett als Auszug der möglichen E-Learning-Systeme zwar fachspezifischen Inhalt, der direkte Studierenden-Patienten-Kontakt bleibt dennoch aus. Es erscheint daher eine motivationale Einschränkung in der Betrachtung solcher Angebote als Alternativen zur herkömmlichen Präsenzpraktika zu geben. Die Rollenbilder des Medizinstudierenden und angehenden Arztes werden nicht erfüllt. Die direkte Interaktion mit dem Patienten wird als Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Selbstinvolvierung der Studierenden mit dem anzustrebenden ärztlichen Beruf gesehen [10,42]. Dies erklärt möglicherweise die Tatsache, dass trotz hochqualitativer Konzeptualisierung von E-Learning-Angeboten, diese entsprechend der vorliegenden Befragung unter Studierenden, nicht als vollwertige Alternative zur Präsenzlehre bewertet wird.

4.5 Effektivität von digitaler Lehre

Gerade in der Operationslehre für die Weiter- und Fortbildung mit Verwendung von hochqualitativen Video- und Audioübertragungen konnte ein signifikanter Zugewinn an prozeduralem Wissen festgestellt werden. Dieser kann sich beispielsweise in einer Reduktion von Operationsfehlern und einer effektiveren Durchführung von operativen Schritten manifestieren [69]. Es zeigt sich hierbei, dass der subjektiv wahrgenommene Wissenszugewinn als sinnvoller Indikator für ein erfolgreiches Lehrkonzept verwendet werden kann [65,70]. Dies wurde auch in dieser Arbeit bei der Befragung während der Durchführung von Live-Operationen sowie der Nutzung des ILIAS-Systems festgestellt. Die teilnehmenden Studierenden attestierten beiden Systemen mehrheitlich ein hohes Maß an Effektivität für einen Wissenszugewinn. Zwar bleibt die Studie einer objektivierbaren Lernerfolgskontrolle in Bezug auf die OP-Visualisierung schuldig, doch konnte durch die Effektivitätsstudie bei der Nutzung des Web-Content-Management-Systems diese Aussage statistisch untermauert werden. Bis auf das Themengebiet „Ohr“ wurden in den weiteren drei Rubriken „Hals“, „Nase“ sowie „Rachen und Kehlkopf“ nach Durchführung des E-Learning-Programms im Vergleich zur klassischen Präsenzlehre signifikant öfter die MC-Fragen richtig beantwortet. Dies

bestätigt als objektive Erfolgskontrolle die bereits subjektiv wahrgenommene erfolgreiche Wissensaneignung mit einer Evaluation. Es bestätigt das Visualisierungskonzept für die OP-Lehre.

Bezüglich der Effektivität von E-Learning-Konzepten im Curriculum der HNO-Lehre im deutschsprachigen Raum zeigte sich in der Literatur der letzten Jahre ein insgesamt heterogenes Bild. Dombrowski et al. publizierten 2018 eine Studie über ein digitales Flipped-Classroom-Konzept in der Lehre der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde. Unter Flipped Classroom (FC) (engl.: umgedrehter Unterricht) versteht man im Allgemeinen den lerntheoretischen Ansatz, dass im Vergleich zum klassischen Lehrmodell, bei dem die Wissensvermittlung im Unterricht stattfindet und die Anwendung außerhalb, diese Konstellation umgedreht wird. Studierende erarbeiten beim FC Lehrinhalte selbstständig und wenden anschließend das theoretische Wissen direkt im Unterricht an [71]. In dieser Studie mit zwei quasi-randomisierten Gruppen und insgesamt 212 Teilnehmern, erhielt die eine Gruppe Zugang zu einem E-Learning-Programm und anschließend zu einem praktischen Kurs, die andere Gruppe absolvierte ausschließlich eine simultane praktisch-theoretische Lerneinheit. Hierbei zeigte sich, dass ein signifikanter Anteil der Studierenden, vor allem bei regelmäßigem Nutzen der E-Learning-Plattform, sich besser auf die praktische Lerneinheit vorbereitet gefühlt haben und den Teilnehmern dieser Plattform ein Wissenszugewinn zugeschrieben werden konnte. Insgesamt wurde durch diese Studie ein zeitlicher Vorteil in der Lehre bei hoher Akzeptanz und Zufriedenheit der Interventionsteilnehmer im Vergleich zum klassischen Lehrformat belegt [58]. Im Kontrast hierzu publizierte Daubenfeld et al. an der Universität Freiburg 2020 eine Studie über ein neuartig komplex angelegtes Vorlesungskonzept mit integrierten Blended-Learning-Komponenten mit dem Namen „3-D-Trilogie“, welches den hohen Ansprüchen der digitalen Transformation der Lehre nicht gerecht werden konnte. Studierende bekamen im Sinne eines Flipped-Classroom-Konzeptes vor speziell angelegten interdisziplinären Vorlesungen (HNO, Anatomie und Radiologie) vorbereitend Zugang zu einer E-Learning-Plattform und sollten anschließend das Konzept evaluieren sowie an einer Lerneffektkontrolle teilnehmen. Zusammenfassend wurden hierbei traditionelle Vorlesungen insgesamt besser evaluiert, die Teilnehmerzahl an den Vorlesungen konnte nicht erhöht werden und eine objektivierbare Wissenszunahme in der Lernerfolgskontrolle blieb aus [42].

Wenn auch die aktuelle Literatur im deutschsprachigen Raum eine Übersichtsarbeit bezüglich der Effektivität von digitalen Lehrkonzepten bislang schuldig bleibt, so liefert eine Meta-Analyse unter Tarpada et al. 2017 auf internationaler Ebene, mit Fokus auf die USA, einen guten Überblick über aktuelle Entwicklungen in der digitalen Lehre im Fach HNO. Die Autoren schlossen 12 prospektive, vorwiegend kontrolliert randomisierte Studien mit messbaren Daten bezüglich des postinterventionellen Outcomes nach Verwendung von E-Learning-Konzepten wie theoretischen Wissenszuwachs oder Zunahme der praktischen Fähigkeiten bei

Medizinstudierenden sowie ärztlichem Personal in Weiterbildung ein. Hierbei zeigten sich in 9 der 12 untersuchten Studien entweder eine objektvierbare Verbesserung der gemessenen Parameter oder zumindest eine Gleichwertigkeit im Vergleich zu den klassischen analogen Lehrmethoden bei signifikant höherer Zufriedenheit der Gruppen mit Anwendung von E-Learning. Insgesamt verweisen die Autoren aber auf Fehlen von Langzeitstudien in der Meta-Analyse, sodass diese Arbeit hierbei, wegen der geringen Anzahl an vorliegenden Publikationen, Limitationen aufweist und daher eher tendenziellen Charakter hat [7].

Bezüglich der Evidenz der Effektivität von E-Learning-Konzepten findet sich in der Literatur ebenfalls ein heterogenes Bild. Limitierend bei der Beurteilung wirken vor allem die Diversität der unterschiedlichen Studiendesigns und die Definition der Zielparameter [72]. Bias entstehen hierbei durch fehlende Angabe der Lehrinhalte, Spezifikation der technologischen Umsetzung und Mängel in der Angabe der zu untersuchenden Intervention [73]. Trotz der Einschränkungen zeigen aktuelle Metaanalysen am ehesten eine Äquivalenz der Lernergebnisse im Vergleich zwischen E-Learning-Konzepten und traditionellen Lehrmethoden [8,74–76]. Tendenziell resultieren dann signifikant bessere Lernergebnisse beim elektronischen Lernen, wenn Blended-Learning-Konzepte im POL-Umfeld angeboten wurden [12,77]. Insgesamt ist nach aktueller Studienlage und nach Abschluss dieser Studie jedoch kein klarer Zusammenhang zwischen dem Nutzen von E-Learning und einem fächerübergreifend besseren Lernresultat feststellbar [8].

4.6 Hard- und Software sowie Nutzungsverhalten

Laut einer aktuellen Studie zur Mobilität von Studierenden im Auftrag der Kulturministerkonferenz von 2017 weisen Studierende der Humanmedizin im Vergleich zu anderen Studiengängen mit 44,3% den höchsten Grad an Mobilität auf. Dies sei vor allem durch Zulassungsverfahren mit ausgeprägten Zulassungsbeschränkungen (Numerus clausus) und die damit zusammenhängende in Kauf genommene Distanz zur Heimat zu erklären [78]. Korrespondierend hierzu besitzt die absolute Mehrheit der hier befragten Studierenden mobile Endgeräte zur Nutzung von Lehrinhalten. Es zeigt sich ein Anteil von über 89% derer, die ein Laptop, ein Tablet oder ein Mobiltelefon zur Nutzung der E-Learning-Angebote genutzt haben. Dies liegt über dem bundesweiten Durchschnitt von mobilen PCs pro Haushalt von 83,4% und entspricht der generellen Tendenz der letzten Jahre, dass der Anteil an mobilen PCs und vor allem Tablets stetig zunehmen wird [79,80]. Weiterhin wurden bei der Befragung zur Nutzung von Browsern drei Favoriten in absteigender Reihenfolge Google Chrome®, Apple Safari® und Mozilla Firefox® identifiziert. Im Vergleich zu den bundesweiten Marktanteilen der Browser ist der hohe Nutzungsgrad von Safari® unter den hier befragten Studierenden auffällig höher (9,98% vs. 35,94%)[81]. Dies kann als Hinweis auf

einen größeren Anteil an verwendeter Apple®-Hardware unter den Medizinstudierenden im Vergleich zum Bundesdurchschnitt interpretiert werden.

Zusammenfassend sind Medizinstudierende sehr mobil, benutzen vor allem mobile PCs und in Zukunft vermehrt Tablet-PCs, nutzen überproportional häufig Apple®-Produkte und verwenden als Browser entweder Google Chrome® oder Safari®. Diese Informationen sind bei der Planung von digitalen Lehrangeboten von wichtiger Bedeutung, zumal so eine Optimierung und Anpassung auf diese Hard- und Software im Vorfeld erfolgen kann.

4.7 Verstärkung und Finanzierung

Während der Konzeptualisierung des E-Learning-Systems und der Studie stellte sich die Frage nach nachhaltiger Finanzierung und einem möglichen Potential einer Vermarktung. Das Rostocker Modell wurde durch ein Förderprogramm der Hansestadt Rostock in Zusammenarbeit mit der Universität Rostock unterstützt. Hierbei wurde die Hardware (Laptop, Bildwechsler, Monitore) und die Dienstleistungskosten für die Bereitstellung des HD-Streams in einer Höhe von 12.000 Euro finanziert. Alle weiteren zeitintensiven Arbeiten wie Videoaufnahmen, deren Bearbeitung und Konzeptualisierung in das ILIAS-Lernprogramm sowie technischer Support während der Live-Operation wurden durch das individuelle Engagement des Autors der Dissertation während und außerhalb der klinischen Routine durchgeführt. Professionelle Aufarbeitung und Wartung von digitalen Lehrinhalten sind kosten- und zeitintensiv und es bedarf eines hohen Maßes an technischem Knowhow. Die Inhalte müssen neben dem didaktischen und inhaltlichen Wert auch ansprechend im Internet formatiert werden. Es war daher ein weiteres Ziel der Studie das finanzielle Potential zur Sicherstellung des Fortbestandes des Lehrangebotes auf dem hohen Qualitätsniveau zu erfassen. Hierbei zeigen die Daten eine ablehnende Haltung der befragten Studierenden zur Zahlungsbereitschaft, hier am Beispiel der Live-Operationen. Lediglich 7,7% der Studienteilnehmer wären bereit für eine entsprechende OP-Plattform in der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde Geld zu bezahlen. Dies erscheint nachvollziehbar, da eine Zahlungspflicht für Studierende an öffentlichen Hochschulen unattraktiv erscheint. Anders hingegen sieht es laut einer Studie von Shabli et al. von 2019 zur Zahlungsbereitschaft von E-Learning-Plattformen für die Facharztausbildung unter HNO-Weiterbildungsassistenten aus. Hierbei sprach sich eine klare Mehrzahl der Befragten von 83,33% aus zwischen 20 bis 80 Euro pro Jahr für ein entsprechendes System zahlen zu wollen und nur 8% sei nicht bereit Geld hierfür auszugeben [82]. Zwar wurde in dieser Studie nicht explizit nach einem Lernsystem für Operationen gefragt, dennoch ist eine höhere Zahlungsbereitschaft bei HNO-Ärzten in der Weiterbildung durch den Bedarf an spezialisiertem Wissen auch in diesem Feld zu erwarten. Ob jedoch eine Selbstfinanzierung und erfolgreiche Vermarktung einer vollwertigen E-Learning-Plattform im

Fachgebiet HNO möglich ist, Antwort darauf bleibt auch diese Studie schuldig. Die Konzeptualisierung eines solchen Projektes müsste auf die Fort- und Weiterbildung und nicht Studierende im Grundstudium ausgelegt werden.

Lässt man den Anspruch der selbsttragenden Finanzierung außen vor, so ist die obligatorische Frage nach Möglichkeiten der Bündelung von Kapazitäten bei eingeschränkt zur Verfügung stehenden Ressourcen (Geld, Personal, IT-Kenntnisse etc.) zentraler Bestandteil einer erfolgreichen Etablierung von digitalen Lehrsystemen. Zentraler Punkt ist die Vernetzung und konstruktive interinstitutionelle Bereitstellung von digitalen und virtuellen Lehrinhalten unter ausbildenden Einrichtungen. Hierbei sind gegenwärtig zwei Projekte von besonderer Bedeutung zu nennen: Zum einen hat sich die Arbeitsgruppe „Lehren und Prüfen in der HNO-Heilkunde“ (ArGrü LuP) der Deutschen Gesellschaft für HNO-Heilkunde zum Ziel gesetzt die Grundlage für ein gemeinsame digitale Lernplattform zu legen, in der Inhalte kostenfrei zur Verfügung gestellt werden können [4]. Federführend sind hierbei die Universitätskliniken Frankfurt, Freiburg, Dresden, Regensburg und Würzburg. Dabei wird der Fokus auf den Informationsaustausch sowie gegenseitige Unterstützung bei der Realisation von komplexen Projekten gesetzt.

Eine weitere interessante Initiative ist die in Zusammenarbeit mit der DGHNO-KHC, der Geschäftsstelle der NKLM („Nationale kompetenzbasierte Lernzielkatalog Medizin“) und der Charité Universitätsmedizin Berlin zu nennen. Sie stellt die Datenplattform LOOOP („Learning Opportunities, Objectives and Outcomes Platform“) bereit [83]. Ziel dieser institutsübergreifenden Task-Force ist die Auflistung aller digitalen und virtuellen Angebote der deutschsprachigen medizinischen Fakultäten auch unabhängig vom Fachgebiet HNO. Durch direkte Links zu den Webseiten der entsprechenden Lehrinrichtungen kann auf Angebote zugegriffen werden und eine Zusammenarbeit erleichtert werden [4]. In diesem Zusammenhang erscheint der „open access“-Ansatz (engl.: offener Zugang), im Gegensatz zu einem exklusiven Modell zu digitalen und virtuellen Inhalten, zielführender zu sein und sollte in Zukunft angestrebt werden. Dieser ermöglicht eine engere Zusammenarbeit zwischen lehrenden Einrichtungen, eine Beschleunigung von Entwicklungsprozessen und eine bessere gegenseitige Überprüfbarkeit der Informationen.

4.8 Methodische Limitationen

Einschränkungen ergeben sich in der hier durchgeführten Effektivitätsstudie zur ILIAS-Nutzung durch die fehlende Wissensstandkontrolle vor Durchführung der MC-Fragen in den Interventions- wie auch den Kontrollgruppen. Die Studienteilnehmer wurden pandemiebedingt durch stetig wechselnde Anforderungen der Hygienekonzepte und wegen organisatorischer

Gründe aus unterschiedlichen Abschnitten des Semesters rekrutiert. Hierbei ergaben sich theoretische Unterschiede bezüglich des bereits vermittelten Fachwissens während der Vorlesung und der individuellen Vorbereitung durch die Studierenden. So ist die statistische Aussage einer signifikanten Überlegenheit der E-Learning-Konzepte im Vergleich zur Präsenzlehre hierdurch beeinflusst.

Dennoch können wichtige Erkenntnisse über die Wissensvermittlung der Lehrkonzepte gewonnen werden. Die gewählten MC-Fragen der Effektivitätsstudie wurden in der Vorbereitung auf die Durchführung des E-Learning als Ersatz für ein Anwesenheitspraktikum für ihre klinisch anwendbare Relevanz ausgewählt. Ziel des HNO-Blockpraktikums ist, neben der Rekapitulation und Vertiefung von theoretischem Fachwissen, die Vermittlung von Fähigkeiten über prozedurale Vorgehensweisen bei unterschiedlichen Erkrankungsbildern und klinischen Problemstellungen. Diese wurden bei der Zusammenstellung des MC-Tests berücksichtigt. Die Resultate im direkten Vergleich der ausschließlichen „E-Lerner“ und der Anwesenheitspraktikanten verweisen daher auf die Tatsache hin, dass sich durch ein volldigital durchgeführtes Blockpraktikum für den Studierenden zumindest formal keine ausbildungsrelevanten Nachteile ergeben. Diese Aussage ist insofern von zentraler Wichtigkeit, als dass der Lehrauftrag auch in Zeiten der Pandemie satzungsgemäß gesichert werden muss. Selbstverständlich setzt die Ausbildung der Studierenden die Lehre am Krankenbett voraus.

Retrospektiv betrachtet ergeben sich die Einschränkungen der Effektivitätsanalyse vor allem durch die fehlende Kontrollierbarkeit der pandemischen Lage und der dadurch bedingten erschwerten Rekrutierung einer vollständig vergleichbaren Untersuchungskohorte, ohne hierbei auf ethische Probleme zu stoßen. So bleibt diese Studie der Antwort über eine Über- oder Unterlegenheit von digitalen Lehrmethoden im Vergleich zur Präsenzlehre schuldig. Weitere Untersuchungen in besser kontrollierbaren Zeiten müssen folgen und bislang gewonnene Erkenntnisse in den folgenden Studiendesigns berücksichtigt werden.

4.9 Fazit

Mit dieser Studie wurde ein auf drei Säulen basierendes, auf Vollwertigkeit zielendes digitales Lernkonzept mit Operationslehre, E-Learning-Plattform und E-Visite erfolgreich etabliert, evaluiert und bezüglich seiner Effektivität getestet. Vorteile ergeben sich vor allem durch eine hohe Flexibilität, zeitliche und örtliche Unabhängigkeit bei gleichbleibender standardisierbarer Lehrqualität für die Studierenden. Die digitale und virtuelle Lehre wird nicht als Ersatz zur traditionellen Präsenzlehre verstanden, sondern als obligate Ergänzung eines vollständig als neu zu betrachtenden Lehransatzes. Dieser soll die effektivsten Methoden, also solche der

klassischen Präsenzlehre mit modernen digitalen Möglichkeiten verbinden [50,64]. Diese Kombination ist Teil der Blended-Learning-Strategie.

Technologische Innovationen in der elektronischen Lehre beschleunigen den Paradigmenwechsel weg vom lehrergelenkten Unterricht zum sogenannten „Flipped-Classroom“-Modell, bei dem die Studierenden zunehmend selbstständig Inhalte erarbeiten und sich die Rolle des Dozierenden zum moderierenden Akteur abwandelt (flipped; engl: umgedreht). Dieser Entwicklung soll in Zukunft zunehmend Rechnung getragen werden. Das Rostocker Modell der volldigitalen Lehre in der HNO-Fachkunde hat hierbei einen modernen didaktischen Weg in der medizinischen Ausbildung eingeschlagen und sinnvolle Aspekte des FC-Konzeptes integriert.

Bei der Evaluation der angebotenen elektronischen Lehrtechniken wurden der Operationslehre mit hochauflösenden Videoübertragungen im Live-Format besonders hohe Eignungsfähigkeit als Alternative zu traditionellen Methoden attestiert. Die Interaktivität und hohe Qualität der Darstellung ist so als fester Bestandteil im Curriculum nicht mehr wegzudenken und sollte in Zukunft als Lehrformat fest verankert werden. Die Anwendung solcher Lehrformate erscheint im Kontext der zunehmenden Digitalisierung einen motivierenden Einfluss auf alle Akteure, Lehrende wie auch Studierende zu besitzen und ist daher insgesamt als positiv zu werten. Grundlage hierfür ist die Verfügbarkeit ausreichender materieller und personeller Ressourcen.

Inwiefern digitale Lehransätze der traditionellen Präsenzlehre in der HNO bezüglich der Effektivität überlegen sind, kann die vorliegende Studie nicht abschließend beantworten. Weitere Untersuchungen aus besser kontrollierbaren Zeiten müssen hierfür folgen. Die statistischen Daten deuten bislang darauf hin, dass zumindest eine Gleichwertigkeit vorliegt.

4.10 Ausblick

Das hohe Interesse anderer chirurgischer Fachdisziplinen während der Realisierung der Live-OP-Übertragungen zeigt ein hohes Nachahmungspotential, welches durch synergistische Effekte der bereits gesammelten Erfahrungen zu einer hohen fächerübergreifenden Etablierung führen könnte. Durch einen schnelllebigen Transformationsprozess der technologischen Möglichkeiten, ergibt sich der Anspruch auf eine fortandauernde Aktualisierung der durchgeführten Methoden. Hierbei spielt zunehmend die 3D-Technologie vor allem in Bezug auf „Virtual Reality“ (VR) und „Augmented Reality“ (AR) eine maßgebliche Rolle. In der Literatur findet man Übersichtsarbeiten, die den Mehrwert von 3D-Visualisierung bei der anatomischen Ausbildung in Bezug auf Leistung der Studierenden und kognitive Belastung belegen konnten [16,84,85]. Weiterhin existieren bereits erste HNO-spezifische

Publikationen über das positiv zu wertende Potenzial von 3D-assistierten Konzepten der otochirurgischen Ausbildung von Assistenz- und Fachärzten [10]. Aktuell verfolgt eine Arbeitsgruppe an der Universitätsmedizin Rostock im Fachbereich HNO das Ziel der Testung des Einsatzes von VR-Brillen unter Studierenden. Anhand einer standardisierten Operation, der Cochlea-Implantation, soll die Effektivität der anatomischen Ausbildung am Felsenbein getestet werden. Zusätzlich erfolgte eine subjektive Erfassung der Qualität des Angebotes anhand einer Evaluation.

Ein weiteres bislang noch wenig erforschtes Themengebiet der medizinischen Lehrforschung entwickelt sich aktuell unter den Begriffen „Big Data“ (engl.: „Massendaten“) und Artificial Intelligence (engl.: „Künstliche Intelligenz“). Es handelt sich hierbei vereinfacht gesagt, um computerassistierte Analyseeinheiten zur Strukturierung von Massendaten und Bildung von zunehmend selbstlernenden Algorithmen der Datenverwaltung. Lehrmethodische Ansätze ergeben sich hierbei vor allem in Bezug auf die Zurverfügungstellung individualisierbarer Lerninhalte und Anpassung von Lerneinheiten auf die persönlichen Bedürfnisse der Studierenden [86]. Inwiefern sich diese informatischen Einheiten in den Lehralltag der lehrenden Einrichtungen etablieren werden können, gilt es weitere Studienergebnisse abzuwarten. Klar ist aber jetzt schon, dass moderne E-Learning-Datenbanken wie beispielsweise Amboss® an „AI“ - Formaten und Big Data interessiert sein werden, da deren Angebote dadurch noch besser auf die Lernenden optimiert werden können.

Zusammenfassend steht die Digitalisierung in der medizinischen Ausbildung in einer Transitionsphase mit bislang nicht absehbarer Dynamik. Es bleibt zu hoffen, dass die COVID-19-Pandemie die nötigen Veränderungen in der Modernisierung der Lehre beschleunigen wird und es nicht zu einer weiteren Phase der Stagnation kommen wird. Die Anforderungen an die zukünftige Ausbildung angehender Ärzte könnte sonst gefährdet sein.

5. Literaturverzeichnis

1. e-Learning: Promise and Pitfalls. In: e-Learning and the Science of Instruction [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2016 [cited 2020 Sep 27]. p. 7–28. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119239086.ch1>
2. E-Learning for GP Educators [Internet]. Routledge & CRC Press. [cited 2020 Sep 27]. Available from: <https://www.routledge.com/E-Learning-for-GP-Educators/Sandars-Lakhani-Banks/p/book/9781846190117>
3. van Bonn SM, Grajek JS, Großmann W, Bernd HE, Rettschlag S, Mlynski R, Weiss NM. Elektronisches Lernen für Studenten in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde durch Nutzung des Content-Management-Systems ILIAS. HNO [Internet]. 2021 Feb 3 [cited 2021 Jun 25]; Available from: <https://doi.org/10.1007/s00106-021-01008-1>
4. Offergeld C, Ketterer M, Neudert M, Hassepaß F, Weerda N, Richter B, Traser L, Becker C, Deeg N, Knopf A, Wesarg T, Rauch AK, Jakob T, Ferver F, Lang F, Vielsmeier V, Hackenberg S, Diensthuber M, Praetorius M, Hofauer B, Mansour N, Kuhn S, Hildenbrand T. „Ab morgen bitte online“: Vergleich digitaler Rahmenbedingungen der curricularen Lehre an nationalen Universitäts-HNO-Kliniken in Zeiten von COVID-19. HNO [Internet]. 2020 Sep 14 [cited 2020 Nov 8]; Available from: <https://doi.org/10.1007/s00106-020-00939-5>
5. Blended Learning - Its Challenges and Future | Elsevier Enhanced Reader [Internet]. [cited 2020 Sep 27]. Available from: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S187704281303351X?token=BDD228AA564CF4E1345C1B13F79EE5E7E640FAB313AE628A8936A3FD6120CFF20D8A7220DAE52CC51E83E37D7A491E7E>
6. Gaupp R, Fabry G, Körner M. Self-regulated learning and critical reflection in an e-learning on patient safety for third-year medical students. *Int J Med Educ*. 2018 Jul 12;9:189–94.
7. Tarpada SP, Hsueh WD, Gibber MJ. Resident and student education in otolaryngology: A 10-year update on e-learning. *The Laryngoscope*. 2017;127(7):E219–24.
8. Vaona A, Banzi R, Kwag KH, Rigon G, Cereda D, Pecoraro V, Tramacere I, Moja L. E-learning for health professionals. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Jan 21;1:CD011736.
9. Güzer B, Caner H. The Past, Present and Future of Blended Learning: An in Depth Analysis of Literature. *Procedia - Soc Behav Sci*. 2014 Feb;116:4596–603.
10. Weiss NM, Schneider A, Hempel JM, Uecker FC, van Bonn SM, Schraven SP, Rettschlag S, Schuldt T, Müller J, Plontke SK, Mlynski R. Evaluating the didactic value of 3D visualization in otosurgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol* [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2020 Jul 12]; Available from: <https://doi.org/10.1007/s00405-020-06171-9>
11. Cook DA, Levinson AJ, Garside S, Dupras DM, Erwin PJ, Montori VM. Internet-based learning in the health professions: a meta-analysis. *JAMA*. 2008 Sep 10;300(10):1181–96.
12. Funke K, Bonrath E, Mardin WA, Becker JC, Haier J, Senninger N, Vowinkel T, Hoelzen JP, Mees ST. Blended learning in surgery using the Inmedea Simulator. *Langenbecks Arch Surg*. 2013 Feb 1;398(2):335–40.
13. Stöver T, Dazert S, Hoffmann TK, Plontke SK, Ambrosch P, Arens C, Betz C, Beutner

- D, Bohr C, Bruchhage KL, Canis M, Dietz A, Guntinas-Lichius O, Hagen R, Hosemann W, Iro H, Klussmann JP, Knopf A, Kramer S, Lang S, Leinung M, Lenarz T, Löwenheim H, Matthias C, Mlynski R, Olze H, Park J, Plinkert P, Radeloff A, Rotter N, Rudack C, Bozzato A, Schipper J, Schrader M, Strieth S, Stuck BA, Volkenstein S, Westhofen M, Wolf G, Wollenberg B, Zahnert T, Zenk J. Auswirkungen der SARS-CoV-2-Pandemie auf die universitäre Hals-Nasen-Ohrenheilkunde im Bereich der Krankenversorgung. *Laryngo-Rhino-Otol.* 2020 Oct;99(10):694–706.
14. Hodson P, Connolly M, Saunders D. Can Computer-based Learning Support Adult Learners? *J Furth High Educ.* 2001 Oct 1;25(3):325–35.
 15. Boeker M, Klar R. E-Learning in der ärztlichen Aus- und Weiterbildung. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz.* 2006 May 1;49(5):405–11.
 16. van Bonn SM, Grajek JS, Schuldt T, Schraven SP, Schneider A, Rettschlag S, Oberhoffner T, Weiss NM, Mlynski R. [Interactive intraoperative annotation of surgical landmarks in student education to support learning efficiency and motivation]. *HNO.* 2022 Aug;70(8):609–17.
 17. Kuhn S, Frankenhauser S, Tolks D. Digitale Lehr- und Lernangebote in der medizinischen Ausbildung. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz.* 2018 Feb 1;61(2):201–9.
 18. Friedrich JD. Lernen mit digitalen Medien aus Studierendenperspektive. 2016;45.
 19. Garrison DR, Kanuka H. Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *Internet High Educ.* 2004 Apr 1;7(2):95–105.
 20. Graham CR. CHAPTER 1.1 BLENDED LEARNING SYSTEMS: C J. 2004;32.
 21. Watson J. Blending Learning: The Convergence of Online and Face-to-Face Education. :18.
 22. AIMSGDL_2nd_Ed_styled_010311.pdf [Internet]. [cited 2020 Nov 13]. Available from: https://www.usdla.org/wp-content/uploads/2015/05/AIMSGDL_2nd_Ed_styled_010311.pdf
 23. Burkart R. Kommunikationswissenschaft: Grundlagen und Problemfelder ; Umriss einer interdisziplinären Sozialwissenschaft. 2. Aufl. Wien: Böhlau; 1995. 553 p. (Böhlau-Studienbücher Grundlagen des Studiums).
 24. Selecting a Learning Management System: Advice from an Academic Perspective [Internet]. [cited 2020 Nov 16]. Available from: <https://er.educause.edu/articles/2014/4/selecting-a-learning-management-system-advice-from-an-academic-perspective>
 25. SW. Lernmanagement-Systeme (LMS) — e-teaching.org [Internet]. [cited 2020 Nov 16]. Available from: <https://www.e-teaching.org/technik/distribution/lernmanagementsysteme>
 26. Schütze B, Mildenerger P, Kämmerer M. E-Learning in der Radiologie - praktischer Einsatz des Content-Management-Systems Ilias. *RöFo - Fortschritte Auf Dem Geb Röntgenstrahlen Bildgeb Verfahr.* 2006 May;178(05):525–30.
 27. Schulmeister R. Lernplattformen für das virtuelle Lernen: Evaluation und Didaktik. 2. Edition. München: De Gruyter Oldenbourg; 2005. 295 p.
 28. Doodle: ZKI LMS-Umfrage [Internet]. [cited 2020 Nov 16]. Available from:

<https://doodle.com/poll/uyvcg2wz6s4bww6v>

29. Über ILIAS – ilias.de [Internet]. [cited 2020 Nov 16]. Available from: <https://www.ilias.de/open-source-lms-ilias/>
30. Stud.IP 5 [Internet]. Stud.IP. [cited 2023 Feb 6]. Available from: <https://www.studip.de/stud-ip-5>
31. Wang X, Zhang X, He J. Challenges to the system of reserve medical supplies for public health emergencies: reflections on the outbreak of the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic in China. *Biosci Trends*. 2020 Mar 16;14(1):3–8.
32. Ge ZY, Yang LM, Xia JJ, Fu XH, Zhang YZ. Possible aerosol transmission of COVID-19 and special precautions in dentistry. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2020 May;21(5):361–8.
33. Byambasuren O, Cardona M, Bell K, Clark J, McLaws ML, Glasziou P. Estimating the extent of asymptomatic COVID-19 and its potential for community transmission: systematic review and meta-analysis. *medRxiv*. 2020 Sep 13;2020.05.10.20097543.
34. Prevalence of Asymptomatic SARS-CoV-2 Infection [Internet]. [cited 2020 Dec 22]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7281624/>
35. Occurrence and transmission potential of asymptomatic and presymptomatic SARS-CoV-2 infections: A living systematic review and meta-analysis [Internet]. [cited 2020 Dec 22]. Available from: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1003346>
36. Yang X, Yu Y, Xu J, Shu H, Xia J, Liu H, Wu Y, Zhang L, Yu Z, Fang M, Yu T, Wang Y, Pan S, Zou X, Yuan S, Shang Y. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med*. 2020 May 1;8(5):475–81.
37. RKI - Coronavirus SARS-CoV-2 - Wirksamkeit nicht-pharmazeutischer Interventionen bei der Kontrolle der COVID-19-Pandemie [Internet]. [cited 2020 Dec 22]. Available from: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Projekte_RKI/Wirksamkeit_NPIs.html;jsessionid=4E0B7FC2DE87A6E4A761FE589D98663C.internet052
38. COVID-19 Map [Internet]. Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. [cited 2023 Feb 6]. Available from: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
39. Hochschulrektorenkonferenz. COVID-19-Pandemie und die Hochschulen [Internet]. [cited 2020 Dec 23]. Available from: <https://www.hrk.de/themen/hochschulsystem/covid-19-pandemie-und-die-hochschulen/>
40. Saß PF von, Klenzner T, Scheckenbach K, Chaker A. Einsatz von E-Learning an deutschen Universitäts-HNO-Kliniken. *Laryngo-Rhino-Otol*. 2017 Mar;96(03):175–9.
41. van Bonn SM, Grajek JS, Schneider A, Oberhoffner T, Mlynski R, Weiss NM. Interactive live-stream surgery contributes to surgical education in the context of contact restrictions. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol Off J Eur Fed Oto-Rhino-Laryngol Soc EUFOS Affil Ger Soc Oto-Rhino-Laryngol - Head Neck Surg*. 2021 Aug 23;
42. Daubenfeld T, Kromeier J, Heermann S, Hildenbrand T, Giesler M, Offergeld C. [Traditional vs. modern: possibilities and limitations of the new lecture concept in ENT teaching curricula]. *HNO*. 2020 Mar 4;

43. Boscoe EF, Cabrera-Muffly C. Otolaryngology in the medical school curriculum: Current trends in the United States. *The Laryngoscope*. 2017;127(2):346–8.
44. Ishman SL, Stewart CM, Senser E, Stewart RW, Stanley J, Stierer KD, Benke JR, Kern DE. Qualitative synthesis and systematic review of otolaryngology in undergraduate medical education. *The Laryngoscope*. 2015 Dec;125(12):2695–708.
45. Campisi P, Asaria J, Brown D. Undergraduate otolaryngology education in Canadian medical schools. *The Laryngoscope*. 2008 Nov;118(11):1941–50.
46. Powell J, Cooles F a. H, Carrie S, Paleri V. Is undergraduate medical education working for ENT surgery? A survey of UK medical school graduates. *J Laryngol Otol*. 2011 Sep;125(9):896–905.
47. Dombrowski T, Dazert S, Volkenstein S. Strategies of Digitized Learning. *Laryngorhinotologie*. 2019 Mar;98(S 01):S197–219.
48. Fung K. Otolaryngology--head and neck surgery in undergraduate medical education: advances and innovations. *The Laryngoscope*. 2015 Feb;125 Suppl 2:S1-14.
49. 2017-03-31_Masterplan Beschlusstext.pdf [Internet]. [cited 2020 Nov 17]. Available from: https://www.bmbf.de/files/2017-03-31_Masterplan%20Beschlusstext.pdf
50. Petrarca CA, Warner J, Simpson A, Petrarca R, Douiri A, Byrne D, Jackson TL. Evaluation of eLearning for the teaching of undergraduate ophthalmology at medical school: a randomised controlled crossover study. *Eye*. 2018 Sep;32(9):1498–503.
51. Gilch H, Beise A, Krempkow R, Müller M, Stratmann F, Wannemacher K. Governance der Digitalisierung von Forschung und Lehre. Befunde einer bundesweiten Hochschulbefragung. In 2019.
52. Bildung vbw, Hans-Peter B, Bos W, Daniel HD, Hannover B, Köller O, Lenzen D, McElvany N, Roßbach HG, Seidel T, Tippelt R, Woessmann L. Digitale Souveränität und Bildung. 2018.
53. Breitenbach A. Digitale Lehre in Zeiten von Covid-19: Risiken und Chancen. 2021 Jan 20;
54. Broadband Portal - OECD [Internet]. [cited 2023 Feb 11]. Available from: <https://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-statistics/>
55. Kuhn S, Kadioglu D, Deutsch K, Michl S. Data Literacy in der Medizin. *Onkol*. 2018 May 1;24(5):368–77.
56. The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning [Internet]. [cited 2021 May 15]. Available from: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- x
58. Dombrowski T, Wrobel C, Dazert S, Volkenstein S. Flipped classroom frameworks improve efficacy in undergraduate practical courses - a quasi-randomized pilot study in otorhinolaryngology. *BMC Med Educ*. 2018 Dec 4;18(1):294.
59. Bassen A, Schmitt CT, Stecker C. Nachhaltigkeit an Hochschulen: entwickeln – vernetzen – berichten (HOCHN). *Uwf UmweltWirtschaftsForum*. 2017 Jun;25(1–2):139–46.
60. Niehues J, Prospero K, Fegert JM, Liebhardt H. Familienfreundlichkeit im

Medizinstudium in Baden-Württemberg. Ergebnisse einer landesweiten Studie. *GMS Z Für Med Ausbildung*. 2012 Apr 23;29:Doc33.

61. WHO | Reversing a global health workforce crisis [Internet]. WHO. World Health Organization; [cited 2020 Nov 17]. Available from: https://www.who.int/workforcealliance/media/news/2015/reversing_crisis/en/
62. THE Leaders Survey: Will Covid-19 leave universities in intensive care? [Internet]. Times Higher Education (THE). 2020 [cited 2021 Aug 21]. Available from: <https://www.timeshighereducation.com/features/leaders-survey-will-covid-19-leave-universities-intensive-care>
63. Epstein RM. Assessment in Medical Education [Internet]. <https://doi.org/10.1056/NEJMra054784>. Massachusetts Medical Society; 2009 [cited 2021 Aug 23]. Available from: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMra054784>
64. Offergeld C, Neudert M, Emerich M, Schmidt T, Kuhn S, Giesler M. Vermittlung digitaler Kompetenzen in der curricularen HNO-Lehre: abwartende Haltung oder vorausseilender Gehorsam? *HNO*. 2020 Apr 1;68(4):257–62.
65. Shabli S, Heuermann K, Leffers D, Kriesche F, Abrams N, Yilmaz M, Klußmann JP, Guntinas-Lichius O, Beule A. [Survey on the need for an e-learning-platform for ENT residents]. *Laryngorhinootologie*. 2019 Dec;98(12):869–76.
66. Legemate JD, Zanetti SP, Freund JE, Baard J, de la Rosette JJMCH. Surgical teaching in urology: patient safety and educational value of “LIVE” and “SEMI-LIVE” surgical demonstrations. *World J Urol*. 2018 Oct;36(10):1673–9.
67. Ramírez-Backhaus M, Bertolo R, Mamber A, Ferrer ÁG, Mir MC, Rubio-Briones J. Live Surgery for Laparoscopic Radical Prostatectomy-Does it Worsen the Outcomes? A Single-center Experience. *Urology*. 2019 Jan;123:133–9.
68. Jack MM, Gattozzi DA, Camarata PJ, Shah KJ. Live-Streaming Surgery for Medical Student Education - Educational Solutions in Neurosurgery During the COVID-19 Pandemic. *J Surg Educ*. 2021 Jan 1;78(1):99–103.
69. Mendez A, Seikaly H, Ansari K, Murphy R, Cote D. High definition video teaching module for learning neck dissection. *J Otolaryngol - Head Neck Surg J Oto-Rhino-Laryngol Chir Cervico-Faciale*. 2014 Mar 25;43:7.
70. Nibourg LM, Wanders W, Cornelissen FW, Koopmans SA. Influence of stereoscopic vision on task performance with an operating microscope. *J Cataract Refract Surg*. 2015 Sep;41(9):1919–25.
71. Prober C, Khan S. Medical Education Reimagined: A Call to Action. *Acad Med*. 2013 Oct;88(10):1407–10.
72. Bernard RM, Abrami PC, Lou Y, Borokhovski E, Wade A, Wozney L, Wallet PA, Fiset M, Huang B. How Does Distance Education Compare With Classroom Instruction? A Meta-Analysis of the Empirical Literature: *Rev Educ Res* [Internet]. 2016 Jun 30 [cited 2020 Nov 18]; Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/00346543074003379>
73. Ruiz JG, Mintzer MJ, Leipzig RM. The impact of E-learning in medical education. *Acad Med J Assoc Am Med Coll*. 2006 Mar;81(3):207–12.
74. George PP, Papachristou N, Belisario JM, Wang W, Wark PA, Cotic Z, Rasmussen K, Sluiter R, Riboli-Sasco E, Tudor Car L, Musulanov EM, Molina JA, Heng BH, Zhang Y,

- Wheeler EL, Al Shorbaji N, Majeed A, Car J. Online eLearning for undergraduates in health professions: A systematic review of the impact on knowledge, skills, attitudes and satisfaction. *J Glob Health*. 2014 Jun;4(1):010406.
75. Chumley-Jones HS, Dobbie A, Alford CL. Web-based Learning: Sound Educational Method or Hype? A Review of the Evaluation Literature. *Acad Med*. 2002 Oct;77(10):S86.
76. Liu Q, Peng W, Zhang F, Hu R, Li Y, Yan W. The Effectiveness of Blended Learning in Health Professions: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res*. 2016 Jan 4;18(1):e2.
77. Lopez-Perez MV, Perez-Lopez MC, Rodriguez-Ariza L. Blended learning in higher education: Students' perceptions and their relation to outcomes. *Comput Educ*. 2011 Apr;56(3):818–26.
78. Die Mobilität der Studienanfänger und Studierenden [Internet]. [cited 2021 Dec 4]. Available from: <https://www.kmk.org/dokumentation-statistik/statistik/hochschulstatistik/die-mobilitaet-der-studienanfaenger-und-studierenden.html>
79. Anteil der Nutzer von Tablets in Deutschland 2020 [Internet]. Statista. [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/319281/umfrage/anteil-der-tablet-nutzer-in-deutschland/>
80. Ausstattungsgrad - Personal Computer in deutschen Haushalten bis 2020 [Internet]. Statista. [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/160925/umfrage/ausstattungsgrad-mit-personal-computer-in-deutschen-haushalten/>
81. Browser - Marktanteile in Deutschland bis September 2021 [Internet]. Statista. [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/13007/umfrage/marktanteile-der-browser-bei-der-internetnutzung-in-deutschland-seit-2009/>
82. Shabli S, Heuermann K, Leffers D, Kriesche F, Abrams N, Yilmaz M, Klußmann JP, Guntinas-Lichius O, Beule A. Umfrage zum Bedarf einer e-Learning-Plattform für Ärzte in der HNO-Facharzt-Weiterbildung. *Laryngo-Rhino-Otol*. 2019 Dec;98(12):869–76.
83. LOOP Share [Internet]. [cited 2022 Jan 9]. Available from: <https://loop-share.charite.de/zend/auth/login/>
84. Pani JR, Chariker JH, Naaz F. Computer-Based Learning: Interleaving Whole and Sectional Representation of Neuroanatomy. *Anat Sci Educ*. 2013;6(1):11–8.
85. Boer IR de, Wesselink PR, Vervoorn JM. Student performance and appreciation using 3D vs. 2D vision in a virtual learning environment. *Eur J Dent Educ*. 2016;20(3):142–7.
86. Au-Yong-Oliveira M, Pesqueira A, Sousa MJ, Dal Mas F, Soliman M. The Potential of Big Data Research in HealthCare for Medical Doctors' Learning. *J Med Syst*. 2021 Jan 7;45(1):13.

6. Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere eidesstattlich durch eigenhändige Unterschrift, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht und ist in gleicher oder ähnlicher Weise noch nicht als Studienleistung zur Anerkennung oder Bewertung vorgelegt worden. Ich weiß, dass bei Abgabe einer falschen Versicherung die Prüfung als nicht bestanden zu gelten hat.

Rostock

02.08.2023

(Abgabedatum)

(Vollständige Unterschrift)

7. Danksagung

Diese Dissertationsarbeit widme ich meinen mir zu jedem Zeitpunkt zur Seite stehenden Eltern Jadwiga Teresa und Romuald Alexander Grajek, meiner Lebensgefährtin Johanna Oberländer und meiner Tochter Ylvie Oberländer

Zudem bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. med. Robert Mlynski, Priv. Doz. Dr. med. Nora Weiss und Priv. Doz. Dr. med. Stefanie Rettschlag für die allumfängliche Unterstützung in der didaktischen Aufarbeitung und organisatorischen Realisierung dieses Projektes.

8. Thesenblatt zur Inaugurationsdissertation zum Thema:

„EINSATZ INNOVATIVER DIGITALER LEHRKONZEPTE AM BEISPIEL DER HALS-NASEN-OHRENHEILKUNDE“

1. E-Learning sichert durch Standardisierung und Automatisierung hohe Lehrqualität unabhängig von Ort und Zeit
2. E-Learning wirkt sich positiv auf die Vereinbarkeit von Familie und Studium aus
3. Moderne innovative digitale Lehrmodelle weisen eine hohe Akzeptanz und Interesse unter den Studierenden auf
4. Digitale Lehre führt zu keiner generellen Steigerung des Interesses am Fach HNO
5. Ein Arzt-Studierenden-Verhältnis ist bei der Etablierung von digitalen Lehrkonzepten obligat
6. Das Live-OP-Modell stellt eine gute Alternative zum konventionellen Unterricht im Operationssaal dar
7. Ein volldigitales Praktikum stellt keinen Ersatz für das konventionelle Anwesenheitspraktikum dar.
8. Der subjektiv wahrgenommene Wissenszugewinn ist ein guter Indikator für objektivierbaren Lernerfolg
9. Studierende der Humanmedizin an der Universitätsmedizin Rostock verwenden im Bundesvergleich aller Benutzer häufiger Apple-Produkte und benutzen vor allem den Google Chrome-Browser
10. Studierende lehnen eine finanzielle Beteiligung bei der Digitalisierung der HNO-Lehre ab